

**REVIEW DESAIN PERKERASAN JALAN TOL DARI *FLEXIBLE*
PAVEMENT KE *SLAB ON PILE* PADA STA 345+150 – 348+850 AKIBAT
KONDISI TANAH LUNAK PADA TOL KAYU AGUNG – PALEMBANG
MENGUNAKAN APLIKASI SAP2000**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan
pendidikan Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya**

Disusun Oleh :

Rayhan Sangkut Dinata 062240111942

Sherly Zetiara 062240111944

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

2026

HALAMAN PENGESAHAN

REVIEW DESAIN PERKERASAN JALAN TOL DARI *FLEXIBLE PAVEMENT* KE *SLAB ON PILE* PADA STA 345+150 – 348+850 AKIBAT KONDISI TANAH LUNAK PADA TOL KAYU AGUNG – PALEMBANG MENGGUNAKAN APLIKASI SAP2000

SKRIPSI

Palembang, Agustus 2026
Disetujui Oleh Pembimbing
Skripsi Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya

Menyetujui,
Pembimbing I



Ir. Ahmad Syapawi, S.T., M.T.
NIP 196905142003121002

Pembimbing II



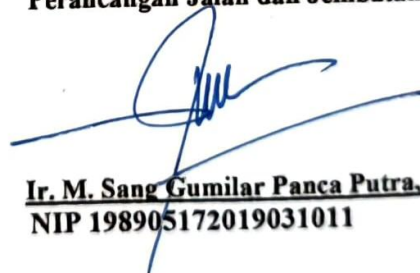
Multilawati Nasution, S.T., M. Eng
NIP 199407202022032010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya



Ir. Ahmad Syapawi, S.T., M.T.
NIP 196905142003121002

Koordinator Program Studi D-IV
Perancangan Jalan dan Jembatan



Ir. M. Sang Gumilar Panca Putra, S.ST., M.T.
NIP 198905172019031011

REVIEW DESAIN PERKERASAN JALAN TOL DARI *FLEXIBLE PAVEMENT* KE *SLAB ON PILE* PADA STA 345+150 – 348+850 AKIBAT KONDISI TANAH LUNAK PADA TOL KAYU AGUNG – PALEMBANG MENGGUNAKAN APLIKASI SAP2000

SKRIPSI

Disetujui oleh penguji
Skripsi Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya

Nama Penguji

Tanda Tangan

1. Ir. Ahmad Syapawi, S.T., M.T.
NIP 196905142003121002



2. Ir. Rio Marpen, ST., M.Eng.
NIP 199005162019031010



3. Darma Prabudi, S.T., M.T.
NIP 197601272005011004



4. Ir. Efrilia Rahmadona, S.ST., M.T.
NIP 198904122019032019



REVIEW DESAIN PERKERASAN JALAN TOL DARI *FLEKSIBLE PAVEMENT* KE *SLAB ON PILE* PADA STA 345+150 – 348+850 AKIBAT KONDISI TANAH LUNAK PADA TOL KAYU AGUNG – PALEMBANG MENGGUNAKAN APLIKASI SAP2000

Rayhan Sangkut Dinata, Sherly Zetiara

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

ABSTRAK

Pembangunan jalan tol di atas lahan lunak memerlukan inovasi struktur untuk menjaga stabilitas jangka panjang, sebagaimana diimplementasikan pada Jalan Tol Kayu Agung–Palembang melalui transisi desain dari perkerasan lentur (*flexible pavement*) menjadi struktur *slab on pile*. Penelitian ini mengevaluasi secara kuantitatif alasan teknis di balik perubahan desain tersebut dengan menganalisis data geoteknik, parameter geometrik, serta beban lalu lintas untuk membandingkan respons struktural kedua sistem perkerasan. Metode analisis melibatkan pemodelan numerik untuk menghitung distribusi tegangan dan deformasi yang terjadi pada struktur. Analisis kondisi tanah menunjukkan bahwa lapisan tanah dasar di lokasi penelitian didominasi oleh lempung lunak dengan daya dukung rendah dan potensi penurunan tanah (*settlement*) yang tinggi apabila menggunakan sistem perkerasan *at-grade*. Kondisi instabilitas ini berpotensi merusak penampang jalan dan menurunkan kinerja layanan struktur perkerasan dalam jangka panjang. Sebaliknya, penerapan *slab on pile* terbukti lebih efektif dalam memitigasi deformasi karena mampu mentransfer beban lalu lintas langsung ke lapisan tanah keras melalui tiang pancang, sehingga stabilitas operasional jalan tol tetap terjaga. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan struktur *slab on pile* merupakan solusi teknis dan mitigasi geoteknik yang lebih sesuai untuk infrastruktur transportasi pada wilayah dengan kondisi tanah lunak.

Kata Kunci: *flexible pavement*, *slab on pile*, tanah lunak, *settlement*, jalan tol

**DESIGN REVIEW OF THE CONVERSION FROM FLEXIBLE PAVEMENT
TO SLAB-ON-PILE AT STA 345+150–348+850 DUE TO SOFT SOIL
CONDITIONS ON THE KAYU AGUNG–PALEMBANG TOLL ROAD USING
SAP2000**

Rayhan Sangkut Dinata, Sherly Zetiara

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

ABSTRACT

The construction of toll roads over soft soil requires structural innovations to maintain long-term stability, as implemented on the Kayu Agung–Palembang Toll Road through a design transition from flexible pavement to a slab-on-pile structure. This study quantitatively evaluates the technical reasons behind this design change by analyzing geotechnical data, geometric parameters, and traffic loads to compare the structural responses of both pavement systems. The analysis methodology involves numerical modeling to calculate the stress distribution and deformation occurring within the structures. Soil condition analysis indicates that the subgrade at the research site is dominated by soft clay with low bearing capacity and high settlement potential if an at-grade pavement system is utilized. This instability condition potentially damages the road cross-section and reduces the structural pavement performance in the long term. Conversely, the implementation of the slab-on-pile system proves more effective in mitigating deformation because it directly transfers traffic loads to the hard soil layer through foundation piles, thereby maintaining the operational stability of the toll road. These findings confirm that the utilization of a slab-on-pile structure represents a more suitable technical solution and geotechnical mitigation for transportation infrastructure in regions with soft soil conditions.

Keywords : *flexible pavement, slab-on-pile, soft soil & settlement, Toll Road*



Motto

“Senja bukan penanda usainya perjuangan, melainkan jeda untuk mengumpulkan tenaga. Sebagaimana langit yang rela menyambut pekatnya malam demi menjemput fajar baru, aku siap melewati tiap lelah demi meraih keberhasilan dengan tekad yang lebih baja”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahil'abbi'l'amin

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, karya sederhana ini saya persembahkan kepada orang-orang yang telah menjadi bagian terpenting dalam perjalanan hidup dan pendidikan saya.

Izinkan saya mempersembahkan karya ini sebagai bentuk penghargaan dan ungkapan terimakasih kepada mereka yang senantiasa menjadi sumber kekuatan di hidup saya :

1. Kepada kedua orang tua saya “Bapak Supratman, A.Md. dan Ibu Jarmia” Terimakasih atas doa yang tak pernah putus di setiap sujud, kasih sayang yang tak pernah terbatas, serta pengorbanan yang menjadi bahan bakar utama dalam setiap langkah perjuanganku. Tak lupa kepada “Adik saya M Randi Shulton” yang meskipun menjengkelkan dan penuh kejutan, tetap menjadi bagian yang tak tergantikan dalam hidup ini. Keluarga dan Saudara terapis, terimakasih atas dukungan, tawa, kehangatan yang selalu menjadi tempat terbaik untuk pulang dan melepas lelah.
2. Dosen pembimbingku yang terbaik “Bapak Ir. Ahmad Syapawi, S.T., M.T” dan “Ibu Multilawati Nasution, S.T., M. Eng.” yang telah memberikan kami bimbingan selama ini dalam menyelesaikan skripsi kami dengan baik. Dan semua dosen dan staf Jurusan Teknik Sipil Polstri yang telah memberikan kami ilmu pengetahuan yang sangat besar dan sangat bermanfaat bagi masa depan kami.
3. Rekan seperjuangan saya mulai dari MBKM 2, partner skripsi Sherly Zetiara, banyak perjuangan yang kita lalui baik suka maupun duka. Semoga kenangan ini akan kita ingat selalu sampai nanti,

4. Teman – teman 8 PJJJ yang telah berjuang bersama selama 4 tahun ini, sukses untuk kita semua.
5. Grup “Pondok al-muntaha” yang senantiasa mendengarkan keluhan kesah dan tentunya *support system* terbaik selama perkuliahan ini.
6. Kepada seseorang yang berarti di dalam hidup saya “Putri Nevara Safytri” Terima kasih telah menjadi alasan terbaik di balik setiap peluh dan lelah yang kupertaruhkan dalam penyusunan karya ini. Di saat arah terasa kabur dan melangkah begitu berat, bayangan tentangmu dan masa depan yang ingin kubangun bersamamu selalu berhasil menjadi pengingat paling ampuh untukku kembali bangkit.
7. Dan terakhir, almamaterku yang kubanggakan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Rayhan Sangkut Dinata



Motto

”Lelah bukan alasan untuk berhenti, hampir menyerah bukan tanda untuk mengakhiri. Setiap doa, usaha, dan air mata akan menemukan jawaban terbaik pada waktu yang telah Allah tetapkan. Hari ini adalah bukti bahwa tidak ada perjuangan yang sia-sia.”

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”
(QS. Al-Baqarah: 286)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil’alamin

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, karya sederhana ini saya persembahkan kepada orang-orang yang telah menjadi bagian terpenting dalam perjalanan hidup dan pendidikan saya.

Izinkan saya mempersembahkan karya ini sebagai bentuk penghargaan dan ungkapan terimakasih kepada mereka yang senantiasa menjadi sumber kekuatan di hidup saya :

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Fendri dan Ibu Dewi Santi Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, kasih sayang yang tulus, pengorbanan yang tak ternilai, serta kepercayaan yang selalu diberikan. Skripsi ini adalah persembahan kecil atas perjuangan besar yang telah Bapak dan Ibu lakukan demi masa depan saya.
2. Firli Ardian Terima kasih telah menjadi penyemangat, pendengar terbaik, dan selalu hadir ketika saya merasa lelah bahkan hampir menyerah. Terima kasih atas doa, perhatian, kesabaran, dan kasih sayang yang telah menemani setiap proses hingga skripsi ini selesai.
3. Saudara dan seluruh keluarga Terima kasih atas doa, dukungan, perhatian, dan motivasi yang selalu diberikan sehingga saya mampu menyelesaikan pendidikan ini.
4. *My Partner* Terima kasih kepada Ardelia, Deka, dan terkhusus rayhan telah menjadi partner seperjuangan sejak MBKM 1 hingga penyusunan skripsi.

Semua proses, diskusi, revisi, dan kerja keras yang kita lalui bersama akhirnya terbayarkan dengan hasil yang membanggakan.

5. *My Best Friends* Untuk empat sahabat terbaikku, terima kasih telah menjadi rumah dalam setiap perjuangan. Dari langkah pertama di semester satu hingga akhir perjalanan ini, kalian adalah bagian dari kisah yang tak akan pernah terlupakan.
6. Teman-teman kelas 8 PJJD dan Angkatan 2022 Terima kasih atas kebersamaan, semangat, dan perjuangan yang telah kita lalui bersama. Semoga kita semua meraih kesuksesan.

Sherly Zetiara

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran ALLAH SWT. Yang telah melimpahkan rahmat, petunjuk, serta karunianya. Sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Skripsi ini dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma IV Perencanaan Jalan Dan Jembatan pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Adapun judul Skripsi ini adalah ” **Review Desain Perkerasan Jalan Tol Dari *Flexible Pavement* ke *Slab On Pile* pada STA 350+150 – 348+850 Akibat Kondisi Tanah Lunak Pada Tol Kayu Agung – Palembang Menggunakan SAP2000** ”. Dalam penyusunan Skripsi ini, kami dapat banyak pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Ahmad Syapawi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Bapak Ir. Andi Herius, M.T. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Bapak Ir. Sang Gumilang Panca Putra, S.ST., M.T. selaku Koordinator Program Studi D-IV Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Bapak Ir. Ahmad Syapawi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan serta penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Multilawati Nasution, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan serta penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Untuk PT. Waskita Sriwijaya Tol pimpinan dan staf yang sudah banyak membantu dalam data – data yang diperlukan dalam penyusunan ini.
8. Kedua orang tua kami, yang selalu memberikan limpahan kasih sayang, selalu memberikan dukungan dan doa kepada kami

9. Serta teman – teman kelas VIII PJJD dan teman – teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Palembang, 2026

Penulis,

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Umum	7
2.1.1 Standar Perancangan Jembatan	7
2.2 Karakteristik Tanah Lunak.....	7
2.2.1 Parameter Tanah Lunak	7
2.2.2 Korelasi N-SPT dengan Kohesi undrained (cu) untuk Tanah Lempung	8
2.2.3 Masalah Konsolidasi dan <i>Settlement</i>	8

2.3	Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	9
2.3.1	Komponen dan Lapisan Perkerasan Lentur	9
2.3.2	Metode Desain Perkerasan Lentur	10
2.3.3	Kegagalan Struktur Perkerasan pada Tanah Lunak	11
2.4	Struktur Slab on Pile	12
2.4.1	Definisi dan Komponen <i>Slab on Pile</i>	12
2.4.2	Mekanisme Transfer Beban Pada <i>Slab on Pile</i>	12
2.4.3	Keunggulan Penggunaan <i>Slab on Pile</i> Pada Tanah Lunak	13
2.5	Pembebanan Jembatan Pada Struktur Atas (<i>Upper Structure</i>)	13
2.5.1	Beban Mati	13
2.5.2	Beban Mati Tambahan	14
2.5.3	Beban Truk	16
2.5.4	Beban Lajur Kendaraan	18
2.5.5	Beban Rem	20
2.5.6	Beban Angin	22
2.5.7	Beban Gempa	24
2.5.8	Kombinasi Pembebanan	26
2.6	Perencanaan Pada Struktur Bawah (<i>Substructure</i>)	30
2.6.1	Daya Dukung Tiang Pancang dan Kelompok (<i>Group Pile</i>)	30
2.6.3	Analisis Efisiensi Kelompok Tiang	32
2.6.3	Analisis Penurunan Tiang (<i>Settlement</i>)	33
2.7	Penelitian Terkait	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		38
3.1	Lokasi Penelitian	38
3.2	Data Penelitian	38
3.2.1	Data Primer	38
3.2.2	Data Sekunder	38
3.3	Diagram Alir Penelitian	39

3.4	Metode Analisis Teknis.....	42
3.4.1	Analisis Perkerasan Lentur	42
3.4.2	Analisis Settlement Tanah.....	48
3.4.3	Analisis Struktur <i>Slab on Pile</i>	49
3.6.4	Metode Perbandingan Teknis.....	50
3.7	Perangkat Lunak (Software) yang digunakan	52
3.7.1	Sap2000.....	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Analisis Kondisi Eksisting Pada STA 345 + 150 – STA 348 + 850.....	53
4.2	Analisis Data Tanah dan Lalu Lintas	54
4.2.1	Evaluasi Data Geoteknik (SPT/ Sondir) STA 345 + 150 – STA 348 + 600	54
4.2.2	Analisis Beban Lalu Lintas Rencana (CESAL)	59
4.3	Evaluasi Kinerja Perkerasan Lentur Eksisting.....	63
4.3.1	Perhitungan Daya Dukung Tanah CBR	64
4.3.2	Analisis Potensi Penurunan (Settlement) Perkerasan Lentur.....	67
4.4	Desain Struktur Atas <i>Slab on Pile</i>	70
4.4.1	Dimension Model.....	71
4.4.2	Pembebanan Model Struktur.....	71
4.4.3	Kombinasi Pembebanan (<i>Load Combinations</i>)	77
4.4.4	Hasil Analisis Gaya Dalam Maksimum.....	78
4.4.5	Perancangan Penulangan Pelat Lantai Jembatan (<i>Slab</i>).....	83
4.4.6	Penulangan Balok (<i>Pile Cap / Head</i>).....	88
4.5	Desain Struktur Bawah <i>Slab on Pile</i>	92
4.5.1	Penentuan Kedalaman dan Dimensi Tiang Pancang (<i>Spun Pile</i>)....	92
4.5.2	Perhitungan Daya Dukung Aksial.....	93
4.5.3	Perencanaan Tulangan Isian (<i>Infill Concrete</i>) Tiang	94
4.5.4	Analisis Penurunan Kelompok Tiang Pancang.....	96
4.5.5	Analisis Penurunan (<i>Settlement</i>)	97

4.6	Perbandingan Kinerja Struktur Perkerasan Lentur dan <i>Slab on Pile</i> ...	100
4.6.1	Perbandingan terhadap Kondisi Tanah Dasar	100
4.6.2	Perbandingan terhadap Beban Lalu Lintas Rencana.....	100
4.6.3	Perbandingan terhadap Potensi Penurunan (Settlement)	101
4.6.3	Perbandingan Umur Layan dan Kebutuhan Pemeliharaan	101
4.6.4	Evaluasi Kelayakan Penggunaan Slab on Pile	102
BAB V PENUTUP.....		104
5.1	Kesimpulan	104
5.2	Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA		107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembebanan Truk ‘T’ 500 kN.....	16
Gambar 2. 2 Beban Lajur ‘D’	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 3. 2 Penampang Melintang Eksisting.....	42
Gambar. 4. 1 Awal Pembangunan Jalan Tol.....	53
Gambar. 4. 2 Kerusakan Jalan Pada Tol Kayu Agung – Palembang.....	54
Gambar. 4. 3 Permodelan Slab on Pile Dengan Aplikasi Sap2000	71
Gambar. 4. 4 Beban Gempa Spektrum Respon Desain	75
Gambar. 4. 5 Gaya Dalam Momen Ultimate	78
Gambar. 4. 6 Gaya Geser Ultimate	79
Gambar. 4. 7 Gaya Momen Ultimate	79
Gambar. 4. 8 Beban Rem	79
Gambar. 4. 9 Beban Lalu Lintas	80
Gambar. 4. 10 Beban MA	80
Gambar. 4. 11 Beban Truk.....	81
Gambar. 4. 12 Beban SDL	81
Gambar. 4. 13 Beban Truk BGT	82
Gambar. 4. 14 Beban Angin.....	82
Gambar. 4. 15 Penulangan Pelat Lantai Melintang.....	88
Gambar. 4. 16 Detail Penulangan Balok Pile Head	92
Gambar. 4. 17 Penulangan Spun pile	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai N-SPT Menurut Terzaghi.....	8
Tabel 2. 2 Faktor Beban Ulimite.....	14
Tabel 2. 3 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan	15
Tabel 2. 4 Faktor Beban Truk “T”	17
Tabel 2. 5 Faktor Beban Lajur Kendaraan	20
Tabel 2. 6 Komponen Beban Angin yang Bekerja Pada Kendaraan	23
Tabel 2. 7 Kombinasi Beban dan Faktor Beban	28
Tabel 3. 1 Lalu Lintas Harian Rata - Rata Tahun 2025	43
Tabel 3. 2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i).....	43
Tabel 3. 3 Umur rencana perkerasan jalan baru (UR)	44
Tabel 3. 4 Faktor distribusi lajur (DL)	45
Tabel 3. 5 VDF Sumatera Selatan (Jalan Lintas Timur).....	46
Tabel 3. 6 Bagan Desain-3A dan Desain-3B Desain perkerasan lentur – aspal dengan lapis fondasi agregat (aspal pen 60/70 dan PG7)	48
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Kedalaman Lapisan Tanah Keras ($N-SPT \geq 50$)	56
Tabel 4. 2 Parameter Tanah Desain Rata - Rata Korelasi N-SPT.....	59
Tabel 4. 3 Data LHR Proyeksi 2025 -2045.....	60
Tabel 4.4 Perhitungan ESAL 4	61
Tabel 4. 5 Perhitungan ESA 5.....	61
Tabel 4. 6 Perhitungan Akumulasi Lintasan Gardan Standar (CESA 4 & CESA 5)	62
Tabel 4. 7 Struktur Tebal Lapisan Aspal Sesuai MDPJ 2024.....	63
Tabel 4. 8 Struktur Tebal Lapisan Aspal Pada Tol Kayu Agung.....	63
Tabel 4. 9 Total CBR Rata - Rata	65
Tabel 4. 10 Distribusi Deviasi Nilai CBR Tanah Dasar	66
Tabel 4. 11 Input Kombinasi Permodelan	78
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Akhir Hasil Plat Lantai Jembatan	88
Tabel 4. 13 Perbandingan Kinerja Perkerasan Lentur dan Slab on Pile	103