

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Suatu jaringan jalan raya kadangkala mengalami hambatan terhadap kelancaran arus lalu lintas. Hambatan tersebut dapat berupa rintangan alam maupun lalu lintas itu sendiri seperti sungai, jalan kereta api, jalan lalu lintas biasa. Untuk mengatasi rintangan tersebut dapat dengan membangun konstruksi misalnya gorong-gorong jika rintangan tersebut jaraknya tidak terlalu besar. Jika hambatan terlalu besar seperti sungai atau danau maka alternatif yang dipilih adalah tergantung dari cuaca. Dari hal tersebut diatas maka dicarilah alternatif lain yaitu menggunakan konstruksi jembatan sebagai alat bantu penghubung dari jaringan jalan raya tersebut.

Jembatan dapat dikatakan sebagai salah satu peralatan atau prasarana transportasi yang tertua didalam kehidupan manusia. Pada zaman dahulu jembatan asal mulanya dibuat untuk menyeberangi sungai kecil dengan menggunakan balok-balok kayu atau batang-batang bambu dengan konstruksi yang sangat sederhana. Seiring dengan kemajuan zaman dan semakin maju pula pemikiran manusia, maka ditemukan bahan-bahan jembatan seperti dari beton, baja, kawat baja, serta ditemukannya juga jenis dan bentuk serta kekuatan jembatan. Secara umum suatu jembatan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-asitektural yang meliputi : aspek lalu lintas, aspek teknis, aspek estetika. (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Dalam melakukan perencanaan teknis (DED) jembatan standar maupun jembatan khusus harus memenuhi kriteria dasar teknis berikut ini:

1. Kekuatan unsur struktur dan stabilitas keseluruhan
2. Kelayakan struktur
3. Kesesuaian
4. Kemudahan pelaksanaan

5. Ekonomis
6. Bentuk estetika

Jembatan pada umumnya terdiri dari dua bagian konstruksi yaitu konstruksi bangunan atas dan konstruksi 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) dibawahnya.

Secara umum konstruksi jembatan memiliki dua bagian yaitu bangunan atas (super struktur) dan bangunan bawah (sub struktur).

1. Bangunan atas

Bangunan atas terletak pada bagian atas konstruksi jembatan yang menampung beban-beban lalu lintas, orang, barang dan berat sendiri konstruksi yang kemudian menyalurkan beban tersebut kebagian bawah. Bagian-bagian bangunan atas suatu jembatan terdiri dari:

- a. 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 beton umumnya sandaran dibuat dari pipa galvanis atau semacamnya.

- b. Rangka jembatan

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

- c. 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 antara 0.5 – 1.5 meter dan dipasang pada bagian kanan serta kiri jembatan.

- d. Lantai kendaraan

Merupakan lintasan utama yang dilalui kendaraan, lebar jalur kendaraan yang diperkirakan cukup untuk berpapasan supaya jalan kendaraan dapat lebih leluasa, lebar lantai satu jalur adalah 2.75 meter.

e. Gelagar memanjang

Berfungsi menerima beban lantai kendaraan, trotoar dan beban lainnya serta menyalurkannya ke rangka utama.

f. Gelagar melintang

Berfungsi menerima beban lantai kendaraan, trotoar, gelagar memanjang dan beban lainnya serta menyalurkannya ke rangka utama.

g. Ikatan angin atas/bawah dan ikatan rem

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

h. Landasan

Landasan atau perletakan dibuat untuk menerima gaya-gaya dari konstruksi bangunan atas baik secara horizontal, vertikal maupun lateral dan menyalurkan ke bangunan dibawahnya.

2. Bangunan bawah

Bangunan ini terletak pada bagian bawah konstruksi yang berfungsi untuk memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas kemudian disalurkan ke pondasi dan dari pondasi diteruskan ke tanah keras dibawahnya. Dalam perencanaan jembatan masalah bangunan bawah harus mendapat 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 bawah juga bekerja gaya-gaya akibat tekanan tanah dari oprit serta barang-barang hanyutan dan gaya-gaya sewaktu pelaksanaan.

Ditinjau dari segi konstruksinya, bangunan bawah dapat dibagi dalam beberapa tahap pekerjaan dan digabungkan sehingga merupakan satu

kesatuan bagian struktur dari jembatan. Bagian-bagian yang termasuk bangunan bawah yaitu:

a. Abutment

Abutment atau kepala jembatan merupakan salah satu bagian konstruksi jembatan yang terdapat pada ujung-ujung jembatan yang berfungsi sebagai pendukung bagi bangunan di atasnya dan sebagai penahan tanah timbunan oprit. Konstruksi abutment juga dilengkapi dengan konstruksi sayap penahan tanah dengan bawah tegak lurus dengan as jalan.

b. Pilar (*pier*)

Pilar adalah suatu bangunan bawah yang terletak ditengah-tengah bentang antara dua buah abutment yang berfungsi juga memikul beban-beban bangunan atas dan bagian lainnya dan meneruskannya ke pondasi serta disebarkan ketanah dasar yang keras.

c. Pondasi

Pondasi berfungsi untuk memikul beban di atas dan meneruskannya kelapisan tanah pendukung tanpa mengalami konsolidasi atau penurunan yang berlebihan. Adapun hal yang diperlukan dalam perencanaan pondasi diantaranya:

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

d. Pelat injak

Pelat injak berfungsi untuk menahan hentakan pertama roda kendaraan ketika akan memasuki awal jembatan. Pelat injak ini sangat berpengaruh pada pekerjaan bangunan bawah, karena bila dalam pelaksanaan pemasangan kurang sempurna maka akan mengakibatkan penurunan dan pelat injak akan patah.

e. Oprit

Oprit berfungsi untuk menahan kestabilan tanah dikiri dan kanan jembatan agar tidak terjadi kelongsoran. Oprit dibangun agar

memberikan kenyamanan untuk penggunaannya saat peralihan dari ruas jalan ke jembatan.

## 2.2 Dasar-Dasar Perencanaan

Perencanaan harus berdasarkan pada suatu prosedur yang memberikan jaminan keamanan, kenyamanan dan keawetan selama umur rencana jembatan. Perencanaan kekuatan elemen baja sebagai komponen struktur jembatan yang diperhitungkan terhadap lentur, geser, aksial, puntir serta kombinasinya harus didasarkan pada cara perencanaan berdasarkan Beban dan Kekuatan Terfaktor (PBKT). Sebagai pembanding atau alternatif lain dapat digunakan cara perencanaan yang berdasarkan batas layan untuk perencanaan kekuatan elemen baja sebagai komponen struktur jembatan.

Seorang perancang jembatan dalam perencanaan suatu jembatan harus dapat memberikan alternatif sistem struktur jembatan yang akan dipakai, disamping harus mempertimbangkan aspek teknis juga dipertimbangkan aspek biaya pembangunan dan metode pelaksanaan yang dapat dipakai tanpa peralatan khusus yang langka. Hal-hal yang diperlukan dalam perencanaan adalah:

### 1. Bentang teoritis jembatan

Panjang bentang teoritis suatu jembatan adalah panjang yang diukur dari as ke as perletakan suatu jembatan yang menumpu pada abutment.

### 2. Type jembatan rangka baja

Type-type jembatan yang umum digunakan diantaranya adalah *type Praat*, *type howe*, *type K*, *type baltimore* dan lainnya. Untuk rangka jembatan terbuat dari baja profil type WF.

### 3. Kelas jembatan

Jembatan yang di desain dengan mempergunakan Loading Bina Marga:

Sebesar 100 %	Kelas standard
Sebesar 70%	Kelas sub standard
Sebesar 50%	Kelas low standard

Pembagian kelas jembatan sementara waktu ini ditetapkan sebagai berikut:

Kelas	Lebar	%Loading
A	1.00 + 7.00 + 1.00	100% Loading BM
B	0.50 + 6.00 + 0.50	70 % Loading BM
C	0.50 + 3.50 + 0.50	70 % Loading BM

Berdasarkan klasifikasi yang ada, jembatan terbagi atas tiga type yaitu:

- Type A, tekanan As (P) = 10 ton (100%)
- Type B, tekanan As (P) = 7 ton (70%)
- Type C, tekanan As (P) = 5 ton (50%)

#### 4. Tinggi rangka

Untuk lalu lintas atas ketinggian rangka suatu jembatan tidak dipengaruhi arus lalu lintas, sedangkan untuk lalu lintas bawah tinggi rangka suatu jembatan tertutup dapat mempengaruhi kelancaran lalu lintas karena jika ketinggian rangka lebih rendah dari ketinggian kendaraan maka kendaraan bersangkutan tidak dapat melewati jembatan tersebut. Ketinggian rangka untuk lalu lintas bawah ditinjau berdasarkan ketinggian maksimum kendaraan.

#### 5. Tebal pelat beton

Tebal pelat beton umumnya berkisar 20 cm, ketebalan pelat beton ini akan berpengaruh terhadap tegangan yang terjadi.

#### 6. Lebar trotoar jalan

Lebar trotoar jalan direncanakan berdasarkan kelas jembatan yang ditinjau menurut fungsi dari trotoar bagi pejalan kaki.

Lebar trotoar berdasarkan kelas jalan yaitu:

- Kelas A = 1 meter
- Kelas B = 0,5 meter
- Kelas C biasanya tidak memiliki trotoar.

#### 7. Tebal perkerasan aspal

Tebal yang didasarkan atas hasil analisa perhitungan menurut nilai komulatif lalu lintas, menurut PPTJ 1992 bagian 2 pasal 2.2.3.2 semua jembatan harus direncanakan untuk bisa memikul beban tambahan berupa aspal beton setebal 50 mm, untuk pelapisan kembali dikemudian hari. Tebal

lapisan aspal yang digunakan pada jembatan ini adalah 5 cm untuk lapisan pinggir dan 10 cm pada median (kelandaian 2%), sehingga bila diambil ketebalan rata-rata rencana adalah 7 cm.

#### 8. Lebar jembatan

Lebar keseluruhan dari jembatan yang dapat digunakan oleh kendaraan termasuk lajur lalu lintas biasa, bahu yang diperkeras, marka median dan marka yang strip. Lebar jalan membentang dari kerb yang dipertinggi ke kerb yang lainnya. Atau apabila kerb tidak dipertinggi adalah dari penghalang bagian ke penghalang lainnya.

#### 9. Mutu beton

Mutu beton yang dipakai harus sesuai dengan hasil analisa perhitungan yang ditinjau terhadap tegangan yang terjadi, untuk perencanaan ini dipakai mutu beton 25 Mpa dan 35 Mpa.

#### 10. Mutu baja

Mutu baja yang digunakan berdasarkan hasil analisa perhitungan terhadap keamanan tegangan yang terjadi pada baja tersebut. Muatan-muatan yang bekerja pada konstruksi harus diperhitungkan berdasarkan peraturan-peraturan yang berlaku.

### 2.2.1 Pembebanan

Dalam perencanaan pembebanan berdasarkan RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan Untuk Jembatan. Muatan yang bekerja pada konstruksi jembatan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

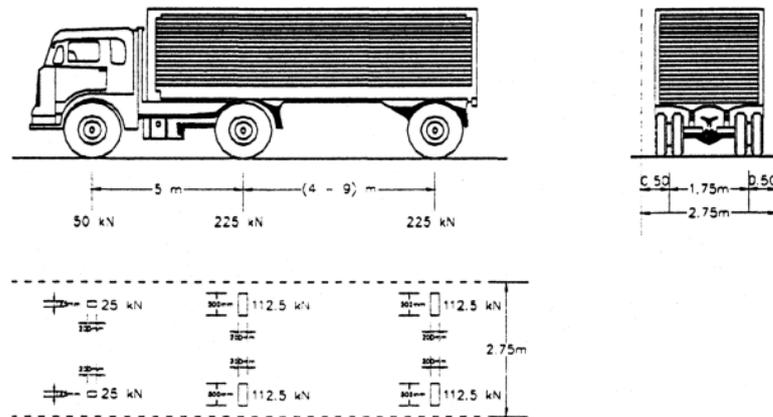
#### 1. Beban hidup

Muatan yang berasal dari kendaraan yang bergerak dapat ditinjau dari dua bentuk muatan yaitu:

##### a. Beban "T"

Pembebanan truk "T" terdiri dari truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat as seperti gambar 2.1. Berat dari masing-masing as disebarkan menjadi dua beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 as

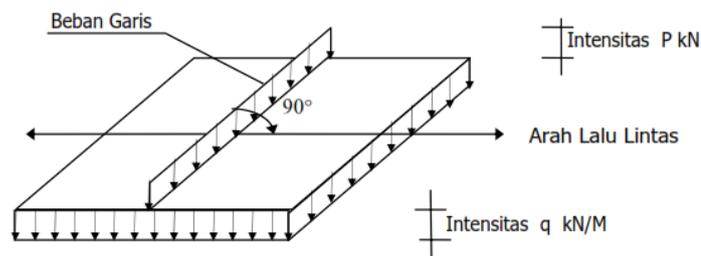
tersebut diubah-ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh pada arah memanjang jembatan.



Gambar 2.1 Pembebanan truk “T” (500 kN)

b. Muatan “D”

Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT) seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 Beban Lajur “D”

- 1) Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas  $q$  kPa, dimana besarnya  $q$  tergantung pada panjang total ( $L$ ) yang dibebani sebagai berikut

$$L \leq 30 \text{ m} \rightarrow q = 9,0 \text{ KPa} = 80 \text{ kN/m}^3$$

$$L > 30 \text{ m} \rightarrow q = 9 (0,5 + 15/L)$$

Dengan pengertian :

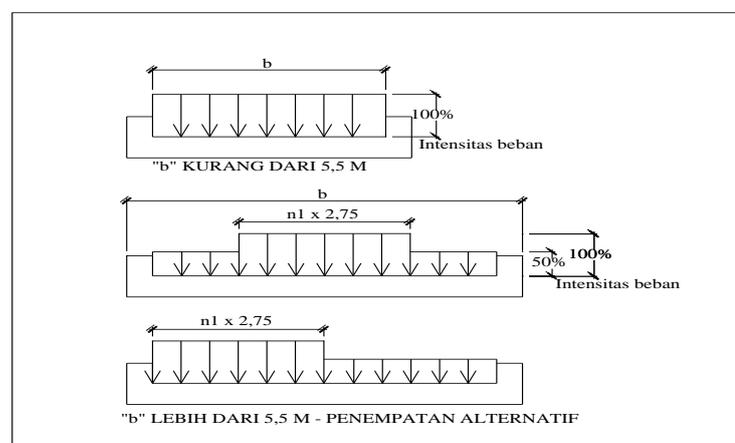
$q$  adalah intensitan beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter)

- 2) Beban garis (BGT) dengan intensitas  $p$  kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. besarnya intensitas  $p$  adalah 49,0 kN/m.

Beban “D” harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penyusunan komponen-komponen BTR dan BGT dari beban “D” pada arah melintang harus sama. Penempatan beban ini dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

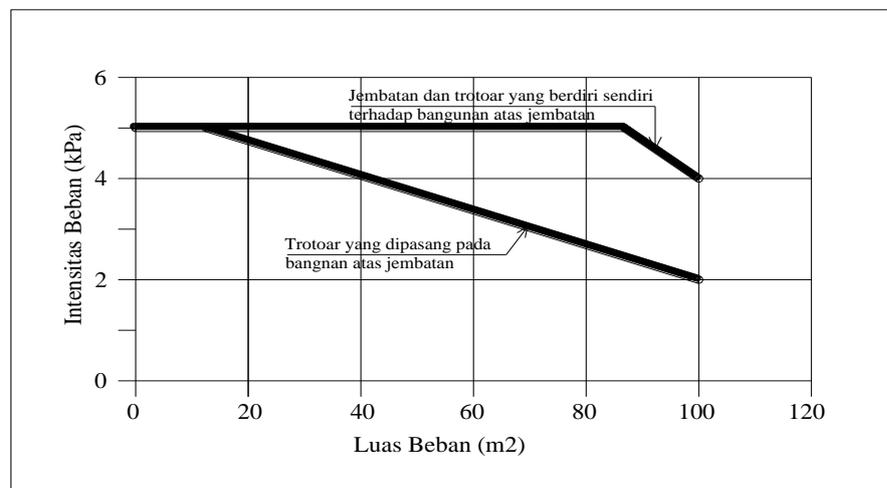
- 1) Bila lebar jalur kendaraan jembatan kurang atau sama dengan 5,5 m, maka beban “D” harus ditempatkan pada seluruh jalur dengan intensitas 100%;
- 2) Apabila lebar jalur lebih besar dari 5,5 m, beban “D” harus ditempatkan pada jumlah lajur lalu lintas rencana ( $n_1$ ) yang berdekatan dengan intensitas 100%. Hasilnya adalah beban garis ekuivalen sebesar  $n_1 \times 2,75 q$  kN/m dan beban terpusat ekuivalen sebesar  $n_1 \times 2,75 p$  kN, kedua-danya bekerja berupa *strip* pada jalur selebar  $n_1 \times 2,75$  m;
- 3) Lajur lalu lintas rencana yang membentuk stripp ini bisa ditempatkan dimana saja pada jalur jembatan. beban “D” tambahan harus ditempatkan pada seluruh lebar sisa dari jalur dengan intensitas sebesar 50%. Susunan pembebanan ini bisa dilihat dalam gambar 2.3;



Gambar 2.3 Penyebaran Pembebanan pada Arah Melintang

c. Beban pada trotoar

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  $m^2$  dari luas yang dibebani seperti pada gambar 2.4. Apabila trotoar memungkinkan digunakan untuk kendaraan ringan atau ternak, maka trotoar harus direncanakan untuk bisa memikul beban hidup terpusat sebesar 20 kN.



Gambar 2.4 Pembebanan untuk Pejalan Kaki

2. Beban mati

Beban mati adalah semua beban tetap yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau termasuk segala unsur tambahan yang dianggap merupakan satu kesatuan tetap dengannya.

Tabel 2.1  
Berat Nominal Macam-Macam Bahan

No.	Bahan	Berat Jenis (t/m <sup>3</sup> )
1.	Baja Profil	$7700 \text{ kg/m}^3 = 77,00 \text{ kN/m} = 7,70 \text{ t/m}^3$
2.	Beton	$2400 \text{ kg/m}^3 = 24,00 \text{ kN/m} = 2,40 \text{ t/m}^3$
3.	Air	$1000 \text{ kg/m}^3 = 10,00 \text{ kN/m} = 1,00 \text{ t/m}^3$

4.	Tanah, Pasir dan Kerikil	$1880 \text{ kg/m}^3 = 18,80 \text{ kN/m} = 1,88 \text{ t/m}^3$
5.	Perkerasan aspal	$2200 \text{ kg/m}^3 = 22,00 \text{ kN/m} = 2,20 \text{ t/m}^3$
6.	Plesteran	$210 \text{ kg/m}^3 = 0,21 \text{ kN/m} = 0,021 \text{ t/m}^3$

(sumber: PPTJ Bagian 2 pasal 2.2.2 Tabel 2.2, tahun 1992)

### 3. Beban sementara

Yang dimaksud dengan muatan sementara yaitu:

#### a. Beban angin

Tabel 2.2  
Faktor Beban Akibat Beban Angin

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	$K_{s}; EW;$	$K_{u}; EW$
Transien	1,0	1,2

(Sumber: RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan, hal 36)

- 1) Pasal ini tidak berlaku untuk jembatan yang besar atau penting, seperti yang ditentukan oleh Instansi yang berwenang. Jembatan-jembatan yang demikian harus diselidiki secara khusus akibat pengaruh beban angin termasuk respon dinamis jembatan;
- 2) Gaya nominal ultimit dan daya layan jembatan akibat beban angin tergantung kecepatan angin rencana seperti berikut:

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \quad [\text{kN}] \quad \rightarrow \text{RSNI T-02-2005, hal 37}$$

Dengan pengertian:

$V_w$  adalah kecepatan angin rencana (m/s) untuk keadaan batas yang ditinjau

$C_w$  adalah koefisien seret-lihat Tabel 2.3

$A_b$  adalah luas koefisien bagian samping jembatan ( $\text{m}^2$ )

Kecepatan angin rencana harus diambil seperti yang diberikan dalam tabel 2.4

- 3) Luas ekuivalen bagian samping jembatan adalah luas total bagian yang masif dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan. Untuk jembatan rangka luas ekuivalen ini dianggap 30% dari luas yang dibatasi oleh batang-batang bagian terluar;

- 4) Angin harus dianggap bekerja secara merata pada seluruh bangunan atas

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

$$T_{EW} = 0,0012 C_w (V_w)^2 A_b \text{ [kN]} \rightarrow \text{RSNI T-02-2005, hal 37}$$

Dengan pengertian:

$$C_w = 1.2$$

Tabel 2.3  
Koefisien Seret  $C_w$

Tipe Jembatan	$C_w$
Bangunan atas masif: (1), (2)	
$b/d = 1.0$	2.1 (3)
$b/d = 1.0$	1.5 (3)
$b/d \geq 6.0$	1.25 (3)
Bangunan atas rangka	1.2
CATATAN (1) $b$ = lebar keseluruhan jembatan ddihitung dari sisi luar Sandaran	
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 superelevasi, dengan kenaikan maksimum 2,5%	

(Sumber: RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan, hal 37)

Tabel 2.4  
Kecepatan Angin Rencana  $V_w$

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 m/s

(Sumber: RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan, hal 37)

- b. Gaya akibat perbedaan suhu

Tabel 2.5  
Temperatur Jembatan Rata-rata Nominal

Tipe Bangunan Atas	Temperatur Jembatan Rata-rata Minin (1)	Temperatur Jembatan Rata-rata Maksimum
Lantai beton diatas	15°C	40°C

gelagar atau boks beton.		
Lantai beton diatas gelagar, boks atau rangka baja	15°C	40°C
Lantai pelat baja diatas gelagar, boks atau rangka baja.	15°C	45°C
CATATAN (1) Temperatur jembatan rata-rata minimum bisa dikurangi 5°C untuk lokasi yang terletak pada ketinggian lebih besar dari 500 m diatas permukaan laut.		

(Sumber: RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan)

Tabel 2.6  
Sifat bahan rata-rata akibat pengaruh temperatur

Bahan	Koefisien Perpanjangan Akibat Suhu	Modulus Elastisitas Mpa
Baja	$12 \times 10^{-6}$ per °C	200.000
Beton :		
Kuat tekan < 30 Mpa	$10 \times 10^{-6}$ per °C	25.000
Kuat tekan > 30 Mpa	$11 \times 10^{-6}$ per °C	34.000
Aluminium	$24 \times 10^{-6}$ per °C	70.000

(Sumber: RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan)

Pengaruh temperatur dibagi menjadi:

- 1) Variasi temperatur jembatan rata-rata digunakan dalam menghitung pergerakan pada temperatur dan sambungan pelatantai, dan untuk menghitung beban akibat terjadinya pengekangan dari pergerakan tersebut;

Variasi temperatur rata-rata berbagai tipe bangunan jembatan diberikan dalam tabel 2.5. Besarnya harga koefisien perpanjangan dan modulus elastisitas yang digunakan untuk menghitung besarnya pergerakan dan gaya yang terjadi diberikan dalam tabel 2.6.

Perencana harus menentukan besarnya temperatur jembatan rata-rata yang diperlukan untuk memasang sambungan siar muai, perletakan dan lain sebagainya dan harus memastikan bahwa temperatur tersebut tercantum dalam gambar rencana.

- 2) Variasi temperatur di dalam bangunan atas jembatan atau perbedaan temperatur disebabkan oleh pemanasan langsung dari sinar matahari

di waktu siang pada bagian atas permukaan lantai dan pelepasan kembali radiasi dari seluruh permukaan jembatan di waktu malam.

Pada tipe jembatan yang lebar mungkin diperlukan untuk meninjau gradien perbedaan temperatur dalam arah melintang.

c. Gaya akibat rangkai dan susut

Pengaruh rangkai dan susut pada beton terhadap konstruksi harus ditinjau. Rangkai merupakan salah satu bentuk deformasi struktur yang terjadi akibat beban tekan yang bekerja secara terus menerus. Modulus elastisitas baja tereduksi secara cepat pada temperatur di atas 540°C. Ketika temperatur mencapai 260 – 360°C, baja mengalami deformasi seiring dengan pertambahan waktu dibawah beban yang dikerjakan.

d. Gaya akibat rem dan traksi

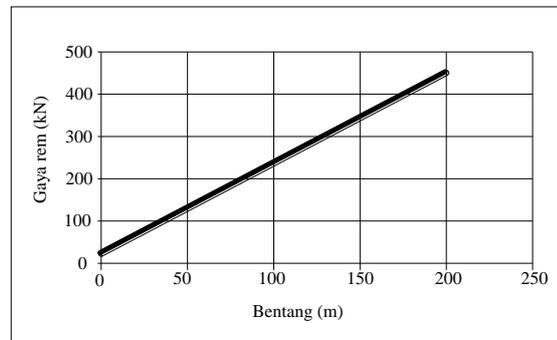
Bekerjanya gaya-gaya diarah memanjang jembatan, akibat gaya rem dan traksi harus ditinjau untuk kedua jurusan lalu lintas. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan gaya rem sebesar 5% dari beban lajur D yang dianggap ada pada semua jalur lalu lintas, tanpa dikalikan dengan faktor beban dinamis dan dalam satu jurusan. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horisontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 0,8 m diatas permukaan lantai kendaraan. Beban lajur D disini jangan direduksi bila panjang bentang melebihi 30 m digunakan rumus:

$$q = 9 \text{ kPa}$$

Dalam memperkirakan pengaruh gaya memanjang terhadap perletakan dan bangunan bawah jembatan, maka gesekan atau karakteristik perindahan 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, maka faktor beban ultimit terkurangi sebesar 40% boleh digunakan untuk pengaruh beban lalu lintas vertikal.

Pembebanan lalu lintas 70% dan faktor pembesaran diatas 100% BGT dan BTR tidak berlaku untuk gaya rem.



Gambar 2.5 Gaya rem per lajur 2,75 m (KBU)

e. Gaya akibat gempa

Pasal ini menetapkan metoda untuk menghitung beban statis ekuivalen untuk jembatan-jembatan dimana statis ekuivalen adalah sesuai. Untuk jembatan besar, rumit dan penting mungkin diperlukan analisa dinamis.

Beban rencana gempa minimum diperoleh dari rumus berikut:

$$T_{EQ}^* = K_h I W_T$$

Dimana :

$$K_h = C. S$$

Dengan pengertian:

$T_{EQ}^*$  adalah gaya geser dasar total dalam arah yang ditinjau (kN)

$K_h$  adalah koefisien beban gempa horisontal

$C$  adalah koefisien geser dasar untuk daerah, waktu dan kondisi setempat

yang sesuai

$I$  adalah faktor kepentingan

$S$  adalah faktor tipe bangunan

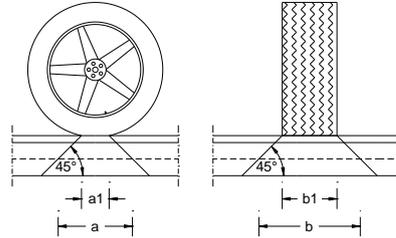
$W_T$  adalah berat total nominal bangunan yang mempengaruhi percepatan gempa, diambil sebagai beban mati ditambah beban mati tambahan (kN)

f. Gaya akibat tekanan tanah



b. Akibat beban hidup

Berasal dari kendaraan bergerak (muatan T):



Gambar 2.7 Pnyaluran Tegangan Dari Roda Akibat Bidang Kontak

Beban truck

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

Jadi pembebanan truck,

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

c. Penulangan

$$A_{S_{\min}} = \frac{b \times d}{f_y} \dots\dots\dots (\text{RSNI T-12-2004, hal 39})$$

2.2.3 Metoda perhitungan trotoar

Pada perencanaannya, trotoar dianggap sebagai struktur balok menerus.

1. Pembebanan

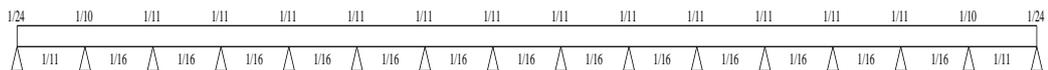
a. Beban mati

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

b. Beban hidup

Beban hidup terdiri dari beban pejalan kaki.

Dari pembebanan diatas maka akan diperoleh  $W_u$ .



Gambar 2.8 Trotoar Dianggap Balok Menerus

$$M_u = 1/10 \times W_u \times L^2$$

2. Penulangan

$$\left. \begin{aligned} A_{s_{min}} &= \frac{\sqrt{f'c}}{4f_y} x b x d \\ A_{s_{min}} &= \frac{1,4}{f_y} x b x d \end{aligned} \right\} \quad (\text{RSNI T-12-2004, hal 29})$$

#### 2.2.4 Gelagar melintang

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

##### 1. Pembebanan

Pada pembebanan ini terdiri dari pembebanan daya layan dan pembebanan ultimate.

###### a. Beban mati

Beban mati terdiri atas sumbangan pelat lantai dan beban trotoar.

###### b. Beban hidup

Beban hidup terdiri atas beban terbagi rata, beban garis terpusat dan beban hidup trotoar.

###### c. Berat sendiri gelagar melintang

Untuk menentukan dimensi gelagar melintang dipakai dengan cara coba-coba.

##### 2. Kontrol kekuatan sebelum komposit (beban hidup belum bekerja)

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

$$M_n = Z_x \times F_y$$

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

##### 3. Kontrol kekuatan setelah komposit

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

$$D_{total} = D_{DLmax} + D_{LLmax} + D_{profilmax}$$

Bila lantai beton meliputi kedua sisi badan gelagar, lebar efektif lantai harus diambil sebagai nilai terkecil dari:

- 1/5 x panjang bentang gelagar untuk bentang sederhana;
- 1/7 x panjang bentang gelagar untuk bentang menerus;

c. Jarak pusat-pusat antara badan gelagar; dan

d.  $1/12$  x tebal minimum lantai.

(Menurut RSNI T-03-2005, hal 51)

$$M_n = T \times Z = A_s \times f_y \times Z$$

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

#### 4. Geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \quad \dots\dots\dots(\text{RSNI T-03-2005, hal 40})$$

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

#### 5. Shear konektor

Untuk menahan geser horizontal yang terjadi antara slab beton dan balok baja selama pembebanan maka dipasang konektor.

$$T_{max} = A_s \times f_y$$

Kekuatan satu konektor stud ( $Q_u$ ) adalah:

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c}$$

$$Q_u = 0.5 \times A_{st} \times \sqrt{f'_c \times E_c}$$

Jumlah konektor stud:

$$n = \frac{T_{max}}{Q_u}$$

Jarak memanjang antara penghubung tidak boleh lebih besar dari:

- 600 mm
- $2 \times h_f$
- $4 \times h_s$

#### 2.2.5 Ikatan angin

Gaya nominal ultimit dan daya laya jembata akibat angin tergantung kecepatan angin rencana seperti berikut:

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \quad [\text{kN}] \quad \rightarrow \text{RSNI T-02-2005, hal 37}$$

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

$$T_{EW} = 0,0012 C_w (V_w)^2 A_b \text{ [kN]} \quad \rightarrow \text{RSNI T-02-2005, hal 37}$$

### 1. Ha dan Hb

$$H_a = \frac{(T_{ew1} \cdot x_1) + (T_{ew2} \cdot x_2) + (T_{ewn} \cdot x_n)}{y}$$

$$H_b = (T_{ew1} + T_{ew2} + T_{ewn}) - H_a$$

Selanjutnya diambil nilai Ha dan Hb yang terbesar dari da kondisi yaitu pada saat kendaraan berada diatas jembatan dan pada saat kendaraan tidak berada diatas jembatan.

### 2. Gaya batang

Untuk menghitung gaya batang digunakan cremona. Angka-angka yang didapat dari cremona selanjutnya dikalikan dengan Ha atau Hb.

### 3. Dimensi profil

Setelah gaya-gaya batang didapat, dilanjutkan dengan pendimensian profil.

#### a) Kontrol terhadap batang tarik

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

Menurut RSNIT 03 – 2005 hal 15 bahwa komponen tarik tersusun dari dua bah profil yang dihubungkan dengan ikatan diagonal harus memenuhi:

- Kelangsingan maksimum dan unsur ikatan diagonal adalah 200;
- Kelangsingan komponen utama dengan memperhitngkan jarak antara dua ikatan diagonal yang berdekatan pada komponen utama yang ditinjau, tidak lebih dari 240 untuk komponen struktur utama dan tidak lebih dari 300 untuk kompenen skunder.

$$\emptyset P_n = 0,9 \times A_g \times f_y \dots\dots\dots (1)$$

$$\emptyset P_n = 0,75 \times A_e \times f_u \dots\dots\dots (2)$$

Dari kedua persamaan tersebut diambil nilai yang terkecil kemudian cek apakah  $P_{u_{maks}} < \emptyset P_n$ , jika ya maka dimensi aman terhadap tarik.

#### b) Kontrol terhadap batang tekan

$$\lambda = \frac{Lk}{i_{min}} < 140 \dots\dots\dots (\text{RSNIT 03 – 2005 hal 17})$$

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{Lk}{i_{min}} \times \sqrt{\frac{f_y}{E_s}}$$

Menurut RSNIT 03 – 2005 hal 19 dipakai rumus:

$$\text{Jika } \lambda_c \leq 1,5 \rightarrow \text{dipakai } N_n = (0,66^{\lambda_c^2}) \times A_g \times f_y$$

$$\text{Jika } \lambda_c \geq 1,5 \rightarrow \text{dipakai } N_n = 0,85 \times \frac{0,88}{\lambda_c^2} \times A_g \times f_y$$

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

#### 4. Sambungan

Sambungan terdiri dari dua jenis yaitu sambungan baut dan sambungan las.

##### a) Sambungan baut

###### 1) Kekuatan geser baut

$$V_f = 0,62 \cdot f_u \cdot k_f \cdot (n_n \cdot A_c + n_x \cdot A_0) \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 77}$$

$$\text{Dicek apakah } V_f^* \leq \phi V_f \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 79}$$

###### 2) Kekuatan tarik baut

$$N_{tf} = A_s \cdot F_u$$

$$\text{Dicek apakah } N_{tf}^* \leq \phi N_{tf} \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 79}$$

###### 3) Kombinasi geser dan tarik

$$\left( \frac{V_f^*}{\phi V_f} \right)^2 + \left( \frac{N_{tf}^*}{\phi N_{tf}} \right)^2 \leq 1,0 \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 79}$$

###### 4) Kekuatan tumpu pelat lapis

$$V_b = 3,2 \cdot d_f \cdot t_p \cdot f_{up} \dots \dots \dots (1)$$

$$V_b = a_e \cdot t_p \cdot f_{up} \dots \dots \dots (2)$$

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

$$\text{Dicek apakah } V_b^* \leq \phi V_b \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 79}$$

###### 5) Jumlah baut

$$n = \frac{Du}{Ru}$$

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

$$\left. \begin{array}{l} S1_{\min} = 1,5 d_f \\ S1_{\max} = 12 t_p \\ S1_{\max} < 150 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{RSNI T-03-2005 hal 83}$$

Diambil diantara nilai minimum dan nilai maksimum.

###### 7) Jarak antar baut (S)

$$\left. \begin{array}{l} S_{\min} = 2,5 d_f \\ S_{\max} = 15 t_p \end{array} \right\} \text{RSNI T-03-2005 hal 83}$$

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

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

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

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

## 2.2.6 Rangka utama

### 1. Gaya batang

Gaya batang rangka utama dihitung dengan menggunakan Cremona, gaya batang yang akan dihitung adalah gaya batang akibat beban mati dan beban hidup.

### 2. Pembebanan ultimate

#### a. Beban mati

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

#### b. Beban hidup

Beban hidup ini terdiri dari 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

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

$$\phi P_n = 0,9 \times A_g \times f_y \dots\dots\dots (1)$$

$$\phi P_n = 0,75 \times A_e \times f_u \dots\dots\dots (2)$$

Dari kedua persamaan tersebut diambil nilai yang terkecil kemudian cek apakah  $P_{u_{maks}} < \phi P_n$ , jika ya maka dimensi aman terhadap tarik.

b. Kontrol terhadap batang tekan

$$\lambda = \frac{Lk}{i_{min}} < 140 \dots\dots\dots(\text{RSNIT 03 – 2005 hal 17})$$

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{Lk}{i_{min}} \times \sqrt{\frac{f_y}{E_s}}$$

Menurut RSNIT 03 – 2005 hal 19 dipakai rumus:

$$\text{Jika } \lambda_c \leq 1,5 \rightarrow \text{dipakai } N_n = (0,66^{\lambda_c^2}) \times A_g \times f_y$$

$$\text{Jika } \lambda_c \geq 1,5 \rightarrow \text{dipakai } N_n = 0,85 \times \frac{0,88}{\lambda_c^2} \times A_g \times f_y$$

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

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 layan maka dihitung lendutan rangka batang.

$$\Delta L = \frac{FL}{EA} \quad ; \quad \Delta = u \times \frac{FL}{EA}$$

Dimana :

$\Delta L$  = 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 (mm<sup>2</sup>)

u = gaya aksial suatu anggota akibat beban satuan

$\Delta$  = komponen lendutan dalam arah beban satuan

6. Sambungan

Sambungan terdiri dari 2 jenis yaitu sambungan baut dan sambungan las.

a. Sambungan baut

1) Kekuatan geser baut

$$V_f = 0,62 \cdot f_{uf} \cdot k_f \cdot (n_n \cdot A_c + n_x \cdot A_0) \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 77}$$

$$\text{Dicek apakah } V_f^* \leq \emptyset V_f \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 79}$$

2) Kekuatan tarik baut

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

$$\text{Dicek apakah } N_{tf}^* \leq \emptyset N_{tf} \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 79}$$

3) Kombinasi geser dan tarik

$$\left(\frac{V_f^*}{\emptyset V_f}\right)^2 + \left(\frac{N_{tf}^*}{\emptyset N_{tf}}\right)^2 \leq 1,0 \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 79}$$

4) Kekuatan tumpu pelat lapis

$$V_b = 3,2 \cdot d_f \cdot t_p \cdot f_{up} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_b = a_e \cdot t_p \cdot f_{up} \dots\dots\dots (2)$$

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

$$\text{Dicek apakah } V_b^* \leq \emptyset V_b \rightarrow \text{RSNI T-03-2005 hal 79}$$

5) Jumlah baut

$$n = \frac{Du}{Ru}$$

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

$$\left. \begin{array}{l} S1_{\min} = 1,5 d_f \\ S1_{\max} = 12 t_p \\ S1_{\max} < 150 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{RSNI T-03-2005 hal 83}$$

Diambil diantara nilai minimum dan nilai maksimum.

7) Jarak antar baut (S)

$$\left. \begin{array}{l} S_{\min} = 2,5 d_f \\ S_{\max} = 15 t_p \\ S_{\max} < 200 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{RSNI T-03-2005 hal 83}$$

Diambil diantara nilai minimum dan nilai maksimum.

8) Kontrol terhadap keruntuhan blok untuk batang tarik

Retak geser leleh tarik

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

Retak tarik leleh geser

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

b. Sambungan las

Kuat las per satuan panjang

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

$$V_w^* \leq \emptyset V_w$$

### 2.2.7 Perletakan (elastomer)

Landasan yang dipakai dalam perencanaan jembatan ini adalah landasan elastomer berupa landasan karet yang dilapisi pelat baja. Elastomer ini terdiri dari elastomer vertikal yang berfungsi untuk menahan gaya horizontal dan elastomer horizontal yang berfungsi untuk menahan gaya vertikal. Sedangkan untuk menahan gaya geser yang mungkin terjadi akibat gempa, angin dan rem dipasang lateral stop dan elastomer sebagai bantalannya. Untuk pembebanan pada elastomer didapat dari pembebanan atau gaya-gaya yang bekerja pada perletakan meliputi beban mati bangunan atas, beban hidup bangunan atas, beban hidup garis, gaya rem, beban angin dan beban gempa. Selanjutnya dicek apakah gaya yang bekerja < kapasitas beban per unit elastomer.

### 2.2.8 Pelat injak

Pelat injak 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 60 cm.

#### 1. Pembebanan pelat injak

Pembebanan pelat injak terdiri atas berat lapis aspal, berat lapisan perkerasan, berat sendiri pelat injak, dan berat kendaraan ( $q_{Lult}$ ).

$$M_{u_{max}} = \frac{1}{8} \times q_{ult \text{ total}} \times l^2$$

#### 2. Penulangan pelat injak

$$h_{min} \geq 200 \text{ mm}$$

$$h_{min} \geq (100 + 40.L) \text{ mm} \quad \rightarrow \text{RSNIT} - 12 - 2004; \text{ Hal } 38)$$

$$h_{min} \geq 200 \text{ mm}$$

rasio tulangan

$$K_{\text{perlu}} = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'c}{fy} \times 0,85 \times \frac{600}{600+fy}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'c}{fy} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 \times f'c}}\right)$$

$$As = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \frac{b}{s}$$

### 2.2.9 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 dari berat lapisan aspal, berat lapisan perkerasan, berat sendiri dinding sayap dan beban kendaraan.

#### 2. Penulangan dinding sayap

$$h_{\text{min}} \geq 200 \text{ mm}$$

$$h_{\text{min}} \geq (100 + 40.L) \text{ mm} \quad \rightarrow \text{RSNIT - 12 - 2004; Hal 38)}$$

$$h_{\text{min}} \geq 200 \text{ mm}$$

rasio tulangan

$$K_{\text{perlu}} = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'c}{fy} \times 0,85 \times \frac{600}{600+fy}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'c}{fy} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 \times f'c}}\right)$$

$$As = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \frac{b}{s}$$

### 2.2.10 Abutment

#### 1. Pembebanan abutment

Pembebanan abutment terdiri dari:

- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| a. Beban mati (Pm)       | e. Gaya rem (Rm)                |
| b. Beban hidup (H + DLA) | f. Gesekan pada perletakan (Gs) |

- c. Tekanan tanah ( $P_{TA}$ )
- d. Beban angin ( $W_n$ )
- g. Gaya gempa ( $G_m$ )
- h. Beban pelaksanaan ( $P_{el}$ )

Kombinasi pembebanan adalah sebagai berikut:

- a. Kombinasi I (AT) =  $P_m + P_{TA} + G_s$
- b. Kombinasi II (LL) =  $(H + DLA) + R_m$
- c. Kombinasi III (AG) =  $W_n$
- d. Kombinasi IV (GP) =  $G_m$
- e. Kombinasi V (PL) =  $P_{el}$

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

$$F_{GL} = \frac{M_T}{M_{GL}}$$

- b. Kontrol terhadap bahaya geser

$$F_{GS} = \frac{\mu \cdot V}{H}$$

- c. Kontrol terhadap kelogsoran daya dukung

$$F_k = \frac{q_{ult}}{q_{ada}}$$

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

### 2.2.11 Pondasi

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

## 2.3 Manajemen Proyek

### 2.3.1 Dokumen tender

Pada dokumen tender berisikan tentang:

a. Gambar-gambar

Gambar-gambar pada umumnya merupakan gambar rencana sebuah jembatan yang digunakan sebagai pedoman pembangunan. Gambar kerja harus dibuat jelas dengan mencantumkan data-data dan member keterangan lengkap dan tepat. Gambar kerja biasanya diwujudkan dalam bentuk gambar tampak, gambar layout, gambar potongan, dan gambar detail yang dilengkapi dengan ukuran dan skala.

b. Rencana kerja dan syarat-syarat (RKS)

Rencana kerja dan syarat-syarat adalah segala ketentuan dan informasi yang diperlukan terutama hal-hal yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar-gambar yang harus dipenuhi oleh para kontraktor pada saat akan mengikuti pelelangan maupun pada saat melaksanakan pekerjaan yang akan dilakukan nantinya.

### 2.3.2 Rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada pembangunan yang sama akan berbeda di masing-masing daerah disebabkan karena perbedaan harga bahan upah tenaga kerja.

a. Daftar upah tenaga kerja

Upah tenaga adalah upah setiap tenaga kerja yang diperlukan selama proses pembangunan. Upah tenaga kerja didapat dari Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Musi Rawas yang dinamakan Daftar Saruan Upah Tenaga Kerja.

b. Daftar harga satuan bahan/material

Harga satuan bahan sangat perlu diketahui karena sebagai acuan penaksiran harga bangunan seluruhnya. Penaksiran bangunan ini dilakukan oleh perencana beserta tim yang bekerja didalamnya.

c. Volume pekerjaan

Volume pekerjaan adalah jumlah keseluruhan dari banyaknya (kapasitas) suatu pekerjaan yang ada dan dihitung dalam setiap jenis pekerjaan. Volume pekerjaan berguna untuk menunjukkan banyaknya suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek.

d. Analisa harga satuan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan biaya-biaya per satuan volume yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Guna dari harga satuan ini agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat dalam analisa harga satuan ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari hasil perkalian dengan volume pekerjaan. Analisa harga satuan akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya.

### 2.3.3 Rencana pelaksanaan

Pada rencana pelaksanaan terdiri dari *Network Planing* (NWP), Barchat, dan kurva "S".

a. *Network planing* (NWP)

*Network planing* merupakan suatu alat pengendalian pekerjaan dilapangan yang ditandai dengan simbol-simbol tertentu berupa urutan pekerjaan dalam suatu proyek. Pengendalian proyek ini diharapkan dapat menyelaraskan

antara biaya proyek yang ekonomis, menghasilkan mutu pekerjaan yang baik/berkualitas.

b. *Barchat*

Menguraikan tentang uraian setiap pekerjaan mulai dari tahap awal sampai berakhirnya pekerjaan. Barchart dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu dari perbandingan antara harga pekerjaan dengan harga total dari jumlah harga penawaran tanpa disertai biaya pajak.

c. Kurva "S"

Kurva "S" adalah kurva yang menggambarkan komulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva "S" dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai komulatif biaya atau orang/hari atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horizontal sebagai waktu kalender masing-masing dari angka 0 sampai 100. Kurva S berbentuk huruf S karena kegiatan proyek berlangsung sebagai berikut:

- 1) Kemajuan awalnya bergerak lambat
- 2) Kegiatan akan bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama
- 3) Akhirnya, kecepatan kemajuan menurun dan berhenti pada titik akhir.