

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Umum

Pada khususnya jembatan merupakan sarana penghubung antara daerah yang terpisah. Misalnya daerah yang terpisah karena adanya sungai, danau, lembah maupun perbukitan. Jembatan yang paling umum digunakan adalah jenis jembatan rangka baja.

Jembatan rangka baja pada umumnya terdiri atas dua bagian konstruksi yaitu konstruksi bangunan atas dan bangunan bawah. Konstruksi bangunan atas adalah konstruksi yang berhubungan langsung dengan beban – beban lalu lintas yang bekerja. Sedangkan konstruksi bangunan bawah adalah konstruksi yang menerima beban – beban dari bangunan atas dan meneruskannya ke lapisan pendukung (tanah keras) di bawahnya.

2.1.1 Kontruksi Bangunan Atas

Bangunan atas terletak pada bagian atas kontruksi jembatan yang menampung beban – beban lalu lintas, orang, barang dan berat sendiri kontruksi yang kemudia menyalurkan beban tersebut kebagian bawah bagaian bangunan atas suatu jembatan terdiri dari :

1. Sandaran

Berfungsi untuk membatasi lebar dari suatu jembatan agar membuat rasa aman bagi lalu lintas kendaraan maupun orang yang melewatinya, pada jembatan rangka baja dan jembatan beton umumnya sandaran dibuat dari pipa galvanis atau semacamnya.

2. Rangka jembatan

Rangka baja terbuat dari baja profil seperti type WF, sehingga lebih baik dalam menerima beban yang kerja secara lateral (beban yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu batang).

3. Trotoar

Merupakan tempat pejalan kaki yang terbuat dari beton, bentuknya lebih tinggi dari lantai jalan atau permukaan aspal. Lebar trotoar minimal cukup untuk dua orang berpapasan dan biasanya berkisar 0,5 – 1,5 meter dan dipasang pada bagian kanan kiri jembatan. Pada ujung tepi trotoar (kerb) dipasang lis dari baja siku untuk penguat trotoar dari pengaruh gesekan dengan roda kendaraan.

4. Lantai kendaraan

Merupakan lintasan utama yang dilalui kendaraan yang diperkirakan cukup untuk berpapasan, supaya jalan kendaraan dapat lebih leluasa, dimana masing – masing lajur umumnya memilikinya lebar 2,75 meter.

5. Gelagar melintang

Berfungsi menerima beban lantai kendaraan, trotoar, gelagar memanjang, dan beban lainya serta menyalurkan kerangka utama.

6. Ikatan angin atas / Bawah dan Ikatan Rem

Ikatan angin berfungsi untuk menahan atau melawan gaya yang diakibatkan oleh angin, baik pada bagian atas maupun bagian bawah jembatan agar jembatan dalam keadaan stabil. Sedangkan ikatan rem berfungsi untuk menahan saat terjadi gaya rem akibat pengereman kendaraan yang melintas di atasnya.

7. Landasan / Perletakan

Landasan atau perletakan dibuat untuk menerima gaya – gaya dari kontruksi bangunan atas baik secara horizontal, maupun vertikal maupun lateral dan meyalurkan kebangunan di bawahnya, serta mengatasi perubahan panjang yang diakibatkan perubahan suhu dan untuk memeriksa kemungkinan rotasi pada perletkan yang akan menyertai lendutan dari struktur yang akan dibebani, ada dua macam perletakan sendi rol dan elastomer.

8. Perletakan Elastomer

Tumpuan elastomer dapat mengikuti perpindahan tempat kearah vertikal dan horizontal dan rotasi atau kombaini gerakan – gerakan bangunan atas jembatan. Perletakan elastomer terbuat dari karet alam dan plat baja yang diikat bersatu selama vulkanisasi. Tersedia dalam bentuk sirkular dan persegi. Perletakan persegi lebih hemat, tetapi bila perletakan memikul simpangan atau

perputaran dalam kedua arah secara bersamaan harus dipilih type sirkular. Elastomer merupakan bantalan berlapis yang memikul beban – beban vertikal maupun horizontal dari gelagar jembatan sekaligus berfungsi sebagai penyerap getaran.

2.1.2 Kontruksi Bangunan Bawah

Bangunan ini terletak pada bagian kontruksi yang fungsinya untuk memikul beban yang diberikan bangunan atas. Kemudian disalurkan kepondasi untuk diteruskan ketanah keras di bawahnya dalam perencanaan jembatan bangunan bawahnya. Dalam perencanaan jembatan masalah bangunan bawah harus mendapatkan perhatian lebih karena bangunan bawah merupakan salah satu penyangga dan penyalur semua beban yang bekerja pada jembatan termasuk juga gaya akibat gempa. Selain gaya – gaya tersebut, pada bangunan gaya bawah juga bekerja gaya – gaya akibat tekanan tanah oprit serta barang – barang hanyutan dan gaya – gaya sewaktu pelaksanaan bangunan bawah terdiri dari bagian – bagian sebagai berikut :

1. Pondasi

Berfungsi untuk memikul beban di atas dan meneruskannya ke lapisan tanah pendukung tanpa mengalami konsolidasi atau penurunan yang berlebihan. Adapun hal yang diperlukan dalam perencanaan pondasi adalah sebagai berikut :

- a. Daya dukung tanah terhadap konstruksi.
- b. Beban – beban yang bekerja pada tanah baik secara langsung maupun yang tidak langsung.
- c. Keadaan lingkungan seperti banjir, longsor dan lainnya.

Secara umum pondasi yang sering digunakan pada jembatan ada 3 (tiga) yaitu :

- a. Pondasi sumuran.
- b. Pondasi tiang pancang.
- c. Pondasi borpile.

2. Abutment

Abutment/pangkal jembatan dapat diasumsikan sebagai dinding penahan tanah, yang berfungsi menyalurkan gaya vertikal dan horizontal dari bangunan atas ke pondasi dengan fungsi tambahan untuk mengadakan peralihan tumpuan dari oprit ke bangunan atas jembatan.

- a. Pangkal tembok penahan Timbunan jalan tertahan dalam batas-batas pangkal dengan tembok penahan yang didukung oleh pondasi.
- b. Pangkal kolom spill- through Timbunan diijinkan berada dan melalui portal pangkal yang sepenuhnya tertanam dalam timbunan. Portal dapat terdiri dari balok kepala dan tembok kepala yang didukung oleh rangkaian kolom-kolom pada pondasi 7 atau secara sederhana terdiri dari balok kepala yang didukung langsung oleh tiang-tiang.
- c. Pangkal tanah bertulang Ini adalah sistem paten yang memperkuat timbunan agar menjadi bagian pangkal. Dalam perencanaan jembatan Kuripan, digunakan abutment jenis tembok penahan kontraport, memungkinkan timbunan jalan tertahan oleh tembok penahan. Karena elevasi jalan lebih tinggi dari elevasi tinggi banjir rencana sehingga perlu dibangun dinding penahan tanah.

3. Pelat Injak

Pelat injak berfungsi untuk menahan hentakan pertama roda kendaraan ketika maemasuki awal jembatan. Pelat injak ini sangat berpengaruh pada pekerjaan bangunan bawah. Karena bila dalam pelaksanaan pemadatan kurang sempurna maka akan mengakibatkan penurunan plat injak akan patah.

4. Oprit

Merupakan jalan pelengkap untuk masuk ke jembatan dengan kondisi disesuaikan agar mampu memberikan keamanan saat peralihan dari ruas jalan menuju jembatan.

2.2 Standar Peraturan Perencanaan Jembatan

Adapun perencanaan jembatan ini mengacu kepada standar peraturan yang telah ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum antara lain :

- a. RSNIT – 02 – 2005, Peraturan Pembebanan Jembatan.
- b. RSNIT – 03 – 2005, Peraturan Struktur Baja Untuk Jembatan.
- c. RSNIT – 12 – 2004, Peraturan Struktur Beton Untuk Jembatan.
- d. SNI 3967:2008, Spesifikasi Bantalan Elastomer Tipe Polos dan Tipe Berlapis Untuk Perletakan Jembatan.

2.3 Dasar - Dasar Perencanaan

2.3.1 Pembebanan

Tabel di bawah ini berisi tentang berat isi untuk beban mati

Tabel 2.1. Berat isi untuk beban mati (KN/m³)

No	Bahan	Berat/Satuan isi (KN/m ³)	Kerapatan masa (Kg/m ³)
1	Campuran alumunium	26.7	2720
2	Lapisan permukaan beraspal	22	2240
3	Besi tuang	71	7200
4	Timbunan tanah dipadatkan	17.2	1760
5	Kerikil dipadatkan	18.8 - 22.7	1920 – 2320
6	Aspal beton	22	2240
7	Beton ringan	12.25 - 19.6	1250 – 2000
8	Beton	22 - 25	2240 – 2560
9	Beton prategang	25 - 26	2560 – 2640
10	Beton bertulang	23.5 - 25.5	2400 – 2600
11	Timbal	111	11400
12	Lempung lepas	12.5	1280
13	Batu pasangan	23.5	2400
14	Neoprin	11.3	1150
15	Pasir Kering	15.7 - 17.2	1600 – 1760
16	Pasir basah	18 - 18.8	1840 – 1920
17	Lumpur lunak	17.2	1760
18	Baja	77	7850

Lanjutan Tabel 2.1. Berat isi untuk beban mati (KN/m³)

No	Bahan	Berat/Satuan isi (KN/m ³)	Kerapatan masa (Kg/m ³)
19	Kayu (Ringan)	7.8	800
20	Kayu (Keras)	11	1120
21	Air murni	9.8	1000
22	Air garam	10	1025
23	Besi tempa	75.5	7680

Tabel di bawah ini berisi tentang faktor beban umum

Tabel 2.2. Faktor Beban Umum

Pasal No	Aksi		Lamanya Waktu	Faktor beban pada keadaan batas		
	Nama	Simbol		Daya Layan K	Ultimit $K_{u,xx}$	
					Normal	Terkurangi
5.2	Berar Sendiri	PMS	Tetap	1,0	*(3)	*(3)
5.3	Beban Mati Tambah	PMA	Tetap	1,0 / 1,3 (3)	2,0 / 1,4 (3)	0,7 / 0,8 (3)
5.4	Penyusutan dan Rangkak	PSR	Tetap	1,0	1,0	N/A
5.5	Prategang	PPR	Tetap	1,0	1,0	N/A
5.6	Tekanan Tanah	PTA	Tetap	1,0	*(3)	*(3)
5.7	Beban Pelaksanaan Tetap	PPL	Tetap	1,0	1,25	0,8
6.2	Beban Lanjut "D"	TTD	Tran	1,0	1,8	N/A
6.4	Beban Lantu "L"	TTT	Tran	1,0	1,8	N/A

Lanjutan Tabel 2.2. Faktor Beban Umum

Pasal No	Aksi		Lamanya Waktu	Faktor beban pada keadaan batas		
	Nama	Simbol		Daya Layan K	Ultimit $K_{u,xx}$	
					Normal	Terkurangi
6.5	Gaya Rem	TTB	Tran	1,0	1,8	N/A
6.6	Gaya Sentrifugal Tambahan	TTR	Tran	1,0 (3)	1,8 (3)	N/A (3)
6.7	Beban Trotoar Rangkak	TTP	Tran	1,0	1,8	N/A
6.8	Beban - beban Tumbukan	TTC	Tran	*(3)	*(3)	N/A
7.1	Penurunan	PES	Tetap	1,0	N/A	N/A
7.2	Temperatur Tetap	TET	Tran	1,0	1,2	0,8
7.3	Aliran Benda Hanyutan /	TEF	Tran	1,0	*(3)	N/A
7.4	Hidro / Daya	TEU	Tran	1,0	1,0	1,0
7.5	Angin	TEW	Tran	1,0	1,2	N/A
7.6	Gempa	TEO	Tran	N/A	1,0	N/A
8.1	Gesekan	TBF	Tran	1,0	1,3	0,8
8.2	Getaran	TVL	Tran	1,0	N/A	N/A
8.3	Pelaksanaan	Tel	Tran	*(3)	*(3)	*(3)

CATATAN (1) simbol yang terlihat hanya untuk beban nominal, simbol untuk beban rencana menggunakan tanda bintang , untuk : $P*MS$ = berat sendiri rencana

CATATAN (2) Tran = Transien

CATATAN (3) untuk penjelasan lihat pasal yang sesuai

CATATAN (4) "N/A" menandakan tidak dapat dipakai. Dalam hal dimana pengaruh beban transien adalah meningkatkan keamanan, faktor beban yang cocok adalah nol

Tabel di bawah ini berisi tentang faktor beban untuk berat sendiri

Tabel 2.3. Faktor beban untuk berat sendiri

Jangka Waktu	Fakto Beban			
	K _s ;;M _s		K _u ;;M _S	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja, alumunium	1,0	1,1	0,9
	Beton pracetak	1,0	1,2	0,85
	Beton dicor ditempat	1,0	1,3	0,75
	Kayu	1,0	1,4	0,7

Tabel di bawah ini berisi tentang faktor beban untuk beban mati tambahan

Tabel 2.4. Faktor beban untuk beban mati tambahan

Jangka Waktu	Fakto Beban			
	K _s ;;M _s		K _u ;;M _S	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Keadaan umum (1)	1,0	2,0	0,7
	Keadaan khusus	1,0	1,4	0,8
CATATAN (1) Faktor Beban 1.3 Digunakan Untuk Utilitas				

Berat sendiri dari bagian – bagian bangunan adalah berat dari bagian tersebut dengan elemen – elemen struktural lain yang dipikulnya. Termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non struktural yang dianggap tetap.

Beban mati jembatan terdiri dari berat masing – masing bagian struktural dan elemen – elemen non struktural. Masing – masing berat elemen ini harus dianggap sebagai aksi yang terintergrasi pada waktu menerapkan faktor beban biasa dan yang berkurang, perencana jembatan menentukan elemen – elemen tersebut.

a. Beban terbagi rata (BTR)

Mempunyai intestas q kPa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani L , seperti berikut :

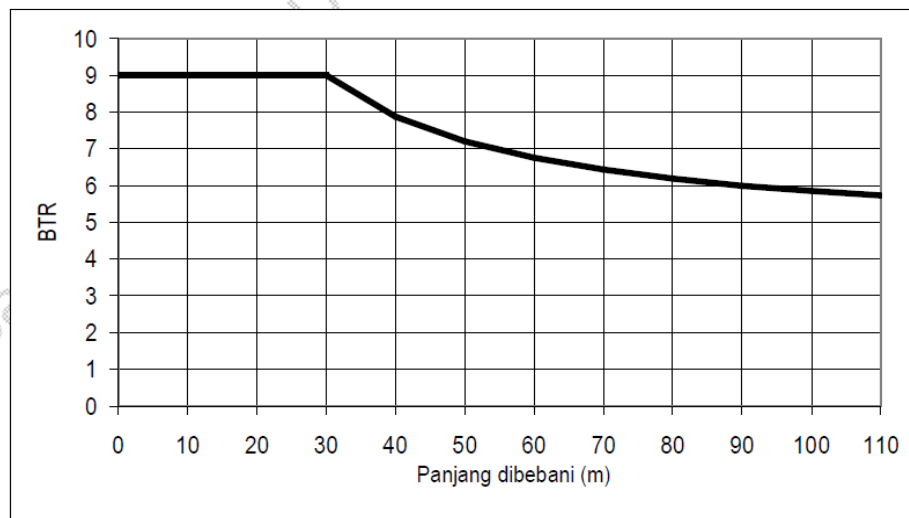
$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa}$

$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa} (0,5 + 15/L)$

Dengan pengertian :

Q adalah intensitas beban terbagi rata dalam arah memanjang jembatan.

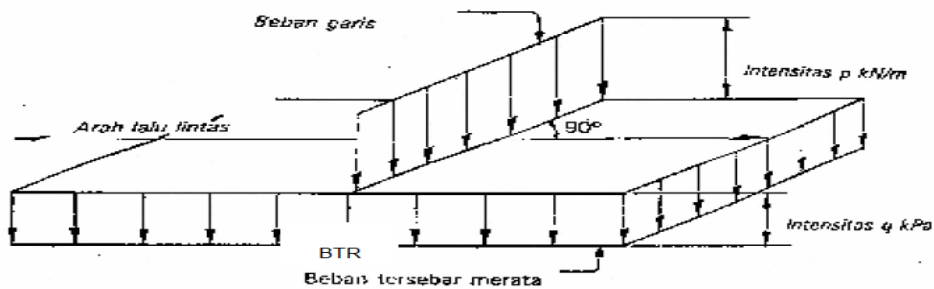
L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter).



Gambar 2.1. Beban “D” : BTR vs Panjang yang dibebani

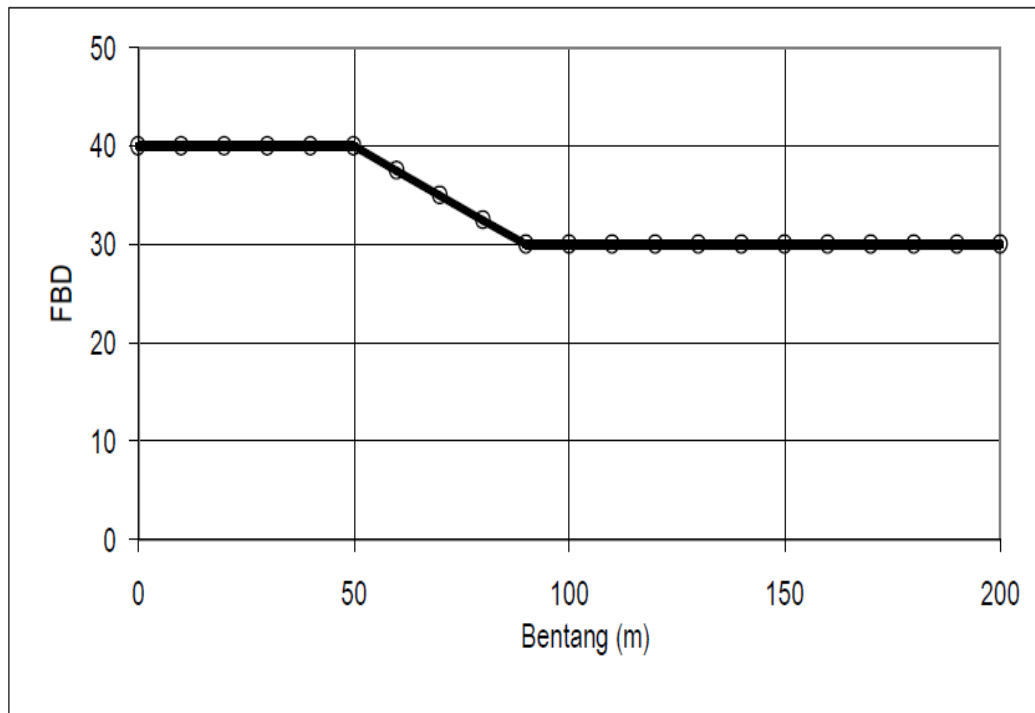
b. Beban Garis (BGT)

Dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalulintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m. Untuk mendapatkan momen lentur negatif maksimum pada jembatan menerus, BGT kedua yang indentik harus ditempatkan pada posisi dalam arah melintang jembatan pada bentang lainnya.



Gambar 2.2. Beban lajur “D”

FBD yang digunakan untuk kedalaman yang dipilih harus diterapkan untuk bangunan seutuhnya.

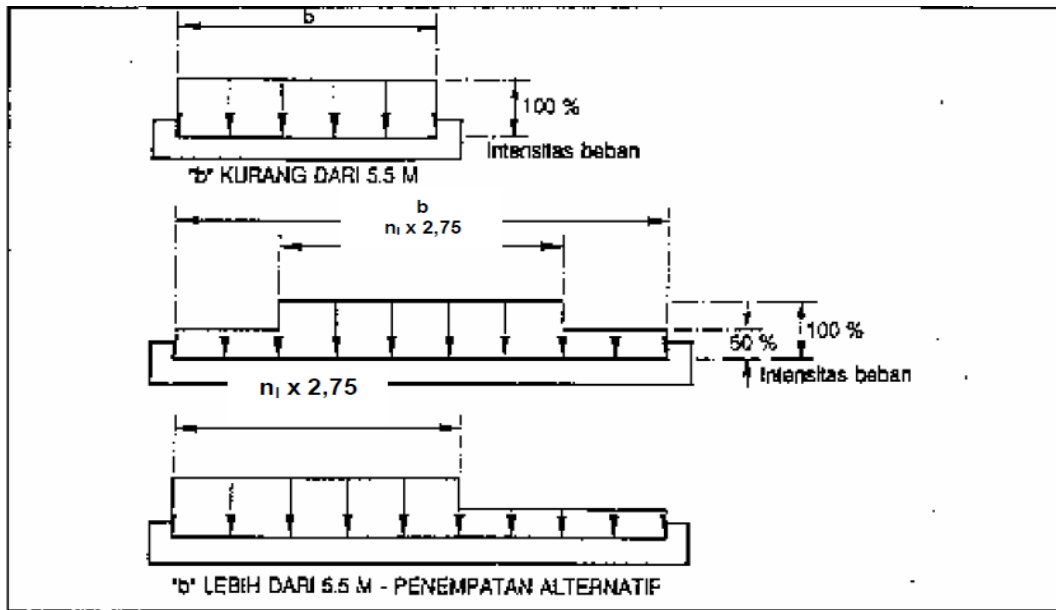


Gambar 2.3. Faktor beban dinamis untuk pembebanan lajur “D”

c. Penyebaran beban D pada arah melintang

Beban “D” harus disusun arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum, penyusunan komponen – komponen beban terbagi rata dan BGT dari beban “D” pada arah melintang harus sama. Penempatan beban ini dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Bila lebar jalur kendaraan kurang atau sama dengan 5,5 m maka beban “D” harus ditempatkan keseluruhan jalur dengan intensitas 100%.
2. Apabila lebar jalur lebih besar dari 5,5 m, beban “D” pada jumlah lajur lalu lintas rencana (n_1) yang berdekatan (Tabel 11), dengan intensitas 100% seperti tercantum dalam pasal 6.3.1. Hasilnya adalah beban garis ekuivalen sebesar $n_1 \times 2,75 q$ kN/m dan beban terpusat ekuivalen $n_1 \times 2,75 p$ Kn, kedua – duanya bekerja strip pada lajur dasar sebesar $n_1 \times 2,75$ m.
3. Lajur lalu lintas rencana yang membentuk strip ini bisa ditempatkan dimana saja pada lajur jembatan. Beban “D” tambahan harus ditempatkan pada seluruh lebar sisa dari jalur dengan intensitas sebesar 50%.



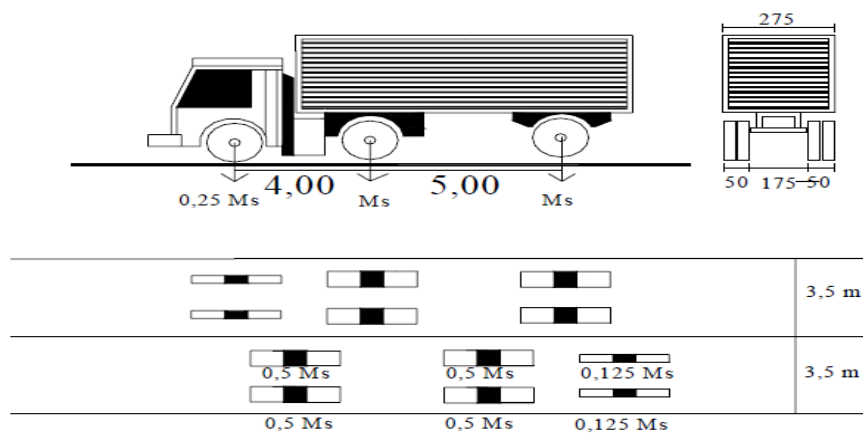
Gambar 2.4. Penyebaran Pembebanan Pada Arah Melintang

Tabel di bawah ini berisi tentang faktor beban akibat beban D

Tabel 2.5. Faktor Beban Akibat Beban D

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	S;;TD	U;;TD
Transien	1,0	1,8

d. Beban truck “T”



Gambar 2.5. Pembebanan truck “T” (500kN)

FBD diambil 30%. Harga FBD yang dihitung digunakan pada seluruh bagian bangunan yang berada diatas permukaan tanah.

Tabel di bawah ini berisi tentang faktor beban akibat beban T

Tabel 2.6. Faktor Beban Akibat Beban T

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	$K_{s;;\tau\tau}$	$K_{u;;\tau\tau}$
Transien	1,0	1,8

Pembebanan truck “T” terdiri dari kendaraan truck semi trailer yang mempunyai susunan dan berat as seoerti terlihat dalam gambar 2.5. Berat dari masing – masing as disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 as tersebut bisa diubah – ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh tersebar pada arah memanjang jembatan.

Terlepas dari panjang jembatan atau susunan bentang, hanya satu kendaran truck “T” yang bisa ditempatkan pada satu jalur lalu lintas rencana. Kendaraan truck “T” ini harus ditempatkan ditengah lajur lalu lintas rencana seperti terlihat dalam gambar 2.5. jumlah maksimum lajur lalu lintas rencana dapat dilihat dalam pasal 6.2 berikut, akan tetapi jumlah lebih kecil bisa digunakan dalam perencanaan apabila menghasilkan pengaruh yang lebih besar. Hanya jumlah jalur lalu lintas rencana bisa ditempatkan dimana saja pada lajur jembatan.

Untuk pembebanan truck “T”. FBD diambil 30%. Harga FBD yang dihitung digunakan pada seluruh bagian bangunan yang berada diatas permukaan tanah. Untuk bagian bangunan bawah dan pondasi yang berada di bawah garis permukaan, harga FBD harus diambil sebagai peralihan linier dari harga pada garis permukaan tanah sampai nol pada kedalaman 2 m.

Untuk banguna yang terkubur, seperti halnya gorong – gorong dan struktur baja tanah. Harga FBD jangan diambil kurang dari 10% untuk kedalaman 2 m. Untuk kedalaman antara bisa diinterpolasi linier . harga FBD yang digunakan untuk kedalaman yang dipilih harus ditetapkan untuk bangunan seutuhnya.

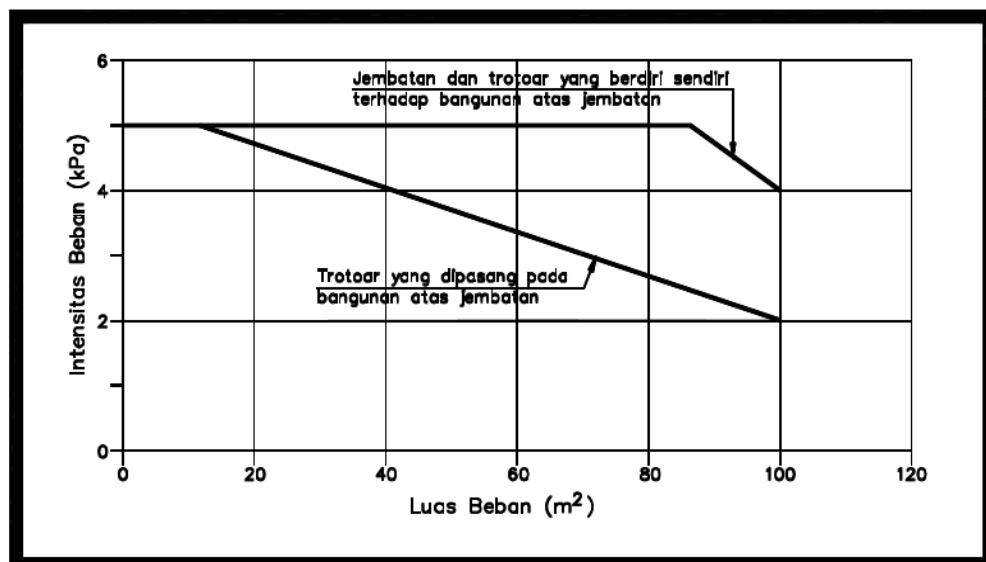
e. Beban Pejalan Kaki

Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyeberangan yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk beban nominal 5 kPa. Jembatan pejalan kaki dan trotoar pada jembatan jalan raya harus direncanakan untuk memikul beban per m² dari luas yang dibebani. Luas yang dibebani adalah luas yang terkait dengan elemen bangunan yang ditinjau. Untuk jembatan, pembebanan lalu lintas dan pejalan kaki jangan diambil secara bersamaan pada keadaan batas ultimit. Apabila trotoar memungkinkan digunakan untuk kendaraan ringan atau ternak, maka trotoar harus direncanakan untuk bisa memikul beban hidup terpusat sebesar 20 kN. Tabel di bawah ini berisi faktor akibat pembebanan untuk pejalan kaki

Tabel 2.7. Faktor akibat pembebanan untuk pejalan kaki

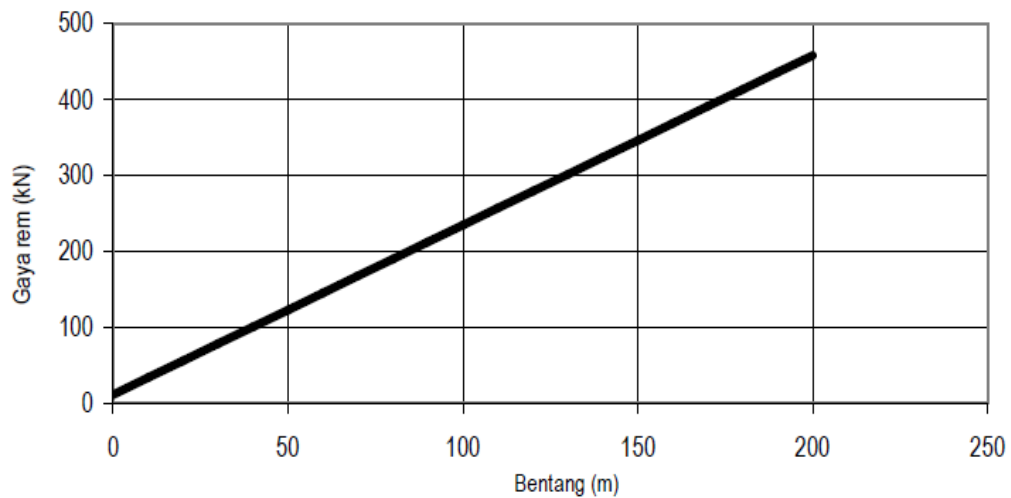
Jangka Waktu	Faktor Beban	
	K _{S;;TT}	K _{U;;TT}
Transien	1,0	1,8

Sandaran untuk pejalan kaki harus direncanakan untuk dua pembebanan rencana daya layan yaitu $w^* = 0,75$ kN/ meter. Beban-beban ini bekerja secara bersamaan dalam arah menyilang dan vertikal pada masing-masing sandaran.



Gambar 2.6. Pembebanan Untuk Pejalan Kaki

f. Gaya Rem



Gambar 2.7. Gaya Rem Per Lajur 2,75 km (KBU)

Bekerjanya gaya – gaya diarah memanjang jembatan, akibat gaya rem dan traksi, harus ditinjau untuk kedua jurusan lalu lintas. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan gaya rem sebesar 5% dari beban lajur D yang dianggap ada semua jalur lalu lintas. Tanpa dikalikan dengan faktor beban dinamis dan dalam satu jurusan.

Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1.8 m diatas permukaan lantai kendaraan. Beban lajur D disini jangan direduksi bila panjang bentang melebihi 30 m, digunakan rumus $1:q=9 \text{ kPa}$.

Dalam memperkirakan pengaruh gaya terhadap perletakan dan bangunan bawah jembatan, maka gesekan atau karakteristik perpindahan geser dari perletakan ekspansi dan kekakuan bangunan bawah harus diperhitungkan.

Gaya rem tidak boleh digunakan tanpa memperhitungkan pengaruh beban lalu lintas vertikal. Dalam hal dimana beban lalu lintas vertikal mengurangi pengaruh dari gaya rem (seperti pada stabilitas guling dari pangkal jembatan), maka faktor beban ultimit berkurang sebesar 40% boleh digunakan pengaruh beban lalu lintas vertikal. Pembebanan lalu lintas 70% dan faktor pembesaran diatas 100% BGT dan beban terbagi rata tidak berlaku untuk gaya rem.

Tabel di bawah ini berisi tentang faktor beban akibat beban gaya rem

Tabel 2.8 Faktor beban akibat gaya rem

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	$K_{S;;TB}$	$K_{u;;TB}$
Transien	1,0	1,8

2.3.2 Metode Perhitungan

a. Pelat Lantai Kendaraan

1) Tebal pelat lantai

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

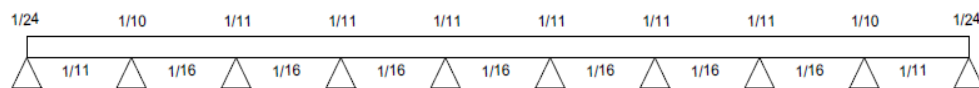
$$t_s \geq (100 + 40.l)$$

2) Pembebanan

a) Beban mati

Beban mati terdiri atas berat aspal, berat pelat lantai dan berat air hujan.

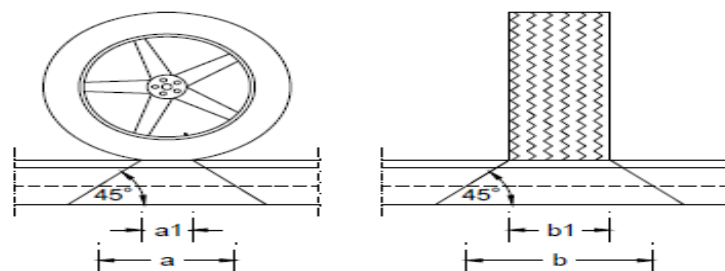
Dari pembebanan tersebut maka akan diperoleh q_{DLult} . Pelat lantai kendaraan dianggap pelat satu arah.



$$M_x = M_{DLult} = 1/11 \cdot q_{DLult} \cdot L^2$$

b) Beban hidup

Berasal dari kendaraan bergerak (muatan T) :



Gambar 2.8 Penyaluran Tegangan Dari Roda Akibat Bidang Kontak

Beban truck

$$Tu = 1,8 \times 1,3 \text{ T}$$

Jadi pembebanan truck,

$$q = \frac{Tu}{a \times b} \rightarrow \text{Momen dihitung menggunakan tabel bitner}$$

3) Penulangan

$$\text{Rumus penulangan} = AS_{min} = \frac{bd}{fy} \dots\dots\dots(2.1)$$

(RSNI T – 12 – 2004)

b. Trotoar

Pada perencanaannya trotoar dianggap sebagai balok menerus.

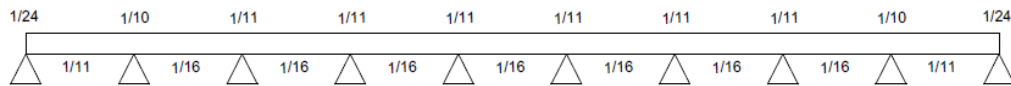
1) Pembebanan

a) Beban mati

Beban mati terdiri atas berat finishing trotoar, berat trotoar dan berat air hujan.

b) Beban hidup

Beban hidup ini terdiri atas beban pejalan kaki. Dari pembebanan di atas maka akan diperoleh Wu. Trotoar dianggap balok menerus.



$$Mu = 1/10 \times Wu \times L^2$$

2) Penulangan

$$AS_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4 fy} bd \dots\dots\dots(2.2)$$

$$AS_{min} = \frac{1,4}{fy} bd \dots\dots\dots(2.3)$$

(RSNI T – 12 – 2004)

c. Gelagar Melintang

Gelagar melintang direncanakan sebaga i gelagar komposit memakai baja WF dan dianggap sebagai balok dengan dua tumpuan. Momen yang diperhitungkan adalah pada saat sebelum dan sesudah komposit.

1) Pembebanan

a) Beban mati

Beban mati terdiri atas sumbangan dari pelat lantai dan beban trotoar.

b) Beban hidup

Beban hidup ini terdiri atas beban terbagi rata (BTR), beban garis terpusat (BGT) dan beban hidup trotoar.

2) Kontrol kekuatan sebelum komposit

$$M_{\text{total}} = M_{\text{DLmax}} + M_{\text{profilmax}}$$

$$M_n = Z_x \times F_y$$

Cek apakah $M_{\text{total}} < \phi M_n$, jika ya maka dimensi gelagar aman.

3) Kontrol kekuatan setelah komposit

$$M_{\text{total}} = M_{\text{DLmax}} + M_{\text{LLmax}} + M_{\text{profilmax}}$$

$$M_n = T \cdot Z = A_s \cdot f_y \cdot Z = 27360 \times 240 \times 575,5 = 3778963200 \text{ Nmm}$$

Cek apakah $M_{\text{total}} < \phi M_n$, jika ya maka dimensi gelagar aman.

4) Geser

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \dots\dots\dots(2.4)$$

(RSNI T – 03 – 2005)

Cek apakah $V_{\text{total}} < \phi V_n$, jika ya maka dimensi gelagar aman terhadap geser.

5) Shear konektor

Karena PNA berada pada pelat lantai kendaraan, maka gaya geser total adalah :

$$T_{\text{max}} = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots(2.5)$$

Kekuatan satu konektor stud

$$Q_u = 0,0005 \times A_{st} \times \sqrt{E_c F_c'} \dots\dots\dots(2.6)$$

Jumlah konektor stud

$$n = \frac{T_{\text{max}}}{Q_u} \dots\dots\dots(2.7)$$

Jarak memanjang antara penghubung tidak boleh lebih besar dari :

600 mm, 2 x hf dan 4 x hs

d. Ikatan angin

Gaya nominal ultimit dan daya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angin rencana seperti berikut:

$$TEW = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \text{ [kN] } \dots\dots\dots(2.8)$$

Apabila suatu kendaraan sedang berada diatas jembatan, beban garis merata tambahan arah horisontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan dengan rumus:

$$TEW = 0,0012 C_w (V_w)^2 A_b \text{ [kN] } \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan pengertian :

- a) V_w adalah kecepatan angin rencana (m/s) untuk keadaan batas yang ditinjau
- b) C_w adalah koefisien seret
- c) $m A_b$ adalah luas equivalen bagian samping jembatan (m^2)

Tabel di bawah ini berisi tentang koefisien seret C_w

Tabel 2.9. Koefisien Seret C_w

Tipe Jembatan	C_w
Bangunan atas masif. (1), (2)	
$b/d = 1,0$	2.1 (3)
$b/d = 2,0$	1.5 (3)
Lanjutan Tabel 2.9. koefesie seret C_w	
$b/d \geq 6,0$	1.25 (3)
Bangunan atas rangka	1.2
CATATAN (1) b = Lebar keseluruhan jembatan dihitung dari sisi luar sandaran d = Tinggi bangunan atas, termasuk tinggi bagian sandran yang masif	
CATATAN (2) Untuk harga antara dari b/d bisa diinterpolasi linier	
CATATAN (3) Apabila bangunan atas mempunyai superelevasi, C_w harus dinaikan sebesar 3% untuk setiap derajat super elevasi, dengan kenaikan maksimum 2,5%	

Tabel di bawah ini berisi tentang kecepatan angin rencana V_w

Tabel 2.10. Kecepatan Angin Rencana VW

Keadaan batas	Lokasi	
	Sampai 5 km dari pantai	> 5 km dari pantai
Daya layan	30 m/s	25 m/s
Ultimit	35 m/s	30 /s

d) Ha dan Hb

$$Ha = \frac{(Tew1 \cdot x1) + (Tewn \cdot xn)}{y} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$Hb = ((Tew1 \cdot x1) + (Tewn \cdot xn)) - Ha \dots\dots\dots(2.11)$$

Selanjutnya, diambil nilai Ha dan Hb yang terbesar dari dua kondisi, yaitu pada saat kendaraan berada di atas jembatan dan pada saat kendaraan tidak berada di atas jembatan.

e) Gaya batang

Untuk menghitung gaya batang, digunakan cremona. Angka – angka yang didapat dari Cremona selanjutnya dikali dengan Ha atau Hb.

f) Dimensi profil

Setelah gaya batang didapat, dilanjutkan dengan pendimensian profil.

1. Kontrol terhadap batang tarik

$$\lambda \frac{Lk}{i_{min}}$$

$$\varnothing Pn = 0,9 \times Ag \times Fy \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\varnothing Pn = 0,75 \times Ae \times Fu \dots\dots\dots(2.13)$$

Dari persamaan (1) dan (2) diambil yang terkecil Kemudian dicek apakah $P_{umax} < \varnothing Pn$

2. Kontrol terhadap batang tekan

$$\lambda \frac{Lk}{i_{min}} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\lambda \frac{1}{\pi} \times \frac{Lk}{i_{min}} \times \sqrt{\frac{fy}{Es}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Untuk $\lambda c > 1,5$, maka

$$\varnothing Pn = 0,85 \times \frac{0,88}{\lambda c} Ag, Fy \dots\dots\dots(2.16)$$

k apakah $P_u \max < \phi P_n$

g) Sambungan

Sambungan terdiri atas 2 jenis, yaitu sambungan baut dan sambungan las.

1. Sambungan baut

1) Kekuatan geser baut

$$V_f = 0,62 \cdot f_{uf} \cdot k_r \cdot (n_n \cdot A_c + n_x \cdot A_0) \dots\dots\dots(2.17)$$

Dicek apakah

$$V_f^* \leq \phi V_f$$

2) Kekuatan tarik baut

$$N_{tf} = A_s \cdot F_{uf} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dicek apakah

$$N_{tf}^* \leq \phi N_{tf}$$

3) Kombinasi geser dan tarik

$$\left(\frac{V_f}{\phi V_f}\right)^2 \times \left(\frac{N_{tf}}{\phi N_{tf}}\right)^2 \leq 1.0$$

4) Kekuatan tumpu pelat lapis

$$V_b = 3,2 \cdot d_f \cdot t_p \cdot f_{up} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$V_b = a_e \cdot t_p \cdot f_{up} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dari persamaan (1) dan (2) diambil yang terkecil

$$Dicek \text{ apakah } V_b^* \leq \phi V_b$$

5) Jumlah baut

$$n = \frac{D_u}{R_u} \dots\dots\dots(2.21)$$

6) Jarak dari tepi pelat ke pusat baut (S1)

$$S1 \text{ min} = 1,5 d_f$$

$$S1 \text{ max} = 12 t_p$$

$$S1 \text{ max} < 150 \text{ mm}$$

Diambil diantara nilai minimum dan nilai maksimum.

7) Jarak antar baut (S)

$$S \text{ min} = 2,5 d_f = 2,5 \times 20 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} = 15 t_p = 15 \times 10 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} < 200 \text{ mm}$$

Diambil diantara nilai minimum dan nilai maksimum.

8) Kontrol terhadap keruntuhan blok untuk batang tarik

Retak geser leleh tarik

$$F_u \leq \phi (A_{nv} \times f_u \times 0,6 + A_{gt} \times f_y) \dots\dots\dots(2.22)$$

Retak tarik leleh geser

$$F_u \leq \phi (A_{nt} \times f_u + A_{gv} \times f_y \times 0,6) \dots\dots\dots(2.23)$$

2) Sambungan las

Kuat las per satuan panjang

$$V_w = 0,6 \cdot f_{uw} \cdot t_t \cdot k_r \dots\dots\dots(2.24)$$

$$V_w^* \leq \phi V_w$$

h) Rangka utama

1. Gaya batang

Gaya batang rangka utama dihitung dengan menggunakan metode garis pengaruh.

2. Pembebanan ultimate

a) Beban mati

Beban mati terdiri atas berat pelat lantai, berat aspal, berat trotoar, berat gelagar melintang, berat ikatan angin dan berat rangka utama.

b) Beban hidup

Beban hidup ini terdiri atas beban terbagi rata (BTR), beban garis terpusat (BGT) beban air hujan dan beban hidup trotoar.

3. Dimensi

Pendimensian rangka utama dilakukan berdasarkan dari tabel gaya batang akibat kombinasi beban ultimate.

a) Kontrol terhadap batang tarik

$$\lambda \frac{L_k}{i_{min}}$$

$$\phi P_n = 0,9 \times A_g \times F_y \dots\dots\dots(2.25)$$

$$\phi P_n = 0,75 \times A_e \times F_u \dots\dots\dots(2.26)$$

Dari persamaan (1) dan (2) diambil yang terkecil Kemudian dicek apakah $P_{umax} < \phi P_n$.

b) Kontrol terhadap batang tekan

$$\lambda \frac{Lk}{i_{\min}}$$

$$\lambda \frac{1}{\pi} x \frac{Lk}{i_{\min}} x \sqrt{\frac{fy}{ES}}$$

Untuk $\lambda_c < 1,5$, maka

$$\phi P_n = 0,85 \cdot (0,60\lambda_c^2) A_g \cdot F_y$$

Kemudian di cek apakah $P_{\max} < \phi P_n$

4. Pembebanan daya layan

Pembebanan daya layan ini digunakan untuk menghitung lendutan pada rangka batang. Komposisi beban tetap sama seperti pembebanan ultimate, hanya saja faktor bebannya yang berbeda.

5. Lendutan

Setelah didapat kombinasi beban daya layan, maka dihitung lendutan rangka batang.

$$\lambda L = \frac{FL}{Ea} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$\lambda = ux \frac{Lk}{i_{\min}} \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana :

ΔL = ubahan panjang anggota akibat beban yang bekerja (mm)

F = Gaya yang bekerja (N)

L = panjang bentang (mm)

E = modulus elastisitas baja (200000 MPa)

A = Luas profil baja (mm²)

u = gaya aksial suatu anggota akibat beban satuan

Δ = komponen lendutan dalam arah beban satuan

6. Sambungan

Sambungan terdiri atas 2 jenis, yaitu sambungan baut dan sambungan las.

a) Sambungan baut

1) Kekuatan geser baut

$$V_f = 0,62 \cdot f_{uf} \cdot k_r \cdot (n_n \cdot A_c + n_x \cdot A_0)$$

Dicek apakah $V_f^* \leq \phi V_f$

2) Kekuatan tarik baut

$$N_{tf} = A_s \cdot f_{uf}$$

Dicek apakah $N_{tf}^* \leq \phi N_{tf}$

3) Kombinasi geser dan tarik

$$\left(\frac{V_f}{\phi V_f}\right)^2 \times \left(\frac{N_{tf}}{\phi N_{tf}}\right)^2 \leq 1.0$$

4) Kekuatan tumpu pelat lapis

$$V_b = 3,2 \cdot d_f \cdot t_p \cdot f_{up} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$V_b = a_e \cdot t_p \cdot f_{up} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dari persamaan (1) dan (2) diambil yang terkecil

Dicek apakah $V_b^* \leq \phi V_b$

5) Jumlah baut

$$n = \frac{D_u}{R_u}$$

6) Jarak dari tepi pelat ke pusat baut (S1)

$$S1_{min} = 1,5 d_f$$

$$S1_{max} = 12 t_p$$

$$S1_{max} < 150 \text{ mm}$$

Diambil diantara nilai minimum dan nilai maksimum.

7) Jarak antar baut (S)

$$S_{min} = 2,5 d_f = 2,5 \times 20 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

$$S_{max} = 15 t_p = 15 \times 10 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$$

$$S_{max} < 200 \text{ mm}$$

Diambil diantara nilai minimum dan nilai maksimum.

8) Kontrol terhadap keruntuhan blok untuk batang tarik

Retak geser leleh tarik

$$F_u \leq \phi(A_{nv} \times f_u \times 0,6 + A_{gt} \times f_y)$$

Retak tarik leleh geser

$$F_u \leq \phi(A_{nt} \times f_u + A_{gv} \times f_y \times 0,6)$$

b) Sambungan las

Kuat las per satuan panjang

$$V_w = 0,6 \cdot f_{uw} \cdot t_t \cdot k_r$$

$$V_w^* \leq \phi V_w$$

i) Perletakan (elastomer)

Landasan yang dipakai dalam perencanaan jembatan ini adalah landasan elastomer berupa landasan karet yang dilapisi pelat baja. Elastomer ini terdiri dari elastomer vertical yang berfungsi untuk menahan gaya horizontal dan elastomer horizontal untuk menahan gaya vertical. Sedangkan untuk menahan gaya geser yang mungkin terjadi akibat gempa, angin dan rem dipasang lateral stop dan elastomer sebagai bantalannya.

1. Pembebanan

Pembebanan atau gaya – gaya yang bekerja pada perletakan adalah beban mati bangunan atas, beban hidup bangunan atas, beban hidup garis, gaya rem dan beban angin. Selanjutnya dicek apakah gaya yang bekerja < kapasitas beban per unit elastomer.

2. Lateral stop

Dianggap sebagai konsul pendek.

Syarat konsul pendek $\frac{a}{d} < 1$

3. Penulangan lateral stop

Tulangan A_{vf} yang dibutuhkan untuk menahan gaya geser $V_u = \phi V_n$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi}$$

Beton dicor monolit $\Rightarrow \mu = 1,4$

$$A_{vf} = \frac{V_n}{F_{y,\mu}}$$

Tulangan A_f yang dibutuhkan untuk menahan momen M_u adalah

$$M_u = 0,2 \times V_u \times (h - d) + N_{uc} \times (h - d)$$

$$K = \frac{M_u}{\phi b d^2} \dots \dots \dots (2.29)$$

$$\rho = \frac{0,85 f_c'}{F_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 f_c'}} \right) \dots \dots \dots (2.30)$$

$$A_f = \rho \times b \times d$$

Tulangan yang dibutuhkan untuk menahan gaya tarik N_{uc} adalah

$$N_{uc} = \phi A_n f_y \dots \dots \dots (2.31)$$

$$N_u = 0,2 \cdot V_u \dots \dots \dots (2.32)$$

$$A_n = \frac{Nu}{\phi \cdot f_y} \dots\dots\dots(2.33)$$

Tulangan utama adalah total A_g adalah nilai terbesar dari

- a) $A_g = A_f + A_n$
- b) $A_g = \left(\frac{2Avf}{3} + A_n \right)$
- c) $A_{gmin} = \rho_{min} \times b \times d$
- d) Tulangan sengkang
- e) $A_h = \frac{Avf}{3}$

j) Pelat injak

Pelat injak ini berfungsi untuk mencegah defleksi yang terjadi pada permukaan jalan akibat desakan tanah. Beban yang bekerja pada pelat injak (dihitung per meter lebar). Untuk berat kendaraan di belakang bangunan penahan tanah diasumsikan sama dengan berat tanah setinggi 60cm.

1. Pembebanan pelat injak

Pembebanan pelat injak terdiri atas berat lapisan aspal, berat tanah isian, berat sendiri pelat injak, berat lapisan perkerasan dan berat beban kendaraan. dari pembebanan akan didapat $q_{ULTtotal}$.

2. Penulangan pelat injak

$$M_u \max = 1/8 \cdot q_{ULT \text{ total}} \cdot L^2$$

$$A_{Smin} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 f_y} b d \dots\dots\dots(2.2)$$

$$A_{Smin} = \frac{1,4}{f_y} b d \dots\dots\dots(2.3)$$

(RSNI T – 12 – 2004)

k) Dinding sayap

Dinding sayap merupakan suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan timbunan atau bahan lepas lainnya dan mencegah terjadinya kelongsoran pada permukaan tanah.

1. Pembebanan dinding sayap

Pembebanan terdiri atas berat lapisan tanah, berat lapisan perkerasan, berat sendiri dinding sayap dan berat beban kendaraan.

2. Penulangan dinding sayap

$$AS_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4 f_y} bd \dots\dots\dots(2.2)$$

$$AS_{min} = \frac{1,4}{f_y} bd \dots\dots\dots(2.3)$$

(RSNI T – 12 – 2004)

I) Abutment

1. Pembebanan abutmen

Pembebanan abutmen terdiri dari :

- a) Beban mati (Pm)
- b) Beban hidup (H + DLA)
- c) Tekanan tanah (PTA)
- d) Beban angin (Wn)
- e) Gaya rem (Rm)
- f) Gesekan pada perletakan (Gs)
- g) Gaya gempa (Gm)
- h) Beban pelaksanaan (pel)

Kombinasi pembebanan adalah sebagai berikut:

- a) Kombinasi I (AT) = Pm + P TA + Gs
- b) Kombinasi II (LL) = (H + DLA) + Rm
- c) Kombinasi III (AG) = Wn
- d) Kombinasi IV (GP) = Gm
- e) Kombinasi V (PL) = pel

Kemudian dikombinasikan lagi seperti berikut ini :

- a) Kombinasi I = AT + LL (100%)
- b) Kombinasi II = AT + LL (125%)
- c) Kombinasi III = AT + LL + AG (125%)
- d) Kombinasi IV = AT + LL + AG (140%)
- e) Kombinasi V = AT + GP (150%)
- f) Kombinasi VI = AT + PL (130%)
- g) Kombinasi VII = AT + LL (150%)

2. Kontrol stabilitas pembebanan

- a) Kontrol terhadap bahaya guling

$$FGL = \frac{M_T}{M_{GL}} \dots\dots\dots(2.34)$$

b) Kontrol terhadap bahaya geser

$$FGS = \frac{\mu \cdot V}{H} \dots\dots\dots(2.35)$$

c) Kontrol terhadap kelongsoran daya dukung

$$Fk = \frac{q_{ult}}{q_{ada}} \dots\dots\dots(2.36)$$

Bila abutmen tidak aman terhadap stabilitas, maka abutmen tersebut memerlukan pondasi atau bangunan pendukung lainnya, begitu pula sebaliknya.

m) Pondasi

Pondasi diperlukan jika konstruksi abutmen tidak aman terhadap stabilitas. Pemilihan jenis pondasi disesuaikan dengan kondisi dan keadaan tanah, apakah memakai pondasi sumuran atau pondasi tiang pancang.

1. Pembebanan

Untuk pembebanan menggunakan kombinasi 7 pembebanan dari perhitungan analisa stabilitas abutmen.

Dari persamaan bowles didapat

$$q_{all} = 12,5N \left(\frac{B+0,8}{B} \right)^2 Kd \dots\dots\dots(2.37)$$

kemudian dicek apakah $q_{all} > q_{ada}$

2. Penulangan utama

Untuk penulangan diambil dari kombinasi 1 penulangan abutmen potongan

$$A_{st} = \rho g \times A_g \dots\dots\dots(2.38)$$

Transformasi pondasi lingkaran ke segiempat

$$P_{nb} = (0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot b + A_s' \cdot f_s' - A_s \cdot f_y) \dots\dots\dots(2.39)$$

$$M_{nb} = (0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot b \left(\frac{h}{2} - \frac{hb}{2} \right) + A_s' \cdot f_s' \cdot 1/2 \cdot (d - d') - A_s \cdot f_y \cdot 1/2 \cdot (d - d')) \dots\dots\dots(2.40)$$

$$\text{Dicek apakah } eb = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} > e$$

Jika ya, maka kehancuran ditentukan oleh gaya tekan

$$P_n = \frac{A_s \cdot f_y}{\frac{3e}{D_s} + 1} + \frac{A_g \cdot f_c'}{\frac{9,6 \cdot D \cdot e}{(0,8D + 0,67DS)^2} + 1,18} \dots\dots\dots(2.41)$$

Dicek apakah $\emptyset P_n > P_{ult}$

3. Penulangan geser

$$A_c = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_c^2 \dots\dots\dots(2.42)$$

$$A_g = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \dots\dots\dots(2.43)$$

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \emptyset_s^2 \dots\dots\dots(2.44)$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_y} n \dots\dots\dots(2.45)$$

$$s = \frac{4A_s (D_c - D_s)}{D_c^2 \cdot \rho_s} \dots\dots\dots(2.46)$$

2.4 Pengelolaan Proyek

2.4.1 Definisi

Manajemen proyek adalah penerapan dari pengetahuan, keahlian, peralatan dan cara – cara yang digunakan untuk kegiatan proyek guna memenuhi kebutuhan dan keputusan dari pengguna proyek.

2.4.2 Rencana Kerja

Rencana kerja adalah rencana alokasi waktu untuk menyelesaikan masing – masing item pekerjaan proyek yang secara keseluruhan adalah rentang waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan sebuah proyek.

Untuk dapat menyusun rencana kerja yang baik dibutuhkan :

- a. Gambar kerja proyek.
- b. Rencana anggaran biaya pelaksanaan proyek.
- c. *Bill of Quantity* (BQ) atau daftar volume pekerjaan.
- d. Data lokasi proyek.
- e. Data sumber daya yang meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang tersedia disekitar lokasi pekerjaan proyek berlangsung.
- f. Data sumber daya yang meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang tersedia didatangkan kelokasi proyek.

- g. Data kebutuhan tenaga kerja dan ketersediaan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.
- h. Data cuaca atau musim dilokasi proyek.
- i. Data jenis transportasi yang dapat digunakan disekitar lokasi proyek.
- j. Metode kerja yang digunakan untuk melaksanakan masing – masing item pekerjaan.
- k. Data kapasitas produk meliputi peralatan,tenaga kerja, sub kontraktor, material.
- l. Data keuangan proyek harus meliputi arus kas, cara pembayaran pekerjaan, tenggang waktu pembayaran progress dll.

Rencana kerja pada proyek kontruksi dapat dibuat dalam bentuk sebagai berikut :

a. Kurva S

Kurva s adalah kurva yang menggambarkan progres pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan.

b. Bar Chart

Bar chart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun arah kolom vertikal. Kolom menunjukan skala waktu. Saat mulai akhir dari kegiatan dapat terlihat secara jelas, sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang. Proses penyusunan diagram batang dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

- 1) Daftar item kegiatan, yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
- 2) Urutan pekerjaan, dari data item tersebut diatas disusun urutan pelaksanaan kegiatan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian, dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
- 3) Waktu pelaksanaan pekerjaan, adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan

berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan pada setiap item pekerjaan.

c. Network Planing

Network planing adalah hubungan ketergantungan antara bagian – bagian pekerjaan (variabels) yang digambarkan / divisualisasikan, bila perlu lembur (tambah biaya) pekerjaan mana menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana tidak perlu tergesa – gesa sehingga alat dan orang daapt digeser ketempat lain demi definisi.

Macam – macam network planing :

- 1) CMD : *Chart Method Diagram*
- 2) NMT : *Network Managemen Technique*
- 3) PEP : *c Procedure*
- 4) CPA : *Critical Path Analysis*
- 5) CPM : *Critical Path Method*
- 6) PERT: *Critical Path Analysis Review Technique*

Diagram Alir (Flowchart)