

**PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN ALTERNATIF
MUARO SEBAPO (STA 160+100) – SUNGAI LANDAI (STA 168+842)
KABUPATEN MUARO JAMBI PROVINSI JAMBI**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Pendidikan
Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Disusun Oleh:

**Mutiara Zurriana Arifah NIM 062040112012
Andre Fahruruzi NIM 062040110351**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
2024**

**PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN ALTERNATIF
MUARO SEBAPO (STA 160+100) – SUNGAI LANDAI (STA 168+842)
KABUPATEN MUARO JAMBI PROVINSI JAMBI**

SKRIPSI

**Disetujui oleh Pembimbing
Skripsi Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Palembang, September 2024
Pembimbing II**

Pembimbing I



Sumiati, S.T., M.T.
NIP. 196304051989032002



M. Sazili Harnawansyah, S.T., M.T.
NIP. 197207012006041001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya**



Ibrahim, S.T., M.T.
NIP. 196905092000031001

**Menyetujui,
Ketua Program Studi Diploma IV
Perancangan Jalan dan Jembatan**



Ir. Kosim, M.T.
NIP. 196210181989031002

**PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN ALTERNATIF
MUARO SEBAPO (STA 160+100) – SUNGAI LANDAI (STA 168+842)
KABUPATEN MUARO JAMBI PROVINSI JAMBI**

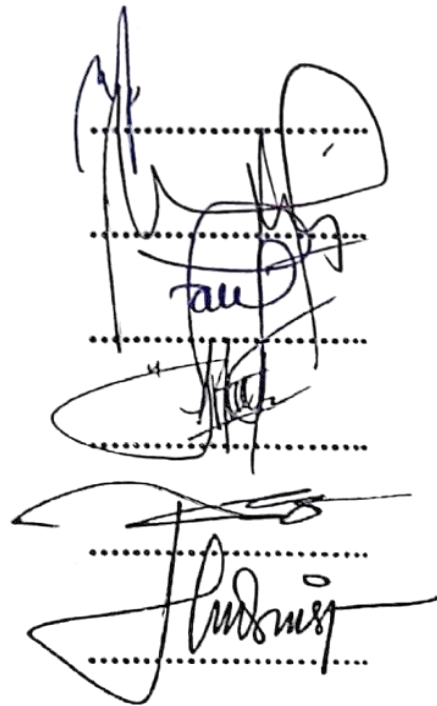
SKRIPSI

**Disetujui Oleh Penguji Skripsi
Program Studi Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya**

Nama Penguji

- 1. Andi Herius, S.T., M.T.
NIP. 1976090720011121002**
- 2. H. Akhmad Mirza, S.T., M.T.
NIP. 197008151996031002**
- 3. Zainuddin, S.T., M.T.
NIP. 196501251989031002**
- 4. Sumiati, S.T., M.T.
NIP. 196304051989032002**
- 5. M. Sazili Harnawansyah, S.T., M.T.
NIP. 197207012006041001**
- 6. Hendi Warlika Sedo Putra, S.T., M.Sc.
NIP. 198512072019031007**

Tanda Tangan



ABSTRAK

PERANCANGAN GEOMETRIK JALAN ALTERNATIF MUARO SEBAPO (STA 160+100) – SUNGAI LANDAI (STA 168+842) KABUPATEN MUARO JAMBI PROVINSI JAMBI

Perancangan geometrik dan tebal perkerasan kaku jalan alternatif Muaro Sebao (STA 160 + 100) – Sungai Landai (STA 168 +842) kabupaten Muaro Jambi merupakan perancangan pembangunan jalan yang bertujuan untuk menghubungkan jalan dan mempermudah aktivitas masyarakat yang dapat menunjang perekonomian, dengan dibangunnya jalan alternatif ini juga dikarenakan di daerah tersebut ada wisata alam taman sebao yang selama ini susah dijangkau, tujuan pembuatan jalan alternatif ini juga adalah untuk membuat wisata alam taman sebao lebih mudah untuk diakses. Desain Geometrik jalan ini didasarkan pada volume kendaraan, kelas dari jalan, medan jalan, beban lalu lintas kendaraan yang meliputi perhitungan alinyemen baik horizontal maupun vertikal, perhitungan yang dilakukan didasarkan standar dan kriteria yang dikeluarkan oleh Dirjen Bina Marga. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan, ruas jalan ini tergolong jalan Kolektor Kelas II A dengan 9 buah tikungan yaitu 6 tikungan *Spiral- Circle-Spiral* (SCS), dan 3 tikungan *Full-Circle* (FC). Sedangkan pada desain alinyemen vertikal direncanakan 31 lengkung vertikal 17 lengkung cembung 14 lengkung cekung, besarnya volume galian ini sebesar 246.931,13 m³ dan timbunan sebesar 70.755,76 m³ perkerasan jalan menggunakan perkerasan kaku dengan tulangan setebal 26 cm dan mutu beton K-350, dengan *Lean Mix Concrete* 10 cm dan lapis pondasi bawah agregat kelas A setebal 15 cm, bangunan pelengkap seperti Drainase berupa Saluran dan *Box Culvert*. perkiraan biaya dari pekerjaan ini sebesar Rp. 133.651.290.000,00 (Seratus Tiga Puluh Tiga Milyar Enam Ratus Lima Puluh Satu Juta Dua Ratus Sembilan Puluh Ribu Rupiah), dengan waktu pelaksanaan 281 hari.

Kata kunci: Jalan, Perancangan Geometrik, Perkerasan Kaku, Tebal Perkerasan, Bangunan Pelengkap, Rencana Anggaran Biaya.

ABSTRACT

GEOMETRIC DESIGN OF ALTERNATIVE ROADS

MUARO SEBAPO (STA 160+100) – SUNGAI LANDAI (STA 168+842)

MUARO JAMBI DISTRICT JAMBI PROVINCE

The geometric design and thickness of the rigid pavement for the Muaro Sebao alternative road (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Muaro Jambi district is a road construction design that aims to connect roads and facilitate community activities that can support the economy, with the construction of alternative roads. This is also because in this area there is the Sebao Park natural tourist attraction which has been difficult to reach, the aim of making this alternative road is also to make the Sebao Park natural tourist attraction easier to access. The geometric design of this road is based on vehicle volume, road class, road terrain, vehicle traffic load which includes both horizontal and vertical alignment calculations, calculations made are based on standards and criteria issued by the Director General of Highways. Based on the results of analysis and calculations, this road section is classified as a Class II A collector road with 9 bends, namely 6 Spiral-Circle-Spiral (SCS) bends, and 3 Full-Circle (FC) bends. Meanwhile, in the vertical alignment design, 31 vertical curves, 17 convex curves and 14 concave curves are planned, the volume of this excavation is 246.931,13 m³ and the embankment is 70.755,76 m³. The road pavement uses rigid pavement with 26 cm thick reinforcement and concrete quality K-350, with Lean Mix Concrete 10 cm and base layer under class A aggregate 15 cm thick, complementary buildings such as Drainage in the form of Channels and Box Culverts. The estimated cost of this work is Rp. 133,651,290,000.00 (One Hundred Thirty Three Billion Six Hundred Fifty One Million Two Hundred Ninety Thousand Rupiah), with an implementation time of 281 days.

Keywords: *Road, Geometric Planning, Rigid Pavement, Pavement Thickness, Complementary Buildings, Budget Plan.*

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“ Di dunia pasti akan menemui beberapa kegagalan, serta terjebak di situasi yang tidak diinginkan, tetapi selama itu pula selalu ada jalan yang akan di permudah berkat aamiin dari orang tua”

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya dan pemahaman ilmu pengetahuan, kemampuan, kekuatan, keikhlasan dan kesabaran sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

1. Skripsi ini penulis persembahkan kepada ayahanda Dr. Muh Misdar, M.Ag, karena jurusan kita yang tidak linier membuat kita suka berdebat kecil, meskipun begitu, Beliau selau memberi motivasi, serta dukungan moril dan material sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
2. Skripsi ini penulis persembahkan kepada Ibunda Susita Hartati, S.Ag., M.Pd.i, beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan program studi penulis. Beliau merupakan pintu surgaku yang setiap sujudnya selalu menjadi kemudahan di tiap langkah serta menjadi doa untuk kesuksesan anak-anaknya
3. Skripsi ini penulis persembahkan juga kepada kakak Afdhol Rofiq Hariri, Abang Zia Azami S.T, Ayukku tercinta Aulia Rahmi S.Pd, dan ayuk Silvyanda Ikopala S.Pd. Mereka yang telah memberikan bantuan, dan motivasi kepada penulis.
4. Penulis juga mempersembahkan kepada Ibu Sumiati, S.T., M.T. dan Bapak M. Sazili Harnawansyah, S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberikan ilmu selama penyusunan skripsi ini.
5. Penulis ucapkan terima kasih kepada teman terbaikku yang tidak pernah dan tidak akan asing Amik, Srik, Afni, Uni fathiyah yang selalu menemani dimanapun dan kapanpun itu.
6. Dan terakhir, skripsi ini penulis persembahkan kepada diri sendiri karena sudah hebat melewati banyaknya lika liku perjalanan selama penyusunan skripsi ini. Tapi sungguh untuk semua ini penulis sangat berusaha. *Jadi Berbanggalah.*

- Mutiara Zurriana Arifah

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“ selesaikan apa yang harus diselesaikan “

Terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan pemahaman akan ilmu pengetahuan, kekuatan, kemampuan, keikhlasan dan kesabaran untukku sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Umak Bak ku tersayang, serta adikku dan kakaku yang senantiasa mendoakan, mensupport selama proses yang penuh perjuangan ini.
3. Dosen-dosen Pembimbing kami ibu Sumiati, S.T., M.T dan Bapak M. Sazili Harnawansyah, S.T., M.T yang telah membimbing dan memberikan ilmu selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Rekan seperjuanganku dalam penyusunan skripsi ini Mutiara Zurriana Arifah atas kerja samanya selama perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini.
5. Sahabat terbaikku Muhammad Deska Saputra, Yoga Apriliyando, Rapli Edriandaya, Miqdad Al Mu'min yang selalu support dan menemani proses belajar dan berjuang selama ini.
6. Rekan seperjuangan Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Forum Komunikasi Mahasiswa Teknik Sipil Indonesia yang membuat cerita bersama selama proses kuliah.
7. Rekan-rekan seperjuangan Kelas kito PJJD yang selalu ada saat tidak ada

- Andre Fahruruzi

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT karena berkat, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan lancar, baik, serta sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Penulisan skripsi ini dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma IV Program Studi Perancangan Jalan Dan Jembatan pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. yang berjudul **“Perancangan Geometrik Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi”**.

Dalam penulisan penyusunan Skripsi ini, penulis banyak mendapat pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Beny Bandanadjaja, M. T. Selaku Plt. Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ibrahim, S.T., M.T., Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Andi Herius., S.T., M.T., Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Kosim, M.T., Selaku Ketua Program Studi Diploma IV Perencanaan Jalan dan Jembatan.
5. Ibu Sumiati, S.T., M.T., Selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam pengolahan data perancangan serta penulisan selama proses penyusunan Skripsi ini.
6. Bapak M. Sazili Harnawansyah, S.T., M.T., Selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam pengolahan data perancangan serta penulisan selama proses penyusunan Skripsi ini.
7. Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Jambi, yang telah membantu dalam pengumpulan data-data yang kami perlukan.

8. Bapak dan Ibu Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah mendidik, membimbing, dan mengarahkan kami selama proses belajar-mengajar.
9. Kedua orang tua beserta keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan kepada kami.
10. Semua pihak yang telah membantu selama melaksanakan penulisan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3. Rumusan Masalah dan Pembatasan Masalah	2
1.4. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian Jalan.....	5
2.2. Klasifikasi Jalan	5
2.2.1. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya	5
2.2.2. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan.....	6
2.2.3. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan	7
2.3. Penampang Melintang.....	7
2.3.1. Jalur dan Lajur Lalu Lintas	7
2.3.2. Bahu Jalan.....	8
2.3.3. Saluran Samping.....	8
2.3.4. Lapisan Perkerasan Jalan	9
2.3.5. Bagian – Bagian Jalan.....	9
2.4. Perancangan Geometrik Jalan	9
2.4.1. Penentuan Trase Jalan.....	9
2.4.2. Data Perencanaan.....	10
2.4.3. Parameter Perancangan.....	12

2.5.	Alinyemen Horizontal	18
2.5.1.	Bagian Lurus.....	19
2.5.2.	Jari – Jari Tikungan maksimum	19
2.5.3.	Tikungan <i>Full Circle</i> (FC).....	20
2.5.4.	Tikungan <i>Spiral-Circle-Spiral</i> (SCS)	20
2.5.5.	Landai Relatif	22
2.5.6.	Diagram Superelevasi	22
2.5.7.	Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan	23
2.5.8.	Daerah Bebas Samping Pada Tikungan	23
2.5.9.	Penomoran Panjang Jalan (<i>Stationing</i>)	25
2.6.	Alinyemen Vertikal	25
2.6.1.	Kelandaian	25
2.6.2.	Lengkung Vertikal	27
2.7.	Perencanaan Tebal Perkerasan	29
2.7.1.	Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	29
2.7.2.	Persyaratan Teknis Perencanaan Perkerasan Kaku	29
2.7.3.	Lalu Lintas Untuk Perkerasan kaku	31
2.7.4.	Umur Rencana	32
2.7.5.	Pertumbuhan Lalu Lintas.....	32
2.7.6.	Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi	33
2.7.7.	Perencanaan Tebal Pelat Beton.....	34
2.7.8.	Perencanaan Tulangan Beton.....	38
2.7.9.	Sambungan	40
2.8.	Perencanaan Bangunan Pelengkap Jalan.....	42
2.8.1.	Drainase Jalan.....	42
2.8.2.	Desain Saluran Samping	44
2.8.3.	Gorong-Gorong (<i>Box Culvert</i>).....	49
2.8.4.	Kriteria Perancangan Saluran Samping dan Gorong – Gorong ..	50
2.8.5.	Desain Dimensi Saluran Samping dan Gorong-gorong	51
2.9.	Perencanaan Galian dan Timbunan	54
2.10.	Manajemen Proyek.....	55

2.10.1.	Rencana Kerja dan Syarat-Syarat	56
2.10.2.	Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	57
2.10.3.	<i>Network Planning</i> (NWP).....	57
2.10.4.	Barchart.....	59
2.10.5.	Kurva S	59
BAB III PERHITUNGAN KONSTRUKSI		60
3.1.	Penentuan Parameter Perencanaan	60
3.1.1.	Penentuan Trase Jalan.....	61
3.1.2.	Penentuan Kelas Jalan	61
3.1.3.	Penentuan Golongan Medan Jalan.....	63
3.1.4.	Penentuan Kecepatan Rencana	65
3.2.	Perhitungan Alinyemen Horizontal.....	66
3.2.1.	Penentuan Titik Koordinat.....	66
3.2.2.	Penentuan Panjang Garis Tangen	67
3.2.3.	Penentuan Sudut Antara Dua Garis Tangen (Δ)	70
3.2.4.	Perhitungan Tikungan.....	77
3.2.5.	Perhitungan Kontrol (Overlapping)	112
3.2.6.	Perhitungan Pelebaran Perkerasan pada Tikungan	114
3.2.7.	Kebebasan Samping Tikungan	116
3.2.8.	Penentuan Stasioning.....	120
3.3.	Perhitungan Alinyemen Vertikal.....	124
3.3.1.	Perhitungan Grade	124
3.3.2.	Perhitungan Lengkung Vertikal.....	127
3.4.	Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	140
3.4.1.	Parameter Perencanaan Perkerasan.....	140
3.4.2.	Perhitungan Tebal Perkerasan.....	142
3.5.	Perencanaan Drainase Jalan	150
3.5.1.	Analisa Curah Hujan.....	150
3.5.2.	Perhitungan Aliran Debit Rencana (Q).....	151
3.5.3.	Desain Saluran Samping Jalan.....	158
3.5.4.	Perhitungan Aliran Debit Rencana Box Culvert.....	160

3.5.5	Perhitungan Pembebanan Box Culvert	164
3.6.	Perhitungan Volume Galian dan Timbunan.....	173
BAB IV MANAJEMEN PROYEK		193
4.1.	Rencana Kerja dan Syarat – Syarat (RKS).....	193
4.1.1.	Syarat – Syarat Umum.....	193
4.1.2.	Syarat – Syarat Administrasi	198
4.1.3.	Syarat-Syarat Teknis.....	213
4.2.	Perencanaan Biaya	225
4.2.1.	Perhitungan Kuantitas Pekerjaan	225
4.2.2.	Perhitungan Produksi Biaya Sewa Alat Per Jam.....	230
4.2.3.	Perhitungan Produksi Kerja Aktual dan Koefisien Pekerja	244
4.2.4.	Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	285
4.2.5.	Manajemen Alat dan Durasi hari Kerja	309
4.2.6.	Rekapitulasi Durasi Hari Kerja	318
4.2.7.	Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	320
4.2.8.	Rekapitulasi Biaya	321
4.2.9.	NWP (<i>Net Work Planning</i>)	321
4.2.10.	Barchart dan Kurva S.....	321
BAB V PENUTUP.....		322
5.1.	Kesimpulan.....	322
5.2.	Saran	323
DAFTAR PUSTAKA.....		324
LAMPIRAN.....		325

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dimensi Kendaraan Kecil	13
Gambar 2.2 Dimensi Kendaraan Sedang	13
Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Besar	13
Gambar 2.4 Tikungan Full Circle	20
Gambar 2. 5 Tikungan Spiral-Circle-Spiral (SCS)	21
Gambar 2.7 Superelevasi pada Tikungan <i>Full Circle</i> (FC)	22
Gambar 2.8 Superelevasi pada Tikungan SCS	23
Gambar 2.9 Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan	23
Gambar 2.10 daerah Bebas Samping di Tikungan, Untuk $J_h < L_t$	24
Gambar 2.11 Daerah Bebas Samping di Tikungan, Untuk $J_h > L_t$	24
Gambar 2.12 Sistem Penomoran Stationing Jalan	25
Gambar 2. 13 Alinyemen Vertikal Cekung.....	27
Gambar 2.14 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cekung.....	27
Gambar 2.15 Alinyemen Vertikal Cembung	28
Gambar 2.16 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung.....	28
Gambar 2.18 Stuktur Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)	29
Gambar 2.19 CBR tanah Efektif dan Tebal pondasi bawah	30
Gambar 2.20 CBR tanah Efektif dan Tebal pondasi bawah	30
Gambar 2. 21 Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/Tanpa Bahu Beton	36
Gambar 2. 22 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton	37
Gambar 2. 23 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton.....	37
Gambar 2. 24 Sambungan Susut Melintang dengan Dowel	41
Gambar 2. 25 Sambungan Pelaksanaan Memanjang dengan Lidah Alur dan Tie Bar	41
Gambar 2.26 Sambungan Muai dengan Dowel	42

Gambar 2.27 Saluran bentuk Trapesium.....	48
Gambar 2.28 Penampang Saluran Berbentuk Trapesium	51
Gambar 2.29 Dimensi Gorong-gorong Persegi.....	52
Gambar 2.30 Galian dan Timbunan.....	54
Gambar 2.31 Tahapan Estimasi Biaya	56
Gambar 2.32 Sketsa Network Planning	58
Gambar 2.33 Contoh Barchart	59
Gambar 2.34 Contoh Kurva S.....	59
Gambar 2.35 Dimensi Box Culvert.....	164
Gambar 3.1 Trase Jalan Rencana	69
Gambar 3.2 Sudut αA	70
Gambar 3.3 Sudut $\alpha 1$ dan $\Delta 1$	70
Gambar 3.4 Sudut $\alpha 2$ dan $\Delta 2$	71
Gambar 3.5 Sudut $\alpha 3$ dan $\Delta 3$	72
Gambar 3.6 Sudut $\alpha 4$ dan $\Delta 4$	72
Gambar 3.7 Sudut $\alpha 5$ dan $\Delta 5$	73
Gambar 3.8 Sudut $\alpha 6$ dan $\Delta 6$	74
Gambar 3.9 Sudut $\alpha 7$ dan $\Delta 7$	74
Gambar 3.10 Sudut $\alpha 8$ dan $\Delta 8$	75
Gambar 3.11 Sudut $\alpha 9$ dan $\Delta 9$	76
Gambar 3.12 Tikungan 1 Spiral-Circle-Spiral (SCS)	80
Gambar 3.13 Diagram Superelevasi Tikungan 1 Spiral-Circle-Spiral (SCS).....	81
Gambar 3.14 Tikungan 2 Full Circle (FC).....	83
Gambar 3.15 Diagram Superelevasi Tikungan 2 Full Circle (FC)	84
Gambar 3.16 Tikungan 3 Full Circle (FC).....	86
Gambar 3.17 Diagram Superelevasi Tikungan 4 Full Circle (FC)	87
Gambar 3.18 Tikungan 4 Spiral-Circle-Spiral (SCS)	90
Gambar 3.19 Diagram Superelevasi Tikungan 4 Spiral-Circle-Spiral (SCS).....	91
Gambar 3.20 Tikungan 5 Spiral-Circle-Spiral (SCS)	95
Gambar 3.21 Diagram Superelevasi Tikungan 5 Spiral-Circle-Spiral (SCS).....	95
Gambar 3.22 Tikungan 6 Full Circle (FC).....	98

Gambar 3.23 Diagram Superelevasi Tikungan 6 Full Circle (FC)	98
Gambar 3.24 Tikungan 7 Spiral-Circle-Spiral (SCS)	102
Gambar 3.25 Diagram Superelevasi Tikungan 7 Spiral-Circle-Spiral (SCS).....	102
Gambar 3.26 Tikungan 8 Spiral-Circle-Spiral (SCS)	106
Gambar 3.27 Diagram Superelevasi Tikungan 8 Spiral-Circle-Spiral (SCS).....	106
Gambar 3.28 Diagram Superelevasi Tikungan 9 Spiral-Circle-Spiral (SCS).....	110
Gambar 3.29 Diagram Superelevasi Tikungan 9 Spiral-Circle-Spiral (SCS).....	110
Gambar 3.30 Lengkung Vertikal Cembung	128
Gambar 3.31 Lengkung Vertikal Cekung	130
Gambar 3.32 Menentukan Jumlah Repitisi Ijin Fatik	146
Gambar 3.33 Menentukan Jumlah Repitisi Ijin Erosi	146
Gambar 3. 34 Letak Sambungan Memanjang dan melintang dengan Tie Bar ...	149
Gambar 3.35 Lapis Perkerasan Jalan	149
Gambar 3.38 Dimensi Saluran Drainase	160
Gambar 3. 39 Beban Lajur “D”	167
Gambar 3. 40 Intensitas Uniformly Distributed Load (UDL).....	168
Gambar 3. 41 Faktor Beban Dinamis (DLA).....	168
Gambar 3. 42 Pembebanan Truk “T”	169
Gambar 3.43 Detail Penulangan Box Culvert.....	172

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan.....	6
Tabel 2.2 Klasifikasi Berdasarkan Medan Jalan	7
Tabel 2.3 Lebar Lajur Minimum.....	7
Tabel 2.4 Dimensi Kendaraan Rencana	13
Tabel 2.5 Kecepatan Rencana (V_r) sesuai Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan ..	14
Tabel 2.6 Penentuan Faktor-K dan Faktor-F Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (VLHR).....	15
Tabel 2.7 Segmen Jalan Untuk Tipe 2/2 TT dan 4/2 T (Co).....	16
Tabel 2.8 Faktor koreksi Akibat Lebar Jalur (FCL)	16
Tabel 2.9 FCPA pada Segmen Umum	17
Tabel 2.10 Faktor Koreksi Akibat Hambatan Samping (FCHS)	17
Tabel 2.11 Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang Jalan tipe 2/2 TT.....	17
Tabel 2.12 Tingkat Pelayanan Jalan.....	18
Tabel 2.13 Panjang Bagian Lurus Maksimum.....	19
Tabel 2.14 Panjang Jari – jari Minimum (dibulatkan) untuk $E_{maks} = 10\%$	19
Tabel 2.15 Landai Relatif Maksimum (untuk 2/2 TB)	22
Tabel 2.16 Kelandaian Maksimum	26
Tabel 2.17 Panjang kritis (m).....	26
Tabel 2.18 CBR untuk Menentukan Tebal Perkerasan.....	31
Tabel 2. 19 Faktor Keamanan Beban (FKB)	32
Tabel 2.20 Faktor Lajur Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)	33
Tabel 2.21 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien distribusi (C) Kendaraan niaga pada lajur rencana	33
Tabel 2.22 Koefisien gesekan antara pelat beton semen dengan lapis pondasi dibawahnya	39
Tabel 2.23 Koefisien Gesekan antara Pelat Beton Semen dengan Lapisan Pondasi Bawahnya.....	39
Tabel 2.24 Ukuran dan jarak Ruji yang Disarankan	40

Tabel 2.25 Nilai Y_n , S_n , dan Y_t Berdasarkan Gumbel.....	45
Tabel 2.26 Nilai K Sesuai Lama Pengamatan.....	45
Tabel 2.27 Harga Koefisien Pengaliran (C) dan Harga Faktor Limpasan (f_k)	47
Tabel 2.28 Koefisien Hambatan (n_d) Berdasarkan Kondisi Permukaan	48
Tabel 2.29 Perhitungan Debit Aliran Rencana (Q).....	49
Tabel 2.30 Tipe penampang gorong-gorong.....	49
Tabel 2. 31 Ukuran Dimensi Gorong-gorong	50
Tabel 2.32 Kecepatan Aliran Air yang Diiijinkan Berdasarkan Jenis Material.....	50
Tabel 2.33 Kemiringan saluran air berdasarkan jenis material penampang minimum saluran 0,50 m ²	51
Tabel 2.34 Angka Kekasaran Manning (n).....	53
Tabel 2.35 Perhitungan Galian dan Timbunan	54
Tabel 3.1 Data lalu Lintas	61
Tabel 3.2 Perhitungan Medan Jalan	63
Tabel 3.3 Titik Koordinat.....	67
Tabel 3.4 Panjang Garis Tangen	69
Tabel 3.5 Sudut Azimuth dan Sudut Bearing.....	76
Tabel 3.6 Perhitungan Tikungan Spiral-Circle-Spiral (SCS).....	111
Tabel 3.7 Perhitungan Tikungan Full Circle (FC)	112
Tabel 3.8 Perhitungan Pelebaran Perkerasan Tikungan.....	116
Tabel 3.9 Hasil Perhitungan Kebebasan Samping Berdasarkan J_{ph}	118
Tabel 3.10 Hasil Perhitungan Kebebasan Samping Berdasarkan J_{pm}	119
Tabel 3.11 Elevasi Muka Tanah Asli	124
Tabel 3.12 Hasil Perhitungan Nilai Gradian	126
Tabel 3.13 Perhitungan Elevasi Lengkung Vertikal	131
Tabel 3.14 Volume dan Komposisi Lalu Lintas Kendaraan Pada Tahun 2023..	140
Tabel 3.15 data CBR Tanah Dasar dari STA 160+100 – STA 168+842.....	140
Tabel 3. 16 Nilai R untuk perhitungan CBR segmen.....	141
Tabel 3. 17 Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebanya.....	143
Tabel 3. 19 Jumlah repitisi beban selama umur rencana	144
Tabel 3. 20 Tegangan Setara dan Faktor Erosi tebal pelat 26 cm.....	145

Tabel 3. 21 Perhitungan untuk tebal pelat 26 cm.....	147
Tabel 3. 22 Data curah hujan (mm)	150
Tabel 3. 23 Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata.....	151
Tabel 3. 24 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien (C).....	154
Tabel 3. 25 Hasil Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc)	155
Tabel 3. 26 Hasil Perhitungan Debit Aliran Rencana (Q)	157
Tabel 3. 28 Nilai Koefisien pengaliran rata-rata (C).....	161
Tabel 3. 29 Perhitungan Debit Aliran Rencana Box Culvert (Q)	162
Tabel 3. 30 Debit Aliran Rencana.....	163
Tabel 3.31 Beban mati tambahan pada saluran.....	167
Tabel 3. 32 Kombinasi Beban Ultimate	169
Tabel 3. 33 Volume Galian Dan Timbunan	173
Tabel 4. 1 Perhitungan Kuantitas Pekerjaan	225
Tabel 4.2 Analisa Biaya Sewa Wheel Loader 1,0 – 1,6 m ³ Per Jam.....	231
Tabel 4.3 Analisa Biaya Sewa Dump Truck 10 Ton Per Jam.....	232
Tabel 4.4 Analisa Biaya Sewa Excavator 80 – 140 Hp Per Jam.....	233
Tabel 4.5 Analisa Biaya Sewa Motor Grader > 100 Hp Per Jam	234
Tabel 4.6 Analisa Biaya Sewa Tandem Roller 6 – 7 Ton Per Jam	235
Tabel 4.7 Analisa Biaya Sewa Vibratory Roller 5 – 8 Ton Per Jam.....	236
Tabel 4.8 Analisa Biaya Sewa Concrete Vibrator Per Jam.....	237
Tabel 4.9 Analisa Biaya Sewa Concrete Mixer 0,3 – 0,6 m ³ Per Jam	238
Tabel 4.10 Analisa Biaya Sewa Water Tanker 3000 – 4500 Liter Per Jam.....	239
Tabel 4.11 Analisa Biaya Sewa Slipform Paver Per Jam	240
Tabel 4.12 Analisa Biaya Sewa Concrete Pan Mixer Per Jam	241
Tabel 4.13 Analisa Biaya Sewa Truck Mixer 150 Hp Per Jam	242
Tabel 4.14 Analisa Biaya Sewa Flat Bed Truck 3 – 4 Ton Per Jam	243
Tabel 4.15 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembersihan.....	244
Tabel 4.16 PKA Alat Pada Pekerjaan Galian Tanah.....	246
Tabel 4.17 PKA Alat Pada Pekerjaan Timbunan Tanah.....	248
Tabel 4.18 PKA Alat Pada Pekerjaan Badan Jalan dan Bahu Jalan	251
Tabel 4.19 PKA Alat Pada Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A.....	253

Tabel 4.20 PKA Alat Pada Pekerjaan Bekisting Jalan Beton	256
Tabel 4.21 PKA Alat Pada Pekerjaan Plastik Cor Beton.....	257
Tabel 4.22 PKA Alat Pada Pekerjaan Cutting dan Joint Sealent.....	258
Tabel 4.23 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembesian Badan Jalan	259
Tabel 4.24 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembesian Untuk Dowel	260
Tabel 4.25 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembesian Untuk Tie Bar.....	261
Tabel 4.26 PKA Alat Pada Pekerjaan Lean Mix Concrete (K-175 Mpa).....	262
Tabel 4.27 PKA Alat Pada Pekerjaan Perkerasan Kaku (K-350 Mpa).....	265
Tabel 4.28 Pekerjaan Galian Drainase	268
Tabel 4.29 PKA Alat Pada Pekerjaan Pemasangan Batu Kali dan Mortar	270
Tabel 4.30 PKA Alat Pada Pekerjaan Galian Box Culvert.....	273
Tabel 4.31 PKA Alat Pada Pekerjaan Pasir Urug Box Culvert	275
Tabel 4.32 PKA Alat Pada Pekerjaan Penulangan Box Culvert.....	277
Tabel 4.33 PKA Alat Pada Pekerjaan Bekisting Box Culvert	278
Tabel 4.34 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembeton Box Culvert	279
Tabel 4.35 PKA Alat Pada Pekerjaan Timbunan Box Culvert	282
Tabel 4.36 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Mobilisasi peralatan	285
Tabel 4.37 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengukuran.....	286
Tabel 4.38 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pembersihan	287
Tabel 4.39 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Direksi Keet dan Gudang	288
Tabel 4.40 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian Tanah	289
Tabel 4.41 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Timbunan Tanah.....	290
Tabel 4.42 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Badan Jalan.....	291
Tabel 4.43 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A....	292
Tabel 4.44 Analisa Harga Satuan Pada Pekerjaan Bekisting Jalan Beton	293
Tabel 4.45 Analisa Harga Satuan Pada Pekerjaan Plastik Cor Beton.....	294
Tabel 4.46 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pembesian Untuk Badan Jalan	295
Tabel 4.47 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Baja Tulangan Polos (Dowel)	296
Tabel 4.48 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Baja Tulangan Ulir (Tie Bar)	297
Tabel 4.49 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lean Mix Concrete (K-175).....	298
Tabel 4.50 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Perkerasan Kaku (Beton K-350) .	299

Tabel 4.51 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian Drainase	300
Tabel 4.52 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Batu Kali dan Mortar	301
Tabel 4.53 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian Box Culvert.....	302
Tabel 4.54 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pasir Urug Untuk Box Culvert	303
Tabel 4.55 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Box Culvert	304
Tabel 4.56 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penulangan Box Culvert.....	305
Tabel 4.57 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pembetonan Box Culvert.....	306
Tabel 4.58 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Timbunan Box Culvert.....	307
Tabel 4.59 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Mobilisasi peralatan	308
Tabel 4.60 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Pembersihan	309
Tabel 4.61 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Galian Tanah	310
Tabel 4.62 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Timbunan Tanah	312
Tabel 4.63 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Badan Jalan dan Bahu Jalan	312
Tabel 4.64 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A	313
Tabel 4.65 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Lean Mix Concrete.....	314
Tabel 4.66 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Perkerasan Kaku	315
Tabel 4.67 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Galian Drainase.....	315
Tabel 4.68 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Pemasangan Batu Kali dan Mortar (Pembuatan Drainase)	315
Tabel 4.69 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Galian Box Culvert	316
Tabel 4.70 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Pasir Urug Untuk Box Culvert	316
Tabel 4.71 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Pembetonan Box Culvert ...	317
Tabel 4.72 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Timbunan Box Culvert.....	317
Tabel 4.73 Rekapitulasi Durasi Hari kerja	318
Tabel 4.74 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	320
Tabel 4.75 Rekapitulasi Biaya	321

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Saat ini, perkembangan zaman semakin pesat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia yang terus meningkat. Kondisi ini mengakibatkan peningkatan permintaan akan sarana transportasi yang semakin tinggi guna mendukung berbagai aktivitas manusia, baik dalam ranah ekonomi, pendidikan, sosial, maupun budaya. Jalan merupakan infrastruktur yang sangat penting bagi manusia karena berguna memperlancar mobilitas.

Jambi merupakan provinsi di Indonesia yang terletak di pesisir timur, di bagian tengah pulau Sumatera dengan luas wilayah sebesar 50.160,05 km². Perkembangan kendaraan yang pesat terus dirasakan, dengan alasan perkembangan yang pesat itulah maka pembangunan sarana dan pra-sarana yang baik dan layak sangat diperlukan dan jalan merupakan salah satu penunjang untuk mobilitas masyarakat.

Kabupaten Muaro Jambi memiliki 11 kecamatan, 5 kelurahan dan 150 desa, dua diantaranya yaitu desa Muaro Sebao dan Sungai Landai. Di desa Muaro Sebao terdapat Taman Alam Sebao yang menawarkan keindahan alam yang asri sebagai tempat wisata. Biasanya, kedua desa tersebut terhubung melalui jalan Lintas Sumatera yang memiliki jarak tempuh yang jauh dan memakan waktu lama. Hal ini sering menyebabkan kemacetan karena banyaknya pengguna jalan dan kerusakan pada jalan tersebut. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan jalan alternatif yang memiliki perkerasan kaku dan lebar. Selain dapat mengatasi masalah tersebut, jalan alternatif ini juga akan mempermudah dan akan meningkatkan daya tarik wisatawan yang ingin berkunjung ke Taman Alam Sebao.

Diharapkan dengan adanya pembangunan jalan ini, pertumbuhan ekonomi Kabupaten Muaro Jambi dapat terus meningkat dan kepadatan lalu lintas di Jalan Lintas Sumatera dapat berkurang. Selain itu, pembangunan ini diharapkan dapat menampung peningkatan jumlah kendaraan serta menjadi solusi untuk memperpendek jarak dan mengurangi waktu perjalanan bagi para pengguna jalan.

Sesuai konsentrasi pada bidang yang diambil mengenai perancangan jalan dan jembatan, maka penulis mengambil judul yaitu Perancangan Geometrik Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari Perancangan Geometrik Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi yaitu dapat mendesain dan menghitung perencanaan geometrik jalan, tebal perkerasan, serta bangunan pelengkap yang ideal dan efisien sebagai alternatif perancangan jalan. Selain itu, jalan ini diharapkan dapat menghubungkan antara Muaro Sebao dan Sungai landai guna mempermudah aktivitas dan mobilitas masyarakat.

Manfaat dari perancangan geometrik jalan alternatif Muaro Sebao (STA 160+100) - Sungai Landai (STA 168+842) di Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi yaitu memberikan pemahaman yang nyata tentang dunia kerja sebagai bekal untuk masa depan, serta menjadi solusi untuk efisiensi waktu dan jarak tempuh sehingga pengalaman berkendara menjadi lebih baik. Selain itu, perencanaan ini juga dapat meningkatkan daya tarik wisata di Taman Alam Sebao karena melintasi jalan alternatif yang akan di bangun.

1.3. Rumusan Masalah dan Pembatasan Masalah

Rumusan masalah pada Perancangan Geometrik Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi, yaitu:

- a. Bagaimana desain alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal yang akan digunakan pada Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi agar lebih efisiensi dalam waktu jarak tempuhnya?
- b. Berapa tebal dan lebar perkerasan yang dibutuhkan pada Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten

Muaro Jambi Provinsi Jambi sehingga dapat menahan beban kendaraan yang direncanakan?

- c. Bagaimana desain bangunan pelengkap jalan yang akan digunakan Jalan Alternatif Muaro Sebapo (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi sesuai dengan kebutuhan jalan tersebut?
- d. Berapa lama waktu pengerjaan dan berapa biaya yang akan digunakan pada Jalan Alternatif Muaro Sebapo (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi dengan memperhatikan aspek kenyamanan, keamanan, keselamatan, waktu dan biaya?

Dikarenakan ruang lingkup pekerjaan yang luas dan pokok permasalahan yang kompleks, maka penulis membatasi masalah yang akan dibahas pada skripsi ini antara lain:

- a. Perancangan Geometrik dan Konstruksi Peralasan Kaku (*Rigid Pavement*) pada Jalan Alternatif Muaro Sebapo (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi.
- b. Perencanaan bangunan pelengkap pada Jalan Alternatif Muaro Sebapo (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.
- c. Manajemen proyek yang meliputi Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS), Rencana Anggaran Biaya (RAB), Jadwal Pelaksanaan (*Time Schedule*), *Network Planning* (NWP), *Barchart*, dan Kurva S.

1.4. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun berdasarkan bab, dengan tujuan agar setiap permasalahan yang dibahas terpapar dengan jelas dan dapat lebih mudah untuk dipahami. Secara umum sistematika penulisan dari Laporan Akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan latar belakang dari penyusunan skripsi, tujuan dan manfaat, permasalahan dan pembatasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan mengenai dasar teori perencanaan geometrik jalan, perencanaan tebal perkerasan jalan kaku (*Rigid Pavement*), bangunan pelengkap, manajemen proyek yang akan dipakai dalam menyelesaikan Skripsi ini khususnya dalam perhitungan. Berdasarkan buku-buku referensi yang tersedia dan peraturan-peraturan yang berlaku.

BAB III PERHITUNGAN KONSTRUKSI

Pada bab ini menguraikan perhitungan – perhitungan yang akan direncanakan berdasarkan data-data dan referensi yang di dapat di lapangan maupun di buku. Perhitungan ini meliputi perhitungan perancangan geometrik jalan, dan perancangan tebal perkerasan

BAB IV MANAJEMEN PROYEK

Pada bab ini menguraikan mengemai Rencana Kerja dan Syarat (RKS), perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) terdiri dari perhitungan produksi kerja alat, biaya sewa alat, analisa harga satuan dan rekapitulasi biaya, kemudian uraian mengenai penjadwalan proyek yang meliputi (*Network Planning*, *Barchart*, dan Kurva S).

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menguraikan mengenai kesimpulan dan saran yang merupakan hasil dari perhitungan pada bab–bab sebelumnya yang disajikan secara singkat sebagai jawaban dari permasalahan di dalam skripsi ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Jalan

Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2009).

Perancangan geometrik jalan merupakan suatu perancangan *route* dari suatu ruas jalan secara lengkap, menyangkut beberapa komponen jalan yang dirancang berdasarkan kelengkapan data dasar, yang didapatkan dari hasil *survey* lapangan, kemudian dianalisis berdasarkan acuan persyaratan perancangan geometrik yang berlaku. Peninjauan masalah dalam hal non-teknis biasanya banyak yang lebih mengganggu dari pada faktor teknis. Acuan perancangan yang dimaksud adalah sesuai dengan standar perancangan geometrik yang dianut di Indonesia. Standar perancangan tersebut, dibuat oleh Direktorat Jenderal Bina Marga yang disesuaikan dengan klasifikasi jalan.

2.2. Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan adalah pengelompokan jalan berdasarkan fungsi jalan, berdasarkan administrasi pemerintahan dan berdasarkan muatan sumbu yang menyangkut dimensi dan berat kendaraan. Berikut ini adalah pembagian klasifikasi jalan, yaitu :

2.2.1. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya

Klasifikasi jalan merupakan aspek penting yang harus diidentifikasi sebelum melakukan perancangan jalan. Karena kriteria desain suatu rencana jalan yang ditentukan dari standar desain ditentukan oleh klasifikasi jalan rencana. Berikut klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya:

1. Jalan Arteri, yakni jalan umum yang melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, jumlah jalan masuk dibatasi. Adapun ciri-cirinya yaitu:
 - Dilalui oleh kendaraan berat > 10 ton.
 - Dilalui oleh kendaraan dengan kecepatan tinggi > 80 km/jam.
2. Jalan kolektor, yakni jalan umum yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan perjalanan sedang, kecepatan rata-rata sedang, jumlah masuk dibatasi. Adapun ciri-cirinya yaitu:
 - Melayani semua jenis pengguna jalan, kendaraan ringan, kendaraan berat, namun dibatasi dari pusat pemukiman ke pusat industri.
 - Dilalui oleh kendaraan dengan kecepatan sedang (40 - 80 km/jam).
3. Jalan lokal, yakni jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri:
 - Melayani semua jenis pengguna jalan, kendaraan ringan, kendaraan berat, namun dibatasi dari pusat pemukiman ke pusat industri.
 - Dilalui oleh kendaraan dengan kecepatan rendah (maksimum 60 km/jam).
4. Jalan Lingkungan, yakni jalan yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan hanya untuk kendaraan-kendaraan kecil.

2.2.2. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan, m			Muatan Sumbu Terberat (MST) ton
		Lebar	Panjang	Tinggi	
Kelas I	Arteri, Kolektor	$\leq 2,55$	$\leq 18,0$	$\leq 4,2$	10
Kelas II	Arteri, Kolektor, Lokal, dan Lingkungan	$\leq 2,55$	$\leq 12,0$	$\leq 4,2$	8
Kelas III		$\leq 2,2$	$\leq 9,0$	$\leq 3,5$	8*)
Kelas Khusus	Arteri	$\geq 2,55$	$\geq 18,0$	$\leq 4,2$	> 10
Catatan: *) dalam keadaan tertentu dapat < 8 ton					

(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan, 2021)

Untuk pengaturan penggunaan jalan dan Kelancaran Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Jalan Umum berdasarkan UU No 22/2009 Tentang Lalu Lintas

dan Angkutan Jalan, jalan dibagi dalam kelas berdasarkan fungsi salah satunya dengan mempertimbangkan Lalu Lintas Harian Rata-rata (smp), diantaranya:

- a. Jalan Kelas I, jalan ini harus memiliki nilai LHR diatas 20.000 smp.
- b. Jalan Kelas II, jalan ini harus memiliki nilai LHR antara 6.000 - 20.000 smp.
- c. Jalan Kelas III, jalan ini memiliki nilai LHR 1.500 smp - 8.000 smp.

2.2.3. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Tahun 1997, medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan, medan yang diukur tegak lurus garis kontur, klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Berdasarkan Medan Jalan

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	< 10
2.	Perbukitan	B	10 – 25
3.	Pegunungan	G	> 25
Catatan: *) nilai kemiringan medan rata-rata per 50m dalam satu kilometer.			

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan No.13, 2021)

2.3. Penampang Melintang

2.3.1. Jalur dan Lajur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas (*travelled way = carriage way*) adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (*lane*) kendaraan. Lajur kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah. Lebar lajur jalan ideal berdasarkan Bina Marga dalam Pedoman Desain Geometrik Jalan No.13/P/2021 dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Lebar Lajur Minimum

VD (km/jam)	Lebar Lajur Lalu Lintas Paling Kecil (m)
Kecepatan tinggi: $VD \geq 80$	3,60
Kecepatan sedang: $40 \leq VD < 80$	3,50
Kecepatan rendah: $VD < 40$	2,75

(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan, 2021)

2.3.2. Bahu Jalan

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang berfungsi sebagai:

1. Ruangan untuk tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau yang sekedar berhenti karena pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh atau beristirahat.
2. Ruangan untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
3. Memberikan kelegaan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
4. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.
5. Ruangan pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan (untuk tempat penempatan alat-alat, dan penimbunan bahan material).
6. Ruangan untuk lintasan kendaraan-kendaraan patrol, ambulan yang sangat dibutuhkan pada keadaan darurat seperti terjadinya kecelakaan.

2.3.3. Saluran Samping

Umunya bentuk saluran samping trapesium atau empat persegi panjang. Untuk daerah perkotaan, dimana daerah pembebasan jalan sudah sangat terbatas, maka saluran samping dapat dibuat dari konstruksi beton yang berbentuk empat persegi panjang dan ditempatkan di bawah trotoar. Sedangkan di daerah pedalaman di mana pembebasan jalan bukan menjadi masalah, saluran samping umumnya dibuat berbentuk trapesium. Saluran samping berguna untuk:

1. Mengalirkan air dari permukaan perkerasan jalan ataupun dari bagian luar jalan.
2. Menjaga supaya konstruksi jalan selalu berada dalam keadaan kering tidak terendam air.

2.3.4. Lapisan Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (subgrade) yang berfungsi menanggung beban lalu lintas. Lapisan perkerasan jalan dapat dibedakan atas lapisan permukaan, lapisan pondasi atas, lapisan pondasi bawah, dan lapisan tanah dasar.

2.3.5. Bagian – Bagian Jalan

Suatu jalan raya terdiri dari bagian – bagian jalan, dimana bagian – bagian jalan tersebut, dibedakan berdasarkan :

1. Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA)

Ruang manfaat jalan (RUMAJA) yaitu daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengaman.

2. Ruang Milik Jalan (RUMIJA)

Ruang milik jalan (RUMIJA) adalah ruang yang dibatasi oleh lebar yang sama dengan ruang manfaat jalan ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1,5 meter.

3. Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA)

Ruang pengawasan jalan (RUWASJA) adalah ruang sepanjang jalan diluar ruang manfaat jalan yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu.

2.4. Perancangan Geometrik Jalan

2.4.1. Penentuan Trase Jalan

Penentuan trase dan perencanaan trase jalan dipengaruhi oleh keadaan fisik dan topografi serta peruntukan lahan yang dilaluinya. Keadaan tanah dasar dapat mempengaruhi lokasi dan bentuk trase dari suatu jalan, misalnya keadaan tanah dasar yang kurang baik dapat memaksa perencana untuk memindahkan trase jalan atau penimbunan yang tinggi, serta didapati tanah dasar dengan permukaan air tanah yang tinggi, walaupun dalam kondisi tertentu dapat diatasi dengan tata salir drainase yang baik. Dalam kondisi normal, penentuan trase jalan sekaligus pemetaan dilapangan, tidak terlalu banyak memerlukan perbaikan tanah (*soil improvement*), sehingga hanya terbatas pada pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*) saja. (Ir. Hamirhan Saodang, 2010:47)

Dalam penentuan penentuan trase jalan terdapat beberapa hal yang harus dipertimbangkan, meliputi:

- a. Trase jalan sebaiknya dibuat lurus, pendek, sedikit tikungan, dan kelandaianya seminim mungkin.
- b. Trase jalan menjauhi Daerah Aliran Sungai (DAS).
- c. Trase jalan mempertimbangkan besarnya volume galian dan timbunan.
- d. Pemilihan lokasi trase pada tanah yang mempunyai nilai CBR yang memenuhi syarat, sehingga keberadaan tanah bisa dipakai untuk pekerjaan timbunan pada lokasi trase jalan yang akan direncanakan.

2.4.2. Data Perencanaan

Dalam proses perencanaan geometrik konstruksi jalan raya, diperlukan data-data seperti data lalu lintas, data topografi, data penyelidikan tanah, dan data penunjang lainnya. Data-data ini sangat penting untuk menentukan geometri dan ketebalan perkerasan yang dibutuhkan dalam perencanaan konstruksi jalan raya. Data-data tersebut memberikan gambaran yang akurat mengenai lokasi di mana jalan tersebut akan dibangun.

a. Data Lalu Lintas

Data lalu lintas merupakan data utama yang diperlukan dalam perencanaan teknik jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu lintas yang akan menggunakan pada suatu segmen jalan yang akan ditinjau (Ir. Hamirhan Saodang, 2010).

Untuk merencanakan teknik jalan baru, survey lalu lintas tidak dapat dilakukan karena belum ada jalan. Akan tetapi, untuk menentukan dimensi jalan tersebut diperlukan data jumlah kendaraan (Shirley L.Hendarsin, 2000: 45-46). Untuk itu dapat dilakukan dengan cara:

- a) Survey perhitungan lalu lintas (*traffic counting*), yaitu dilakukan pada jalan yang sudah ada, yang diperkirakan mempunyai bentuk, kondisi dan keadaan komposisi lalu lintas akan serupa dengan jalan yang direncanakan.
- b) Survey asal dalam tujuan (*origin and destination survey*), yaitu dilakukan pada lokasi yang dianggap dapat mewakili, dengan melakukan wawancara

kepada pengguna jalan untuk mendapatkan gambaran rencana jumlah dan komposisi kendaraan pada jalan yang direncanakan.

b. Data Peta Topografi

Survei topografi dalam perencanaan teknik jalan raya yaitu pengukuran *route* yang dilakukan dengan tujuan memindahkan kondisi permukaan bumi dari lokasi yang diukur pada kertas berupa peta planimetri. Peta ini akan digunakan sebagai peta dasar untuk plotting perencanaan geometrik jalan raya, dalam hal ini perencanaan alinyemen horizontal (Shirley L.Hendarsin,2000:30). Peta ini digunakan sebagai peta dasar untuk perencanaan geometrik jalan raya. Beberapa sifat peta topografi antara lain:

- a) Selalu merupakan garis/lengkung yang tertutup.
- b) Tidak akan pernah berpotongan dan tidak bercabang.
- c) Untuk menggambarkan daerah yang terjal, jarak antara peta topografi cenderung semakin rapat.
- d) Untuk menggambarkan daerah yang landai, jarak antara peta topografi cenderung semakin renggang.

c. Data Penyelidikan Tanah

Tanah dasar dapat terdiri dari tanah dasar asli, tanah dasar galian atau tanah dasar tanah urug yang disiapkan dengan cara diadatkan (Silvia Sukirman, 2010:55). Data penyelidikan tanah dasar didapat dengan cara melakukan penyelidikan tanah di lapangan, meliputi pekerjaan:

- a) Penelitian terhadap semua kondisi tanah yang ada pada proyek jalan tersebut, dilakukan berdasarkan survey langsung di lapangan maupun dengan pemeriksaan di laboratorium. Pengambilan data *California Bearing Ratio* (CBR) di lapangan dilakukan sepanjang ruas rencana, dilakukan setiap jarak 200 m. penentuan nilai CBR dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu grafis dan analitis.
- b) Membakukan analisa pada contoh tanah yang terganggu dan tidak terganggu, *American Standard Testing and Materials* (ASTM) dan *The*

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) maupun standar yang berlaku di Indonesia.

3. Data Penunjang Lainnya

Data – data lain yang perlu diperhatikan diantaranya data tentang drainase. Peninjauan drainase meliputi data meteorology dan geofisika untuk kebutuhan analisis data dari stasiun yang terletak pada daerah tangkapan. Tetapi pada daerah tangkapan tidak memiliki data curah hujan, maka dapat dipakai data dari stasiun di luar daerah tangkapan yang dianggap masih dapat mewakili. (L. Hendarsin Shirley, 2000)

2.4.3. Parameter Perancangan

Berdasarkan karakteristik dari unsur kendaraan, lalu lintas dan pengendara, disamping faktor lingkungan dimana jalan tersebut berada. Pertimbangannya adalah jalan raya harus dapat menampung berbagai jenis kendaraan yang lewat, memberikan kemudahan pada para pengendara, dan layak dilalui untuk sejumlah kapasitas lalu lintas rencana, agar jalan nyaman, aman, murah dan aksesibilitasnya tinggi (Ir. Hamirhan Saodang, 2010:21).

Beberapa parameter perencanaan geometrik dari unsur karakteristik kendaraan antara lain:

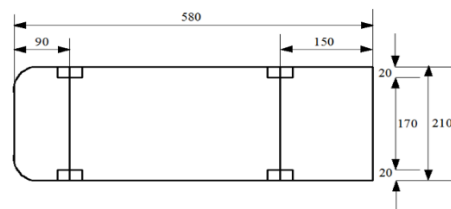
a. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Untuk perencanaan, setiap kelompok diwakili oleh satu ukuran standar. Dan ukuran standar kendaraan rencana masing-masing kelompok adalah ukuran terbesar yang mewakili kelompoknya. Dimensi kendaraan bermotor untuk keperluan perencanaan geometrik jalan ditetapkan seperti pada Tabel 2.4 berikut:

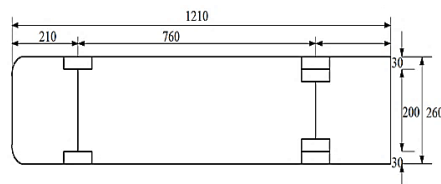
Tabel 2.4 Dimensi Kendaraan Rencana

Jenis Kendaraan Rencana	Simbol	Dimensi Kendaraan			Dimensi Tonjolan		Radius Putar Minimum	Radius Tonjolan Minimum
		Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang		
Mobil Penumpang	P	1,3	2,1	5,8	0,9	1,5	7,3	4,4
Truk AS Tunggal	SU	4,1	2,4	9,0	1,1	1,7	12,8	8,6
Bis Gandeng	A-BUS	3,4	2,5	18,0	2,5	2,9	12,1	6,5
Truk Semitrailer Kombinasi Sedang	WB-12	4,1	2,4	13,9	0,9	0,8	12,2	5,9
Truk Semitrailer Kombinasi Besar	WB-15	4,1	2,5	16,8	0,9	0,6	13,7	5,2
<i>Conversional School Bus</i>	SB	3,2	2,4	10,9	0,8	3,7	11,9	7,3
<i>City Transit Bus</i>	CB	3,2	2,5	12,0	2,0	2,3	12,8	7,5

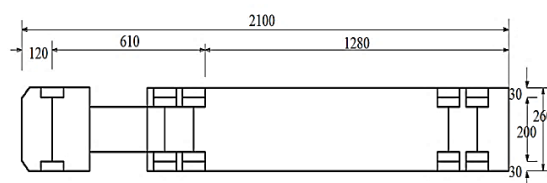
(Sumber: RSNI Geometrik Jalan Perkotaan, 2004)



Gambar 2.1 Dimensi Kendaraan Kecil



Gambar 2.2 Dimensi Kendaraan Sedang



Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Besar

b. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometric jalan seperti, tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang dan lain-lain. Kecepatan yang dipilih tersebut adalah kecepatan tertinggi menerus dimana kendaraan dapat berjalan dengan aman dan keamanan itu sepenuhnya dari bentuk jalan, dimana kecepatan rencana (V_r) untuk suatu ruas jalan dengan kelas dan fungsi yang sama dianggap sama sepanjang ruas jalan tersebut.

Kecepatan rencana (V_r) pada ruas jalan merupakan kecepatan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lenggang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Untuk kondisi medan yang sulit, kecepatan rencana suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam. Kecepatan rencana untuk masing-masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari Tabel 2.4.

Tabel 2.5 Kecepatan Rencana (V_r) sesuai Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan

Fungsi Jalan	Kecepatan Rencana (V_r), Km/jam		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 -70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 – 30

(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan No.13, 2021)

c. Volume Lalu Lintas Rencana

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satuan-satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas dipergunakan untuk perencanaan desain, jumlah dan lebar lajur jalan. Satuan volume lalu lintas yang umum digunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur adalah:

a) Lalu Lintas Harian Rata – Rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah lalu lintas yang diperoleh selama masa pengamatan dalam satu hari. Dari cara memperoleh data tersebut dikenal dua jenis yaitu lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dan lalu lintas harian

rata-rata (LHR). LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati 1 jalur selama 24 jam dan diperoleh dari rata-rata selama 1 tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{jumlah lalu lintas dalam 1 tahun}}{365 \text{ hari}} \dots\dots\dots (2.1)$$

LHRT dinyatakan dalam SMP/hari/2 arah

LHR adalah jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dibagi dengan lamanya pengamatan.

$$LHR = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}} \dots\dots\dots (2.2)$$

b) Volume Jam Rencana (VJR)

Berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Jalan No.13/P/BM/2021, volume arus lalu lintas harian rencana (VLHR) adalah prakiraan volume arus lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/hari. Sedangkan volume arus lalu lintas jam rencana adalah prakiraan volume arus lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam satuan smp/jam dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q_{JD} = LHRT \times K \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana: Q_{JD} = Volume jam rencana

K = faktor volume lalu lintas jam sibuk

Tabel 2.6 Penentuan Faktor-K dan Faktor-F Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (VLHR)

VLHR (SMP/Hari)	Faktor-K (%)	Faktor-F (%)
>50.000	4 -6	0,90 – 1
30.000 – 50.000	6 – 8	0,80 – 1
10.000 – 30.000		
5.000 – 10.000	8 – 10	0,60 – 0,80
1.000 – 5.000	10 – 12	
<1.000	12 – 16	<0,60

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2021)

d. Kapasitas jalan

Kapasitas adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur jalan selama 1 jam dengan kondisi serta arus

lalu lintas tertentu (Silvia Sukirman, 1999:46). Kapasitas jalan akan menunjukkan jumlah arus lalu lintas yang maksimum dapat melewati penampang tersebut dalam waktu 1 jam sesuai kondisi jalan. Rumus yang digunakan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023, yaitu:

$$C = C_0 \times FCL \times FCPA \times FCHS \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

C = kapasitas jalan, SMP/jam.

C₀ = kapasitas dasar segmen, SMP/jam.

FCL = faktor koreksi kapasitas akibat lebar lajur jalan yang tidak ideal.

FCPA = faktor koreksi kapasitas akibat pemisahan arah arus lalu lintas. Faktor ini hanya berlaku untuk jalan tak terbagi.

FCHS = faktor koreksi kapasitas akibat adanya hambatan samping dan ukuran bahu jalan yang tidak ideal.

Tabel 2.7 Segmen Jalan Untuk Tipe 2/2 TT dan 4/2 T (C₀)

Tipe Alinyemen	C ₀ SMP/jam 2/2-TT	C ₀ SMP/jam 4/2 T
Datar	4000	2200
Bukit	3850	2100
Gunung	3700	2000

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

Tabel 2.8 Faktor koreksi Akibat Lebar Jalur (FCL)

Tipe Jalan	Lebar Lajur atau Jalur Efektif, m		FCL
4/2 T & 6/2 T	Per Lajur	3,00	0,91
		3,25	0,96
		3,50	1,00
		3,75	1,03
2/2 TT	Total Dua Arah	5,00	0,69
		6,00	0,91
		7,00	1,00
		8,00	1,08
		9,00	1,15
		10,00	1,21
		11,00	1,27

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

Tabel 2.9 FC_{PA} pada Segmen Umum

Pemisahan Arah Arus (%-%)		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{PA}	Tipe jalan 2/2 TT	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

Tabel 2.10 Faktor Koreksi Akibat Hambatan Samping (FCHS)

Tipe Jalan	KHS	Faktor Koreksi Akibat Hambatan Samping (FCHS)			
		Lebar Bahu Efektif			
		< 0,5	1,0	1,5	> 2,0
4/2 T	Sangat rendah	0,99	1,00	1,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01
	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sangat tinggi	0,888	0,90	0,93	0,96
2/2 TT	Sangat rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

Tabel 2.11 Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang Jalan tipe 2/2 TT

Tipe Alinyemen	q _{total} (kend/jam)	EMP _{KS}	EMP _{BB}	EMP _{TB}	EMP _{SM}		
					Lebar jalur lalu lintas (m)		
					<6 m	6-8 m	>8 m
Datar	0-799	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800-1349	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350-1899	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	>1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0-649	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650-1099	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100-1599	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	>1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0-449	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450-899	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900-1349	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	>1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

e. Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan (DJ) digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DJ menunjukkan apakah segmen jalan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Persamaan dasar untuk menentukan derajat kejenuhan yaitu:

$$DJ = \frac{q}{C} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

DJ = Derajat Kejenuhan, nilainya < 1,0

q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas segmen jalan (smp/jam)

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam smp/jam, untuk perilaku lalu lintas berupa kecepatan.

Tabel 2.12 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Batas Lingkup (Q/C)
A	Arus Bebas; Volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki	0,00 – 0,20
B	Arus Stabil; Kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas	0,21 – 0,44
C	Arus Stabil; Kecepatan dikontrol oleh lalu lintas	0,45 – 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil; Kecepatan menurun akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relatif kecil	0,75 – 0,84
E	Arus tidak stabil; Kecepatan rendah dan berbeda-beda terkadang berhenti, volume mendekati kapasitas	0,85 – 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet; Kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, terjadi hambatan besar	> 1,00

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2021)

2.5. Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen Horizontal juga dikenal dengan nama “situasi jalan” atau “trase jalan”. Alinyemen Horizontal terdiri dari garis – garis lurus yang dihubungkan dengan garis – garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran

ditambah busur peralihan, busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja. (Sukirman, 1999:67)

2.5.1. Bagian Lurus

Panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit sesuai dengan kecepatan rencana (VR).

Tabel 2.13 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

(Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan, 2021)

2.5.2. Jari – Jari Tikungan maksimum

Kendaraan pada saat melalui tikungan dengan kecepatan (V) akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal tersebut perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut superelevasi (e). Rumus umum untuk lengkung horizontal adalah:

$$R = \frac{Vr^2}{127(e + f)} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$D = \frac{25}{2\pi R} \times 360^\circ \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana: R = Jari-jari lengkung

D = derajat lengkung (°)

Untuk pertimbangan perencanaan, digunakan e maks = 10 % dan f maks yang hasilnya dibulatkan. Untuk variasi kecepatan dapat digunakan tabel.

Tabel 2.14 Panjang Jari – jari Minimum (dibulatkan) untuk E_{maks} = 10%

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	80	670	550	350	250	200	150	100

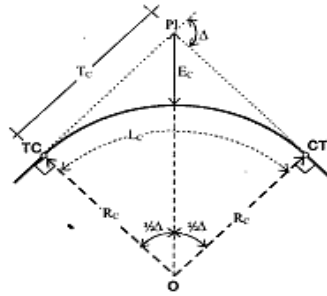
(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, 2021)

Untuk kecepatan rencana < 80 km/jam, berlaku $F_{maks} = - 0,00065V + 0,192$

Untuk kecepatan rencana 80 – 112 km/jam, berlaku $F_{maks} = -0,00125V + 0,24$

2.5.3. Tikungan *Full Circle* (FC)

Full Circle (FC) merupakan jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan FC hanya digunakan untuk R (jari-jari tikungan) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan superelevasi yang besar. (Shirley.L.Hendarsin,2000:96).



Gambar 2.4 Tikungan *Full Circle*

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots(2.2)$$

$$E_c = T \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots(2.3)$$

$$L_c = \frac{\pi}{180} \Delta R \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

T_c = Jarak T_c dan PI

R = Jari-jari

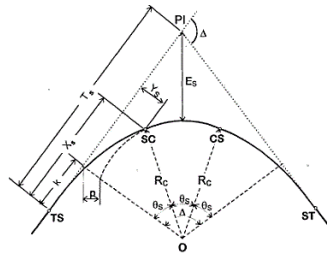
Δ = Sudut tikungan atau sudut tangen

E_c = Jarak PI ke busur lingkaran

L_c = Panjang busur lingkaran

2.5.4. Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

Lengkung peralihan dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran ($R = \infty \rightarrow R = R_c$), jadi lengkung peralihan ini diletakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran (*Circle*), yaitu pada sebelum dan sesudah tikungan berbentuk busur lingkaran. Dengan adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan jenis S-C-S. (Shirley.L.Hendarsin,2000:96).

Gambar 2. 5 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan tikungan S-C-S, adalah:

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2}\right) \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c^2} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \frac{L_s}{R_c} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 \cdot R_c} - R_c (1 - \cos \theta) \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

$$K = L_s - \frac{L_s^2}{40 \cdot R_c^2} - \sin \theta_s \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + K \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

$$E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2 \theta_s)}{180} \times \pi \times R_c \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

$$L_{tot} = L_c + 2 L_s \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

X_s = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan).

Y_s = ordinat titik Sc pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung.

L_s = panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau SC ke TS).

L_c = panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS).

T_s = panjang dari tangen ke spiral.

TS = titik dari tangen ke spiral.

SC = titik dari spiral ke lingkaran.

- E_s = jarak dari PI ke busur lingkaran.
 Θ_s = sudut lengkung spiral
 R_c = jari-jari lingkaran
 p = pergeseran tangen terhadap spiral
 k = absis dari p pada garis tangen spiral

2.5.5. Landai Relatif

Kemiringan melintang atau kelandaian pada penampang jalan diantara tepi perkerasan luar dan sumbu jalan sepanjang lengkung peralihan disebut landai relatif. Persentase kelandaian ini disesuaikan dengan kecepatan rencana dan jumlah lajur yang ada (Shirley L.Hendarsin,2000:103).

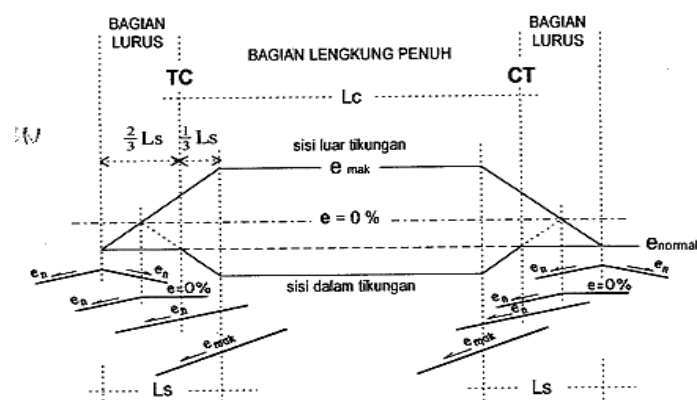
Tabel 2.15 Landai Relatif Maksimum (untuk 2/2 TB)

VR (km/jam)	20	30	40	50	60	80
Kemiringan maksimum	1/50	1/75	1/100	1/11	1/125	1/150

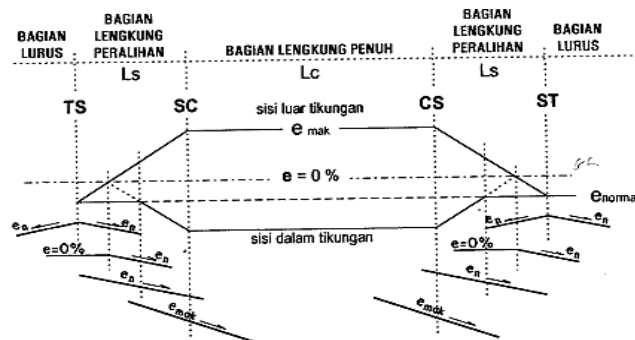
(Sumber: Shirley L.Hendarsin,2000)

2.5.6. Diagram Superelevasi

Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan jalan pada bagian tertentu yang berfungsi untuk mempermudah dalam pelaksanaan pengerjaan. Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung.



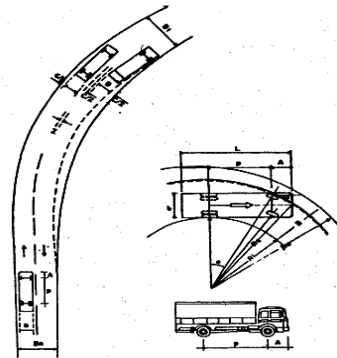
Gambar 2.6 Superelevasi pada Tikungan *Full Circle* (FC)
(contoh untuk tikungan ke kiri)



Gambar 2.7 Superelevasi pada Tikungan SCS
(contoh untuk tikungan ke kanan)

2.5.7. Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan

Pelebaran perkerasan atau jalur lalu lintas di tikungan, dilakukan untuk mempertahankan kendaraan tetap pada lintasannya (lajurnya) sebagaimana pada bagian lurus. Penentuan lebar pelebaran jalur lalu lintas di tikungan ditinjau dari elemen-elemen keluar jalur (off Tracking) dan kesukaran dalam mengemudi di tikungan. Pelebaran pada tikungan dilakukan untuk mempertahankan konsisten geometrik jalan agar kondisi operasional lalu lintas di tikungan sama dengan di bagian lurus (Shirley.L.Hendarsin,2000:96).



Gambar 2.8 Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan

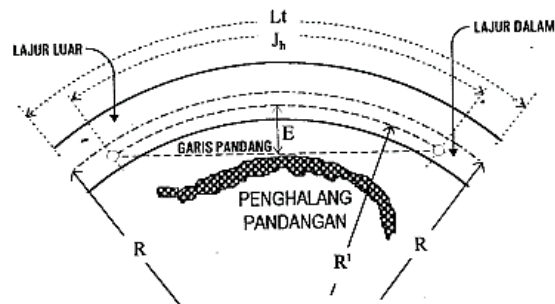
2.5.8. Daerah Bebas Samping Pada Tikungan

Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh E (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan

sehingga persyaratan J_h (jarak pandang henti) dipenuhi (Shirley L. Hendarsin, 2000:107).

Menurut Bina Marga daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan jarak pandang henti menggunakan rumus:

1. Jika $J_h < L_t$



Gambar 2.9 daerah Bebas Samping di Tikungan, Untuk $J_h < L_t$

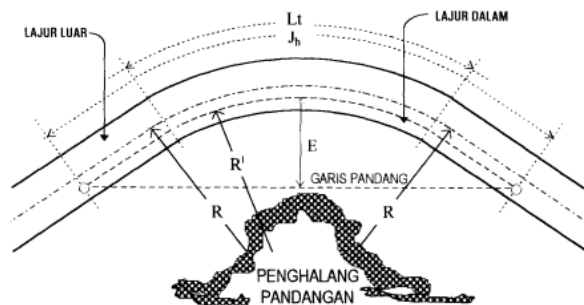
$$E = R'(1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'}) \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana: E = jarak bebas samping (m).

R' = jari-jari tikungan (m).

J_h = jarak pandang henti (m).

2. Jika $J_h > L_t$



Gambar 2.10 Daerah Bebas Samping di Tikungan, Untuk $J_h > L_t$

$$E = R'(1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'}) + (\frac{J_h - L_t}{2} \sin \frac{28,65 J_h}{R'}) \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana: R = jari-jari tikungan (m).

R' = jari-jari sumbu lajur dalam (m).

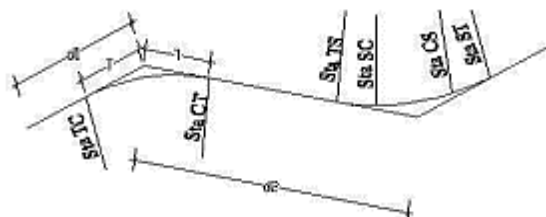
J_h = jarak pandang henti (m).

L_t = panjang tikungan (m).

2.5.9. Penomoran Panjang Jalan (*Stationing*)

Penomoran (*stationing*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberikan nomor pada interval-interval tertentu dari awal pekerjaan. Nomor jalan (*STA jalan*) dibutuhkan sebagai sarana komunikasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang dibicarakan, selanjutnya. Nomor jalan ini sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Disamping itu dari penomoran jalan tersebut diperoleh informasi tentang panjang jalan secara keseluruhan. Setiap *STA* jalan dilengkapi dengan gambar potongan melintangnya. (Silvia Sukirman,1999)

Pada tikungan penomoran dilakukan pada setiap titik penting, jadi terdapat *STA* titik *TC*, dan *STA* titik *CT* pada tikungan jenis lingkaran sederhana. *STA* titik *TS*, *STA* titik *SC*, *STA* titik *CS*, dan *STA* titik *ST* pada tikungan jenis spiral – busur lingkaran, dan spiral.



Gambar 2.11 Sistem Penomoran Stationing Jalan

2.6. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan, yang umumnya biasa disebut dengan profil/penampang memanjang jalan. Perencanaan alinyemen vertikal sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain : Kondisi tanah dasar, keadaan medan, fungsi jalan, muka air banjir, muka air tanah dan kelandaian yang masih memungkinkan (Ir. Hamirhan Saodang, 2010:108).

2.6.1. Kelandaian

Menurut Shirley.L.Hendarsin,2000 di dalam buku Perencanaan Geometrik ditulis bahwa untuk menghitung dan merencanakan lengkung vertikal, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Karakteristik kendaraan Pada Kelandaian

Pada umumnya hampir seluruh kendaraan penumpang dapat berjalan baik dengan kelandaian 7 - 8% tanpa ada perbedaan dibandingkan pada bagian datar. Sedangkan untuk truk, kelandaian akan lebih besar pengaruhnya.

2. Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh dan mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.16 Kelandaian Maksimum

SSPJ	Kelandaian Maksimum (%)		
	Medan Datar	Medan Bukit	Medan Gunung
JBH	4	5	6
JRY	5	6	10
JSD	6	7	10
JKC	6	8	12

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik, 2021)

3. Panjang kritis Suatu Kelandaian

Panjang kritis ini diperlukan sebagai batasan Panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh V_R . Lama perjalanan pada Panjang kritis tidak lebih dari satu menit.

Tabel 2.17 Panjang kritis (m)

Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Kelandaian Kritis (m)
4	600
5	450
6	350
7	300
8	250
9	230
>10	200

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik, 2021)

4. Lajur Pendakian Pada Kelandaian

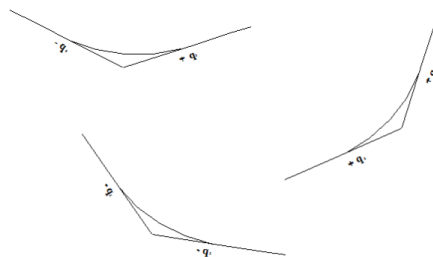
Pada jalur jalan dengan rencana volume lalu lintas yang tinggi terutama untuk tipe 2/2 TB, maka kendaraan berat akan berjalan pada lajur pendakian dengan kecepatan di bawah VR, sedangkan kendaraan lain masih dapat bergerak dengan VR.

2.6.2. Lengkung Vertikal

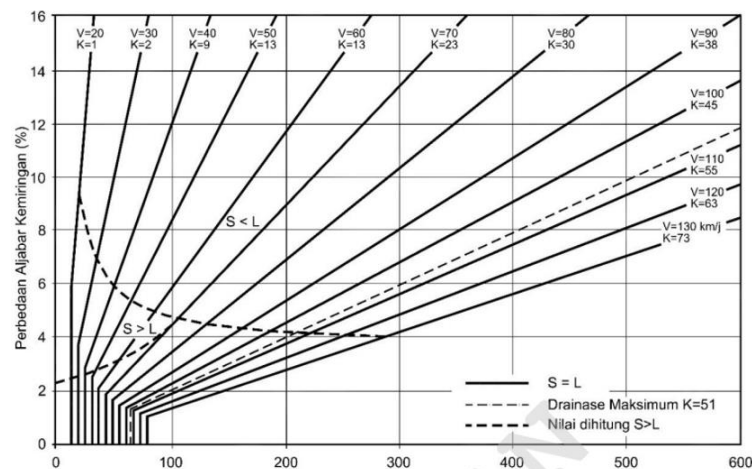
Lengkung vertikal direncanakan dengan maksud untuk mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti yang cukup untuk keamanan dan kenyamanan (Shirley L. Hendarsin, 2000:117). Jenis lengkung vertikal dilihat dari letak titik perpotongan kedua bagian lurus, adalah:

a. Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung adalah suatu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen benda di bawah permukaan jalan.



Gambar 2. 12 Alinyemen Vertikal Cekung



Gambar 2.13 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan jarak Pandang Henti (Jh)

Dengan tinggi lampu besar kendaraan = 0,60 m dan sudut bias = 1° , maka diperoleh rumus sebagai berikut :

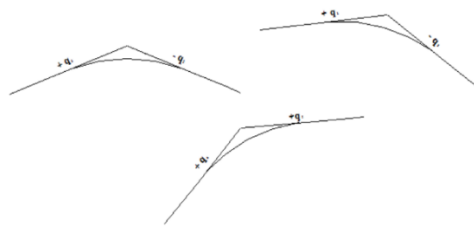
1. Panjang L, berdasarkan Jh

$$Jh < L, \text{ maka } L = \frac{A \cdot Jh^2}{120 + 3,5 Jh} \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

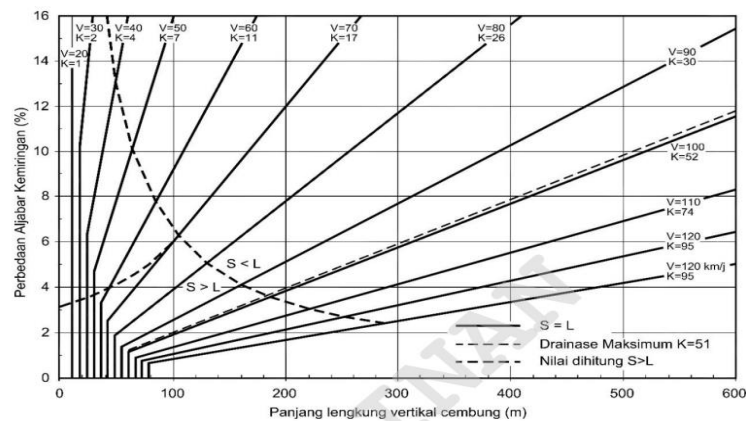
$$Jh > L, \text{ maka } L = 2 \cdot Jh - \frac{120 + 3,5 Jh}{A} \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

b. Lengkung Vertikal Cembung

Lengkung Vertikal cembung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan.



Gambar 2.14 Alinyemen Vertikal Cembung



Gambar 2.15 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang henti

Panjang L, berdasarkan Jh

$$Jh < L, \text{ maka } L = \frac{A \cdot Jh^2}{399} \quad \dots\dots\dots (2.25)$$

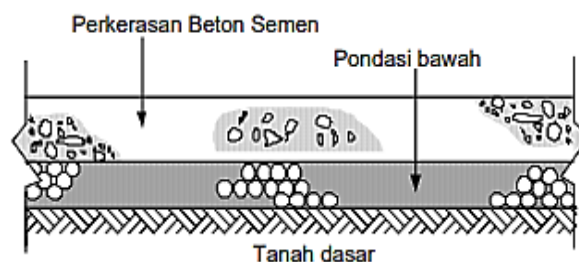
$$Jh > L, \text{ maka } L = 2 \cdot Jh - \frac{399}{A} \quad \dots\dots\dots (2.26)$$

2.7. Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah suatu bagian konstruksi jalan yang terletak diatas tanah dasar yang bertujuan untuk melewati lalu lintas dengan aman dan nyaman serta menerima dan meneruskan beban lalu lintas ke tanah dasar. Di dalam tugas akhir ini akan membahas mengenai perancangan tebal perkerasan kaku. (Manual Perkerasan Jalan Kementrian PU, 2017).

2.7.1. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku/beton semen dapat dilaksanakan pada kondisi daya dukung tanah dasar yang kurang baik (kecil, berkisar nilai 2%) atau beban lalu lintas yang tinggi. Struktur perkerasan kaku terdiri dari pelat beton yang diletakkan pada lapis pondasi bawah yang nemumpu pada tanah dasar tanpa lapis permukaan beraspal diatasnya (Ir. Hamirhan Saodang, 2005:57).



Gambar 2.16 Stuktur Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

2.7.2. Persyaratan Teknis Perencanaan Perkerasan Kaku

Terdapat beberapa persyaratan dalam merencanakan perkerasan kaku, Menurut Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen 2003, yaitu :

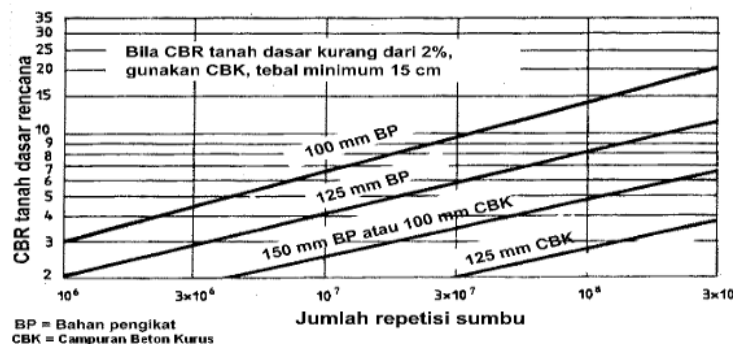
1. Kekuatan Lapisan Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar pada konstruksi perkerasan beton semen, ditentukan berdasarkan nilai CBR insitu dengan SNI 03-1731-1989, atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989 masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Disini apabila tanah dasar memiliki nilai CBR dibawah 2% maka digunakan pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (Lean-Mix Concrete) setebal 15 cm sehingga tanah dianggap memiliki CBR 5%.

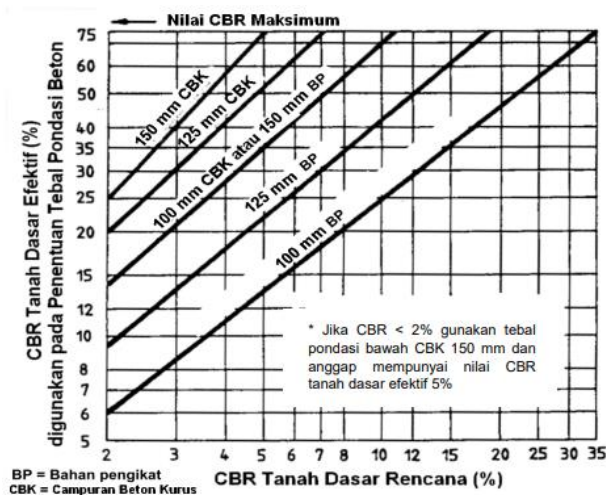
2. Lapisan Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah pada perkerasan kaku mempunyai fungsi utama sebagai lantai kerja yang rata dan uniform karena jika permukaan subbase tidak rata dapat menyebabkan ketidak rataan pelat beton dan dapat memicu timbulnya keretakan pelat, disamping itu fungsi lain lapis pondasi bawah adalah sebagai berikut :

- Mengendalikan kembang dan susut tanah dasar
- Mencegah instruksi dan pemompaan (*pumping*) pada sambungan retakan dan tepi – tepi pelat.
- Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.



Gambar 2.17 CBR tanah Efektif dan Tebal pondasi bawah



Gambar 2.18 CBR tanah Efektif dan Tebal pondasi bawah

- Pondasi bawah dengan campuran beton kuras (*lean mix concrete*), harus mempunyai kuat tekan beton berkarakteristik pada umur 28 hari minimum 5 Mpa (50 kg/cm²) tanpa menggunakan abu terbang atau 7 Mpa (70

kg/cm²) bila menggunakan abu terbang dengan tebal minimum 10 cm. Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen.

4. Beton Semen

Kekuatan beton semen harus dinyatakan dalam nilai kuat tekan beton (*flextural strenght*) umur 28 hari (MR), yang didapat dari pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal tarik lentur umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan 3 – 5 Mpa (30 -50 kg/cm²). Bahan beton semen terdiri dari agregat, semen, air, dan bahan tambah jika diperlukan.

Tabel 2.18 CBR untuk Menentukan Tebal Perkerasan

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overloaded</i>) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Fondasi LMC	100				
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

(Sumber: Bagan Desain 4, Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

2.7.3. Lalu Lintas Untuk Perkerasan kaku

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
3. Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
4. Sumbu tridem roda ganda (STrRG).

Dengan karakteristik kendaraan yang diperhitungkan:

- a. Pada perencanaan perkerasan kaku, jenis kendaraan yang diperhitungkan hanya kendaraan niaga yang mempunyai berat total minimum 5 ton.
- b. Khusus untuk perencanaan perkerasan kaku, beban lalu lintas rencana didapatkan dengan mengakumulasi jumlah beban sumbu untuk masing-masing jenis kelompok dalam rencana lajur selama umur rencana.

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan factor keamanan beban (F_{KB}). Faktor keamanan beban terlihat pada Tabel 2.19

Tabel 2. 19 Faktor Keamanan Beban (F_{KB})

No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan <i>route</i> alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

2.7.4. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

2.7.5. Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{e \log(1+i)}$$

Dimana:

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas.

i = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.

UR = Umur rencana (tahun).

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan.. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen (%) per tahun.

Tabel 2.20 Faktor Lajur Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

2.7.6. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu-lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai Tabel 2.20.

Tabel 2.21 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien distribusi (C) Kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar perkerasan(Lp)	Jumlah lajur (n)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50\text{m}$	1 lajur	1	1
$5,50\text{m} \leq L_p < 8,25\text{m}$	2 lajur	0,70	0,50
$8,25\text{m} \leq L_p < 11,25\text{m}$	3 lajur	0,50	0,475
$11,23\text{m} \leq L_p < 15,00\text{m}$	4 lajur	-	0,45
$15,00\text{m} \leq L_p < 18,75\text{m}$	5 lajur	-	0,425
$18,75\text{m} \leq L_p < 22,00\text{m}$	6 lajur	-	0,40

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

2.7.7. Perencanaan Tebal Pelat Beton

Setelah menghitung lalu lintas rencana maka perhitungan tebal perkerasan dapat dilakukan, tebal minimum pelat untuk perkerasan kaku adalah 150 mm kecuali perkerasan kaku bersambung tanpa ruji (dowel), tebal minimum harus 200 mm. perencanaan tebal pelat didasarkan pada total fatigue pelat rencana mendekati atau sama dengan 100%.

Berdasarkan metode bina marga 2017 langkah-langkah dalam perencanaan tebal perkerasan kaku adalah sebagai berikut :

1. Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji atau menerus.
2. Tentukan apakah akan menggunakan bahu beton atau bukan.
3. Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlahsumbu kendaraan niaga selama umur rencana.
4. Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang sesuai.
5. Pilih kuat tekan beton pada umur 28 hari (f'_{cf}).
6. Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (FKB).
7. Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia).
8. Tentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT dari Tabel . berikut

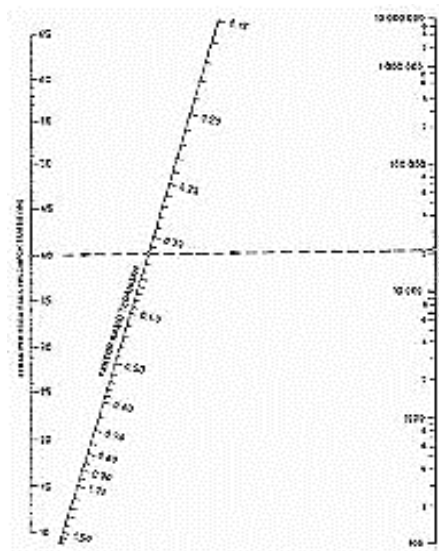
Tabel 9 Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton (lanjutan)

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
220	5	0.79	1.3	1.13	0.87	1.91	2.51	2.67	2.72	1.68	2.29	2.44	2.54
220	10	0.77	1.22	1.05	0.81	1.89	2.49	2.61	2.64	1.66	2.27	2.38	2.46
220	15	0.76	1.19	1.02	0.79	1.88	2.48	2.58	2.61	1.66	2.26	2.35	2.42
220	20	0.75	1.17	0.99	0.78	1.87	2.47	2.56	2.58	1.65	2.25	2.33	2.39
220	25	0.74	1.15	0.97	0.76	1.86	2.46	2.54	2.56	1.64	2.24	2.31	2.37
220	35	0.72	1.11	0.92	0.73	1.85	2.45	2.5	2.52	1.62	2.22	2.27	2.32
220	50	0.71	1.08	0.88	0.71	1.83	2.43	2.47	2.48	1.6	2.2	2.23	2.26
220	75	0.7	1.01	0.85	0.69	1.81	2.41	2.41	2.41	1.58	2.18	2.18	2.19
230	5	0.74	1.22	1.08	0.82	1.88	2.46	2.63	2.69	1.63	2.23	2.4	2.5
230	10	0.72	1.15	1	0.77	1.84	2.44	2.57	2.61	1.61	2.21	2.34	2.42
230	15	0.71	1.12	0.97	0.75	1.83	2.43	2.54	2.58	1.6	2.21	2.31	2.39
230	20	0.7	1.1	0.94	0.74	1.82	2.42	2.52	2.55	1.59	2.2	2.29	2.36
230	25	0.69	1.08	0.92	0.72	1.81	2.41	2.5	2.53	1.58	2.19	2.27	2.34
230	35	0.68	1.04	0.87	0.69	1.8	2.4	2.48	2.48	1.56	2.17	2.23	2.28
230	50	0.67	1	0.83	0.67	1.78	2.38	2.43	2.44	1.54	2.15	2.19	2.22
230	75	0.66	0.96	0.8	0.65	1.76	2.36	2.37	2.37	1.53	2.13	2.12	2.16
240	5	0.69	1.16	1.02	0.78	1.81	2.41	2.6	2.66	1.58	2.18	2.36	2.47
240	10	0.67	1.09	0.95	0.72	1.79	2.39	2.54	2.58	1.56	2.17	2.3	2.39
240	15	0.66	1.06	0.92	0.7	1.78	2.38	2.51	2.55	1.55	2.15	2.27	2.36
240	20	0.65	1.04	0.89	0.69	1.77	2.37	2.49	2.52	1.54	2.14	2.25	2.33
240	25	0.65	1.02	0.87	0.68	1.76	2.36	2.47	2.5	1.53	2.13	2.23	2.31
240	35	0.64	0.98	0.83	0.66	1.75	2.35	2.43	2.45	1.51	2.11	2.19	2.25
240	50	0.63	0.95	0.79	0.63	1.73	2.33	2.39	2.41	1.49	2.1	2.15	2.19
240	75	0.62	0.89	0.76	0.61	1.71	2.31	2.34	2.34	1.48	2.08	2.1	2.13
250	5	0.66	1.09	0.98	0.73	1.77	2.37	2.56	2.63	1.54	2.14	2.32	2.45
250	10	0.63	1.03	0.9	0.69	1.74	2.35	2.5	2.55	1.52	2.12	2.26	2.37
250	15	0.62	1	0.87	0.67	1.73	2.34	2.47	2.52	1.5	2.11	2.23	2.33
250	20	0.61	0.99	0.85	0.66	1.72	2.33	2.45	2.49	1.49	2.1	2.22	2.3
250	25	0.61	0.97	0.83	0.64	1.72	2.32	2.43	2.47	1.48	2.09	2.2	2.28
250	35	0.6	0.93	0.79	0.61	1.71	2.3	2.39	2.42	1.4	2.07	2.16	2.22
250	50	0.59	0.9	0.75	0.59	1.68	2.28	2.36	2.38	1.44	2.05	2.11	2.16
250	75	0.58	0.86	0.72	0.57	1.66	2.27	2.3	2.31	1.43	2.03	2.08	2.1
260	5	0.61	1.04	0.93	0.71	1.72	2.33	2.53	2.61	1.49	2.09	2.29	2.42
260	10	0.6	0.98	0.86	0.66	1.7	2.3	2.47	2.53	1.47	2.07	2.23	2.34
260	15	0.59	0.95	0.83	0.63	1.69	2.28	2.44	2.49	1.46	2.06	2.2	2.3
260	20	0.58	0.94	0.81	0.62	1.68	2.28	2.42	2.46	1.45	2.05	2.18	2.28
260	25	0.57	0.92	0.79	0.61	1.67	2.27	2.4	2.44	1.44	2.04	2.16	2.25
260	35	0.56	0.88	0.75	0.59	1.66	2.26	2.36	2.39	1.42	2.02	2.12	2.19
260	50	0.56	0.85	0.71	0.56	1.64	2.24	2.32	2.35	1.4	2	2.08	2.13
260	75	0.55	0.81	0.68	0.54	1.62	2.22	2.27	2.28	1.38	1.98	2.01	2.06
270	5	0.57	0.99	0.89	0.66	1.68	2.28	2.5	2.58	1.45	2.05	2.25	2.39
270	10	0.55	0.93	0.83	0.62	1.66	2.26	2.44	2.5	1.43	2.03	2.2	2.31
270	15	0.55	0.9	0.8	0.6	1.65	2.25	2.41	2.47	1.41	2.02	2.17	2.27
270	20	0.54	0.89	0.78	0.59	1.64	2.24	2.39	2.44	1.4	2.01	2.15	2.25
270	25	0.54	0.87	0.76	0.58	1.63	2.23	2.37	2.42	1.39	2	2.13	2.22
270	35	0.53	0.84	0.72	0.56	1.61	2.22	2.33	2.37	1.37	1.98	2.09	2.16
270	50	0.53	0.8	0.68	0.53	1.59	2.2	2.29	2.32	1.35	1.96	2.04	2.11
270	75	0.52	0.77	0.65	0.52	1.58	2.18	2.24	2.25	1.34	1.94	1.99	2.03
280	5	0.54	0.94	0.86	0.63	1.64	2.25	2.48	2.56	1.4	2.01	2.22	2.37
280	10	0.52	0.89	0.79	0.6	1.62	2.22	2.41	2.48	1.38	1.99	2.16	2.29
280	15	0.52	0.86	0.76	0.58	1.61	2.2	2.38	2.44	1.37	1.97	2.13	2.25
280	20	0.51	0.85	0.74	0.57	1.6	2.2	2.36	2.42	1.36	1.96	2.12	2.22
280	25	0.51	0.83	0.73	0.56	1.59	2.19	2.34	2.39	1.35	1.95	2.1	2.2
280	35	0.5	0.8	0.69	0.54	1.57	2.18	2.3	2.34	1.33	1.93	2.06	2.14
280	50	0.5	0.76	0.66	0.51	1.55	2.16	2.26	2.29	1.31	1.91	2.01	2.08
280	75	0.49	0.74	0.62	0.49	1.54	2.14	2.21	2.22	1.29	1.89	1.96	2

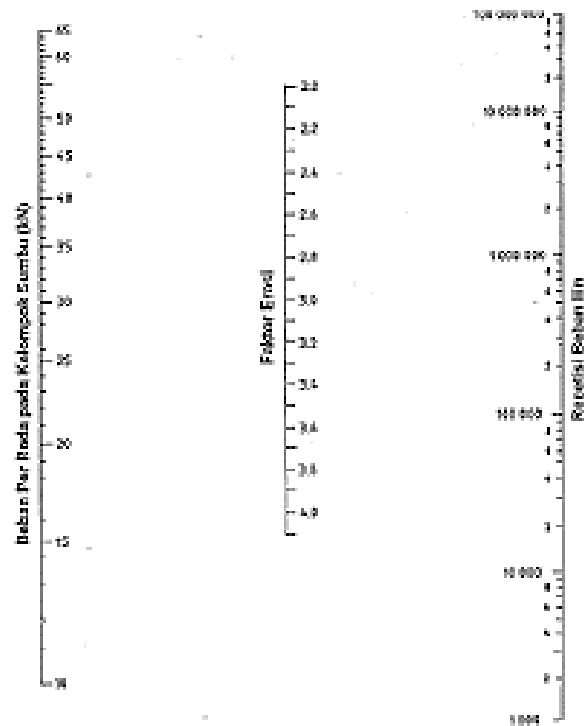
STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su

9. Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekuivalen (TE) oleh kuat tarik lentur (f'_{cf}).
10. Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan (FKB) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 Kn (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi pada Gambar 2.35 sampai Gambar 2. 37.
11. Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik dari Gambar 2.35, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.

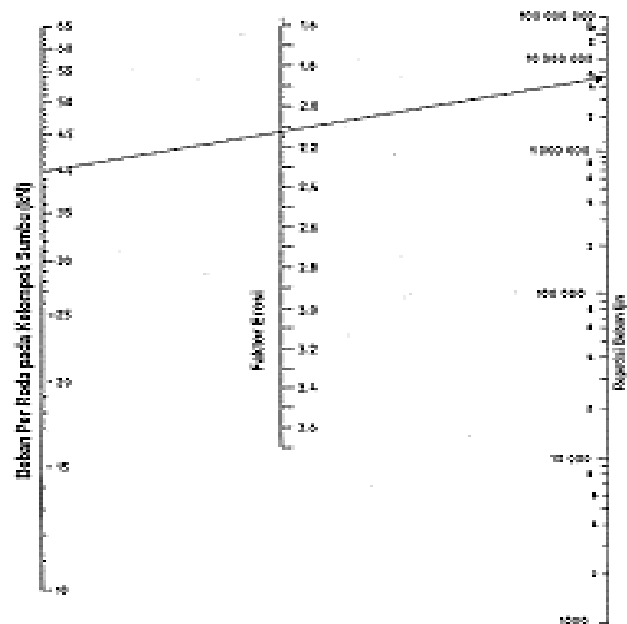
12. Hitung persentase dari repetisi datik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13. Dengan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi, dari Gambar 2.36 dan Gambar 2.38.
14. Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15. Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang terbaca pada Gambar 2.35 dan Gambar 2.36 atau Gambar 2.37 yang masing– masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16. Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17. Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap kelompok sumbu lainnya.
18. Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19. Ulangi langkah 7 sampai dengan 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi $\leq 100\%$. Tebal tersebut tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.



Gambar 2. 19 Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/Tanpa Bahu Beton



Gambar 2. 20 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton



Gambar 2. 21 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton

2.7.8. Perencanaan Tulangan Beton

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan untuk beton bertulang menerus diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut. Tujuan utama penulangan, yaitu:

- a. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan.
 - b. Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan.
 - c. Mengurangi biaya pemeliharaan.
 - d. Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.
- a) Kebutuhan Penulangan pada Perkerasan Bersambung Tanpa Tulangan

Pada perkerasan bersambung tanpa tulangan, penulangan tetap dibutuhkan untuk mengantisipasi atau meminimalkan retak pada tempat-tempat di mana dimungkinkan terjadi konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari, tipikal penggunaan penulangan khusus ini antara lain pada ambahan pelat tipis, sambungan yang tidak dapat dan pelat kulah atau struktur lain.

b) Penulangan pada Perkerasan Bersambung dengan Tulangan

Luas tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s}$$

Dimana:

A_s = Luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat).

f_s = Kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.

g = Gravitasi (m/detik^2).

h = Tebal pelat beton (m)

L = jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)

M = Berat per satuan volume pelat (kg/m^3)

μ = Koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

Luas penampang tulangan berbentuk anyaman empat persegi panjang dan bujur sangkar ditunjukkan pada Tabel 2.36.

Tabel 2.22 Koefisien gesekan antara pelat beton semen dengan lapis pondasi dibawahnya

Tulangan Memanjang		Tulangan Melintang		Luas Penampang Tulangan		Berat Per Satuan Luas (kg/m2)
Diameter (mm)	Jarak (mm)	Diameter (mm)	Jarak (mm)	Memanjang (mm2/m)	Melintang (mm2/m)	
Empat Persegi Panjang						
12,5	100	8	200	1227	251	11,606
11,2	100	8	200	986	251	9,707
10	100	8	200	785	251	8,138
9	100	8	200	636	251	6,967
8	100	8	200	503	251	5,919
7,1	100	8	200	396	251	5,091
9	200	8	250	318	201	4,076
8	200	8	250	251	201	3,552
Bujur Sangkar						
8	100	8	100	503	503	7,892
10	200	10	200	393	393	6,165
9	200	9	200	318	318	4,994
8	200	8	200	251	251	3,946
7,1	200	7,1	200	198	198	3,108
6,3	200	6,3	200	156	156	2,447
5	200	5	200	98	98	1,542
4	200	4	200	63	63	0,987

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

Tabel 2.23 Koefisien Gesekan antara Pelat Beton Semen dengan Lapisan Pondasi Bawahnya

Jenis Pondasi	Faktor Gesekan (μ)
BURTU, LAPEN dan Konstruksi Sejenis	2,2
Aspal beton, LATASTON	1,8
Stabilisasi kapur	1,8
Stabilisasi aspal	1,8
Stabilisasi semen	1,8
Koral	1,5
Batu pecah	1,5
Sirtu	1,2
Tanah	0,9

(Sumber: Shirley L. Hendarsin, 2000)

c) Penempatan Tulangan

Penulangan melintang pada perkerasan beton semen harus ditempatkan pada kedalaman lebih besar dari 65 mm dari permukaan untuk tebal pelat ≤ 20 cm dan maksimum sampai sepertiga tebal pelat untuk tebal pelat > 20 cm. tulangan arah memanjang dipasang di atas tulangan arah melintang.

2.7.9. Sambungan

Semua sambungan pada perkerasan kaku harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*). Penyaluran beban antara pelat perkerasan disalurkan melalui ruji (dowel) berupa batang baja tulangan polos maupun profil yang digunakan sebagai sarana penyambungan/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. Dowel dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi/dicat untuk memberikan kebebasan geser. Tie Bar atau batang pengikat merupakan potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar bergerak horizontal.

Tabel 2.24 Ukuran dan jarak Ruji yang Disarankan

No	Tebal Pelat Beton, h(mm)	Diameter Ruji(mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36
6	$250 < h \leq 300$	38

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

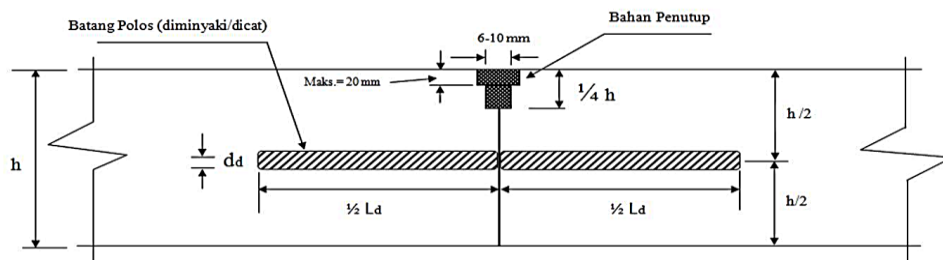
Pada dasarnya terdapat tiga jenis sambungan yang digunakan dalam konstruksi perkerasan beton bersambung, yaitu:

a. Sambungan Susut

Sambungan ini dibuat dalam arah melintang, pada jarak yang sama dengan panjang pelat yang telah ditentukan. Sambungan ini diperlukan untuk mengendalikan tegangan dan retakan pada beton yang baru dihampar, yang diakibatkan oleh perubahan temperature dan kelembaban pelat hingga batas tertentu. Agar retakan susut dapat terjadi pada sambungan susut, maka kedalaman takikan dibuat sama dengan $\frac{1}{4}$ tebal pelat.

Pada sambungan yang dibuat dengan memasang pengisi yang sudah dibentuk seperti *self expanding cork*. Bahan ini berfungsi sebagai bahan pengisi sekaligus sebagai bahan penutup sambungan. Sedangkan pada sambungan yang digergaji, penggergajian dilakukan setelah beton cukup keras. Waktu

penggergajian dapat dilakukan antara 8 hingga 20 jam setelah pengecoran. Lebar penggergajian tidak kurang dari 3 mm dan tidak lebih dari 5 mm. setiap sambungan susut harus dipasang ruji (*dowel*) yang berfungsi sebagai penyalur beban.

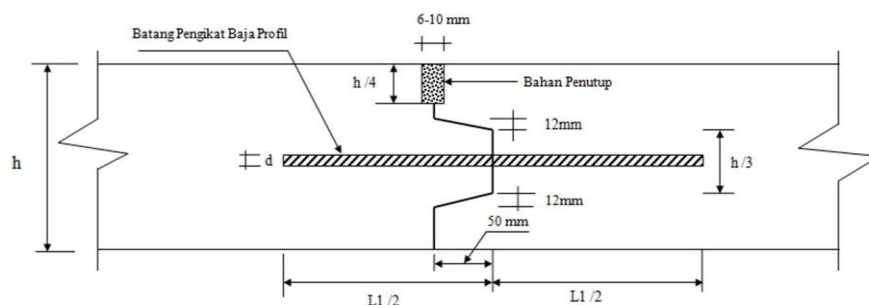


Gambar 2. 22 Sambungan Susut Melintang dengan Dowel

b. Sambungan Pelaksanaan

Sambungan pelaksanaan ditempatkan pada perbatasan antara akhir pengecoran dengan awal pengecoran berikutnya, untuk memisahkan bagian-bagian yang dicor disaat yang berbeda. Sambungan pelaksanaan dalam arah memanjang dipasang diantara jalur-jalur perkerasan yang berbatasan. Sambungan dapat dibuat dengan cara menggergaji permukaan (membentuk takikan) yang kemudian diisi dengan bahan penutup sambungan (*preformed joint sealer*).

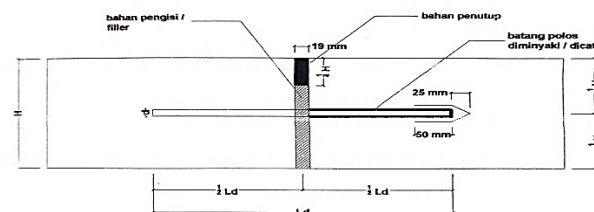
Sambungan pelaksanaan memanjang dengan bentuk lidah dari alur harus dilengkapi dengan batang pengikat (*tie bar*) yang diprofilkan serta dibuat dari baja U₂₄ dan dengan D16 mm, panjang 800 mm dan jarak 750 mm, sedangkan untuk sambungan pelaksanaan melintang harus dilengkapi dengan ruji (*dowel*).



Gambar 2. 23 Sambungan Pelaksanaan Memanjang dengan Lidah Alur dan Tie Bar

c. Sambungan Muai

Sambungan muai bertujuan untuk membebaskan tegangan pada perkerasan beton. Sambungan ini terdapat pada pertemuan jalan baru dengan perkerasan lama pada persimpangan jalan. Sambungan muai dibuat dari bahan yang sudah dibentuk dan tidak merusak serta dapat mengikuti perubahan bentuk akibat tekanan. Bahan ini dipasang hanya setelah salah satu bidang sambungan mengeras. Untuk sambungan muai yang memisahkan dua bidang beton yang berdekatan, maka harus dipasang ruji (*dowel*) sebagai penyalur beban.



Gambar 2.24 Sambungan Muai dengan Dowel

2.8. Perencanaan Bangunan Pelengkap Jalan

Bangunan pelengkap jalan raya merupakan bagian penting yang harus diadakan untuk pengaman konstruksi jalan itu sendiri dan petunjuk bagi pengguna jalan agar unsur kenyamanan dan keselamatan terpenuhi. (Shirley L. Hendarsin (2000:309).

Bangunan Pelengkap Jalan merupakan bangunan untuk mendukung fungsi dan keamanan konstruksi. Jembatan, tembok penahan tanah, dan saluran drainase yang dibangun sesuai dengan persyaratan teknis termasuk bangunan pelengkap jalan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 13/PRT/M/2011). Bangunan pelengkap Jalan berfungsi sebagai jalur lalu lintas, pendukung konstruksi jalan dan fasilitas lalu lintas serta pendukung pengguna jalan.

2.8.1. Drainase Jalan

Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat manusia. Drainase digunakan sebagai bangunan pelengkap jalan untuk mengalirkan air pada

permukaan jalan secepat mungkin agar lalu lintas tetap lancar. (Shirley L. Hendarsin, 2000).

Drainase digunakan sebagai bangunan pelengkap jalan untuk mengalirkan air pada permukaan jalan secepat mungkin agar jalan tidak tergenang air dalam waktu yang cukup lama yang akan mengakibatkan kerusakan konstruksi jalan.

Ada dua jenis drainase yaitu drainase permukaan dan drainase bawah permukaan. Drainase permukaan berfungsi untuk membuang air dari permukaan perkerasan ke saluran pembuang. Saluran drainase permukaan terdiri dari tiga jenis, yaitu saluran (saluran penangkap; saluran samping), gorong – gorong (*box culvert*), dan saluran alam (sungai) yang memotong jalan.

Agar saluran air hujan dapat ditampung dan dialirkan ketempat pembuangan (sungai, dll) maka kapasitas sarana drainase jalan (kecuali saluran alam) ukuran/dimensinya harus direncanakan terlebih dahulu berdasarkan besarnya kapasitas yang diperlukan (Q_s) yaitu dapat menampung besarnya debit aliran rencana (Q_r).

Untuk menghitung besarnya hujan rencana, dapat digunakan berbagai cara tergantung data hujan (dari hasil pengamatan) yang tersedia, karena tidak semua post pencatat hujan model otomatis dan pengamatan yang dilakukan juga tidak selalu kontinyu (berbagai pertimbangan dari segi SDM, keamanan, kondisi lokasi, teknis, dan suku cadang). Metode untuk menentukan Q_r akibat hujan yang banyak digunakan dan disarankan oleh JICA, AASTHO maupun SNI yaitu metode rasionel yang merupakan rumus empiris dari hubungan antara curah hujan dan besarnya limpasan (debit).

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,6}$$

Dimana :

Q = Debit limpasan (m^3/det)

C = Koefisien limpasan atau pengaliran

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (km^2)

2.8.2. Desain Saluran Samping

Tahapan untuk menentukan kapasitas saluran samping jika menggunakan metode rasional.

a. Menentukan Frekuensi Hujan Rencana Pada Masa Ulang (T) Tahun

Di bawah ini diberikan contoh perhitungan sekaligus dengan uraian dan rumus dengan Analisa Distribusi Frekuensi Cara Gumbel. Rumus persamaan yang digunakan sebagai berikut :

- Nilai Rata-rata (*mean*) Metode Gumbel

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

- Standar Deviasi Metode Gumbel

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

- Curah Hujan Rancangan

$$x_T = \bar{x} + \frac{y_t - y_n}{\sigma_n} Sd$$

Dimana:

$\bar{x}$ = Nilai rata-rata aritmatik hujan komulatif (mm).

Sd = Standar deviasi.

Y_t = *Reduced variate*.

Y_n = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sample/data n.

S_n = *Reduced standar deviation* yang tergantung pada jumlah sampl /data

n = Jumlah data.

K = Faktor Frekuensi.

Tabel 2.25 Nilai Y_n , S_n , dan Y_t Berdasarkan GumbelTabel 4. Reduced Mean (Y_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,53	0,532	0,5343	0,5363	0,5383
30	0,5393	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,54	0,541	0,5428	0,5424	0,543
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,56									

Sumber : C.D. Soemarto (1999)

Tabel 5. Reduced Standar Deviation (S_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2002
90	1,2007	1,2013	1,2018	1,2023	1,2028	1,2034	1,204	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065									

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

Tabel 1. nilai reduksi variat (Y_t)

Periode Ulang (Tahun)	Reduced Variate
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210

Tabel 2.26 Nilai K Sesuai Lama Pengamatan

T	Y_T	Lama Pengamatan (Tahun)				
		10	15	20	25	30
2	0,3665	-0,1355	-0,1434	-0,1478	-0,1506	-0,1526
5	1,4999	1,0580	0,9672	0,9186	0,8878	0,8663
10	2,2502	1,8482	1,7023	1,6246	1,5752	1,5408
20	2,9702	2,6064	2,4078	2,3020	2,2348	2,1881
25	3,1985	2,8468	2,6315	2,5168	2,4440	2,3933
50	3,9019	3,5875	3,3207	3,1787	3,1787	3,0256
100	4,6001	4,3228	4,0048	3,8356	3,8356	3,6533

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

b. Menentukan Intensitas Hujan Rencana

Intensitas Curah Hujan Adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas curah hujan (I) mempunyai satuan mm/jam, berarti tinggi air persatuan waktu, misalnya mm dalam kurun waktu menit, jam, atau hari. (Perencanaan Sistem Drainase Jalan Departemen Pekerjaan Umum, 2006).

Untuk mengolah R (Frekuensi Hujan) menjadi I (Intensitas Hujan) dapat digunakan cara Mononobe sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya (tahapan analisis frekuensi)

c. Luas Daerah Pengaliran (A)

Luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) pada perencanaan saluran samping jalan adalah daerah pengaliran yang menerima curah hujan selama waktu tertentu (intensitas hujan) sehingga menimbulkan debit limpasan yang harus dialirkan perhitungan luas daerah pengaliran didasarkan pada panjang segmen jalan yang ditinjau.

d. Koefisien Pengaliran dan Faktor Limpasan

Koefisien pengaliran (C) dan koefisien limpasan (fk) adalah angka reduksi dari intensitas hujan, yang besarnya disesuaikan dengan kondisi permukaan kemiringan atau kelandaian, jenis tanah dan durasi hujan. Koefisien ini tidak berdimensi. Berdasarkan Pd. T-02-2006-B tentang Perencanaan Drainase Jalan nilai C dengan berbagai kondisi permukaan, dapat dihitung atau ditentukan dengan cara sebagai berikut:

$$C = \frac{C1.A1 + C2.A2 + C3.A3.fk}{A1 + A2 + A3}$$

Dimana:

C = Rata-rata pada daerah pengaliran yang dihitung.

C1, C2, C3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan.

A1, A2, A3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan Kondisi permukaan.

Fk = Faktor limpasan sesuai guna lahan.

Harga koefisien pengaliran (C) dan harga faktor limpasan (fk) dapat dilihat pada Tabel Berikut ini:

Tabel 2.27 Harga Koefisien Pengaliran (C) dan Harga Faktor Limpasan (fk)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran(C)	Faktor Limpasan(fk)
	Bahan		
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70–0,95	-
2	Jalan krikil dan jalan tanah	0,40–0,70	-
3	Bahu jalan:		
	Dari tanah berbutir halus	0,40–0,65	-
	Dari tanah berbutir kasar	0,10–0,20	-
	Dari batuan masif keras	0,70–0,85	-
	Dari batuan masif lunak	0,60–0,75	-
	Tata Guna Lahan		
1	Daerah perkotaan	0,70–0,95	2,0
2	Daerah pinggiran kota	0,60–0,70	1,5
3	Daerah industri	0,60–0,90	1,2
4	Pemukiman padat	0,40–0,60	2,0
5	Pemukiman tidak padat	0,40–0,60	1,5
6	Tamandan kebun	0,45–0,60	0,2
7	Persawahan	0,70–0,80	0,5
8	Perbukitan	0,70–0,80	0,4
9	Pegunungan	0,75–0,90	0,3

(Sumber : Perencanaan Sistem Drainase Jalan Departemen Pekerjaan Umum, 2021).

e. Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi (Tc) adalah waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran air secara simultan (*runoff*) setelah melewati titik-titik tertentu. Terdiri dari (t_1) waktu untuk mencapai saluran dari titik terjauh dan (t_2) waktu pengaliran. Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka dihitung dengan rumus:

$$TC = t1 + t2$$

$$t1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{is}}\right) 0,167$$

$$t2 = \frac{L}{60 \times v}$$

Dimana :

T_C = Waktu konsentrasi (menit)

t₁ = Waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)

t₂ = Waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)

l_0 = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

n_d = Koefisien hambatan (Tabel 2.)

i_s = Kemiringan saluran memanjang

V = Kecepatan air rata-rata pada saluran drainase (m/dt)

Tabel 2.28 Koefisien Hambatan (n_d) Berdasarkan Kondisi Permukaan

No	Kondisi lapis permukaan	N_d
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan	0,800

(Sumber : Perencanaan Sistem Drainase Jalan Departemen Pekerjaan Umum, 2021).

f. Debit Banjir

Untuk menghitung debit aliran (Q) dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C_w \times I \times A$$

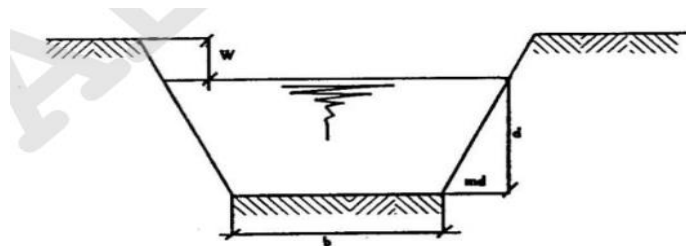
Dimana:

Q = Debit aliran (m^3 /detik)

C_w = Koefisien pengaliran rata-rata

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah layanan (km^2)



Gambar 2.25 Saluran bentuk Trapesium

Tabel 2.29 Perhitungan Debit Aliran Rencana (Q)

No.	Debit aliran Q (m ³ /det)	Kemiringan talud (1 : z/m)
1	0,00 – 0,75	1 : 1
2	0,75 – 15	1 : 1,5
3	15 – 80	1 : 2

(Sumber: SNI drainase Jalan, 2017)

2.8.3. Gorong-Gorong (*Box Culvert*)

Pada sarana drainase jalan, gorong – gorong termasuk dalam sarana drainase permukaan yang berfungsi sebagai penerus aliran dari saluran samping ke tempat pembuangan. Gorong – gorong ini ditempatkan melintang jalan di beberapa lokasi sesuai dengan kebutuhan.

Berfungsi sebagai penerus aliran dari saluran samping jalan untuk mengalirkan air dari lembah yang satu ke lembah lainnya yang ada pembuangan jadi gorong-gorong ini berfungsi sebagai pengering. (Hendarsin, 2000).

Tabel 2.30 Tipe penampang gorong-gorong

No.	Tipe gorong-gorong	Bahan yang dipakai
1	Pipa tunggal atau lebih	Metal gelombang, beton bertulang atau beton tumbuk, besi cor dan lain-lain.
2	Pipa lengkung tunggal atau lebih	Metal gelombang
3	Gorong-gorong persegi (<i>Box Culvert</i>)	Beton bertulang

(Sumber : Pd. T-02-2006-B Perencanaan Sistem Drainase Jalan)

Berdasarkan standard gorong-gorong persegi *single* beton bertulang dari Bina Marga panjang gorong-gorong persegi merupakan lebar jalan ditambah dua kali lebar bahu jalan dan dua kali tebal dinding sayap. Konstruksi gorong-gorong persegi beton bertulang ini direncanakan dapat menampung berbagai variasi lebar perkerasan sehingga pada prinsipnya panjang gorong-gorong persegi adalah bebas, tetapi pada perhitungan volume dan berat isi tulangan diambil terbatas dengan lebar perkerasan yang umum, yaitu 3,5; 4,5; 6; dan 7 meter. Dimensi gorong-gorong persegi beton bertulang direncanakan seperti pada Tabel berikut ini:

Tabel 2. 31 Ukuran Dimensi Gorong-gorong

Tipe <i>Single</i>		
I	t	h
100	100	16
100	150	17
100	200	18
200	100	22
200	150	23
200	200	25
200	250	26
200	300	28
300	150	28
300	200	30
300	250	30
300	300	30

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2021)

2.8.4. Kriteria Perancangan Saluran Samping dan Gorong – Gorong

Perencanaan saluran terbuka secara hidrolika, jenis aliran yang terjadi adalah aliran terbuka (*open channel*), merupakan pengaliran air dengan permukaan bebas. Perencanaan ini digunakan supaya perencanaan saluran samping jalan maupun gorong-gorong. Bahan bangunan saluran ditentukan oleh besarnya kecepatan rencana aliran air yang mengalir di saluran samping jalan tersebut seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.32 Kecepatan Aliran Air yang Diijinkan Berdasarkan Jenis Material

No	Jenis Bahan	Kecepatan Aliran Air yang Diijinkan (m/detik)
1	Pasir Halus	0,45
2	Lempung Kepasiran	0,50
3	Lanau Aluvial	0,60
4	Kerikil Halus	0,75
5	Lempung Kokoh	0,75
6	Lempung Padat	1,10
7	Kerikil Kasar	1,20
8	Batu = batu besar	1,50
9	Pasangan Batu	1,50
10	Beton	1,50
11	Beton Bertulang	1,50

(Sumber : Pedoman Sistem Drainase Jalan, 2021)

Kemiringan saluran ditentukan berdasarkan bahan yang direncanakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan saluran arah memanjang dapat dilihat pada Tabel 2.33.

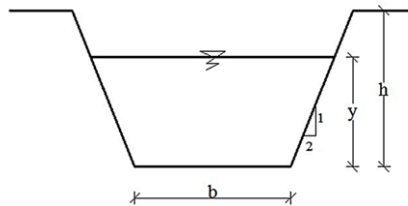
Tabel 2.33 Kemiringan saluran air berdasarkan jenis material penampang minimum saluran 0,50 m²

No	Jenis Material	Kemiringan Saluran (%)
1	Tanah asli	0–5
2	Kerikil	5–7,5
3	Pasangan	>7,5

(Sumber : Perencanaan Sistem Drainase, 2006)

2.8.5. Desain Dimensi Saluran Samping dan Gorong-gorong

1. Dimensi Saluran Samping



Gambar 2.26 Penampang Saluran Berbentuk Trapesium

Perhitungan dimensi saluran dilakukan dengan menggunakan rumus *Manning*:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots 2.5$$

$$Q = V \times A \dots\dots\dots 2.6$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots 2.7$$

$$w = \sqrt{0,5h} \dots\dots\dots 2.8$$

Rumus Penampang Ekonomis

$$B + 2mh = 2h\sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots 2.9$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)

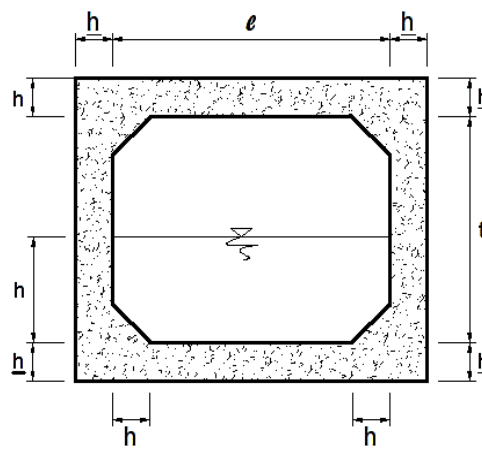
R = Radius hidrolis (m)

S = Kemiringan saluran

A = Luas penampang basah saluran (m²)

- P = Keliling basah saluran (m)
 Q = Debit aliran (m^3 /detik)
 n = Koefisien kekasaran *Manning* (Tabel 2.33)
 w = Tinggi jagaan (m)
 B = Lebar saluran (m)
 m = Perbandingan kemiringan talud
 h = Tinggi muka air (m)

2. Dimensi Gorong-Gorong Bentuk Persegi (*Box Culvert*)



Gambar 2.27 Dimensi Gorong-gorong Persegi

$$V = \frac{Q}{v_{ijin}} \dots\dots\dots 2.10$$

$$b = 2h \dots\dots\dots 2.11$$

$$A = I \times h \dots\dots\dots 2.12$$

$$w = \sqrt{0,5h} \dots\dots\dots 2.13$$

Dimana:

- V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/detik).
 Q = Debit aliran (m^3 /detik).
 A = Luas penampang basah (m^2).
 W = Tinggi jagaan (m).
 b = Tinggi penampang saluran (m).
 I = Lebar saluran (m).
 h = Tinggi muka air (m).

Tabel 2.34 Angka Kekasaran Manning (n)

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
Saluran Buatan					
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
Saluran Alam					
8	Bersih, lurus, tidak berpasir dan tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9	Seperti no.8 tapi ada timbunan alau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir	0,030	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no. 10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti no. 10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Seperti no.11 sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
Saluran Buatan, Beton, atau Batu Kali					
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no.16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

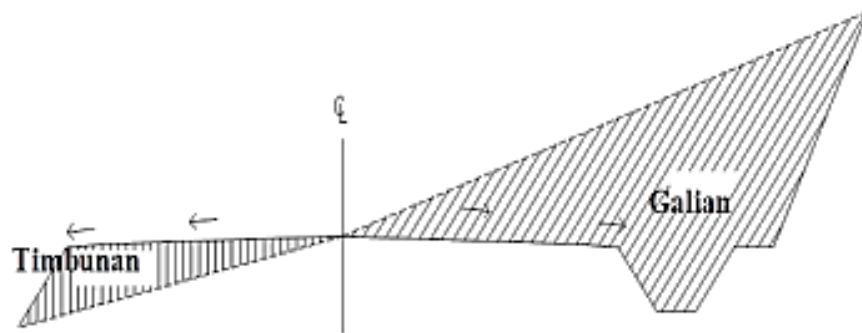
(Sumber : Pd. T-02-2021-B Perencanaan Sistem Drainase Jalan)

2.9. Perencanaan Galian dan Timbunan

Dalam perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen vertikal dan horizontal memungkinkan untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan.

Menurut Ir. Hamirhan Saodang (2004:177), langkah-langkah dalam pekerjaan galian dan timbunan, yaitu:

1. Penentuan *Stationing* (jarak patok) sehingga diperoleh panjang horizontal jalan dari alinyemen horizontal (trase jalan).
2. Gambarkan profil memanjang (alinyemen vertikal) yang memperlihatkan perbedaan beda tinggi muka tanah asli dengan muka tanah rencana.
3. Gambarkan potongan melintang (*cross section*) pada titik stationing, sehingga didapatkan luas galian dan timbunan.
4. Hitung volume galian dan timbunan dengan mengalikan luas penampang rata-rata dari galian atau timbunan dengan jarak patok.



Gambar 2.28 Galian dan Timbunan

Tabel 2.35 Perhitungan Galian dan Timbunan

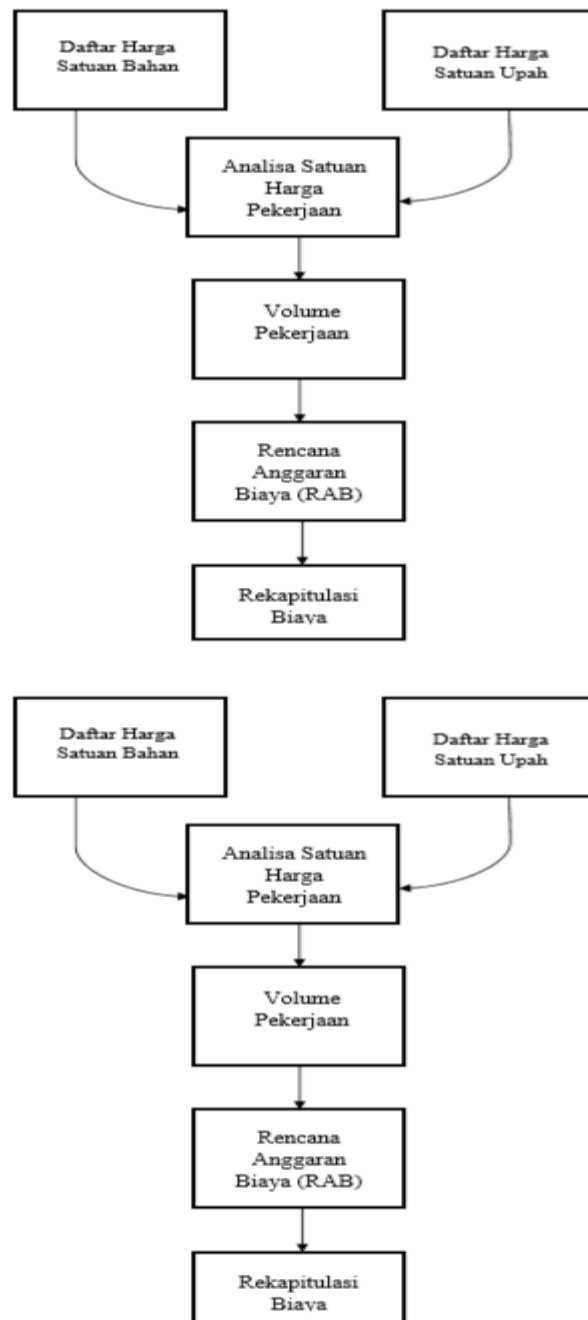
STA	Luas (m ²)		Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan		Galian	Timbunan
0+000	A	A	L	$\frac{A + B}{2} \times L = C$	$\frac{A + B}{2} \times L = C$
0+100	B	B		$\frac{A + B}{2} \times L = C$	$\frac{A + B}{2} \times L = C$
Jumlah				ΣC	ΣC

2.10. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu. (Ervianto,2005).

Ada banyak faktor yang mempengaruhi lancarnya pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Salah satunya adalah ketersediaan dana untuk membiayai pelaksanaan proyek konstruksi. Sebagai dasar untuk membuat sistem pembiayaan dalam sebuah proyek, kegiatan estimasi juga digunakan untuk merencanakan jadwal pelaksanaan konstruksi. Kegiatan estimasi dalam proyek konstruksi dilakukan dengan tujuan tertentu tergantung dari pihak yang membuatnya.

Pihak owner membuat estimasi dengan tujuan untuk mendapatkan informasi sejelas-jelasnya tentang biaya yang harus disediakan untuk merealisasikan proyeknya, hasil estimasi ini disebut OE (Owner Estimate) atau EE (Engineer Estimate). Pihak kontraktor membuat estimasi dengan tujuan untuk kegiatan penawaran terhadap proyek konstruksi. Kontraktor akan memenangkan lelang jika penawaran yang diajukan mendekati owner estimate (OE) atau engineer estimate (EE). Dalam menentukan harga penawaran, kontraktor harus memasukkan aspek-aspek lain yang sekiranya berpengaruh terhadap biaya proyek nantinya. Tahap-tahap yang sebaiknya dilakukan untuk menyusun anggaran biaya dapat dilihat pada gambar 2.31



Gambar 2.29 Tahapan Estimasi Biaya

2.10.1. Rencana Kerja dan Syarat-Syarat

Rencana kerja dan syarat-syarat adalah segala ketentuan dan formasi yang diperlukan terutama hal-hal yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar-gambar yang harus dipenuhi oleh para kontraktor pada saat mengikuti pelelangan maupun

pada saat melaksanakan pekerjaan yang akan dilakukan olehnya. Rencana kerja dan syarat-syarat terdiri :

1. Syarat umum
2. Syarat administrasi
3. Syarat Teknis
4. Syarat Teknik Khusus

2.10.2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan banyaknya biaya yang dibutuhkan baik upah maupun bahan dalam sebuah pekerjaan proyek konstruksi, membangun rumah, atau meningkat rumah, gedung, jembatan, masjid, dan lain-lain.

Rencana Anggaran Biaya dibuat berdasarkan uraian pekerjaan yang disusun menurut jenis pekerjaan yang ada dalam pelaksanaan konstruksi dan disusun berdasarkan gambar kerja dan RKS (Rencana Kerja dan Syarat) dengan memperhitungkan segala biaya pengadaan bahan maupun alat. RAB sendiri terdiri dari :

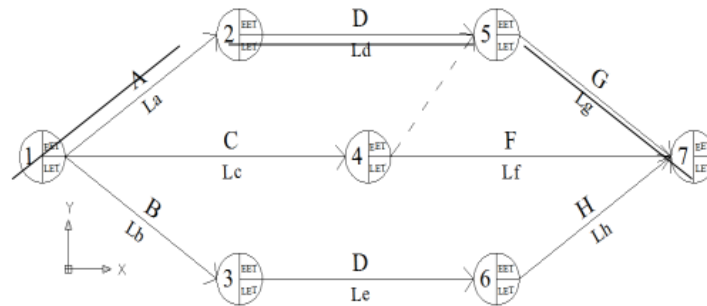
1. Perhitungan Kuantitas Pekerjaan
2. Analisa Harga Satuan
3. Rencana Anggaran Biaya
4. Rekapitulasi

2.10.3. *Network Planning* (NWP)

Network planning adalah satu model yang digunakan dalam suatu penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan - kegiatan yang ada dalam network diagram proyek yang bersangkutan. Adapun data-data yang diperlukan dalam menyusun NWP adalah sebagai berikut:

1. Urutan pekerjaan yang logis.
2. Harus disusun pekerjaan apa yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan lain dimulai, dan pekerjaan yang kelonggaran waktu.

3. Biaya untuk mempercepat pekerjaan
4. Ini berguna apabila pekerjaan-pekerjaan yang berada di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek segera selesai, misalnya : biaya-biaya lembur, biaya menambah tenaga kerja dan sebagainya.



Gambar 2.30 Sketsa Network Planning

Beberapa Simbol-simbol yang digunakan dalam penggambaran Net Work Planning (NWP) :

- a. (Node/event), bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Ini adalah permulaan atau akhir dari suatu atau lebih kegiatan-kegiatan
- b. (Arrow) bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas atau kegiatan. Ini adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu dan resources tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua buah nodes, arah dari anak-anak panah menunjukkan urutan.
- c. (Double arrow), anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (*critical path*). waktu.
- d. (Dummy), bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktifitas semu. Yang dimaksud dengan aktifitas semu adalah aktifitas yang tidak menekan waktu. Aktifitas semu hanya boleh dipakai bila tidak ada cara lain untuk menggambarkan hubungan-hubungan aktifitas yang ada dalam suatu network.

2.10.4. Barchart

Barchart adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu dalam baris horizontal. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Widiasanti dan Lenggogeni 2013:78). Barchart memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1. Mudah dalam pembuatan dan persiapannya.
2. Memiliki bentuk yang mudah dimengerti.
3. Bila digabungkan dengan Kurva S dapat dipakai sebagai pengendalian biaya.

No.	Uraian Kegiatan	Minggu					
		1	2	3	4	5	6
1	Pekerjaan Persiapan						
2	Pekerjaan Pelaksanaan						
3	Pekerjaan Akhir						

Gambar 2.31 Contoh Barchart

2.10.5. Kurva S

Kurva S dapat menggambarkan kemajuan pekerjaan berdasarkan keterserapan dana yang sudah terealisasi di proyek. Kurva S memberikan gambaran kemajuan pekerjaan dengan waktu yang direpresentasikan terhadap bobot penyerapan biaya. (Widiasanti dan Lenggogeni 2013:89)



Gambar 2.32 Contoh Kurva S

BAB III

PERHITUNGAN KONSTRUKSI

3.1. Penentuan Parameter Perancangan

Dalam Perancangan Geometrik Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 16+100) - Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi, pentingnya kelengkapan dan keakuratan data yang akan digunakan untuk merancang jalan yang efektif dan efisien. Adapun perhitungan yang akan dijelaskan dalam bab ini adalah:

- a. Penentuan Trase jalan
- b. Penentuan Kelas Jalan
- c. Penentuan Golongan Medan Jalan
- d. Penentuan Kecepatan Rencana
- e. Perhitungan Alinyemen Horizontal
 - a) Penentuan Titik Koordinat
 - b) Penentuan Panjang Garis Tangen
 - c) Penentuan Sudut Antara Dua Garis Tangen (Δ)
 - d) Perhitungan Tikungan
 - e) Perhitungan Pelebaran Perkerasan Jalan pada Tikungan
 - f) Perhitungan Kebebasan Samping pada Tikungan
 - g) Perhitungan Kontrol (*Overlapping*)
 - h) Penentuan Titik Stationing
- f. Perhitungan Alinyemen Vertikal
 - a) Kelandaian Maksimum
 - b) Lengkung Vertikal
- g. Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan Kaku (*Rigid Pavement*)
- h. Perhitungan Bangunan Pelengkap
- i. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

3.1.1. Penentuan Trase Jalan

Pada bab ini akan membahas Perancangan Geometrik Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 16+100) - Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi. Penulis terlebih dahulu menentukan alternatif terbaik agar rencana lebih efisien dari segi biaya maupun keamanan. Berdasarkan Permen PU No.5 Tahun 2023 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan, penentuan pemilihan trase dipertimbangkan melalui:

- a. Trase jalan sebaiknya dibuat lurus, pendek, sedikit tikungan, dan kelandaianya seminim mungkin.
- b. Trase jalan menjauhi Daerah Aliran Sungai (DAS).
- c. Trase jalan mempertimbangkan besarnya volume galian dan timbunan.
- d. Pemilihan lokasi trase pada tanah yang mempunyai nilai CBR yang memenuhi syarat, sehingga keberadaan tanah tersebut bisa dipakai untuk pekerjaan timbunan pada lokasi trase jalan yang akan direncanakan.

3.1.2. Penentuan Kelas Jalan

Besarnya volume lalu lintas sangat mempengaruhi lebar efektif jalan, perbandingan banyaknya lalu lintas yang melewati jalur akan menjadi dasar Perancangan Geometrik Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 16+100) - Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi pada tahun 2020 dirangkum pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Data lalu Lintas

No.	Jenis Kendaraan	LHR Tahun 2023 (Kend/Hari)
1	Sepeda Motor	2.781
2	Mobil Penumpang	1.533
3	Minibus, Pick Up	454
5	Bus Kecil	283
6	Bus Besar	310
7	Truk 2 As	165
9	Truk 3 As	92
LHR 2023		5618

(Sumber: PUPR, Jambi)

Angka pertumbuhan lalu lintas untuk semua jenis kendaraan (i) sebelum dibuka 3,50% (SNI Manual Desain Perkerasan Jalan 2017). Berdasarkan data diatas, maka dapat dibuat perhitungan Lalu lintas Harian Rata-Rata (LHR) yaitu:

1. Data lalu lintas yang didapat adalah pada tahun 2023, sedangkan 2024 (awal tahun rencana) maka, $n = 1$ tahun, $i = 3,50\%$

$$LHR = LHR (1 + i)^n$$

Sepeda motor	= 2781	$(1 + 0,0350)^1 = 2.878,335$	Kendaraan
Mobil penumpang	= 1533	$(1 + 0,0350)^1 = 1.586.655$	Kendaraan
Minibus, pick up	= 454	$(1 + 0,0350)^1 = 469,89$	Kendaraan
Bus kecil	= 283	$(1 + 0,0350)^1 = 292,905$	Kendaraan
Bus besar	= 310	$(1 + 0,0350)^1 = 320,85$	Kendaraan
Truk 2 As	= 165	$(1 + 0,0350)^1 = 170,775$	Kendaraan
Truk 3 As	= 92	$(1 + 0,0350)^1 = 95,22$	Kendaraan
Σ			= 5.814,63 Kendaraan

2. LHR pada tahun 2044 (akhir umur rencana) $n = 20$, $i = 5,5\%$

Sepeda motor	= 2.878,335	$(1 + 0,055)^{20} = 8398,284$	Kendaraan
Mobil penumpang	= 1586,65	$5 (1 + 0,055)^{20} = 4629,475$	Kendaraan
Minibus, pick up	= 469,89	$(1 + 0,055)^{20} = 1371,025$	Kendaraan
Bus kecil	= 292,905	$(1 + 0,055)^{20} = 854,626$	Kendaraan
Bus besar	= 320,85	$(1 + 0,055)^{20} = 936,162$	Kendaraan
Truk 2 As	= 170,775	$(1 + 0,055)^{20} = 498,280$	Kendaraan
Truk 3 As	= 95,22	$(1 + 0,055)^{20} = 277,829$	Kendaraan
Σ			= 16.965,680 Kendaraan

3. LHR dalam satuan mobil penumpang (SMP)

$$LHR_{smp} = LHR \times FE$$

Sepeda motor	= 8398,284	$\times 0,5 = 4199.142$	Kendaraan
Mobil penumpang	= 4629,475	$\times 1,0 = 4629,475$	Kendaraan
Minibus, pick up	= 1371,025	$\times 1,0 = 1371,025$	Kendaraan
Bus kecil	= 854,626	$\times 1,3 = 1111,013$	Kendaraan
Bus besar	= 936,162	$\times 1,5 = 1404,244$	Kendaraan

$$\text{Truk 2 As} = 498,280 \times 2,5 = 1245.700 \quad \text{Kendaraan}$$

$$\text{Truk 3 As} = 277,829 \times 2,5 = 694,572 \quad \text{Kendaraan}$$

$$\Sigma = 14655,171 \quad \text{Kendaraan}$$

Berdasarkan perhitungan LHRsmp diatas didapatkan nilai LHRsmp 14655,171 kendaraan, maka dapat disimpulkan bahwa klasifikasi kelas jalan ini adalah Jalan Kolektor kelas II A, dikarenakan nilai LHRsmp berada pada rentang 6.000 – 20.000, dengan lebar lajur 7 m (2 x 3,5 m) dan lebar bahu 1 m.

3.1.3. Penentuan Golongan Medan Jalan

Berdasarkan gambar rencana yang diperoleh, maka dilakukan perhitungan untuk menentukan golongan medan jalan tersebut. Nilai kelandaian jalan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Perhitungan Medan Jalan

STATION	Elevation Left	Elevation Right	Kemiringan Medan
160+100.00	23.761	21.822	4%
160+200.00	24.055	22.103	4%
160+300.00	24.349	22.438	4%
160+400.00	24.644	22.707	4%
160+500.00	24.938	22.976	4%
160+600.00	25.232	23.245	4%
160+700.00	25.527	23.514	4%
160+800.00	25.821	23.783	4%
160+900.00	26.115	24.052	4%
161+000.00	26.41	24.321	4%
161+100.00	26.704	24.59	4%
161+200.00	26.998	24.859	4%
161+300.00	27.293	25.128	4%
161+400.00	27.587	25.397	4%
161+500.00	27.881	25.666	4%
161+600.00	28.176	25.935	4%
161+700.00	28.47	26.204	5%
161+800.00	28.764	26.473	5%
161+900.00	29.059	26.742	5%
162+000.00	29.353	27.011	5%
162+100.00	29.647	27.28	5%
162+200.00	29.942	27.549	5%
162+300.00	30.236	27.818	5%

STATION	Elevation Left	Elevation Right	Kemiringan Medan
162+400.00	30.53	28.087	5%
162+500.00	30.824	28.356	5%
162+600.00	31.119	28.625	5%
162+700.00	31.413	28.894	5%
162+800.00	31.707	29.163	5%
162+900.00	32.002	29.432	5%
163+000.00	32.296	29.701	5%
163+100.00	32.59	29.97	5%
163+200.00	32.885	30.239	5%
163+300.00	33.179	30.508	5%
163+400.00	33.473	30.777	5%
163+500.00	33.768	31.046	5%
163+600.00	34.062	31.315	5%
163+700.00	34.356	31.584	6%
163+800.00	34.651	31.853	6%
163+900.00	34.945	32.122	6%
164+000.00	35.239	32.391	6%
164+100.00	35.534	32.66	6%
164+200.00	35.828	32.929	6%
164+300.00	36.122	33.198	6%
164+400.00	36.417	33.467	6%
164+500.00	36.711	33.736	6%
164+600.00	37.005	34.005	6%
164+700.00	37.3	34.274	6%
164+800.00	37.594	34.543	6%
164+900.00	37.888	34.812	6%
165+000.00	38.182	35.081	6%
165+100.00	38.477	35.35	6%
165+200.00	38.771	35.619	6%
165+300.00	39.065	35.888	6%
165+400.00	39.36	36.157	6%
165+500.00	39.654	36.426	6%
165+600.00	39.948	36.695	7%
165+700.00	40.243	36.964	7%
165+800.00	40.537	37.233	7%
165+900.00	40.831	37.502	7%
166+000.00	41.126	37.771	7%
166+100.00	41.42	38.04	7%
166+200.00	41.714	38.309	7%
166+300.00	42.009	38.578	7%

STATION	Elevation Left	Elevation Right	Kemiringan Medan
166+400.00	42.303	38.847	7%
166+500.00	42.597	39.116	7%
166+600.00	42.892	39.385	7%
166+700.00	43.186	39.654	7%
166+800.00	43.48	39.923	7%
166+900.00	43.775	40.192	7%
167+000.00	44.069	40.461	7%
167+100.00	44.363	40.73	7%
167+200.00	44.658	40.999	7%
167+300.00	44.952	41.268	7%
167+400.00	45.246	41.537	7%
167+500.00	45.54	41.806	7%
167+600.00	45.835	42.075	8%
167+700.00	46.129	42.344	8%
167+800.00	46.423	42.613	8%
167+900.00	46.718	42.882	8%
168+000.00	47.012	43.151	8%
168+100.00	47.306	43.42	8%
168+200.00	47.601	43.689	8%
168+300.00	47.895	43.958	8%
168+400.00	48.189	44.227	8%
168+500.00	48.484	44.496	8%
168+600.00	48.778	44.765	8%
168+700.00	49.072	45.034	8%
168+800.00	49.367	45.303	8%
168+833.47	49.545	45.572	8%

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

$$\text{Kelandaian medan jalan} = \frac{\sum \text{Kemiringan}}{\text{Jumlah Titik}} = \frac{530\%}{89} = 5.590\%$$

Dari hasil perhitungan diatas, menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan Tahun 2021 yang menetapkan golongan medan dengan lereng melintang sebesar 5.590% termasuk ke dalam rentang < 10 , maka daerah ini termasuk golongan medan datar.

3.1.4. Penentuan Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana (VR) pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih untuk menjadi dasar dalam perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman secara terus menerus.

Kecepatan rencana untuk jalan alternatif Muaro Sebapo – Sungai Landai Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi medan jalan datar bekisar 60 - 90 km/jam, maka penulis menggunakan kecepatan 60 km/jam sebagai kecepatan rencana (VD) pada jalan tersebut.

a. Pemilihan tipe jalan

Diketahui kondisi jalan yang direncanakan adalah:

Fungsi jalan : Kolektor Kelas II A

Medan : Datar

Volume LHR : 14655,171 smp/hari

Pertumbuhan lalu lintas : 3,50% (awal umur pelayanan)

5,50% (akhir umur pelayanan)

b. Arus jam rencana

$$Q_{JD} = LHRT_D \times K$$

$$= 14.655,171 \times 0,08 = 1.172,41 \text{ smp/jam}$$

c. Kapasitas jalan

$$C = C_o \times FCL \times FCPA \times FCHS$$

$$= 4000 \times 1 \times 0,94 \times 0,91 = 3.421,60 \text{ smp/jam}$$

d. Derajat kejenuhan (DJ) pada Tahun Rencana

$$DJ = \frac{q}{c} = \frac{1.172,171}{3.421,60} = 0,343 \leq 1,0$$

Dari hasil perhitungan nilai parameter tingkat kinerja jalan di atas, besarnya DJ memenuhi persyaratan (DJ ideal adalah $\leq 1,0$), maka kondisi jalan dengan 2/2 TT masih layak dipergunakan sampai umur rencana hingga tahun 2044.

3.2. Perhitungan Alinyemen Horizontal

3.2.1. Penentuan Titik Koordinat

Berdasarkan gambar trase rencana yang telah dibuat, maka dapat ditentukan titik koordinat jalan dengan mempertimbangkan panjang jalan trase tersebut. Adapun titik koordinat dari Jalan Alternatif Muaro Sebapo (STA 160+100) - Sungai Landai (STA 168+842) Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Titik Koordinat

Titik	X	Y
A	339945.000	9805671.000
P1	340383.550	9804920.285
P2	340463.060	9804067.223
P3	340647.835	9803518.722
P4	340738.347	9802688.701
P5	340444.146	9802027.923
P6	339644.078	9801373.805
P7	338549.843	9800793.034
P8	337925.845	9800004.724
P9	337773.411	9799152.598
B	337380.000	9798516.000

(Sumber: Hasil Penentuan, 2024)

3.2.2. Penentuan Panjang Garis Tangen

Dalam perencanaan geometrik, perlu dihitung besar nilai panjang garis tangen yang kemudian akan digunakan untuk perhitungan pada tikungan. Berdasarkan titik koordinat pada tabel, jarak trase dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

a. Jarak Titik A - P1, d1

$$\begin{aligned}
 D1 &= \sqrt{(XP1 - XA)^2 + (YP1 - YA)^2} \\
 &= \sqrt{(340383.550 - 339945.000)^2 + (9804920.285 - 9805671.000)^2} \\
 &= 869.422 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Jarak Titik P1 - P2, d2

$$\begin{aligned}
 D2 &= \sqrt{(XP2 - XP1)^2 + (YP2 - YP1)^2} \\
 &= \sqrt{(340463.060 - 340383.550)^2 + (9804067.223 - 9804920.285)^2} \\
 &= 856.760 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Jarak titik P2-P3, d3

$$\begin{aligned}
 D3 &= \sqrt{(XP3 - XP2)^2 + (YP3 - YP2)^2} \\
 P2-P3 &= \sqrt{(340647.835 - 340463.060)^2 + (9803518.722 - 9804067.223)^2} \\
 P2-P3 &= 578.788 \text{ m}
 \end{aligned}$$

d. Jarak titik P3-P4, d4

$$\begin{aligned} D4 &= \sqrt{(XP4 - XP3)^2 + (YP4 - YP3)^2} \\ &= \sqrt{(340738.347 - 340647.835)^2 + (9802688.701 - 9803518.722)^2} \\ &= 834.941 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Jarak titik P4-P5, d5

$$\begin{aligned} D5 &= \sqrt{(XP5 - XP4)^2 + (YP5 - YP4)^2} \\ &= \sqrt{(340444.146 - 340738.347)^2 + (9802027.923 - 9802688.701)^2} \\ &= 723.313 \text{ m} \end{aligned}$$

f. Jarak titik P5-P6, d6

$$\begin{aligned} D6 &= \sqrt{(XP6 - XP5)^2 + (YP6 - YP5)^2} \\ &= \sqrt{(339644.078 - 340444.146)^2 + (9801373.805 - 9802027.923)^2} \\ &= 1033.431 \text{ m} \end{aligned}$$

g. Jarak titik P6-P7, d7

$$\begin{aligned} D7 &= \sqrt{(XP7 - XP6)^2 + (YP7 - YP6)^2} \\ &= \sqrt{(338549.843 - 339644.078)^2 + (9800793.034 - 9801373.805)^2} \\ &= 1238.808 \text{ m} \end{aligned}$$

h. Jarak titik P7-P8, d8

$$\begin{aligned} D8 &= \sqrt{(XP8 - XP7)^2 + (YP8 - YP7)^2} \\ &= \sqrt{(337925.845 - 338549.843)^2 + (9799152.598 - 9800793.034)^2} \\ &= 1005.389 \text{ m} \end{aligned}$$

i. Jarak titik P8-P9, d9

$$\begin{aligned} D1 &= \sqrt{(XA - XP1)^2 + (YA - YP1)^2} \\ &= \sqrt{(3337773.411 - 337925.845)^2 + (9799152.598 - 9799152.598)^2} \\ &= 865.653 \text{ m} \end{aligned}$$

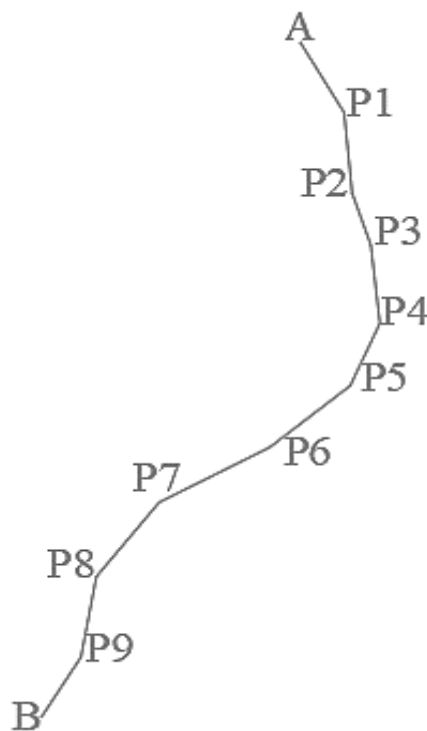
j. Jarak titik P9-B, d10

$$\begin{aligned}
 D1 &= \sqrt{(XB - XP9)^2 + (YB - YP9)^2} \\
 &= \sqrt{(337380.000 - 337773.411)^2 + (9798516.000 - 9799152.598)^2} \\
 &= 748.351 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.4 Panjang Garis Tangen

No.	Titik	Panjang (m)
1	A – P1	869.422
2	P1 – P2	856.760
3	P2 – P3	578.788
4	P3 – P4	834.941
5	P4 – P5	723.313
6	P5 – P6	1033.431
7	P6 – P7	1238.808
8	P7 – P8	1005.389
9	P8 – P9	865.653
10	P9 – B	748.351
TOTAL		8754,855

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)



Gambar 3.1 Trase Jalan Rencana

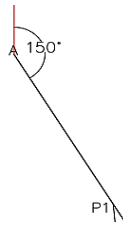
3.2.3. Penentuan Sudut Antara Dua Garis Tangen (Δ)

Dalam perancangan geometrik dilakukan perhitungan sudut antara dua garis tangen (Δ), menggunakan rumus dibawah ini:

$$\alpha_1 = \text{arc tg} \frac{(x_2 - x_1)}{(y_2 - y_1)}$$

$$\Delta = \alpha_1 - \alpha_2$$

Titik A



Gambar 3.2 Sudut α_A

$$\alpha_A = 180^\circ + \text{arc tg} \frac{(x_1 - x_a)}{(y_1 - y_a)} (\text{kuadran II})$$

$$\alpha_A = 180^\circ + \text{arc tg} \frac{(340383.550 - 339945.000)}{(9804920.285 - 9805671.000)}$$

$$\alpha_A = 180^\circ + \left(\frac{438,55}{-750,715} \right)$$

$$\alpha_A = 180^\circ + (-30,292)$$

$$\alpha_A = 149,708^\circ$$

Titik P1



Gambar 3.3 Sudut α_1 dan Δ_1

$$\alpha_1 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(x_2 - x_1)}{(y_2 - y_1)} (\text{kuadran II})$$

$$\alpha_1 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(340463.060 - 340383.550)}{(9804067.223 - 9804920.285)}$$

$$\alpha_1 = 180^\circ + \left(\frac{79,51}{-853,062} \right)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ + (-5,325^\circ)$$

$$\alpha_1 = 174,675^\circ$$

$$\Delta = \alpha_A - \alpha_1$$

$$\Delta = 149,708^\circ - 174,675^\circ$$

$$\Delta = 24,967^\circ$$

Titik P2



Gambar 3.4 Sudut α_2 dan Δ_2

$$\alpha_2 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(x_3 - x_2)}{(y_3 - y_2)} (\text{kuadran II})$$

$$\alpha_2 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(340647.835 - 340463.06)}{(9803518.722 - 9804067.223)}$$

$$\alpha_2 = 180^\circ + \left(\frac{184,775}{-548,501} \right)$$

$$\alpha_2 = 180^\circ + (-18,617^\circ)$$

$$\alpha_2 = 161,383^\circ$$

$$\Delta = \alpha_1 - \alpha_2$$

$$\Delta = 174,675^\circ - 161,383^\circ$$

$$\Delta = 13,292^\circ$$

Titik P3



Gambar 3.5 Sudut α_3 dan Δ_3

$$\alpha_3 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(x_4 - x_3)}{(y_4 - y_3)} (\text{kuadran II})$$

$$\alpha_3 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(340738.347 - 340647.835)}{(9802688.701 - 9803518.722)}$$

$$\alpha_3 = 180^\circ + \left(\frac{90,512}{-880,021} \right)$$

$$\alpha_3 = 180^\circ + (-6,223^\circ)$$

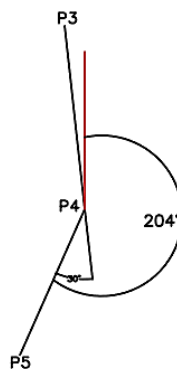
$$\alpha_3 = 173,777^\circ$$

$$\Delta = \alpha_2 - \alpha_3$$

$$\Delta = 161,383^\circ - 173,777^\circ$$

$$\Delta = 12,394^\circ$$

Titik P4



Gambar 3.6 Sudut α_4 dan Δ_4

$$\alpha_4 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(x_5 - x_4)}{(y_5 - y_4)} \text{ (kuadran III)}$$

$$\alpha_4 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(340444.146 - 340738.347)}{(9802027.923 - 9802688.701)}$$

$$\alpha_4 = 180^\circ + \left(\frac{-294,201}{-660,778} \right)$$

$$\alpha_4 = 180^\circ + 24,000^\circ$$

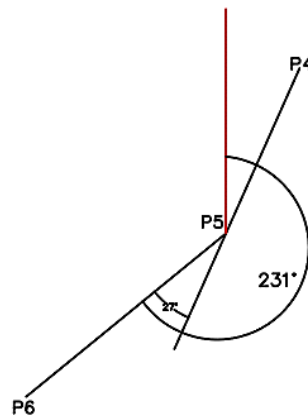
$$\alpha_4 = 204^\circ$$

$$\Delta = \alpha_3 - \alpha_4$$

$$\Delta = 173,777^\circ - 204^\circ$$

$$\Delta = 30,223^\circ$$

Titik P5



Gambar 3.7 Sudut α_5 dan Δ_5

$$\alpha_5 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(x_6 - x_5)}{(y_6 - y_5)} \text{ (kuadran III)}$$

$$\alpha_5 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(339644,078 - 340444,146)}{(9801373,805 - 9802027.923)}$$

$$\alpha = 180^\circ + \left(\frac{-800,068}{-654,118} \right)$$

$$\alpha_6 = 180^\circ + 50,731^\circ$$

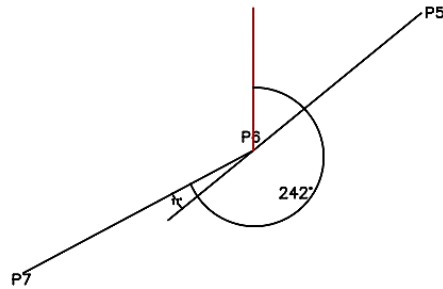
$$\alpha = 230,731^\circ$$

$$\Delta = \alpha_4 - \alpha_5$$

$$\Delta = 204^\circ - 230,731^\circ$$

$$\Delta = 26,731^\circ$$

Titik P6



Gambar 3.8 Sudut α_6 dan Δ_6

$$\alpha_6 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(x_7 - x_6)}{(y_7 - y_6)} (\text{kuadran III})$$

$$\alpha_6 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(338549,843 - 339644,078)}{(9800793,034 - 9801373,805)}$$

$$\alpha_6 = 180^\circ + \left(\frac{-1094,235}{-580,771} \right)$$

$$\alpha_6 = 180^\circ + 62,043^\circ$$

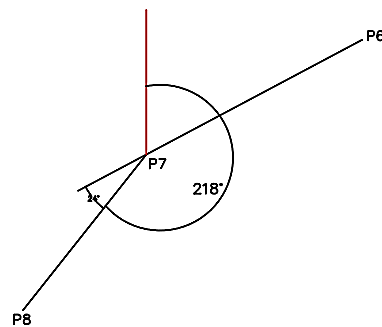
$$\alpha_6 = 242,043^\circ$$

$$\Delta = \alpha_5 - \alpha_6$$

$$\Delta = 230,731^\circ - 242,043^\circ$$

$$\Delta = 11,311^\circ$$

Titik P7



Gambar 3.9 Sudut α_7 dan Δ_7

$$\alpha_7 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(x_8 - x_7)}{(y_8 - y_7)} (\text{kuadran III})$$

$$\alpha_7 = 180^\circ + \operatorname{arc\,tg} \frac{(337925,845 - 338549,843)}{(9800004,724 - 9800793,034)}$$

$$\alpha_7 = 180^\circ + \left(\frac{-623,998}{-788,31}\right)$$

$$\alpha = 180^\circ + 38,364^\circ$$

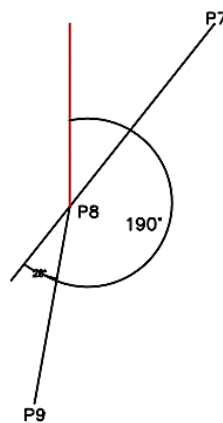
$$\alpha_7 = 218,365^\circ$$

$$\Delta = \alpha_6 - \alpha_7$$

$$\Delta = 242,043^\circ - 218,365^\circ$$

$$\Delta = 23,678^\circ$$

Titik P8



Gambar 3.10 Sudut α_8 dan Δ_8

$$\alpha_8 = 180^\circ + \arctan \frac{(x_9 - x_8)}{(y_9 - y_8)} (\text{kuadran III})$$

$$\alpha_8 = 180^\circ + \arctan \frac{(337773,411 - 337925,845)}{(9799152,598 - 9800004,724)}$$

$$\alpha_8 = 180^\circ + \left(\frac{-152,434}{-852,126}\right)$$

$$\alpha_8 = 180^\circ + 10,142^\circ$$

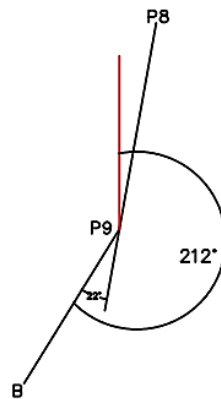
$$\alpha_8 = 190,142^\circ$$

$$\Delta = \alpha_7 - \alpha_8$$

$$\Delta = 218,365^\circ - 190,142^\circ$$

$$\Delta = 28,223^\circ$$

Titik P9



Gambar 3.11 Sudut α_9 dan Δ_9

$$\alpha_9 = 180^\circ + \arctan \frac{(x_B - x_9)}{(y_B - y_9)} \text{ (kuadran III)}$$

$$\alpha_9 = 180^\circ + \arctan \frac{(337380,000 - 337773,411)}{(9798516,000 - 9799152,598)}$$

$$\alpha_9 = 180^\circ + \left(\frac{-393,411}{-636,598} \right)$$

$$\alpha_9 = 180^\circ + 31,716^\circ$$

$$\alpha_9 = 211,716^\circ$$

$$\Delta = \alpha_8 - \alpha_9$$

$$\Delta = 190,142^\circ - 211,716^\circ$$

$$\Delta = 21,574^\circ$$

Tabel 3.5 Sudut Azimuth dan Sudut Bearing

No.	Sudut Azimuth		Sudut Bearing		Jenis Tikungan
1	A P1	149,708° 174,675°	Δ_1	24,967°	SCS
2	P1 P2	174,675° 161,383°	Δ_2	13,292°	FC
3	P2 P3	161,383° 173,777°	Δ_3	12,394°	FC
4	P3 P4	173,777° 204°	Δ_4	30,223°	SCS
5	P4 P5	204° 230,731°	Δ_5	26,731°	SCS
6	P5 P6	230,731° 242,043°	Δ_6	11,311°	FC

No.	Sudut Azimuth		Sudut Bearing		Jenis Tikungan
7	P6 P7	242,043° 218,365°	Δ7	23,678°	SCS
8	P7 P8	218,365° 190,142°	Δ8	28,223°	SCS
9	P8 P9	190,142° 211,716°	Δ9	21,574°	SCS

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

3.2.4. Perhitungan Tikungan

a. Tikungan 1

Pada tikungan ini digunakan jenis Spiral – Circle – Spiral (SCS), dimana:

Kecepatan Rencana (V_r)	= 60 km/jam
Sudut Bearing ($\Delta 1$)	= 24,967°
Jari – jari (R)	= 200 m
Superelevasi Normal (e_n)	= 2 %
Superelevasi Maksimum (e_{max})	= 8 %
Koefisien gesek (f_m)	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times 60 + 0,192$ = 0,153

Perhitungan:

a) Menentukan Jari-jari Minimum

$$R_{min} = \frac{v_r^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,08 + 0,153)} = 121,659 \text{ m}$$

$$200 \text{ m} > 121,659 \text{ (OK)}$$

b) Menentukan Derajat Lengkung

$$D_{max} = \frac{181913.53 \times (e_{max} + f_{max})}{V_r^2} = \frac{181913.53 \times (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,768^\circ$$

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{200} = 7,162 \text{ m}$$

c) Menentukan Nilai Superelevasi/Kemiringan Tikungan (e)

$$e = - \left(\frac{e_{max}}{D_{max}^2} \times D^2 \right) + \left(\frac{2 \times e_{max}}{D_{max}} \times D \right)$$

$$e = - \left(\frac{0,08}{11,768^2} \times 7,162^2 \right) + \left(\frac{2 \times 0,08}{11,768} \times 7,162 \right)$$

$$= 0,068 \sim 6,8\%$$

d) Menentukan Lengkung Peralihan (L_s)

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik:

$$L_s = \frac{VR}{3,6} \times T = \frac{60}{3,6} \times 3 = 50 \text{ m}$$

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal (Rumus Short $C=0,4 \text{ m/dt}^3$):

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \frac{VR^3}{R \times C} - 2,727 \frac{VR \times e}{C} \\ &= 0,022 \frac{60^3}{200 \times 0,4} - 2,727 \frac{60 \times 0,063}{0,4} \\ &= 31,689 \text{ m} \end{aligned}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian kelandaian:

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times re} \times VR \\ L_s &= \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,025} \times 60 \\ &= 40 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, diambil nilai L_s terbesar yaitu 50 m berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik.

e) Menentukan Nilai θ_s

$$\begin{aligned} \theta_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R} \\ \theta_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{50}{200} = 7,166^\circ \end{aligned}$$

f) Menentukan Sudut Lengkung Bagian *Circle*

$$\begin{aligned} \Delta c &= \Delta - 2\theta_s \\ \Delta c &= 24,967 - 2 \times 7,166^\circ \\ \Delta c &= 10,636^\circ \sim 11^\circ \end{aligned}$$

g) Panjang Busur Lingkaran (panjang dari SC ke CS)

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta c}{180} \times \pi \times R_c \\ L_c &= \frac{10,636}{180} \times \pi \times 200 \\ L_c &= 37,107 \text{ m} \end{aligned}$$

- h) Menentukan Panjang Tangen Terhadap *Spiral* (p)

$$p = \frac{L_s^2}{24 R_c}$$

$$p = \frac{50^2}{24 \times 200}$$

$$p = 0,521 \text{ m} > 0,25 \text{ m (Tikungan S-C-S)}$$

- i) Menentukan Absis P pada Tangen *Spiral*

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} - R \times \sin \theta_s$$

$$k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 200^2} - 200 \times \sin 7,166^\circ$$

$$k = 25,051 \text{ m}$$

- j) Menentukan jarak P1 ke TS atau ST

$$T_s = (R + p) \times \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

$$T_s = (200 + 0,521) \times \tan \frac{24,967}{2} + 25,051$$

$$T_s = 69.445 \text{ m}$$

- k) Menentukan jarak dari titik P1 ke puncak busur lingkaran

$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \frac{1}{2} \times \Delta} - R$$

$$E_s = \frac{(200 + 0,521)}{\cos \frac{1}{2} \times 24,967} - 200$$

$$E_s = 5,376 \text{ m}$$

- l) Menentukan absis titik SC pada garis tangen

$$X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R^2}\right)$$

$$X_s = 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 200^2}\right)$$

$$X_s = 49,922 \text{ m}$$

m) Menentukan Koordinat titik SC pada garis tegak lurus tangen

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R}$$

$$Y_s = \frac{50^2}{6 \times 200}$$

$$Y_s = 2,083 \text{ m}$$

n) Menentukan Panjang Bagian Lengkung

$$L_{\text{total}} = L_c + 2L_s$$

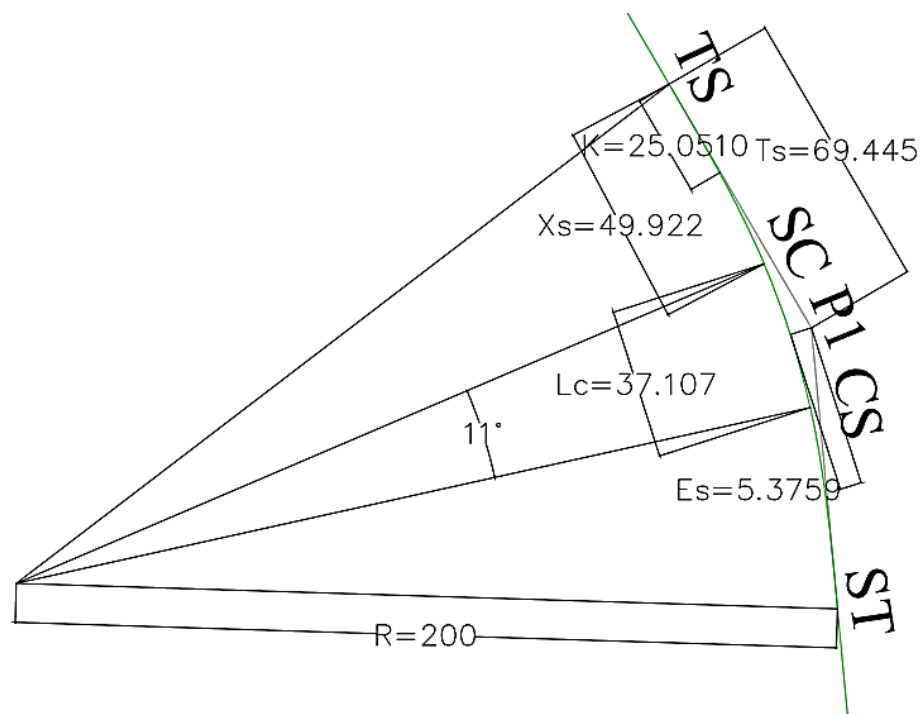
$$L_{\text{total}} = 124,214 + 2 (50)$$

$$L_{\text{total}} = 224,214 \text{ m}$$

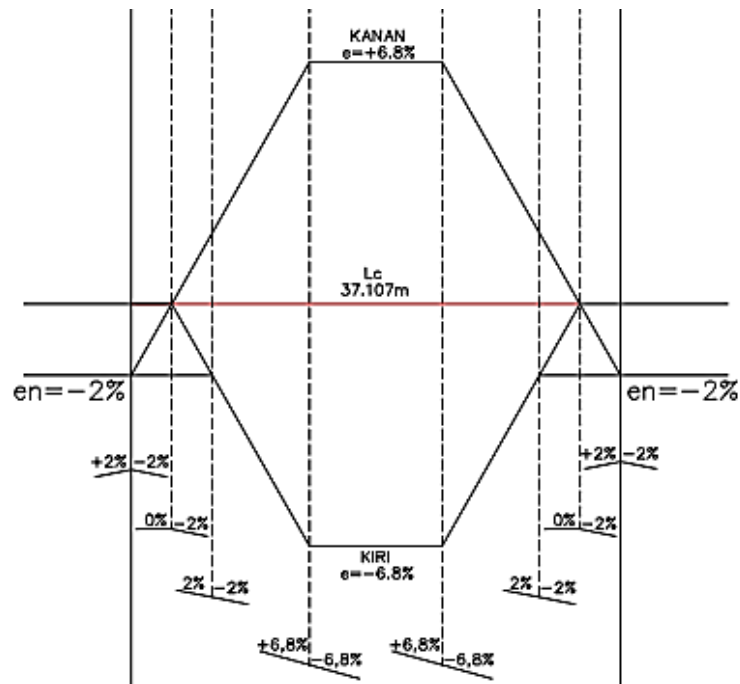
$$\text{Kontrol} = 2 \times T_s > L_{\text{total}}$$

$$= 2 \times 69,445 \text{ m} > 137,107 \text{ m}$$

$$= 138,889 \text{ m} > 137,107 \text{ m (OK)}$$



Gambar 3.12 Tikungan 1 Spiral-Circle-Spiral (SCS)



Gambar 3.13 Diagram Superelevasi Tikungan 1 Spiral-Circle-Spiral (SCS)

b. Tikungan 2

Pada tikungan ini digunakan tikungan jenis Full – Circle (FC), dimana:

Kecepatan Rencana (V_r) = 60 km/jam

Sudut Bearing (Δ) = $13,292^\circ$

Jari – jari (R) = 600 m

Superelevasi Normal (e_n) = 2 %

Superelevasi Maksimum (e_{max}) = 8 %

Koefisien gesek (f_m) = $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times V_r + 0,192$
 $= f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times 60 + 0,192$
 $= 0,153$

Perhitungan:

a) Menentukan jari-jari minimum

$$R_{min} = \frac{v_r^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,08 + 0,153)} = 121,659 \text{ m}$$

$R_{desain} > R_{min}$

600 m > 121,659 (OK)

b) Menentukan Derajat Lengkung

$$D_{\max} = \frac{181913.53 \times (e_{\max} + f_{\max})}{V_r^2} = \frac{181913.53 \times (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,774^\circ$$

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{600} = 2,387 \text{ m}$$

c) Menentukan Nilai Superelevasi/Kemiringan Tikungan (e)

$$e = - \left(\frac{e_{\max}}{D_{\max}^2} \times D^2 \right) + \left(\frac{2 \times e_{\max}}{D_{\max}} \times D \right)$$

$$e = - \left(\frac{0,08}{11,774^2} \times 2,387^2 \right) + \left(\frac{2 \times 0,08}{11,774} \times 2,387 \right)$$

$$= 0,029 \sim 2,9\%$$

d) Menentukan Nilai θ_s

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R}$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{20}{600} = 0,955^\circ$$

e) Panjang Busur Lingkaran (panjang dari SC ke CS)

$$L_c = \frac{\Delta}{180} \times \pi \times R$$

$$L_c = \frac{13,292}{180} \times \pi \times 600$$

$$L_c = 139,123 \text{ m}$$

f) Menentukan Panjang Tangen Terhadap *Spiral* (p)

$$p = \frac{L_s^2}{24 R_c}$$

$$p = \frac{20^2}{24 \times 600}$$

$$p = 0,028 \text{ m} < 0,25 \text{ m (Tikungan F-C)}$$

g) Jarak P2 ke TC atau CT

$$Tc = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$Tc = 600 \times \tan \frac{13,292}{2}$$

$$Tc = 69,911 \text{ m}$$

h) Jarak P2 ke puncak busur lingkaran

$$Ec = Tc \times \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$Ec = 69,911 \times \tan \frac{13,292}{2}$$

$$Ec = 8,146 \text{ m}$$

Kontrol:

$$2 \times Tc > Lc$$

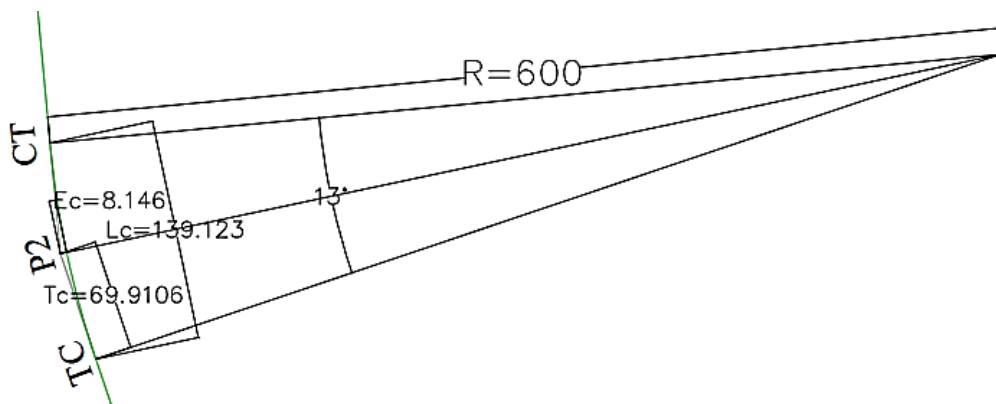
$$2 \times 69,911 > 139,123$$

$$139,821 > 139,123 \text{ (OK)}$$

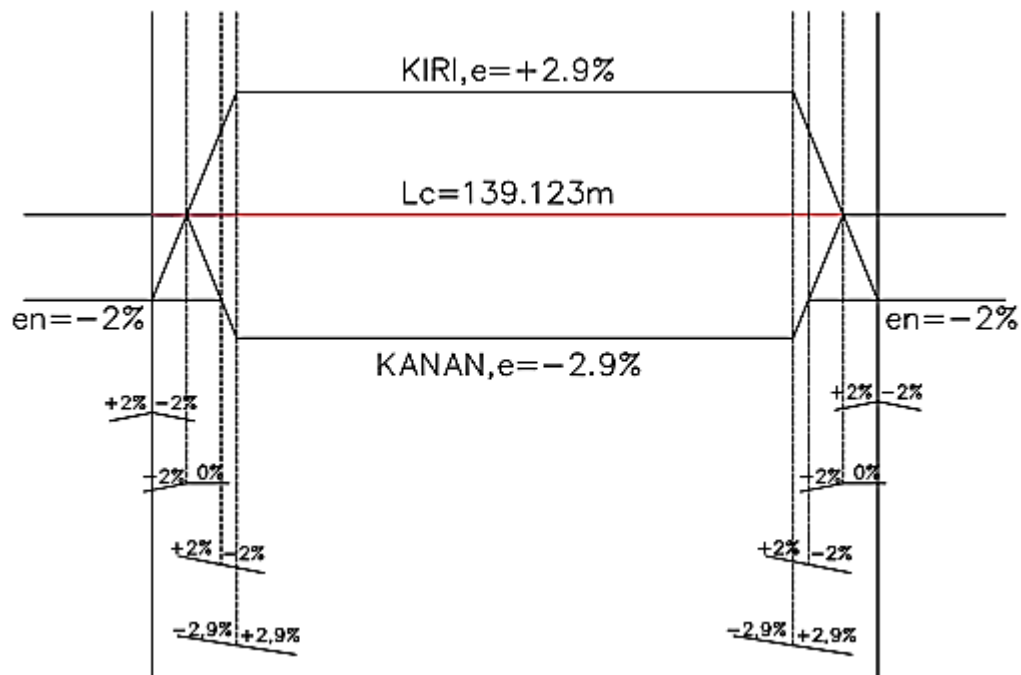
Menentukan kemiringan titik pada TC dan CT:

$$X = \frac{(ed + en) \times \frac{3}{4} Ls}{Ls} - en$$

$$X = \frac{(3,4+2) \times \frac{3}{4} 20}{20} - 2 = 0,017\%$$



Gambar 3.14 Tikungan 2 Full Circle (FC)



Gambar 3.15 Diagram Superelevasi Tikungan 2 Full Circle (FC)

c. Tikungan 3

Pada tikungan ini digunakan tikungan jenis Full – Circle (FC), dimana:

Kecepatan Rencana (V_r)	= 60 km/jam
Sudut Bearing (Δ)	= 12,394°
Jari – jari (R)	= 600 m
Superelevasi Normal (e_n)	= 2 %
Superelevasi Maksimum (e_{max})	= 8 %
Koefisien gesek (f_m)	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times V_r + 0,192$
	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times 60 + 0,192$
	= 0,153

Perhitungan:

a) Menentukan jari-jari minimum

$$R_{min} = \frac{v_r^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,08 + 0,153)} = 121,659 \text{ m}$$

$R_{desain} > R_{min}$

600 m > 121,659 (OK)

b) Menentukan Derajat Lengkung

$$D_{\max} = \frac{181913.53 \times (e_{\max} + f_{\max})}{Vr^2} = \frac{181913.53 \times (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,774^\circ$$

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{600} = 2,387 \text{ m}$$

c) Menentukan Nilai Superelevasi/Kemiringan Tikungan (e)

$$e = - \left(\frac{e_{\max}}{D_{\max}^2} \times D^2 \right) + \left(\frac{2 \times e_{\max}}{D_{\max}} \times D \right)$$

$$e = - \left(\frac{0,08}{11,774^2} \times 2,387^2 \right) + \left(\frac{2 \times 0,08}{11,774} \times 2,387 \right)$$

$$= 0,029 \sim 2,9\%$$

i) Menentukan Nilai θ_s

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R}$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{20}{600} = 0,955^\circ$$

e) Menentukan Panjang Tangen Terhadap *Spiral* (p)

$$p = \frac{L_s^2}{24 R_c}$$

$$p = \frac{20^2}{24 \times 600}$$

$$p = 0,028 \text{ m} < 0,25 \text{ m (Tikungan F-C)}$$

f) Panjang Busur Lingkaran (panjang dari SC ke CS)

$$L_c = \frac{\Delta}{180} \times \pi \times R$$

$$L_c = \frac{12,394}{180} \times \pi \times 600$$

$$L_c = 129,724 \text{ m}$$

g) Jarak P2 ke TC atau CT

$$T_c = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$T_c = 600 \times \tan \frac{12,394}{2}$$

$$T_c = 65,149 \text{ m}$$

h) Jarak P2 ke puncak busur lingkaran

$$E_c = T_c \times \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$E_c = 65,149 \times \tan \frac{12,394}{2}$$

$$E_c = 7,074 \text{ m}$$

Kontrol:

$$2 \times T_c > L_c$$

$$2 \times 65,149 > 129,724$$

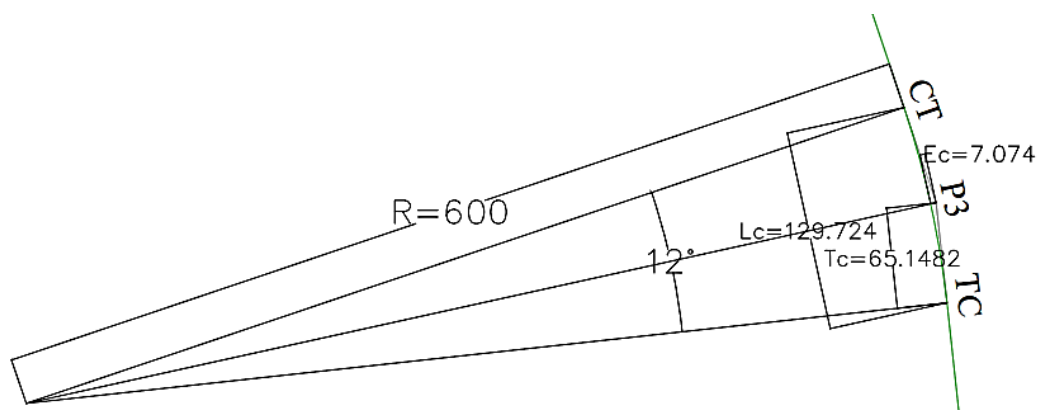
$$130,298 \text{ m} > 129,724 \text{ m (OK)}$$

Menentukan kemiringan titik pada TC dan CT:

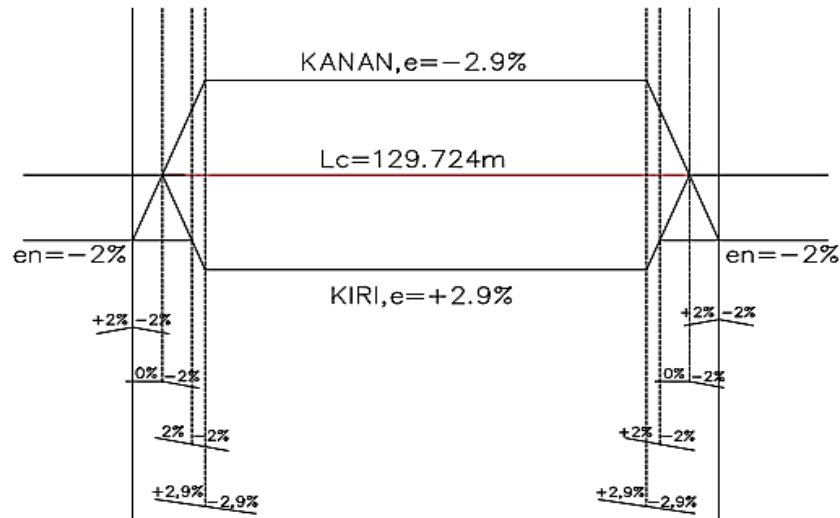
$$X = \frac{(ed + en) \times \frac{3}{4} L_s}{L_s} - en$$

$$X = \frac{(3,4+2) \times \frac{3}{4} 20}{20} - 2$$

$$X = 0,017\%$$



Gambar 3.16 Tikungan 3 Full Circle (FC)



Gambar 3.17 Diagram Superelevasi Tikungan 4 Full Circle (FC)

d. Tikungan 4

Pada tikungan ini digunakan jenis Spiral – Circle – Spiral (SCS), dimana:

Kecepatan Rencana (V_r)	= 60 km/jam
Sudut Bearing (Δ_4)	= 30,223°
Jari – jari (R)	= 200 m
Superelevasi Normal (e_n)	= 2 %
Superelevasi Maksimum (e_{max})	= 8 %
Koefisien gesek (f_m)	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times V_r + 0,192$
	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times 60 + 0,192$
	= 0,153

Perhitungan:

a) Menentukan Jari-jari Minimum

$$R_{min} = \frac{v_r^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,08 + 0,153)} = 121,659 \text{ m}$$

200 m > 121,659 (OK)

b) Menentukan Derajat Lengkung

$$D_{max} = \frac{181913.53 \times (e_{max} + f_{max})}{V_r^2} = \frac{181913.53 \times (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,768^\circ$$

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{200} = 7,162 \text{ m}$$

c) Menentukan Nilai Superelevasi/Kemiringan Tikungan (e)

$$e = - \left(\frac{e_{\max}}{D_{\max}^2} \times D^2 \right) + \left(\frac{2 \times e_{\max}}{D_{\max}} \times D \right)$$

$$e = - \left(\frac{0,08}{11,768^2} \times 7,162^2 \right) + \left(\frac{2 \times 0,08}{11,768} \times 7,162 \right)$$

$$= 0,068 \sim 6,8\%$$

d) Menentukan Lengkung Peralihan (Ls)

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik:

$$L_s = \frac{VR}{3,6} \times T = \frac{60}{3,6} \times 3 = 50 \text{ m}$$

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal (Rumus Short C=0,4 m/dt³):

$$L_s = 0,022 \frac{VR^3}{R \times C} - 2,727 \frac{VR \times e}{C}$$

$$= 0,022 \frac{60^3}{200 \times 0,4} - 2,727 \frac{60 \times 0,063}{0,4}$$

$$= 31,689 \text{ m}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times re} \times VR$$

$$L_s = \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,025} \times 60 = 40 \text{ m}$$

Jadi, diambil nilai Ls terbesar yaitu 50 m berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik.

e) Menentukan Nilai θ_s

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R}$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{50}{200} = 7,166^\circ$$

f) Menentukan Sudut Lengkung Bagian *Circle*

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s$$

$$\Delta c = 30,223 - 2 \times 7,166^\circ$$

$$\Delta c = 15,892 \sim 16^\circ$$

- g) Panjang Busur Lingkaran (panjang dari SC ke CS)

$$L_c = \frac{\Delta}{180} \times \pi \times R$$

$$L_c = \frac{30,223}{180} \times \pi \times 200$$

$$L_c = 55,445 \text{ m}$$

- h) Menentukan Panjang Tangen Terhadap *Spiral* (p)

$$p = \frac{L_s^2}{24 R_c}$$

$$p = \frac{50^2}{24 \times 200}$$

$$p = 0,521 \text{ m} > 0,25 \text{ m (Tikungan S-C-S)}$$

- i) Menentukan Absis P pada Tangen *Spiral*

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} - R \times \sin \theta_s$$

$$k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 200^2} - 400 \times \sin 7,166$$

$$k = 25,051 \text{ m}$$

- j) Menentukan jarak P1 ke TS atau ST

$$T_s = (R + p) \times \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

$$T_s = (200 + 0,521) \times \tan \frac{30,223}{2} + 25,051$$

$$T_s = 79,199 \text{ m}$$

- k) Menentukan jarak dari titik P1 ke puncak busur lingkaran

$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \frac{1}{2} \times \Delta} - R$$

$$E_s = \frac{(200+0,521)}{\cos \frac{1}{2} \times 30,223} - 200$$

$$= 7,703 \text{ m}$$

- l) Menentukan absis titik SC pada garis tangen

$$X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R^2}\right)$$

$$X_s = 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 200^2}\right)$$

$$X_s = 49,922 \text{ m}$$

- m) Menentukan Koordinat titik SC pada garis tegak lurus tangen

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R}$$

$$Y_s = \frac{50^2}{6 \times 200}$$

$$Y_s = 2,083 \text{ m}$$

- n) Menentukan Panjang Bagian Lengkung

$$L_{\text{total}} = L_c + 2L_s$$

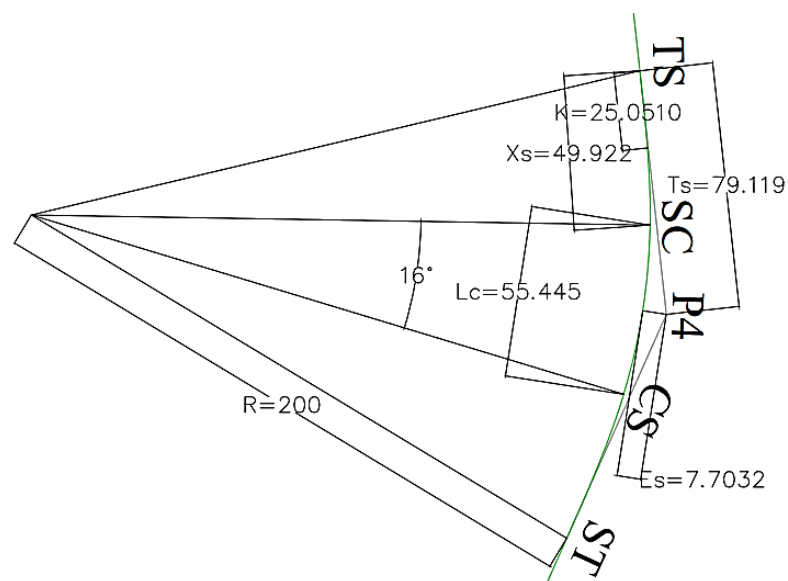
$$L_{\text{total}} = 55,892 + 2 (50)$$

$$L_{\text{total}} = 155,445 \text{ m}$$

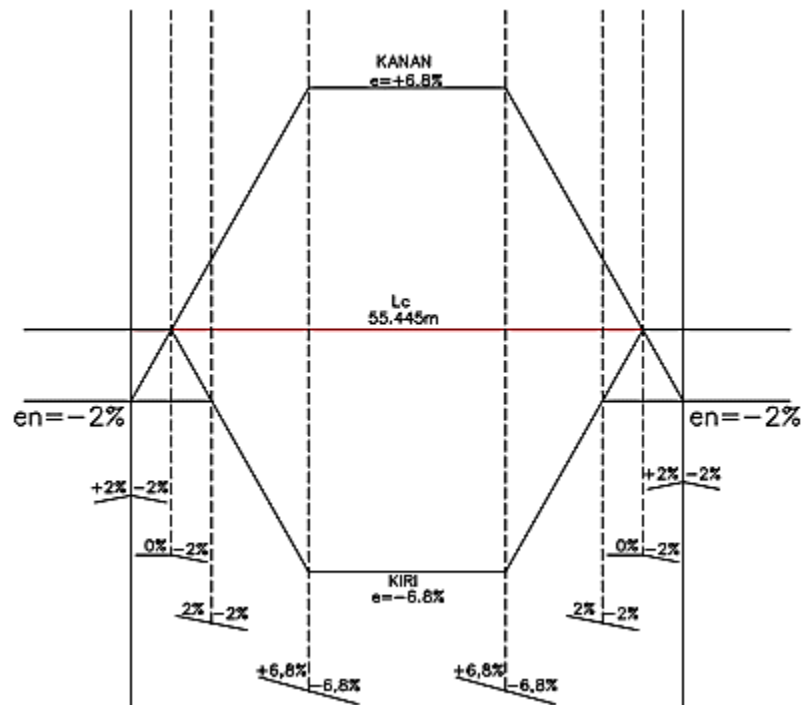
$$\text{Kontrol} = 2 \times T_s > L_{\text{total}}$$

$$= 2 \times 79,199 \text{ m} > 155,445 \text{ m}$$

$$= 158,398 \text{ m} > 155,445 \text{ m} \quad (\text{OK})$$



Gambar 3.18 Tikungan 4 Spiral-Circle-Spiral (SCS)



Gambar 3.19 Diagram Superelevasi Tikungan 4 Spiral-Circle-Spiral (SCS)

e. Tikungan 5

Pada tikungan ini digunakan jenis Spiral – Circle – Spiral (SCS), dimana:

Kecepatan Rencana (V_r) = 60 km/jam

Sudut Bearing (Δ_5) = $28,222^\circ$

Jari – jari (R) = 200 m

Superelevasi Normal (e_n) = 2 %

Superelevasi Maksimum (e_{max}) = 8 %

Koefisien gesek (f_m) = $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times V_r + 0,192$

= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times 60 + 0,192$

= 0,153

Perhitungan:

a) Menentukan Jari-jari Minimum

$$R_{min} = \frac{v_r^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,08 + 0,153)} = 121,659 \text{ m}$$

200 m > 121,659 (OK)

b) Menentukan Derajat Lengkung

$$D_{\max} = \frac{181913.53 \times (e_{\max} + f_{\max})}{Vr^2} = \frac{181913.53 \times (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,768^\circ$$

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{200} = 7,162 \text{ m}$$

c) Menentukan Nilai Superelevasi/Kemiringan Tikungan (e)

$$e = - \left(\frac{e_{\max}}{D_{\max}^2} \times D^2 \right) + \left(\frac{2 \times e_{\max}}{D_{\max}} \times D \right)$$

$$e = - \left(\frac{0,08}{11,768^2} \times 7,162^2 \right) + \left(\frac{2 \times 0,08}{11,768} \times 7,162 \right)$$

$$= 0,068 \sim 6,8\%$$

d) Menentukan Lengkung Peralihan (Ls)

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik:

$$L_s = \frac{VR}{3,6} \times T = \frac{60}{3,6} \times 3 = 50 \text{ m}$$

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal (Rumus Short C=0,4 m/dt³):

$$L_s = 0,022 \frac{VR^3}{R \times C} - 2,727 \frac{VR \times e}{C}$$

$$= 0,022 \frac{60^3}{200 \times 0,4} - 2,727 \frac{60 \times 0,063}{0,4}$$

$$= 31,689 \text{ m}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times re} \times VR$$

$$L_s = \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,025} \times 60$$

$$= 40 \text{ m}$$

Jadi, diambil nilai Ls terbesar yaitu 50 m berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik.

e) Menentukan Nilai θ_s

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R}$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{50}{200} = 7,166^\circ$$

f) Menentukan Sudut Lengkung Bagian *Circle*

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s$$

$$\Delta c = 28,222 - 2 \times 7,166^\circ$$

$$\Delta c = 13,891^\circ \sim 14^\circ$$

g) Panjang Busur Lingkaran (panjang dari SC ke CS)

$$L_c = \frac{\Delta}{180} \times \pi \times R$$

$$L_c = \frac{28,222}{180} \times \pi \times 200$$

$$L_c = 48,463 \text{ m}$$

h) Menentukan Panjang Tangen Terhadap *Spiral* (p)

$$p = \frac{L_s^2}{24 R_c}$$

$$p = \frac{50^2}{24 \times 200}$$

$$p = 0,521 \text{ m} > 0,25 \text{ m (Tikungan S-C-S)}$$

i) Menentukan Absis P pada Tangen *Spiral*

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} - R \times \sin \theta_s$$

$$k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 200^2} - 200 \times \sin 7,166$$

$$k = 25,051 \text{ m}$$

- j) Menentukan jarak P5 ke TS atau ST

$$Ts = (R + p) \times \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

$$Ts = (200 + 0,521) \times \tan \frac{28,222}{2} + 25,051$$

$$Ts = 75,459 \text{ m}$$

- k) Menentukan jarak dari titik P5 ke puncak busur lingkaran

$$Es = \frac{(R + p)}{\cos \frac{1}{2} \times \Delta} - R$$

$$Es = \frac{(200 + 0,521)}{\cos \frac{1}{2} \times 28,222} - 200$$

$$Es = 6,760 \text{ m}$$

- l) Menentukan absis titik SC pada garis tangen

$$Xs = Ls \times \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times R^2}\right)$$

$$Xs = 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 200^2}\right)$$

$$Xs = 49,922 \text{ m}$$

- m) Menentukan Koordinat titik SC pada garis tegak lurus tangen

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times R}$$

$$Ys = \frac{50^2}{6 \times 200}$$

$$Ys = 2,083 \text{ m}$$

- n) Menentukan Panjang Bagian Lengkung

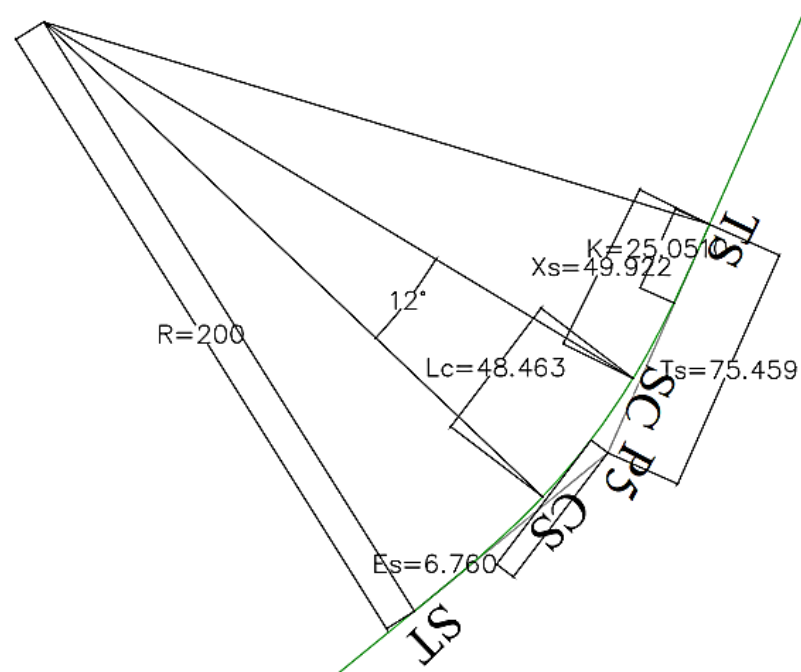
$$L_{total} = Lc + 2Ls$$

$$L_{total} = 48,463 + 2(50) = 148,463 \text{ m}$$

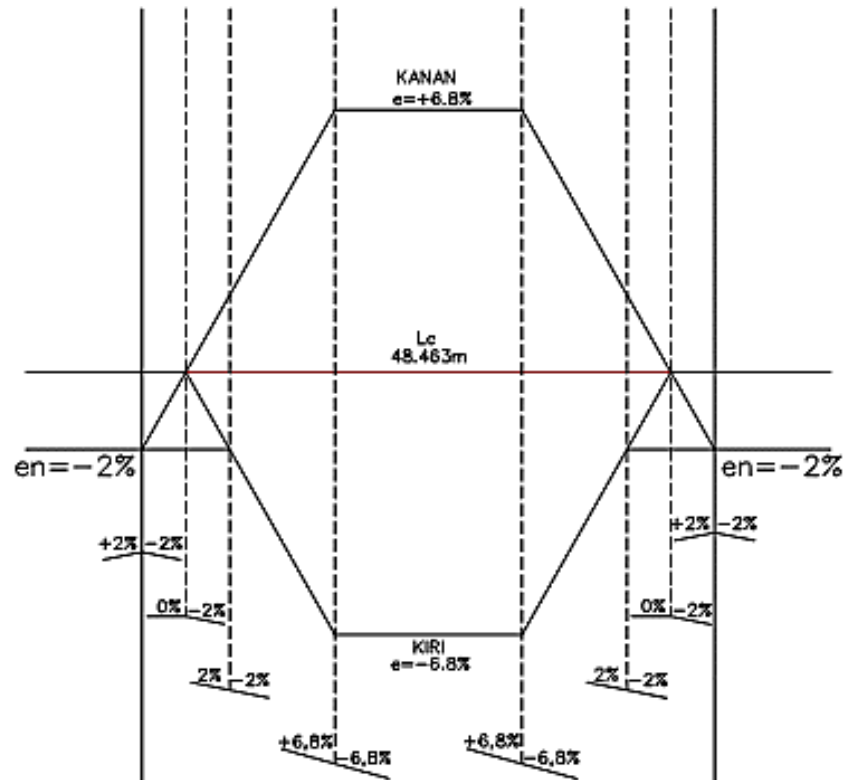
$$\text{Kontrol} = 2 \times Ts > L_{total}$$

$$= 2 \times 75,459 \text{ m} > 148,463 \text{ m}$$

$$= 150,918 \text{ m} > 148,463 \text{ m} \quad \textbf{(OK)}$$



Gambar 3.20 Tikungan 5 Spiral-Circle-Spiral (SCS)



Gambar 3.21 Diagram Superelevasi Tikungan 5 Spiral-Circle-Spiral (SCS)

f. Tikungan 6

Pada tikungan ini digunakan tikungan jenis Full – Circle (FC), dimana:

Kecepatan Rencana (V_r)	= 60 km/jam
Sudut Bearing ($\Delta 2$)	= $11,311^\circ$
Jari – jari (R)	= 600 m
Superelevasi Normal (e_n)	= 2 %
Superelevasi Maksimum (e_{max})	= 8 %
Koefisien gesek (f_m)	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times V_r + 0,192$
	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times 60 + 0,192$
	= 0,153

Perhitungan:

a) Menentukan jari-jari minimum

$$R_{min} = \frac{v_r^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,08 + 0,153)} = 121,659 \text{ m}$$

$$R_{desain} > R_{min}$$

$$600 \text{ m} > 121,659 \text{ (OK)}$$

b) Menentukan Derajat Lengkung

$$D_{max} = \frac{181913.53 \times (e_{max} + f_{max})}{V_r^2} = \frac{181913.53 \times (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,774^\circ$$

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{600} = 2,387 \text{ m}$$

c) Menentukan Nilai Superelevasi/Kemiringan Tikungan (e)

$$e = - \left(\frac{e_{max}}{D_{max}^2} \times D^2 \right) + \left(\frac{2 \times e_{max}}{D_{max}} \times D \right)$$

$$e = - \left(\frac{0,08}{11,774^2} \times 2,387^2 \right) + \left(\frac{2 \times 0,08}{11,774} \times 2,387 \right)$$

$$= 0,029 \sim 2,9\%$$

d) Menentukan Nilai θ_s

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R}$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{20}{600} = 0,955^\circ$$

- e) Menentukan Panjang Tangen Terhadap *Spiral* (p)

$$p = \frac{L_s^2}{24 R_c}$$

$$p = \frac{20^2}{24 \times 600}$$

$$p = 0,028 \text{ m} < 0,25 \text{ m (Tikungan F-C)}$$

- f) Panjang busur lingkaran

$$L_c = \frac{\Delta}{180} \times \pi \times R$$

$$L_c = \frac{11,311}{180} \times \pi \times 600$$

$$L_c = 118,388 \text{ m}$$

- g) Jarak P6 ke TC atau CT

$$T_c = R \times \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$T_c = 600 \times \tan \frac{11,311}{2}$$

$$T_c = 59,417 \text{ m}$$

- h) Jarak P6 ke puncak busur lingkaran

$$E_c = T_c \times \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$E_c = 59,417 \times \tan \frac{11,311}{2}$$

$$E_c = 5,884 \text{ m}$$

Kontrol:

$$2 \times T_c > L_c$$

$$2 \times 59,417 > 118,388$$

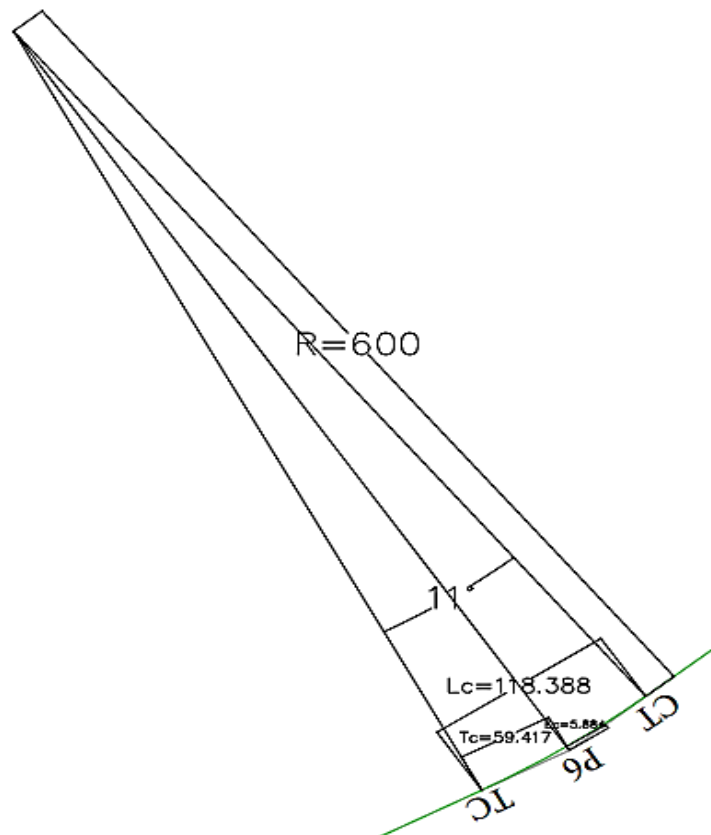
$$118,835 > 118,388 \text{ (OK)}$$

Menentukan kemiringan titik pada TC dan CT:

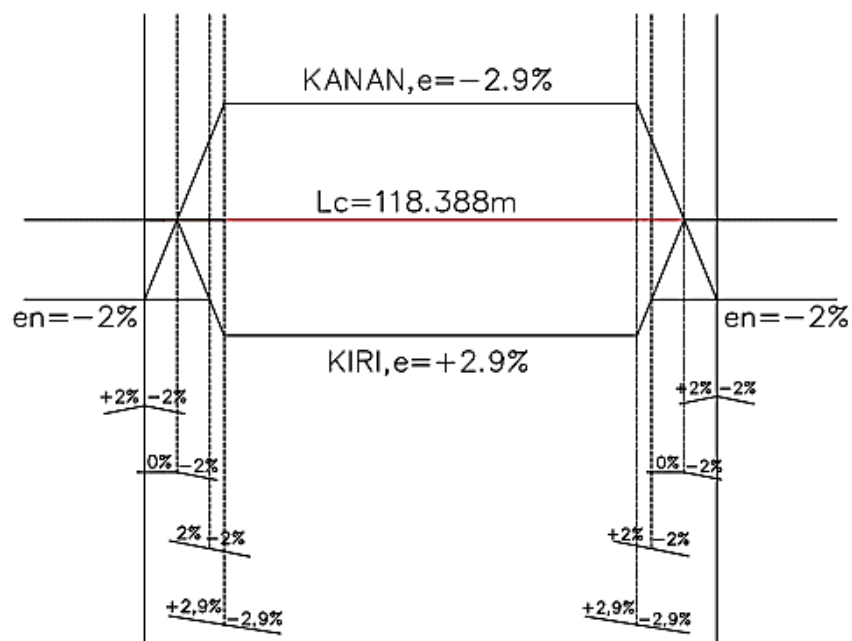
$$X = \frac{(ed + en) \times \frac{3}{4} L_s}{L_s} - en$$

$$X = \frac{(3,4+2) \times \frac{3}{4} 20}{20} - 2$$

$$X = 0,17\%$$



Gambar 3.22 Tikungan 6 Full Circle (FC)



Gambar 3.23 Diagram Superelevasi Tikungan 6 Full Circle (FC)

g. Tikungan 7

Pada tikungan ini digunakan jenis Spiral – Circle – Spiral (SCS), dimana:

Kecepatan Rencana (V_r)	= 60 km/jam
Sudut Bearing ($\Delta 1$)	= 23,679°
Jari – jari (R)	= 200 m
Superelevasi Normal (e_n)	= 2 %
Superelevasi Maksimum (e_{max})	= 8 %
Koefisien gesek (f_m)	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times V_r + 0,192$
	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times 60 + 0,192$
	= 0,153

Perhitungan:

a) Menentukan Jari-jari Minimum

$$R_{min} = \frac{v_r^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,08 + 0,153)} = 121,659 \text{ m}$$

$$200 \text{ m} > 121,659 \text{ (OK)}$$

b) Menentukan Derajat Lengkung

$$D_{max} = \frac{181913.53 \times (e_{max} + f_{max})}{V_r^2} = \frac{181913.53 \times (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,768^\circ$$

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{200} = 7,162 \text{ m}$$

c) Menentukan Nilai Superelevasi/Kemiringan Tikungan (e)

$$e = - \left(\frac{e_{max}}{D_{max}^2} \times D^2 \right) + \left(\frac{2 \times e_{max}}{D_{max}} \times D \right)$$

$$e = - \left(\frac{0,08}{11,768^2} \times 7,162^2 \right) + \left(\frac{2 \times 0,08}{11,768} \times 7,162 \right)$$

$$= 0,068 \sim 6,8\%$$

d) Menentukan Lengkung Peralihan (L_s)

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik:

$$L_s = \frac{VR}{3,6} \times T = \frac{60}{3,6} \times 3 = 50 \text{ m}$$

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal (Rumus Short $C=0,4 \text{ m/dt}^3$):

$$L_s = 0,022 \frac{VR^3}{R \times C} - 2,727 \frac{VR \times e}{C}$$

$$= 0,022 \frac{60^3}{200 \times 0,4} - 2,727 \frac{60 \times 0,063}{0,4}$$

$$= 31,689 \text{ m}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times r_e} \times VR$$

$$L_s = \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,025} \times 60 = 40 \text{ m}$$

Jadi, diambil nilai L_s terbesar yaitu 50 m berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik.

e) Menentukan Nilai θ_s

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R}$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{50}{200} = 7,166^\circ$$

f) Menentukan Sudut Lengkung Bagian *Circle*

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s$$

$$\Delta c = 23,679 - 2 \times 7,166^\circ$$

$$\Delta c = 9,348 \text{ m}$$

g) Panjang Busur Lingkaran (panjang dari SC ke CS)

$$L_c = \frac{\Delta c}{180} \times \pi \times R$$

$$L_c = \frac{9,348}{180} \times \pi \times 200 = 32,613 \text{ m}$$

h) Menentukan Panjang Tangen Terhadap *Spiral* (p)

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s)$$

$$p = \frac{50^2}{6 \times 200} - 200(1 - \cos 7,166)$$

$$p = 0,521 \text{ m} > 0,25 \text{ m} \text{ (**Tikungan SCS**)}$$

i) Menentukan Absis P pada Tangen *Spiral*

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} - R \times \sin \theta_s$$

$$k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 200^2} - 200 \times \sin 7,166 = 25,051 \text{ m}$$

- j) Menentukan jarak P7 ke TS atau ST

$$Ts = (R + p) \times \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

$$Ts = (200 + 0,051) \times \tan \frac{23,679}{2} + 25,051$$

$$Ts = 67,086 \text{ m}$$

- k) Menentukan jarak dari titik P7 ke puncak busur lingkaran

$$Es = \frac{(R + p)}{\cos \frac{1}{2} \times \Delta} - R$$

$$Es = \frac{(200 + 0,521)}{\cos \frac{1}{2} \times 23,679} - 200$$

$$Es = 4,879 \text{ m}$$

- l) Menentukan absis titik SC pada garis tangen

$$Xs = Ls \times \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times R^2}\right)$$

$$Xs = 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 200^2}\right)$$

$$Xs = 49,922 \text{ m}$$

- m) Menentukan Koordinat titik SC pada garis tegak lurus tangen

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times R}$$

$$Ys = \frac{50^2}{6 \times 200}$$

$$Ys = 2,083 \text{ m}$$

- n) Menentukan Panjang Bagian Lengkung

$$L_{total} = Lc + 2Ls$$

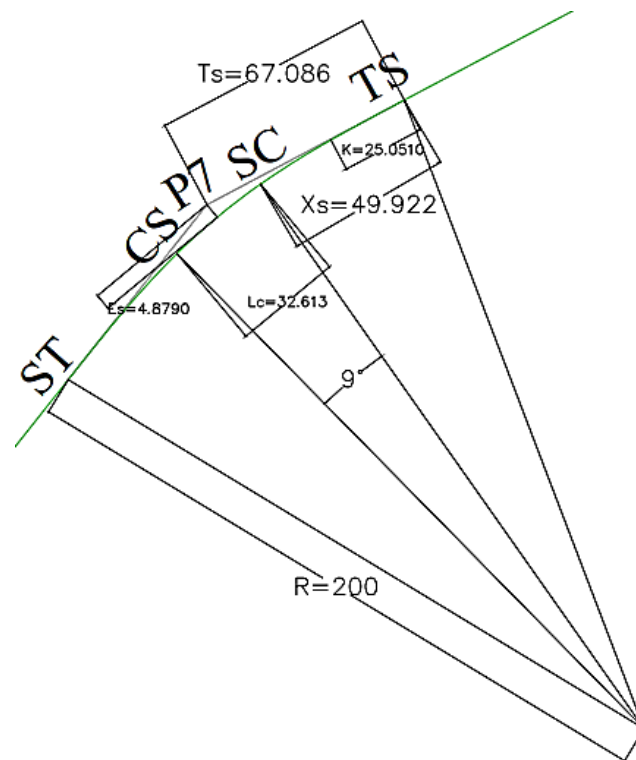
$$L_{total} = 32,613 + 2 (50)$$

$$L_{total} = 132,613 \text{ m}$$

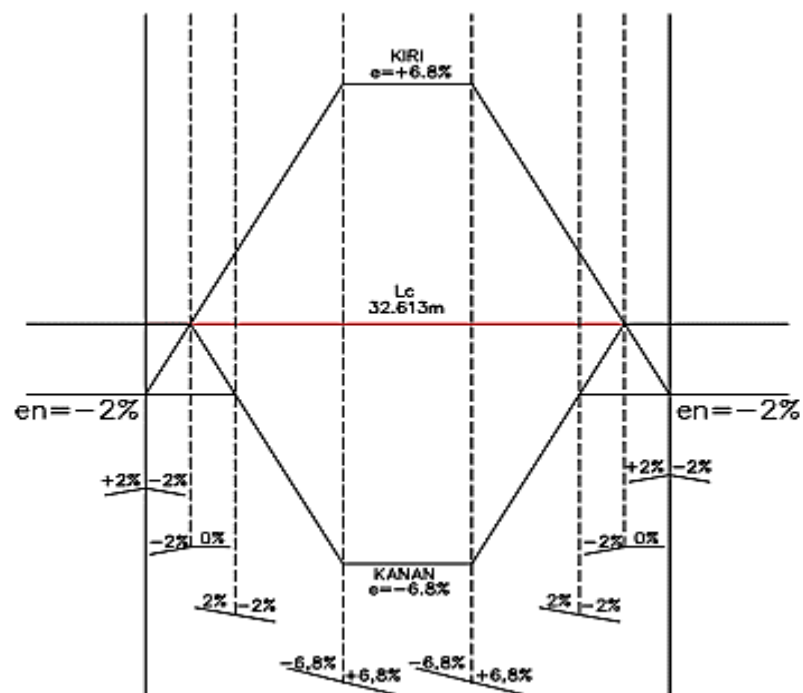
$$\text{Kontrol} = 2 \times Ts > L_{total}$$

$$= 2 \times 108,909 \text{ m} > 132,613 \text{ m}$$

$$= 134,171 \text{ m} > 132,613 \text{ m (OK)}$$



Gambar 3.24 Tikungan 7 Spiral-Circle-Spiral (SCS)



Gambar 3.25 Diagram Superelevasi Tikungan 7 Spiral-Circle-Spiral (SCS)

h. Tikungan 8

Pada tikungan ini digunakan jenis Spiral - Circle – Spiral (SCS), dimana:

Kecepatan Rencana (V_r)	= 60 km/jam
Sudut Bearing ($\Delta 1$)	= 28,222°
Jari – jari (R)	= 200 m
Superelevasi Normal (en)	= 2 %
Superelevasi Maksimum (emax)	= 8 %
Koefisien gesek (fm)	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times V_r + 0,192$
	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times 60 + 0,192$
	= 0,153

Perhitungan:

a) Menentukan Jari-jari Minimum

$$R_{min} = \frac{v_r^2}{127(emax + f_{max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,08 + 0,153)} = 121,659 \text{ m}$$

$$200 \text{ m} > 121,659 \text{ (OK)}$$

b) Menentukan Derajat Lengkung

$$D_{max} = \frac{181913.53 \times (emax + f_{max})}{V_r^2} = \frac{181913.53 \times (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,768^\circ$$

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{200} = 7,162 \text{ m}$$

c) Menentukan Nilai Superelevasi/Kemiringan Tikungan (e)

$$e = - \left(\frac{emax}{D_{max}^2} \times D^2 \right) + \left(\frac{2 \times emax}{D_{max}} \times D \right)$$

$$e = - \left(\frac{0,08}{11,768^2} \times 7,162^2 \right) + \left(\frac{2 \times 0,08}{11,768} \times 7,162 \right)$$

$$= 0,068 \sim 6,8\%$$

d) Menentukan Lengkung Peralihan (Ls)

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik:

$$L_s = \frac{VR}{3,6} \times T = \frac{60}{3,6} \times 3 = 50 \text{ m}$$

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal (Rumus Short $C=0,4 \text{ m/dt}^3$):

$$\begin{aligned}
 L_s &= 0,022 \frac{VR^3}{R \times C} - 2,727 \frac{VR \times e}{C} \\
 &= 0,022 \frac{60^3}{200 \times 0,4} - 2,727 \frac{60 \times 0,063}{0,4} \\
 &= 31,689 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian kelandaian:

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{(em - en)}{3,6 \times re} \times VR \\
 L_s &= \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,025} \times 60 \\
 &= 40 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi, diambil nilai L_s terbesar yaitu 50 m berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik.

e) Menentukan Nilai θ_s

$$\begin{aligned}
 \theta_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R} \\
 \theta_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{50}{200} = 7,166^\circ
 \end{aligned}$$

f) Menentukan Sudut Lengkung Bagian *Circle*

$$\begin{aligned}
 \Delta c &= \Delta - 2\theta_s \\
 \Delta c &= 26,731 - 2 \times 7,166^\circ \\
 \Delta c &= 12,400 \text{ m}
 \end{aligned}$$

g) Panjang Busur Lingkaran (panjang dari SC ke CS)

$$\begin{aligned}
 L_c &= \frac{\Delta c}{180} \times \pi \times R \\
 L_c &= \frac{12,400}{180} \times \pi \times 200 \\
 L_c &= 43,261 \text{ m}
 \end{aligned}$$

h) Menentukan Panjang Tangen Terhadap *Spiral* (p)

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s)$$

$$p = \frac{50^2}{6 \times 200} - 200(1 - \cos 7,166^\circ)$$

$$p = 0,521 \text{ m}$$

i) Menentukan Absis P pada Tangen *Spiral*

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} - R \times \sin \theta_s$$

$$k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 200^2} - 200 \times \sin 7,166^\circ$$

$$k = 25,051 \text{ m}$$

i) Menentukan jarak P4 ke TS atau ST

$$T_s = (R + p) \times \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

$$T_s = (200 + 0,521) \times \tan \frac{28,222^\circ}{2} + 25,051$$

$$T_s = 72,694 \text{ m}$$

j) Menentukan jarak dari titik P4 ke puncak busur lingkaran

$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \frac{1}{2} \times \Delta} - R$$

$$E_s = \frac{(200 + 0,521)}{\cos \frac{1}{2} \times 28,222} - 200$$

$$E_s = 6,103 \text{ m}$$

j) Menentukan Panjang Bagian Lengkung

$$L_{\text{total}} = L_c + 2L_s$$

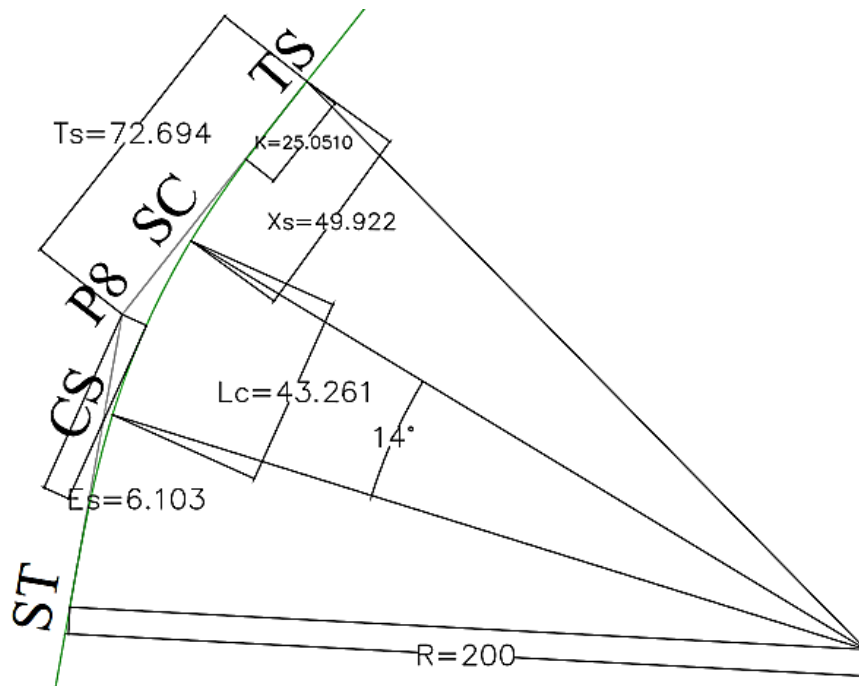
$$L_{\text{total}} = 43,261 + 2(50)$$

$$L_{\text{total}} = 143,261 \text{ m}$$

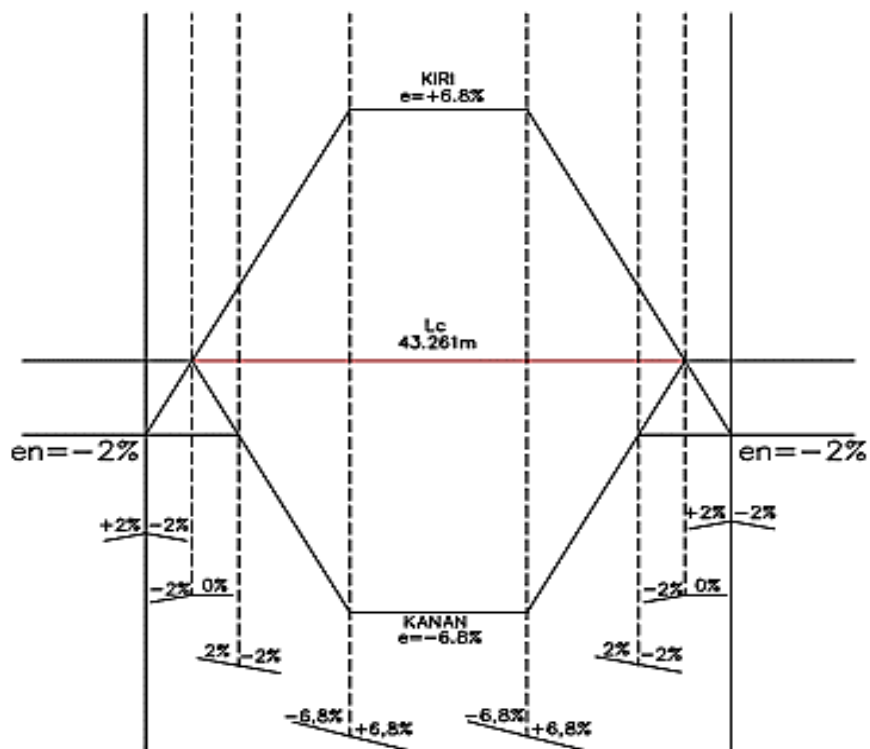
$$\text{Kontrol} = 2 \times T_s > L_{\text{total}}$$

$$= 2 \times 120,104 > 143,261$$

$$= 145,388 \text{ m} < 143,261 \text{ m (OK)}$$



Gambar 3.26 Tikungan 8 Spiral-Circle-Spiral (SCS)



Gambar 3.27 Diagram Superelevasi Tikungan 8 Spiral-Circle-Spiral (SCS)

i. Tikungan 9

Pada tikungan ini digunakan jenis Spiral – Circle – Spiral (SCS), dimana:

Kecepatan Rencana (V_r)	= 60 km/jam
Sudut Bearing ($\Delta 1$)	= 21,573°
Jari – jari (R)	= 200 m
Superelevasi Normal (e_n)	= 2 %
Superelevasi Maksimum (e_{max})	= 8 %
Koefisien gesek (f_m)	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times V_r + 0,192$
	= $f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times 60 + 0,192$
	= 0,153

Perhitungan:

a) Menentukan Jari-jari Minimum

$$R_{min} = \frac{v_r^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

$$= \frac{60^2}{127(0,08 + 0,153)} = 121,659 \text{ m}$$

$$200 \text{ m} > 121,659 \text{ (OK)}$$

b) Menentukan Derajat Lengkung

$$D_{max} = \frac{181913.53 \times (e_{max} + f_{max})}{V_r^2} = \frac{181913.53 \times (0,08 + 0,153)}{60^2} = 11,768^\circ$$

$$D = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{200} = 7,162 \text{ m}$$

c) Menentukan Nilai Superelevasi/Kemiringan Tikungan (e)

$$e = - \left(\frac{e_{max}}{D_{max}^2} \times D^2 \right) + \left(\frac{2 \times e_{max}}{D_{max}} \times D \right)$$

$$e = - \left(\frac{0,08}{11,768^2} \times 7,162^2 \right) + \left(\frac{2 \times 0,08}{11,768} \times 7,162 \right)$$

$$= 0,068 \sim 6,8\%$$

f) Menentukan Lengkung Peralihan (L_s)

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik:

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \times T = \frac{60}{3,6} \times 3 = 50 \text{ m}$$

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal (Rumus Short $C=0,4 \text{ m/dt}^3$):

$$\begin{aligned}
 L_s &= 0,022 \frac{VR^3}{R \times C} - 2,727 \frac{VR \times e}{C} \\
 &= 0,022 \frac{60^3}{200 \times 0,4} - 2,727 \frac{60 \times 0,063}{0,4} \\
 &= 31,689 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian kelandaian:

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \times r_e} \times VR \\
 L_s &= \frac{(0,08 - 0,02)}{3,6 \times 0,025} \times 60 \\
 &= 40 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi, diambil nilai L_s terbesar yaitu 50 m berdasarkan waktu tempuh maksimum 3 detik.

g) Menentukan Nilai θ_s

$$\begin{aligned}
 \theta_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{R} \\
 \theta_s &= \frac{90}{\pi} \times \frac{50}{200} = 7,166^\circ
 \end{aligned}$$

d) Menentukan Sudut Lengkung Bagian *Circle*

$$\begin{aligned}
 \Delta c &= \Delta - 2\theta_s \\
 \Delta c &= 21,573 - 2 \times 3,583^\circ \\
 &= 7,242 \text{ m}
 \end{aligned}$$

e) Panjang Busur Lingkaran (panjang dari SC ke CS)

$$\begin{aligned}
 L_c &= \frac{\Delta c}{180} \times \pi \times R \\
 L_c &= \frac{7,242}{180} \times \pi \times 200 = 25,266 \text{ m}
 \end{aligned}$$

f) Menentukan Panjang Tangen Terhadap *Spiral* (p)

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \\
 p &= \frac{50^2}{6 \times 400} - 400(1 - \cos 3,853) \\
 p &= 0,521 \text{ m} > 0,25 \text{ m (Tikungan SCS)}
 \end{aligned}$$

g) Menentukan Absis P pada Tangen *Spiral*

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \times R^2} - R \times \sin \theta_s$$

$$k = 50 - \frac{50^3}{40 \times 200^2} - 200 \times \sin 7,166$$

$$k = 25,051 \text{ m}$$

h) Menentukan jarak P9 ke TS atau ST

$$T_s = (R + p) \times \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

$$T_s = (200 + 0,521) \times \tan \frac{21,573}{2} + 25,051$$

$$T_s = 63,253 \text{ m}$$

i) Menentukan jarak dari titik P9 ke puncak busur lingkaran

$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \frac{1}{2} \times \Delta} - R$$

$$E_s = \frac{(200 + 0,521)}{\cos \frac{1}{2} \times 21,573} - 200$$

$$E_s = 4,127 \text{ m}$$

j) Menentukan absis titik SC pada garis tangen

$$X_s = L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R^2}\right)$$

$$X_s = 50 \times \left(1 - \frac{50^2}{40 \times 200^2}\right)$$

$$X_s = 49,922 \text{ m}$$

k) Menentukan Koordinat titik SC pada garis tegak lurus tangen

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R}$$

$$Y_s = \frac{50^2}{6 \times 200}$$

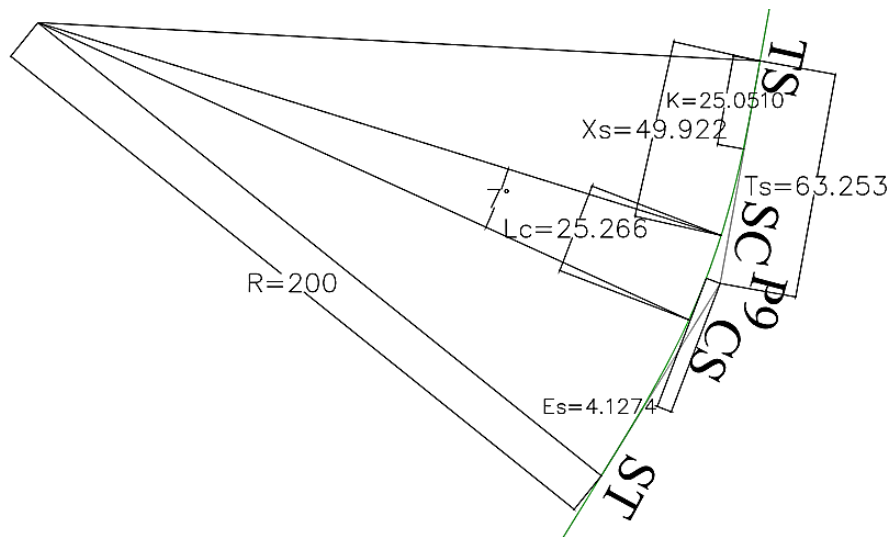
$$Y_s = 2,083 \text{ m}$$

l) Menentukan Panjang Bagian Lengkung

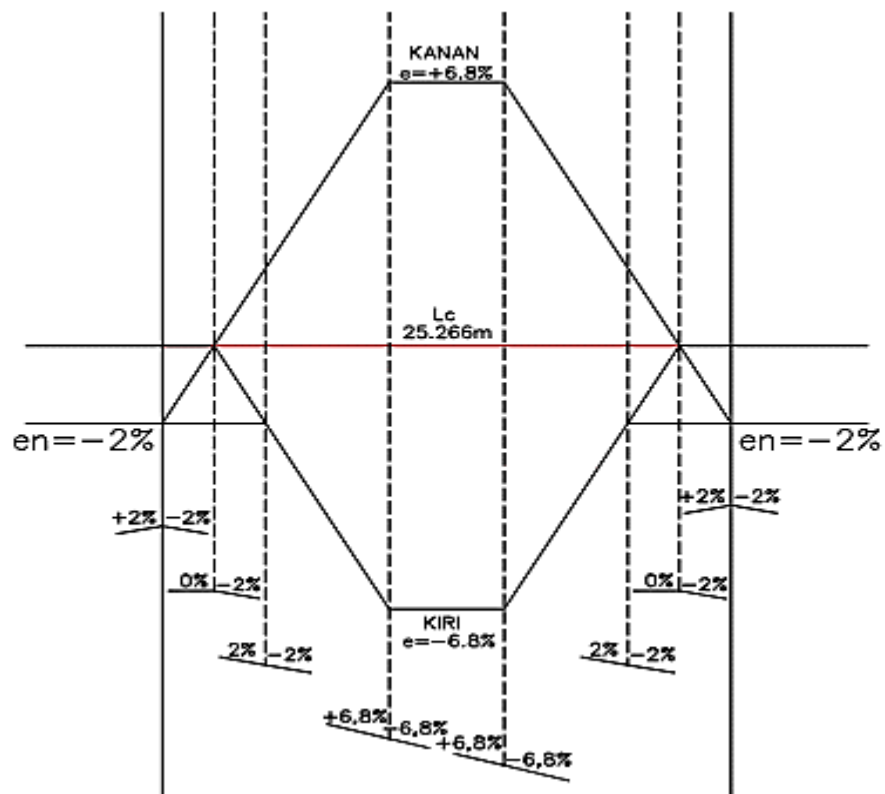
$$L_{\text{total}} = L_c + 2L_s$$

$$L_{\text{total}} = 25,266 + 2(50) = 125,266 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kontrol} &= 2 \times T_s > L_{\text{total}} \\
 &= 2 \times 101,259 \text{ m} > 125,266 \\
 &= 126,507 \text{ m} > 125,266 \text{ m (OK)}
 \end{aligned}$$



Gambar 3.28 Diagram Superelevasi Tikungan 9 Spiral-Circle-Spiral (SCS)



Gambar 3.29 Diagram Superelevasi Tikungan 9 Spiral-Circle-Spiral (SCS)

Tabel 3.6 Perhitungan Tikungan Spiral-Circle-Spiral (SCS)

Uraian	Satuan	Tikungan					
		1	4	5	7	8	9
Sudut	°	25	30	28	24	27	22
Kecepatan rencana (vr)	Km/jam	60	60	60	60	60	60
Jari-jari (R)	M	200	200	200	200	200	200
Superelevasi max (emax)	%	8	8	8	8	8	8
Superelevasi normal (en)	%	2	2	2	2	2	2
Superelevasi (e)	%	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068
Koefisien Gesek (fmax)		0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153
Jari-jari minimum (Rmin)	M	121.659	121.659	121.659	121.659	121.659	121.659
Cek R design > Rmin (OK)		OK	OK	OK	OK	OK	OK
Derajat lengkung maksimal (Dmax)	°	11.768	11.768	11.768	11.768	11.768	11.768
Derajat lengkung (D)	°	7.162	7.162	7.162	7.162	7.162	7.162
Lengkung Peralihan (Ls)							
Berdasarkan waktu tempuh maksimum	M	50	50	50	50	50	50
Berdasarkan gaya sentripugal	M	31.689	31.689	31.689	31.689	31.689	31.689
Berdasarkan tingkat perubahan kelandaian	M	40	40	40	40	40	40
Menentukan Lengkung bagian spiral Θ_s	°	7.166	7.166	7.166	7.166	7.166	7.166
Panjang Lengkung Circle Δc	°	10.636	15.892	13.891	9.348	12.400	7.242
Panjang Busur Lingkaran (panjang dari titik SC ke CS) (Lc)	M	37.107	55.445	48.463	32.613	43.261	25.266
Panjang Tangen Terhadap Spiral (p)	M	0.521	0.521	0.521	0.521	0.521	0.521
Absis p pada Tangen Spiral (K)	M	25.051	25.051	25.051	25.051	25.051	25.051
Jarak P1 ke TS atau ST (Ts)	M	69.445	79.199	75.459	67.086	72.694	63.253
Jarak dari Titik P1 ke Puncak Busur Lingkaran (Es)	M	5.376	7.703	6.760	4.879	6.103	4.127
Abis Titik SC Pada Garis Tangen (Xs)	M	49.922	49.922	49.922	49.922	49.922	49.922
Menentukan Kordinat Titik SC Pada Tegak Lurus Garis Tangen							
Ys	M	2.083	2.083	2.083	2.083	2.083	2.083
L. Total	M	137.107	155.445	148.463	132.613	143.261	125.266
Kontrol	M	138.889	158.398	150.918	134.171	145.388	126.507

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 3.7 Perhitungan Tikungan Full Circle (FC)

Uraian	Satuan	Tikungan		
		2	3	6
Sudut	°	13	12	11
Kecepatan rencana (vr)	Km/jam	60	60	60
Jari-jari (R)	M	600	600	600
Superelevasi max (emax)	%	8	8	8
Superelevasi normal (en)	%	2	2	2
Koefisien Gesek (fmax)		0.153	0.153	0.153
Jari-jari minimum (Rmin)	M	121.659	121.659	121.659
Derajat lengkung maksimal (Dmax)	°	11.774	11.774	11.774
Derajat lengkung (D)	°	2.387	2.387	2.387
Superelevasi (e)	%	0.029	0.029	0.029
Lengkung Peralihan (Ls)				
Berdasarkan waktu tempuh maksimum	M	50.000	50.000	50.000
Berdasarkan gaya sentripugal	M	-0.489	-0.718	-0.922
Berdasarkan tingkat perubahan kelandaian	M	40.000	40.000	40.000
Berdasarkan Tabel	M	20	20	20
Sudut lengkung spiral (øS)	°	0.955	0.955	0.955
Panjang Lengkung Circle Δc	°	11.381	10.483	9.400
penentuan panjang pergeseran tangen terhadap spiral (p)	M	0.028	0.028	0.028
penampang melintang tc (X)	%	0.017	0.026	0.026
Jarak PI ke TS atau ST (Tc)	M	69.911	65.149	59.417
Jarak dari titik PI ke puncak busur lingkaran (Ec)	M	8.146	7.074	5.884
Panjang busur lingkaran (Lc)	M	139.123	129.724	118.388
Kontrol		139.821	130.298	118.835

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

3.2.5. Perhitungan Kontrol (Overlapping)

Untuk mengetahui apakah hasil perencanaan geometrik alinyemen horizontal tidak terjadi overlapping, maka diperlukan perhitungan kontrol overlapping antara lengkung horizontal yang satu dengan yang lain.

1. Titik awal proyek A dengan Tikungan 1 (SCS)

$$\begin{aligned}
 A-P1 &= Ts1 + 30 \leq d1 \\
 &= 69,445 + 30 \leq d1 \\
 &= 99,445 \text{ m} \leq 869,422 \text{ m (OK)}
 \end{aligned}$$

2. Tikungan 1 (SCS) dengan Tikungan 2 (FC)

$$\begin{aligned}
 P1-P2 &= Ts1 + Tc2 + \left(\frac{3}{4} \times Ls\right) + 30 \leq d2 \\
 &= 69,445 + 69,911 + \left(\frac{3}{4} \times 20\right) + 30 \leq d2 \\
 &= 184,355 \text{ m} \leq 856,760 \text{ m (OK)}
 \end{aligned}$$

3. Tikungan 2 (FC) dengan Tikungan 3 (FC)

$$\begin{aligned}
 P2-P3 &= Tc2 + (3/4 Ls) + Tc3 + (3/4 Ls) + 30 \leq d3 \\
 &= 69,911 + (3/4 \times 20) + 65,149 + (3/4 \times 20) + 30 \leq d3 \\
 &= 195,060 \text{ m} \leq 578,760 \text{ m (OK)}
 \end{aligned}$$

4. Tikungan 3 (FC) dengan Tikungan 4 (SCS)

$$\begin{aligned}
 P3-P4 &= Tc3 + \left(\frac{3}{4} \times Ls\right) + Ts4 + 30 \leq d4 \\
 &= 65,149 + \left(\frac{3}{4} \times 20\right) + 79,199 + 30 \leq d4 \\
 &= 189,348 \text{ m} \leq 834,941 \text{ m (OK)}
 \end{aligned}$$

5. Tikungan 4 (SCS) dengan Tikungan 5 (SCS)

$$\begin{aligned}
 P4-P5 &= Ts4 + Ts5 + 30 \leq d5 \\
 &= 79,199 + 75,459 + 30 \leq d5 \\
 &= 184,658 \text{ m} \leq 723,313 \text{ m (OK)}
 \end{aligned}$$

6. Tikungan 5 (SCS) dengan Tikungan 6 (FC)

$$\begin{aligned}
 P5-P6 &= Ts5 + Tc6 + \left(\frac{3}{4} \times Ls\right) + 30 \leq d6 \\
 &= 75,459 + 65,149 + \left(\frac{3}{4} \times 20\right) + 30 \leq d6 \\
 &= 179,877 \text{ m} \leq 1033,431 \text{ m (OK)}
 \end{aligned}$$

7. Tikungan 6 (FC) dengan Tikungan 7 (SCS)

$$\begin{aligned}
 P6-P7 &= Tc6 + \left(\frac{3}{4} \times Ls\right) + Ts7 + 30 \leq d7 \\
 &= 65,149 + \left(\frac{3}{4} \times 20\right) + 67,086 + 30 \leq d7
 \end{aligned}$$

$$= 171,503 \text{ m} \leq 1238,808 \text{ m (OK)}$$

8. Tikungan 7 (SCS) dengan Tikungan 8 (SCS)

$$\begin{aligned} P7-P8 &= Ts7 + Ts8 + 30 \\ &= 67,086 + 72,694 + 30 \\ &= 169,780 \leq 1005,389 \text{ m (OK)} \end{aligned}$$

9. Tikungan 8 (SCS) dengan Tikungan 9 (SCS)

$$\begin{aligned} P8-P9 &= Ts8 + Ts9 + 30 \\ &= 72,694 + 63,253 + 30 \\ &= 165,947 \text{ m} \leq 865,653 \text{ m (OK)} \end{aligned}$$

10. Tikungan 9 (SCS) dengan Tikungan Akhir (B)

$$\begin{aligned} P9-B &= Ts9 + 30 \\ &= 63,253 + 30 \\ &= 93,253 \text{ m} \leq 748,351 \text{ m (OK)} \end{aligned}$$

3.2.6. Perhitungan Pelebaran Perkerasan pada Tikungan

Pada perhitungan pelebaran perkerasan dibawah ini dilakukan pada setiap tikungan yang direncanakan yaitu *Spiral-Circle-Spiral* (SCS), dan *Full Circle* (FC). Selanjutnya, perhitungan pelebaran perkerasan pada semua tikungan akan ditampilkan dalam bentuk tabel.

1. Tikungan (1, 4, 5, 7, 8, 9) *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

Kecepatan (V_r)	= 60 km/jam
Jari-jari tikungan (R)	= 200 meter
Jumlah lajur (n)	= 2 lajur
Lebar badan jalan (B_n)	= 7 m
Kebebasan samping (C)	= 1 m
Asumsi lebar kendaraan (b)	= 2,5 m

Perhitungan :

$$R_c = R - \frac{1}{2}B_n + \frac{1}{2}b$$

$$\begin{aligned}
&= 200 \text{ m} - \left(\frac{1}{2} \times 7 \text{ m}\right) + \left(\frac{1}{2} \times 2,5 \text{ m}\right) \\
&= 197,750 \text{ m} \\
Z &= 0,105 \times \frac{V_r}{\sqrt{R}} \\
&= 0,105 \times \frac{60 \text{ m}}{\sqrt{200 \text{ m}}} \\
&= 0,445 \text{ m} \\
B &= \sqrt{(\sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} - \sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25 \\
&= \sqrt{(\sqrt{(197,750^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} - \sqrt{(197,750^2 - 64)} + 1,25 \\
&= 2,823 \text{ m} \\
Bt &= n (B + C) + Z \\
&= 2 \times (2,823 + 1) + 0,445 \\
&= 8,091 \text{ m} \\
\Delta b &= Bt - Bn \\
&= 8,091 \text{ m} - 7 \text{ m} \\
&= 1,091 \text{ m}
\end{aligned}$$

2. Tikungan (2,3,6) *Full Circle* (FC)

Kecepatan (V_r)	= 60 km/jam
Jari-jari tikungan (R)	= 600 meter
Jumlah lajur (n)	= 2 lajur
Lebar badan jalan (B_n)	= 7 m
Kebebasan samping (C)	= 1 m
Asumsi lebar kendaraan (b)	= 2,5 m

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
Rc &= R - \frac{1}{2}B_n + \frac{1}{2}b \\
&= 600 \text{ m} - \left(\frac{1}{2} \times 7 \text{ m}\right) + \left(\frac{1}{2} \times 2,5 \text{ m}\right) \\
&= 597,75 \text{ m} \\
Z &= 0,105 \times \frac{V_r}{\sqrt{R}} \\
&= 0,105 \times \frac{60 \text{ m}}{\sqrt{600 \text{ m}}} = 0,257 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= \sqrt{(\sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} - \sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25 \\
 &= \sqrt{(\sqrt{(597,75^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} - \sqrt{(597,75^2 - 64)} + 1,25 \\
 &= 2,607 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_t &= n (B + C) + Z \\
 &= 2 \times (2,607 + 1) + 0,257 \\
 &= 7,471 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta b &= B_t - B_n \\
 &= 7,471 \text{ m} - 7 \text{ m} \\
 &= 0,471 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021, pelebaran yang lebih kecil dari 0,5 meter dapat diabaikan.

Tabel 3.8 Perhitungan Pelebaran Perkerasan Tikungan

Tikungan	V _r	N	R	C	b	BN	RC	B	Z	B _t	Δb
1	60	2	200	1	2,5	7	197,75	0,445	2.823	8,091	1,091
2	60	2	600	1	2,5	7	597,75	0,257	2.607	7.471	0,471
3	60	2	600	1	2,5	7	597,75	0,257	2.607	7.471	0,471
4	60	2	200	1	2,5	7	197,75	0,445	2.823	8,091	1,091
5	60	2	200	1	2,5	7	197,75	0,445	2.823	8,091	1,091
6	60	2	600	1	2,5	7	597,75	0,257	2.607	7.471	0,471
7	60	2	200	1	2,5	7	197,75	0,445	2.823	8,091	1,091
8	60	2	200	1	2,5	7	197,75	0,445	2.823	8,091	1,091
9	60	2	200	1	2,5	7	197,75	0,445	2.823	8,091	1,091

(Sumber: Perhitungan, 2024)

3.2.7. Kebebasan Samping Tikungan

Daerah bebas samping di tikungan berfungsi untuk menjamin kebebasan pandangan pengemudi dari halangan benda-benda di sisi jalan.

1. Berdasarkan Jarak Pandang Henti

a) Tikungan 1, *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

$$\text{Kecepatan (Vr)} = 60 \text{ km/jam}$$

$$\text{Jari-jari tikungan (R)} = 200 \text{ m}$$

$$\text{Jarak Pandang Henti (Jh)} = 85 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} M &= R \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{28.65 \times Jp}{R} \right) \right\} \\ &= 200 \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{28.65 \times 85}{200} \right) \right\} \\ &= 4.499 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Jp &= \frac{R}{28.65} \times \left\{ \cos' \left(\frac{R \times Jp}{R} \right) \right\} \\ &= \frac{200}{28.65} \times \left\{ \cos' \left(\frac{200 \times 85}{200} \right) \right\} \\ &= 5.858 \text{ m} \end{aligned}$$

b) Tikungan 2, *Full-Circle* (FC)

$$\text{Kecepatan (Vr)} = 60 \text{ km/jam}$$

$$\text{Jari-jari tikungan (R)} = 600 \text{ m}$$

$$\text{Jarak Pandang Henti (Jh)} = 85 \text{ m}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} M &= R \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{28.65 \times Jp}{R} \right) \right\} \\ &= 600 \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{28.65 \times 85}{600} \right) \right\} \\ &= 1.505 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Jp &= \frac{R}{28.65} \times \left\{ \cos' \left(\frac{R \times Jp}{R} \right) \right\} \\ &= \frac{600}{28.65} \times \left\{ \cos' \left(\frac{600 \times 85}{600} \right) \right\} \\ &= 13.690 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 3.9 Hasil Perhitungan Kebebasan Samping Berdasarkan Jph

Tikungan	Vr	Jph	R	M	Jph
	(km/jam)	(m)	(m)	(°)	(m)
Tikungan 1	60	85	200	4,499	5,858
Tikungan 2	60	85	600	1,505	13,690
Tikungan 3	60	85	600	1,505	13,690
Tikungan 4	60	85	200	4,499	5,858
Tikungan 5	60	85	200	4,499	5,858
Tikungan 6	60	85	600	1,505	13,690
Tikungan 7	60	85	200	4,499	5,858
Tikungan 8	60	85	200	4,499	5,858
Tikungan 9	60	85	200	4,499	5,858

(Sumber: Perhitungan, 2024)

2. Berdasarkan Jarak Pandang Mendahului (Jd)

a) Tikungan 1, *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

Kecepatan (Vr) = 60 km/jam

Jari-jari tikungan (R) = 200 m

Jarak Pandang Mendahului (Jpm) = 410 m

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 M &= R \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{28.65 \times Jp}{R} \right) \right\} \\
 &= 200 \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{28.65 \times 410}{200} \right) \right\} \\
 &= 96,193 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Jp &= \frac{R}{28,65} \times \left\{ \cos' \left(\frac{R \times Jp}{R} \right) \right\} \\
 &= \frac{200}{28,65} \times \left\{ \cos' \left(\frac{200 \times 410}{200} \right) \right\} \\
 &= 3,473 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b) Tikungan 2, *Full-Circle* (FC)Kecepatan (V_r) = 60 km/jamJari-jari tikungan (R) = 600 mJarak Pandang Mendahului (J_{pm}) = 410 m

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 M &= R \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{28.65 \times J_p}{R} \right) \right\} \\
 &= 600 \times \left\{ 1 - \cos \left(\frac{28.65 \times 410}{600} \right) \right\} \\
 &= 34,687 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 J_p &= \frac{R}{28.65} \times \left\{ \cos' \left(\frac{R \times J_p}{R} \right) \right\} \\
 &= \frac{600}{28.65} \times \left\{ \cos' \left(\frac{600 \times 410}{600} \right) \right\} \\
 &= 19,901 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.10 Hasil Perhitungan Kebebasan Samping Berdasarkan J_{pm}

Tikungan	V_r	J_{pm}	R	M	J_p
	(km/jam)	(m)	(m)	(°)	(m)
1	60	410	200	96,193	3,473
2	60	410	600	34,687	19.901
3	60	410	600	34,687	19.901
4	60	410	200	96,193	3,473
5	60	410	200	96,193	3,473
6	60	410	600	34,687	19.901
7	60	410	200	96,193	3,473
8	60	410	200	96,193	3,473
9	60	410	200	96,193	3,473

(Sumber: Perhitungan, 2024)

3.2.8. Penentuan Stasioning

a. Awal proyek STA A = 160+100

b. Tikungan 1 *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

$$\begin{aligned}\text{STA TS1} &= \text{STA Titik A} + (d1 - Ts1) \\ &= 160+100 + (869,422 - 69,445) \\ &= 160+899,98\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA SC1} &= \text{STA TS1} + L_s \\ &= 160+899,98 + 50 \\ &= 160+949,98\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA CS1} &= \text{STA SC1} + L_c \\ &= 160+949,98 + 37,107 \\ &= 160+987,08\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA ST1} &= \text{STA CS1} + L_s \\ &= 160+987,08 + 50 \\ &= 161+037,08\end{aligned}$$

c. Tikungan 2 *Full-Circle* (FC)

$$\begin{aligned}\text{STA TC2} &= \text{STA ST1} + (d2 - Ts1 - TC2) \\ &= 161+037,08 + (856,76 - 69,445 - 69,911) \\ &= 161+754,49\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{STA CT2} &= \text{STA TC2} + L_c \\ &= 161+754,49 + 139,123 \\ &= 161+893,61\end{aligned}$$

d. Tikungan 3 *Full-Circle* (FC)

$$\begin{aligned}\text{STA TC3} &= \text{STA TC2} + (d3 - Tc2 - Tc3) \\ &= 161+893,61 + (578,788 - 69,911 - 65,149) \\ &= 162+337,34\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CT3} &= \text{STA CT3} + L_c \\
 &= 162+337,34 + 129,724 \\
 &= 162+467,06
 \end{aligned}$$

e. Tikungan 4 *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

$$\begin{aligned}
 \text{STA TS4} &= \text{STA CT 3} + (d4 - T_{c3} - T_{s4}) \\
 &= 162+467,06 + (834,941 - 65,149 - 79,199) \\
 &= 163+157,66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA SC4} &= \text{STA TS 4} + L_s \\
 &= 163+157,66 + 50 \\
 &= 163+207,66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CS4} &= \text{STA SC 4} + L_c \\
 &= 163+207,66 + 55,445 \\
 &= 163+263,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA ST4} &= \text{STA CS 4} + L_s \\
 &= 163+263,10 + 50 \\
 &= 163+313,10
 \end{aligned}$$

f. Tikungan 5 *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

$$\begin{aligned}
 \text{STA TS5} &= \text{STA ST 5} + (d5 - T_{C 4} - T_{s 5}) \\
 &= 163+313,10 + (723,313 - 79,199 - 75,459) \\
 &= 163+881,76
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA SC5} &= \text{STA TS 5} + L_s \\
 &= 163+881,76 + 50 \\
 &= 163+931,76
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CS5} &= \text{STA SC 5} + L_c \\
 &= 163+931,76 + 48,463 \\
 &= 163+980,22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA ST5} &= \text{STA CS 5} + L_s \\
 &= 163+980,22 + 50 \\
 &= 164+030,22
 \end{aligned}$$

g. Tikungan 6 *Full-Circle* (FC)

$$\begin{aligned}
 \text{STA TC6} &= \text{STA ST5} + (d_6 - T_{s5} - T_{c6}) \\
 &= 164+030,22 + (1033,431 - 75,459 - 59,417) \\
 &= 164+928,77
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CT6} &= \text{STA TC 6} + L_c \\
 &= 164+928,77 + 118,388 \\
 &= 165+047,16
 \end{aligned}$$

h. Tikungan 7 *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

$$\begin{aligned}
 \text{STA TS7} &= \text{STA CT6} + (d_7 - T_{c6} - T_{s7}) \\
 &= 165+047,16 + (1238,808 - 59,417 - 67,086) \\
 &= 166+159,47
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA SC7} &= \text{STA TS 7} + L_s \\
 &= 166+159,47 + 50 \\
 &= 166+209,47
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CS7} &= \text{STA SC 7} + L_c \\
 &= 166+209,47 + 32,613 \\
 &= 166+242,08
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA ST7} &= \text{STA CS 7} + L_s \\
 &= 166+242,08 + 50 \\
 &= 166+292,08
 \end{aligned}$$

i. Tikungan 8 *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

$$\begin{aligned}
 \text{STA TS8} &= \text{STA ST7} + (d_8 - T_{s7} - T_{s8}) \\
 &= 166+292,08 + (1005,389 - 67,086 - 72,694) \\
 &= 167+157,69
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA SC8} &= \text{STA TS 8} + L_s \\
 &= 167+157,69 + 50 \\
 &= 167+207,69
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CS8} &= \text{STA SC 8} + L_c \\
 &= 167+207,69 + 43,261 \\
 &= 167+250,95
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA ST8} &= \text{STA CS 8} + L_s \\
 &= 167+250,95 + 50 \\
 &= 167+300,95
 \end{aligned}$$

j. Tikungan 9 *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

$$\begin{aligned}
 \text{STA TS9} &= \text{STA ST 9} + (d_9 - T_s 8 - T_s 9) \\
 &= 167+300,95 + (865,653 - 72,694 - 63,253) \\
 &= 168+030,66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA SC9} &= \text{STA TS 9} + L_s \\
 &= 168+030,66 + 50 \\
 &= 168+080,66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA CS9} &= \text{STA SC 9} + L_c \\
 &= 168+080,66 + 25,266 \\
 &= 168+105,92
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA ST9} &= \text{STA CS 9} + L_s \\
 &= 168+105,92 + 50 \\
 &= 168+155,92
 \end{aligned}$$

k. Akhir proyek STA B

$$\begin{aligned}
 \text{STA B} &= \text{STA ST9} + (D_{10} - T_{S9}) \\
 &= 169+155,92 + (748,351 - 63,253) \\
 &= 168+841,02
 \end{aligned}$$

3.3. Perhitungan Alinyemen Vertikal

Beberapa aspek yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan alinyemen vertikal adalah sebagai berikut:

1. Landai maksimum

Untuk Kecepatan Rencana (V_r) = 60 km/jam, maka kelandaian maksimum yang direncanakan adalah 6%.

2. Panjang landai kritis

Untuk panjang landai kritis kecepatan awal tanjakan adalah (V_r) = 60 km/jam kelandaian maksimum 6%, maka panjang kritis jalan adalah 350 m.

3. Penentuan elevasi Permukaan tanah Asli

4. Lengkung vertikal

Untuk Pergantian dari satu kelandaian ke kelandaian yang lain dilakukan dengan menggunakan lengkung vertikal.

3.3.1. Perhitungan Grade

Tabel 3.11 Elevasi Muka Tanah Asli

Elevasi Muka Tanah Asli			
STA	Elevasi	STA	Elevasi
160+100	21.734	164+970	44.095
160+420	27.392	165+225	49.444
160+640	28	165+510	45.248
160+810	20.885	165+845	47.075
160+987	23.563	166+185	48.322
161+221	31.884	166+380	48
161+565	30.929	166+618	42.422
161+865	28.344	166+930	53.92
162+120	33.626	167+215	56.501
162+390	39.122	167+527	52.46
162+626	45.291	167+782	50.282
162+940	47.011	168+085	49.686
163+240	49.911	168+305	47.066
163+540	44.698	168+606	39
163+822	40.373	168+842	46.066
164+130	34.026		
164+380	39.913		
164+675	38.499		

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Untuk nilai grade dilakukan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} g1 &= \frac{Elev. PPV1 - Elev. A}{Jarak} \times 100 \% \\ &= \frac{21.734 - 27,392}{320} \times 100 \% \\ &= 1,77 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g2 &= \frac{Elev. PPV2 - Elev. PPV1}{Jarak} \times 100 \% \\ &= \frac{28 - 20,885}{220,03} \times 100 \% \\ &= 0,28 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= g2 - g1 \\ &= 1,77 \% - 0,28\% \\ &= 1,49 \% \end{aligned}$$

Tabel 3.12 Hasil Perhitungan Nilai Gradian

Grade	Titik	STA	Elevasi Rencana	Jarak (m)	Kemiringan Melintang (%)
g1	A	160+100	21.734	320.00	1.77
	PPV 1	160+420	27.392		
g2	PPV 2	160+640	28	220.03	0.28
g3	PPV 3	160+810	20.885	169.97	-4.19
g4	PPV 4	160+987	23.563	177.19	1.51
g5	PPV 5	161+221	31.884	233.31	3.57
g6	PPV 6	161+565	30.929	344.50	-0.28
g7	PPV 7	161+865	28.344	300.00	-0.86
g8	PPV 8	162+120	33.626	255.00	2.07
g9	PPV 9	162+390	39.122	270.00	2.04
g10	PPV 10	162+626	45.291	235.65	2.62
g11	PPV 11	162+940	47.011	314.35	0.55
g12	PPV 12	163+240	49.911	300.05	0.97
g13	PPV 13	163+540	44.698	299.95	-1.74
g14	PPV 14	163+822	40.373	281.87	-1.53
g15	PPV 15	164+130	34.026	308.13	-2.06
g16	PPV 16	164+380	39.913	250.00	2.35
g17	PPV 17	164+675	38.499	295.00	-0.48
g18	PPV 18	164+970	44.095	295.00	1.90
g19	PPV 19	165+225	49.444	255.00	2.10
g20	PPV 20	165+510	45.248	285.00	-1.47
g21	PPV 21	165+845	47.075	335.00	0.55
g22	PPV 22	166+185	48.322	340.00	0.37
g23	PPV 23	166+380	48	195.00	-0.17
g24	PPV 24	166+618	42.422	238.16	-2.34
g25	PPV 25	166+930	53.92	311.84	3.69
g26	PPV 26	167+215	56.501	285.29	0.90
g27	PPV 27	167+527	52.46	311.85	-1.30
g28	PPV 28	167+782	50.282	254.75	-0.85
g29	PPV 29	168+085	49.686	303.11	-0.20
g30	PPV 30	168+305	47.066	220.00	-1.19
g31	PPV 31	168+606	39	300.83	-2.68
g32	PPV 32	168+842	46.066	236.43	2.99

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

3.3.2. Perhitungan Lengkung Vertikal

1. Lengkung Vertikal (Cembung)

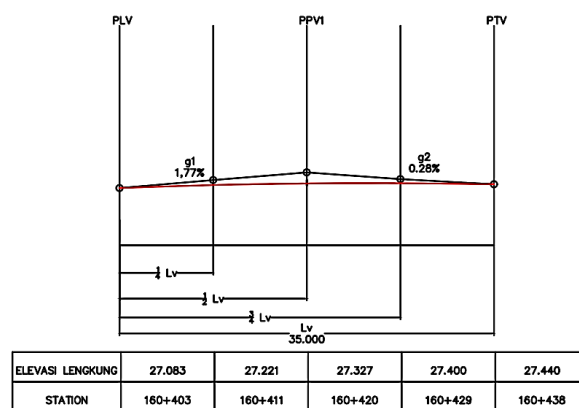
$$\begin{aligned}\text{Stationing PV1} &= 160 + 420 \\ V_r &= 60 \text{ km/jam} \\ g_1 &= 1,77\% \\ g_2 &= 0,28\% \\ A &= 1,49\% (L_v \text{ Cembung})\end{aligned}$$

Untuk kecepatan rencana 60 km/jam dan $A = 1,49\%$. Maka didapatkan nilai $L_v = 35 \text{ m}$. Nilai L_v diperoleh dari grafik panjang lengkung vertikal cembung.

$$\begin{aligned}\text{a) STA PLV 1} &= \text{STA PPV 1} - (\frac{1}{2} \times L_v) \\ &= 160+420 - (1/2 \times 35) \\ &= 160+403 \\ \text{b) Elevasi PLV 1} &= \text{Elevasi PPV 1} - (1/2 \times L_v \times g_1)/100 \\ &= 27,392 - (1/2 \times 35 \times 1,77)/100 \\ &= 27,083 \\ \text{c) STA } \frac{1}{4} L_v &= \text{STA PPV 1} - X \\ &= 160+430 - 8,75 \\ &= 160+411 \\ \text{d) Elevasi } \frac{1}{4} L_v &= \text{Elevasi PPV 1} - (1/4 \times L_v \times g_1)/100 - Y \\ &= 27,392 - (1/4 \times 35 \times 1,77)/100 - 0,0163 \\ &= 27,221 \\ \text{e) STA } \frac{1}{2} L_v &= \text{STA PPV 1} \\ &= 160+420 \\ \text{f) Elevasi } \frac{1}{2} L_v &= \text{Elevasi PPV 1} - E_v \\ &= 27,392 - 0,0652 \\ &= 27,327 \\ \text{g) STA } \frac{3}{4} L_v &= \text{STA PPV 1} + X \\ &= 160+420 + 8,75 \\ &= 160+429 \\ \text{h) Elevasi } \frac{3}{4} L_v &= \text{Elevasi PPV 1} - (1/4 \times L_v \times g_2)/100 - Y \\ &= 27,392 + (1/4 \times 35 \times 0,28)/100 - 0,0163 = 27,400\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{i) STA PTV} &= \text{STA PPV 1} + \frac{1}{2} \times L_v \\
 &= 160+420 + \frac{1}{2} \times 35 \\
 &= 160+438 \\
 \text{j) Elevasi PTV} &= \text{Elevasi PPV 1} + (1/2 \times L_v \times g_2)/100 \\
 &= 27,392 + (1/2 \times 35 \times 0,28)/100 \\
 &= 27,440
 \end{aligned}$$

didapatkan nilai $(\Delta b) = 1,091 \text{ m} > 0,5 \text{ m}$, maka memerlukan pelebaran tikungan



Gambar 3.30 Lengkung Vertikal Cembung

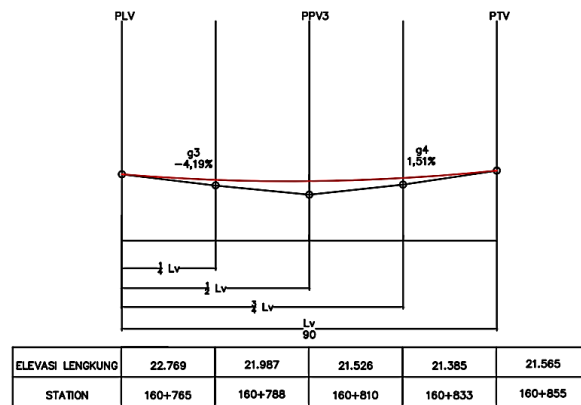
2. Lengkung Vertikal (Cekung)

$$\begin{aligned}
 \text{Stationing PPV3} &= 160 + 810 \\
 V_r &= 60 \text{ km/jam} \\
 g_1 &= -4,19\% \\
 g_2 &= 1.51\% \\
 A &= -5,70\% \text{ (Lv Cembung)}
 \end{aligned}$$

Untuk kecepatan rencana 60 km/jam dan $A = -5,70\%$. Maka didapatkan nilai $L_v = 90 \text{ m}$. Nilai L_v diperoleh dari grafik panjang lengkung vertikal cekung.

$$\begin{aligned}
 \text{a) STA PLV 3} &= \text{STA PPV3} - (\frac{1}{2} \times L_v) \\
 &= 160+810 - (1/2 \times 90) \\
 &= 160+765 \\
 \text{b) Elevasi PLV 3} &= \text{Elevasi PPV3} - (1/2 \times L_v \times g_1)/100 \\
 &= 20,885 - (1/2 \times 90 \times (-4,19))/100 \\
 &= 22,769
 \end{aligned}$$

- c) $STA \frac{1}{4} Lv = STA PPV3 - X$
 $= 160+810 - 22,5$
 $= 160+788$
- d) $Elevasi \frac{1}{4} Lv = Elevasi PPV3 - (1/4 \times Lv \times g1)/100 - Y$
 $= 20,885 - (1/4 \times 90 \times (-4,19))/100 - (-0,1602)$
 $= 21,987$
- e) $STA \frac{1}{2} Lv = STA PPV3$
 $= 160+810$
- f) $Elevasi \frac{1}{2} Lv = Elevasi PPV3 - Ev$
 $= 20,885 - (-0,6410)$
 $= 21,526$
- g) $STA \frac{3}{4} Lv = STA PPV3 + X$
 $= 160+810 + 22,5$
 $= 160+833$
- h) $Elevasi \frac{3}{4} Lv = Elevasi PPV3 - (1/4 \times Lv \times g2)/100 - Y$
 $= 20,885 + (1/4 \times 90 \times (1,51))/100 - (-0,1602)$
 $= 21.385$
- i) $STA PTV = STA PPV3 + (\frac{1}{2} \times Lv)$
 $= 160+810 + (\frac{1}{2} \times 90)$
 $= 160+855$
- j) $Elevasi PTV = Elevasi PPV3 + (1/2 \times Lv \times g2)/100$
 $= 20,885 + (1/2 \times 90 \times (1,51))/100$
 $= 21.565$



Gambar 3.31 Lengkung Vertikal Cekung

Tabel 3.13 Perhitungan Elevasi Lengkung Vertikal

Titik	Bentuk Lengkung	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv Grafik	Ev	X	Y		STA	Elevasi Vertikal
PPV 1	CEMBUNG	1.77	0.28	1.49	35	0.0653	8.75	0.0163	PLV 1	160403	27.083
									1/4 Lv	160+411	27.221
									1/2 Lv	160+420	27.327
									3/4 Lv	160+429	27.400
									PTV	160+438	27.440
PPV 2	CEMBUNG	0.28	-4.19	4.46	35	0.1952	8.75	0.0488	PLV 2	160623	27.952
									1/4 Lv	160+631	27.927
									1/2 Lv	160+640	27.805
									3/4 Lv	160+649	27.585
									PTV	160658	27.267
PPV 3	CEKUNG	-4.19	1.51	-5.70	90	-0.6410	22.5	-0.1602	PLV 3	160765	22.769
									1/4 Lv	160+788	21.987
									1/2 Lv	160+810	21.526
									3/4 Lv	160+833	21.385
									PTV	160855	21.565
PPV 4	CEKUNG	1.51	3.57	-2.06	45	-0.1156	11.25	-0.0289	PLV 4	160965	23.223
									1/4 Lv	160+976	23.422
									1/2 Lv	160+987	23.679

Titik	Bentuk Lengkung	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv Grafik	Ev	X	Y		STA	Elevasi Vertikal
PPV 5	CEMBUNG	3.57	-0.28	3.84	45	0.2162	11.25	0.0541	3/4 Lv	160+998	23.993
									PTV	161010	24.365
									PLV 5	161198	31.082
									1/4 Lv	161+209	31.429
									1/2 Lv	161+221	31.668
PPV 6	CEMBUNG	-0.28	-0.86	0.58	35	0.0256	8.75	0.0064	3/4 Lv	161+232	31.799
									PTV	161243	31.822
									PLV 6	161548	30.978
									1/4 Lv	161+556	30.947
									1/2 Lv	161+565	30.903
PPV 7	CEKUNG	-0.86	2.07	-2.93	55	-0.2016	13.75	-0.0504	3/4 Lv	161+574	30.847
									PTV	161583	30.778
									PLV 7	161838	28.581
									1/4 Lv	161+851	28.513
									1/2 Lv	161+865	28.546
PPV 8	CEMBUNG	2.07	2.04	0.04	35	0.0016	8.75	0.0004	3/4 Lv	161+879	28.679
									PTV	161893	28.914
									PLV 8	162103	33.264
									1/4 Lv	162+111	33.444
									1/2 Lv	162+120	33.624

Titik	Bentuk Lengkung	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv Grafik	Ev	X	Y		STA	Elevasi Vertikal
									3/4 Lv		
									PTV		
PPV 9	CEKUNG	2.04	2.62	-0.58	35	-0.0255	8.75	-0.0064	PLV 9	162373	38.766
									1/4 Lv	162+381	38.950
									1/2 Lv	162+390	39.147
									3/4 Lv	162+399	39.357
									PTV	162408	39.580
PPV 10	CEMBUNG	2.62	0.55	2.07	35	0.0906	8.75	0.0226	PLV 10	162608	44.833
									1/4 Lv	162+617	45.039
									1/2 Lv	162+626	45.200
									3/4 Lv	162+634	45.316
									PTV	162643	45.387
PPV 11	CEKUNG	0.55	0.97	-0.42	35	-0.0183	8.75	-0.0046	PLV 11	162923	46.915
									1/4 Lv	162+931	46.968
									1/2 Lv	162+940	47.029
									3/4 Lv	162+949	47.100
									PTV	162958	47.180
PPV 12	CEMBUNG	0.97	-1.74	2.70	35	0.1183	8.75	0.0296	PLV 12	163223	49.742
									1/4 Lv	163+231	49.797

Titik	Bentuk Lengkung	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv Grafik	Ev	X	Y		STA	Elevasi Vertikal
PPV 13	CEKUNG	-1.74	-1.53	-0.20	35	-0.0089	8.75	-0.0022	1/2 Lv	163+240	49.793
									3/4 Lv	163+249	49.729
									PTV	163258	49.607
									PLV 13	163523	45.002
									1/4 Lv	163+531	44.852
PPV 14	CEMBUNG	-1.53	-2.06	0.53	35	0.0230	8.75	0.0057	1/2 Lv	163+540	44.707
									3/4 Lv	163+549	44.566
									PTV	163558	44.429
									PLV 14	163804	40.642
									1/4 Lv	163+813	40.502
PPV 15	CEKUNG	-2.06	2.35	-4.41	70	-0.3863	17.5	-0.0966	1/2 Lv	163+822	40.350
									3/4 Lv	163+831	40.187
									PTV	163839	40.013
									PLV 15	164095	34.747
									1/4 Lv	164+113	34.483
									1/2 Lv	164+130	34.412
									3/4 Lv	164+148	34.535
									PTV	164165	34.850

Titik	Bentuk Lengkung	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv Grafik	Ev	X	Y		STA	Elevasi Vertikal
PPV 16	CEMBUNG	2.35	-0.48	2.83	35	0.1240	8.75	0.0310	PLV 16	164363	39.501
									1/4 Lv	164+371	39.676
									1/2 Lv	164+380	39.789
									3/4 Lv	164+389	39.840
									PTV	164398	39.829
PPV 17	CEKUNG	-0.48	1.90	-2.38	35	-0.1040	8.75	-0.0260	PLV 17	164658	38.583
									1/4 Lv	164+666	38.567
									1/2 Lv	164+675	38.603
									3/4 Lv	164+684	38.691
									PTV	164693	38.831
PPV 18	CEMBUNG	1.90	2.10	-0.20	35	-0.0088	8.75	-0.0022	PLV 18	164953	43.763
									1/4 Lv	164+961	43.931
									1/2 Lv	164+970	44.104
									3/4 Lv	164+979	44.281
									PTV	164988	44.462
PPV 19	CEMBUNG	2.10	-1.47	3.57	35	0.1562	8.75	0.0390	PLV 19	165208	49.077
									1/4 Lv	165+216	49.221

Titik	Bentuk Lengkung	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv Grafik	Ev	X	Y		STA	Elevasi Vertikal
PPV 20	CEKUNG	-1.47	0.55	-2.02	35	-0.0883	8.75	-0.0221	1/2 Lv	165+225	49.288
									3/4 Lv	165+234	49.276
									PTV	165243	49.186
									PLV 20	166601	45.506
									1/4 Lv	165+501	45.399
PPV 21	CEMBUNG	0.55	0.37	0.18	35	0.0078	8.75	0.0020	1/2 Lv	165+510	45.336
									3/4 Lv	165+519	45.318
									PTV	165528	45.343
									PLV 21	168068	46.980
									1/4 Lv	165+836	47.025
PPV 22	CEMBUNG	0.37	-0.17	0.53	35	0.0233	8.75	0.0058	1/2 Lv	165+845	47.067
									3/4 Lv	165+854	47.105
									PTV	165863	47.139
									PLV 22	168288	48.258
									1/4 Lv	166+176	48.284
									1/2 Lv	166+185	48.299
									3/4 Lv	166+194	48.302
									PTV	166203	48.293

Titik	Bentuk Lengkung	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv Grafik	Ev	X	Y		STA	Elevasi Vertikal
PPV 23	CEMBUNG	-0.17	-2.34	2.18	35	0.0952	8.75	0.0238	PLV 23	168588	48.029
									1/4 Lv	166+371	47.991
									1/2 Lv	166+380	47.905
									3/4 Lv	166+389	47.771
									PTV	166398	47.590
PPV 24	CEKUNG	-2.34	3.69	-6.03	97	-0.7310	24.25	-0.1828	PLV 24	166570	43.558
									1/4 Lv	166+594	43.173
									1/2 Lv	166+618	43.153
									3/4 Lv	166+642	43.499
									PTV	166667	44.210
PPV 25	CEMBUNG	3.69	0.90	2.78	35	0.1217	8.75	0.0304	PLV 25	166913	53.275
									1/4 Lv	166+921	53.567
									1/2 Lv	166+930	53.798
									3/4 Lv	166+939	53.969
									PTV	166948	54.078
PPV 26	CEMBUNG	0.90	-1.30	2.20	35	0.0963	8.75	0.0241	PLV 26	167198	56.343
									1/4 Lv	167+207	56.398

Titik	Bentuk Lengkung	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv Grafik	Ev	X	Y		STA	Elevasi Vertikal
PPV 27	CEKUNG	-1.30	-0.85	-0.44	35	-0.0193	8.75	-0.0048	1/2 Lv	167+215	56.405
									3/4 Lv	167+224	56.364
									PTV	167233	56.274
									PLV 27	167510	52.687
									1/4 Lv	167+518	52.578
PPV 28	CEMBUNG	-0.85	-0.20	-0.66	35	-0.0288	8.75	-0.0072	1/2 Lv	167+527	52.479
									3/4 Lv	167+536	52.390
									PTV	167545	52.310
									PLV 28	167764	50.432
									1/4 Lv	167+773	50.364
PPV 29	CEMBUNG	-0.20	-1.19	0.99	35	0.0435	8.75	0.0109	1/2 Lv	167+782	50.311
									3/4 Lv	167+791	50.272
									PTV	167799	50.248
									PLV 29	168068	49.720
									1/4 Lv	168+076	49.692
									1/2 Lv	168+085	49.643
									3/4 Lv	168+094	49.571
									PTV	168103	49.478

Titik	Bentuk Lengkung	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv Grafik	Ev	X	Y		STA	Elevasi Vertikal
PPV 30	CEMBUNG	-1.19	-2.68	1.49	35	0.0652	8.75	0.0163	PLV 30	168288	49.894
									1/4 Lv	168+296	49.774
									1/2 Lv	168+305	49.621
									3/4 Lv	168+314	49.435
									PTV	168323	49.217
PPV 31	CEKUNG	-2.68	2.99	-5.67	70	-0.4961	17.5	-0.1240	PLV 31	168571	48.004
									1/4 Lv	168+588	47.659
									1/2 Lv	168+606	47.562
									3/4 Lv	168+623	47.713
									PTV	168641	48.112

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

3.4. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

3.4.1. Parameter Perencanaan Perkerasan

a. Volume dan Komposisi Lalu Lintas

Perencanaan perkerasan jalan raya pada tugas akhir ini menggunakan metode bina marga 2017. Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata pada awal tahun 2023, diperkirakan secara keseluruhan jumlah kendaraan yang akan melewati ruas jalan tersebut dapat dilihat pada table 3.14

Tabel 3.14 Volume dan Komposisi Lalu Lintas Kendaraan Pada Tahun 2023

Jenis kendaraan	Jumlah kendaraan (Buah)
Mobil Penumpang (1+1) ton	1833
Bus Kecil (3+5) ton	330
Bus Besar (3+5) ton	376
Truk 2 Sumbu (2+4) ton	195
Truk 3 Sumbu (6+14) ton	90
Jumlah	991

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

b. Analisa Kekuatan Tanah Dasar Lapis Pondasi

1) Perhitungan CBR

Data CBR untuk ruas jalan Muaro Sebao – Sungai Landai Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi, dapat dilihat pada Tabel 3.15

Tabel 3.15 data CBR Tanah Dasar dari STA 160+100 – STA 168+842

NO	STA	CBR (%)	NO	STA	CBR (%)
1	160 + 100	13,25	22	164 + 300	9,44
2	160 + 300	9,62	23	164 + 500	10,27
3	160 + 500	11,39	24	164 + 700	9,39
4	160 + 700	11,28	25	164 + 900	10,30
5	160 + 900	13,42	26	165 + 100	10,33
6	161 + 100	10,71	27	165 + 300	8,92
7	161 + 300	10,13	28	165 + 500	10,87
8	161 + 500	10,92	29	165 + 700	9,87
9	161 + 700	10,48	30	165 + 900	10,63

NO	STA	CBR (%)	NO	STA	CBR (%)
10	161 + 900	11,57	31	166 + 100	11,49
11	162 + 100	9,71	32	166 + 300	8,60
12	162 + 300	11,64	33	166 + 500	10,99
13	162 + 500	10,98	34	166 + 700	11,68
14	162 + 700	12,89	35	166 + 900	9,28
15	162 + 900	9,36	36	167 + 100	10,58
16	163 + 100	10,64	37	167 + 300	8,24
17	163 + 300	11,35	38	167 + 500	11,07
18	163 + 500	9,65	39	167 + 700	12,23
19	163 + 700	8,28	40	167 + 900	10,77
20	163 + 900	12,86	41	168 + 400	10,85
21	164 + 100	11,13	42	168 + 842,26	7,68

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Cara Analisis Metode Distribusi normal standar:

$$\text{CBR segmen} = \text{CBRrata} - \frac{[(\text{CBRmax} - \text{CBRmin})]}{R}$$

$$\text{CBR MAX} = 13,42$$

$$\text{CBR MIN} = 7,68$$

$$\text{CBRrata} = \frac{444,1}{42} = 10,589 \%$$

Tabel 3. 16 Nilai R untuk perhitungan CBR segmen

Jumlah Titik	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,57
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

(Sumber: Hendra Suryadharma, 2009)

Jumlah titik pengamatan = 42 titik lebih dari > 10, maka R = 3,18

$$\text{CBR segmen} = 10,574 - \frac{[(13,42 - 7,68)]}{3,18} = 8,784\%$$

Dengan Nilai CBR segmen sebesar 8,784% maka tidak diperlukan stabilisasi tanah dasar dikarenakan nilai CBR minimum melebihi 6% sesuai dengan ketentuan desain perkerasan jalan 2017.

2) Lapis Pondasi Bawah Material Berbutir

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI-2052-2017. Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas A apabila menggunakan LMC setebal 10 cm. sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi dengan penyimpangan ijin 3%-5%. untuk keamanan direncanakan tebal lapis pondasi bawah material berbutir menggunakan jenis pondasi bawah batu pecah dengan tebal 15 cm

Parameter perencanaan:

- CBR tanah dasar : 8,784 %
- Kuat Tekan Beton : 350 Mpa
- Bahan pondasi bawah : Lapis Pondasi Agregat Kelas A
- Mutu baja tulangan : BJTU 39 ($F_y : 3390 \text{ kg/cm}^2$)
- Koef, gesek antara pelat : 1,3 Beton dengan pondasi (μ)
- Bahu jalan : ya (lapis berbutir)
- Ruji dowel : ya
- Tie bar : ya
- Pertumbuhan lalu lintas : 5,5%
- Umur rencana : 20 Tahun (SNI perkerasan 2021)

Direncanakan perkerasan beton bersambung dengan tulangan untuk jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi.

3.4.2. Perhitungan Tebal Perkerasan

a. Analisis Lalu Lintas

Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebanya untuk data lalu lintas harian rata-rata pada ruas jalan Muaro Sebao – Sungai Landai dapat dilihat pada table 3.17 berikut

Tabel 3. 17 Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebanya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jumlah Kendaraan (bh)	Jumlah Sumbu Perkendaraan (bh)	Jumlah Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
1	2				3	4	5 = (3) X (4)	6	7	8	9	10	11
Mobil Penumpang	1	1	-	-	1.833	-	-	-	-	-	-	-	-
Minibus, Pick UP	1	1	-	-	558	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus Kecil	3	5	-	-	330	2	660	3	330	5	330	-	-
Bus Besar	3	5	-	-	376	2	752	3	376	5	376	-	-
Truck 2 As	2	4	-	-	195	2	390	2	195	-	-	-	-
								4	195	-	-	-	-
Truck 3 As	6	14	-	-	90	2	180	6	90	-	-	14	90
Truck Gandeng	6	14	5	5	0	4	0	-	-	-	-	-	-
							1.982		1.186		706		90

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

RD = roda depan,

RB = roda belakang,

RGD = roda gandeng depan,

RGB = roda gandeng belakang,

STRT =sumbu tunggal roda tunggal,

STRG = sumbu tunggal roda ganda,

STdRG =sumbu tandem roda ganda

BS = beban sumbu,

JS = Jumlah sumbu

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (20 tahun).

$$JSKNH = 1982$$

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i}$$

$$R = \frac{(1+5,5\%)^{20}-1}{5,5\%} = 34,87$$

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

$$= 365 \times 1982 \times 34,87$$

$$= 43044574,10 \text{ sumbu kendaraan} \sim 4 \times 10^7$$

$$JSKN \text{ rencana} = C \times JSKN$$

$$JSKN \text{ rencana} = 0,7 \times 4 \times 10^7 = 30131201,87 \sim 3 \times 10^7$$

Berdasarkan rumus diatas didapatkan nilai JSKN sebesar jumlah 4×10^7 kelompok sumbu selama umur rencana digunakan sebagai input pada bagan desain 4. Nilai JSKN rencana sebesar 3×10^7 maka digunakan perkerasan R1 seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.18. Dari bagan yang desain didapat tebal pelat = 260 mm, lapis pondasi LMC = 100 mm, lapis pondasi kelas A = 150 mm

b. Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi

Tabel 3. 18 Jumlah repetisi beban selama umur rencana

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalin Rencana	Repetisi yang Terjadi
1	2	3	4	5	6	7 = (4*5*6)
STRT	6	90	0,076	0,598	30131201,87	1368218,05
	4	195	0,164	0,598	30131201,87	2964472,43
	3	706	0,595	0,598	30131201,87	10732910,45
	2	195	0,164	0,598	30131201,87	2964472,43
Total		1186				
STRG	5	706	1	0,356	30131201,87	10732910,45
Total		706				
STdRG	14	90	1	0,045	30131201,87	1368218,04
Total		90				
Total Kumulatif						30131201,87

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

c. Perhitungan Pelat Beton

Sumber Data Beton	: Hasil survey
Jenis Perkerasan	: BBDT (Beton Bersambung dengan Tulangan)
Jenis Bahu	: Dengan Beton
Umur rencana	: 20 tahun
Jumlah Sumbu Rencana Kend	: 4×10^7 Sumbu kendaraan
JSKN rencana	: 3×10^7 sumbu kendaraan
Faktor keamanan beban	: 1,2
f_{cf} umur 28 hari	: 400 Mpa
CBR tanah dasar	: 8,784 %
CBR efektif	: 37%
Tebal Tafsiran Pelat Beton	: 260 mm atau 26 cm

1. Perhitungan beban sumbu

$$\text{Beban sumbu Ton STRT} = 6 \text{ Ton} \times 10 = 60 \text{ Kn}$$

2. Perhitungan beban rencana per roda

$$\text{Beban rencana per roda STRT} = \frac{[(\text{Beban sumbu} \times f_k)]}{\text{Jumlah sumbu roda}}$$

$$\text{Beban rencana per roda STRT} = \frac{[60 \times 1,1]}{2} = 33$$

3. Mencari Faktor tegangan dan erosi

Nilai tegangan ekuivalen dan factor erosi dengan nilai CBR efektif 37% didapat:

Tabel 3. 19 Tegangan Setara dan Faktor Erosi tebal pelat 26 cm

CBR efektif (%)	Tegangan Setara			Faktor Erosi		
	STRT	STRG	STdRG	STRT	STRG	STdRG
37	0,56	0,85	0,71	1,4	2,0	2,08

(Sumber: Perencanaan Perkerasan jalan beton semen, 2003)

4. Menentukan Faktor Rasio Tegangan (FRT)

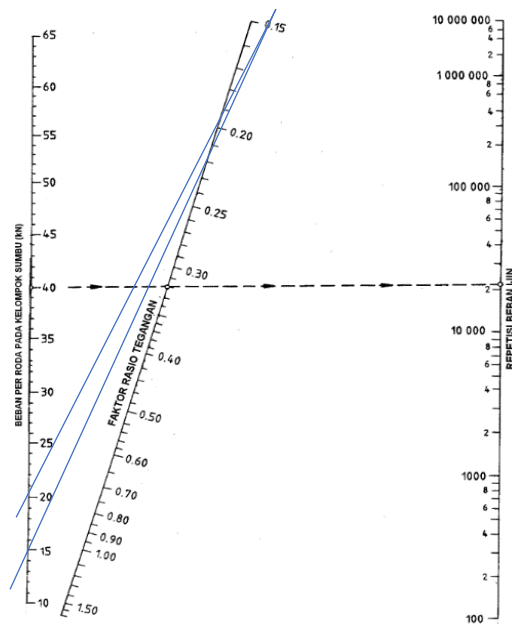
Faktor rasio tegangan dicari dengan membagi tegangan ekuivalen oleh **kuat Tarik lentur**

$$FRT \text{ STRT} = \frac{0,56}{4} = 0,14$$

$$FRT \text{ STRG} = \frac{0,85}{4} = 0,22$$

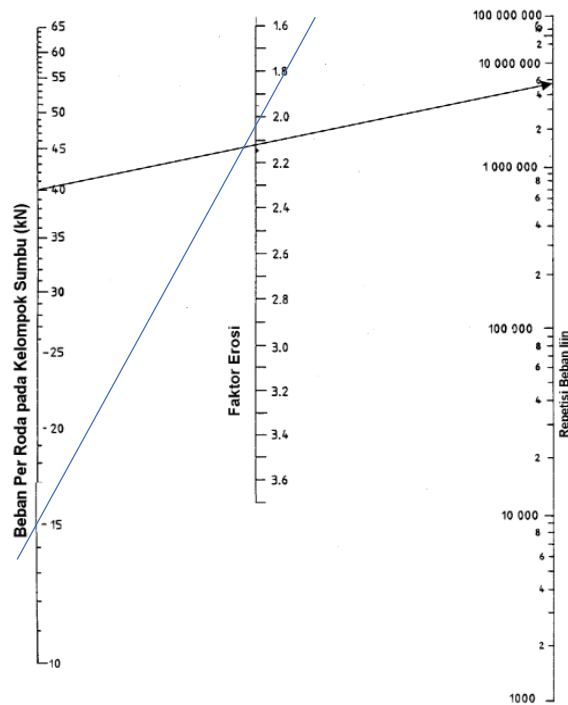
$$FRT \text{ STdRG} = \frac{0,71}{4} = 0,18$$

5. Menentukan jumlah repetisi ijin fatik dan repetisi ijin erosi



Gambar 19 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan /tanpa bahu beton

Gambar 3.32 Menentukan Jumlah Repetisi Ijin Fatik



Gambar 21 Analisis erosi dan jumlah repetisi beban berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton

Gambar 3.33 Menentukan Jumlah Repetisi Ijin Erosi

Dari gambar grafik di atas menunjukkan bahwa repetisi ijin fatik yang terjadi untuk semua jenis kendaraan adalah tidak terbatas. Repetisi beban ijin berdasarkan factor erosi dengan bahu untuk tebal pelat 26 cm adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 20 Perhitungan untuk tebal pelat 26 cm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban Rencana / Roda (Kn)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	Ton	Kn				Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak
1	2		3	4	5	6	7 = $4 \times 100 / 6$	8	9 = $4 \times 100 / 8$
STRT	6	60	36	1368218,047	TS = 0,56	TT	0	TT	0
	4	40	24	2964472,434	FRT = 0,14	TT	0	TT	0
	3	30	18	10732910,45	FE = 1,4	TT	0	TT	0
	2	20	12	2964472,434		TT	0	TT	0
STRG	5	50	15	10732910,45	TS = 0,85	TT	0	TT	0
					FRT = 0,22				
					FE = 2,0				
STdRG	14	140	21	1368218,047	TS = 0,71	TT	0	TT	0
					FRT = 0,18				
					FE = 2,08				

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Keterangan

- TS : Tegangan Setara
 FRT : Faktor Rasio Tegangan
 FE : Faktor Erosi
 TT : Tidak Terbatas

a. Perhitungan Tulangan

Berdasarkan perhitungan tebal, maka untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan digunakan:

1) Ukuran pelat:

- a) Tebal (h) = 26 cm
 b) Lebar pelat (L) = 2 X 3,5 m (7 m)
 c) Panjang pelat (p) = 15 m (Pedoman 8 – 15)

2) Sambungan susut dipasang tiap jarak : 15 m

Ruji (Dowel) yang digunakan adalah polos dengan Ø38 mm, panjang 450 mm dan jarak 300 mm. SNI-2052-2017

a) Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah (μ) = 1,3

b) Berat isi beton (M) = 2400 kg/m³

c) Grafitasi (g) = 9,81 m/det²

3) Tulangan memanjang:

Persentase tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap penampang beton:

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \\ &= \frac{1,3 \cdot 15 \text{ m} \cdot 2400 \cdot 9,81 \cdot 0,26}{2 \cdot 240} \\ &= 248,6835 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ Min} &= 0,1\% \times 260 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} \\ &= 260 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

As perlu < As Min Maka digunakan As Min

Misal Digunakan Tulangan Diameter 12

$$r = 6 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} s &= \frac{\pi r^2 \cdot 1000}{A_s} \\ s &= \frac{3,14 \cdot 6^2 \text{ mm}^2 \cdot 1000 \text{ mm}}{260 \text{ mm}^2} \\ s &= 434,769 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi Digunakan Tulangan D12-400

4) Tulangan melintang:

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \\ &= \frac{1,3 \cdot 7 \text{ m} \cdot 2400 \cdot 9,81 \cdot 0,26}{2 \cdot 240} \\ &= 116,052 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ min} = 0,1\% \times 260 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} = 260 \text{ mm}^2$$

As perlu < As Min Maka digunakan As Min

Misal Digunakan Tulangan Diameter 12

$$r = 6$$

$$s = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot 1000}{A_s}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 6^2 \text{ mm}^2 \cdot 1000 \text{ mm}}{260 \text{ mm}}$$

$$= 434,769 \text{ mm}^2$$

Jadi Digunakan Tulangan D12-400

5) Batang pengikat (*tie bar*)

Dengan tebal pelat 260 mm, *tie bar* yang digunakan untuk jarak sambungan dari tepi terdekat 3,50 m. Tie bar digunakan baja ulir D16 mm, panjang 800 mm jarak 750 mm (SNI Pd T-14- 2003)

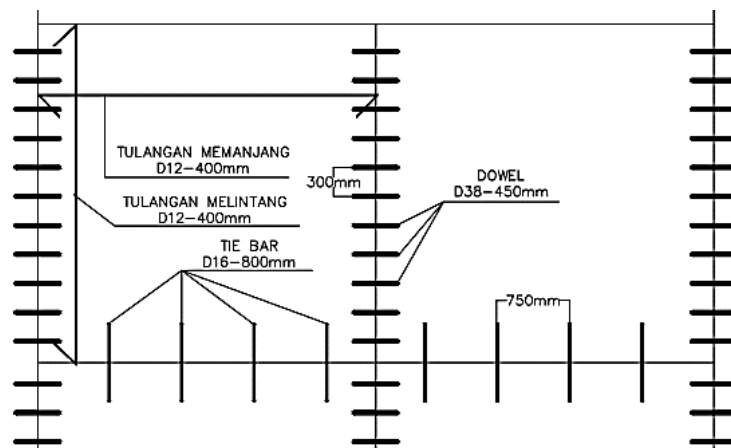
$$A_t (\text{Luas penampang tulangan}) = 204 \times b \times h$$

$$A_t (\text{Luas penampang tulangan}) = 204 \times 3,5 \times 0,26$$

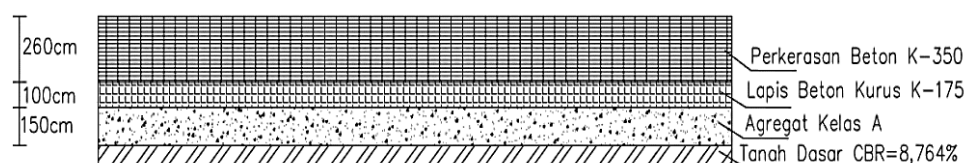
$$= 185,64 \text{ mm}$$

$$I (\text{Luas Batang Pengikat}) = (38,5 \times \phi) + 75$$

$$= (38,5 \times 16) + 75 = 691 \text{ mm} \sim 700 \text{ mm}$$



Gambar 3. 34 Letak Sambungan Memanjang dan melintang dengan Tie Bar



Gambar 3.35 Lapis Perkerasan Jalan

3.5. Perencanaan Bangunan Pelengkap Jalan

3.5.1. Analisa Curah Hujan

Berdasarkan data curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Klimatologi Kabupaten Muaro Jambi dialmpirkan seperti tabel 3.22 berikut ini:

Tabel 3. 21 Data curah hujan (mm)

DATA CURAH HUJAN	
Tahun	Curah Hujan Maksimum
2014	110,5
2015	210
2016	118
2017	105,2
2018	157
2019	104
2020	166
2021	285
2022	115,9
2023	219,3
JUMLAH	1590,9

(Sumber: BMKG kabupaten Muaro Jambi, 2024)

- a. Curah hujan rata-rata ($\bar{R}$)

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} = \frac{1590,9}{10} = 159,09 \text{ mm/jam}$$

Untuk menghitung curah hujan rata-rata maksimum menggunakan Metode Gumbel, dapat dilihat pada tabel 3.34 sebagai berikut

Tabel 3. 22 Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata

Tahun	XI (mm)	(Xi - X)	(Xi - X)^2
2014	110,5	-48,59	2360,988
2015	210	50,91	2591,828
2016	118	-41,09	1688,388
2017	105,2	-53,89	2904,132
2018	157	-2,09	4,368
2019	104	-55,09	3034,908
2020	166	6,91	47,748
2021	285	125,91	15853,328
2022	115,9	-43,19	1865,376
2023	219,3	60,21	3625,244

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

b. Standar Deviasi (Sx)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{(1590,9)^2}{10 - 1}} = 13,295$$

Untuk mendapatkan nilai Yn dan Sn pada perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 2.25.

Dengan n = 10, dari tabel didapat :

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$Y_t = 2,2502$$

$$R_t = \bar{R} + (Y_t - Y_n) / S_n \times S_x$$

$$= 159,09 + (2,2502 - 0,4952) / 0,9496 \times 13,295 = 183,662 \text{ mm}$$

3.5.2. Perhitungan Aliran Debit Rencana (Q)

Perhitungan debit aliran rencana berdasarkan peta topografi yang ditinjau persegmen jalan, untuk contoh perhitungan diambil segmen jalan awal yaitu dari STA 160+100 – 168 + 842 sebagai berikut:

a. Kondisi permukaan eksisting jalan

$$1. \text{ Panjang saluran drainase (L)} = 320 \text{ m}$$

$$I_1 : \text{Perkerasan jalan} = 3,5 \text{ m}$$

$$I_2 : \text{Bahu jalan} = 1,00 \text{ m}$$

$$I_3 : \text{Bagian luar jalan} = 20 \text{ m}$$

2. Menentukan besarnya koefisien C :

I1 : Perkerasan jalan, C1 = 0,70 (jalan beton dan jalan aspal).

I2 : Bahu jalan, C2 = 0,10 (tanah berbutir kasar).

I3 : Bagian luar jalan, C3 = 0,40 (pemukiman tidak padat).

3. Luas daerah pengaliran diambil per meter panjang :

$$A1 = 3,5 \text{ m} \times 320 \text{ m} = 1120 \text{ m}^2$$

$$A2 = 1,00 \text{ m} \times 320 \text{ m} = 320 \text{ m}^2$$

$$A3 = 20 \text{ m} \times 320 \text{ m} = 6400 \text{ m}^2$$

4. Fk (faktor limpasan taman dan kebun) = 1,5

5. Koefisien pengaliran rata-rata :

$$C_{gab} = \frac{C1.A1 + C2.A2 + C3.A3 \cdot f_k}{A1 + A2 + A3}$$

$$= \frac{(0,70 \cdot 1120) + (0,10 \cdot 320) + (0,40 \cdot 6400) \cdot 1,5}{1120 + 320 + 6400} = 0,594$$

b. Kondisi permukaan eksisting jalan

$$t_{beton} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times I_1 \times \frac{nd}{\sqrt{I_s}} \right)^{0,167}$$

$$= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times (3,5) \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} = 0,943 \text{ menit}$$

$$T_{bahu} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times I_2 \times \frac{nd}{\sqrt{I_s}} \right)^{0,167}$$

$$= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} = 1,140 \text{ menit}$$

$$t_{luar \text{ jalan}} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times I_3 \times \frac{nd}{\sqrt{I_s}} \right)^{0,167}$$

$$= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 20 \times \frac{0,40}{0,06} \right)^{0,167} = 2,183 \text{ menit}$$

$$t_1 = t_{beton} + T_{bahu} + t_{luar \text{ jalan}}$$

$$t_1 = 0,943 + 1,140 + 2,183 = 4,265 \text{ menit}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} = \frac{320}{60 \times 1,5} = 3,556 \text{ menit}$$

$$T_c = t_1 + t_2 = 0,130 \text{ jam}$$

$$T_c = 4,265 \text{ menit} + 3,556 \text{ menit} = 0,130 \text{ jam}$$

c. Kondisi Permukaan Eksisting Jalan

Periode ulang yang digunakan untuk perencanaan saluran drainase, yaitu 10 tahun.

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R^{24}}{24} X \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{183,662}{24} X \left(\frac{24}{0,130} \right)^{2/3} \\
 &= 247,675 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

d. Debit Aliran Rencana (Q)

$$\begin{aligned}
 A &= A_1 + A_2 + A_3 \\
 &= 1120 + 320 + 6400 = 7840 \text{ m}^2 \\
 &= 0,00784 \text{ km}^2 \\
 C &= 0,594 \\
 I &= 247,675 \text{ mm/jam} \\
 Q &= \frac{1}{3,6} \times C \cdot I \cdot A \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,594 \times 247,675 \times 0,00784 \\
 &= 0,320 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan debit aliran rencana (Q) pada segmen jalan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 3.22 sampai 3.24 berikut ini:

Tabel 3. 23 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien (C)

Perhitungan Nilai Koefisien Pengaliran C											
Segmen	STA		Panjang	Luas			C1	C2	C3	FK	Cgab
	Awal	Akhir		A1	A2	A3					
1	160 + 100	160 + 420	320	1120	320	6400	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
2	160 + 420	160 + 640	220	770	220	4400	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
3	160 + 640	160 + 810	170	595	170	3400	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
4	160 + 810	160 + 987	177	619,5	177	3540	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
5	160 + 987	161 + 221	234	819	234	4680	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
6	161 + 221	161 + 565	344	1204	344	6880	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
7	161 + 565	161 + 865	300	1050	300	6000	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
8	161 + 865	162 + 120	255	892,5	255	5100	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
9	162 + 120	162 + 390	270	945	270	5400	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
10	162 + 390	162 + 626	236	826	236	4720	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
11	162 + 626	162 + 940	314	1099	314	6280	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
12	162 + 940	163 + 240	300	1050	300	6000	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
13	163 + 240	163 + 540	300	1050	300	6000	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
14	163 + 540	163 + 822	282	987	282	5640	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
15	163 + 822	164 + 130	308	1078	308	6160	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
16	164 + 130	164 + 380	250	875	250	5000	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
17	164 + 380	164 + 675	295	1032,5	295	5900	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
18	164 + 675	164 + 970	295	1032,5	295	5900	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
19	164 + 970	165 + 225	255	892,5	255	5100	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
20	165 + 225	165 + 510	285	997,5	285	5700	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
21	165 + 510	165 + 845	335	1172,5	335	6700	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
22	165 + 845	166 + 185	340	1190	340	6800	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
23	166 + 185	166 + 380	195	682,5	195	3900	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
24	166 + 380	166 + 618	238	833	238	4760	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
25	166 + 618	166 + 930	312	1092	312	6240	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
26	166 + 930	167 + 215	285	997,5	285	5700	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
27	167 + 215	167 + 527	312	1092	312	6240	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
28	167 + 527	167 + 782	255	892,5	255	5100	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
29	167 + 782	168 + 085	303	1060,5	303	6060	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
30	168 + 085	168 + 305	220	770	220	4400	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
31	168 + 305	168 + 606	301	1053,5	301	6020	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
32	168 + 606	168 + 842	236	826	236	4720	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 3. 24 Hasil Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc)

[illegible]

	STA						Kemiringan (is)			tl (menit)					
Segmen	Awal	Akhir	Panjang	L1	L2	L3	Jalan	Bahu	Luar jalan	Jalan	Bahu	Luar jalan	Total	Td (menit)	Tc (jam)
19	164 + 970	165 + 225	255	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	2,833	0,118
20	165 + 225	165 + 510	285	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	3,167	0,124
21	165 + 510	165 + 845	335	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	3,722	0,133
22	165 + 845	166 + 185	340	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	3,778	0,134
23	166 + 185	166 + 380	195	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	2,167	0,107
24	166 + 380	166 + 618	238	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	2,644	0,115
25	166 + 618	166 + 930	312	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	3,467	0,129
26	166 + 930	167 + 215	285	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	3,167	0,124
27	167 + 215	167 + 527	312	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	3,467	0,129
28	167 + 527	167 + 782	255	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	2,833	0,118
29	167 + 782	168 + 085	303	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	3,367	0,127
30	168 + 085	168 + 305	220	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	2,444	0,112
31	168 + 305	168 + 606	301	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	3,344	0,127
32	168 + 606	168 + 842	236	3,5	1	20	0,02	0,04	0,06	0,943	1,140	2,183	4,265	2,622	0,115

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 3. 25 Hasil Perhitungan Debit Aliran Rencana (Q)

Perhitungan Debit Aliran Rencana					
STA		A(Km ²)	Tc (Jam)	Periode 10 th	
Awal	Akhir			I (mm/jam)	Q
160 + 100	160 + 420	0,008	0,130	247,675	0,320
160 + 420	160 + 640	0,005	0,112	274,314	0,244
160 + 640	160 + 810	0,004	0,103	290,584	0,200
160 + 810	160 + 987	0,004	0,104	288,161	0,206
160 + 987	161 + 221	0,006	0,114	270,155	0,255
161 + 221	161 + 565	0,008	0,135	242,200	0,337
161 + 565	161 + 865	0,007	0,127	252,481	0,306
161 + 865	162 + 120	0,006	0,118	264,202	0,272
162 + 120	162 + 390	0,007	0,121	260,146	0,284
162 + 390	162 + 626	0,006	0,115	269,573	0,257
162 + 626	162 + 940	0,008	0,129	249,093	0,316
162 + 940	163 + 240	0,007	0,127	252,481	0,306
163 + 240	163 + 540	0,007	0,127	252,481	0,306
163 + 540	163 + 822	0,007	0,123	257,011	0,293
164 + 822	164 + 130	0,008	0,128	250,531	0,312
164 + 130	164 + 380	0,006	0,117	265,589	0,268
164 + 380	164 + 675	0,007	0,126	253,719	0,303
164 + 675	164 + 970	0,007	0,126	253,719	0,303
164 + 970	165 + 225	0,006	0,118	264,202	0,272
165 + 225	165 + 510	0,007	0,124	256,242	0,295
165 + 510	165 + 845	0,008	0,133	244,218	0,331
165 + 845	166 + 185	0,008	0,134	243,092	0,334
166 + 185	166 + 380	0,005	0,107	282,156	0,222
166 + 380	166 + 618	0,006	0,115	268,995	0,259
166 + 618	166 + 930	0,008	0,129	249,570	0,315
166 + 930	167 + 215	0,007	0,124	256,242	0,295
167 + 215	167 + 527	0,008	0,129	249,570	0,315
167 + 527	167 + 782	0,006	0,118	264,202	0,272
167 + 782	168 + 085	0,007	0,127	251,745	0,308
168 + 085	168 + 305	0,005	0,112	274,314	0,244
168 + 305	168 + 606	0,007	0,127	252,235	0,307
168 + 606	168 + 842	0,006	0,115	269,573	0,257

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

3.5.3. Desain Saluran Samping Jalan

Penentuan dimensi diawali dengan penentuan bahan:

1. Saluran direncanakan dibuat dari beton dengan kecepatan aliran yang diijinkan, yaitu 1,50 m/detik
2. Bentuk penampang: trapesium. Dikarenakan bentuk saluran trapesium yang paling umum dipakai pada saluran dinding tanah yang tidak di lapis, serta menunjukkan nilai kedalaman aliran tertinggi seiring dengan peningkatan laju aliran, dengan demikian berpotensi menghindari luapan air.
3. Kemiringan saluran yang diijinkan sampai dengan 7,5%
4. Angka kekasaran permukaan saluran Manning (n) = 0,025

Dari hasil perhitungan debit aliran rencana di atas dengan periode ulang atau kala ulang 10 tahun, didapat nilai Q maksimal sebesar 0.435 m³/detik. Direncanakan saluran drainase untuk mengalirkan debit tersebut:

- a. Luas Desain (Ad)

$$A_{\text{desain}} = \frac{Q}{V_{\text{ijin}}} = \frac{0.337}{1.5} = 0,224 \text{ m}^2$$

- b. Luas Penampang Ekonomis (Ae)

Berdasarkan pedoman perencanaan drainase jalan pada tabel 2.29, kemiringan talud pada penampang saluran trapesium dengan debit 0.435 m³/detik < 0,75 m³/detik, maka kemiringan talud digunakan 1:1.

$$A_e \rightarrow \frac{b+2y}{2} = y \sqrt{m^2 + 1}$$

$$\frac{b+2y}{2} = y \sqrt{1^2 + 1}$$

$$\frac{b+2y}{2} = y \sqrt{1^2 + 1}$$

$$B = 0,828d$$

$$A_e = (b + md) * d$$

$$= (0,828y + 1d) * d = 1,828d^2$$

- c. Dimensi Saluran (A)

$$A_{\text{desain}} = (b + md). d$$

$$0,224 = (0,828 + ((1)d)d)$$

$$0,224 = 1,828 d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{0,224}{1,828}} = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi aliran (d)} = 0,35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar dasar saluran (b)} &= b \times h \\ &= 0,828 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \\ &= 0,29 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi jagaan (W)} &= \sqrt{0,5 \times d} \\ &= \sqrt{0,5 \times 0,35} \\ &= 0,42 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar pada permukaan air (T)} &= B + 2 \cdot m \cdot d \\ &= 0,29 \text{ m} + 2(1 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}) \\ &= 0,99 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka tinggi penampang trapesium (h)} &= W + d \\ &= 0,42 \text{ m} + 0,35 \text{ m} \\ &= 0,77 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keliling basah (P)} &= b + 2d \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 0,29 \text{ m} + 2 \times 0,35 \text{ m} \sqrt{1^2 + 1} \\ &= 1,41 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang basah (A)} &= (b + z \cdot d) d \\ &= (0,29 + 1 \text{ m} \cdot 0,35 \text{ m}) 0,35 \text{ m} \\ &= 0,23 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Jari-jari hidraulik (R)} = \frac{A}{P} = \frac{0,23}{1,41} = 0,161 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan aliran (Vd)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,337}{0,23} = 1,5 \text{ m/det} < V_{\text{ijin}} = 1,5 \text{ m/det} \text{ OK}$$

d. Kemiringan Dasar Saluran (S)

$$\text{Sehingga, } S = \left(\frac{V \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = \left(\frac{1,5 \times 0,025}{0,161^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = 0,0050 = 0,50\%$$

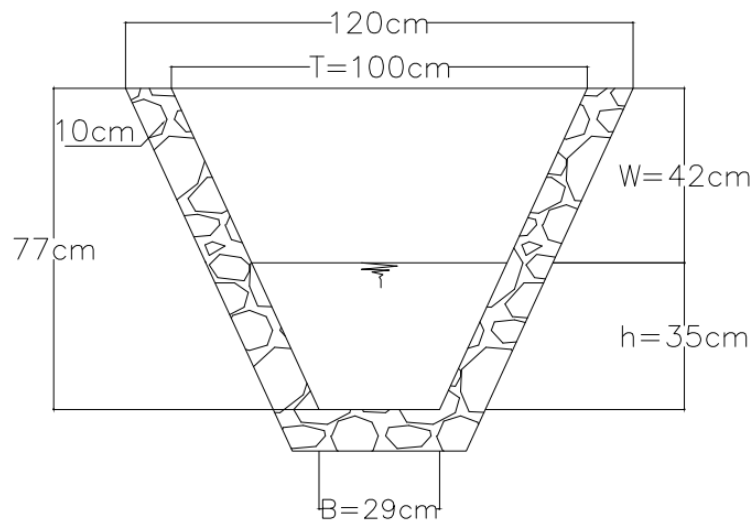
e. Kontrol dimensi saluran

$$Q_d = A \times V_d$$

$$Q_d = 0,23 \times 1,5$$

$$Q_d = 0,336 \text{ m}^3/\text{detik} \leq 0,337 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ OK}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka diambil penampang terbesar dengan $h = 0,35$: $b = 0,29$: $t = 0,99$: $W = 0,42$ untuk saluran samping



Gambar 3.36 Dimensi Saluran Drainase

3.5.4. Perhitungan Aliran Debit Rencana Box Culvert

Perhitungan debit aliran rencana dihitung persegmen jalan berdasarkan letak *box culvert* rencana, hasil perhitungan debit aliran rencana (Q) pada setiap segmen jalan dapat dilihat pada Tabel 3.26 sampai 3.29 di bawah ini:

Tabel 3. 26 Nilai Koefisien pengaliran rata-rata (C)

Box Culvert	Perhitungan Nilai Koefisien Pengaliran C											
	Segmen	STA		Panjang	Luas			C1	C2	C3	FK	Cgab
		Awal	Akhir		A1	A2	A3					
1	1	160+100	160+640	540	1890	540	10800	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
2	2	160+640	160+810	170	595	170	3400	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
	3	160+810	161+225	415	1452,5	415	8300	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
3	4	161+225	161+865	640	2240	640	12800	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
	5	161+865	163+245	1380	4830	1380	27600	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
4	6	163+245	164+130	885	3097,5	885	17700	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
	7	164+130	164+380	250	875	250	5000	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
5	8	164+380	164+675	295	1032,5	295	5900	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
	9	164+675	165+225	550	1925	550	11000	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
6	10	165+225	165+510	285	997,5	285	5700	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
	11	165+510	166+185	675	2362,5	675	13500	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
7	12	166+185	166+618	433	1515,5	433	8660	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
	13	166+618	167+215	597	2089,5	597	11940	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
8	14	167+215	168+606	1391	4868,5	1391	27820	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594
	15	168+606	168+842	236	826	236	4720	0,7	0,1	0,4	1,5	0,594

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 3. 27 Perhitungan Debit Aliran Rencana Box Culvert (Q)

Perhitungan Debit Aliran Rencana					
STA		A(Km ²)	Tc (Jam)	Periode 10 th	
Awal	Akhir			I (mm/jam)	Q
160+100	160+640	0,013	0,173	205,402	0,448
160+640	160+810	0,004	0,104	287,518	0,198
160+810	161+225	0,010	0,150	226,053	0,379
161+225	161+865	0,016	0,192	191,933	0,496
161+865	163+245	0,034	0,329	133,911	0,747
163+245	164+130	0,022	0,237	166,559	0,596
164+130	164+380	0,006	0,119	263,184	0,266
164+380	164+675	0,007	0,128	251,595	0,300
164+675	165+225	0,013	0,175	203,949	0,453
165+225	165+510	0,007	0,126	254,060	0,293
165+510	166+185	0,017	0,198	187,720	0,512
166+185	166+618	0,011	0,153	222,761	0,390
166+618	167+215	0,015	0,184	197,447	0,476
167+215	168+606	0,034	0,331	133,360	0,750
168+606	168+842	0,006	0,117	267,069	0,255

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 3. 28 Debit Aliran Rencana

Box Culvert	Segmen	STA		Q	Q Total
		Awal	Akhir		
1	1	160+100	160+640	0,448	0,448
2	2	160+640	160+810	0,198	0,577
	3	160+810	161+225	0,379	
3	4	161+225	161+865	0,496	1,243
	5	161+865	163+245	0,747	
4	6	163+245	164+130	0,596	0,862
	7	164+130	164+380	0,266	
5	8	164+380	164+675	0,300	0,753
	9	164+675	165+225	0,453	
6	10	165+225	165+510	0,293	0,805
	11	165+510	166+185	0,512	
7	12	166+185	166+618	0,390	0,866
	13	166+618	167+215	0,476	
8	14	167+215	168+606	0,750	1,004
	15	168+606	168+842	0,255	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

a. Debit Aliran Rencana

Gorong-gorong direncanakan berdasarkan debit aliran rencana dengan periode ulang 10 tahun, maka didapat $Q_{\max} = 1,243 \text{ m}^3/\text{detik}$.

b. Desain Dimensi *Box Culvert*

Perhitungan desain *box culvert* saluran yang akan direncanakan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

Box culvert direncanakan dibuat dari beton bertulang dengan kecepatan aliran yang diijinkan 1,50 m/detik dan koefisien Manning (n) adalah 0,016

Hitung penampang persegi paling efisien A_d dengan menggunakan rumus:

$$A_{\text{desain}} = \frac{Q}{V_{\text{ijin}}} = \frac{1,243}{1,50} = 0,829 \text{ m}^2$$

Kriteria penampang persegi ekonomis, $B = 2h$

$$\text{Dimensi saluran, } A = B \cdot h$$

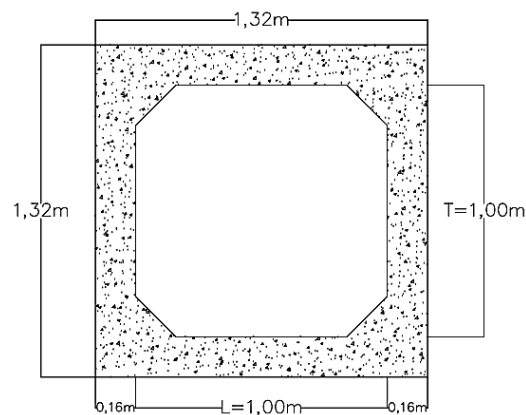
$$A = 2h^2$$

$$0,829 = 2h^2$$

$$\text{Tinggi aliran, } h = \sqrt{\frac{0,829}{2}} = 0,644 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi jagaan, } W &= \sqrt{0,5 \times h} \\
 &= \sqrt{0,5 \times 0,644} = 0,57 \text{ m} \\
 \text{Tinggi penampang} &= W + h \\
 &= 0,57 \text{ m} + 0,644 \text{ m} = 1,21 \text{ m} \\
 \text{Lebar saluran, } b &= 2.h \\
 &= 2 \times 0,644 \text{ m} = 1,29 \text{ m} \\
 \text{Keliling basah, } P &= B + 2.h \\
 &= 1,29 \text{ m} + 2(0,65 \text{ m}) = 2,59 \text{ m} \\
 \text{Luas penampang basah, } A &= B.h \\
 &= 1,29 \text{ m} \times 0,65 \text{ m} = 0,84 \text{ m}^2 \\
 \text{Jari-jari hidraulik, } R &= \frac{A}{P} = \frac{0,84}{2,59} = 0,32 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dimensi *box culvert* di atas, dapat diambil dimensi *box culvert* berdasarkan SNI gorong-gorong persegi beton bertulang tipe *single* dengan diameter D19 mm.



Gambar 2.33 Dimensi Box Culvert

3.5.5 Perhitungan Pembebanan Box Culvert

1. Data Teknis Box Culvert

a. Mutu beton	: f_c'	= 25 MPa
b. Mutu baja	: f_y	= BJ-39 = 390 MPa
c. Berat jenis beton bertulang	: w_c	= 25 kN/m ³
d. Berat jenis aspal	: w_a	= 22 kN/m ³

- e. Berat jenis air : $w_w = 9,80 \text{ kN/m}^3$
- f. Lebar *box culvert* (sisi dalam) : $l = 1 \text{ m}$
- g. Tinggi *box culvert* (sisi dalam) : $t = 1 \text{ m}$
- h. Tebal saluran : $h = 0,16 \text{ m}$
- i. Lebar saluran : $B = 1,32 \text{ m}$
- j. Volume *box culvert*/m : $V = 0,794 \text{ m}^3$
- k. Lebar jalan (jalur lalulintas) : $L = 9,00 \text{ m}$
- l. Tebal pelat *rigid pavement* : $t_s = 0,26 \text{ m}$
- m. Tinggi genangan air hujan : $t_h = 0,05 \text{ m}$

2. Data Mutu Beton

Mutu beton	= K-300
Kuat Tekan Beton (F_c')	= $0,83 \cdot K/10$
	= $0,83 \cdot 300/10$
	= 25 Mpa
Modulus Elastis	= $0,043 \cdot W_c^{1,5} \cdot \sqrt{f_c'}$
	= $0,43 \cdot 25^{1,5} \cdot \sqrt{25}$
	= 268,75 Mpa
Angka Poisson (ν)	= 0,20
Modulus Geser	= $E_c/[2 \cdot (1 + \nu)]$
	= $24484/[2 \cdot (1 + 0,2)]$
	= 10201 Mpa
Koef. Muai panjang beton (α)	= $1.0E - 05/^{\circ}\text{C}$

3. Mutu Baja Tulangan

Untuk Baja tulangan $\phi > 12 \text{ mm}$	= U-39
Tegangan leleh baja (F_y')	= $U \cdot 10$
	= $39 \cdot 10$
	= 390 Mpa
Untuk Baja tulangan $\phi \leq 12 \text{ mm}$	= U-24
Angka Poisson (ν)	= $U \cdot 10$
	= $24 \cdot 10$
	= 240 Mpa

4. Data Berat Jenis Box Culvert

Berat Jenis beton bertulangan (W_c)	= 25 kN/m^3
Berat jenis beton tidak bertulang (W'_c)	= 24 kN/m^3
Berat jenis tanah dipadatkan (W_s)	= $17,2 \text{ kN/m}^3$
Berat Jenis Air (W_w)	= $9,8 \text{ kN/m}^3$

5. Data Tanah

Berat isi tanah basah (γ_m)	= 1,554 gr/cm ³
Berat isi tanah kering (γ_d)	= 1,342 gr/cm ³
Berat jenis tanah (G_s)	= 2,63
Angka pori (e)	= 0,342
Kadar air (W)	= 15,8%
Kohesi (c)	= 0,33 gr/cm ³
Sudut geser dalam(ϕ)	= 11,17°
Porositas (n)	= 25,48%

a. Analisa Beban

1) Berat Sendiri (MS)

$$\text{Faktor beban ultimate (K}_{MS}) = 1,3$$

Berat sendiri adalah berat bahan dan bagian saluran yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non-struktural yang dipikulnya dan bersifat tetap. Beban berat sendiri saluran dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Berat sendiri pelat rigid pavement (Q}_{MS1}) &= B \times t_s \times w_c \\ &= 1,32\text{m} \times 0,26 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 \\ &= 8,58 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat sendiri saluran (Q}_{MS2}) &= V \times w_c \\ &= 0,794 \text{ m}^3 \times 25 \text{ kN/m}^3 \\ &= 19,85 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Berat Sendiri (Q}_{MSTotal}) &= Q_{MS1} + Q_{MS2} \\ &= 8,58 \text{ kN/m} + 19,85 \text{ kN/m} \\ &= 28,43 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Gaya geser dan momen akibat berat sendiri (MS):

$$V_{MS} = \frac{1}{2} \cdot Q_{MS} \cdot B = \frac{1}{2} \cdot 29,83 \text{ kN/m} \cdot 1,32 \text{ m} = 18,764 \text{ kN}$$

$$M_{MS} = \frac{1}{8} \cdot Q_{MS} \cdot B^2 = \frac{1}{8} \cdot 29,83 \text{ kN/m} \cdot (1,32 \text{ m})^2 = 6,192 \text{ kN.m}$$

2) Beban Mati Tambahan (MA)

$$\text{Faktor beban ultimate (K}_{MA}) = 1,3$$

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang menimbulkan suatu beban pada saluran yang merupakan elemen non-struktural dan kemungkinan

besarnya berubah selama umur saluran. Saluran dianalisis harus mampu memikul beban tambahan, seperti:

Genangan air hujan jika sistem drainase tidak bekerja dengan baik.

Tabel 3.29 Beban mati tambahan pada saluran

No	Jenis	Lebar	Tebal	Berat Jenis	Beban Mati
1	Air Hujan	1,32	0,05	9,8	0,6468
2	Beton	1,32	0,2	25	6,6
				Q _{ma}	7,2468

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Gaya geser dan momen akibat beban tambahan (M_A):

$$V_{MA} = \frac{1}{2} \cdot Q_{MA} \cdot B = \frac{1}{2} \cdot 12,847 \text{ kN/m} \cdot 1,32 \text{ m} = 4,783 \text{ kN}$$

$$M_{MA} = \frac{1}{8} \cdot Q_{MA} \cdot B^2 = \frac{1}{8} \cdot 12,847 \text{ kN/m} \cdot (1,32 \text{ m})^2 = 1,578 \text{ kN.m}$$

3) Berat Lalulintas

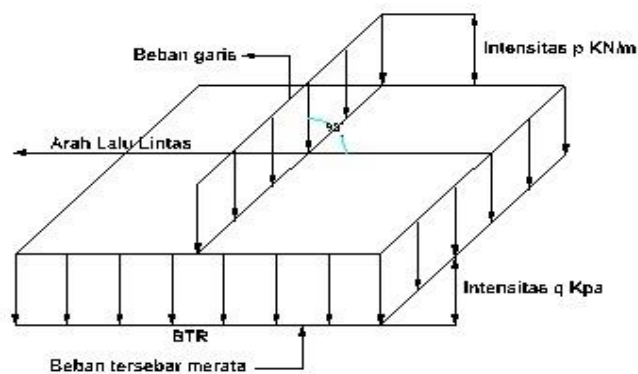
a) Beban lajur “D” (TD)

Faktor beban ultimate (K_{TD}) = 1,0

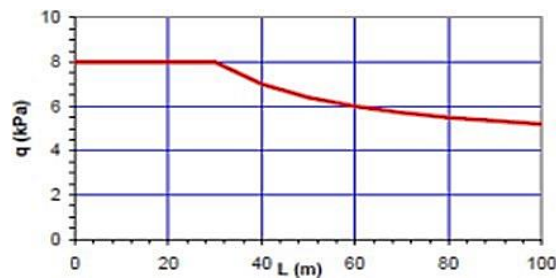
Beban kendaraan yang berupa beban lajur “D” terdiri dari beban terbagi rata (UDL) dan beban garis (KEL) seperti pada gambar 3.25. UDL mempunyai intensitas q (kPa) yang besarnya tergantung pada panjang bentang L yang dibebani lalulintas seperti gambar 3.26 atau dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$q = 9,0 \text{ kPa, untuk } L \leq 30 \text{ m}$$

$$q = 9,0 \cdot (0,5 + 15/L) \text{ kPa, untuk } L > 30 \text{ m}$$



Gambar 3. 37 Beban Lajur “D”



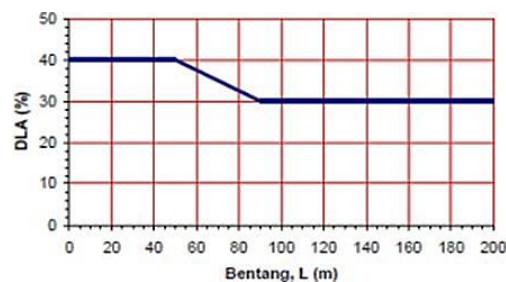
Gambar 3. 38 Intensitas Uniformly Distributed Load (UDL)

Untuk panjang bentang, $L = 7,00$ meter, $q = 9,00$ kPa = 9 kN/m²

KEL mempunyai intensitas, $p = 44,00$ kN/m.

Faktor beban dinamis (DLA) untuk KEL diambil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{DLA} &= 0,40 && \text{untuk } L \leq 50 \text{ m} \\ \text{DLA} &= 0,40 - 0,0025 \cdot (1-50) && \text{untuk } 50 < L < 90 \text{ m} \\ \text{DLA} &= 0,30 && \text{untuk } L \geq 90 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 3. 39 Faktor Beban Dinamis (DLA)

Lebar saluran,

$$B = 1,32 \text{ m}$$

$$\text{DLA} = 0,40$$

Beban lajur pada saluran,

$$Q_{TD} = q \cdot B = 9 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,32 \text{ m} = 11,88 \text{ kN/m}$$

$$P_{TD} = (1 + \text{DLA}) \cdot p \cdot B = (1 + 0,40) \cdot 44,00 \text{ kN/m} \cdot 1,32 \text{ m} = 81,312 \text{ kN}$$

Gaya geser dan momen akibat beban lajur “D”,

$$\begin{aligned} V_{TD} &= \frac{1}{2} \cdot (Q_{TD} \cdot B + P_{TD}) \\ &= \frac{1}{2} (11,88 \text{ kN/m} \cdot 1,32 \text{ m} + 81,312 \text{ kN}) \\ &= 48,497 \text{ kN} \end{aligned}$$

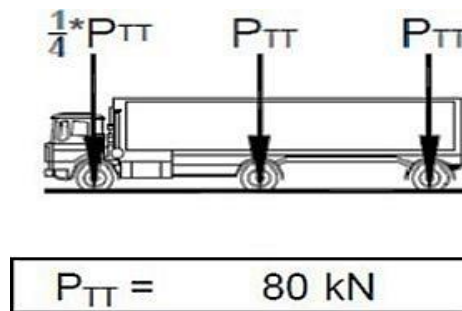
$$\begin{aligned} M_{TD} &= \frac{1}{8} \cdot Q_{TD} \cdot B^2 + \frac{1}{4} \cdot P_{TD} \cdot B \\ &= \frac{1}{8} \cdot 11,88 \text{ kN/m} \cdot (1,32 \text{ m})^2 + \frac{1}{4} \cdot 81,312 \text{ kN} \cdot 1,32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$= 29,420 \text{ kN.m}$$

b) Beban Truk “T” (TT)

Faktor beban ultimate (K_{TT}) = 1,0

Beban hidup pada *slab rigid* berupa beban roda ganda oleh Truk (beban T) yang besarnya, $T = 80 \text{ kN}$. Faktor beban dinamis untuk pembebanan truk diambil (DLA) = 0,40



Gambar 3. 40 Pembebanan Truk “T”

Gaya geser maksimum akibat beban (T),

$$V_{TT} = \frac{1}{2} \cdot P_{TT} = \frac{1}{2} \cdot 80 \text{ kN} = 40 \text{ kN.}$$

Momen maksimum akibat beban (T),

$$M_{TT} = \frac{1}{2} \cdot P_{TT} \cdot \frac{1}{2} \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 80 \text{ kN} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,32 \text{ m} = 26,4 \text{ kN.m}$$

Gaya geser dan momen yang terjadi akibat pembebanan lalu lintas, diambil yang memberikan pengaruh terbesar terhadap saluran diantara beban “D” dan beban “T”.

Gaya geser maksimum akibat beban (D), $V_{TD} = 48,497 \text{ kN}$

Momen maksimum akibat beban (D), $M_{TD} = 29,420 \text{ kN.m}$

4) Kombinasi Beban Ultimate

Tabel 3. 30 Kombinasi Beban Ultimate

No	Jenis Beban	Faktor Beban	Kombinasi
	Aksi Tetap		
1	Berat Sendiri (Ms)	1,3	√
2	Beban Mati Tambahan (MA)	1,3	√
	Aksi Transien		
1	Beban Truk “T” (TT)	1,0	√

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Momen ultimate					
No	Jenis Beban	Faktor Beban	Kombinasi	M (kNm)	Mu (kNm)
1	Berat Sendiri (Ms)	1,3	YA	6,192	8,050
2	Beban Mati Tambahan (Ma)	1,3	YA	1,578	2,052
3	Beban Laju D (Td/TT)	1	YA	29,420	29,420
Mu total					39,522

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Gaya Geser Ultimate				
No	Jenis Beban	Faktor Beban	V (Kn)	Vu (Kn)
1	Berat Sendiri (Ms)	1,3	18,764	24,393
2	Beban Mati Tambahan (Ma)	1,3	4,783	6,218
3	Beban Laju D (Td/TT)	1	48,497	48,497
Mu total				79,017

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Momen ultimate rencana saluran, Mu = 39,522 kN.m

Gaya geser ultimate rencana saluran, Vu = 79,017 kN

5) Tulangan Arah X

Mutu beton : $f_c' = 25 \text{ Mpa}$

Mutu baja : $f_y = \text{BJ-24} = 240 \text{ Mpa}$

Diameter tulangan dipakai : D19 mm

Lebar pelat yang ditinjau : $b = 1000 \text{ mm}$

Tebal pelat : $h = 160 \text{ mm}$

Tebal selimut beton : $d' = 40 \text{ mm}$

Tebal efektif pelat : $\text{deff}_x = h - d' - \frac{1}{2} D = 10,5 \text{ mm}$

Rasio tulangan:

$$\frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{\rho \cdot f_y}{1,7 \cdot f_c'}\right)$$

$$\frac{39,522 \times 10^6}{0,8 \cdot 1000 \cdot 110,5^2} = \rho \cdot 240 \cdot \left(1 - \frac{\rho \cdot 240}{1,7 \cdot 25}\right)$$

$$4,064 = 240 \rho - 1355,294 \rho^2$$

$$\rho = 0,018$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,006$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot \beta' \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 25}{240} \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,0403\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \text{ (OK)}$$

Luas tulangan:

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho \times b \times d_{\text{eff}} \\ &= 0,018 \times 1000 \text{ mm} \times 110,5 \text{ mm} \\ &= 2085 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Jarak tulangan yang diperlukan:

$$\begin{aligned}s &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \times \frac{b}{A_s} \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19^2 \times \frac{1000}{2049} \\ &= 135,916 \text{ mm} \sim 135 \text{ mm}\end{aligned}$$

As pakai D19-135

$$\begin{aligned}&= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \times \frac{b}{s} \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19^2 \times \frac{1000}{95} \\ &= 2099,15 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

As pakai (2099,15 mm²) > As perlu (2085 mm²) → (OK)

Sehingga digunakan D19-135 mm.

6) Tulangan Arah Y

Mutu beton	: f_c'	= 25 Mpa
Mutu baja	: f_y	= BJ-24 = 240 Mpa
Diameter tulangan dipakai	: D19 mm	
Lebar pelat yang ditinjau	: b	= 1000 mm
Tebal pelat	: h	= 160 mm
Tebal selimut beton	: d'	= 40 mm
Tebal efektif pelat	: d_{eff_y}	= $h - d' - D = 101 \text{ mm}$
Rasio tulangan:		

$$\begin{aligned}\frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} &= \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{\rho \cdot f_y}{1,7 \cdot f_c'}\right) \\ \frac{39,522 \times 10^6}{0,8 \cdot 1000 \cdot 101^2} &= \rho \cdot 240 \cdot \left(1 - \frac{\rho \cdot 240}{1,7 \cdot 25}\right) \\ 4,713 &= 240 \rho - 1355,294 \rho^2 \\ \rho &= 0,022 \\ \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,006 \\ \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot \beta' \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) \\ &= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 25}{240} \cdot \left(\frac{600}{600 + 240}\right) \\ &= 0,0403 \\ \rho_{\min} &< \rho < \rho_{\max} \text{ (OK)}\end{aligned}$$

Luas tulangan:

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,022 \times 1000 \text{ mm} \times 101 \text{ mm} = 2345,69 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

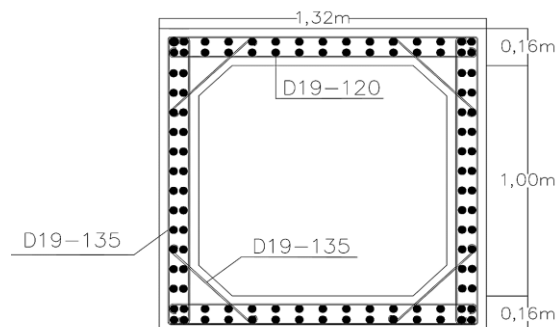
Jarak tulangan yang diperlukan:

$$\begin{aligned}S &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \times \frac{b}{\text{As}} \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19^2 \times \frac{1000}{2255,49} = 120,810 \text{ mm} \sim 120 \text{ mm}\end{aligned}$$

As pakai D19-120

$$\begin{aligned}&= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \times \frac{b}{s} \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19^2 \times \frac{1000}{85} = 2361,54 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

As pakai ($2361,54 \text{ mm}^2$) > As perlu ($2345,69 \text{ mm}^2$) → (OK) Sehingga digunakan D19-120 mm.



Gambar 3.41 Detail Penulangan *Box Culvert*

3.6. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Pada tugas akhir ini perhitungan galian dan timbunan dihitung menggunakan software Autocad Civil 3D. Hasil dapat dilihat pada tabel ini:

Tabel 3.31 Volume Galian dan Timbunan Zona 1 STA (160+100 – 162+800)

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4	5	(3x5)	(4x5)
160+100	9.25	0.86					
			39.07	0.43	100	3907.00	43.00
160+200	68.89	0					
			38.42	0.18	40	1521.43	6.93
160+240	7.95	0.35					
			7.57	0.33	17	131.72	5.74
160+257	7.19	0.31					
			10.36	0.16	43	445.48	6.67
160+300	13.53	0					
			9.03	1.27	38	344.22	48.41
160+338	4.53	2.54					
			2.27	8.46	62	140.16	523.50
160+400	0	14.38					
			2.65	7.25	19	49.51	135.72
160+419	5.29	0.12					
			17.38	0.06	81	1412.24	4.88
160+500	29.46	0					
			31.76	0.00	100	3175.50	0.00
160+600	34.05	0					
			21.37	0.00	40	855.44	0.00
160+640	8.69	0					

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
			4.96	3.95	60	297.45	236.88
160+700	1.23	7.9	4.24	4.12	19	82.47	80.04
160+719	7.25	0.33	14.57	0.40	81	1173.61	32.22
160+800	21.89	0.47	16.87	1.88	9	152.67	17.01
160+809	11.85	3.29	5.93	20.42	41	242.87	836.81
160+850	0	37.54	0.00	44.88	50	0.00	2242.20
160+900	0	52.22	0.00	45.66	15	0.00	673.41
160+915	0	39.09	6.15	20.48	32	196.58	655.16
160+947	12.29	1.87	14.43	1.53	3	47.04	4.97
160+950	16.57	1.18	13.39	1.18	36	477.76	41.92
160+986	10.21	1.17	9.89	1.44	2	14.93	2.17
160+987	9.56	1.7	9.16	1.36	13	117.28	17.42
161+000	8.75	1.02	7.42	2.10	22	166.88	47.12

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
161+022	6.09	3.17	7.41	2.01	9	65.80	17.80
161+031	8.73	0.84					
161+037	17.01	0	12.87	0.42	6	74.90	2.44
161+087	81.59	0	49.30	0.00	50	2465.00	0.00
161+100	95.2	0	88.40	0.00	13	1132.34	0.00
161+155	9.63	0.52	52.42	0.26	55	2865.53	14.21
161+200	1.98	10.69	5.81	5.61	45	263.14	254.07
161+221	11.71	0.09	6.85	5.39	21	140.53	110.66
161+300	107.32	0	59.52	0.05	79	4729.66	3.58
161+334	6.99	0.39	57.16	0.20	34	1938.13	6.61
161+396	5.79	0	6.39	0.20	62	398.74	12.17
161+400	9.22	0	7.51	0.00	4	27.69	0.00
161+500	67.74	0	38.48	0.00	100	3848.00	0.00

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
			37.22	0.15	66	2448.00	9.54
161+566	6.69	0.29					
			3.35	28.31	34	114.47	968.77
161+600	0	56.33					
			2.34	29.61	100	234.00	2961.00
161+700	4.68	2.89					
			6.09	2.07	4	23.51	7.97
161+704	7.5	1.24					
			13.03	0.62	17	227.63	10.83
161+721	18.56	0					
			26.14	0.00	20	522.80	0.00
161+741	33.72	0					
			37.13	0.00	12	436.65	0.00
161+753	40.54	0					
			42.31	0.00	8	348.59	0.00
161+761	44.07	0					
			46.14	0.00	39	1784.23	0.00
161+800	48.21	0					
			34.03	0.00	50	1701.25	0.00
161+850	19.84	0					
			11.43	0.69	14	163.91	9.82
161+864	3.02	1.37					
			1.51	7.17	23	34.50	163.83
161+887	0	12.97					
			0.00	15.19	8	0.00	125.01

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
161+895	0	17.41	0.00	18.65	5	0.00	85.42
161+900	0	19.89					
161+907	0	24.52	0.00	22.21	7	0.00	159.65
161+927	0	22.97	0.00	23.75	20	0.00	474.90
162+000	1.4	8.03	0.70	15.50	73	50.97	1128.55
162+033	13.71	1.51	7.56	4.77	33	251.43	158.75
162+100	28.06	0.04	20.89	0.78	67	1393.45	51.71
162+120	14.11	0.88	21.09	0.46	20	422.33	9.21
162+147	7.78	0.54	10.95	0.71	27	296.83	19.26
162+171	7.39	0.16	7.59	0.35	23	177.11	8.17
162+200	14.26	0	10.83	0.08	30	319.34	2.36
162+210	6.39	0.34	10.33	0.17	10	99.12	1.63
162+300	0	46.06	3.20	23.20	90	288.83	2097.28

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
			0.00	37.77	24	0.00	915.80
162+324	0	29.47	0.00	26.24	12	0.00	308.58
162+336	0	23.01	0.00	21.79	8	0.00	179.51
162+344	0	20.56	0.00	19.81	6	0.00	113.88
162+350	0	19.05	2.79	9.66	40	111.48	386.69
162+390	5.57	0.27	10.33	0.14	10	102.99	1.35
162+400	15.09	0	16.49	0.01	50	824.50	0.25
162+450	17.89	0.01	15.85	0.01	11	169.70	0.05
162+461	13.8	0	15.98	0.00	20	319.50	0.00
162+481	18.15	0	26.53	0.00	19	511.67	0.00
162+500	34.9	0	31.80	0.02	100	3180.00	2.00
162+600	28.7	0.04	24.72	0.46	26	634.68	11.81
162+626	20.73	0.88	72.03	0.44	74	5352.90	32.70

STA	Luas Penampang Melintang (m²)				Jarak (m)	Volume (m³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		5	(3x5)
162+700	123.32	0	80.74	0.00	100	8074.00	0.00
162+800	38.16	0					
TOTAL						63522.05	16490.03

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 3.32 Volume Galian dan Timbunan Zona 2 STA (162+800 – 165+082)

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
162+800	38.16	0	24.25	0.00	19	462.20	0.00
162+819	10.34	0					
162+900	1.93	6.08	6.14	3.04	81	496.57	246.06
162+937	3.28	1.71	2.61	3.90	37	96.46	144.23
163+000	26.68	0	14.98	0.86	63	943.29	53.84
163+100	67.03	0	46.86	0.00	100	4685.50	0.00
163+120	18.4	0.79	42.72	0.40	20	841.06	7.78
163+139	9.39	2.49	13.90	1.64	20	274.01	32.34
			9.24	2.16	3	25.23	5.90

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
163+142	9.09	1.83	8.13	1.17	15	124.56	17.86
163+157	7.16	0.5					
163+158	7.2	0.43	7.18	0.47	1	4.02	0.26
163+173	8.2	0	7.70	0.22	15	113.19	3.16
163+178	6.9	0.01	7.55	0.01	5	38.20	0.03
163+200	1.74	4.94	4.32	2.48	22	95.95	54.97
163+237	7.49	0.25	4.62	2.60	37	171.12	96.22
163+250	22.39	0.03	14.94	0.14	13	193.02	1.81
163+264	51.67	0	37.03	0.02	14	501.02	0.20
163+300	100.47	0	76.07	0.00	36	2774.27	0.00
163+314	107.21	0	103.84	0.00	14	1404.96	0.00
163+364	69.28	0	88.25	0.00	50	4412.25	0.00
163+400	76.69	0	72.99	0.00	36	2661.76	0.00

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
			63.30	0.00	100	6330.00	0.00
163+500	49.91	0	31.03	0.00	37	1149.04	0.00
163+537	12.15	0	6.08	30.24	63	382.54	1904.21
163+600	0	60.48	0.00	47.83	100	0.00	4782.50
163+700	0	35.17	0.00	34.48	100	0.00	3447.50
163+800	0	33.78	1.86	18.30	19	35.15	345.87
163+819	3.72	2.82	16.19	1.41	16	261.95	22.81
163+835	28.66	0	63.57	0.00	50	3178.25	0.00
163+885	98.47	0	127.70	0.00	15	1905.21	0.00
163+900	156.92	0	134.38	0.00	35	4714.05	0.00
163+935	111.84	0	85.00	0.00	15	1268.13	0.00
163+950	58.15	0	33.79	0.01	23	778.18	0.23
163+973	9.43	0.02	6.57	0.90	5	35.22	4.80

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
163+978	3.71	1.77					
			1.86	11.16	22	40.09	241.06
164+000	0	20.54					
			0.00	26.06	14	0.00	356.43
164+014	0	31.57					
			0.00	30.02	15	0.00	441.59
164+028	0	28.47					
			0.00	18.43	50	0.00	921.25
164+078	0	8.38					
			2.21	5.25	22	47.76	113.45
164+100	4.42	2.12					
			4.91	1.89	27	132.72	51.09
164+127	5.4	1.66					
			7.87	0.84	28	216.29	23.10
164+155	10.33	0.02					
			9.02	2.03	45	409.91	92.30
164+200	7.7	4.04					
			7.13	3.18	13	94.33	42.10
164+213	6.55	2.32					
			49.39	1.16	87	4285.08	100.64
164+300	92.23	0					
			53.09	0.00	77	4089.14	0.00
164+377	13.94	0					
			6.97	9.89	23	160.10	227.06
164+400	0	19.77					

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
			0.00	19.95	100	0.00	1994.50
164+500	0	20.12	2.16	11.00	54	115.67	589.05
164+554	4.32	1.88	5.27	1.31	46	244.79	60.62
164+600	6.22	0.73	4.97	1.79	71	353.91	127.59
164+671	3.71	2.85	18.53	1.43	29	532.18	40.93
164+700	33.35	0	33.12	0.00	100	3311.50	0.00
164+800	32.88	0	22.68	0.00	12	262.12	0.00
164+812	12.47	0	6.24	0.00	85	529.16	0.00
164+896	0	0	0.00	12.29	4	0.00	43.88
164+900	0	24.58	0.00	21.77	16	0.00	357.68
164+916	0	18.96	0.00	20.16	12	0.00	237.22
164+928	0	21.35	0.00	21.70	8	0.00	178.59
164+936	0	22.05	0.00	22.41	14	0.00	304.10

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
164+950	0	22.77					
			0.99	13.89	16	16.04	226.13
164+966	1.97	5.01					
			23.99	2.51	34	808.94	84.47
165+000	46.01	0					
			63.18	0.00	42	2625.13	0.00
165+042	80.35	0					
			77.58	0.00	8	639.26	0.00
165+050	74.81	0					
			71.34	0.00	12	838.96	0.00
165+062	67.87	0					
			68.75	0.00	20	1375.00	0.00
165+082	69.63	0					
TOTAL						61484.44	18027.42

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 3.33 Volume Galian dan Timbunan Zona 3 STA (165+082 – 167+800)

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
165+082	69.63	0					
			65.43	0.00	18	1207.09	0.00
165+100	61.22	0					
			36.06	0.00	62	2249.78	0.00
165+162	10.9	0					
			6.73	1.93	38	252.93	72.40

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
165+200	2.55	3.85	4.89	1.93	21	103.95	40.96
165+221	7.22	0					
165+300	37.3	0	22.26	0.00	79	1752.31	0.00
165+358	10.07	0	23.69	0.00	58	1371.60	0.00
165+400	0	14.24	5.04	7.12	42	211.92	299.68
165+500	0	6.83	0.00	10.54	100	0.00	1053.50
165+506	1.42	2.8	0.71	4.82	6	4.46	30.24
165+568	12.49	0	6.96	1.40	61	427.32	86.02
165+600	0	23.42	6.25	11.71	32	201.59	378.00
165+700	2.19	2.78	1.10	13.10	100	109.50	1310.00
165+702	2.28	1.76	2.24	2.27	2	4.20	4.27
165+725	8.95	0	5.62	0.88	23	129.99	20.37
165+800	0	39.5	4.48	19.75	75	335.49	1480.66

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
			1.55	21.11	41	63.98	871.42
165+841	3.1	2.72	55.40	1.36	59	3253.09	79.86
165+900	107.7	0	62.47	0.00	100	6246.50	0.00
166+000	17.23	0	45.67	0.00	100	4566.50	0.00
166+100	74.1	0	68.07	0.00	11	720.81	0.00
166+111	62.03	0	35.43	0.02	38	1345.80	0.57
166+149	8.82	0.03	6.27	1.45	12	75.30	17.41
166+161	3.72	2.87	3.56	2.65	15	52.26	38.96
166+175	3.39	2.43	4.28	1.57	6	25.61	9.40
166+181	5.16	0.71	11.03	0.36	19	206.39	6.65
166+200	16.89	0	20.76	0.00	11	219.85	0.00
166+211	24.63	0	37.01	0.00	33	1208.38	0.00
166+243	49.39	0	53.77	0.00	7	363.49	0.00

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
166+250	58.15	0	61.57	0.00	29	1756.59	0.00
166+279	64.99	0					
166+293	68.62	0	66.81	0.00	15	982.70	0.00
166+300	70.98	0	69.80	0.00	7	471.85	0.00
166+343	26.61	0					
166+376	8.89	0.05	48.80	0.00	43	2109.90	0.00
166+400	31.59	0	17.75	0.03	33	586.46	0.83
166+500	43.58	0	20.24	0.03	24	480.09	0.59
166+518	14.21	0					
166+600	0	24.68	37.59	0.00	100	3758.50	0.00
166+614	2.43	4.72	28.90	0.00	18	511.15	0.00
166+700	67.24	0					
166+764	17.59	0	7.11	12.34	82	584.81	1015.71
			1.22	14.70	14	17.54	212.27
			34.84	2.36	86	2980.48	201.92
			42.42	0.00	64	2704.80	0.00

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
			8.80	21.85	36	318.64	791.63
166+800	0	43.7	2.71	22.28	59	159.08	1307.54
166+859	5.42	0.85	9.90	0.43	41	408.66	17.55
166+900	14.37	0	12.86	0.01	26	337.83	0.13
166+926	11.34	0.01	14.21	0.01	72	1028.16	0.36
166+999	17.07	0	16.11	0.00	1	21.59	0.00
167+000	15.15	0	12.61	1.18	72	912.84	85.06
167+072	10.07	2.35	25.97	1.18	28	717.03	32.44
167+100	41.87	0	46.85	0.00	56	2633.16	0.00
167+156	51.82	0	56.24	0.00	15	827.22	0.00
167+171	60.65	0	48.06	0.00	29	1397.44	0.00
167+200	35.46	0	25.85	0.00	12	299.08	0.00
167+212	16.24	0	8.12	27.97	43	350.38	1206.69

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
167+255	0	55.93	0.00	45.79	35	0.00	1616.39
167+290	0	35.65					
167+300	0	20.13	0.00	27.89	10	0.00	278.34
167+326	4.62	1.45	2.31	10.79	26	60.20	281.19
			18.52	0.73	29	530.64	20.78
167+355	32.41	0	42.06	0.00	45	1904.48	0.00
167+400	51.71	0					
167+454	8.91	0	30.31	0.00	54	1625.53	0.00
167+500	0	22.03	4.46	11.02	46	206.58	510.77
			1.81	11.97	23	42.46	280.82
167+523	3.62	1.91	35.13	0.96	77	2688.85	73.10
167+600	66.64	0					
167+668	12.36	0	39.50	0.00	68	2694.29	0.00
			6.18	14.62	32	196.46	464.61
167+700	0	29.23	1.94	16.84	78	151.65	1316.38
167+778	3.88	4.45					

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
			37.81	2.23	22	825.28	48.57
167+800	71.73	0					
TOTAL						63992.48	15564.02

Tabel 3.34 Volume Galian dan Timbunan Zona 4 STA (167+800 – 168+842)

STA	Luas Penampang Melintang (m²)				Jarak (m)	Volume (m³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		5	(3x5)
167+800	71.73	0					
			116.11	0.00	100	11611.00	0.00
167+900	160.49	0					
			89.17	0.00	42	3730.66	0.00
167+942	17.84	0					
			8.92	32.85	40	356.35	1312.36
167+982	0	65.7					
			0.00	83.34	18	0.00	1517.62
168+000	0	100.98					
			0.00	70.03	32	0.00	2226.25
168+032	0	39.08					
			0.00	27.92	18	0.00	508.42
168+050	0	16.76					
			3.59	8.77	31	112.30	274.33
168+081	7.18	0.78					
			7.39	0.78	1	3.77	0.40
168+082	7.6	0.78					
			9.76	0.44	18	177.64	7.92

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
168+100	11.91	0.09	13.82	0.05	7	98.12	0.32
168+107	15.73	0					
168+142	17.74	0	16.74	0.00	35	590.58	0.00
168+150	14.33	0	16.04	0.00	8	122.03	0.00
168+155	10.02	0	12.18	0.00	5	59.54	0.00
168+157	8.15	0	9.09	0.00	2	20.08	0.00
168+200	0	58.71	4.08	29.36	43	174.82	1259.33
168+207	0	74.84	0.00	66.78	7	0.00	474.10
168+300	4.07	4.19	2.04	39.52	93	189.05	3670.94
168+301	5.21	2.84	4.64	3.52	1	5.94	4.50
168+400	324.14	0	164.68	1.42	99	16256.72	140.18
168+465	24.51	0.01	174.33	0.01	65	11372.96	0.33
168+500	0	78.74	12.26	39.38	35	425.98	1368.68

STA	Luas Penampang Melintang (m ²)				Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan	G.Rata-rata	T.Rata-rata		Galian	Timbunan
	1	2	3	4		(3x5)	(4x5)
			0.00	51.31	100	0.00	5131.00
168+600	0	23.88	0.17	19.70	2	0.36	41.56
168+602	0.34	15.51	83.42	7.76	98	8165.49	759.14
168+700	166.49	0	91.52	0.01	42	3807.02	0.21
168+742	16.54	0.01	8.27	19.94	58	482.97	1164.50
168+800	0	39.87	3.49	20.94	39	134.31	807.03
168+839	6.97	2.01	9.27	1.40	4	34.47	5.19
168+842	11.56	0.78					
TOTAL						57932.15	20674.29

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

BAB IV

MANAJEMEN PROYEK

4.1. Rencana Kerja dan Syarat – Syarat (RKS)

4.1.1. Syarat – Syarat Umum

PASAL 1

PEMBERI TUGAS

Pemberi tugas adalah Pemerintah Sumatera Selatan yang diwakili oleh pemimpin proyek (pimpro) serta para pembantu yang diangkat berdasarkan surat keputusan.

PASAL 2

PENAWARAN DAN KONTRAKTOR

- a. Yang dimaksud dengan penawaran adalah badan usaha yang bergerak dalam bidang usaha jasa konstruksi yang mengajukan surat penawaran kepada pihak pemilik berdasarkan ketentuan yang berlaku.
- b. Yang dimaksud dengan kontraktor dalam peraturan dan syarat-syarat adalah yang disertai tugas pelaksanaan pekerjaan, yang disebut sebagai pihak kedua dalam surat perjanjian pekerjaan (kontrak).
- c. Kontraktor harus menempatkan tenaga pelaksana yang cakap, berpengalaman dan berpendidikan dalam pekerjaan dimana nama-nama tenaga tersebut harus diajukan secara tertulis kepada direksi, disetujui dan disahkan.

PASAL 3

PERENCANA

- a. Perencana untuk pekerjaan ini adalah Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga SKS Pembangunan Jalan dan Jembatan Provinsi Sumatera Selatan.

- b. Perencana berkewajiban untuk berkonsultasi dengan pihak Pengendali Kegiatan pada tahap perencanaan dan penyusunan dokumen lelang secara berkala.
- c. Perencana berkewajiban pula untuk mengadakan pengawasan berkala dalam bidang struktur.
- d. Perencana tidak dibenarkan merubah ketentuan-ketentuan pelaksanaan pekerjaan sebelum mendapat izin dari Kepala Satuan Kerja Sementara.
- e. Bilamana perencana menjumpai kejanggalan-kejanggalan dalam pelaksanaan atau menyimpang dari bestek, supaya segera diberitahukan kepada Kepala Satuan Kerja Sementara.

PASAL 4

PENGAWAS LAPANGAN

- a. Di dalam pelaksanaan sehari-hari di tempat pekerjaan, sebagai pengawas lapangan adalah konsultan pengawas.
- b. Pengawas tidak dibenarkan mengubah ketentuan-ketentuan pelaksanaan pekerjaan sebelum mendapat izin dari Kepala Satuan Kerja Sementara.
- c. Bilamana pengawas lapangan menjumpai kejanggalan-kejanggalan dalam pelaksanaan atau menyimpang dari bestek, supaya segera diberitahukan kepada Kepala Satuan Kerja Sementara.

PASAL 5

SUB KONTRAKTOR

- a. Pemborong tidak boleh mengalihkan seluruh atau hanya sebagian pekerjaan pada pihak ketiga atau pun sub kontraktor kecuali mendapat persetujuan tertulis dari pemberi kerja.
- b. Bila ketentuan ayat (a) diatas dilanggar kepada pemborong akan dikenakan sanksi yang diatur lebih lanjut dalam surat perjanjian pemborong.

PASAL 6

PEMBORONG LAINNYA

- a. Selama pekerjaan berjalan, pemberi tugas berhak mengerjakan pekerjaan yang tidak termasuk pekerjaan pemborong.
- b. Pemberi tugas berhak untuk melakukan hal yang tercantum pada ayat (a) diatas yang mencakup hal berikut ini :
 - 1) Mengerjakan sendiri nilai standar pracetak.
 - 2) Laboratorium untuk memeriksa harus laboratorium yang ditunjuk oleh pemberi tugas.
 - 3) Tanah yang dipadatkan harus diuji juga.
- c. Apabila pekerjaan yang dimaksud pada pasal ini berkaitan dengan pekerjaan pemborong maka pemberi tugas harus bersedia bekerja sama dengan pemborong.

PASAL 7

PEMBERI PENJELASAN

- a. Pemberi penjelasan untuk pekerjaan ini akan diadakan pada hari, tempat dan jam seperti yang telah tercantum dalam undangan.
- b. Rekanan yang tidak menghadiri rapat penjelasan, tidak berhak mengikuti pelelangan pemborong.
- c. Pertanyaan yang diajukan secara lisan atau tertulis dapat diajukan pada rapat penjelasan, rekanan yang tidak mengajukan pertanyaan dianggap sudah dapat memahami secara jelas dan menyeluruh.
- d. Pemberian penjelasan sampai saat memasukan penawaran pelelangan, tidak diadakan penjelasan lagi.
- e. Semua perubahan-perubahan atau penambahan hasil dari pembahasan pada saat pemberian penjelasan akan dicantumkan dalam berita acara penjelasan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dan mengikat dengan RKS.

PASAL 8

PERUBAHAN, PENAMBAHAN DAN PENGURANGAN PEKERJAAN

- a. Perubahan-perubahan atau penyimpangan-penyimpangan dalam pekerjaan yang menyebabkan penambahan atau pengurangan dari pekerjaan ini hanya dapat dikerjakan oleh kontraktor setelah mendapatkan perintah tertulis dari direksi perihal jenis pekerjaan tersebut.
- b. Kontraktor harus melaksanakan pekerjaan tambahan yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan dan pekerjaan-pekerjaan tersebut tidak akan mempengaruhi ketentuan-ketentuan yang ada dalam kontrak.

PASAL 9

KERJA SAMA DENGAN GOLONGAN EKONOMI LEMAH DAN PEMAKAIAN BARANG PRODUKSI DALAM NEGERI

- a. Untuk kontraktor bukan untuk golongan ekonomi lemah harus bekerja sama dengan kontraktor atau supplier golongan ekonomi lemah setempat, yaitu memberikan pada sebagian pekerjaan (dengan cara sub pelaksanaan) berupa pengadaan barang dan jasa.
- b. Membuat laporan periodik mengenai pelaksanaan ketetapan sebagaimana dimaksud dalam (a) diatas untuk disampaikan kepada pemimpin proyek.
- c. Meskipun harus tetap memperhatikan syarat-syarat mutu bahan.

PASAL 10

KERJA LEMBUR

- a. Bila pemborong menghendaki adanya kerja lembur, maka pemborong harus melaksanakan permintaan secara lisan atau tertulis kepada pengawas tentang apa yang dikerjakan dan beberapa tenaga ahli yang akan bekerja supaya dijelaskan mengenai pekerjaan tersebut diatas.
- b. Bilamana perlu diadakan kerja lembur, maka untuk upah gaji dari pengawas adalah merupakan tanggung jawab dari pemborong.
- c. Bila perlu pemborong dapat diperintahkan oleh pengawas untuk bekerja lembur.

PASAL 11

KESEJAHTERAAN DAN KESELAMATAN KERJA

- a. Bilamana terjadi kecelakaan, pemborong harus segera mengambil tindakan penyelamatan dan segera memberitahukan kepada Kepala Satuan Kerja Sementara.
- b. Pemborong harus memenuhi / mentaati peraturan-peraturan tentang perawatan korban dan keluarga.
- c. Pemborong harus menyediakan obat-obatan yang memenuhi syarat, dan setiap habis digunakan harus dilengkapi lagi.
- d. Pemborong selain memberikan pertolongan kepada pekerjanya, pihak kesatu memberikan bantuan pertolongan kepada pihak ketiga dan juga menyediakan air minum yang memenuhi syarat kesehatan.
- e. Pemborong diwajibkan menaati undang-undang keselamatan ketenagakerjaan dari Departemen Tenaga Kerja setempat.

PASAL 12

FORCE MAJEURE

- a. Yang dimaksud dengan *force majeure* adalah hal-hal dan masalah-masalah yang menghambat laju jalannya pelaksanaan pekerjaan yang tidak dapat diperkirakan sebelumnya dari itu pekerjaan itu dimulai, keadaan memaksa. *Force majeure* disini adalah kejadian-kejadian bencana alam atau musibah-musibah yang terjadi pada waktu pelaksanaan pekerjaan terjadi, seperti huru-hara, perang, *blockade*, gempa, tanah longsor, kebakaran, sabotase dan keadaan situasi yang darurat yang mempengaruhi jalannya pekerjaan.
- b. Bila terjadi *force majeure*, pemborong harus memberi informasi yang tertulis kepada pengawas, yang disertai bukti-bukti nyata dan sah dari pihak pemerintah setempat atau instansi yang mempunyai suatu wewenang mengenai terjadinya *force majeure* tersebut, selambat-lambatnya 10 hari setelah peristiwa tadi atau mempekerjakan pemborong lainnya.

4.1.2. Syarat – Syarat Administrasi

PASAL 1

UMUM

- a Yang tidak dapat mengikuti penawaran kerja ini hanyalah perusahaan yang mampu membuktikan dirinya dengan syarat-syarat yang ditentukan oleh pelelangan pekerjaan itu sendiri.
- b Perusahaan-perusahaan harus sudah dapat pengesahan Tanda Daftar Rekaman (TDR).

PASAL 2

KETENTUAN *E-TENDERING*

- a. *E-Lelang* adalah metode pemilihan penyedia barang/pekerjaan konstruksi/jasa lainnya secara elektronik untuk semua pekerjaan yang dapat diikuti oleh semua penyedia barang/pekerjaan konstruksi/jasa lainnya yang memenuhi syarat.
- b. *E-Seleksi* adalah metode pemilihan penyedia jasa konsultansi secara elektronik untuk semua pekerjaan yang dapat diikuti oleh semua penyedia jasa konsultansi yang memenuhi syarat.
- c. Aplikasi SPSE adalah aplikasi perangkat lunak Sistem Pengadaan Secara Elektronik (SPSE) berbasis web yang terpasang di server Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) yang dapat diakses melalui website LPSE.
- d. Pengguna SPSE adalah perorangan/badan usaha yang memiliki hak akses kepada aplikasi SPSE, direpresentasikan oleh *user id* dan *password* yang
- e. diberikan oleh LPSE, antara lain Pejabat Pembuat Komitmen (PPK), Kelompok Kerja Unit Layanan Pengadaan (Pokja ULP), Penyedia barang/jasa, Auditor/Pemeriksa.
- f. Pengelola Agregasi Data Penyedia adalah personil di Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah yang memiliki tugas mengelola Agregasi Data Penyedia.

- g. *User id* adalah nama atau pengenal unik sebagai identitas diri dari pengguna yang digunakan untuk beroperasi di dalam aplikasi SPSE.
- h. *Form* isian elektronik adalah tampilan/antarmuka pemakai berbentuk grafis berisi komponen isian yang dapat diinput oleh pengguna aplikasi.
- i. Spamkodok adalah Sistem Pengamanan Komunikasi Dokumen yang dikembangkan oleh Lembaga Sandi Negara.

PASAL 3

PROSEDUR *E-TENDERING*

- a. *E-Tendering* dilaksanakan melalui aplikasi Sistem Pengadaan Secara Elektronik (SPSE) yang dikembangkan oleh Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa (LKPP).
- b. Pedoman pelaksanaan *E-Tendering* terdiri dari:
 - 1. Syarat dan ketentuan penggunaan aplikasi SPSE
 - 2. Panduan penggunaan aplikasi SPSE (*user guide*)
 - 3. Tata cara *E-Tendering*.

PASAL 4

METODE *E-TENDERING*

Metode *E-Tendering* terdiri dari:

- a. *E-Lelang* untuk pemilihan penyedia barang/pekerjaan konstruksi/jasa lainnya.
- b. *E-Seleksi* untuk pemilihan penyedia jasa konsultansi.

PASAL 5

PERSIAPAN PEMILIHAN

- a. Pejabat Pembuat Komitmen (PPK)
 - 1. PPK yang belum memiliki kode akses (*user ID* dan *password*) aplikasi SPSE harus melakukan pendaftaran sebagai pengguna SPSE.
 - 2. PPK menyerahkan rencana pelaksanaan pengadaan barang/jasa yang berisikan paket, spesifikasi teknis, Harga Perkiraan Sendiri (HPS), dan

rancangan umum kontrak kepada Kelompok Kerja Unit Layanan Pengadaan (Pokja ULP).

3. Surat beserta lampirannya sebagaimana dimaksud pada angka 2) di atas dapat berbentuk dokumen elektronik.

b. Pokja ULP

1. Pokja ULP yang belum memiliki kode akses (*user id* dan *password*) aplikasi SPSE harus melakukan pendaftaran sebagai pengguna SPSE.
2. Pokja ULP menerima dan menyimpan surat/dokumen rencana pelaksanaan pengadaan yang disampaikan oleh PPK serta melaksanakan pemilihan.
3. Pokja ULP menyusun dokumen pengadaan.

c. Penyedia Barang/Jasa

Penyedia barang/jasa yang belum memiliki kode akses aplikasi SPSE wajib melakukan pendaftaran pada aplikasi SPSE dan melaksanakan verifikasi pada Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) untuk mendapatkan kode akses aplikasi SPSE.

d. LPSE

1. LPSE menerbitkan kode akses Pengguna SPSE dan menyimpan dokumen pendukung proses registrasi dan verifikasi pengguna SPSE.
2. LPSE dapat mendelegasikan tugas sebagaimana dimaksud pada angka (1) kepada pengguna SPSE di Kementrian/Lembaga/Satuan Kerja Perangkat Daerah/Instansi (K/L/D/I) sesuai dengan syarat dan ketentuan penggunaan aplikasi SPSE.

PASAL 6

PEMBUATAN PAKET DAN PENDAFTARAN

- a. Paket pemilihan yang dilakukan dalam aplikasi SPSE merupakan paket pemilihan baru atau paket pemilihan ulang pengadaan secara elektronik.
- b. Pokja ULP membuat paket dalam aplikasi SPSE lengkap dengan informasi paket dan sistem pengadaan berdasarkan informasi yang diberikan

Pengguna Anggaran (PA)/Kuasa Pengguna Anggaran (KPA)/PPK maupun keputusan internal Pokja ULP.

- c. Pokja ULP memasukkan nomor surat/dokumen rencana pelaksanaan pengadaan barang/jasa yang diterbitkan oleh PPK dan menjadi dasar pembuatan paket sebagaimana dimaksud pada butir (b).
- d. Pokja ULP menyusun jadwal pelaksanaan pemilihan berdasarkan hari kalender dengan alokasi waktu mengacu pada ketentuan waktu yang diatur pada Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2010 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah dan perubahannya.
- e. Pokja ULP menyusun jadwal sebagaimana dimaksud pada angka (d) dengan memperhatikan jam kerja dan hari kerja untuk tahapan:
 1. Pemberian penjelasan
 2. Batas akhir pemasukan penawaran
 3. Pembukaan penawaran
 4. Pembuktian kualifikasi; dan
 5. Batas akhir sanggah/sanggah banding.
- f. Dalam alokasi waktu yang ditetapkan sebagaimana dimaksud pada butir (d) Pokja ULP harus menyediakan paling kurang 2 (dua) hari kerja untuk tahapan:
 1. Pemasukan dokumen penawaran untuk paket yang mensyaratkan jaminan penawaran; dan
 2. Sanggah banding.
- g. Pokja ULP dalam mengalokasikan waktu sebagaimana yang dimaksud pada huruf (f) angka (1) harus memperhitungkan waktu yang diperlukan untuk mempersiapkan Dokumen Penawaran sesuai dengan jenis, kompleksitas, dan lokasi pekerjaan.
- h. Penyusunan dokumen pengadaan secara elektronik dilakukan dengan cara:
 1. Dokumen pengadaan dibuat oleh Pokja ULP mengikuti standar dokumen pengadaan secara elektronik yang melekat pada aplikasi SPSE dan diunggah (*upload*) pada aplikasi SPSE; atau

2. Dokumen pengadaan dibuat oleh Pokja ULP menggunakan *form* isian elektronik dokumen pengadaan yang melekat pada aplikasi SPSE.
- i. Penyusunan dokumen pengadaan sebagaimana dimaksud pada butir (h) disesuaikan dengan syarat dan ketentuan penggunaan aplikasi SPSE dan/atau panduan penggunaan aplikasi SPSE (*user guide*).

PASAL 7

PEMBERIAN PENJELASAN PENAWARAN

- a. Proses pemberian penjelasan dilakukan secara *online* tanpa tatap muka melalui aplikasi SPSE.
- b. Pokja ULP dapat memberikan informasi yang dianggap penting terkait dengan dokumen pengadaan.
- c. Pokja ULP menjawab setiap pertanyaan yang masuk, kecuali untuk substansi pertanyaan yang telah dijawab.
- d. Pokja ULP pada saat berlangsungnya pemberian penjelasan dapat menambah waktu batas akhir tahapan tersebut sesuai dengan kebutuhan.
- e. Dalam hal waktu tahap penjelasan telah berakhir, Penyedia barang/jasa tidak dapat mengajukan pertanyaan namun Pokja ULP masih mempunyai tambahan waktu 3 (tiga) jam untuk menjawab pertanyaan yang masuk pada akhir jadwal.
- f. Pokja ULP dilarang menjawab pertanyaan dengan cara mengumpulkan pertanyaan terlebih dahulu dan menjawab pertanyaan tersebut sekaligus pada waktu tambahan sebagaimana yang dimaksud pada butir (e).
- g. Kumpulan tanya jawab pada saat pemberian penjelasan merupakan Berita Acara Pemberian Penjelasan.
- h. Jika dianggap perlu dan tidak dimungkinkan memberikan informasi lapangan ke dalam dokumen pemilihan dan Berita Acara Pemberian Penjelasan, Pokja ULP dapat melaksanakan proses pemberian penjelasan lanjutan dengan peninjauan lapangan/lokasi pekerjaan.

- i. Pelaksanaan pemberian penjelasan lanjutan dilakukan oleh seseorang selain Pokja ULP, antara lain oleh tenaga ahli pemberi penjelasan teknis yang telah ditetapkan oleh PPK dan ditugaskan oleh Pokja ULP.
- j. Hasil pemberian penjelasan lanjutan dituangkan ke dalam Berita Acara Pemberian Penjelasan Lanjutan dan diunggah (*upload*) pada aplikasi SPSE oleh Pokja ULP.
- k. Adendum dokumen pengadaan dapat dilakukan secara berulang dengan mengunggah (*upload*) adendum dokumen pengadaan melalui aplikasi SPSE paling kurang 2 (dua) hari sebelum batas akhir pemasukan dokumen penawaran.
- l. Apabila adendum dokumen pengadaan mengakibatkan kebutuhan penambahan waktu penyiapan dokumen penawaran maka Pokja ULP memperpanjang batas akhir pemasukan penawaran.

PASAL 8

PEMASUKAN DATA KUALIFIKASI

- a. Data kualifikasi disampaikan melalui *form* isian elektronik kualifikasi yang tersedia pada aplikasi SPSE.
- b. Jika *form* isian elektronik kualifikasi yang tersedia pada aplikasi SPSE belum mengakomodir data kualifikasi yang disyaratkan Pokja ULP, maka data kualifikasi tersebut diunggah (*upload*) pada fasilitas pengunggahan lain yang tersedia pada aplikasi SPSE.
- c. Pada prakualifikasi, Pokja ULP wajib meminta penyedia barang/jasa untuk melengkapi data kualifikasi dengan memanfaatkan fasilitas komunikasi yang tersedia pada aplikasi SPSE dan/atau fasilitas komunikasi lainnya.
- d. Dengan mengirimkan data kualifikasi secara elektronik penyedia barang/jasa menyetujui pernyataan sebagai berikut:
 - 1. Yang bersangkutan dan manajemennya tidak dalam pengawasan pengadilan, tidak pailit, dan kegiatan usahanya tidak sedang dihentikan;
 - 2. Yang bersangkutan berikut pengurus badan usaha tidak masuk dalam daftar hitam;

3. Perorangan/ yang bertindak untuk dan atas nama badan usaha tidak sedang dalam menjalani sanksi pidana;
 4. Data kualifikasi yang diisikan benar, dan jika di kemudian hari ditemukan bahwa data/dokumen yang disampaikan tidak benar dan ada pemalsuan, maka direktur utama/pimpinan perusahaan, atau kepala cabang, atau pejabat yang menurut perjanjian kerja sama berhak mewakili badan usaha yang bekerja sama dan badan usaha yang diwakili bersedia dikenakan sanksi administratif, sanksi pencantuman dalam daftar hitam, gugatan secara perdata, dan/atau pelaporan secara pidana kepada pihak berwenang sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
 5. Pimpinan dan pengurus badan usaha bukan sebagai pegawai K/L/D/I atau pimpinan dan pengurus badan usaha sebagai pegawai K/L/D/I yang sedang mengambil cuti di luar tanggungan K/L/D/I.
 6. Pernyataan lain yang menjadi syarat kualifikasi yang tercantum dalam dokumen pengadaan.
- e. Untuk penyedia barang/jasa yang berbentuk konsorsium/kemitraan/ bentuk kerjasama lain, pemasukan kualifikasi dilakukan oleh badan usaha yang ditunjuk mewakili konsorsium/kemitraan/bentuk kerjasama lain.

PASAL 9

PEMBUKAAN DOKUMEN PENAWARAN DAN EVALUASI

- a. Pada tahap pembukaan penawaran, Pokja ULP mengunduh (*download*) dan melakukan dekripsi *file* penawaran dengan menggunakan Apendo/Spamkodok.
- b. Harga penawaran dan hasil koreksi aritmatik dimasukkan pada fasilitas yang tersedia pada aplikasi SPSE.
- c. Terhadap *file* penawaran terenkripsi yang tidak dapat dibuka (dekripsi), Pokja ULP wajib menyampaikan *file* penawaran tersebut kepada LPSE dan bila dianggap perlu LPSE dapat menyampaikan *file* penawaran tersebut kepada LKPP.

- d. Terhadap *file* penawaran terenkripsi yang tidak dapat dibuka yang disampaikan kepada LPSE atau LKPP, maka LPSE atau LKPP akan memberikan keterangan kondisi *file* penawaran kepada Pokja ULP.
- e. Berdasarkan keterangan dari LPSE/LKPP apabila *file* penawaran tidak dapat dibuka maka Pokja ULP dapat menetapkan bahwa *file* penawaran tersebut tidak memenuhi syarat sebagai penawaran dan penyedia barang/jasa yang mengirimkan *file* penawaran tersebut dianggap tidak memasukan penawaran.
- f. *File* yang dianggap sebagai penawaran adalah dokumen penawaran yang berhasil dibuka dan dapat dievaluasi yang sekurang-kurangnya memuat Satu *file*: harga penawaran, daftar kuantitas dan harga untuk kontrak harga satuan/gabungan, jangka waktu penawaran, dan deskripsi/ spesifikasi barang/jasa yang ditawarkan.
 - 1. Dua *file* atau dua tahap: daftar kuantitas dan harga untuk kontrak harga satuan/gabungan, jangka waktu penawaran, dan deskripsi/spesifikasi barang/jasa yang ditawarkan.
- g. Dengan adanya proses penyampaian *file* penawaran yang tidak dapat dibuka (dekripsi) sebagaimana dimaksud dalam butir (c), Pokja ULP dapat melakukan penyesuaian jadwal evaluasi dan tahapan selanjutnya.
- h. Pokja ULP wajib melakukan klarifikasi kepada penerbit surat jaminan penawaran tentang keabsahan dan substansi jaminan penawaran.
- i. Ketidakabsahan atau penolakan klaim jaminan penawaran terhadap surat jaminan penawaran yang ditunjukkan oleh Pokja ULP dapat berakibat pada gugurnya syarat administrasi.
- j. Pembuktian kualifikasi dilakukan di luar aplikasi SPSE (*offline*).
- k. Dalam tahapan pembuktian kualifikasi, Pokja ULP tidak perlu meminta seluruh dokumen kualifikasi apabila penyedia barang/jasa sudah pernah melaksanakan pekerjaan yang sejenis, sama kompleksitasnya pada instansi yang bersangkutan.
- l. Pokja ULP memasukkan hasil evaluasi penawaran dan hasil evaluasi kualifikasi pada aplikasi SPSE.

PASAL 10

SANGGAHAN PENAWARAN

- a. Peserta pemilihan yang dapat menyanggah adalah peserta yang telah memasukan penawaran.
- b. Peserta pemilihan hanya dapat mengirimkan 1 (satu) kali sanggahan kepada Pokja ULP melalui aplikasi SPSE.
- c. Dalam hal terjadi keadaan kahar atau gangguan teknis yang menyebabkan peserta pemilihan tidak dapat mengirimkan sanggahan secara *online* melalui aplikasi SPSE atau Pokja ULP tidak dapat mengirimkan jawaban sanggah secara *online* melalui aplikasi SPSE maka sanggahan dapat dilakukan di luar aplikasi SPSE (*offline*).
- d. Dalam hal terdapat sanggah banding, peserta pemilihan memberitahukan sanggahan banding tersebut kepada Pokja ULP melalui fasilitas yang telah tersedia dalam aplikasi SPSE.
- e. Kealpaan atau kelalaian pemberitahuan sanggahan banding di atas oleh peserta pemilihan sebagaimana dimaksud dalam butir (e) tidak menggugurkan proses sanggahan banding.

PASAL 11

SURAT PENUNJUKKAN PENYEDIA BARANG/JASA

PPK menerbitkan Surat Penunjukan Penyedia Barang/Jasa (SPPBJ) di luar aplikasi SPSE (*offline*), menginputkan informasi dan mengunggah (*upload*) hasil pemindaian SPPBJ pada aplikasi SPSE.

PASAL 12

PENANDATANGANAN KONTRAK

- a. Pemenang pemilihan melakukan penandatanganan kontrak dengan PPK yang dilakukan di luar SPSE.
- b. PPK memasukkan informasi dan mengunggah (*upload*) hasil pemindaian (*scan*) dokumen kontrak pada aplikasi SPSE.

PASAL 13

AUDIT

- a. Persiapan
 1. Auditor menyerahkan surat tugas kepada LPSE untuk mendapatkan hak akses untuk masuk ke dalam aplikasi SPSE.
 2. LPSE menerima, menyimpan, dan menerbitkan kode akses terhadap personil yang tercantum dalam surat tugas instansi yang memiliki tugas pokok dan fungsi audit.
- b. Pelaksanaan
 1. Proses audit pengadaan secara elektronik dilaksanakan melalui fasilitas yang disediakan dalam aplikasi SPSE.
 2. Auditor hanya dapat mengakses informasi atau data, mengunduh (*download*) dan membuka *file*, baik yang disampaikan oleh Pokja ULP maupun peserta pemilihan paket pekerjaan yang menjadi objek audit sebagaimana tercantum dalam surat tugas.
 3. Auditor dapat menemui Pokja ULP untuk memperoleh informasi dan dalam rangka proses audit paket pemilihan tertentu.

PASAL 14

PENETAPAN PEMENANG LELANG

- a. Pemenang Pelelangan
 - 1) Penetapan calon pemenang lelang dilakukan dengan penelitian teknis yang ditentukan dahulu. Bila syarat-syarat teknis telah dipenuhi sesuai dengan yang ditentukan dalam dokumen lelang, maka penilaian dilanjutkan dengan penilaian harga penawaran yang ada. Bila harga penawaran dianggap memenuhi dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku, maka panitia mengusulkan tiga peserta yang mengikuti penawaran yang paling menguntungkan bagi pemerintah, dalam arti:
 - Penawaran secara teknis dapat dibenarkan juga dipertanggung jawabkan.

- Perhitungan harga yang ditawarkan dapat dibenarkan dan dipertanggung jawabkan. Penawaran tersebut adalah yang terendah dari seluruh penawaran yang memenuhi syarat.

- 2) Keputusan pemenang lelang dilakukan oleh pejabat berwenang dan diumumkan oleh panitia kepada para peserta dalam suatu pertemuan.
- 3) Kepada peserta yang berkeberatan atas penetapan lelang tersebut, diberikan kesempatan untuk mengajukan sanggahan secara tertulis kepada atasan-atasan panitia lelang. Selambat-lambatnya empat hari setelah pemberitahuan melalui pengumuman lelang. Tapi sanggahan itu dapat diajukan bila ada sesuatu kekeliruan panitia didalam melaksanakan prosedur pelelangan.

b. Surat Keputusan Pemenang Pelelangan

- 1) Kepada pemenang lelang yang ditunjuk, akan diberitahu atau disampaikan tembusan dari surat keputusan pemenang lelang.
- 2) Pemenang lelang akan diberikan surat keputusan yang menyatakan rekanan yang memenangkan pelelangan tersebut.

PASAL 15

SURAT PERJANJIAN KONTRAK

- a. Kepada rekan yang telah ditunjuk sebagai pemenang lelang diwajibkan menanggung biaya pembuatan dokumen surat perjanjian beserta lampiran.
- b. Surat perjanjian dibuat rangkap 10 dan dilampirkan dengan:
 - 1) Surat penawaran lengkap dengan lampiran
 - 2) Rencana kerja dan syarat-syarat
 - 3) Gambar-gambar
 - 4) Berita acara penjelasan
 - 5) Berita acara pembahasan perhitungan volume proyek
 - 6) Berita acara pemasukan penawaran
 - 7) Surat keputusan pemenang
 - 8) Rekanan jaminan pelaksana

PASAL 16

SURAT PENAWARAN YANG TIDAK SAH

- a. Penawaran tidak bertanggung, atau tidak terkena dengan materai pada saat pembubuhan tanda tangan, dan tidak cukupnya nilai materai.
- b. Tidak jelas jumlah angka penawaran, dalam angka tidak sesuai dengan yang tercantum dengan huruf.
- c. Harga yang tercantum dengan angka tidak sesuai dengan harga yang tercantum dalam huruf.
- d. Tidak terdapat pernyataan yang jelas bahwa penawaran tunduk pada ketentuan yang terdapat pada ketentuan yang terdapat pada peraturan rencana kerja dan syarat-syarat (RKS).
- e. Materai tidak bertanggung dan tidak terkena tanda tangan dalam hal ini digunakan materai tempel.

PASAL 17

EVALUASI DAN PENGUMUMAN/PEMBERITAHUAN

- a. Semua penawaran berikut lampiran-lampirannya akan diperiksa, diteliti dan dinilai.
- b. Penawaran yang rendah tidak mutlak jadi pemenang.
- c. Pengumuman akan diberitahukan secara tertulis sekaligus akan mengembalikan jaminan penawaran kepada penawar yang gugur.
- d. Sanggahan hanya dapat dilakukan oleh pelaksana pelelangan.

PASAL 18

JAMINAN PENAWARAN

- a. Jaminan penawaran berupa surat jaminan bank milik pemerintah atau bank / lembaga keuangan lain yang ditetapkan oleh Menteri Keuangan kepada Kepala Satuan Kerja Sementara pembangunan Jalan Lingkar Kota Mranggen.

- b. Bagi pemborong yang tidak ditetapkan sebagai pemenang pelelangan, jaminan penawaran diberikan kembali 1 (satu) minggu setelah pemenang lelang ditetapkan.
- c. Bagi pemborong yang ditetapkan sebagai pemenang pelelangan, diberikan kembali saat jaminan pelaksanaan diterima oleh Kepala Satuan Kerja Sementara.

PASAL 19

PERMULAAN PEKERJAAN

- a. Selambat-lambatnya dalam waktu satu minggu terhitung dari SPK dikeluarkan oleh Kepala Satuan Kerja Sementara, pekerjaan harus sudah dimulai.
- b. Pemborong wajib memberitahukan kepada Kepala Satuan Kerja Sementara bila akan memulai pekerjaan.

PASAL 20

PEKERJAAN TAMBAHAN DAN PENGURANGAN

- a. Bilamana pekerjaan tambahan dan pengurangan diluar lingkup pekerjaan yang telah ditetapkan, maka hal tersebut hanya dapat dibenarkan bila ada pemberian perintah dari pemberi tugas secara tertulis dan harus dibuat dalam suatu laporan yang dikenal dengan nama adendum.
- b. Segera setelah ada tugas tambahan atau pengurangan yang kurang sesuai dengan harga satuan dari pekerjaan, pemborong mengajukan anggaran biaya tambahan atau pengurangan sesuai dengan harga satuan dalam penawaran.

PASAL 21

PENYERAHAN PEKERJAAN

- a. Jangka waktu pelaksanaan selama kalender, termasuk hari minggu, hari besar, dan hari raya.

- b. Pekerjaan dapat diserahkan yang pertama kalinya bilamana pekerjaan sudah selesai 100 % dan dapat diterima dengan baik oleh Kepala Satuan Kerja Sementara dengan disertai Berita Acara dan dilampiri daftar kemajuan pekerjaan serta foto berwarna.
- c. Pengguna barang / jasa melakukan penilaian terhadap hasil pekerjaan yang telah diselesaikan oleh penyedia barang/jasa. Bilamana terdapat kekurangan kekurangan atau cacat hasil pekerjaan, penyedia barang/jasa wajib memperbaiki atau menyelesaikannya.
- d. Penyedia barang/jasa wajib meemlihara hasil pekerjaan selama masa pemeliharaan sehingga kondisi tetap seperti pada saat penyerahan pertama pekerjaan.

PASAL 22

MASA PEMELIHARAAN

- a. Jangka waktu pemeliharaan adalah selama 365 hari kalender setelah penyerahan pertama.
- b. Bilamana dalam masa pemeliharaan terjadi kerusakan akibat kurang sempurnanya dalam pelaksanaan atau kurang baiknya mutu bahan-bahan yang dipergunakan, maka pemborong harus segera memperbaikinya dan menyempurnakannya.

PASAL 23

PEMBAYARAN

- a. Pembayaran prestasi hasil pekerjaan yang disepakati dilakukan oleh pengguna barang/ jasa apabila penyedia barang/jasa telah mengajukan tagihan disertai laporan kemajuan hasil pekerjaan.
- b. Penggguna barang/jasa dalam kurun waktu 7 hari harus sudah mengajukan surat permintaan pembayaran untuk prestasi kerja.
- c. Pembayaran prestasi hasil pekerjaan yang disepakati dapat dilakukan dengan sistem termijn yang didasarkan pada prestasi pekerjaan sebagaimana tertuang dalam dokumen kontrak.

- d. Pembayaran bulanan/termijn harus dipotong jaminan pemeliharaan, angsuran uang muka, denda (jika ada) dan pajak.
- e. Tiap pengajuan pembayaran angsuran harus disertai Berita Acara Pemeriksaan Pekerjaan dan dilampiri hasil opname pekerjaan dan foto-foto dokumentasi dalam album.

PASAL 24

SANKSI / DENDA

- a. Besarnya denda kepada penyedia barang/jasa atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan adalah 1‰ (satu per seribu) dari harga kontrak atau bagian kontrak untuk setiap hari keterlambatan.
- b. Besarnya ganti rugi yang dibayar oleh pengguna barang/jasa atas keterlambatan pembayaran adalah sebesar bunga terhadap nilai tagihan yang terlambat dibayar.
- c. Denda paling banyak 5% dari nilai kontrak kepada orang atau badan hukum yang melaksanakan pekerjaan konstruksi yang bertentangan atau tidak sesuai dengan ketentuan keteknikan yang telah ditetapkan dan telah mengakibatkan kegagalan konstruksi.

PASAL 25

PENCABUTAN PEKERJAAN

- a. Kepala Satuan Kerja Sementara berhak membatalkan atau mencabut pekerjaan dari tangan pemborong apabila ternyata pemborong cedera janji atau tidak memenuhi kewajiban dan tanggung jawabnya sebagaimana diatur dalam kontrak.
- b. Pada pencabutan pekerjaan, pemborong dapat dibayarkan hanya pekerjaan yang telah selesai dan diperiksa serta disetujui oleh Kepala Satuan Kerja Sementara, sedangkan harga bahan bangunan yang berada di tempat menjadi resiko pemborong sendiri.
- c. Penyerahan bagian-bagian pekerjaan kepada pemborong lain tanpa ijin tertulis dari Kepala Satuan Kerja Sementara tidak diijinkan

4.1.3. Syarat-Syarat Teknis

1. Syarat pelaksanaan

PASAL 1

JAMINAN PELAKSANAAN

- a. Pendorong atau rekanan yang telah ditunjuk untuk melaksanakan pekerjaan sebelum menandatangani kontrak diwajibkan memberikan jaminan pelaksana berupa surat jaminan bank pemerintah atau bank yang telah mendapatkan persetujuan materai sebesar 5 % dari nilai kontrak.
- b. Pada waktu jaminan, pelaksanaan diterima oleh direksi maka jaminan penawaran dari penawar bersangkutan dikembalikan.
- c. Jaminan pelaksanaan ditunjuk panitia pelelangan.
- d. Jaminan pelaksanaan tersebut berlaku untuk nilai borongan diatas Rp.50.000.000,- (lima puluh juta)
- e. Masa berlaku jaminan pelaksanaan minimal harus sesuai dengan jangka waktu pelaksanaan tidak termasuk masa pemeliharaan.
- f. Pada surat jaminan pelaksanaan harus tercantum nama proyek atau pekerjaan.
- g. Dalam hal ini pendorong yang mengundurkan diri setelah ditunjuk atau menandatangani kontrak, maka jaminan pelaksanaanya menjadi milik negara.
- h. Jaminan pelaksanaan dikembalikan kepada pendorong setelah pelaksanaan selesai seluruhnya sesuai dengan kontrak dan diterima oleh direksi.
- i. Dalam jangka waktu 3 (tiga) hari setelah menerima SPK pendorong harus mengirimkan rencana kerja terperinci, yang menunjukkan urutan pelaksanaan, bagian-bagian pekerjaan untuk mendapat persetujuan direksi.
- j. Dalam jangka waktu 3 (tiga) hari setelah menerima SPK pendorong harus mengirimkan rencana kerja terperinci, yang menunjukkan urutan pelaksanaan, bagian-bagian pekerjaan untuk mendapat persetujuan untuk mendapat persetujuan direksi.

- k. Jaminan pelaksanaan pekerjaan menjadi milik panitia lelang jika tidak memulai pekerjaannya secara fisik dalam waktu 7 (tujuh) hari kalender sejak tanggal berlakunya surat perjanjian. Yang dimaksud dengan telah dimulainya pekerjaan secara fisik adalah pengukuran, pengiriman bahan-bahan dan lain-lain.

PASAL 2

PENJAGAAN

- a. Pemborong harus menjaga dengan sungguh-sungguh atas pekerjaan yang sedang dilaksanakan, gudang bahan-bahan dan sebagainya.
- b. Pada saat penyelesaian pekerjaan, pemborong harus membersihkan dan menyingkirkan dari lapangan semua peralatan konstruksi, sampah, bahan dan segala macam pekerjaan penunjangnya, pemborong harus meninggalkan seluruh lapangan dan pekerjaan dalam keadaan bersih dan rapi sehingga dapat diterima oleh pemberi tugas.
- c. Bangunan kantor pimpinan proyek dan direksi lapangan setelah proyek selesai harus diselesaikan atau ditetapkan lain dalam dokumen kontrak.

PASAL 3

WAKTU PELAKSANAAN

- a. Jangka waktu pelaksanaan selama 312 hari kerja terhitung setelah surat perjanjian pekerjaan (kontrak) ditanda tangani tidak termasuk hari-hari besar dan minggu.
- b. Jika ternyata setelah jangka waktu yang telah ditetapkan dalam kontrak telah sampai dan tidak dapat dipenuhi oleh pemborong yang bersangkutan, maka akan dikenai denda 1% (satu persen) dari harga kontrak setiap hari keterlambatan atau setinggi 5% dari harga kontrak.
- c. Masa pemeliharaan ditetapkan dari penyerahan pertama sampai penyerahan kedua sampai satu tahun, segala kerusakan yang terjadi selama masa pemeliharaan tersebut menjadi tanggung jawab kontraktor. Jika hal ini tidak dapat dilaksanakan oleh pemborong, maka direksi akan

menunjuk pihak lain untuk melaksanakan pemeliharaan tersebut dengan biaya dari pihak pemborong setelah jangka waktu pemeliharaan berakhir, maka pekerjaan diserahkan untuk kedua kalinya (terakhir).

PASAL 4

PERPANJANGAN WAKTU PELAKSANAAN

- a. Perpanjangan waktu pelaksanaan pekerjaan hanya dapat diberikan oleh direksi, bilamana alasan-alasan dari pemborong cukup kuat untuk itu harus diajukan secara tertulis kepada pemberi tugas. Setelah pertimbangan-pertimbangan dimana keterlambatan tersebut ternyata benar-benar diluar kemampuan pemborong maka diberi perpanjangan waktu oleh pemberi tugas secara tertulis.
- b. Yang dimaksud diluar kemampuan pemborong dalam pasal 5 ayat (a) antara lain :
 - 1) Hal-hal terjadi diluar dugaan.
 - 2) Perubahan-perubahan rencana.
 - 3) Persiapan yang belum terselesaikan seperti status tanah dan lain-lain.
- c. Setiap perpanjangan yang disetujui oleh direksi hanya dapat dianggap sah dengan tertulis dan ditetapkan dengan surat keputusan.

PASAL 5

PENGUKURAN GARIS DAN KETINGGIAN PERMUKAAN

- a. Kontraktor bertanggung jawab atas kebenaran pematokan dilapangan secara tertulis kepada direksi.
- b. Kantor bertanggung jawab untuk menyediakan semua jenis peralatan, perlengkapan dan tenaga yang diperlukan dalam hubungannya dengan pematokan tersebut.
- c. Jika pada waktu selama berlangsungnya pematokan timbul kesalahan-kesalahan pada letak ukuran ketinggian-ketinggian permukaan pada bagian pekerjaan. Maka kontraktor dengan biaya sendiri harus memperbaiki kesalahan sesuai dokumen kontrak. Dan kecuali bila

kesalahan tersebut disebabkan oleh data yang diberikan secara tertulis oleh direksi itu ternyata salah, maka pembiayaan untuk memperbaiki kesalahan tersebut menjadi tanggung jawab proyek ini.

- d. Penyesuaian pemasangan pematokan oleh direksi dan bagaimanapun juga tidak melepaskan kontraktor dari tanggung jawab atas ketetapan dari pematokan tersebut dan kontraktor harus melindungi dan menjaga dengan hati-hati semua patok tetap, bowplank, patok sementara dan benda-benda lain yang digunakan dalam pematokan.

PASAL 6

PEKERJAAN PERSIAPAN DAN PENGUKURAN

- a. Pekerjaan persiapan
 - 1) Pendorong harus membersihkan dan membenahi lapangan untuk tempat kerja, penumpukan bahan-bahan yang akan digunakan, lokasi bangunan untuk *direksi keet*.
 - 2) Melaksanakan mobilisasi seluruh alat berat dan alat-alat yang digunakan untuk kelancaran pekerjaan dilokasi.
 - 3) Menyediakan alat-alat kecil, yaitu alat-alat yang digunakan untuk kelancaran pekerjaan dilokasi.
 - 4) Pendorong harus membuat gudang penyimpanan bahan dan peralatan pekerjaan dan membuat *direksi keet* atau kantor lapangan yang dilengkapi dengan peralatan kantor.
 - 5) Pendorong harus menempatkan bahan-bahan dan alat-alat kerja dengan tertib sehingga tidak mengganggu didaerah sekitar pekerjaan dan keamanannya merupakan tanggung jawab pendorong.
 - 6) Setelah semua pekerjaan dimaksud selesai. Pendorong harus secepatnya mengeluarkan peralatan kerja dan melaksanakan pembersihan lokasi pekerjaan. Untuk menghindari kerugian terjadinya kecelakaan atau keragu-raguan lain, maka perlu dilengkapi dengan tanda-tanda peringatan yang jelas dan dapat dibaca.

b. Pekerjaan pengukuran

- 1) Untuk melaksanakan pekerjaan pengukuran, pemborong harus menyediakan instrumen atau pesawat ukur dan peralatan pembantu lainnya dilokasi pekerjaan dalam kondisi baik serta dapat dipakai.
- 2) Pekerjaan pengukuran yaitu mengadakan pengukuran dilapangan dengan dilaksanakan oleh tenaga berpengalaman dibidangnya.
- 3) Hasil pengukuran dilapangan harus dapat dikaitkan dengan patok yang tetap yang telah ada sesuai dengan petunjuk tugas dan berdasarkan patok-patok tersebut pemborong harus membuat patok-patok pembantu untuk ketinggian dan ketinggiannya selama pekerjaan berlangsung.
- 4) Ukuran-ukuran dinyatakan dalam matrik kecuali dinyatakan lain oleh pemberi tugas.

PASAL 7

PEKERJAAN PEMATANG TANAH

a. Pekerjaan timbunan

Yang dimaksud dengan pekerjaan timbunan disini adalah dimana permukaan tanah rencana lebih tinggi dari pada permukaan tanah asli sebagaimana tertera pada gambar rencana.

Peralatan yang digunakan :

- 1) *Excavator*
- 2) *Dump Truck*
- 3) *Motor Grader*
- 4) *Vibrator Roller*
- 5) *Water Tank Truck*

b. Pelaksanaan pekerjaan

- 1) Jika menggunakan bahan timbunan yang didatangkan dari lokasi atau menggunakan material bekas galian harus memenuhi persyaratan :
- 2) Pemberi tugas berhak untuk menolak material bila dinyatakan lain oleh pemberi tugas.

- 3) Pemberi tugas akan memberi jawaban dalam waktu 10 hari kalender setelah diterimanya pengajuan dari pemborong, dan bila dalam waktu tersebut belum ditanggapi berarti permohonan disetujui.
 - 4) Bagian pekerjaan yang telah diselesaikan dilapangan dengan sistem Field Destiny test dengan nilai kepadatan permohonan disetujui.
- c. Hasil-hasil test dilapangan harus tertulis dan diketahui oleh pemberi tugas.
- d. Pemadatan tanah timbunan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :
- 1) Persiapan bahan dilapangan.
Untuk pekerjaan ini pengangkutan bahan dilakukan oleh Dump truck, bahan ditumpuk setempat kemudian ditebarkan oleh Bulldozer.
 - 2) Penyemprotan air jika diperlukan.
Jika kadar air yang dibutuhkan kurang maka dilakukan penyemprotan air dilokasi pekerjaan.
 - 3) Pencampuran bahan dengan air.
Pencampuran bahan dengan air supaya didapatkan bahan kadar air yang seragam dan dilakukan pengeringan bila bahan terlalu basah.
 - 4) Penggilasan lapisan
Jenis alat yang digunakan untuk pekerjaan ini adalah Tandem Roller, untuk menentukan apakah kepadatan telah dicapai atau belum perlu dibuat percobaan sebelumnya dilapangan, penggilasan dilakukan lapis demi lapis sampai permukaan rata.

PASAL 8

PEKERJAAN LAPIS PONDASI

Material berbutir tanpa pengikat untuk lapisan pondasi harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI-03-6388-2000. Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah.

PASAL 9
PEKERJAAN PERKERASAN JALAN KAKU
(RIGID PAVEMENT)

- a. Yang dimaksud dengan beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang setara, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat.
- b. Mutu beton yang digunakan pada masing-masing bagian dari pekerjaan dalam kontrak harus seperti yang ditunjukkan dalam gambar rencana atau sebagaimana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.
- c. Penyedia jasa harus mengirimkan rancangan campuran (*mix design*) untuk masing-masing mutu beton yang akan digunakan sebelum pekerjaan pengecoran beton dimulai, lengkap dengan hasil pengujian bahan dan hasil pengujian percobaan campuran beton di laboratorium berdasarkan kuat tekan beton untuk umur 7 dan 28 hari, kecuali ditentukan untuk umur-umur yang lain oleh Direksi Pekerjaan. Proporsi bahan dan berat penakaran hasil perhitungan harus memenuhi kriteria teknis utama, yaitu kelecakan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan keawetan (*durability*).
- d. Bilamana terjadi perbedaan pendapat dalam mutu pekerjaan beton atau adanya keraguan dari data pengujian yang ada, Direksi Pekerjaan dapat meminta Penyedia Jasa melakukan pengujian tambahan yang diperlukan untuk menjamin bahwa mutu pekerjaan yang telah dilaksanakan dapat dinilai dengan adil. Biaya pengujian tambahan tersebut haruslah menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.
- e. Perbaikan atas pekerjaan beton yang retak atau bergeser yang diakibatkan oleh kelalaian Penyedia Jasa merupakan tanggung jawab Penyedia Jasa dan harus dilakukan dengan biaya sendiri. Penyedia Jasa tidak bertanggung jawab atas kerusakan yang timbul berasal dari bencana alam yang tidak dapat dihindarkan, asalkan pekerjaan yang rusak tersebut telah diterima dan dinyatakan oleh Direksi Pekerjaan secara tertulis telah selesai.

PASAL 10

PEKERJAAN PEMADATAN

- a. Bagian urugan yang ditimbun tingginya lebih dari 10 cm, harus digilas selapis demi selapis, sampai padat mencapai ketebalan dan ketinggian yang diinginkan.
- b. Lapisan burda selalu padat, merata dan mencapai ukuran yang telah ditetapkan.
- c. Kecepatan pemadatan maksimum 3 km/jam dengan *Tandem Roller*.

PASAL 11

PEKERJAAN LAIN-LAIN

- a. *Direksi keet* dengan ukuran 5 x 4 m dan terbuat dari dinding papan atau seng, lantai papan dengan perlengkapan yang lain.
- b. Selama pelaksanaan pekerjaan keamanan umum, lalu lintas dari pekerjaan dan lain-lain, baik selama pekerjaan berlangsung maupun pada waktu vakum.
- c. Pekerjaan saluran yaitu parit tanah atau Pasangan batu bata dengan campuran semen 1:2 , pengadukan bahan-bahannya harus dilakukan dengan cermat.
- d. Pekerjaan gorong-gorong persegi beton betulang (*box culvert*) spesifikasi bahan menggunakan standar yang sudah ditentukan.

PASAL 12

PEKERJAAN TANAH DASAR DAN LAPIS PONDASI

Sebelum operasi penghamparan dimulai, harus dipenuhi beberapa ketentuan sebagai berikut :

- a. Pastikan bahan yang digunakan bersih dan tidak ada unsur bahan organik lainnya yang dapat menurunkan mutu tanah pilihan dan agregat lapis pondasi.
- b. Sebelum dilakukan penghamparan , tanah dasar dan lapis pondasi bawah harus diperiksa kepadatan dan bentuk penampang melintangnya.

- c. Kondisi tanah dasar normal, dengan ciri-ciri nilai CBR lebih rendah dari 3% harus dipadatkan secara mekanis. Desain ini meliputi perkerasan diatas timbunan, galian atau tanah asli.
- d. Pekerjaan pembentukan permukaan harus dilaksanakan secara teliti di tinjau dari segi beton yang diperlukan.

PASAL 13

PEKERJAAN PERKERASAN

Sebelum pekerjaan dimulai, beberapa ketentuan yang harus diperhatikan sebagai berikut :

- a. Alinyemen Survei elevasi harus dilakukan pada lapis pondasi bawah dan setiap lokasi yang lebih tinggi 5 mm dari elevasi rancangan harus diperbaiki oleh Penyedia Jasa segera sebelum dilakukannya setiap pekerjaan berikutnya.
- b. Beton yang dicor harus sesuai dengan ketebalan dan elevasi sedemikian rupa sehingga pekerjaan pemindahan sedapat mungkin dihindari.
- c. Setelah dibentuk dan dipadatkan, selanjutnya beton harus diperhalus serta diperbaiki pada bagian yang kurang sempurna.
- d. Permukaan Perkerasan Beton Semen yang terekspos harus segera dirawat dengan penyemprotan bahan perawat yang disetujui.
- e. Setiap lokasi atau ruas yang dibongkar tidak boleh kurang dari 3,0 m panjangnya atau kurang dari lebar seluruh lajur yang terkena pembongkaran. Bilamana diperlukan dalam membongkar dan mengganti suatu bagian perkerasan, setiap bagian yang tersisa dari pembongkaran perkerasan beton dekat sambungan yang panjangnya kurang dari 3,0 m, harus ikut dibongkar dan diganti.

PASAL 14

PEKERJAAN LAIN-LAIN

- a. Pekerjaan gorong-gorong persegi (*box culvert*), konstistensi slump yang disyaratkan sesuai dengan cara pelaksanaan slump test, tinggi slump test yang diizinkan adalah antara 500 mm – 80 mm.

- b. Pengercoran beton harus dilaksanakan terus menerus sampai pekerjaan selesai kecuali dalam keadaan yang tidak memungkinkan serta diberhentikan pada sambungan konstruksi yang disetujui oleh Direksi.
- c. Pekerjaan saluran drainase harus dibuat secara teliti serta kemiringan saluran yang tepat agar saluran berfungsi dengan seharusnya.

PASAL 15

PEKERJAAN RUMIJA

- a. Pembuatan damija dilakukan langsung pada waktu penimbunan dan pembuatan kemiringan jalan dengan alat *Motor Grader*.
 - b. Pekerjaan tanah adalah pekerjaan yang meliputi pekerjaan galian atau kupasan dan timbunan pada jalan atau bahu jalan serta stabilisasi badan jalan dengan tanah kualitas baik dan mendapatkan persetujuan direksi.
 - c. Untuk kupasan badan jalan dengan lebar rerata 7 m sepanjang 8259 m, pengupasan dilakukan pada permukaan bahu jalan lebih tinggi dari perkerasan. Kemiringan bahu jalan ke arah saluran 4 – 6 %.
 - d. Meningkatkan dan menimbun badan jalan dengan tanah yang baik digunakan mesin. Jika kadar air yang ada melebihi 8%, maka tidak dibenarkan melakukan pemadatan. Penggilasan dilakukan dari pinggir jalan ke tanah badan jalan dan harus berbentuk cembung, dan kemiringan melintang 2-3%. Proses pemadatan dihentikan setelah mencapai pemadatan 95%.
- e. Syarat bahan yang dipakai**

PASAL 1

UMUM

Sebagai peraturan yang bersifat umum untuk bahan yang digunakan dalam pekerjaan ini harus memenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam peraturan umum pemerintah bahan-bahan (PPUB 1995).

PASAL 2**AIR**

- a. Air untuk keperluan adukan bata, beton dan plesteran harus bersih dan tidak mengandung garam-garam , asam, bahan nabati, lanau lumpur atau bahan-bahan lain yang dalam jumlah tertentu dapat membahayakan.
- b. Jika untuk pelaksanaan pekerjaan ini tidak dapat dipergunakan air PAM, hendaknya dicarikan air dari sumber air lain yang bebas dari persenyawaan kimia yang dapat merusak.

PASAL 3***PORTLAND CEMENT***

- a. Untuk pekerjaan ini hendaklah digunakan satu macam semen yang berkualitas baik dan dari satu pabrik semen yang terlebih dahulu disetujui oleh direksi.
- b. Semen yang kantongnya rusak (bocor) tidak boleh dipakai lagi.
- c. Selanjutnya dipakai ketentuan syarat PBI 1971.

PASAL 4**TANAH URUGAN**

- a. Tanah untuk urugan harus bersih dari kotoran-kotoran dan lumpur serta tidak mengandung bahan-bahan lain yang dapat merusak.
- b. Tanah untuk pekerjaan timbunan ini harus tanah yang baik, tidak mengandung bahan kimia yang dapat merusak konstruksi perkerasan jalan tersebut.

PASAL 5**BATU PECAH (SPLIT)**

- a. Batu pecah yang dipakai harus bersih dari kotoran, dengan besar butiran yang bermacam-macam, cukup kasar dan tidak cacat sebagai akibat pengaruh kimia atau rusak dan harus bersifat massif (tidak boros). Batu pecah yang rapuh tidak boleh dipakai.

- b. Dalam hal ini juga dipenuhi syarat PBI 1971 serta persetujuan yang berwenang.

PASAL 6

BAHAN SEMEN

Semen untuk perkerasan haruslah bahan bermutu baik dan memenuhi syarat.

PASAL 7

PENGUJIAN BAHAN-BAHAN

- a. Semua bahan-bahan yang digunakan dan didatangkan sebelumnya haruslah diuji dan setelah diluluskan/diijinkan direksi barulah dapat dipakai.
- b. Dalam hal terjadi perselisihan mengenai pengujian bahan-bahan, maka direksi mengirimkan sampel bahan yang dimasukkan ke laboratorium pengujian bahan untuk diuji.
- c. Bahan-bahan yang dinyatakan (tidak layak pakai) harus segera disingkirkan dari lapangan.
- d. Seluruh Lapis pondasi Agregat harus bebas dari bahan organik dan gumpalan lempung bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki dan setelah dipadatkan harus memenuhi ketentuan gradasi.

PASAL 8

MUTU BETON

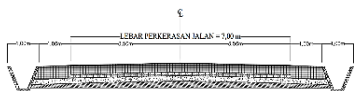
Mutu beton yang dipakai yaitu beton K-300 untuk perkerasan dan beton kurus (*lean mix concrete*) dengan K-175. Dan kekuatan beton K-300 digunakan pada mutu beton gorong-gorong persegi (*box culvert*).

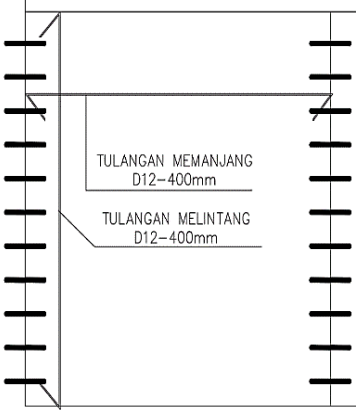
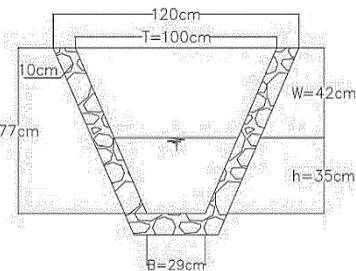
4.2. Perencanaan Biaya

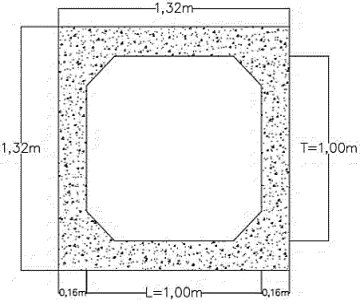
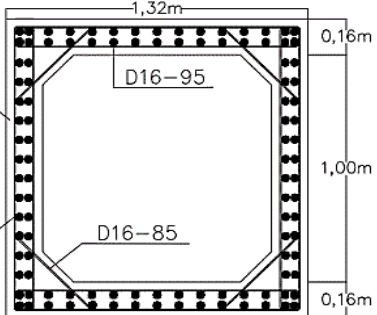
4.2.1. Perhitungan Kuantitas Pekerjaan

Tabel 4. 1 Perhitungan Kuantitas Pekerjaan

No.	Uraian	Perhitungan	Volume	Sat.
1	Pekerjaan Persiapan			
	1.1 Mobilisasi Peralatan	-	1	Ls
	1.2 Panjang Pengukuran	= panjang STA Jalan	8842	m
	1.3 Pekerjaan Pembersihan	= panjang STA x Lebar jalan x tebal $V = 8842 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 0.30 \text{ m}$	23873.4	m ³
	1.4 Perencanaan Gudang	= panjang x lebar $= 8 \times 5$ $= 40 \text{ m}^2$	40	m ²
	1.5 Perencanaan Direksi	= panjang x lebar $= 10 \times 5$ $= 50 \text{ m}^2$	50	m ²
	Keterangan	Panjang Jalan	8842	m
		Tebal Beton	0.26	m
		Tebal Lean Concrete	0.10	m
		Tebal Agregat A	0.15	m
		Lebar Jalan+Bahu	9	m
2	Pekerjaan Tanah			
	2.1 Galian	Zona 1 STA (160+100 - 162+800)	63522.05	m ³
		Zona 2 STA (162+800 - 165+082)	61484.44	m ³
		Zona 3 STA (165+082 - 167+800)	63992.48	m ³
		Zona 4 STA (167+800 - 168+842)	57932.15	m ³
	2.2 Timbunan	Zona 1 STA (160+100 - 162+800)	16490.03	m ³
		Zona 2 STA (162+800 - 165+082)	18027.42	m ³
		Zona 3 STA (165+082 - 167+800)	15564.02	m ³
		Zona 4 STA (167+800 - 168+842)	20674.29	m ³
3	Pekerjaan Badan Jalan			
	3.1 Penyiapan Badan dan Bahu Jalan	= panjang STA x lebar jalan $= 8842 \times (3.5+1+3.5+1)$ $= 79578 \text{ m}^2$	79578	m ²
	3.2 Pekerjaan Lapis	= panjang STA x Lebar x tebal	11937	m ³



No.	Uraian	Perhitungan	Volume	Sat.
	Badan Jalan 	- Jumlah $= 7/0,40 = 18$ buah - Panjang tulangan memanjang $= 18 \times 8842 = 159156$ m - Berat besi $= 159156 \text{ m} \times 0.89 \text{ kg/m}$ $= 141648.8$ kg	18 159156 141649	Buah m Kg
		Tulangan Melintang Ø12-400 mm - Jumlah $= 8842/0,40 = 22105$ buah - Panjang tulangan melintang $= 22105 \times 7 = 154735$ m - Berat besi $= 154735 \times 0.89 \text{ kg/m}$ $= 137714.15$ kg	22105 154735 137714	Buah m Kg
	Total Berat Besi Tulangan Memanjang dan Tulangan Melintang		279363	Kg
	4.6 Kebutuhan Kawat Bendrat Beton	Dalam analisa harga SNI koefisien untuk kawat beton adalah 0,15 Kg untuk setiap 10 Kg pekerjaan $= 0.015 \text{ kg} \times 278535.6 \text{ Kg}$ $= 4190.445$ kg $= 279$ roll	4190 279	Kg roll
5	Pekerjaan Drainase			
	5.1 Pekerjaan Galian Drainase 	Luasan Drainase $= 0.77 \text{ m} \times 0.29 \text{ m}$ $= 0.223 \text{ m}^2$ Volume Drainase $= 8842 \text{ m} \times 0.223 \text{ m}^2$ $= 1974.419 \text{ m}^3$	0.223 1974	m^2 m^3
	5.2		3537	m^3

No.	Uraian	Perhitungan	Volume	Sat.
	Pekerjaan Pembuatan Drainase	$= (L. \text{ Trapesium Luar} - L. \text{ Trapesium Dalam}) \times 2 \times \text{Panjang jalan}$ $= (1,2 - 1) \times 2 \times 8842$ $= 3536.8 \text{ m}^3$		
6	Pekerjaan Bangunan Pelengkap			
6.1	Bekisting Box Culvert	$= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \times \text{Jumlah Box Culvert}$ $= 9 \times (1,32+1) \times (1,32+1) \times 8 \text{ buah}$ $= 387.53 \text{ m}^2$	388	m ²
6.1	Pekerjaan Galian Box Culvert	$= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \times \text{jumlah box culvert}$ $= 9 \text{ m} \times 1,32 \text{ m} \times 1,32 \text{ m} \times 8$ $= 125 \text{ m}^3$ 	125	m ³
6.2	Pekerjaan Beton Box Culvert (K-300)	$\text{Volume Beton} = (\text{Luas luar} - \text{Luas dalam}) \times \text{Panjang Bc}$ $= ((P \times L) - (P \times L)) \times \text{Panjang} \times \text{Jumlah}$ $= ((1,32 \times 1,32) - (1 \times 1)) \times 9 \text{ m} \times 8 \text{ buah}$ $= 53.5 \text{ m}^3$	53	m ³
6.3	Pekerjaan Pembesian Box Culvert	 $\text{Tulangan Arah Y } \varnothing 19-120 \text{ mm}$ $= \text{jumlah tul. 1 sisi (L = 1,32m)}$ $= 1,32/0,1$ $= 13 \text{ buah}$ $\text{Jumlah Total 4 Sisi Box Culvert}$ $= 13 \text{ buah} \times 4 \text{ sisi} \times 2 \text{ rangkap}$ $= 106 \text{ buah}$ Panjang Tulangan $= 106 \text{ buah} \times 9 \text{ m}$ $= 950 \text{ m}$	13 106 950	Buah Buah m

No.	Uraian	Perhitungan	Volume	Sat.
		Berat Besi = Panjang tulangan x Bj baja tulangan = 950 x 2,23 kg/m = 2119 kg Berat total 8 buah = 2119 kg x 8 buah = 16995 kg	2119 16955	Kg kg
		Tulangan Arah X Ø19-135 mm = jumlah tul. 1 sisi (L = 1,32m) = 9/1,35 = 67 buah Jumlah Total 4 Sisi Box Culvert = 67 buah x 4 sisi x 2 rangkap = 533 buah Panjang Tulangan = 533 buah x 9 m = 4800 m Berat Besi = Panjang tulangan x Bj baja tulangan = 4800 m x 2.23 kg/m = 10704 kg Berat total 8 buah = 10704 kg x 8 buah = 85632 kg	67 533 4800 10704 85632	Buah Buah m Kg kg
	6.4 Pekerjaan Pasir Urug	= ((p x l x t) x jumlah <i>box culvert</i>) = ((9 x 1,32 x 0,1) x 8 = 9,504	10	m ³
	Timbunan Box 6.5 Culvert	= Vol.galian - Vol.pasir urug - Vol.beton Box culvert = 387.53 - 9.504 - 53.5 = 62 m3	62	m ³
7	Pekerjaan <i>Finishing</i>			
	7.1 Pembersihan Akhir	-	1	Ls
	7.2 Demobilisasi	-	1	Ls

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

4.2.2. Perhitungan Produksi Biaya Sewa Alat Per Jam

Tabel 4.2 Analisa Biaya Sewa *Bulldozer* 100 – 150 Hp Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E04		
		BULLDOZER 100 - 150 Hp		
1. Jenis Peralatan		Pw	155	Hp
2. Tenaga		Cp	-	-
3. Kapasitas		A	5	Tahun
4. Alat Baru:	a. Umur Ekonomis	W	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 2,447,500,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
Alat yang dipakai:	a. Umur Ekonomis	W'	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B'	Rp 2,447,500,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$		C	Rp 244,750,000	Rupiah
2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$		D	0.264	
3. Biaya Pasti Per jam:				
a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B - C) \times D}{W}$		E	Rp 387,684.00	Rupiah
b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$		F	Rp 3,263.33	Rupiah
Biaya Pasti per jam (E+F)		G	Rp 390,947.33	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1. Bahan Bakar: $(10\% \text{ s/d } 12\%) \times Pw \times Ms$		H	Rp 130,200.00	Rupiah
2. Pelumas $(0,25\% \text{ s/d } 0,35\%) \times Pw \times Mp$		I	Rp 16,275.00	Rupiah
3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(9\% \text{ dan } 2.8\%) \times B'}{W'}$		K	Rp 192,536.667	Rupiah
4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times U1$		L	Rp 21,875.00	Rupiah
5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times U2$		M	Rp 18,750.00	Rupiah
Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$		P	Rp 379,636.67	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 770,584.00	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1. Tingkat Suku Bunga		i	10%	per tahun
2. Upah operator/sopir		U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
3. Upah pembantu operator/pembantu sopir		U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
4. Bahan Bakar Bensin		Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
5. Bahan Bakar Solar		Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
6. Minyak Pelumas		Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.2 Analisa Biaya Sewa *Wheel Loader* 1,0 – 1,6 m³ Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E15		
			WHEEL LOADER 1,0 - 1,6 m³	
1. Jenis Peralatan		Pw	96	Hp
2. Tenaga		Cp	1.5	m ³
3. Kapasitas		A	5	Tahun
4. Alat Baru:	a. Umur Ekonomis	W	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 1,686,500,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
Alat yang dipakai:	a. Umur Ekonomis	W'	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B'	Rp 1,686,500,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$		C	Rp 168,650,000.00	Rupiah
2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$		D	0.264	
3. Biaya Pasti Per jam:				
a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B-C) \times D}{W}$		E	Rp 267,141.60	Rupiah
b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$		F	Rp 2,248.67	Rupiah
Biaya Pasti per jam (E+F)		G	Rp 269,390.27	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1. Bahan Bakar: $(10\%-12\%) \times ch \times Pw \times Ms$		H	Rp 80,640.00	Rupiah
2. Pelumas $(0,25\%-0,35\%) \times Cp \times Pw \times Mp$		I	Rp 10,080.00	Rupiah
3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$		K	Rp 132,671.33	Rupiah
4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times U1$		L	Rp 21,875.00	Rupiah
5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times U2$		M	Rp 18,750.00	Rupiah
Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$		P	Rp 264,016.33	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 533,406.60	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1. Tingkat Suku Bunga		i	10%	per tahun
2. Upah operator/sopir		U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
3. Upah pembantu operator/pembantu sopir		U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
4. Bahan Bakar Bensin		Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
5. Bahan Bakar Solar		Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
6. Minyak Pelumas		Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.3 Analisa Biaya Sewa *Dump Truck* 10 Ton Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E29		
		DUMP TRUCK 10 TON		
1. Jenis Peralatan		Pw	190	Hp
2. Tenaga		Cp	10	Ton
3. Kapasitas		A	5	Tahun
4. Alat Baru:	a. Umur Ekonomis	W	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 950,000,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
Alat yang dipakai:	a. Umur Ekonomis	W'	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B'	Rp 950,000,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$		C	Rp 95,000,000.00	Rupiah
2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$		D	0.264	
3. Biaya Pasti Per jam:				
a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B-C) \times D}{W}$		E	Rp 150,480.00	Rupiah
b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$		F	Rp 1,266.67	Rupiah
Biaya Pasti per jam (E+F)		G	Rp 151,746.67	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1. Bahan Bakar: $(10\%-12\%) \times ch \times Pw \times Ms$		H	Rp 159,600.00	Rupiah
2. Pehumas $(0,25\%-0,35\%) \times Cp \times Pw \times Mp$		I	Rp 19,950.00	Rupiah
3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$		K	Rp 74,733.33	Rupiah
4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times U1$		L	Rp 21,875.00	Rupiah
5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times U2$		M	Rp 18,750.00	Rupiah
Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$		P	Rp 294,908.33	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 446,655.00	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1. Tingkat Suku Bunga		i	10%	per tahun
2. Upah operator/sopir		U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
3. Upah pembantu operator/pembantu sopir		U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
4. Bahan Bakar Bensin		Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
5. Bahan Bakar Solar		Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
6. Minyak Pehumas		Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.4 Analisa Biaya Sewa Excavator 80 – 140 Hp Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E10		
		EXCAVATOR 80-140 HP		
1. Jenis Peralatan		Pw	133	Hp
2. Tenaga		Cp	0.9	m ³
3. Kapasitas				
4. Alat Baru:	a. Umur Ekonomis	A	5	Tahun
	b. Jam kerja (1 tahun)	W	1500	Jam
	c. Harga Alat	B	Rp 1,480,000,000.00	Rupiah
Alat yang dipakai:	a. Umur Ekonomis	A'	5	Tahun
	b. Jam kerja (1 tahun)	W'	1500	Jam
	c. Harga Alat	B'	Rp 1,480,000,000.00	Rupiah
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$		C	Rp 148,000,000.00	Rupiah
2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$		D	0.264	
3. Biaya Pasti Per jam:				
a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B-C) \times D}{W}$		E	Rp 234,432.00	Rupiah
b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$		F	Rp 1,973.33	Rupiah
Biaya Pasti per jam (E+F)		G	Rp 236,405.33	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1. Bahan Bakar: $(10\%-12\%) \text{ ch} \times Pw \times Ms$		H	Rp 111,720.00	Rupiah
2. Pelumas $(0,25\%-0,35\%) \text{ Cp} \times Pw \times Mp$		I	Rp 13,965.00	Rupiah
3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$		K	Rp 116,426.67	Rupiah
4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times U1$		L	Rp 21,875.00	Rupiah
5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times U2$		M	Rp 18,750.00	Rupiah
Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$		P	Rp 282,736.67	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 519,142.00	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1. Tingkat Suku Bunga		i	10%	per tahun
2. Upah operator/sopir		U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
3. Upah pembantu operator/pembantu sopir		U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
4. Bahan Bakar Bensin		Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
5. Bahan Bakar Solar		Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
6. Minyak Pelumas		Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.5 Analisa Biaya Sewa *Motor Grader* > 100 Hp Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E13		
	1. Jenis Peralatan		MOTOR GRADER >100 Hp	
	2. Tenaga	Pw	135	Hp
	3. Kapasitas	Cp	10,800.0	-
	4. Alat Baru:	A	5	Tahun
	a. Umur Ekonomis	W	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 2,100,000,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
	Alat yang dipakai:	W'	1500	Jam
	a. Umur Ekonomis	B'	Rp 2,100,000,000.00	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$	C	Rp 210,000,000.00	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.264	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	Rp 332,640.00	Rupiah
	b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$	F	Rp 2,800.00	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	Rp 335,440.00	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: $(10\% - 12\%) \text{ ch} \times \text{Pw} \times \text{Ms}$	H	Rp 113,400.00	Rupiah
	2. Pelumas $(0,25\% - 0,35\%) \text{ Cp} \times \text{Pw} \times \text{Mp}$	I	Rp 14,175.00	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 165,200.00	Rupiah
	4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U1}$	L	Rp 21,875.00	Rupiah
	5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U2}$	M	Rp 18,750.00	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$	P	Rp 333,400.00	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 668,840.00	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	10%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pelumas	Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.6 Analisa Biaya Sewa *Tandem Roller* 6 – 7 Ton Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E17		
	1. Jenis Peralatan	TANDEM ROLLER 6 - 7 TON		
	2. Tenaga	Pw	82	Hp
	3. Kapasitas	Cp	8.1	Ton
	4. Alat Baru:	A	5	Tahun
	a. Umur Ekonomis	W	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 1,285,000,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
	Alat yang dipakai:	W'	1500	Jam
	a. Umur Ekonomis	B'	Rp 1,285,000,000.00	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$	C	Rp 128,500,000.00	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.264	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	Rp 203,544.00	Rupiah
	b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$	F	Rp 1,713.33	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	Rp 205,257.33	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: $(10\%-12\%) \text{ ch} \times \text{Pw} \times \text{Ms}$	H	Rp 68,880.00	Rupiah
	2. Pelumas $(0,25\%-0,35\%) \text{ Cp} \times \text{Pw} \times \text{Mp}$	I	Rp 8,610.00	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 101,086.67	Rupiah
	4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U1}$	L	Rp 21,875.00	Rupiah
	5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U2}$	M	Rp 18,750.00	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$	P	Rp 219,201.67	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 424,459.00	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	10%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pelumas	Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.7 Analisa Biaya Sewa *Vibratory Roller* 5 – 8 Ton Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E19		
		VIBRATORY ROLLER 5-8 TON		
	1. Jenis Peralatan	Pw	82	Hp
	2. Tenaga	Cp	7	Ton
	3. Kapasitas	A	5	Tahun
	4. Alat Baru:	W	1500	Jam
	a. Umur Ekonomis	B	Rp 1,045,000,000.00	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)	A'	5	Tahun
	c. Harga Alat	W'	1500	Jam
	Alat yang dipakai:	B'	Rp 1,045,000,000.00	Rupiah
	a. Umur Ekonomis			
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$	C	Rp 104,500,000.00	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.264	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	Rp 165,528.00	Rupiah
	b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$	F	Rp 1,393.33	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	Rp 166,921.33	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: $(10\% - 12\%) \text{ ch} \times \text{Pw} \times \text{Ms}$	H	Rp 68,880.00	Rupiah
	2. Pelumas $(0,25\% - 0,35\%) \text{ Cp} \times \text{Pw} \times \text{Mp}$	I	Rp 8,610.00	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 82,206.67	Rupiah
	4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U1}$	L	Rp 21,875.00	Rupiah
	5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U2}$	M	Rp 18,750.00	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$	P	Rp 200,321.67	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 367,243.00	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	10%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pelumas	Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.8 Analisa Biaya Sewa *Concrete Vibrator* Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E20		
	1. Jenis Peralatan		CONCRETE VIBRATOR	
	2. Tenaga	Pw	5.5	Hp
	3. Kapasitas	Cp	25	-
	4. Alat Baru:	A	5	Tahun
	a. Umur Ekonomis	W	1000	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 4,308,400.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
	Alat yang dipakai:	W'	1000	Jam
	a. Umur Ekonomis	B'	Rp 4,308,400.00	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$	C	Rp 430,840.00	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.264	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B-C) \times D}{W}$	E	Rp 1,023.68	Rupiah
	b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$	F	Rp 8.62	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	Rp 1,032.29	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: $(10\%-12\%) \text{ ch} \times \text{Pw} \times \text{Ms}$	H	Rp 4,620.00	Rupiah
	2. Pelumas $(0,25\%-0,35\%) \text{ Cp} \times \text{Pw} \times \text{Mp}$	I	Rp 577.50	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 508.39	Rupiah
	4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U1}$	L	Rp 21,875.00	Rupiah
	5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U2}$	M	Rp 18,750.00	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$	P	Rp 46,330.89	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 47,363.18	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	10%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pelumas	Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.9 Analisa Biaya Sewa *Concrete Mixer* 0,3 – 0,6 m³ Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E06		
	1. Jenis Peralatan	CONCRETE MIXER 0.3 - 0.6 m³		
	2. Tenaga	Pw	20	Hp
	3. Kapasitas	Kap	500	Liter
	4. Alat Baru:	A	5	Tahun
	a. Umur Ekonomis	W	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 175,500,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
	Alat yang dipakai:	W'	1500	Jam
	a. Umur Ekonomis	B'	Rp 175,500,000.00	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$	C	Rp 17,550,000.00	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.264	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	Rp 27,799.20	Rupiah
	b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$	F	Rp 234.000	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	Rp 28,033.20	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: $(10\% - 12\%) \text{ ch} \times \text{Pw} \times \text{Ms}$	H	Rp 16,800.00	Rupiah
	2. Pehumas $(0,25\% - 0,35\%) \text{ Cp} \times \text{Pw} \times \text{Mp}$	I	Rp 2,100.00	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 13,806.00	Rupiah
	4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U1}$	L	Rp 21,875.00	Rupiah
	5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U2}$	M	Rp 18,750.00	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$	P	Rp 73,331.00	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 101,364.20	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	10%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pehumas	Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.10 Analisa Biaya Sewa *Water Tanker 3000 – 4500 Liter* Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E23		
	1. Jenis Peralatan	WATER TANKER 3000 - 4500 LITER		
	2. Tenaga	Pw	100	Hp
	3. Kapasitas	Cp	4,000	m ³
	4. Alat Baru:	A	5	Tahun
	a. Umur Ekonomis	W	1000	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 650,000,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
	Alat yang dipakai:	W'	1000	Jam
	a. Umur Ekonomis	B'	Rp 650,000,000.00	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$	C	Rp 65,000,000.00	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0.264	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	Rp 154,440.00	Rupiah
	b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$	F	Rp 1,300.00	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	Rp 155,740.00	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: $(10\% - 12\%) \text{ ch} \times Pw \times Ms$	H	Rp 84,000.00	Rupiah
	2. Pehumas $(0,25\% - 0,35\%) Cp \times Pw \times Mp$	I	Rp 10,500.00	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 76,700.00	Rupiah
	4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	Rp 21,875.00	Rupiah
	5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	Rp 18,750.00	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$	P	Rp 211,825.00	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 367,565.00	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	10%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pehumas	Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.11 Analisa Biaya Sewa *Slipform Paver* Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E42		
	1. Jenis Peralatan		SLIP FORM PAVER	
	2. Tenaga	Pw	105	Hp
	3. Kapasitas	Cp	2.5	m
	4. Alat Baru:	A	5	Tahun
	a. Umur Ekonomis	W	1000	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 1,440,236,571.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
	Alat yang dipakai:	W'	1000	Jam
	a. Umur Ekonomis	B'	Rp 1,440,236,571.00	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$	C	Rp 144,023,657.10	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.264	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	Rp 342,200.21	Rupiah
	b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$	F	Rp 2,880.47	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	Rp 345,080.68	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: $(10\% - 12\%) \text{ ch} \times \text{Pw} \times \text{Ms}$	H	Rp 88,200.00	Rupiah
	2. Pelumas $(0,25\% - 0,35\%) \text{ Cp} \times \text{Pw} \times \text{Mp}$	I	Rp 11,025.00	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 169,947.92	Rupiah
	4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U1}$	L	Rp 21,875.00	Rupiah
	5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U2}$	M	Rp 18,750.00	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$	P	Rp 309,797.92	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 654,878.60	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	10%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pelumas	Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.12 Analisa Biaya Sewa Concrete Pan Mixer Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E43		
	1. Jenis Peralatan		CONCRETE PAN MIXER	
	2. Tenaga	Pw	134	Hp
	3. Kapasitas	Cp	600.0	Liter
	4. Alat Baru:	A	5	Tahun
	a. Umur Ekonomis	W	1000	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 1,000,000,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
	Alat yang dipakai:	W'	1000	Jam
	a. Umur Ekonomis	B'	Rp 1,000,000,000.00	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$	C	Rp 100,000,000.00	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.264	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	Rp 237,600.00	Rupiah
	b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$	F	Rp 2,000.00	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	Rp 239,600.00	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: (10%-12%) $ch \times Pw \times Ms$	H	Rp 112,560.00	Rupiah
	2. Pehumas (0,25%-0,35%) $Cp \times Pw \times Mp$	I	Rp 14,070.00	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2.8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 118,000.00	Rupiah
	4. Operator: (1 orang/jam) $\times U1$	L	Rp 21,875.00	Rupiah
	5. Pembantu Operator (1 orang/jam) $\times U2$	M	Rp 18,750.00	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam (H + I + K + L + M)	P	Rp 285,255.00	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 524,855.00	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	10%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pehumas	Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.13 Analisa Biaya Sewa *Truck Mixer 150 Hp* Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E49		
	1. Jenis Peralatan		TRUCK MIXER 150 Hp	
	2. Tenaga	Pw	220	Hp
	3. Kapasitas	Cp	5.0	m ³
	4. Alat Baru:	A	5	Tahun
	a. Umur Ekonomis	W	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	Rp 700,000,000.00	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
	Alat yang dipakai:	W'	1000	Jam
	a. Umur Ekonomis	B'	Rp 700,000,000.00	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : $C = 10\% \times B$	C	Rp 70,000,000.00	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.264	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	Rp 166,320.00	Rupiah
	b. Asuransi $\frac{(0,002 \times B)}{W}$	F	Rp 1,400.00	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	Rp 167,720.00	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: $(10\% - 12\%) \text{ ch} \times \text{Pw} \times \text{Ms}$	H	Rp 184,800.00	Rupiah
	2. Pelumas $(0,25\% - 0,35\%) \text{ Cp} \times \text{Pw} \times \text{Mp}$	I	Rp 23,100.00	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2,8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 82,600.00	Rupiah
	4. Operator: $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U1}$	L	Rp 21,875.00	Rupiah
	5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times \text{U2}$	M	Rp 18,750.00	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam $(H + I + K + L + M)$	P	Rp 331,125.00	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	S	Rp 498,845.00	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	10%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	Rp 21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	Rp 18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	Rp 11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	Rp 7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pelumas	Mp	Rp 35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Tabel 4.14 Analisa Biaya Sewa Flat Bed Truck 3 – 4 Ton Per Jam

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	URAIAN PEKERJAAN	E11		
	1. Jenis Peralatan		Flat Bed Truck 3-4 Ton	
	2. Tenaga	Pw	100	Hp
	3. Kapasitas	Cp	4.00	Ton
	4. Alat Baru:	A	5	Tahun
	a. Umur Ekonomis	W	1500	Jam
	b. Jam kerja (1 tahun)	B	700,000,000	Rupiah
	c. Harga Alat	A'	5	Tahun
	Alat yang dipakai:	W'	1200	Jam
	a. Umur Ekonomis	B'	700,000,000	Rupiah
	b. Jam kerja (1 tahun)			
	c. Harga Alat			
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
	1. Nilai sisa alat : 10% x B	C	70,000,000.00	Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.24	
	3. Biaya Pasti Per jam:			
	a. Biaya Pengembalian modal : $\frac{(B' - C) \times D}{W'}$	E	100,800.00	Rupiah
	b. Asuransi, dan lain-lain $\frac{(0,002 \times B')}{W'}$	F	1,166.67	Rupiah
	Biaya Pasti per jam (E+F)	G	101,966.67	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
	1. Bahan Bakar: (10%-12%) ch x Pw x Ms	H	Rp 225,000.00	Rupiah
	2. Pelumas (0,25%-0,35%) Cp x Pw x Mp	I	Rp 3,300.00	Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{(2.8\% \text{ dan } 9\%) \times B'}{W'}$	K	Rp 68,833.33	Rupiah
	4. Operator: (1 orang/jam) x U1	L	Rp -	Rupiah
	5. Pembantu Operator (1 orang/jam) x U2	M	Rp 0.06	Rupiah
	Biaya Operasi Per jam (H + I + K + L + M)	P	Rp 297,133.39	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT PER JAM (P+G)	T	399,100.06	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
	1. Tingkat Suku Bunga	i	6%	per tahun
	2. Upah operator/sopir	U1	21,875.00	Rupiah/jam
	3. Upah pembantu operator/pembantu sopir	U2	18,750.00	Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb	11,000.00	Rp/Liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms	7,000.00	Rp/Liter
	6. Minyak Pelumas	Mp	35,000.00	Rp/Liter
	7. PPN Diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

4.2.3. Perhitungan Produksi Kerja Aktual dan Koefisien Pekerja

a. Pekerjaan Pembersihan

Tabel 4.15 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembersihan

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Kondisi jalan: baik/sedang			
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	Jam
5	Faktor Pengembangan Bahan	Fk	1.2	-
6	Berat volume tanah lepas	D	1.6	Ton/m ³
II	URUTAN KERJA			
1	pembersihan dilakukan di daerah pekerjaan galian			
2	<i>Bulldozer</i> mengupas lapisan tanah setebal t	t	0.30	m
3	<i>Wheel Loader</i> mengangkat tanah kupasan ke <i>Dump Truck</i>			
4	<i>Dump Truck</i> membuang material hasil galian ke luar lokasi jalan	L	5	Km
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
	Tidak ada bahan yang diperlukan			
2	Alat			
2.a	<u>Bulldozer</u>	(E04)		
	Faktor Pisau (Blade)	Fb	1	m
	Faktor Efisiensi Alat	Fa	0.83	
	Kecepatan Mendorong	Vf	3	km/jam
	kecepatan Mundur	Vr	4	km/jam
	Kapasitas pisau	q	2.3	m ³
	Faktor kemiringan (<i>grade</i>)	Fm	1	
	Waktu siklus:			
	a. waktu Mendorong = $(L \times 60) : Vf \times 100$	T1	1	menit
	b. Waktu Mundur = $(L \times 60) : Vr \times 100$	T2	0.75	menit
	c. Waktu Pasti (Z= 0,10 s/d 0,05 menit)	T3	0.05	menit
		Ts	1.8	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{q \times Fb \times Fm \times Fa \times 60}{Ts}$	Q1	63.633	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q1	(E04)	0.016	jam

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
2.b	<u>Wheel Loader</u>	(E15)		
	Kapasitas bucket	V	1.5	m ³
	Faktor bucket	Fb	0.85	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	waktu siklus:			
	a. Muat:	T1	0.45	menit
		Ts2	0.45	menit
	$Kap.Prod/Jam = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Tsl}$	Q2	141.1	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q2	(E15)	0.0071	jam
2.c	<u>Dump Truck</u>	(E29)		
	Kapasitas bucket	V	10	ton
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	50	km/jam
	kecepatan rata-rata kosong	v2	60	km/jam
	Waktu siklus:	Ts2		
	a. Waktu muat = (V x60) / (D x Fk x Q1)	T1	2.21	menit
	b. Waktu tempuh isi = (L :v1) x 60	T2	6	menit
	c. Waktu Tempuh kosong = (L: v2) x 60	T3	5	menit
	d. Lain-lain	T4	3	menit
		Ts3	15.21	menit
	$Kap.Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fk \times Ts2}$	Q3	17.05	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q3	(E29)	0.059	jam
3	ALAT BANTU			
	Diperlukan alat bantu kecil seperti cangkul, sekop			Ls
4	TENAGA			
	Produksi menentukan <i>wheel loader</i>	Q1	141.1	m ³ /jam
	produksi timbunan / hari = Tk x Q1	Qt	1128.8	m ³ /jam
	Kebutuhan tenaga:			
	a. pekerja	P	10	orang
	b. mandor	M	1	orang
5	Koefisien Tenaga / M3			
	a. pekerja = (Tk x P) :Qt	L01	0.0071	jam
	b. mandor = (Tk x M) :Qt	L03	0.0071	jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

b. Galian tanah

Tabel 4.16 PKA Alat Pada Pekerjaan Galian Tanah

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	jam
4	Faktor Pengembangan Bahan	Fk	1.2	-
5	Berat isi material galian	D	1.6	ton/m ³
II	URUTAN KERJA			
1	Tanah yang dipotong umumnya berada di sisi jalan			
2	Penggalian umumnya menggunakan excavator			
3	Selanjutnya excavator menuangkan material hasil galian ke <i>dump truck</i>			
4	<i>Dump truck</i> membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh	L	5	km
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN Tidak ada bahan yang diperlukan			
2.a	Alat <u>Excavator</u> Kapasitas bucket Faktor bucket Faktor efisiensi alat Faktor konversi, kedalaman 40%-75% Waktu siklus: a. menggali, memuat (swing 180°) b. lain-lain Waktu siklus: T1 + T2 $Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times Fb \times 60}{Tsl \times Fv}$ Koefisien alat = 1:Q1	(E10) V Fb Fa Fv T1 T2 Ts1 Q1 (E10)	 0.93 1.2 0.83 0.8 0.16 0.1 0.26 267.20 0.0037	 m ³ menit menit menit menit m ³ /jam jam
2.b	<u>Dump Truck</u> Kapasitas bak Faktor efisiensi alat kecepatan rata-rata isi kecepatan rata-rata kosong Waktu siklus: a. Waktu muat = (V x 60)/(D x Q1) b. Waktu tempuh isi = (L x 60)/ V _F	(E29) V Fa V _F V _R T1 T2	 10 0.83 50 60 1.40 6	 m ³ km/jam km/jam menit menit

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	c. Waktu tempuh kosong = $(L \times 60) / V_R$	T3	5	menit
	d. lain-lain	T4	2	menit
		Ts2	14.40	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts2}$	Q2	21.609	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q2	(E29)	0.046	jam
2.c	<u>ALAT BANTU</u> diperlukan alat-alat bantu kecil a. sekop b. keranjang/gerobak kecil			Ls Ls
3	TENAGA Produksi menentukan: Excavator Produksi galian/hari : $T_k \times Q_1$ Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(T_k \times P) : Q_t$ b. mandor = $(T_k \times M) : Q_t$	Q1 Q _t P M L01 L02	267.196 2137.569 4 1 0.015 0.004	m ³ /jam m ³ Orang Orang jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

c. Timbunan Tanah

Tabel 4.17 PKA Alat Pada Pekerjaan Timbunan Tanah

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Kondisi jalan: Baik			
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	jam
5	Faktor Pengembangan Bahan (padat ke asli)	Fk	1.2	-
6	Tebal Hamparan padat	t	0.15	m
7	Berat Volume bahan lepas	D	1.6	Ton/m³
II	URUTAN KERJA			
1	excavator menggali dan memuat ke dalam dump truck	L	5	Km
2	dump truck mengangkat ke lapangan dengan jarak dari galian ke lapangan			
3	Material diratakan dengan <i>Motor Grader</i>			
4	Material dipadatkan dengan <i>Vibratory Roller</i>			
5	Selama pemadatan sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan dengan alat bantu			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	bahan timbunan = 1 x Fk	M08	1.2	m³
2	Alat			
2.a	<u>Excavator</u>	(E10)		
	Kapasitas bucket	V	0.93	m³
	Faktor bucket	Fb	1.2	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Faktor konversi, kedalaman <40%, normal	Fv	0.8	
	Waktu siklus:			menit
	a. menggali, memuat (swing 180°)	T1	0.24	menit
	b. lain-lain	T2	0.08	menit
	Waktu siklus: T1 x Fv	Ts1	0.32	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times Fb \times 60}{Tsl \times Fv}$	Q1	260.516	m³/jam
	Koefisien alat = 1:Q1	(E10)	0.0038	jam
2.b	<u>Dump Truck</u>	(E29)		
	Kapasitas bak	V	10	m³
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	kecepatan rata-rata isi	V _F	50	km/jam
	kecepatan rata-rata kosong	V _R	60	km/jam

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	Waktu siklus: a. Waktu muat = $(V \times 60)/(D \times Q1)$ b. Waktu tempuh isi = $(L \times 60)/V_F$ c. Waktu tempuh kosong = $(L \times 60)/V_R$ d. lain-lain	T1 T2 T3 T4	1.44 6 5 1	menit menit menit menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts2}$	Ts2 Q2	13.44 23.159	menit m ³
	Koefisien alat = 1:Q2	(E29)	0.0432	jam
2.c	<u>Motor Grader</u> Panjang Hamparan Lebar area pemadatan Lebar overlap Faktor efisiensi kerja Kecepatan rata-rata alat Jumlah lintasan Jumlah lajur lintasan = $w/(b-b_0)$ Lebar pisau efektif Waktu siklus a. Perataan 1 kali lintasan = $(L_h \times 60)/(v \times 1000)$ b. Lain-lain	(E13) Lh w bo Fa v n N b T1 T2	50.00 3.50 0.30 0.80 4.00 4.00 1.59 2.50 0.75 1.00	m m m - Km/jam lintasan kali m Menit Menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{L_h \times (N(b-b_0)+b_0) \times Fa \times 60 \times t}{N \times n \times Ts3 \times Fk}$	Ts3 Q3	1.75 102.37	Menit m ³
	Koefisien Alat = 1:Q3	(E13)	0.0098	Jam
2.d	<u>Vibratory Roller</u> Kecepatan rata-rata alat Lebar area pemadatan lebar efektif pemadatan Jumlah lintasan Lajur lintasan = $w/(b-b_0)$ Lebar overlap Faktor efisiensi alat	(E19) v w b n N bo Fa	4.0 3.5 1.5 8.0 3.0 0.3 0.83	km/jam m m lintasan Kali m -
	$Kap. Prod/Jam = \frac{(N(b-b_0)+b_0) \times V \times 1000 \times Fa \times t}{N \times n}$	Q4	79.751	m ³
	Koefisien alat = 1:Q4	(E19)	0.013	Jam

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
2.e	<u>Water Tank Truck</u>	(E23)		
	Volume tanki air	V	4000	Liter
	kebutuhan air/M3 material padat	Wc	0.07	m ³
	kapasitas pompa air	pa	100.00	ltr/menit
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	$Kap.Prod/Jam = \frac{pa \times fa \times 60}{1000 \times wc}$	Q5	71.14	m ³
	Koefisien alat = 1:Q5	(E23)	0.014	Jam
2.f	<u>ALAT BANTU</u> diperlukan alat-alat bantu kecil a. sekop			Ls
3	TENAGA			
	Produksi menentukan: motor grader	Q1	102.367	m ³ /jam
	Produksi timbunan/hari : Tk x Q1	Qt	818.9388	m ³
	Kebutuhan Tenaga:			
	a. pekerja	P	5	Orang
	b. mandor	M	1	Orang
	Koefisien Tenaga / M3			
	a. pekerja = (Tk x P) :Qt	L01	0.0488	jam
	b. mandor = (Tk x M) :Qt	L02	0.010	jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

d. Penyiapan Badan Jalan dan Bahu Jalan

Tabel 4.18 PKA Alat Pada Pekerjaan Badan Jalan dan Bahu Jalan

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Kondisi existing jalan : baik			
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	Jam
5	Berat Volume agregat Lepas	D	1.6	ton/m ³
6	Faktor pengembangan bahan	Fk	1.2	
II	URUTAN KERJA			
1	Motor grader meratakan permukaan hasil timbunan			
2	vibrator roller memadatkan permukaan yang telah dipotong/diratakan oleh motor grader			
3	Selama pemadatan sekelompok pekerja akan merapikan tepi hampiran dan level permukaan dengan menggunakan alat bantu			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN Tidak ada bahan yang diperlukan			
2	Alat			
2.a	<u>Motor Grader</u>	(E13)		
	Panjang hamparan	Lh	50	m
	Lebar hamparan total	W	3.5	m
	Panjang pisau efektif	b	2.5	m
	Lebar overlap	bo	0.3	m
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.6	-
	Kecepatan rata-rata alat	v	4	km/jam
	Jumlah lintasan	n	4	lintasan
	Jumlah pengupasan setiap lintasan = W/ (b-bo)	N	1.6	
	Waktu siklus:			
	a. Perataan 1 Lintasan =(Lh x 60) / (v x 1000)	T1	0.75	menit
	b. lain-lain	T2	1.00	menit
		Ts1	1.75	Jam
	$Kap. Prod/Jam = \frac{Lh \times (N(b-bo)+bo) \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts3 \times Fk}$	Q1	511.84	m ³ /jam
	Koefisien Alat = 1:Q1	(E13)	0.0020	Jam
2.b	<u>Vibratory Roller</u>	(E19)		
	Kecepatan rata-rata alat	v	4.0	km/jam

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	Lebar area pemadatan	w	3.5	m
	Lebar roda pemadatan	b	1.68	m
	Lebar overlap	bo	0.2	m
	lebar efektif pemadatan =(b-bo)	be	1.5	m
	Jumlah lintasan	n	8.0	lintasan
	Lajur lintasan = w/(b-bo)	N	3.0	kali
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-
	$Kap. Prod/Jam = \frac{(N(b-bo)+bo) \times V \times 1000 \times Fa}{N \times n}$	Q2	641.867	m ³
	Koefisien alat = 1:Q2	(E19)	0.0016	Jam
2.c	<u>Water Tank Truck</u>	(E23)		
	Volume tangki air	V	4.00	m ³
	Kebutuhan air/M3 Material padat	Wc	0.07	m ³
	Kapasitas pompa air	pa	100.00	ltr/menit
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	$Kap. Prod/Jam = \frac{pa \times Fa \times 60}{wc \times 1000}$	Q3	71.14	m ³
	Koefisien Alat = 1:Q3	(E23)	0.0141	Jam
2.f	<u>Alat Bantu</u>			
	Diperlukan:			
	a. Kereta dorong			
	b. sekop = 3 buah			Ls
3	TENAGA			
	Produksi menentukan: Motor Grader	Q1	511.84	m ³ /jam
	Produksi agregat/hari : Tk x Q1	Qt	4094.69	m ³
	Kebutuhan Tenaga:			
	a. pekerja	P	4	Orang
	b. mandor	M	1	Orang
	Koefisien Tenaga / M3			
	a. pekerja = (Tk x P) :Qt	L01	0.0078	jam
	b. mandor = (Tk x M) :Qt	L02	0.0020	jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

e. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Tabel 4.19 PKA Alat Pada Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Kondisi jalan: Baik			
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	jam
5	Jarak rata-rata Base Camp ke lokasi pekerjaan	L	5	Km
6	Tebal lapis agregat padat	t	0.15	m
7	Berat isi agregat padat	BiP	1.775	ton/m ³
8	Proporsi Campuran:			
	- Agregat pecah mesin 20 - 30 mm	20-30	20	
	- Agregat pecah mesin 5 - 10 mm & 10 - 20 mm	5-10 & 10-20	20	
	- Sirtu	st	68	
10	Faktor kehilangan material	Fh	1.05	
11	Berat isi agregat (lepas)	BiL	1.6	ton/ m ³
12	Faktor konversi bahan (lepas ke padat) = BiL/BiP	Fk	0.901	
II	URUTAN KERJA			
1	Penyiapan formasi kondisi eksisting			
2	wheel loader memuat lapis fondasi agregat ke dump truck			
3	Dump truck mengangkut lapis fondasi agregat kelas A dengan kadar air yang memenuhi ke lokasi pekerjaan dan dihampar dengan motor grader			
4	Hamparan agregat dipadatkan dengan vibrator roller			
5	Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dengan alat bantu			
6	Bahan yang tidak terjangkau mesin gilaspada, harus dipadatkan dengan trimbis mekanis atau pemadat lain yang disetujui			
7	Pemadatan dilanjutkan samapi seluruh lokasi terpadatkan rata			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.b	Agregat A = 1 M3 x Fh/Fk	(M26)	1.16	m ³
2	Alat			
2.a	<u>Wheel Loader 1.0-1.6 M3</u>	(E15)		
	Kapasitas bucket	V	1.5	m ³
	Faktor bucket	Fb	1	

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Waktu siklus: a. lain-lain (waktu pasti untuk mengisi, berputar dan menumpuk)	Ts1	0.7	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Tsl}$	Q1	106.71	m ³
	Koefisien alat = 1:Q1	(E15)	0.0094	jam
2.b	<u>Dump Truck 10 Ton</u>	(E29)		
	kapasitas bak	V	10	ton
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Kecepatan rata-rata bermuatan	vf	20	Km/jam
	Kecepatan rata-rata kosong	vr	40	Km/jam
	Waktu siklus: a. waktu memuat = V x 60/ Q1	T1	5.62	menit
	b. Waktu Tempuh isi = (L x 60)/ Vf	T2	15.00	menit
	c. waktu tempuh kosong = (L x 60)/ Vr	T3	7.50	menit
	d. Lain-lain	T4	1	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts2}$	TS2	29.12	menit
		Q2	18.97	m ³
	Koefisien alat = 1:Q2	(E29)	0.053	jam
2.c	<u>Motor Grader</u>	(E13)		
	Panjang hamparan	Lh	50.00	liter
	Lebar hamparan total	W	3.50	-
	Lebar pisau blade	b	2.50	ltr/menit
	Lebar overlap	bo	0.30	-
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.80	
	Kecepatan rata-rata alat	v	4.00	km/jam
	Jumlah lintasan	n	4.00	lintasan
	Jumlah pengupasan setiap lintasan = W/ (b-bo)	N	1.59	kali
	Waktu siklus: a. Perataan 1 Lintasan = (Lh x 60)/(v x 1000)	T1	0.75	menit
	b. lain-lain	T2	1.00	menit
		Ts3	1.75	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{Lh \times (N(b-bo)+bo) \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts3 \times Fk}$	Q3	136.28	m ³
	Koefisien Alat = 1:Q3	(E13)	0.0073	Jam

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
2.d	<u>Tandem Roller</u>	(E17)		
	Kecepatan rata-rata alat	v	4.0	km/jam
	Lebar area pemadatan	w	3.5	m
	Lebar roda alat pemadat	b	1.7	m
	Lebar overlap	bo	0.2	m
	Jumlah lintasan	n	8.0	Lintasan
	Jumlah lajur lintasan	N	1.5	kali
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-
	$Kap. Prod/Jam = \frac{(N \times (b - bo) + bo) \times V \times 1000 \times Fa \times t}{N \times n}$	Q4	100.542	m ³
	Koefisien alat = 1:Q4	(E17)	0.0099	Jam
2.e	<u>Water Tank Truck</u>	(E23)		
	Volume tangki air	V	4.00	m ³
	Kebutuhan air/M3 Material padat	Wc	0.07	m ³
	Kapasitas pompa air	pa	100.00	ltr/menit
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	$Kap. Prod/Jam = \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times wc}$	Q5	71.14	m ³
	Koefisien Alat = 1:Q5	(E23)	0.0141	Jam
2.f	<u>Alat Bantu</u> Diperlukan: a. Kereta dorong b. sekop			
3	TENAGA			
	Produksi menentukan: Motor Grader	Q3	136.28	m ³ /jam
	Produksi agregat/hari : Tk x Q3	Qt	1090.21	m ³
	Kebutuhan Tenaga:			
	a. pekerja	P	7	Orang
	b. mandor	M	1	Orang
	Koefisien Tenaga / M3			
	a. pekerja = (Tk x P) :Qt	L01	0.0514	jam
	b. mandor = (Tk x M) :Qt	L02	0.0073	jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

f. Pekerjaan Bekisting Jalan Beton

Tabel 4.20 PKA Alat Pada Pekerjaan Bekisting Jalan Beton

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat secara manual			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (besi dan kawat) diterima seluruhnya di lokasi pekerjaan			
4	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	5	Km
5	Jam efektif kerja per-hari	Tk	8	jam
II	URUTAN KERJA			
1	Pengukuran lokasi yang akan dikerjakan, sebelum dipasang bekisting harus dalam keadaan bersih dan dilumuri minyak bekisting			
2	bekisting dipasang sesuai dengan pengukuran. Tingkat kerataan hingga ketegakkannya sudah sesuai dengan perencanaan			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	Kayu Kelas IV		0.05	m ³
1.b	Paku		1.5	kg
1.c	Triplek		0.4	lbr
1.d	Minyak Bekisting		0.1	liter
2	Alat			
2.a	<u>Alat Bantu</u> Diperlukan: a. Palu b. Waterpass			
3	TENAGA Produksi kerja satu hari Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor c. Tukang d. Kep.Tukang Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = (Tk x P) :Qt b. mandor = (Tk x M) :Qt c. Tukang = (Tk x T) : Qt d. Kep.Tukang = (Tk x KT) : Qt	Qt P M T KT L01 L02 L03 L04	300.00 5 1 2 1 0.133 0.027 0.053 0.027	 Orang Orang Orang Orang jam jam jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

g. Pekerjaan Plastik Cor Beton

Tabel 4.21 PKA Alat Pada Pekerjaan Plastik Cor Beton

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat secara manual			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (besi dan kawat) diterima seluruhnya di lokasi pekerjaan			
4	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	8.842	Km
5	Jam efektif kerja per-hari	Tk	8	jam
II	URUTAN KERJA			
1	Setelah dipasang bekisting, area jalan dilapisi dengan plastik cor agar material cor tidak tercampur dengan tanah yang menyebabkan air masuk ke dalam pori-pori beton.			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	Plastik Cor		0.1	kg
2	Alat			
2.a	<u>Alat Bantu</u>			
	Tidak ada yang diperlukan		-	
3	TENAGA			
	Produksi kerja satu hari	Qt	1000.00	
	Kebutuhan Tenaga:			
	a. pekerja	P	2	Orang
	b. mandor	M	1	Orang
	Koefisien Tenaga / M3			
	a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$	L01	0.016	jam
	b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$	L02	0.008	jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

h. Pekerjaan Cutting dan Joint Sealent

Tabel 4.22 PKA Alat Pada Pekerjaan Cutting dan Joint Sealent

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat secara manual			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (besi dan kawat) diterima seluruhnya di lokasi pekerjaan			
4	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	8.842	Km
5	Jam efektif kerja per-hari	Tk	8	jam
II	URUTAN KERJA			
	Pada pekerjaan cutting concrete dimana bertujuan untuk mengendalikan keretakan pada jalan, dilakukan antara 3 - 6 jam setelah beton dihamparkan			
1	Setelah beton dipotonng, selanjutnya diisi menggunakan asphalt sealer yang berguna untuk meminimalkan infiltrasi air permukaan, debu, dll.			
2				
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	Asphalt Sealer		0.15	kg
2	Alat			
2.a	<u>Alat Bantu</u> Diperlukan: a. Cutting Saw			
3	TENAGA Produksi kerja satu hari Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$ b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$	Qt P M L01 L02	500.00 5 1 0.080 0.016	 Orang Orang jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

i. Pekerjaan Pembesian Badan Jalan

Tabel 4.23 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembesian Badan Jalan

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat secara manual			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (besi dan kawat) diterima seluruhnya di lokasi pekerjaan			
4	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	8.842	Km
5	Jam efektif kerja per-hari	Tk	8	jam
6	Faktor kehilangan Besi Tulangan	Fh	1.1	
II	URUTAN KERJA			
1	Besi tulangan dipotong dan dibengkokkan sesuai dengan yang diperlukan			
2	Batang tulangan dipasan/ disusun sesuai dengan gambar pelaksanaan dan persilangannya diikat kawat			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	Baja Tulangan Polos D-12		10.1	Kg
1.d	Kawat beton		0.015	kg
2	Alat			
2.a	<u>Alat Bantu</u> Diperlukan: a. Gunting potong baja b. kunci pembengkok tulangan c. alat lainnya			
3	TENAGA			
	Produksi kerja satu hari	Qt	1260	Kg
	Kebutuhan Tenaga:			
	a. pekerja	P	10	Orang
	b. mandor	M	1	Orang
	c. Tukang	T	5	Orang
	d. Kep.Tukang	KT	1	Orang
	Koefisien Tenaga / M3			
	a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$	L01	0.063	jam
	b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$	L02	0.006	jam
	c. Tukang = $(Tk \times T) : Qt$	L03	0.032	jam
	d. Kep.Tukang = $(Tk \times KT) : Qt$	L04	0.006	jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

j. Pekerjaan Pembesian Untuk *Dowel*Tabel 4.24 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembesian Untuk *Dowel*

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat secara manual			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (besi dan kawat) diterima seluruhnya di lokasi pekerjaan			
4	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	8.842	Km
5	Jam efektif kerja per-hari	Tk	8	jam
6	Faktor kehilangan Besi Tulangan	Fh	1.1	
II	URUTAN KERJA			
1	Besi tulangan dipotong dan dibengkokkan sesuai dengan yang diperlukan			
2	Batang tulangan dipasan/ disusun sesuai dengan gambar pelaksanaan dan persilangannya diikat kawat			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	Baja Tulangan Polos U-38		10.5	Kg
1.b	Kawat beton		0.015	kg
2	Alat			
2.a	<u>Alat Bantu</u> Diperlukan: a. Gunting potong baja b. kunci pembengkok tulangan c. alat lainnya			
3	TENAGA Produksi kerja satu hari Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor c. Tukang d. Kep.Tukang Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$ b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$ c. Tukang = $(Tk \times T) : Qt$ d. Kep.Tukang = $(Tk \times KT) : Qt$	Qt P M T KT L01 L02 L03 L04	1313 10 1 5 1 0.061 0.006 0.030 0.006	Kg Orang Orang Orang Orang jam jam jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

k. Pekerjaan Pembesian untuk *Tie Bar*

Tabel 4.25 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembesian Untuk Tie Bar

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat secara manual			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (besi dan kawat) diterima seluruhnya di lokasi pekerjaan			
4	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	8.842	Km
5	Jam efektif kerja per-hari	Tk	8	jam
6	Faktor kehilangan Besi Tulangan	Fh	1.1	
II	URUTAN KERJA			
1	Besi tulangan dipotong dan dibengkokkan sesuai dengan yang diperlukan			
2	Batang tulangan dipasan/ disusun sesuai dengan gambar pelaksanaan dan persilangannya diikat kawat			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	Baja Tulangan Ulir D-16		10.3	Kg
1.b	Kawat beton		0.015	m ³
2	Alat			
2.a	<u>Alat Bantu</u> Diperlukan: a. Gunting potong baja b. kunci pembengkok tulangan c. alat lainnya			
3	TENAGA Produksi kerja satu hari Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor c. Tukang d. Kep.Tukang Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$ b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$ c. Tukang = $(Tk \times T) : Qt$ d. Kep.Tukang = $(Tk \times KT) : Qt$	Qt P M T KT L01 L02 L03 L04	1313 6 1 4 1 0.037 0.006 0.024 0.006	Kg Orang Orang Orang Orang jam jam jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

l. Pekerjaan *Lean Mix Concrete* (K-175 Mpa)Tabel 4.26 PKA Alat Pada Pekerjaan *Lean Mix Concrete* (K-175 Mpa)

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (batu, pasir dan semen) diterima di seluruh lokasi pekerjaan			
4	Jarak rata-rata Base Camp ke lokasi pekerjaan	L	8.842	Km
5	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	Jam
6	Tebal lapis fondasi bawah beton kurus	t	0.1	m
	Berat Isi Material:			
7	a. Beton	D1	2.471	Ton/m ³
	b. Semen	D2	1.3	Ton/m ³
8	c. Pasir	D3	1.45	Ton/m ³
	d. Agregat Kasar	D4	1.45	Ton/m ³
	e. Air	D5	1	Ton/m ³
9	Faktor Kehilangan : a. semen	Fh1	1.5	
	b. agregat	Fh2	5	
II	URUTAN KERJA			
1	Persiapan lapis fondasi bawah beton kurus			
2	Semen, pasir, batu kerikil dituang menggunakan wheel loader ke dalam Concrete Batching Plant dan diaduk			
3	Kemudian dituang ke dalam truck mixer, dicampur dengan air dan diaduk			
4	Beton dibawa ke lapangan dengan menggunakan truck mixer lalu dituangkan ke fixed form			
5	Beton dipadatkan secara merata pada tepi dan sepanjang acuan dengan menggunakan vibrator yang dimasukkan ke dalam beton			
6	Pembentukan dan perapihan dengan finishing machine			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	a. Semen	Sm	210	kg
1.b	b. Pasir	Ps	282	kg
1.c	c. Kerikil	Kr	659	kg
1.d	d. Air	air	115	liter
2	Alat			

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
2.a	<u>Concrete Pan Mixer</u>	(E43)		
	Kapasitas alat	V1	600	liter
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Waktu siklus: (T1+T2+T3+T4)			
	a. memuat	T1	0.5	menit
	b. Mengaduk	T2	0.5	menit
	c. Menuang	T3	0.25	menit
	d. tunggu, dll	T4	0.25	menit
		TS1	1.5	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V1 \times Fa \times 60}{1000 \times Ts1}$	Q1	19.920	
	Koefisien alat = 1:Q1	(E43)	0.050	jam
2.b	<u>Concrete Truck Mixer</u>	(E49)		
	Kapasitas drum	V	5.00	m ³
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-
	Kecepatan rata-rata isi	v1	20.00	km/jam
	Kecepatan rata-rata kosong	v2	30.00	km/jam
	Waktu siklus:			
	a. Mengisi = (Vx 60)/Q1	T1	15.06	menit
	b. Mengangkut = (L : v1) x 60 menit	T2	26.53	menit
	c. Penumpahan	T3	4.00	menit
	c. d. Kembali = (L : v2) x 60 menit	T4	17.68	menit
	d. menunggu, dan lain-lain	T5	5.00	menit
		TS3	68.27	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts3}$	Q2	3.65	m ³
		Q2	3.77	m ³
	Koefisien Alat = 1:Q2	(E49)	0.274	Jam
2.c	<u>Concrete Vibrator</u>	(E20)		
	Kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas produksi alat pencampur (Concrete Pan Mixer), dibutuhkan			
	Kap. Prod/ jam	Q3	24.90	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q3	(E20)	0.040	Jam
2.d	<u>Alat Bantu</u>			

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
3	Diperlukan: a. sekop b. Cangkul c. sendok semen d. Ember cor			Ls
	TENAGA			
	Prduksi menentukan: <i>Concrete Pan Mixer</i> Produksi beton dalam 1 hari : $Tk \times Q1$ Kebutuhan Tenaga: a. Pekerja b. Mandor c. Tukang d. Kep. Tukang Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$ b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$ c. Tukang = $(Tk \times T) : Qt$ d. Kep,Tukang = $(Tk \times KT) : Qt$	Q1 Qt P M T KT L01 L02 L03 L04	19.920 159.36 10 1 5 1 0.502 0.050 0.251 0.50	m^3/jam m^3 Orang Orang Orang Orang jam jam jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

g. Pekerjaan Perkerasan Kaku (K-350 Mpa)

Tabel 4.27 PKA Alat Pada Pekerjaan Perkerasan Kaku (K-350 Mpa)

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (batu, pasir dan semen) diterima diseluruh lokasi proyek			
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	Jam
5	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	8.842	Km
7	Berat Isi:			
	a. Beton	D1	2.471	Ton/m ³
	b. Semen	D2	1.3	Ton/m ³
	c. Pasir	D3	1.45	Ton/m ³
	d. Agregat Kasar	D4	1.45	Ton/m ³
	e. Air	D5	1	Ton/m ³
8	Faktor Kehilangan Bahan:			
	a. semen	Fh1	1.5	%
	b. Agregat/Pasir beton	Fh2	5	%
II	URUTAN KERJA			
1	Semen, pasir, kerikil, dan air dicampur dan diaduk menjadi beton menggunakan Concrete Pan Mixer			
2	Beton diangkut menggunakan Truck Mixer			
3	Beton dicor ke dalam bekisting, lalu dipadatkan dengan Concrete Vibrator			
4	Penyelesaian dan perapihan setelah pemasangan			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	a. Semen	Sm	429	kg
1.b	b. Pasir	Ps	602	kg
1.c	c. Kerikil (maks 30 mm)	Kr	1337	kg
1.d	d. air	Air	170	Liter
2	Alat			
2.a	<u>Concrete Batching Plant</u>	(E43)		
	Kapasitas alat	V1	600	liter
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Waktu siklus: (T1+T2+T3+T4)			
	a. mengisi	T1	0.4	menit
	b. Mengaduk	T2	0.4	menit

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	c. Menuang	T3	0.2	menit
	d. tunggu, dll	T4	0.2	menit
		TS1	1.2	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V1 \times Fa \times 60}{1000 \times Ts1}$	Q1	24.90	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q1	(E43)	0.040	jam
2.b	<u>Concrete Truck Mixer</u>	(E49)		
	Kapasitas drum	V2	5	m ³
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Kecepatan rata-rata isi	v1	20	Km/jam
	Kecepatan rata-rata kosong	v2	30	Km/jam
	Waktu siklus:			
	a. mengisi = (V : Q1) x 60	T1	12.05	Menit
	b. Mengangkut = (L : v1) x 60 menit	T2	26.53	Menit
	c. Kembali = (L : v2) x 60 menit	T3	17.68	Menit
	d. menumpahkan	T4	5	Menit
		Ts2	61.26	Menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V2 \times Fa \times 60}{Ts2}$	Q2	4.065	m ³
	Koefisien alat = 1:Q2	(E49)	0.246	jam
2.c	<u>Concrete Vibrator</u>	(E20)		
	Kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas produksi alat pencampur (Concrete Pan Mixer)			
	Kap. Prod/jam	Q3	24.90	m ³
	Koefisien alat = 1: Q3	(E20)	0.040	Jam
2.e	<u>Concrete Paving Machine (Slipform Paver)</u>	(E23)		
	Kapasitas (lebar hamparan)	b	3.50	m
	Tebal hamparan	t	0.30	m
	Kecepatan menghampar	v	5.0	m/menit
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	Kap.Prod/jam = $b \times t \times F_a \times v \times 60$ Koefisien alat = 1: Q4	Q4 (E23)	261.45 0.0038	m ³ Jam
2.f	<u>Alat Bantu</u> - Sekop			
3	TENAGA Produksi menentukan: Concrete Pan Mixer Produksi beton dalam 1 hari : $T_k \times Q_1$ Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor c. Tukang: d. Kep. Tukang Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(T_k \times P) : Q_t$ b. mandor = $(T_k \times M) : Q_t$ c. Tukang = $(T_k \times T) : Q_t$ c. Kep.Tukang = $(T_k \times KT) : Q_t$	Q1 Qt P M T KT L01 L02 L03 L04	24.90 199.20 10 1 5 1 0.402 0.040 0.201 0.040	m ³ /jam m ³ /jam Orang Orang Orang Orang jam jam jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

h. Pekerjaan Galian Drainase

Tabel 4.28 Pekerjaan Galian Drainase

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Berat volume tanah lepas	D	1.6	ton/m ³
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	jam
5	Faktor Pengembangan Bahan	Fk	1.2	-
II	URUTAN KERJA			
1	Penggalian umumnya menggunakan excavator			
2	Selanjutnya excavator menuangkan material hasil galian ke dump truck			
3	Dump truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh	L	2	km
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN Tidak ada bahan yang diperlukan			
2	Alat			
2.a	<u>Excavator</u>	(E10)		
	Kapasitas bucket	V	0.93	m ³
	Faktor bucket	Fb	1.2	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Faktor konversi, kedalaman 40%-75%	Fv	0.8	
	Waktu siklus:			menit
	a. menggali, memuat (swing 180°)	T1	0.3	menit
	b. lain-lain	T2	0.08	menit
	Waktu siklus: T1 + T2	Ts1	0.38	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times Fb \times 60}{Tsl \times Fv}$	Q1	182.82	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q1	(E10)	0.0055	jam
2.b	<u>Dump Truck</u>	(E29)		
	Kapasitas bak	V	10	m ³
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	kecepatan rata-rata isi	V _F	50	km/jam
	kecepatan rata-rata kosong	V _R	60	km/jam

No	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	Waktu siklus:			
	a. Waktu muat = $(V \times 60)/(D \times Q1)$	T1	2.05	menit
	b. Waktu tempuh isi = $(L \times 60)/V_F$	T2	2	menit
	c. Waktu tempuh kosong = $(L \times 60)/V_R$	T3	2	menit
	d. lain-lain	T4	1	menit
		Ts2	7.45	menit
	$Kap. Prod//jam = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts2}$	Q2	41.772	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q2	(E29)	0.024	jam
2.c	<u>ALAT BANTU</u> diperlukan alat-alat bantu kecil a. sekop b. keranjang/gerobak kecil			Ls Ls
3	TENAGA Produksi menentukan: Excavator Produksi galian/hari : $Tk \times Q1$ Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$ b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$	Q1 Qt P M L01 L02	182.82 1462.55 2 1 0.0109 0.005	m ³ /jam m ³ Orang Orang jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

i. Pekerjaan Pemasangan Batu Kali dan Mortar (Pembuatan Drainase)

Tabel 4.29 PKA Alat Pada Pekerjaan Pemasangan Batu Kali dan Mortar

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (batu,pasir,semen) diterima seluruhnya di lokasi pekerjaan			
4	Jarak <i>Base camp</i> ke lokasi pekerjaan	L	8.842	Km
5	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	Jam
6	Perbandingan pasir dan semen:			
	a. volume semen	Sm	25	%
	b. volume pasir	Ps	80	%
7	Perbandingan batu kali dan mortar:			
	a. batu kali	Bt	60	%
	b. mortar	Mr	40	%
8	Berat isi:			
	a. Pasangan batu dengan mortar	D1	2.471	T/m ³
	b. Batu	D2	1.6	T/m ³
	c. adukan (mortar)	D3	1.8	T/m ³
	d. pasir	D4	1.45	T/m ³
	e. Semen portland	D5	1.45	T/m ³
	f. air	D6	1	T/m ³
9	Faktor Kehilangan bahan: a. semen	Fh1	1.5	
	b. Pasir	Fh2	5	
II	URUTAN KERJA			
1	Semen, pasir, batu kerikil dan air dicampur dan diaduk menjadi beton dengan menggunakan concrete mixer			
2	Batu dibersihkan dan dibasahi permukaannya sebelum dipasang			
3	Batu disusun dengan mortar hingga membentuk drainase, setelah itu Penyelesaian dan perapihan setelah pemasangan			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	a. semen	Sm	48	kg
1.b	b. pasir	Ps	482	kg
1.c	c. air	air	110	Liter
1.d	d. batu kali	Bt	1.39	m ³

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
2	Alat			
2.a	<u>Concrete Pan Mixer</u>	(E43)		
	Kapasitas alat	V	600	liter
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	waktu siklus:	Ts1		
	a. memuat	T1	0.5	menit
	b. mengaduk	T2	0.5	menit
	c. menuang	T3	0.25	menit
	d. tunggu, dll	T4	0.25	menit
		Ts1	1.5	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V1 \times Fa \times 60}{1000 \times Ts1}$	Q1	19.920	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q1	(E43)	0.050	jam
2.b	<u>Concrete Truck Mixer</u>	(E49)		
	Kapasitas drum	V	5	m ³
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	kecepatan rata-rata isi	v1	20	km/jam
	kecepatan rata-rata kosong	v2	30	km/jam
	Waktu siklus:			
	a. Waktu muat = (V x Q1) x 60	T1	15.06	menit
	b. Waktu mengangkut = (L : v1) x 60	T2	26.526	menit
	c. Waktu kembali = (L : v2) x 60	T3	17.684	menit
	d. menumpahkan, dll	T4	5	menit
		Ts2	64.270	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V2 \times Fa \times 60}{Ts2}$	Q2	3.874	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q2	(E49)	0.258	jam
2.c	<u>Concrete Vibrator</u>	(E20)		
	kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas produksi alat pencampur			
	$Kap. Prod/Jam$	Q3	19.920	m ³
	Koefisien alat = 1:Q3	(E20)	0.050	Jam

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
2.e	<u>ALAT BANTU</u> a. sekop b. Cangkul c. sendok semen d. Ember cor			Ls
3	TENAGA Produksi menentukan: Concrete Pan Mixer Produksi beton dalam 1 hari = $T_k \times Q_1$ Kebutuhan tenaga: a. mandor b. tukang c. pekerja d. kep.Tukang Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(T_k \times P) : Q_t$ b. tukang = $(T_k \times T_b) : Q_t$ c. Kep.Tukang = $(T_k \times K_T) : Q_t$ d. mandor = $(T_k \times M) : Q_t$	Q1 Qt M T P Kt L01 L02 L03 L04	19.92 159.36 1 5 10 1 0.439 0.220 0.050 0.044	m ³ /jam m ³ /jam Orang Orang Orang Orang jam jam jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

j. Pekerjaan Galian Box Culvert

Tabel 4.30 PKA Alat Pada Pekerjaan Galian Box Culvert

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Berat volume tanah lepas	D	1.6	ton/m ³
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	jam
5	Faktor Pengembangan Bahan	Fk	1.2	-
II	URUTAN KERJA			
1	Penggalian umumnya menggunakan excavator			
2	Selanjutnya excavator menuangkan material hasil galian ke dump truck			
3	Dump truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh	L	2	km
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN Tidak ada bahan yang diperlukan			
2	Alat			
2.a	<u>Excavator</u>	(E10)		
	Kapasitas bucket	V	0.93	m ³
	Faktor bucket	Fb	1.2	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Faktor konversi asli ke padat	Fv	0.8	
	Waktu siklus:			
	a. menggali, memuat (swing 180°)	T1	0.16	menit
	b. lain-lain	T2	0.1	menit
	Waktu siklus: T1 + T2	Ts1	0.26	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times Fb \times 60}{Tsl \times Fv}$	Q1	267.20	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q1	(E10)	0.0037	jam
2.b	<u>Dump Truck</u>	(E29)		
	Kapasitas bak	V	10	m ³
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	kecepatan rata-rata isi	Vf	50	km/jam
	kecepatan rata-rata kosong	Vr	60	km/jam
	Waktu siklus:			

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	a. Waktu muat = $(V \times 60)/(D \times Q1)$	T1	1.40	menit
	b. Waktu tempuh isi = $(L \times 60)/ V_F$	T2	6	menit
	c. Waktu tempuh kosong = $(L \times 60)/ V_R$	T3	5	menit
	d. lain-lain	T4	2	menit
		Ts2	14.40	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts2}$	Q2	21.609	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q2	(E29)	0.046	jam
2.c	<u>ALAT BANTU</u> diperlukan alat-alat bantu kecil a. sekop b. gerobak kecil			Ls Ls
3	TENAGA Produksi menentukan: Excavator Produksi galian/hari : Tk x Q1 Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$ b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$	Q1 Qt P M L01 L02	267.20 2137.57 2 1 0.0075 0.004	m ³ /jam m ³ Orang Orang jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

k. Pekerjaan Pasir Urug *Box Culvert*Tabel 4.31 PKA Alat Pada Pekerjaan Pasir Urug *Box Culvert*

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Berat volume tanah lepas	D	1.6	ton/m ³
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	jam
5	Faktor Pengembangan Bahan	Fk	1.2	-
II	URUTAN KERJA			
1	Penggalian umumnya menggunakan excavator			
2	Selanjutnya excavator menuangkan material hasil galian ke dump truck			
3	Dump truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh	L	2	km
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN Pasir Urug		1.096	m ³
2	Alat	(E10)		
2.a	<u>Excavator</u> Kapasitas bucket Faktor bucket Faktor efisiensi alat ' Waktu siklus: a. menggali, memuat (swing 180°) b. lain-lain Waktu siklus: T1 +T2 $Kap.Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times Fb \times 60}{Tsl \times Fv}$ Koefisien alat = 1:Q1	V Fb Fa Fv T1 T2 Ts1 Q1 (E10)	0.93 1.2 0.83 0.8 0.3 0.08 0.38 182.82 0.0055	m ³ - - - menit menit menit m ³ /jam jam
2.b	<u>Dump Truck</u> Kapasitas bak Faktor efisiensi alat kecepatan rata-rata isi kecepatan rata-rata kosong Waktu siklus:	(E29) V Fa Vf Vr	10 0.83 50 60	m ³ km/jam km/jam

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	a. Waktu muat = $(V \times 60)/(D \times Q1)$	T1	2.05	menit
	b. Waktu tempuh isi = $(L \times 60)/ V_F$	T2	2.4	menit
	c. Waktu tempuh kosong = $(L \times 60)/ V_R$	T3	2	menit
	d. lain-lain	T4	1	menit
		Ts2	7.45	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts2}$	Q2	41.772	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q2	(E29)	0.024	jam
2.c	<u>ALAT BANTU</u> diperlukan alat-alat bantu kecil a. sekop b. keranjang/gerobak kecil			Ls Ls
3	TENAGA Produksi menentukan: Excavator Produksi galian/hari : Tk x Q1 Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$ b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$	Q1 Qt P M L01 L02	182.82 1462.55 2 1 0.0109 0.005	m ³ /jam m ³ Orang Orang jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

1. Pekerjaan Penulangan Box Culvert

Tabel 4.32 PKA Alat Pada Pekerjaan Penulangan Box Culvert

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat secara manual			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (besi dan kawat) diterima seluruhnya di lokasi pekerjaan			
4	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	2	Km
5	Jam efektif kerja per-hari	Tk	8	jam
6	Faktor kehilangan Besi Tulangan	Fh	1.1	
II	URUTAN KERJA			
1	Besi tulangan dipotong dan dibengkokkan sesuai dengan yang diperlukan			
2	Batang tulangan dipasan/ disusun sesuai dengan gambar pelaksanaan dan persilangannya diikat kawat			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	Baja Tulangan Polos D-19		10	Kg
1.b	Kawat beton		0.015	kg
2	Alat			
2.a	<u>Alat Bantu</u> Diperlukan: a. Gunting potong baja b. kunci pembengkok tulangan c. alat lainnya			
3	TENAGA Produksi kerja satu hari Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor c. Tukang d. Kep.Tukang Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = $(Tk \times P) : Qt$ b. mandor = $(Tk \times M) : Qt$ c. Tukang = $(Tk \times T) : Qt$ d. Kep.Tukang = $(Tk \times KT) : Qt$	Qt P M T KT L01 L02 L03 L04	1250 8 1 4 1 0.175 0.035 0.140 0.006	Kg Orang Orang Orang Orang jam jam jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

m. Pekerjaan Bekisting *Box Culvert*

Tabel 4.33 PKA Alat Pada Pekerjaan Bekisting Box Culvert

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat secara manual			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Bahan dasar (besi dan kawat) diterima seluruhnya di lokasi pekerjaan			
4	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	8.842	Km
5	Jam efektif kerja per-hari	Tk	8	jam
II	URUTAN KERJA			
1	Pengukuran lokasi yang akan dikerjakan, sebelum dipasang bekisting harus dalam keadaan bersih dan dilumuri minyak bekisting			
2	Tingkat kerataan hingga ketegakkannya sudah sesuai dengan perencanaan			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	Kayu Kelas IV		0.05	m ³
1.b	Paku		1.5	kg
1.c	Triplek		0.4	lbr
1.d	Minyak Bekisting		0.1	liter
2	Alat			
2.a	<u>Alat Bantu</u> Diperlukan: a. Palu b. Waterpass			
3	TENAGA Produksi kerja satu hari Kebutuhan Tenaga: a. pekerja b. mandor c. Tukang d. Kep.Tukang Koefisien Tenaga / M3 a. pekerja = (Tk x P) :Qt b. mandor = (Tk x M) :Qt c. Tukang = (Tk x T) : Qt d. Kep.Tukang = (Tk x KT) : Qt	Qt P M T KT L01 L02 L03 L04	500.00 6 1 4 1 0.096 0.016 0.064 0.016	 Orang Orang Orang Orang jam jam jam jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

n. Pekerjaan Pembeton Box Culvert

Tabel 4.34 PKA Alat Pada Pekerjaan Pembeton Box Culvert

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: titik perencanaan box culvert			
3	Kondisi jalan : sedang/baik			
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	Jam
7	Jarak rata-rata base camp ke lokasi pekerjaan	L	5	Km
8	Perbandingan campuran:			
	a. Semen	Sm	1	%
	b. Pasir	Ps	1.5	%
	c. Kerikil	Kr	2.5	%
	d, air	air	1	%
9	Faktor Kehilangan Bahan:			
	a. semen	Fh1	1.03	
	b. Agregat/Pasir beton	Fh2	1.1	
II	URUTAN KERJA			
1	Semen, pasir, kerikil, dan air dicampur dan diaduk menjadi beton dengan menggunakan <i>Concrete Pan Mixer</i>			
2	Beton diangkut menggunakan Truck Mixer, kemudian dicor ke dalam bekisting yang telah disiapkan			
3	Penyelesaian dan perapihan setelah pemasangan			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	Berat per m3 beton:			
1.b	a. Semen	Sm	410	kg
1.c	b. Pasir	ps	675	kg
1.d	c. Kerikil	kr	1200	kg
1.e	d. air	air	210	liter
2	Alat			
2.a	<u>Concrete Pan Mixer</u>	(E43)		
	Kapasitas produksi	V1	600	liter
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-
	Waktu siklus:			
	a. Mengisi	T1	0.50	Menit
	b. Mengaduk	T2	0.50	Menit
	c. Menuang	T3	0.25	Menit

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	d. Menunggu, dan lain-lain	T4	0.25	Menit
		Ts2	1.50	Menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V1 \times Fa \times 60}{1000 \times Ts1}$	Q1	19.92	m ³
	Koefisien alat = 1:Q1		0.0502	jam
2.b	<u>Concrete Truck mixer</u> Kapasitas drum Faktor efisiensi alat kecepatan rata-rata isi kecepatan rata-rata kosong Waktu siklus: a. Waktu mengisi = (V : Q1) x 60 b. Waktu mengangkut = (L : v1) x 60 c. Waktu penumpahan d. Waktu kembali = (L: v2) x 60 e. Waktu menunggu $Kap. Prod/Jam = \frac{V2 \times Fa \times 60}{Ts2}$ Koefisien alat = 1:Q2	V2 Fa v1 v2 T1 T2 T3 T4 T5 Ts2 Q2 (E49)	5 0.83 20 30 15.06 15 4 10 5 49.060 5.075 0.197	m3 - km/jam km/jam menit menit menit menit menit menit m ³ /jam Jam
2.c	<u>Concrete Vibrator</u> Kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas produksi alat pencampur (<i>Concrete Pan Mixer</i>) Kap. Prod/jam = Q1 Koefisien alat = 1: Q1	(E20) Q1 (E20)	 19.92 0.05	 m ³ Jam
2.f	<u>Alat Bantu</u> a. Cetok semen b. Cangkul c. Ember d. Sekop			

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
3	TENAGA			
	Produksi menentukan: <i>Concrete Pan Mixer</i>	Q1	19.92	m ³ /jam
	Produksi beton dalam 1 hari : Tk x Q1	Qt	159.36	m ³ /jam
	Kebutuhan Tenaga:			
	a. pekerja	P	12	Orang
	b. mandor	M	1	Orang
	c. Tukang:	T	4	Orang
	d. Kep.Tukang	KT	1	Orang
	Koefisien Tenaga / M3			
	a. pekerja = (Tk x P) :Qt	L01	0.602	jam
	b. mandor = (Tk x M) :Qt	L02	0.050	jam
	c. Tukang = (Tk x Tb) : Qt	L03	0.201	jam
	c. Kep.Tukang = (Tk x KT) : Qt	L04	0.050	jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

o. Pekerjaan Timbunan Box Culvert

Tabel 4.35 PKA Alat Pada Pekerjaan Timbunan Box Culvert

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
I	ASUMSI			
1	Menggunakan Alat (cara mekanik)			
2	Lokasi Pekerjaan: setempat di sepanjang jalan			
3	Kondisi jalan: Baik			
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	8	jam
5	Faktor Pengembangan Bahan (padat ke asli)	Fk	1.2	-
6	Tebal Hamparan padat	t	0.15	m
7	Berat Isi Material (lepas, gembur)	BiL	1.6	ton/m ³
II	URUTAN KERJA			
1	excavator menggali dan memuat ke dalam dump truck			
2	dump truck mengangkat ke lapangan dengan jarak dari galian ke lapangan	L	5	Km
3	Material diratakan dengan <i>Motor Grader</i>			
4	Material dipadatkan dengan <i>Vibratory Roller</i>			
5	Selama pemadatan sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan dengan alat bantu			
III	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA KERJA			
1	BAHAN			
1.a	bahan timbunan = 1 x Fk	M08	1.2	m ³
2	Alat			
2.a	<u>Excavator</u>	(E10)		
	Kapasitas bucket	V	0.93	m ³
	Faktor bucket	Fb	1.2	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	Faktor konversi, kedalaman <40%, normal	Fv	0.7	
	Waktu siklus:			
	a. menggali, memuat (swing 180°)	T1	0.16	menit
	b. lain-lain	T2	0.1	menit
	Waktu siklus: T1 x Fv	Ts1	0.26	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times Fb \times 60}{Tsl \times Fv}$	Q1	305.367	m ³ /jam
	Koefisien alat = 1:Q1	(E10)	0.0033	jam
2.b	<u>Dump Truck</u>	(E29)		

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	Kapasitas bak	V	10	m ³
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	kecepatan rata-rata isi	V _F	40	km/jam
	kecepatan rata-rata kosong	V _R	60	km/jam
	Waktu siklus:			
	a. Waktu muat = (V x 60)/(D x Q1)	T1	1.23	menit
	b. Waktu tempuh isi = (L x 60)/ V _F	T2	8	menit
	c. Waktu tempuh kosong = (L x 60)/ V _R	T3	5	menit
	d. lain-lain	T4	1	menit
		Ts2	14.73	menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{V \times Fa \times 60}{BiL \times Ts2}$	Q2	21.133	m ³
	Koefisien alat = 1:Q2	(E29)	0.0473	jam
2.c	<u>Motor Grader</u>	(E13)		
	Panjang Hampan	Lh	50	m
	Lebar area pemadatan	w	3.5	m
	Lebar overlap	bo	0.30	m
	Faktor efisiensi kerja	Fa	0.80	-
	Kecepatan rata-rata alat	v	4	Km/jam
	Jumlah lintasan	n	4	lintasan
	Jumlah lajur lintasan = w/(b-b0)	N	1.59	kali
	Lebar pisau efektif	b	2.50	m
	Waktu siklus			
	a. Perataan 1 kali lintasan = (Lhx60)/(vx1000)	T1	0.75	Menit
	b. Lain-lain	T2	1.00	Menit
		Ts3	1.75	Menit
	$Kap. Prod/Jam = \frac{Lh \times (N(b-bo)+bo) \times Fa \times 60 \times t}{N \times n \times Ts3 \times Fk}$	Q3	102.37	m ³
	Koefisien Alat = 1:Q3	(E13)	0.0098	Jam
2.d	<u>Vibratory Roller</u>	(E19)		
	Kecepatan rata-rata alat	v	4	km/jam
	Lebar area pemadatan	w	3.5	m
	lebar efektif pemadatan	b	1.68	m
	Jumlah lintasan	n	8	lintasan
	Lajur lintasan = w/(b-bo)	N	3	lintasan
	Lebar overlap	bo	0.3	m

No.	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-
	$Kap. Prod/Jam = \frac{(N(b-bo)+bo) \times V \times 1000 \times Fa \times t}{N \times n}$	Q4	93.268	m ³
	Koefisien alat = 1:Q4	(E19)	0.011	Jam
2.e	<u>Water Tank Truck</u>	(E23)		
	Volume tanki air	V	4	m ³
	kebutuhan air/M3 material padat	Wc	0.07	m ³
	kapasitas pompa air	pa	100	ltr/menit
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	
	$Kap. Prod/Jam = \frac{pa \times fa \times 60}{wc \times 1000}$	Q5	71.14	m ³
	Koefisien alat = 1:Q5	(E23)	0.014	Jam
2.f	<u>ALAT BANTU</u>			
	diperlukan alat-alat bantu kecil			
	a. sekop			Ls
3	TENAGA			
	Produksi menentukan: Excavator	Q1	305.367	m ³ /jam
	Produksi timbunan/hari : Tk x Q1	Qt	2442.94	m ³
	Kebutuhan Tenaga:			
	a. pekerja	P	5	Orang
	b. mandor	M	1	Orang
	Koefisien Tenaga / M3			
	a. pekerja = (Tk x P) :Qt	L01	0.0164	jam
	b. mandor = (Tk x M) :Qt	L02	0.003	jam

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

4.2.4. Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan

a. Pekerjaan Persiapan

1. Mobilisasi Peralatan

Tabel 4.36 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Mobilisasi peralatan

No	Jenis Alat	Kode Alat	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	<i>Water Tanker</i>	(E23)	7	Rp 367,565.00	Rp 2,644,443.55
2	<i>Excavator</i>	(E10)	4	Rp 519,142.00	Rp 2,076,568.00
3	<i>Bulldozer</i>	(E04)	4	Rp 770,584.00	Rp 3,082,336.00
4	<i>Wheel Loader</i>	(E15)	2	Rp 533,406.60	Rp 1,066,813.20
5	<i>Motor Grader</i>	(E13)	5	Rp 668,840.00	Rp 3,344,200.00
6	<i>Vibratory Roller</i>	(E19)	5	Rp 367,243.00	Rp 1,836,215.00
7	<i>Dump Truck</i>	(E29)	50	Rp 446,655.00	Rp 22,332,750.00
8	<i>Tandem Roller</i>	(E17)	2	Rp 424,459.00	Rp 848,918.00
9	<i>Concrete Truck Mixer</i>	(E49)	12	Rp 498,845.00	Rp 5,986,140.00
10	<i>Concrete Vibrator</i>	(E20)	2	Rp 47,363.18	Rp 94,726.37
11	<i>Concrete Pan Mixer</i>	(E43)	2	Rp 524,855.00	Rp 1,049,710.00
12	<i>Slipform Paver</i>	(E42)	1	Rp 654,878.60	Rp 654,878.60
Total Mobilisasi					Rp 44,946,210.17

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Pada pekerjaan mobilisasi digunakan alat angkutan darat (trailer/truk besar), dan dibutuhkan biaya sebesar Rp. 15.000.000,00

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Serta sudah termasuk pengeluaran seluruh pajak yang berkaitan.

2. Pekerjaan Pengukuran

Unit Pekerjaan : Pengukuran

Satuan Pembayaran : Per 1 m

Volume Pekerjaan : 8.842 m

Tabel 4.37 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengukuran

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Kepala Tim Pengukuran	OH	0.010	Rp 250,000.00	Rp 2,375.03
2	Surveyor/Juru Ukur	OH	0.019	Rp 250,000.00	Rp 4,750.06
3	Pekerja Pegang Rambu	OH	0.038	Rp 150,000.00	Rp 5,700.07
4	Tukang Pasang Balok	OH	0.019	Rp 170,000.00	Rp 3,230.04
Jumlah Harga Tenaga					Rp 16,055.19
B.	Bahan				
	-				-
Jumlah Harga Bahan					-
C.	Peralatan				
1	Waterpass/Theodolite	Hari	0.019	Rp 200,000.00	Rp 3,800.05
2	Rambu Ukur	Hari	0.019	Rp 25,000.00	Rp 475.01
3	Kendaraan Angkut	Hari	0.010	Rp 100,000.00	Rp 950.01
Jumlah Harga Peralatan					Rp 5,225.06
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 21,280.25
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 2,128.03
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 23,408.28

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Serta sudah termasuk pengeluaran seluruh pajak yang berkaitan.

3. Pembersihan

Unit Pekerjaan : Pembersihan

Satuan Pembayaran : Per m³

Volume Pekerjaan : 20690.28 m³

Tabel 4.38 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pembersihan

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.071	Rp 150,000.00	Rp 10,630.76
2	Mandor	OH	0.0071	Rp 190,000.00	Rp 1,346.56
Jumlah Harga Tenaga					11,977.32
B.	Bahan				
	-				-
Jumlah Harga Bahan					-
C.	Peralatan				
1	<i>Bulldozer</i>	Jam	0.016	Rp 770,584.00	Rp 12,109.75
2	<i>Wheel Loader</i>	Jam	0.0071	Rp 533,406.60	Rp 3,780.34
3	<i>Dump Truck</i>	Jam	0.059	Rp 446,655.00	Rp 26,200.44
4	<i>Alat bantu</i>	Ls	1.000	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 43,090.54
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 55,067.86
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 5,506.79
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 60,574.65

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

4. Direksi Keet dan Gudang

Unit Pekerjaan : Direksi Keet dan Gudang

Satuan Pembayaran : Per m²Volume Pekerjaan : 90 m²

Tabel 4.39 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Direksi Keet dan Gudang

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.5	Rp 150,000.00	Rp 75,000.00
2	Tukang	OH	0.25	Rp 170,000.00	Rp 42,500.00
3	Kepala Tukang	OH	0.15	Rp 180,000.00	Rp 27,000.00
Jumlah Harga Tenaga					Rp 144,500.00
B.	Bahan				
1	Semen	kg	0.52	Rp 1,450.00	Rp 754.00
2	Pasir	m ³	0.03	Rp 144,400.00	Rp 4,332.00
3	Split	m ³	0.05	Rp 367.00	Rp 18.35
4	Kaso 4/6mm (4m)	btg	0.05	Rp 45,000.00	Rp 2,250.00
5	Balok 6/12 mm (4m)	btg	0.25	Rp 100,000.00	Rp 25,000.00
6	Seng gelombang 0,2 mm (80x300 cm)	Lbr	0.66	Rp 72,000.00	Rp 47,520.00
7	Gembok	buah	0.06	Rp 25,000.00	Rp 1,500.00
8	Engsel Pintu	buah	0.16	Rp 28,500.00	Rp 4,560.00
9	WC jongkok	buah	0.016	Rp 125,000.00	Rp 2,000.00
10	Triplek 122/124 cm	Lbr	0.83	Rp 230,000.00	Rp 190,900.00
11	Handle pintu	buah	0.06	Rp 115,000.00	Rp 6,900.00
12	Paku	kg	0.16	Rp 20,000.00	Rp 3,200.00
13	Paku seng	kg	0.16	Rp 5,500.00	Rp 880.00
Jumlah Harga Bahan					Rp 289,814.35
C.	Peralatan				
1	Alat Bantu	Ls	1	Rp 300,000.00	Rp 300,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 300,000.00
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 734,314.35
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 73,431.44
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 807,745.79

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

b. Pekerjaan Tanah

1. Galian Tanah

Unit Pekerjaan : Galian Tanah

Satuan Pembayaran : Per m³Volume Pekerjaan : 246931.13 m³

Tabel 4.40 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian Tanah

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.015	Rp 150,000.00	Rp 2,245.54
2	Mandor	OH	0.004	Rp 190,000.00	Rp 711.09
Jumlah Harga Tenaga					Rp 2,956.63
B.	Bahan				
	-				-
Jumlah Harga Bahan					-
C.	Peralatan				
1	<i>Excavator</i>	Jam	0.0037	Rp 519,142.00	Rp 1,942.92
2	<i>Dump Truck</i>	Jam	0.046	Rp 446,655.00	Rp 20,669.49
3	Alat bantu	Ls	1.000	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 23,612.42
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 26,569.04
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 2,656.90
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 29,225.95

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

2. Timbunan Tanah

Unit Pekerjaan : Timbunan Tanah

Satuan Pembayaran : Per m³Volume Pekerjaan : 70755.76 m³

Tabel 4.41 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Timbunan Tanah

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.0488	Rp 150,000.00	Rp 7,326.56
2	Mandor	OH	0.0098	Rp 190,000.00	Rp 1,856.06
Jumlah Harga Tenaga					Rp 9,182.62
B.	Bahan				
	-				-
Jumlah Harga Bahan					-
C.	Peralatan				
1	Excavator	Jam	0.0038	Rp 519,142.00	Rp 1,992.74
2	Dump Truck	Jam	0.0432	Rp 446,655.00	Rp 19,286.10
3	Motor Grader	Jam	0.0098	Rp 668,840.00	Rp 6,533.72
4	Vibrator Roller	Jam	0.013	Rp 367,243.00	Rp 4,604.86
5	Water Tanker	Jam	0.014	Rp 367,565.00	Rp 5,166.58
6	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 37,584.00
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 46,766.62
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 4,676.66
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 51,443.28

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

c. Pekerjaan Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan

1. Penyiapan Badan Jalan

Unit Pekerjaan : Badan Jalan

Satuan Pembayaran : Per m²Volume Pekerjaan : 79578 m²

Tabel 4.42 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Badan Jalan

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.0078	Rp 150,000.00	Rp 1,172.25
2	Mandor	OH	0.0020	Rp 190,000.00	Rp 371.21
Jumlah Harga Tenaga					Rp 1,543.46
B.	Bahan				
	-				-
Jumlah Harga Bahan					-
C.	Peralatan				
1	<i>Motor Grader</i>	Jam	0.0020	Rp 519,142.00	Rp 1,014.27
2	<i>Vibratory Roller</i>	Jam	0.0016	Rp 446,655.00	Rp 695.87
3	<i>Water Tanker</i>	Jam	0.0141	Rp 668,840.00	Rp 9,401.37
Jumlah Harga Peralatan					Rp 11,111.51
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 12,654.97
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 1,265.50
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 13,920.46

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

2. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Unit Pekerjaan : Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Satuan Pembayaran : Per m³

Volume Pekerjaan : 11936.70 m³

Tabel 4.43 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.0514	Rp 150,000.00	Rp 7,704.92
2	Mandor	OH	0.0073	Rp 190,000.00	Rp 1,394.22
Jumlah Harga Tenaga					Rp 9,099.15
B.	Bahan				
1	Agregat A	m ³	1.16	Rp 350.00	Rp 407.70
Jumlah Harga Bahan					Rp 407.70
C.	Peralatan				
1	Wheel Loader	Jam	0.0094	Rp 533,406.60	Rp 4,998.46
2	Dump truck	Jam	0.053	Rp 446,655.00	Rp 23,544.69
3	Motor Grader	Jam	0.0073	Rp 668,840.00	Rp 4,907.96
4	Tandem Roller	Jam	0.0099	Rp 424,459.00	Rp 4,221.70
5	Water Tanker	Jam	0.0141	Rp 668,840.00	Rp 9,401.37
6	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 48,074.17
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 57,581.02
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 5,758.10
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 63,339.12

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Serta sudah termasuk pengeluaran seluruh pajak yang berkaitan.

d. Pekerjaan Struktur

1. Pekerjaan Bekisting Jalan Beton

Unit Pekerjaan : Pemasangan Bekisting Jalan Beton

Satuan Pembayaran : Per 1 m²

Tabel 4.44 Analisa Harga Satuan Pada Pekerjaan Bekisting Jalan Beton

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.133	Rp 150,000.00	Rp 20,000.00
2	Mandor	OH	0.027	Rp 190,000.00	Rp 9,066.67
3	Tukang	OH	0.053	Rp 170,000.00	Rp 4,800.00
4	Kepala Tukang	OH	0.027	Rp 180,000.00	Rp 5,066.67
Jumlah Harga Tenaga					Rp 38,933.33
B.	Bahan				
1	Kayu Kelas IV	m ³	0.05	Rp 1,500,000.00	Rp 75,000.00
2	Paku	kg	1.5	Rp 20,000.00	Rp 30,000.00
3	Triplek 12mm	lbr	0.40	Rp 200,000.00	Rp 80,000.00
4	Minyak Bekisting	Liter	0.10	Rp 16,000.00	Rp 1,600.00
Jumlah Harga Bahan					Rp 186,600.00
C.	Peralatan				
1	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 1,000.00
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 226,533.33
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 22,653.33
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 249,186.67
				2 x pakai	Rp 124,593.33

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Serta sudah termasuk pengeluaran seluruh pajak yang berkaitan.

2. Pekerjaan Plastik Cor Beton

Unit Pekerjaan : Pekerjaan Plastik Cor Beton

Satuan Pembayaran : Per 1 m²

Tabel 4.45 Analisa Harga Satuan Pada Pekerjaan Plastik Cor Beton

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.016	Rp 150,000.00	Rp 2,400.00
2	Mandor	OH	0.008	Rp 190,000.00	Rp 1,520.00
Jumlah Harga Tenaga					Rp 3,920.00
B.	Bahan				
1	Plastik Cor	kg	0.1	Rp 30,000.00	Rp 3,000.00
Jumlah Harga Bahan					Rp 3,000.00
C.	Peralatan				
1	Alat bantu	Ls	-	-	-
Jumlah Harga Peralatan					Rp -
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 6,920.00
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 692.00
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 7,612.00

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

3. Pekerjaan Pembesian Badan Jalan

Unit Pekerjaan : Pembesian untuk Badan Jalan

Satuan Pembayaran : Per kg

Volume Pekerjaan : 278535.6 kg

Tabel 4.46 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pembesian Untuk Badan Jalan

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.063	Rp 150,000.00	Rp 9,523.81
2	Mandor	OH	0.006	Rp 190,000.00	Rp 1,206.35
3	Tukang	OH	0.032	Rp 170,000.00	Rp 5,396.83
4	Kep. Tukang	OH	0.006	Rp 180,000.00	Rp 1,142.86
Jumlah Harga Tenaga					Rp 17,269.84
B.	Bahan				
1	Baja Tulangan fy'39 MPa	kg	10.1	Rp 13,000.00	Rp 131,300.00
3	Kawat Beton	kg	0.015	Rp 23,000.00	Rp 345.00
Jumlah Harga Bahan					Rp 131,645.00
C.	Peralatan				
1	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 1,000.00
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 149,914.84
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 14,991.48
F.	Harga Satuan (D + E)			Per 10 kg	Rp 164,906.33
				Per 1 Kg	Rp 16,490.63

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

4. Pekerjaan Pembesian Untuk Dowel

Unit Pekerjaan : Baja Tulangan Polos (*Dowel*)

Satuan Pembayaran : Per kg

Volume Pekerjaan : 169945.93 kg

Tabel 4.47 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Baja Tulangan Polos (*Dowel*)

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.061	Rp 150,000.00	Rp 9,139.38
3	Mandor	OH	0.006	Rp 190,000.00	Rp 1,157.65
2	Tukang	OH	0.030	Rp 170,000.00	Rp 5,178.98
	Kep. Tukang	OH	0.006	Rp 180,000.00	Rp 1,096.73
Jumlah Harga Tenaga					Rp 16,572.73
B.	Bahan				
1	Baja Tulangan fy'42 Mpa	kg	10.5	Rp 13,500.00	Rp 141,750.00
3	Kawat Beton	kg	0.015	Rp 23,000.00	Rp 345.00
Jumlah Harga Bahan					Rp 142,095.00
C.	Peralatan				
1	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 1,000.00
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 159,667.73
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 15,966.77
F.	Harga Satuan (D + E)			Per 10 kg	Rp 175,634.51
				Per 1 kg	Rp 17,563.45

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

5. Pekerjaan Pembesian Untuk Tie Bar

Unit Pekerjaan : Baja Tulangan Ulir (*Tie Bar*)

Satuan Pembayaran : Per kg

Volume Pekerjaan : 15622.40 kg

Tabel 4.48 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Baja Tulangan Ulir (*Tie Bar*)

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.037	Rp 150,000.00	Rp 5,483.63
2	Mandor	OH	0.006	Rp 190,000.00	Rp 1,157.65
3	Tukang	OH	0.024	Rp 170,000.00	Rp 4,143.18
4	Kep. Tukang	OH	0.006	Rp 180,000.00	Rp 1,096.73
Jumlah Harga Tenaga					Rp 11,881.19
B.	Bahan				
1	Baja Tulangan fy'42 Mpa	kg	10.3	Rp 13,500.00	Rp 139,050.00
3	Kawat Beton	kg	0.015	Rp 23,000.00	Rp 345.00
Jumlah Harga Bahan					Rp 139,395.00
C.	Peralatan				
1	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 1,000.00
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 152,276.19
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 15,227.62
F.	Harga Satuan (D + E)				Per 10 kg Rp 167,503.81
					Per 1 kg Rp 16,750.38

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

6. Pekerjaan *Lean Mix Concrete* (K-175)Unit Pekerjaan : *Lean Mix Concrete* (K-175)Satuan Pembayaran : Per m³Volume Pekerjaan : 7957.8 m³Tabel 4.49 Analisa Harga Satuan Pekerjaan *Lean Mix Concrete* (K-175)

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.502	Rp 150,000.00	Rp 75,301.20
2	Mandor	OH	0.050	Rp 190,000.00	Rp 9,538.15
3	Tukang	OH	0.251	Rp 170,000.00	Rp 42,670.68
4	Kep.Tukang	OH	0.050	Rp 180,000.00	Rp 9,036.14
Jumlah Harga Tenaga					Rp 136,546.18
B.	Bahan				
1	Semen	kg	210	Rp 1,450.00	Rp 304,500.00
2	Pasir Beton	kg	282	Rp 160.00	Rp 45,131.03
3	kerikil	kg	659	Rp 350.00	Rp 230,658.75
4	Air	Liter	115	Rp 90.70	Rp 10,430.50
Jumlah Harga Bahan					Rp 580,289.78
C.	Peralatan				
1	<i>Concrete Pan Mixer</i>	Jam	0.050	Rp 524,855.00	Rp 26,348.14
2	<i>Concrete Truck Mixer</i>	Jam	0.274	Rp 498,845.00	Rp 136,772.16
3	<i>Concrete Vibrator</i>	Jam	0.040	Rp 47,363.18	Rp 1,902.14
4	Alat Bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 166,022.44
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 882,858.41
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 88,285.84
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 971,144.25

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

7. Pekerjaan Perkerasan Kaku (Beton K-350)

Unit Pekerjaan : Perkerasan Kaku (Beton K-350)

Satuan Pembayaran : Per m³Volume Pekerjaan : 20690.28 m³

Tabel 4.50 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Perkerasan Kaku (Beton K-350)

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.402	Rp 150,000.00	Rp 60,240.96
2	Mandor	OH	0.040	Rp 190,000.00	Rp 7,630.52
3	Tukang	OH	0.201	Rp 170,000.00	Rp 34,136.55
3	Kep.Tukang	OH	0.040	Rp 180,000.00	Rp 7,228.92
Jumlah Harga Tenaga					Rp 109,236.95
B.	Bahan				
1	Semen	kg	429	Rp 1,450.00	Rp 622,050.00
2	Pasir Beton	kg	602	Rp 160.00	Rp 96,331.03
3	Kerikil (maks 30 mm)	kg	1,337	Rp 350.00	Rp 467,915.00
4	Air	Liter	170	Rp 90.70	Rp 15,419.00
Jumlah Harga Bahan					Rp 1,201,715.03
C.	Peralatan				
1	<i>Concrete Pan Mixer</i>	Jam	0.040	Rp 524,855.00	Rp 21,078.51
2	<i>Concrete Truck Mixer</i>	Jam	0.246	Rp 498,845.00	Rp 122,724.27
3	<i>Concrete Vibrator</i>	Jam	0.04	Rp 47,363.18	Rp 1,902.14
5	<i>Slipform Paver</i>	Jam	0.004	Rp 654,878.60	Rp 2,504.79
5	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 148,209.71
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 1,459,161.70
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 145,916.17
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 1,605,077.87

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

e. Pekerjaan Drainase

1. Pekerjaan Galian Drainase

Unit Pekerjaan : Galian Drainase

Satuan Pembayaran : Per m³Volume Pekerjaan : 1974.419 m³

Tabel 4.51 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian Drainase

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.0109	Rp 150,000.00	Rp 1,640.97
2	Mandor	OH	0.0055	Rp 190,000.00	Rp 1,039.28
Jumlah Harga Tenaga					Rp 2,680.26
B.	Bahan				
	-				-
Jumlah Harga Bahan					-
C.	Peralatan				
1	Excavator	Jam	0.0055	Rp 519,142.00	Rp 2,839.66
2	Dump Truck	Jam	0.024	Rp 446,655.00	Rp 10,692.76
3	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 13,532.42
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 16,212.68
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 1,621.27
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 17,833.95

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

2. Pekerjaan Pemasangan Batu Kali dan Mortar (Pembuatan Drainase)

Unit Pekerjaan : Pemasangan Batu Kali dan Mortar

Satuan Pembayaran : Per m³Volume Pekerjaan : 3536.8 m³

Tabel 4.52 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Batu Kali dan Mortar

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.439	Rp 150,000.00	Rp 65,888.55
2	Mandor	OH	0.044	Rp 190,000.00	Rp 8,345.88
3	Tukang	OH	0.220	Rp 170,000.00	Rp 37,336.85
4	Kep.Tukang	OH	0.050	Rp 180,000.00	Rp 9,036.14
Jumlah Harga Tenaga					Rp 120,607.43
B.	Bahan				
1	Semen PC	kg	48	Rp 1,450.00	Rp 69,750.00
2	Pasir Beton	kg	482	Rp 160.00	Rp 77,064.83
3	Air	Liter	110	Rp 350.00	Rp 38,500.00
4	batu kali	m3	1.39	Rp 137,900.00	Rp 191,672.38
Jumlah Harga Bahan					Rp 376,987.21
C.	Peralatan				
	<i>Concrete Pan</i>				
1	<i>Mixer</i>	Jam	0.050	Rp 524,855.00	Rp 26,348.14
2	<i>Truck Mixer</i>	Jam	0.258	Rp 498,845.00	Rp 128,758.59
3	<i>Concrete Vibrator</i>	Jam	0.050	Rp 47,363.18	Rp 2,377.67
5	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 158,484.40
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 656,079.04
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 65,607.90
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 721,686.94

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

f. Pekerjaan Bangunan Pelengkap

1. Pekerjaan Galian *Box Culvert*Unit Pekerjaan : Galian *Box Culvert*Satuan Pembayaran : Per m³Volume Pekerjaan : 435.974 m³Tabel 4.53 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Galian *Box Culvert*

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.0075	Rp 150,000.00	Rp 1,122.77
3	Mandor	Jam	0.0037	Rp 190,000.00	Rp 711.09
Jumlah Harga Tenaga					Rp 1,833.86
B.	Bahan				
	-				-
Jumlah Harga Bahan					-
C.	Peralatan				
1	<i>Excavator</i>	Jam	0.0037	Rp 519,142.00	Rp 1,942.92
2	<i>Dump Truck</i>	Jam	0.046	Rp 446,655.00	Rp 20,669.49
3	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 23,612.42
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 25,446.27
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 2,544.63
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 27,990.90

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

2. Pekerjaan Pasir Urug Untuk *Box Culvert*

Unit Pekerjaan : Pasir Urug Untuk *Box Culvert*

Satuan Pembayaran : Per m³

Volume Pekerjaan : 9504 m³

Tabel 4.54 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pasir Urug Untuk *Box Culvert*

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.0109	Rp 150,000.00	Rp 1,640.97
3	Mandor	Jam	0.0055	Rp 190,000.00	Rp 1,039.28
Jumlah Harga Tenaga					Rp 2,680.26
B.	Bahan				
1	Pasir Urug	m ³	1.096	Rp 160,200.00	Rp 175,579.20
Jumlah Harga Bahan					Rp 175,579.20
C.	Peralatan				
1	<i>Excavator</i>	Jam	0.0055	Rp 519,142.00	Rp 2,839.66
2	<i>Dump Truck</i>	Jam	0.024	Rp 446,655.00	Rp 10,692.76
3	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 14,532.42
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 192,791.88
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 19,279.19
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 212,071.07

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

3. Pekerjaan Bekisting *Box Culvert*

Unit Pekerjaan : Pemasangan Bekisting *Box Culvert*

Satuan Pembayaran : Per 1 m²

Tabel 4.55 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting *Box Culvert*

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)	
A.	Tenaga Kerja		0.096	Rp 150,000.00	Rp 14,400.00	
1	Pekerja	OH				
2	Mandor	OH				
3	Tukang	OH				
4	Kepala Tukang	OH				
Jumlah Harga Tenaga					Rp	31,200.00
B.	Bahan		0.05	1,500,000.00	75,000.00	
1	Kayu Kelas IV	m ³				
2	Paku 5 - 10cm	kg				
3	Multiplek 12mm	lbr				
4	Minyak Bekisting	Liter				
Jumlah Harga Bahan					Rp	186,600.00
C.	Peralatan		1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00	
1	Alat bantu	Ls				
Jumlah Harga Peralatan					Rp	1,000.00
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp	218,800.00
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp	21,880.00
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp	240,680.00
2 x pakai					Rp	120,340.00

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

4. Pekerjaan Penulangan *Box Culvert*

Unit Pekerjaan : Penulangan *Box Culvert*

Satuan Pembayaran : Per m³

Volume Pekerjaan : 2998.58 m³

Tabel 4.56 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penulangan *Box Culvert*

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.051	Rp 150,000.00	Rp 7,680.00
2	Tukang	OH	0.006	Rp 170,000.00	Rp 1,088.00
3	Mandor	OH	0.026	Rp 190,000.00	Rp 4,864.00
3	kep.Tukang	OH	0.006	Rp 180,000.00	Rp 1,152.00
Jumlah Harga Tenaga					Rp 14,784.00
B.	Bahan				
1	Baja Tulangan fy'39 Mpa	kg	10	Rp 13,500.00	Rp 135,000.00
2	Kawat beton	m3	0.015	Rp 23,000.00	Rp 345.00
Jumlah Harga Bahan					Rp 135,345.00
C.	Peralatan				
1	Alat bantu	Ls	1	1,000.00	1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					1,000.00
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 151,129.00
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 15,112.90
F.	Harga Satuan (D + E) Per 10 kg				Rp 166,241.90
				Per 1 kg	Rp 16,624.19

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak.

5. Pekerjaan Pembetonan *Box Culvert*Unit Pekerjaan : Pembetonan *Box Culvert*Satuan Pembayaran : Per m³Volume Pekerjaan : 53.45 m³Tabel 4.57 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pembetonan *Box Culvert*

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)		Total Harga (Rp)	
A.	Tenaga Kerja						
1	Pekerja	OH	0.602	Rp	150,000.00	Rp	90,361.45
2	Mandor	OH	0.050	Rp	190,000.00	Rp	9,538.15
3	Tukang	OH	0.201	Rp	170,000.00	Rp	34,136.55
4	Kep.Tukang	OH	0.050	Rp	180,000.00	Rp	9,036.14
Jumlah Harga Tenaga						Rp	143,072.29
B.	Bahan						
1	Semen PC	kg	410	Rp	1,450.00	Rp	594,500.00
2	Pasir beton	kg	675	Rp	160.00	Rp	108,000.00
3	Kerikil	kg	1200	Rp	350.00	Rp	420,000.00
4	Air	liter	210	Rp	90.70	Rp	19,047.00
Jumlah Harga Bahan						Rp	1,141,547.00
C.	Peralatan						
1	<i>Concrete Pan Mixer</i>	Jam	0.0502	Rp	524,855.00	Rp	26,348.14
2	<i>Concrete Vibrator</i>	Jam	0.05	Rp	47,363.18	Rp	2,377.67
3	<i>Truck Mixer</i>	Jam	0.1970	Rp	498,845.00	Rp	98,286.97
4	Alat bantu	Ls	1	Rp	1,000.00	Rp	1,000.00
Jumlah Harga Peralatan						Rp	128,012.78
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan					Rp	1,412,632.07
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)					Rp	141,263.21
F.	Harga Satuan (D + E)					Rp	1,553,895.28

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

6. Pekerjaan Timbunan *Box Culvert*Unit Pekerjaan : Timbunan *Box Culvert*Satuan Pembayaran : Per m³Volume Pekerjaan : 373.02 m³Tabel 4.58 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Timbunan *Box Culvert*

No.	Komponen	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A.	Tenaga Kerja				
1	Pekerja	OH	0.0164	Rp 150,000.00	Rp 2,456.06
2	Mandor	OH	0.0033	Rp 190,000.00	Rp 622.20
Jumlah Harga Tenaga					Rp 3,078.26
B.	Bahan				
	-				-
Jumlah Harga Bahan					-
C.	Peralatan				
1	Excavator	Jam	0.0033	Rp 519,142.00	Rp 1,700.06
2	Dump Truck	Jam	0.0473	Rp 446,655.00	Rp 21,135.26
3	Motor Grader	Jam	0.0098	Rp 668,840.00	Rp 6,533.72
4	Vibrator Roller	Jam	0.011	Rp 367,243.00	Rp 3,937.49
5	Water Tanker	Jam	0.014	Rp 367,565.00	Rp 5,166.58
6	Alat bantu	Ls	1	Rp 1,000.00	Rp 1,000.00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 38,473.11
D.	Total Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan				Rp 41,551.37
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10% x D)				Rp 4,155.14
F.	Harga Satuan (D + E)				Rp 45,706.51

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Catatan :

1. Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, Volume dan ukuran untuk bahan-bahan.
2. Koefisien adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran.
3. Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis pakai dan operator. Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibiayai dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

g. Pekerjaan Finishing

1. Pekerjaan Pembersihan Akhir

Unit Pekerjaan : Pembersihan Akhir

Satuan Pembayaran : Ls

Volume Pekerjaan : 1,000

2. Demobilisasi Peralatan

Tabel 4.59 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Mobilisasi peralatan

No	Jenis Alat	Kode Alat	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	<i>Water Tanker</i>	(E23)	7	Rp 367,565.00	Rp 2,644,443.55
2	<i>Excavator</i>	(E10)	4	Rp 519,142.00	Rp 2,076,568.00
3	<i>Bulldozer</i>	(E04)	4	Rp 770,584.00	Rp 3,082,336.00
4	<i>Wheel Loader</i>	(E15)	2	Rp 533,406.60	Rp 1,066,813.20
5	<i>Motor Grader</i>	(E13)	5	Rp 668,840.00	Rp 3,344,200.00
6	<i>Vibratory Roller</i>	(E19)	5	Rp 367,243.00	Rp 1,836,215.00
7	<i>Dump Truck</i>	(E29)	50	Rp 446,655.00	Rp 22,332,750.00
8	<i>Tandem Roller</i>	(E17)	2	Rp 424,459.00	Rp 848,918.00
9	<i>Concrete Truck Mixer</i>	(E49)	12	Rp 498,845.00	Rp 5,986,140.00
10	<i>Concrete Vibrator</i>	(E20)	2	Rp 47,363.18	Rp 94,726.37
11	<i>Concrete Pan Mixer</i>	(E43)	2	Rp 524,855.00	Rp 1,049,710.00
12	<i>Slipform Paver</i>	(E42)	1	Rp 654,878.60	Rp 654,878.60
Total Demobilisasi					Rp 44.946.210.17

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

Pada pekerjaan mobilisasi digunakan alat angkutan darat (trailer/truk besar), dan membutuhkan biaya sebesar Rp. 15.000.000,00.

4.2.5. Manajemen Alat dan Durasi hari Kerja

a. Pekerjaan Persiapan

1. Mobilisasi Peralatan

Pekerjaan mobilisasi diperkirakan dikerjakan dengan waktu 10 hari kerja.

2. Pekerjaan Pengukuran

Pekerjaan pengukuran diperkirakan dikerjakan dengan waktu 9 hari kerja

3. Pekerjaan Direksi Keet dan gudang

$$\begin{aligned}
 \text{Total Volume pekerjaan} &= 90 \text{ m}^2 \\
 \text{1 Pekerja} &= 0,1 \\
 &= 1 \text{ m}^2 : 0,1 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 &= 10 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Direncanakan 5 Pekerja} &= 10 \text{ m}^2/\text{hari} \times 5 \text{ Pekerja} \\
 &= 50 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 \text{Lama Pengerjaan} &= 90 \text{ m}^2 : 50 \text{ m}^2 \\
 &= 1,8 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4. Pekerjaan Pembersihan

$$\text{Volume pekerjaan} = 23873.4 \text{ m}^3$$

Tabel 4.60 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Pembersihan

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Butuh Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Bulldozer</i>	63.633	141.1	4	93.79	11.724	12
2	<i>Wheel Loader</i>	141.1	141.1	2	84.60	10.575	
3	<i>Dump Truck</i>	17.05	141.1	15	93.36	11.670	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

b. Pekerjaan Tanah

1. Galian Tanah 1

Volume pekerjaan = 63522.05 m³

Tabel 4.61 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Galian Tanah 1

	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	267.196	267.20	4	59.434	7.429	7
2	<i>Dump Truck</i>	21.61	267.20	50	58.791	7.349	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

2. Galian Tanah 2

Volume pekerjaan = 61484.44 m³

Tabel 4. 62 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Galian Tanah 2

	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	267.196	267.20	4	57.527	7.191	7
2	<i>Dump Truck</i>	21.609	267.20	50	56.905	7.113	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

3. Galian Tanah 3

Volume pekerjaan = 63992.48 m³

Tabel 4.63 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Galian Tanah 3

	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	267.196	267.20	4	59.874	7.484	7
2	<i>Dump Truck</i>	21.609	267.20	50	59.227	7.403	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

4. Galian Tanah 4

Volume pekerjaan = 57932.15 m³

Tabel 4.64 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Galian Tanah 4

	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	267.196	267.20	4	54.204	6.775	7
2	<i>Dump Truck</i>	21.609	267.20	50	53.618	6.702	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

5. Timbunan Tanah 1

Volume pekerjaan = 16490.03 m³

Tabel 4.65 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Timbunan Tanah 1

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	260.516	102.367	4	15.824	1.978	7
2	<i>Dump Truck</i>	23.16	102.37	50	14.240	1.780	
3	<i>Motor Grader</i>	102.37	102.37	4	40.272	5.034	
4	<i>Vibratory Roller</i>	79.75	102.37	4	51.692	6.462	
5	<i>Water Tanker</i>	71.14	102.37	4	57.947	7.243	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

6. Timbunan Tanah 2

Volume pekerjaan = 18027.42 m³

Tabel 4.66 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Timbunan Tanah 2

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	260.516	102.367	4	17.300	2.162	8
2	<i>Dump Truck</i>	23.159	102.37	50	15.568	1.946	
3	<i>Motor Grader</i>	102.367	102.37	4	44.026	5.503	
4	<i>Vibratory Roller</i>	79.751	102.37	4	56.511	7.064	
5	<i>Water Tanker</i>	71.143	102.37	4	63.349	7.919	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

7. Timbunan Tanah 3

Volume pekerjaan = 15564.02 m³

Tabel 4.67 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Timbunan Tanah 3

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	260.516	102.367	4	14.936	1.867	7
2	<i>Dump Truck</i>	23.159	102.37	50	13.441	1.680	
3	<i>Motor Grader</i>	102.367	102.37	4	38.010	4.751	
4	<i>Vibratory Roller</i>	79.751	102.37	4	48.789	6.099	
5	<i>Water Tanker</i>	71.143	102.37	4	54.693	6.837	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

8. Timbunan Tanah 4

Volume pekerjaan = 20674.29 m³

Tabel 4.68 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Timbunan Tanah

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	260.516	102.367	4	19.840	2.480	9
2	<i>Dump Truck</i>	23.159	102.37	50	17.854	2.232	
3	<i>Motor Grader</i>	102.367	102.37	4	50.490	6.311	
4	<i>Vibratory Roller</i>	79.751	102.37	4	64.809	8.101	
5	<i>Water Tanker</i>	71.143	102.37	4	72.651	9.081	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

c. Pekerjaan Badan dan Bahu Jalan

1. Penyiapan Badan Jalan dan Bahu Jalan

Volume pekerjaan = 79578 m³

Tabel 4.69 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Badan Jalan dan Bahu Jalan

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	Motor Grader	511.84	511.84	2	77.738	9.717	10
2	Vibratory Roller	641.87	511.84	2	61.990	7.749	
3	Water Tanker	71.14	511.84	14	79.898	9.987	

2. Lapis Pondasi Agregat Kelas A

$$\text{Volume pekerjaan} = 11936.7 \text{ m}^3$$

Tabel 4.70 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Butuh Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Wheel Loader</i>	106.714	136.277	2	55.93	6.991	7
2	<i>Dump Truck</i>	18.97	136.28	15	41.95	5.244	
3	<i>Motor Grader</i>	136.28	136.28	2	43.80	5.474	
4	<i>Tandem Roller</i>	100.542	136.277	2	59.36	7.420	
5	<i>Water Tanker</i>	71.14	136.28	4	41.95	5.243	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

d. Pekerjaan Struktur

1. Pekerjaan Bekisting Jalan

Pekerjaan plastik cor beton diperkirakan dikerjakan dengan waktu 6 hari.

2. Pekerjaan Plastik Cor Beton

Pekerjaan plastik cor beton diperkirakan dikerjakan dengan waktu 2 hari.

3. Pekerjaan Pembesian Untuk Badan Jalan

Pekerjaan Tulangan Melintang

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 141648.84 \text{ kg} \\
 \text{Produksi/hari} &= 200 \text{ kg/hari/pekerja} \\
 \text{Direncanakan Pekerja} &= 50 \text{ Pekerja} \\
 \text{Maka, Produksi/hari} &= 200 \text{ kg/hari/pekerja} \times 50 \text{ pekerja} \\
 &= 10000 \text{ kg/hari} \\
 &= \text{Volume} / \text{Hasil Produksi} \\
 \text{Lama pengerjaan} &= 141229.30 / 10000 \\
 &= 14.165 \sim 14 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Pekerjaan Tulangan Memanjang

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 137714.15 \text{ kg} \\
 \text{Produksi/hari} &= 200 \text{ kg/hari/pekerja} \\
 \text{Direncanakan Pekerja} &= 50 \text{ Pekerja} \\
 \text{Maka, Produksi/hari} &= 200 \text{ kg/hari/pekerja} \times 50 \text{ pekerja}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 10000 \text{ kg/hari} \\
 &= \text{Volume} / \text{Hasil Produksi} \\
 \text{Lama pengerjaan} &= 137306.27 / 10000 \\
 &13.771 \sim 14 \text{ hari} \\
 \text{Total Hari} &= \text{Total hari tulangan melintang} + \text{Total hari tulangan memanjang} \\
 &= 14 \text{ hari} + 14 \text{ hari} = 28 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

4. Pekerjaan Baja Tulangan Polos (*Dowel*)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &56659.54 \text{ kg} \\
 \text{Produksi/hari} &200 \text{ kg/hari/pekerja} \\
 \text{Direncanakan Pekerja} &20 \text{ Pekerja} \\
 \text{Maka, Produksi/hari} &= 200 \text{ kg/hari/pekerja} \times 20 \text{ pekerja} \\
 &= 4000 \text{ kg/hari} \\
 &= \text{Volume} / \text{Hasil Produksi} \\
 \text{Lama pengerjaan} &= 56659.54 / 4000 \\
 &14.165 \sim 14 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

5. Pekerjaan Baja Tulangan Ulir (*Tie Bar*)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &11176.29 \text{ kg} \\
 \text{Produksi/hari} &200 \text{ kg/hari/pekerja} \\
 \text{Direncanakan Pekerja} &5 \text{ Pekerja} \\
 \text{Maka, Produksi/hari} &= 200 \text{ kg/hari/pekerja} \times 10 \text{ pekerja} \\
 &= 1000 \text{ kg/hari} \\
 &= \text{Volume} / \text{Hasil Produksi} \\
 \text{Lama pengerjaan} &= 11176.29 / 1000 \\
 &11,176 \sim 11 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

6. Pekerjaan *Lean Mix Concrete* (K-175 Mpa)

$$\text{Volume pekerjaan} = 6189.4 \text{ m}^3$$

Tabel 4.71 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan *Lean Mix Concrete*

No	Uraian	PKA	PKA	Butuh Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi (Hari)
		(m ³ /jam)	Dominan				
1	<i>Concrete Pan Mixer</i>	19.920	19.920	2	155.36	19.420	21
2	<i>Truck Mixer</i>	3.65	19.920	10	169.70	21.212	
3	<i>Concrete Vibrator</i>	24.90	19.920	2	124.29	15.536	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

7. Pekerjaan Perkerasan Kaku (Beton K-350 Mpa)

Volume pekerjaan = 16092.44 m³

Tabel 4.72 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Perkerasan Kaku

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Butuh Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Concrete Pan Mixer</i>	24.900	24.90	2	323.14	40.393	41
2	<i>Truck Mixer</i>	4.06	24.90	12	329.92	41.240	
3	<i>Concrete Vibrator</i>	24.90	24.90	2	323.14	40.393	
5	<i>Slipform Paver</i>	261.45	24.90	1	61.55	7.694	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

e. Pekerjaan Drainase

1. Galian Drainase

Volume Pekerjaan = 1974.419 m³

Tabel 4.73 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Galian Drainase

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Butuh Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	182.818	182.818	1	10.800	1.350	1
3	<i>Dump Truck</i>	41.77	182.818	4	11.817	1.477	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

2. Pekerjaan Pemasangan Batu Kali dan Mortar

Volume Pekerjaan = 3536.80 m³

Tabel 4.74 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Pemasangan Batu Kali dan Mortar (Pembuatan Drainase)

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Butuh Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Concrete Pan Mixer</i>	19.920	19.92	2	77.20	9.649	10

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

f. Pekerjaan Bangunan Pelengkap

1. Pekerjaan Galian *Box Culvert*

Volume pekerjaan = 125,45 m³

Tabel 4.75 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Galian *Box Culvert*

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Butuh Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	267.196	267.196	1	1.632	0.233	1
2	<i>Dump Truck</i>	21.61	267.20	12	1.681	0.240	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

2. Pasir Urug untuk *Box Culvert*

Volume pekerjaan = 9504 m³

Tabel 4.76 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Pasir Urug Untuk *Box Culvert*

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Kebutuhan Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	182.818	182.818	1	0.052	0.006	1
2	<i>Dump Truck</i>	41.77	182.818	4	0.057	0.007	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

3. Pekerjaan Bekisting *Box Culvert*

Pekerjaan bekisting *box culvert* diperkirakan dikerjakan dengan waktu 2 hari.

4. Pekerjaan Penulangan *Box Culvert*

Volume = 102587.14 kg

Produksi/hari = 650 kg/hari/pekerja

Direncanakan Pekerja = 15 Pekerja

Maka, Produksi/hari = 650 kg/hari/pekerja x 15 Pekerja

= 9750 kg/hari

Lama Pengerjaan = Volume / Hasil Produksi

= 102587.14 kg / 9750 kg/hari

= 10.522 hari ~ 11 hari

5. Pekerjaan Pembetonan *Box Culvert* (Beton $f_c'20$)

Volume pekerjaan = 53.45 m³

Tabel 4.77 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Pembetonan *Box Culvert*

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Butuh Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Concrete Pan Mixer</i>	19.92	19.92	1	2.68	0.335	1
2	<i>Truck Mixer</i>	5.08	19.92	4	2.63	0.329	
3	<i>Concrete Vibrator</i>	19.92	19.92	1	2.68	0.335	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

6. Pekerjaan Timbunan *Box Culvert*

Volume pekerjaan = 62.50 m³

Tabel 4.78 Manajemen Alat dan Durasi Pekerjaan Timbunan *Box Culvert*

No	Uraian	PKA	PKA Dominan	Butuh Alat	Jam Kerja	Hari Kerja	Durasi
		(m ³ /jam)					(Hari)
1	<i>Excavator</i>	305.367	305.37	1	1.22	0.153	1
2	<i>Dump Truck</i>	21.13	305.37	14	1.26	0.158	
3	<i>Motor Grader</i>	102.37	305.37	3	1.21	0.152	
4	<i>Vibratory Roller</i>	93.268	305.37	3	1.33	0.167	
5	<i>Water Tanker</i>	71.14	305.37	4	1.31	0.164	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

g. Pekerjaan Finishing

1. Pekerjaan Cutting dan Joint Sealent

Pekerjaan cutting dan joint sealent diperkirakan dikerjakan dengan waktu 4 hari kerja.

2. Pekerjaan Pembersihan Akhir

Pekerjaan pembersihan akhir diperkirakan dikerjakan dengan waktu 5 hari kerja.

3. Demobilisasi

Pekerjaan demobilisasi diperkirakan dikerjakan dengan waktu 10 hari kerja.

4.2.6. Rekapitulasi Durasi Hari Kerja

Tabel 4.79 Rekapitulasi Durasi Hari kerja

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	
1.1	Mobilisasi	10
1.2	Pekerjaan Pengukuran	9
1.3	Pekerjaan Direksi Keet	2
1.4	Pekerjaan Pembersihan	12
II	PEKERJAAN TANAH	
2.1	Pekerjaan Galian Tanah 1	7
2.2	Pekerjaan Galian Tanah 2	7
2.3	Pekerjaan Galian Tanah 3	7
2.4	Pekerjaan Galian Tanah 4	7
2.5	Pekerjaan Timbunan Tanah 1	7
2.6	Pekerjaan Timbunan Tanah 2	8
2.7	Pekerjaan Timbunan Tanah 3	7
2.8	Pekerjaan Timbunan Tanah 4	9
III	PEKERJAAN BADAN JALAN	
3.1	Pekerjaan Penyiapan Badan jalan	10
3.2	Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat A	7
IV	PEKERJAAN STRUKTUR	
4.1	Pekerjaan Bekisting Jalan	6
4.2	Pekerjaan Plastik Cor	2
4.3	Pekerjaan <i>Lean Mix Concrete</i> (K-175)	21
4.4	Pekerjaan Pembesian Untuk Badan Jalan	28
4.5	Pekerjaan Baja Tulangan Polos (<i>Dowel</i>)	14
4.6	Pekerjaan Baja Tulangan Ulir (<i>Tie Bar</i>)	11
4.7	Pekerjaan Perkerasan Kaku (K-350)	41

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)
V	PEKERJAAN DRAINASE	
5.1	Pekerjaan Galian Drainase	1
5.2	Pekerjaan Batu Kali dan Mortar	10
VI	PEKERJAAN BANGUNAN PELENGKAP	
6.1	Pekerjaan Galian <i>Box Culvert</i>	1
6.2	Pekerjaan Pasir Urug untuk <i>Box Culvert</i>	1
6.3	Pekerjaan Bekisting <i>Box Culvert</i>	2
6.4	Pekerjaan Penulangan <i>Box Culvert</i>	11
6.5	Pekerjaan Pembetonan <i>Box Culvert</i>	1
6.6	Pekerjaan Timbunan <i>Box Culvert</i>	1
VII	PEKERJAAN <i>FINISHING</i>	
7.1	Pekerjaan Cutting dan Joint Sealent	4
7.2	Pekerjaan Pembersihan Akhir	5
7.3	Demobilisasi	10

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

4.2.7. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Tabel 4.80 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Mobilisasi	Ls	1	Rp 15,000,000.00	Rp 15,000,000.00
2	Pekerjaan Pengukuran	km	8842	Rp 23,408.28	Rp 206,976,000.00
3	Pekerjaan Pembersihan	m ²	23873.4	Rp 60,574.65	Rp 1,446,122,852.29
4	Perencanaan Direksi Keet	m ²	90	Rp 807,745.79	Rp 72,697,120.65
JUMLAH HARGA PEKERJAAN DIVISI I					Rp 1,740,795,972.94
II	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian Tanah Zona 1	m ³	63522.05	Rp 29,225.95	Rp 1,856,492,192.15
2	Galian Tanah Zona 2	m ³	61484.44	Rp 29,225.95	Rp 1,796,941,106.25
3	Galian Tanah Zona 3	m ³	63992.48	Rp 29,225.95	Rp 1,870,240,955.32
4	Galian Tanah Zona 4	m ³	57932.15	Rp 29,225.95	Rp 1,693,122,059.97
5	Timbunan Tanah Zona 1	m ³	16490.03	Rp 51,443.28	Rp 848,301,210.09
6	Timbunan Tanah Zona 2	m ³	18027.42	Rp 51,443.28	Rp 927,389,592.43
7	Timbunan Tanah Zona 3	m ³	15564.02	Rp 51,443.28	Rp 800,664,219.52
8	Timbunan Tanah Zona 4	m ³	20674.29	Rp 51,443.28	Rp 1,063,553,263.69
JUMLAH HARGA PEKERJAAN DIVISI II					Rp 10,856,704,599.42
III	PEKERJAAN BADAN JALAN				
1	Penyiapan Badan dan Bahu Jalan	m ³	79578	Rp 13,920.46	Rp 1,107,762,735.12
2	Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m ³	11936.70	Rp 63,339.12	Rp 756,060,040.69
JUMLAH HARGA PEKERJAAN DIVISI III					Rp 1,863,822,775.81
IV	PEKERJAAN STRUKTUR				
1	Pekerjaan Bekisting Jalan	m ²	424.42	Rp 124,593.33	Rp 52,879,404.16
2	Pekerjaan Plastik Cor	m ²	1178.93	Rp 7,612.00	Rp 8,974,040.53
3	Pekerjaan Perkerasan Kaku (K-350)	m ³	16092.44	Rp 1,605,077.87	Rp 25,829,619,261.44
4	Pekerjaan <i>Lean Mix Concrete</i>	m ³	6189.4	Rp 971,144.25	Rp 6,010,800,225.45
5	Pekerjaan Baja Tulangan Polos (<i>dowel</i>)	kg	56659.54	Rp 175,634.51	Rp 9,951,369,707.12
6	Pekerjaan Baja Tulangan Ulir (<i>Tie Bar</i>)	kg	11176.29	Rp 167,503.81	Rp 1,872,070,787.35
7	Pembesian Untuk Badan Jalan	kg	279362.99	Rp 164,906.33	Rp 46,068,724,132.77
8	Pekerjaan Cutting dan Joint Sealent	m	8842	Rp 27,033.60	Rp 239,031,091.20
JUMLAH HARGA PEKERJAAN DIVISI IV					Rp 90,033,468,650.03
V	PEKERJAAN DRAINASE				
1	Galian Drainase	m ³	1974.4186	Rp 17833.94573	Rp 35,211,674.16
2	Pekerjaan pemasangan Batu Kali dan Mortar	m ³	3536.8	Rp 721,686.9426	Rp 2,552,462,378.72
JUMLAH HARGA PEKERJAAN DIVISI V					Rp 2,587,674,052.89
VI	PEKERJAAN BANGUNAN PELENGKAP				
1	Pekerjaan Galian <i>Box Culvert</i>	m ³	125.45	Rp 27,990.90	Rp 3,511,536.94
2	Pasir Urug untuk <i>Box Culvert</i>	m ³	9.50	Rp 212,071.07	Rp 2,015,523.41
3	Pekerjaan Bekisting <i>Box Culvert</i>	m ²	387.53	Rp 120,340.00	Rp 46,635,697.15
4	Pekerjaan Pembetonan <i>Box Culvert</i> (Beton K-250)	m ³	53.45	Rp 1,553,895.28	Rp 83,060,053.64
5	Pekerjaan Penulangan <i>Box Culvert</i>	kg	85632	Rp 166,241.90	Rp 14,235,626,380.80
6	Timbunan <i>Box Culvert</i>	m ³	62.50	Rp 45,706.51	Rp 2,856,473.79
JUMLAH HARGA PEKERJAAN DIVISI VI					Rp 14,373,705,665.73
VII	PEKERJAAN <i>FINISHING</i>				
1	Pekerjaan Pembersihan Akhir	Ls	1	Rp 30,000,000.00	Rp 30,000,000.00
2	Demobilisasi	Ls	1	Rp 15,000,000.00	Rp 15,000,000.00
JUMLAH HARGA PEKERJAAN DIVISI VII					Rp 45,000,000.00

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

4.2.8. Rekapitulasi Biaya

Tabel 4.81 Rekapitulasi Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga	
I	Pekerjaan Persiapan	Rp	1,740,795,972.94
II	Pekerjaan Tanah	Rp	10,856,704,599.42
III	Pekerjaan Badan Jalan	Rp	1,863,822,775.81
IV	Pekerjaan Struktur	Rp	90,033,468,650.03
V	Pekerjaan Drainase	Rp	2,587,674,052.89
VI	Pekerjaan Bangunan Pelengkap	Rp	14,373,705,665.73
VII	Pekerjaan <i>Finishing</i>	Rp	45,000,000.00
(A)	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (termasuk biaya umum dan keuntungan)	Rp	121,501,171,716.80
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)	Rp	12,150,117,171.68
(C)	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)	Rp	133,651,288,888.49
	Jumlah Total Harga Pekerjaan (dibulatkan)	Rp	133,651,290,000.00
Terbilang : <i>Seratus Tiga Puluh Tiga Milyar Enam Ratus Lima Puluh Satu Juta Dua Ratus Sembilan Puluh Ribu Rupiah</i>			

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

4.2.9. NWP (*Net Work Planning*)

Terdapat pada lembar lampiran.

4.2.10. Barchart dan Kurva S

Terdapat pada lembar lampiran.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Perancangan Geometrik Jalan Alternatif Muaro Sebao (STA 160+100) – Sungai Landai (STA 168+842) di Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi, antara lain:

- a. Hasil perhitungan lalu lintas harian yang didapat adalah 16965,680 smp/hari. Maka, Jalan Muaro Sebao – Sungai Landai ditetapkan sebagai Jalan Kolektor Kelas II A.
- b. Penentuan lebar dan bahu jalan untuk LHR 16965,680 smp/hari dan jalan Kolektor kelas II A diambil jalur 7 m dan lebar bahu 1 m pada sisi kiri dan 1 m pada sisi kanan. Total lebar jalan adalah 9 m dengan panjang 8842 m.
- c. Hasil perhitungan medan jalan dengan menggunakan jarak 100 m adalah 5.950% (Datar).
- d. Kecepatan rencana (VR) berdasarkan Pedoman Desain Geometrik Tahun 2021, untuk daerah datar adalah 60-90 km/jam. Maka kecepatan rencana yang diambil adalah 60 km/jam
- e. Pada desain alinyemen horizontal jalan ini direncanakan sebanyak 9 tikungan yaitu 6 tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS), 3 tikungan *Full Circle* (FC). Sedangkan pada desain alinyemen vertikal direncanakan 31 bentuk lengkung vertikal yaitu 17 lengkung vertikal cembung dan 14 lengkung vertikal cekung.
- f. Perkerasan jalan menggunakan perkerasan kaku dengan mutu beton K-350 sehingga didapat tebal pelat 26 cm, dengan Lean Mix Concrete (K-175) setebal 10 cm dan untuk pondasi bawah menggunakan agregat A dengan tebal 15 cm.

- g. Dimensi saluran samping pada jalan ini berbentuk trapesium dengan tinggi 1 m, lebar dasar saluran 0,29 m, dan lebar permukaan aliran bagian atas 1,2 m. Sedangkan *box culvert* yang digunakan yaitu tipe *single* dengan dimensi 1,32 m $\times$ 1,32 m dengan tebal 16 cm sebanyak 8 buah.
- h. Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pembangunan jalan ini diperlukan dana sebesar Rp. 133.651.290.000,00 (*Seratus Tiga Puluh Tiga Milyar Enam Ratus Lima Puluh Satu Juta Dua Ratus Sembilan Puluh Ribu Rupiah*). Dengan waktu pelaksanaan 281 hari kerja.

5.2. Saran

Dalam pembuatan Skripsi ini ada beberapa saran yang dapat penulis sampaikan antara lain:

- a. Perencanaan jalan raya harus direncanakan sesuai dengan fungsi kegunaan jalan tersebut dan harus mempunyai acuan atau pedoman yang telah disetujui dalam melaksanakan pekerjaan jalan tersebut berdasarkan pada Metode Bina Marga. Desain geometriknya harus ditentukan sedemikian rupa sehingga jalan yang direncanakan dapat memberikan pelayanan yang optimal lalu lintas sesuai dengan fungsinya.
- b. Dalam perencanaan trase jalan harus memperhatikan pekerjaan tanah, pada penentuan kelandaian jangan memotong kontur terlalu banyak agar volume pekerjaan tanah dapat dikurangi sehingga tinggi galian atau dalamnya timbunan masih dalam batas-batas kemampuan pelaksanaan dan perencanaan dapat lebih ekonomis namun tetap aman.
- c. Perencanaan drainase dan *box culvert* harus disesuaikan dengan kondisi trase yang direncanakan dan menganalisa debit air hujan sesuai dengan data curah hujan yang ada.
- d. Menghitung rencana anggaran biaya dengan mutu dan material sesuai spesifikasi rencana terbaru yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan yang diatur pelaksanaannya dalam manajemen proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Bina Marga, 2021. *Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2021, *Perencanaan Sistem Drainase Jalan*, Pedoman Konstruksi dan Bangunan
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*, Badan Penerbit: Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2017, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*, Badan Penerbit: Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 38/TBM/1997*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 2023. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*, Penerbit: Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ervianto, W. I, 2002, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit: Andi, Yogyakarta.
- Hamirhan, Saodang, 2010, *Konstruksi Jalan Raya, Geometrik Jalan Buku 1 Cetak 2*, Penerbit: Nova, Bandung.
- L. Hendarsin, Shirley, 2000. *Penuntun Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Penerbit: Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Silvia Sukirman, 1999. *Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Penerbit: Nova, Bandung.
- Kementerian PUPR. 2011. *Permen PU No.19 Tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan*.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2022. *Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi*. Penerbit: Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.

LAMPIRAN