

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, jalan kereta api, jalan raya, dan lain-lain.

2.2 Bagian – Bagian Kontruksi Jembatan Beton Bertulang

Konstruksi jembatan beton bertulang terdiri dari :

2.2.1 Bangunan Atas Jembatan

Bangunan atas terletak pada bagian atas konstruksi yang menopang beban-beban akibat lalu lintas kendaraan, orang, barang ataupun berat sendiri dan konstruksi. Yang termasuk dalam bangunan atas adalah :

2.2.1.1 Pelat Lantai

Merupakan bagian konstruksi jembatan yang langsung menerima beban lalu lintas yang berjalan di atasnya, yang di dalam perencanaan diperhitungkan terhadap beban hidup/muatan “T” dari tekanan gandar roda kendaraan dan berat konstruksi yang dipikulnya termasuk berat sendiri lantai. Lantai kendaraan biasanya digunakan balok papan kayu atau yang sering digunakan adalah lantai beton bertulang. Lantai kendaraan diletakkan langsung di atas gelagar induk atau gelagar memanjang pada jembatan rangka batang.

2.2.1.2 Bearing Pad

Bearing Pad adalah komponen perletakan struktural berbahan karet (elastomer) yang di tempatkan di antara struktur atas (girder) dan bawah jembatan (pilar/abutment). Fungsinya menyalurkan beban vertikal, meredam getaran, serta mengakomodasi gerakan akibat muai-susut atau gempa, mencegah kerusakan langsung akibat gesekan.

2.2.1.3 Gelagar

Balok girder atau gelagar memanjang adalah bagian struktur atas yang berfungsi sebagai pendukung lantai kendaraan dan beban lalu lintas yang kemudian meneruskannya ke struktur bawah (tumpuan/andas).

2.2.1.4 Diafragma

Diafragma atau gelagar melintang adalah pengaku atau pengikat balok girder dan berfungsi untuk mencegah timbulnya *lateral buckling* pada gelagar dan meratakan beban yang diterima oleh gelagar memanjang (balok utama). Gelagar melintang biasanya diletakkan diantara gelagar memanjang pada balok beton.

2.2.2 Bangunan Bawah Jembatan

2.2.2.1 Abutment

Kepala Jembatan (abutment) adalah suatu bangunan yang meneruskan semua beban baik beban hidup maupun beban mati dari bangunan atas dan tekanan tanah ke tanah pondasi. Dengan perencanaan abutment selain beban-beban yang bekerja juga diperlihatkan pengaruh kondisi lingkungan seperti angin, aliran air, gempa dan penyebab-penyebab alam lainnya. Selain itu faktor pemilihan bentuk atau jenis abutment yang digunakan juga harus diperlihatkan dengan teliti. Dengan memperhitungkan resiko terjadinya erosi maka paling tidak dasar abutment harus berada 2 meter dibawah muka tanah asli, terutama untuk abutment dengan pondasi langsung.

2.2.2.2 Pilar

Secara umum fungsi pilar adalah sama dengan kepala jembatan. Perencanaan awal harus dipancang kecuali bila pondasi dapat ditanam ke dalam batuan utuh dan diusahakan balok cap ditempatkan di bawah kedalaman gerusan yang diharapkan atau seluruhnya di atas muka air banjir dengan tebal balok cap tidak kurang dari 1000 mm dengan posisi seragam pilar

2.2.2.3 Pondasi

Pondasi adalah bagian dari bangunan bawah suatu jembatan yang tertanam didalam tanah. Fungsi dari pondasi adalah untuk menahan beban-beban bangunan yang berada di atasnya dan meneruskannya ketanah dasar, baik kearah vertikal maupun kearah horizontal. Dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan yang kuat, stabil dan ekonomis, perlu diperhitungkan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Daya dukung tanah serta sifat-sifat tanah
- 2) Jenis serta besar kecilnya bangunan yang akan dibuat
- 3) Keadaan lingkungan lokasi pelaksanaan
- 4) Peralatan yang tersedia
- 5) Waktu pelaksanaan kegiatan pelaksanaan konstruksi

2.3 Dasar – Dasar Perencanaan

2.3.1 Beban Permanen

Massa setiap bagian bangunan harus dihitung berdasarkan dimensi yang tercantum dalam gambar dan berat jenis bahan yang diperlukan. Berat dari bagian-bagian bangunan tersebut adalah massa dikalikan dengan percepatan gravitasi (g). Percepatan gravitasi yang digunakan dalam paduan ini adalah 9,81 m/s. Massa dan kepadatan berat badan dari berbagai jenis bahan ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Berat isi untuk beban mati (Kn/m^3)

NO	Bahan	Berat/satuan Isi (KN/m^3)	Kerapatan Masa (Kg/m^3)
1	Lapisan permukaan beraspal (<i>bituminous wearing surfaces</i>)	22	2245
2	Besi tuang (<i>cast iron</i>)	71	7240

3	Timbunan tanah dipadatkan (<i>compacted sand, silt or clay</i>)	17,2	1755
4	Kerikil dipadatkan (<i>rolled gravel, macadam or ballast</i>)	18,8 – 22,7	1920 – 2315
5	Beton aspal (<i>asphalt concrete</i>)	22	2245
6	Beton ringan (<i>low density</i>)	12,25 – 19,6	1250 - 2000
7	Beton $f'c < 35$ Mpa	22,0 – 25,0	2320
	$35 < f'c < 105$ Mpa	$22 + 0,022 f'c'$	$2240 + 2,29 f'c'$
8	Baja (<i>steel</i>)	78,5	7850
9	Kayu (<i>ringan</i>)	7,8	800
10	Kayu keras (<i>hard wood</i>)	11	1125

(Sumber SNI 1725 – 2016 Standar Pembebanan Jembatan)

Pengambilan kerapatan massa yang besar, aman untuk suatu keadaan batas akan tetapi tidak untuk keadaan yang lainnya. Solusinya adalah faktor beban berkurang. Jika jumlah kerapatan massa diambil dari suatu deret nilai, dan nilai yang tepat tidak bisa ditentukan, perencana harus memilih di antara nilai tersebut yang memberikan keadaan yang paling kritis.

2.3.1.1 Beban Mati Komponen Struktur dan Nonstruktur (MS)

Beban yang dimaksud adalah berat bagian dari elemen-elemen struktural lain yang dipikul, seperti berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural dan elemen nonstruktural yang dianggap tetap. Tabel 2.2 menunjukkan faktor beban yang digunakan untuk berat sendiri.

Tabel 2.2 Faktor beban untuk berat sendiri

		Faktor Beban (γ_{MS})		
		Keadaan Batas Layanan (γ_{MS}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{MS}^U)	
Tetap	Baja	1	1,1	0,9
	Aluminium	1	1,1	0,9
	Beton pracetak	1	1,2	0,85
	Beton dicor di tempat	1	1,3	0,75
	Kayu	1	1,4	0,7

(Sumber SNI 1725 – 2016 Standar Pembebanan Jembatan)

Distribusi beban mati pada jembatan tipe gelagar-pelat ditentukan berdasarkan lebar tributari. Lebar tributari diambil sebesar setengah spasi gelagar kanan dan kiri pada gelagar yang ditinjau. Perhitungan pengaruh (momen dan geser) beban mati pada gelagar dilakukan dengan memodelkan gelagar dan pelat dengan lebar tributari sebagai elemen balok satu dimensi yang dibebani dengan beban merata. Jika jembatan adalah jembatan bentang sederhana, maka struktur dimodelkan sebagai elemen balok di atas dua tumpuan sederhana.

2.3.1.2 Berat Mati Tambahan/Utilitas (MA)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen nonstruktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Dalam hal tertentu, nilai faktor beban mati tambahan yang berbeda dengan ketentuan pada Tabel 2.3 boleh digunakan dengan persetujuan instansi yang berwenang. Hal ini bisa dilakukan apabila instansi tersebut melakukan pengawasan terhadap beban mati tambahan pada jembatan, sehingga tidak dilampaui selama umur jembatan.

Tabel 2.3 Faktor bebanu beban mati tambahan

		Faktor Beban (γ_{MA})		
Tipe Beban		Keadaan Batas Layanan (γ_{MA}^S)	Keadaan Batas Ult (γ_{MA}^U)	
	Bahan		Biasa	Terkurangi
Tetap	Umum	1	2	0,7
	Khusus (terawasi)	1	1,4	0,8

(Sumber SNI 1725 – 2016 Standar Pembebanan Jembatan)

2.3.1.3 Gaya Horizontal Akibat Tekanan Tanah (TA)

Koefisien tekanan tanah nominal harus dihitung berdasarkan sifat-sifat tanah. Sifat-sifat tanah (kepadatan, kadar kelembaban, kohesi, sudut geser dalam dan lain sebagainya) harus diperoleh berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian tanah baik di lapangan ataupun di laboratorium. Tekanan tanah lateral mempunyai hubungan yang tidak linier dengan sifat-sifat bahan tanah. Tekanan tanah lateral pada keadaan batas daya layan dihitung berdasarkan nilai nominal dari σ_s , c dan σ_f . Tekanan tanah lateral pada keadaan batas kekuatan dihitung dengan menggunakan nilai nominal dari σ_s , c dan σ_f . Nilai-nilai rencana dari c serta σ_f diperoleh dari nilai nominal dengan menggunakan faktor reduksi kekuatan. Kemudian tekanan tanah lateral yang diperoleh masih berupa nilai nominal dan selanjutnya harus dikalikan dengan faktor beban yang sesuai seperti yang tercantum pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor beban akibat tekanan tanah

Tipe Bahan	Faktor Beban (γ_{TA})			
	Keadaan batas layan (γ_{TA}^s)	Keadaan batas ultimit (γ_{TA}^u)		
	Tekanan tanah	Biasa	Terkurangi	
Tetap	Tekanan tanah vertikal	1	1,25	0,8
	Tekanan tanah lateral			
	Aktif	1	1,2	0,8
	Pasif	1	1,4	0,7
	Diam	1		

(Sumber SNI 1725 – 2016 Standar Pembebanan Jembatan)

2.3.2 Beban Transien

2.3.2.1 Gaya Akibat Susut dan Rangkak (SH)

Pengaruh akibat rangkak dan penyusutan harus diperhitungkan dalam perencanaan jembatan beton. Pengaruh gaya ini dihitung menggunakan beban mati jembatan. Apabila rangkak dan penyusutan bisa mengurangi pengaruh muatan lainnya, maka nilai dari rangkak dan penyusutan tersebut harus diambil minimum (misalnya pada waktu transfer dari beton pratekan). Faktor beban akibat rangkak susut dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Faktor beban akibat susut rangkai

Tipe Bahan	Faktor Beban (γ_{SH})	
	Keadaan batas layan (γ_{SH}^S)	Keadaan batas ultimit (γ_{SH}^U)
Tetap	1	1

(Sumber SNI 1725 – 2016 Standar Pembebanan Jembatan)

2.3.2.2 Gaya Akibat Rem (TB)

Gaya rem harus di tempatkan di semua lajur rencana dan yang berisi lalu lintas dengan arah yang sama. Gaya rem harus diambil yang terbesar yakni:

1. 25% dari berat gandar truk desain atau,
2. 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

Gaya rem tersebut harus ditempatkan di semua lajur rencana yang dimuati dan yang berisi lalu lintas dengan arah yang sama. ini harus diasumsikan untuk bekerja secara horizontal pada jarak 1800 mm di atas permukaan jalan pada masing-masing arah longitudinal dan dipilih yang paling menentukan. Untuk jembatan yang di masa depan akan dirubah menjadi satu arah, maka semua lajur rencana harus dibebani secara simultan pada saat menghitung besarnya gaya rem. Faktor kepadatan lajur yang ditentukan pada SNI 1725-2016 yakni Ketentuan pasal ini tidak boleh digunakan untuk perencanaan keadaan batas fatik dan fraktur, dimana hanya satu jalur rencana yang diperhitungkan dan tidak tergantung dari jumlah total lajur rencana. Jika perencana menggunakan faktor distribusi beban kendaraan untuk satu lajur, maka pengaruh beban truk harus direduksi dengan faktor 1,20.

2.3.2.3 Gaya Gempa (EQ)

Jembatan harus direncanakan agar memiliki kemungkinan kecil untuk runtuh namun dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan terhadap pelayanan akibat gempa. Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik (C_{sm}) dengan berat struktur ekivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon (R_d) yang secara umum dihitung sebagai berikut:

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R_d} \cdot W_t \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

E_Q = Gaya gempa horizontal static (kN)

C_{sm} = Koefisien respon gempa elastis

R_d = Faktor modifikasi respon

W_t = Berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup

Koefisien respon elastik C_{sm} diperoleh dari peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan sesuai dengan daerah gempa dan periode ulang gempa rencana. Koefisien percepatan yang diperoleh berdasarkan peta gempa dikalikan dengan suatu faktor amplifikasi sesuai dengan keadaan tanah sampai kedalaman 30 m di bawah struktur jembatan.

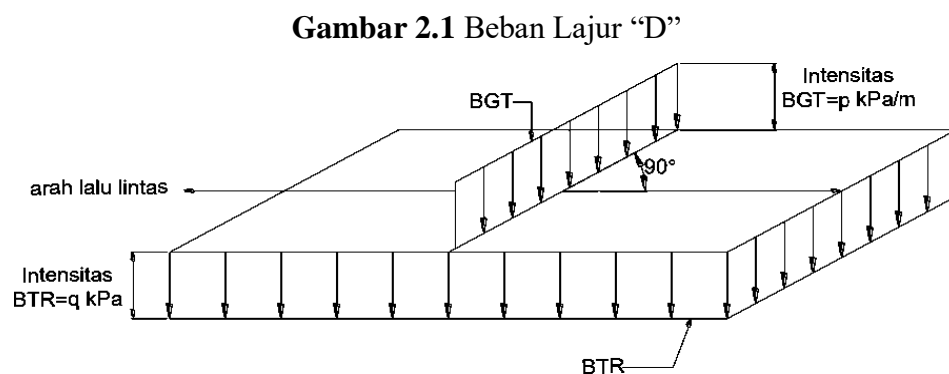
2.3.2.4 Beban Lajur (D)

Beban lajur “D” terdiri atas beban terbagi rata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT) seperti terlihat pada Gambar 2.6. Adapun faktor beban yang digunakan untuk beban lajur “D” seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 2.6 Faktor beban untuk beban lajur “D”

Tipe Bahan	Jembatan	Faktor Beban (γ_{TD})	
	Beton	Keadaan batas layan (γ_{TD}^S)	Keadaan batas ultimit (γ_{TD}^U)
		1	1,8
Transien	Boks gelagar baja	1	2

(Sumber SNI 1725 – 2016 Standar Pembebanan Jembatan)



(Sumber SNI 1725 – 2016 Standar Pembebanan Jembatan)

Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas q kPa dengan besaran q tergantung pada panjang total yang dibebani L yaitu seperti berikut :

$$\text{Jika } L \leq 30 \text{ m : } q = 9,0 \text{ kPa} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\text{Jika } L > 30 \text{ m : } q = 9,0 \left(0,5 + \frac{15}{L}\right) \text{ kPa} \cdot L \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

q = Intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan (kPa)

L = Panjang total jembatan yang dibebani (meter).

2.3.2.5 Beban Truk “T”

Beban truk “T” tidak dapat digunakan bersamaan dengan beban “D”. Beban truk dapat digunakan untuk perhitungan struktur lantai. Adapun faktor beban untuk beban “T” seperti terlihat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Faktor beban untuk beban “T”

Tipe beban	Jembatan	Faktor beban (γ_{TT})	
		Keadaan Batas Layanan (γ_{TT}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{TT}^U)
Transien	Beton	1	1,8
	Boks Girder Baja	1	2

(Sumber SNI 1725 – 2016 Standar Pembebanan Jembatan)

Pembebanan truk terdiri dari kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat gandar seperti terlihat dalam Gambar 3.2. Berat dari tiap-tiap gandar disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut bisa diubah-ubah dari 4,0 m sampai dengan 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

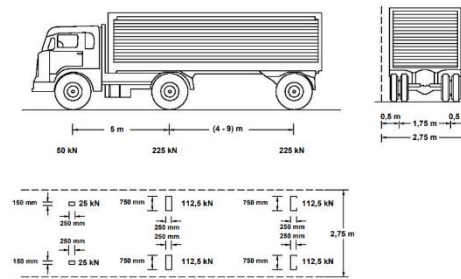
Dalam pendistribusian beban truk, besarnya beban yang akan diakumulasikan pada plat lantai jembatan yaitu sebesar beban titik pada roda truk dalam kN, sehingga persamaan beban truk adalah sebagai berikut.

$$PTT = (1 + FBD) \times T \dots\dots\dots(2.4)$$

keterangan:

FBD = Faktor beban dinamis

T = Beban roda truk dalam kN.



Gambar 2.2 Pembebanan Truk “T”

(Sumber SNI 1725-2016 Standar Pembebanan Jembatan)

2.3.2.6 Beban Pejalan Kaki (TP)

Menurut SNI 1725-2016, semua komponen trotoar yang lebih lebar dari 600 mm harus direncanakan untuk memikul beban pejalan kaki dengan intensitas 5 kPa dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada masing-masing lajur kendaraan. Jika trotoar dapat dinaiki maka beban pejalan kaki tidak perlu dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan. Jika ada kemungkinan trotoar berubah fungsi di masa depan menjadi lajur kendaraan, maka beban hidup kendaraan harus ditetapkan pada jarak 250 mm dari tepi dalam parapet untuk perencanaan komponen jembatan lainnya. Dalam hal ini, faktor beban dinamis tidak perlu dipertimbangkan.

2.3.2.7 Gaya Angin Akibat Pada Kendaraan

A. Gaya Angin Pada Kendaraan

Gaya angin rencana harus dikerjakan baik pada struktur jembatan maupun pada kendaraan yang melintasi jembatan. Jembatan harus direncanakan memikul gaya akibat tekanan angin pada kendaraan, dimana gaya tersebut harus diasumsikan sebagai tekanan menerus sebesar 1,46 N/mm, tegak lurus dan bekerja 1800 mm di atas permukaan jalan. Kecuali jika ditentukan di dalam pasal ini, jika angin yang bekerja tidak tegak lurus struktur, maka komponen yang bekerja tegak lurus maupun paralel terhadap

kendaraan untuk berbagai sudut dapat diambil seperti yang ditentukan dalam Tabel 2.8 dimana arah sudut gaya yang bekerja ditentukan tegak lurus terhadap arah sudut serang tegak lurus terhadap arah permukaan kendaraan.

Tabel 2.8 Tekanan komponen beban angin yang bekerja pada kendaraan

Sudut	Komponen tegak lurus	Komponen sejajar
Derajat	N/mm	N/mm
0	1,46	0
15	1,28	0,18
30	1,2	0,35
45	0,96	0,47
60	0,5	0,55

(Sumber SNI 1725-2016 Standar Pembebanan Jembatan)

B. Tekanan Angin Horizontal

Menurut SNI 1725-2016, tekanan angin diasumsikan disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan dasar (VB) sebesar 90 hingga 126 km/jam. Beban angin harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada permukaan yang terekspos oleh angin. Luas area yang diperhitungkan adalah luas area dari semua komponen, termasuk sistem lantai dan railing yang diambil tegak lurus terhadap arah angin. Arah ini harus di variasikan untuk mendapatkan pengaruh yang paling berbahaya terhadap struktur jembatan atau komponen-komponen. Luasan yang tidak memberikan kontribusi dapat diabaikan dalam perencanaan. Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm diatas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana, VDZ, harus dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$VDZ = 2,5 V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B}\right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0}\right) \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

VDZ = kecepatan angin rencana pada elevasi rencana (km/jam)

V10 = kecepatan angin pada elevasi 10000 mm di atas permukaan tanah atau di atas permukaan air rencana (km/jam)

- V0 = kecepatan gesekan angin yang merupakan karakteristik metereologi
- VB = kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 10000 mm
- Z = elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari permukaan air dimana beban angin dihitung ($Z > 10000$ mm)
- Z0 = panjang gesekan di hulu jembatan, yang merupakan karakteristik

2.4 Perhitungan Kontruksi

2.4.1 Perhitungan Jembatan Atas

2.4.1.1 Lantai Kendaraan

Dalam perhitungan lantai kendaraan beban-beban yang terjadi adalah beban sendiri pelat, berat aspal, berat air hujan, beban roda, beban hidup, beban dari berat sendiri, beban aspal, beban, air hujan, beban hidup dan beban angin.

Ketetapan Beban

- Beban Aspal = 22 Kn/m^3
- Beban Sendiri = 24 Kn/m^3
- Beban Air Hujan = $9,8 \text{ Kn/m}^3$

A. Pembebanan dan Perhitungan Momen

1. Beban Mati

- Beban aspal = Luasan x berat jenis aspal x faktor beban (kN/m)
- Beban sendiri plat = Luasan x berat jenis beton x faktor beban (kN/m)
- Berat air hujan = Luasan x berat jenis air hujan x factor beban (kN/m)

Didapat q_u (total beban) =kN/m

Dihitung momen yang terjadi pada arah x

$$M_{x\max} = \frac{1}{10} \times q_u \times L^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

$$M_{y\max} = \frac{1}{3} \times M_{x\max} \dots\dots\dots(2.7)$$

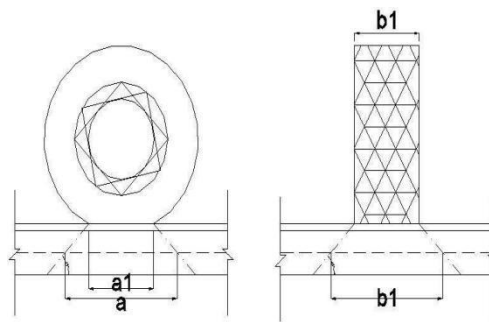
2. Beban Hidup

Dalam menghitung beban lantai kendaraan digunakan beban T

Beban-beban yang terjadi :

Muatan beban truck (T) dengan beban roda 1000 Kn

Koefisien dinamis 0,3 (DLA) untuk beban T



Gambar 2.3 Penampang Beban Roda

(Sumber : gambar detail PT.Perentjana Djaja)

$$a = a1 + (2 \times \text{tebal aspal}) + (2 \times 0,5 \times \text{tebal beton}) \dots\dots\dots(2.8)$$

$$b = b1 + (2 \times \text{tebal aspal}) + (2 \times 0,5 \times \text{tebal beton}) \dots\dots\dots(2.9)$$

Beban roda total = PU + DLA

$$\text{Penyebaran Beban (T)} = \frac{\text{beban roda total}}{\text{luas bidang kontak roda}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Pembebanan oleh Truk:

$$q = \frac{Tu \cdot K}{a \times b} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

$$Tu = 1,8 \times 1,4 T$$

B. Penulangan

1. Penulangan tebal minimum

Pelat lantai mempunyai tebal minimum (t_s) dengan ketentuan berikut :

$$t_s \geq 200 \text{ mm}$$

$$t_s \geq (100 + 40 L) \text{ mm}$$

2. Penulangan arah x dan y

Jarak tulangan tekan dengan serat terluar (d')

$$d' = h - p - (0,5 \times \emptyset \text{ tulangan pokok}) \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

\emptyset = tulangan yang dipakai

d' = jarak tulangan (mm)

h = tebal pelat (mm)

p = selimut beton (mm)

Rasio tulangan (ρ)

$$K_{perlu} = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d'} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

ρ = rasio tulangan

M_u = momen ultimate (Kn.m)

B = lebar per meter tiang (mm)

d' = jarak tulangan (mm)

ϕ = faktor reduksi (0,8)

Rasio penulangan keseimbangan (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{0,85 f_c'}{f_y} \times 0,85 \times \frac{600}{600+f_y} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times$$

$$\rho_b \dots \dots \dots (2.15)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots \dots \dots (2.16)$$

Luas tulangan (A_s)

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (2.17)$$

$$A_s \text{ Tulangan pembagi} = 50\% \times A_s \dots \dots \dots (2.18)$$

2.4.1.2 Balok Diafragma

Adalah balok untuk mengikat balok induk untuk menahan geser

A. Pembebanan

Berat sendiri balok = luasan balok x berat jenis beton (24 kN/m³)

q_u = 1,3 x berat sendiri balok

Perhitungan momen :

$$M_{\max} \text{ tumpuan} = \frac{1}{8} \times q_u \times L^2 \dots\dots\dots(2.19)$$

$$M_{\max} \text{ lapangan} = \frac{1}{12} \times q_u \times L^2 \dots\dots\dots(2.20)$$

B. Penulangan

Jarak tulangan tekan dengan serat terluar (d')

$$d' = h - p - (0,5 \times \emptyset \text{ tulangan pokok}) \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

\emptyset = tulangan yang dipakai

d' = jarak tulangan (mm)

h = tebal pelat (mm)

p = selimut beton (mm)

Rasio tulangan (ρ)

$$K_{\text{perlu}} = \frac{M_{\max}}{\emptyset \times b \times (d')^2} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

ρ = rasio tulangan

Mu = momen ultimate (Kn.m)

B = lebar per meter tiang (mm)

d' = jarak tulangan (mm)

ϕ = faktor reduksi (0,8)

Rasio penulangan keseimbangan (ρ_b)

$$\rho_b =$$

$$\frac{0,85 f_c'}{f_y} \times 0,85 \times \frac{600}{600 + f_y} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(2.25)$$

Luas tulangan (As)

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots(2.26)$$

$$A_s \text{ Tulangan pembagi} = 20\% \times A_s \dots\dots\dots(2.27)$$

Tulangan geser

$$V_u = \left(\frac{1}{2} + \left(15\% \times \frac{1}{2} \right) \right) \times q_u \times L \dots\dots\dots(2.28)$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \dots\dots\dots(2.29)$$

$$\phi V_c = 0,7 \times V_c \dots\dots\dots(2.30)$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} \times 0,7 \times V_c \dots\dots\dots(2.31)$$

2.4.1.3 Balok Gelagar

Dalam perhitungan balok memanjang (girder) beban yang diperhitungkan adalah beban merata termasuk berat pelat ,berat air hujan,dan berat sendiri balok dan ditambah dengan beban terpusat dan muatan bergerak.

A. Pembebanan

Ketetapan Beban:

Berat jenis beton = 24 kN /m³

Berat jenis air hujan = 9,8 kN /m³

1. Akibat Beban Mati

Beban Air Hujan = Tebal air hujan rencana x lebar lantai kendaraan
x BJ air hujan

Berat Lantai Kendaraan = Tebal Lantai x lebar lantai kendaraan x BJ beton

Berat Sendiri Balok = Luas penampang x BJ beton

Berat Diafragma = Luasan balok x BJ beton

2. Akibat Beban Hidup

Beban garis (P) = 49 Kn/m

Beban merata (q) = L ≤ 30 m

= 9,0 kPa = 9,0 Kn/m²

B. Penulangan

$$b_{ef} \leq \frac{1}{4} \times L \dots\dots\dots(2.32)$$

$$b_{ef} \leq 12 \times h_f \dots\dots\dots(2.33)$$

$b_{ef} \leq$ jarak antar balok dari AS ke AS

d = tebal pelat–selimut beton – (0,5 x tulangan pokok)

– tulangan sengkang(2.34)

$$M_R = \phi (0,85 \cdot f_c') b x hf (d - 0,5 hf) > Mu \dots\dots\dots(2.35)$$

$$K_{perlu} = Mu / \phi b (d')^2 \dots\dots\dots(2.36)$$

Rasio Penulangan Keseimbangan (ρb)

$$\rho = \frac{0,85 f_c'}{f_y} x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 K_{perlu}}{0,85 x f_c'}}) \dots\dots\dots(2.37)$$

$$A_s = \rho x b x d' \dots\dots\dots(2.38)$$

$$A_{S_{min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{2 x f_y} x b_w x d \dots\dots\dots(2.39)$$

$$A_{S_{max}} = \rho_{max} x b_{ef} x d \dots\dots\dots(2.40)$$

$$A_{S_{min}} < A_s < A_{S_{max}}$$

Cek Jarak Tulangan

1,5 x ukuran nominal maksimum agregat

1,5 x D_{tulangan}

Tulangan Geser

$$V_c = (\frac{1}{6} \sqrt{f_c'}) x lebar\ balok\ x\ tinggi\ balok\ efektif$$

Syarat ketentuan penampang struktur :

$$V_u < 0,5 \phi V_c \quad (tidak\ memerlukan\ sengkang)$$

$$0,5 \phi V_c < V_u < \phi V_c \quad (gunakan\ tulangan\ minimum)$$

$$(V_u - \phi V_c) < 0,67\ bwd\ (hitung\ V_s)$$

$$(V_u - \phi V_c) > 0,67\ bwd\ (ukuran\ penampang\ diperbesar)$$

Menghitung tulangan geser yang diperlukan

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots(2.41)$$

Keterangan :

S = Jarak tulangan sengkang

A_v = Luas tulangan total, yang tegak lurus sumbu batang

F_y = Kuat leleh yang diisyaratkan dari tulangan

V_s = Kuat geser nominal

C. Kontrol Lendutan Balok

$$\text{Modulus elastis beton} \quad E_c = 4700 \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots(2.42)$$

$$\text{Modulus elastis beton} \quad E_s = 2 x 105\ Mpa \dots\dots\dots(2.43)$$

Modulus keruntuhan $f_r = 0,7 \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots(2.44)$

Inersia bruto penampang balok, $I_g = (\frac{1}{12} \times A) + (A \times S)$

Inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton,

$I_{cr} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot c^3 + n \cdot A_s \cdot (d - c)^2 \dots\dots\dots(2.45)$

Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,

$e = \left\{ \left(\frac{M_{cr}}{M_A} \right)^3 \cdot I_g + \left(1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_A} \right)^3 \right) \cdot I_{cr} \right\} \dots\dots\dots(2.46)$

Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup,

$\delta e = \left(\frac{5}{384} \right) \cdot q \cdot \left(\frac{L^4}{E_c \cdot I_e} \right) + \frac{1}{48} \cdot P \cdot \left(\frac{L^3}{E_c \cdot I_e} \right) \dots\dots\dots(2.47)$

2.4.2 Perhitungan Kontruksi Bawah

Perhitungan bangunan jembatan bagian bawah meliputi pelat injak, abutment dan pondasi. Dalam menghitung bangunan bawah yang sangat diperhatikan adalah data tanah diperoleh dan hasil penyelidikan dilapangan maupun dilokasi dimana bangunan tersebut akan dibangun kemudian di lakukan pengujian di laboratorium.

2.4.2.1 Abutment

A. Pembebanan

1. Berat sendiri Abutment
2. Akibat beban hidup
3. Akibat tekanan tanah aktif
4. Beban angin
5. Gaya rem

B. Kombinasi

- Kombinasi I = $P_m + P_{ta} + G_s$
- Kombinasi II = $(H + DLA) + R_m$
- Kombinasi III = Pengaruh temperature = 0
- Kombinasi IV = W_n

Kombinasi V = Gm.

Kombinasi VI = Pel.

Kemudian dikombinasikan lagi menjadi,

Kombinasi 1 = I + II, pembebanan 100%

Kombinasi 2 = I + II + III, pembebanan 125%

Kombinasi 3 = I + II + IV, pembebanan 125%

Kombinasi 4 = I + II + III + IV, pembebanan 140%

Kombinasi 5 = I + V, pembebanan 150%

Kombinasi 6 = I + VI, pembebanan 130%

Kombinasi 7 = I + II, pembebanan 150%

Setelah dikombinasikan lalu dipilih beban yang paling menentukan dan kontrol stabilitas antara lain :

1. Kontrol terhadap guling

$$F_{\text{guling}} = \frac{\sum M_t}{\sum M_{gl}} \geq 1,50 \dots\dots\dots(2.48)$$

2. Kontrol terhadap geser

$$F_{\text{geser}} = \frac{\sum V \times \mu}{\sum H} \geq 1,50 \dots\dots\dots(2.49)$$

3. Kontrol terhadap daya dukung tanah

$$F = \frac{q_{\text{ult}}}{q_{\text{ada}}} = 2,50 - 3,00 \dots\dots\dots(2.50)$$

C. Penulangan

Jarak tulangan dengan serat terluar (d')

$$d = h - p - (0,5 \cdot \emptyset \text{ tulangan yang dipakai}) \dots\dots\dots(2.51)$$

Keterangan :

d' = jarak tulangan tekan (mm)

h = lebar tiang sandaran (mm)

p = selimut beton (mm)

Rasio tulangan

Rasio penulangan keseimbangan (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{0,85 f_c'}{f_y} \times 0,85 \times \frac{600}{600 + f_y} \dots\dots\dots(2.52)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b \dots\dots\dots(2.53)$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(2.54)$$

$$\rho = \frac{0,85 f_{c'}}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 K_{\text{perlu}}}{0,85 \times f_{c'}}}\right) \dots\dots\dots(2.55)$$

$$A_s = \rho \times b \times d' \dots\dots\dots(2.56)$$

$$A_s \text{ tulangan pembagi } 50 \% \times A_s \dots\dots\dots(2.57)$$

2.4.2.2 Pondasi

Pondasi dibutuhkan agar konstruksi dapat aman terhadap geser dan ketidakstabilan tanah. Pemilihan pondasi disesuaikan dengan kondisi dan keadaan tanah. Pada jembatan ini jenis yang dipilih adalah pondasi tiang pancang.

Beban – beban yang diterima oleh pondasi tiang pancang adalah:

1. Beban vertikal
2. Berat sendiri pondasi
3. Stabilitas pondasi tiang pancang

Luas tiang pancang

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \dots\dots\dots(2.58)$$

Keterangan :

A = luasan tiang (m²)

d = diameter tiang (m)

Keliling tiang

$$K = \pi \cdot d \dots\dots\dots(2.59)$$

Keterangan :

K = keliling tiang (m)

d = diameter tiang (m)

Kemampuan sebuah tiang pancang

1. Terhadap kekuatan tanah

$$Q_s = \frac{A \times q_c}{F_b} + \frac{c \cdot U}{F_s} \dots\dots\dots(2.60)$$

Keterangan :

Qs = kemampuan tiang (kg)

- A = luasan tiang (m²)
- qc = nilai konus (Kg/m²)
- c = tahanan geser (Kg/m²)
- U = keliling tiang (m)
- Fb = faktor empirik tahan ujung tiang
- Fs = faktor empirik tahapan kulit

2. Terhadap kekuatan bahan tiang

$$Q_s = \sigma \text{ bahan} \times \text{luasan tiang} \dots\dots\dots(2.61)$$

Jarak antar tiang pancang dalam kelompok (S)

$$S = (2 - 3,0) \cdot \text{diameter tiang pancang} \dots\dots\dots(2.62)$$

$$S_{\min} = 0,6 \text{ m} \dots\dots\dots(2.63)$$

$$S_{\max} = 2,0 \text{ m} \dots\dots\dots(2.64)$$

Menentukan jumlah tiang pancang

$$n = \frac{\sum v}{Q_s} \dots\dots\dots(2.65)$$

Keterangan :

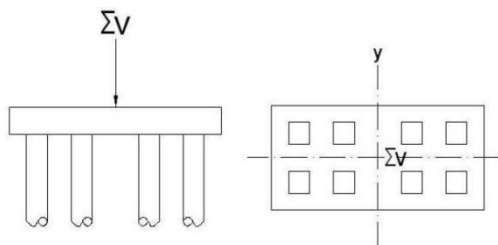
n = jumlah tiang pancang yang dibutuhkan

$\sum v$ = gaya vertical (t)

Q_s = daya dukung tiang pondasi yang terkecil terhadap kekuatan tanah atau kekuatan bahan tiang (t)

Perhitungan pembagian tekanan

1. Beban sentris



Gambar 2.4 Beban normal sentris

(Sumber : Gambar detail PT.Perentjana Djaja)

$$N = \frac{\sum v}{n} \dots\dots\dots(2.66)$$

Keterangan :

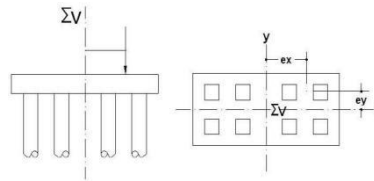
N = Beban yang diterima oleh masing – masing tiang (kN)

$\sum v$ = Resultan gaya – gaya normal yang bekerja sentris (Kn)

n = Banyaknya tiang dalam kelompok

2. Beban Eksentris

Beban normal eksentris dapat diganti menjadi beban normal sentris ditambah dengan momen



Gambar 2.5 Beban normal eksentris

(Sumber : Gambar detail PT.Perentjana Djaja)

Efisiensi kelompok tiang

Rumus *converse – lebarre*

$$Eq = 1 - \frac{\theta (n-1)m+(m-1)n}{90.m.n} \dots\dots\dots(2.67)$$

Keterangan :

θ = Arctan (d/s) (derajat)

B = Diameter tiang (m)

S = Jarak antar tiang (m)

m = Jumlah baris

n = Jumlah lajur

Kemampuan tiang pancang dalam kelompok

$$Q_{ag} = E . Q_s . n \dots\dots\dots(2.68)$$

Keterangan :

Q_{ag} = Daya dukung yang diijinkan sebuah tiang dalam kelompok (kN)

Q_s = Daya dukung yang diijinkan sebuah tiang tunggal (kN)

E = Faktor efisiensi

n = Banyaknya tiang

Akibat momen arah x

$$\frac{\sum V_{ey.y}}{\sum y^2} \dots\dots\dots(2.69)$$

Akibat momen arah y

$$\frac{\sum V_{ey.x}}{\sum x^2} \dots\dots\dots(2.70)$$

Keterangan :

- N = Beban yang diterima oleh masing – masing tiang
- y = Jarak absis antar tiang (m)
- x = Jarak ordinat antar tiang (m)
- n = Banyak tiang
- E_v, E_y = Letak titik pusat masa lantai

2.5 Pengolahan Proyek

2.5.1 Sistem Kontrak

Kontrak konstruksi adalah dokumen yang mengatur hubungan hukum antara pengguna jasa dan penyedia jasa dalam penyelenggaraann konstruksi. Dalam hal ini kontrak harus memiliki dua aspek utama,yaitu saling menyetujui dan ada penawaran serta penerimaan. Penyedia jasa mampu memberikan jasa dan menyediakan material untuk membangun proyek bagi pengguna jasa. Pengguna jasa berjanji untuk memebayar sejumlah uang sebagai imbalan jasa dan material yang telah digunakan.Berdasarkan cara pembayarannya ada 2 jenis kontrak proyek konstruksi yaitu :

2.5.1.1 Kontrak Harga Satuan (*Unit Price Contract*)

kontrak *unit price* adalah kontrak dimana volume pekerjaan yang tercantum dalam kontrak hanya merupakan perkiraan dan akan diukur ulang untuk menentukan volume pekerjaan yang benar-benar dilaksanakan. Pemilik telah menghitung jumlah unit yang terdapat dalam setiap elemen pekerjaan.

Kelemahan dari penggunaan jenis kontrak ini adalah pemilik tidak dapat mengetahui secara pasti biaya aktual proyek hingga proyek selesai. Untuk

mencegah ketidakpastian ini, perhitungan kuantitas tiap unit perlu dilakukan secara akurat.

2.5.1.2 Kontrak Biaya Plus Jasa (*Cost Plus Free Contract*)

Pada kontrak jenis ini, kontraktor akan menerima pembayaran atas pengeluarannya ditambah biaya *overhead* dan keuntungan. Besarnya overhead dan keuntungan biasanya didasarkan atas persentase biaya yang dikeluarkan. Kontrak jenis ini digunakan dalam kasus dimana biaya sebenarnya dari proyek atau bagian dari proyek sulit untuk diestimasi.

Salah satu kelemahan kontrak jenis ini adalah pemilik tidak dapat mengetahui biaya sebenarnya proyek. Pemilik harus mempekerjakan karyawan, sehingga ada kemungkinan untuk menentukan apakah biaya yang ditagih benar-benar dibayarkan.

2.5.2 Pehitungan Biaya Pelaksanaan

2.5.2.1 Analisa Produksi Kerja Alat Berat

1. Menghitung isi aktual
Kapasitas alat x carry factor
2. Menghitung waktu siklus
(waktu muat + waktu mengayun + waktu membuang muatan + waktu mengayun kosong)
3. Menghitung produksi kerja kasar
Kapasitas aktual alat x jumlah siklus perjam
4. Menghitung produksi kerja aktual
Produksi kerja kasar x faktor efisiensi

2.5.2.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Dalam analisa produksi kerja alat berat yang diperhitungkan adalah kebutuhan bahan, pekerjaan dan alat yang diperlukan dalam pekerjaan tersebut. Analisa harga satuan pekerjaan dihitung persatu satuan pekerjaan. Dengan demikian kebutuhan biaya atau harga persatu satuan volume pekerjaan sesuai dengan biaya alat yang berlaku. Dengan menggunakan analisis harga satuan pekerjaan untuk

daftar harga bahan dan upah, harga standar dikeluarkan oleh dinas pekerjaan umum setempat atau tempat proyek, karena harga standar tidak akan sama di setiap daerah.

2.5.2.3 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah besaran satuan volume pekerjaan sesuai dengan masing-masing item pekerjaan. Volume dihitung untuk memperoleh besarnya biaya yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan.

2.5.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah daftar jenis pekerjaan, volume pekerjaan, dan harga satuan pekerjaan. Untuk mengetahui semua biaya konstruksi, rencana anggaran biaya ini menyajikan analisis untuk setiap item pekerjaan jembatan. Proyek jembatan ini dimulai dengan persiapan dan pembersihan dan terakhir dengan administrasi. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Penyusunan RAB ada dua cara yaitu:

2.5.3.1 Anggaran Biaya Kasar (taksiran)

Sebagai pedoman dalam menyusun anggaran biaya kasar, digunakan harga setiap meter persegi (m^2) luas lantai. Anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara teliti.

2.5.3.2 Anggaran Biaya Teliti

Anggaran biaya teliti adalah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Anggaran biaya kasar yang diuraikan sebelumnya dibuat berdasarkan harga taksiran untuk setiap luas lantai meter persegi. Harga taksiran tersebut harus wajar dan tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung dengan teliti. Sedangkan penyusunan anggaran biaya dihitung didasarkan oleh :

1. Bestek

Bestek berasal dari bahasa belanda yang berarti pengaturan dan syarat-syarat pelaksanaan suatu pekerjaan bangunan atau proyek. Jadi bestek adalah suatu peraturan yang mengikat, yang diuraikan terperinci perihal pekerjaan yang akan dilaksanakan dan persyaratan-persyaratan bagi pelaksanaan pekerjaan tersebut.

2. Gambar Bestek

Gambar bestek adalah gambar lanjutan dari uraian gambar pra rencana, dan gambar detail dasar dengan skala (PU = Perbandingan Ukuran) yang lebih besar. Gambar bestek merupakan lampiran dari uraian dan syarat-syarat (bestek) pekerjaan. Gambar bestek dan bestek merupakan kunci pokok (tolak ukur) baik dalam menentukan kualitas dan skop pekerjaan, maupun dalam menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB).

3. Harga Satuan Pekerjaan

Yang dimaksud dengan analisa upah suatu pekerjaan adalah analisa upah yang sudah ditetapkan harga upah borongan oleh kontraktor atau tiap jenis pekerjaan (item) per m^1 , m^2 , m^3 , dan LS harga upah borongan.

2.6 Network Planning (NWP)

Network planning adalah salah satu modal perencanaan pelaksanaan dan penyelenggaraan proyek. NWP adalah informasi yang ada dalam model tersebut untuk menyelesaikan pekerjaan konstruksi suatu perencanaan yang tepat untuk menyelesaikan semua pekerjaan yang ada. Suatu diagram network dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan ini sehingga kita dapat mengetahui pekerjaan mana yang harus dilakukan segera, pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan lain, atau pekerjaan mana yang tidak perlu dilakukan terlalu cepat sehingga sumber daya dan orang dapat dikirim ke tempat lain.

Keuntungan penggunaan network planning dalam tata laksana proyek:

1. Merencanakan scheduling dan mengawasi proyek secara logis
2. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail dari proyek
3. Mendokumen dan mengkomunikasikan rencana scheduling dan alternatif lainnya dengan tambahan biaya.
4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien.

Adapun data – data yang diperlukan dalam menyusun NWP adalah:

1. Urutan Pekerjaan yang logis

Harus ditentukan pekerjaan apa yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum memulai pekerjaan lain, serta pekerjaan apa yang akan dilakukan setelahnya.

2. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan

Pengalaman biasanya menentukan waktu rata-rata. Untuk proyek baru, biasanya diberikal slack atau kelonggaran waktu.

3. Biaya untuk mempercepat pekerjaan




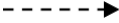
Ini bermanfaat dalam kasus-kasus di mana pekerjaan-pekerjaan yang berada di jalur kritis membutuhkan waktu lebih lama untuk menyelesaikan seluruh proyek, seperti kebutuhan untuk lembur dan biaya penambahan tenaga kerja.

Sebelum menggambar diagram NWP ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, seperti:

1. Panjang anak panah atau pendek sama sekali tidak mempengaruhi letak pekerjaan karena banyaknya waktu dan tenaga yang dibutuhkan.
2. Aktifitas apa yang didahului dan diikuti
3. Waktu, biaya, dan peralatan yang dibutuhkan untuk operasi tersebut.
4. Setiap kegiatan diatur oleh kepala anak panah.
5. Penting tidaknya peristiwa tidak dipengaruhi oleh besar kecilnya lingkaran.
6. Kepala anak panah menjadi pedoman dari setiap kegiatan.
7. Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti dalam artian penting tidaknya suatu peristiwa.

Berikut tabel 2.10 yang membahas tentang arti dari simbol NWP.

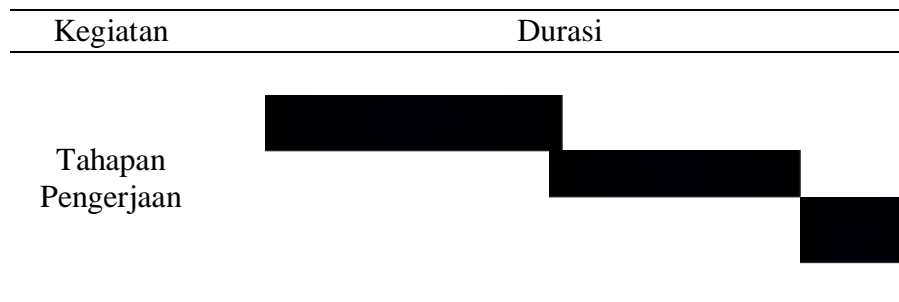
Tabel 2.9 Simbol NWP

No	Simbol	Keterangan
1		<i>Arrow</i> , Bentuk ini merupakan Anak panah menunjukkan kegiatan atau aktifitas. Ini adalah tugas atau pekerjaan yang membutuhkan waktu dan tenaga tertentu untuk diselesaikan. Anak panah selalu menghubungkan dua titik, dan arahnya menunjukkan urutan waktu.
2		<i>Node/event</i> , Bentuknya adalah lingkaran bulat, yang berarti peristiwa. Ini adalah awal atau akhir dari sejumlah kegiatan.
3		<i>Double arrow</i> , Anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (<i>critical path</i>)
4		<i>Dummy</i> , Bentuknya seperti anak panah terputus-putus, yang menunjukkan bahwa itu adalah kegiatan yang tidak menekan waktu. Jika tidak ada cara lain untuk menggambarkan hubungan antara aktifitas dalam suatu network, aktifitas semu digunakan.

2.7 Barchart

Barchart adalah sekumpulan kegiatan dengan waktu mulai dan selesai yang ditampilkan dalam kolom vertikal dan baris horizontal. Serta durasi, yang ditunjukkan dengan balok horizontal di sebelah kanan setiap aktivitas. Pada bagian atas bagan, skala waktu horizontal menunjukkan waktu mulai dan selesai. Panjang balok menunjukkan durasi aktivitas, dan biasanya aktivitas disusun menurut kronologi kerjanya.

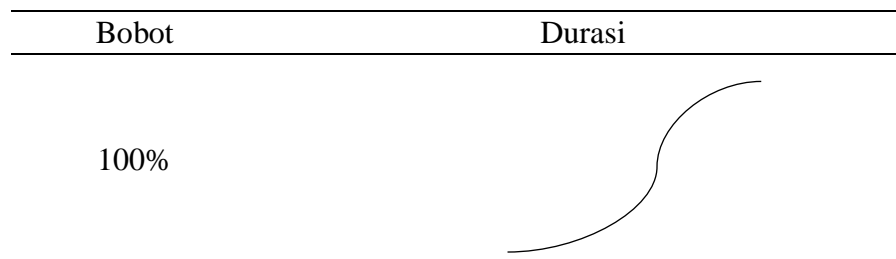
Tabel 2.10 Sketsa barchart



2.8 Kurva S

Kurva S adalah hasil dari plot Barchart bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan progress pelaksanaan proyek. Kurva S dapat digunakan untuk menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu, bobot pekerjaan yang diwakili sebagai persentase. Kombinasi dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva s menunjukkan kemajuan proyek dengan membandingkannya dengan jadwal rencana.

Tabel 2.11 Sketsa kurva s



Untuk membuat kurva S, jumlah persentase bobot total dari semua kegiatan selama periode waktu proyek diplotkan terhadap sumbu vertikal. Ini berarti bahwa kurva S akan terbentuk ketika hasilnya dihubungkan ke garis.