



**P E D O M A N**  
**PERENCANAAN PEMBEBANAN JEMBATAN**  
**JALAN RAYA**

**SKBI - 1.3.28. 1987**  
**UDC : 624.042:624.21**



**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM**

**DITERBITKAN OLEH YAYASAN BADAN PENERBIT PU**

## KATA PENGANTAR

Kita semua menyadari dan mengetahui, betapa pesatnya ilmu pengetahuan berkembang dan betapa cepatnya teknologi konstruksi melaju.

Kitapun bersepakat bahwa kasus demikian memerlukan tindak lanjut dengan upaya penyesuaian standar-standar konstruksi bangunan yang berlaku di seluruh Indonesia. Dengan demikian, maka akan terwujudlah pembinaan Dunia Usaha Jasa Konstruksi Indonesia.

Dalam hubungan itu maka Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum ingin membantu menyebar luaskan buku-buku SKBI ( Standar Konstruksi Bangunan Indonesia ), yang telah disahkan dengan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum 378/KPTS/1987.

Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum dengan ini menyampaikan ucapan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan P.U./Ketua Pantap SKBI, yang dengan Surat no. UM 0101-KL/222, 3 - Oktober 1987 telah memberi izin kepada Yayasan Badan Penerbit P.U. untuk menerbitkan serta menyebarluaskan buku-buku SKBI tersebut.

Semoga usaha Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum menyebarluaskan buku-buku SKBI ini dapat diambil kegunaannya oleh khalayak ramai, terutama bagi mereka yang berkepentingan.

Jakarta : 7 - Oktober 1987

Penerbit,

## DAFTAR ISI

	halaman
Kata Pengantar .....	i - 1
Daftar Isi .....	i - 2
Keputusan Menteri P.U. No. 378/KPTS/1987 .....	i - 4

### BAB I DESKRIPSI

Pasal 1	Maksud dan Tujuan .....	1
Pasal 2	Ruang Lingkup .....	1
Pasal 3	Definisi Singkatan dan Istilah .....	1
Pasal 4	Kriteria .....	2

### BAB II D A T A

Pasal 1	Beban Primer .....	3
Pasal 2	Beban Skunder .....	3
Pasal 3	Beban Khusus .....	3

### BAB III PERSYARATAN PELAKSANAAN

Pasal 1	Beban Primer .....	4
	(1) Beban Mati .....	4
	(2) Beban Hidup .....	4
	(3) Beban Kejut .....	10
	(4) Gaya Akibat Tekanan Tanah .....	10
Pasal 2	Beban Skunder .....	13
	(1) Beban Angin .....	13
	(2) Gaya Akibat Perbedaan Suhu .....	14
	(3) Gaya Rangkak dan Susut .....	14
	(4) Gaya Rem .....	15
	(5) Gaya Akibat Gempa Bumi .....	15
	(6) Gaya Akibat Gesekan pada Tumpuan- tumpuan Bergerak .....	15

Pasal 3	Beban Khusus .....	16
	(1) Gaya Sentrifugal .....	16
	(2) Gaya Tumbuk Pada Jembatan Layang .....	16
	(3) Beban dan Gaya Selama Pelaksanaan .....	16
	(4) Gaya Akibat Aliran Air dan Tumbukan Benda- Benda Hanyutan .....	17
	(5) Gaya Angkat .....	18
Pasal 4	Penyebaran Gaya (Distribusi Beban) .....	18
	(1) Beban Mati .....	18
	(2) Beban Hidup .....	19
Pasal 5	Kombinasi Pembebanan .....	21
Pasal 6	Syarat Ruang Bebas .....	22
	(1) Profil Ruang Bebas Jembatan .....	22
	(2) Tinggi Bebas Minimum .....	22
	(3) Ruang Bebas Untuk Lalu Lintas di Bawah Jembatan .....	22
Pasal 7	Penggunaan Beban Hidup Tidak Penuh .....	23
	(1) Penggunaan Beban Hidup Tidak Penuh .....	23
	(2) Bidang Kontak Roda .....	23

SKBI - 1.3.28. 1987

UDC : 624.042 : 624.21

**P E D O M A N**  
**PERENCANAAN PEMBEBANAN JEMBATAN**  
**JALAN RAYA**

Lampiran nomor 4  
Keputusan Menteri Pekerjaan Umum  
Nomor 378/KPTS/1987  
Tanggal 31 Agustus 1987

## **BAB I**

### **DESKRIPSI**

#### **Pasal 1**

##### **Maksud dan Tujuan**

Pedoman Pembebanan untuk perencanaan jembatan jalan raya merupakan dasar dalam menentukan beban-beban dan gaya-gaya untuk perhitungan tegangan-tegangan yang terjadi pada setiap bagian jembatan jalan raya. Penggunaan pedoman ini dimaksudkan untuk mencapai perencanaan ekonomis sesuai kondisi setempat, tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya, sehingga proses perencanaan menjadi efektif.

#### **Pasal 2**

##### **Ruang Lingkup**

Pedoman Pembebanan untuk perencanaan jembatan jalan raya meliputi data-data beban primer, beban sekunder dan beban khusus serta persyaratan perencanaan untuk penyebaran beban, kombinasi pembebanan, syarat ruang bebas dan penggunaan beban hidup tidak penuh.

Pedoman ini dapat digunakan untuk perencanaan jembatan bentang panjang - bentang utama > 200 m - dengan mengadakan modifikasi sesuai jenis konstruksi dan kondisi lapangan.

#### **Pasal 3**

##### **Definisi Singkatan dan Istilah**

- (1). Beban Primer adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan.
- (2). Beban Sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan.
- (3). Beban Khusus adalah beban yang merupakan beban-beban khusus untuk perhitungan tegangan pada perencanaan jembatan.
- (4). Beban Mati adalah semua beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk segala unsur tambahan yang dianggap merupakan satu kesatuan tetap dengannya.
- (5). Beban Hidup adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan bergerak/lalu lintas dan/atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan.

- (6) Yang dimaksud dengan "lantai kendaraan" adalah seluruh lebar bagian jembatan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan. Bebannya disebut Beban "T".
- (7) Yang dimaksud dengan satu "jalur lalu lintas" adalah bagian dari lantai kendaraan yang digunakan oleh suatu rangkaian kendaraan. Bebannya disebut Beban "D".
- (8) Beban Mati Primer adalah berat sendiri dari pelat dan sistem lainnya yang di pikul langsung oleh masing-masing gelagar jembatan.
- (9) Beban Mati Sekunder adalah berat kerb, trotoir, tiang sandaran dan lain-lain yang dipasang setelah pelat di cor. Beban tersebut dianggap terbagi rata di semua gelagar.
- (10) Profil ruang bebas jembatan adalah ukuran ruang dengan syarat tertentu yaitu meliputi tinggi bebas minimum jembatan tertutup, lebar bebas jembatan dan tinggi bebas minimum terhadap banjir.

#### Pasal 4 Kriteria

Di dalam penyusunan Pedoman Pembebanan untuk perencanaan jembatan jalan raya telah digunakan istilah, perumusan dan kriteria berdasarkan :

- o AASHTO Specifications for Highway Bridges.
- o Japan Road Association - Specifications for Highway Bridges.
- o VOSB - Directions for the designing of steel bridges.

## BAB II D A T A

### Pasal 1 Beban Primer

Yang termasuk beban primer adalah :

- (1) Beban Mati
- (2) Beban Hidup
- (3) Beban Kejut
- (4) Gaya akibat tekanan tanah.

### Pasal 2 Beban Sekunder

Yang termasuk beban sekunder adalah :

- (1) Beban Angin
- (2) Gaya akibat perbedaan suhu
- (3) Gaya akibat rangkai dan susut
- (4) Gaya rem dan traksi
- (5) Gaya-gaya akibat gempa bumi
- (6) Gaya gesekan pada tumpuan-tumpuan bergerak.

Pada umumnya beban ini mengakibatkan tegangan-tegangan relatif lebih kecil dari tegangan-tegangan akibat beban primer kecuali gaya akibat gempa bumi dan gaya gesekan yang kadang-kadang menentukan dan biasanya tergantung dari bentang, bahan, sistem konstruksi, tipe jembatan serta keadaan setempat.

### Pasal 3 Beban Khusus

Yang termasuk beban khusus adalah :

- (1) Gaya Sentrifugal.
- (2) Gaya tumbuk pada jembatan layang
- (3) Gaya dan beban selama pelaksanaan
- (4) Gaya aliran air dan tumbukan benda-benda hanyutan.

Beban-beban dan gaya-gaya selain tersebut di atas perlu diperhatikan, apabila hal tersebut menyangkut kekhususan jembatan, antara lain sistem konstruksi dan tipe jembatan serta keadaan setempat, misalnya gaya pratekan, gaya angkat (buoyancy), dan lain-lain.

### BAB III

## PERSYARATAN PELAKSANAAN

### Pasal 1

#### Beban Primer

(1) **Beban Mati.**

Dalam menentukan besarnya beban mati tersebut, harus digunakan nilai berat isi untuk bahan-bahan bangunan tersebut di bawah ini :

- Baja tuang ..... 7.85 t/m<sup>3</sup>.
- Besi tuang ..... 7.25 t/m<sup>3</sup>.
- Aluminium paduan ..... 2.80 t/m<sup>3</sup>.
- Beton bertulang/pratekan ..... 2.50 t/m<sup>3</sup>.
- Beton biasa, tumbuk, siklop ..... 2.20 t/m<sup>3</sup>.
- Pasangan batu/bata ..... 2.00 t/m<sup>3</sup>.
- Kayu ..... 1.00 t/m<sup>3</sup>.
- Tanah, pasir, kerikil (semua dalam keadaan padat) ..... 2.00 t/m<sup>3</sup>.
- Perkerasan jalan beraspal ..... 2.00 t/m<sup>3</sup> sampai dengan 2.50 t/m<sup>3</sup>.
- Air ..... 1.00 t/m<sup>3</sup>.

Untuk bahan-bahan yang belum disebut di atas, harus diperhitungkan berat isi yang sesungguhnya.

Apabila bahan bangunan setempat memberikan nilai berat isi yang jauh menyimpang dari nilai-nilai yang tercantum di atas, maka berat ini harus ditentukan tersendiri dan nilai yang didapat, setelah disetujui oleh yang berwenang, selanjutnya digunakan dalam perhitungan.

(2) **Beban Hidup.**

2.1. **Macam Beban Hidup.**

Beban hidup pada jembatan yang harus ditinjau dinyatakan dalam dua macam, yaitu beban "T" yang merupakan beban terpusat untuk lantai kendaraan dan beban "D" yang merupakan beban jalur untuk gelagar.

2.2. **Lantai kendaraan dan jalur lalu lintas.**

Jalur lalu lintas mempunyai lebar minimum 2,75 meter dan lebar maksimum 3,75 meter. Lebar jalur minimum ini harus digunakan untuk menentukan beban "D" per jalur.

Jumlah jalur lalu lintas untuk lantai kendaraan dengan lebar 5,50 meter atau lebih ditentukan menurut tabel I.

Untuk selanjutnya jumlah jalur jembatan ini digunakan dalam me-

entukan beban "D" pada perhitungan reaksi perletakan (lihat penjelasan pada Bab.III, pasal 1 (2) 2.4.

Tabel I  
Jumlah Jalur Lalu Lintas

Lebar lantai kendaraan	Jumlah Jalur Lalu Lintas
5.50 sampai dengan 8,25 m.	2
lebih dari 8,25 m sampai dengan 11,25 m	3
lebih dari 11,25 m sampai dengan 15.00 m	4
lebih dari 15.00 m sampai dengan 18,75 m	5
lebih dari 18,75 m sampai dengan 32,50 m	6

Catatan : Daftar tersebut di atas hanya digunakan dalam menentukan jumlah jalur pada jembatan.

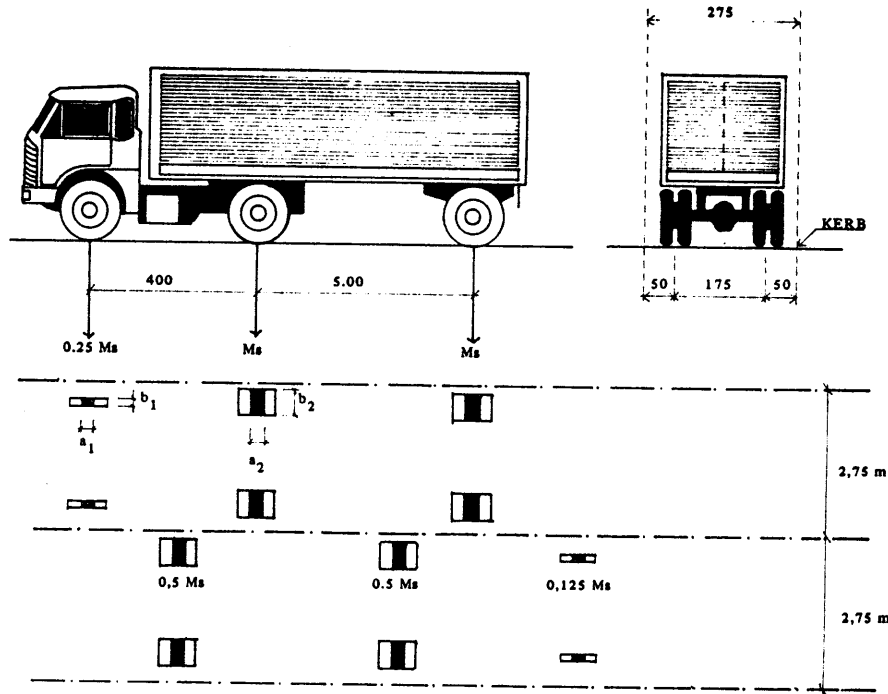
2.3. **Beban "T".**

Untuk perhitungan kekuatan lantai kendaraan atau sistem lantai kendaraan jembatan, harus digunakan beban "T" seperti dijelaskan berikut ini :

Beban "T" adalah beban yang merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (dual wheel load) sebesar 10 ton dengan ukuran-ukuran serta kedudukan seperti tertera pada gambar 1.

dimana :

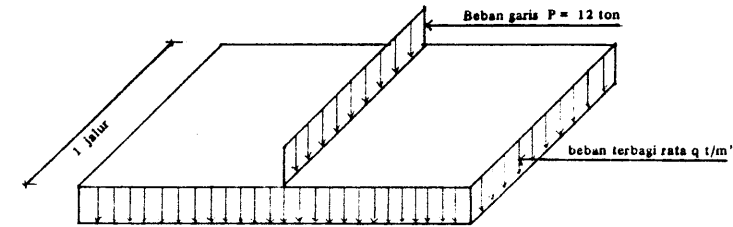
- $a_1 = a_2 = 30.00 \text{ cm.}$   
 $b_1 = 12.50 \text{ cm.}$   
 $b_2 = 50.00 \text{ cm.}$   
 $M_s = \text{Muatan rencana sumbu} = 20 \text{ ton.}$



Gambar 1.

#### 2.4. Beban "D".

- Untuk perhitungan kekuatan gelagar-gelagar harus digunakan beban "D".  
Beban "D" atau beban jalur adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata sebesar "q" ton per meter panjang per jalur, dan beban garis "P" ton per jalur lalu lintas tersebut.  
Beban "D" adalah seperti tertera pada gambar 2.



Gambar 2.  
B e b a n "D"

Besar "q" ditentukan sebagai berikut :

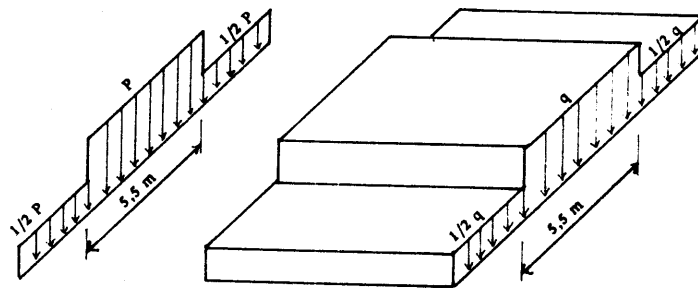
- $q = 2,2 \text{ t/m'}$  . . . . . untuk  $L < 30 \text{ m.}$   
 $q = 2,2 \text{ t/m'} - 1,1/60 \times (L - 30) \text{ t/m'}$  . . . . . untuk  $30 \text{ m} < L < 60 \text{ m.}$   
 $q = 1,1 (1 + 30/L) \text{ t/m'}$  . . . . . untuk  $L > 60 \text{ m.}$

$L$  = Panjang dalam meter, ditentukan oleh tipe konstruksi jembatan sesuai tabel III.

$\text{t/m'}$  = ton per meter panjang, per jalur.

- Ketentuan penggunaan beban "D" dalam arah melintang jembatan adalah sebagai berikut :
  - Untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan sama atau lebih kecil dari 5,50 meter, beban "D" sepenuhnya (100%) harus di bebaskan pada seluruh lebar jembatan.
  - Untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan lebih besar dari 5,50 meter, beban "D" sepenuhnya (100%) dibebankan pada lebar jalur 5,50 meter sedang lebar selebihnya dibebani hanya separuh beban "D" (50%), lihat gambar 3.





Gambar 3.  
Ketentuan Penggunaan Beban "D"

- c. Dalam menentukan beban hidup (beban terbagi rata dan beban garis) perlu diperhatikan ketentuan bahwa :
- Panjang bentang (L) untuk muatan terbagi rata pada Bab III, pasal 1 (2) 2.4. adalah sesuai ketentuan dalam perumusan koefisien kejut (lihat Bab III, pasal 1 (3))
  - Beban hidup per meter lebar jembatan menjadi sebagai berikut :

$$\text{Beban terbagi rata} = \frac{q \text{ ton/meter}}{2,75 \text{ meter}}$$

$$\text{Beban garis} = \frac{P \text{ ton}}{2,75 \text{ meter}}$$

Angka pembagi 2,75 meter di atas selalu tetap dan tidak tergantung pada lebar jalur lalu lintas.

- d. Beban "D" tersebut harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan pengaruh terbesar dengan pedoman sebagai berikut :

- d.1. Dalam menghitung momen-momen maksimum akibat beban hidup (beban terbagi rata dan beban garis) pada gelagar menerus di atas beberapa perletakan digunakan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :
- Satu beban garis untuk momen positif yang menghasilkan pengaruh maksimum.
  - Dua beban garis untuk momen negatif yang menghasilkan pengaruh maksimum.
  - Beban terbagi rata di tempatkan pada beberapa bentang/bagian bentang yang akan menghasilkan momen maksimum.
- d.2. Dalam menghitung momen maksimum positif akibat beban hidup (beban terbagi rata dan beban garis) pada gelagar dua perletakan digunakan beban terbagi rata sepanjang bentang gelagar dan satu beban garis.

- e. Dalam menghitung reaksi perletakan pada pangkal jembatan dan pilar perlu diperhatikan jumlah jalur lalu lintas sesuai ketentuan pada Bab III, pasal 1 (2) 2.2. dan untuk jumlah jalur lalu lintas mulai 4 (empat) jalur atau lebih, beban "D" harus diperhitungkan dengan menganggap jumlah median sebagai berikut :

Tabel II.

Jumlah Median Anggapan untuk Menghitung Reaksi Perletakan.

Jumlah Jalur Lalu Lintas	Jumlah Median Anggapan
n = 4	1
n = 5	1
n = 6	1
n = 7	1
n = 8	3
n = 9	3
n = 10	3

### 2.5. Beban pada trotoir, kerb dan sandaran.

- Konstruksi trotoir harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar 500 kg/m<sup>2</sup>.  
Dalam perhitungan kekuatan gelagar karena pengaruh beban hidup pada trotoir, diperhitungkan beban sebesar 60% beban hidup trotoir.
- Kerb yang terdapat pada tepi-tepi lantai kendaraan harus di perhitungkan untuk dapat menahan satu beban horisontal ke arah melintang jembatan sebesar 500 kg/m' yang bekerja pada puncak kerb yang bersangkutan atau pada tinggi 25 cm di atas permukaan lantai kendaraan apabila kerb yang bersangkutan lebih tinggi dari 25 cm.
- Tiang-tiang sandaran pada setiap tepi trotoir harus diperhitungkan untuk dapat menahan beban horisontal sebesar 100 kg/m', yang bekerja pada tinggi 90 cm di atas lantai trotoir.

### (3) Beban Kejut.

Untuk memperhitungkan pengaruh-pengaruh getaran-getaran dan pengaruh-pengaruh dinamis lainnya, tegangan-tegangan akibat beban garis "P" harus dikalikan dengan koefisien kejut yang akan memberikan hasil maksimum, sedangkan beban merata "q" dan beban "T" tidak dikalikan dengan koefisien kejut.

Koefisien kejut ditentukan dengan rumus :

$$K = 1 + 20 / (50 + L)$$

dimana : K = Koefisien kejut  
L = Panjang bentang dalam meter, ditentukan oleh tipe konstruksi jembatan (keadaan statis) dan kedudukan muatan garis "P" sesuai tabel III.

Koefisien kejut tidak diperhitungkan terhadap bangunan bawah apabila bangunan bawah dan bangunan atas tidak merupakan satu kesatuan. Bila bangunan bawah dan bangunan atas merupakan satu kesatuan maka koefisien kejut diperhitungkan terhadap bangunan bawah.

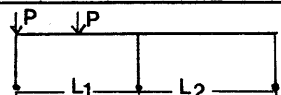
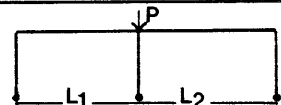
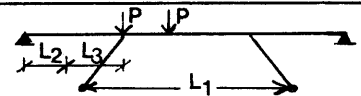
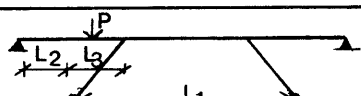
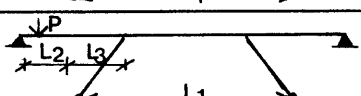
### (4) Gaya Akibat Tekanan Tanah.

Bagian bangunan jembatan yang menahan tanah harus direncanakan dapat menahan tekanan tanah sesuai rumus-rumus yang ada.

Tabel III  
Bentang (L) Untuk Penentuan Koefisien Kejut

Tipe Bang. Atas	Kedudukan Beban Garis "P"	Bentang ( L )
Gelagar Menerus		L <sub>1</sub>
		1/2 (L <sub>1</sub> + L <sub>2</sub> )
		L <sub>2</sub>
Gelagar Kanti-Lever		L <sub>1</sub>
		L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub>
		L <sub>3</sub>
		1/2 (L <sub>1</sub> + L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub> )
		L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub>
		L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub>
		1/2 (L <sub>1</sub> + L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub> )
		L <sub>1</sub>

(lanjutan Tabel III)  
Bentang (L) Untuk Penentuan Koefisien Kejut.

Tipe Bang. Atas	Kedudukan Beban Garis "P"	Bentang ( L )
Jembatan Portal.		$L_1$
		$1/2(L_1 + L_2)$
		$L_1$
		design Portal : $L_1$ design Kantilever : $L_2 + L_3$
		design Bentang Beban : $L_2$ design Kantilever : $L_2 + L_3$

Beban kendaraan dibelakang bangunan penahan tanah diperhitungkan se-nilai dengan muatan tanah setinggi 60 cm.

## Pasal 2 Beban Sekunder

### (1) Beban Angin.

Pengaruh beban angin sebesar 150 kg/m<sup>2</sup> pada jembatan ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horisontal terbagi rata pada bidang vertikal jembatan, dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan. Jumlah luas bidang vertikal bangunan atas jembatan yang dianggap terkena oleh angin ditetapkan sebesar suatu prosentase tertentu terhadap luas bagian-bagian sisi jembatan dan luas bidang vertikal beban hidup.

Bidang vertikal beban hidup ditetapkan sebagai suatu permukaan bidang vertikal yang mempunyai tinggi menerus sebesar 2 (dua) meter di atas lantai kendaraan.

Dalam menghitung jumlah luas bagian-bagian sisi jembatan yang terkena angin dapat digunakan ketentuan sebagai berikut :

#### 1.1. Keadaan tanpa beban hidup.

- Untuk jembatan gelagar penuh diambil sebesar 100% luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin, ditambah 50% luas bidang sisi lainnya.
- Untuk jembatan rangka diambil sebesar 30% luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin, ditambah 15% luas bidang sisi-sisi lainnya.

#### 1.2. Keadaan dengan beban hidup.

- Untuk jembatan diambil sebesar 50% terhadap luas bidang menurut (1.1.a dan 1.1.b).
- Untuk beban hidup diambil sebesar 100% luas bidang sisi yang langsung terkena angin.

#### 1.3. Jembatan menerus di atas lebih dari 2 perletakan.

Untuk perletakan tetap perlu diperhitungkan beban angin dalam arah longitudinal jembatan yang terjadi bersamaan dengan beban angin yang sama besar dalam arah lateral jembatan, dengan beban angin masing-masing sebesar 40% terhadap luas bidang menurut keadaan (1.1. dan 1.2.)

Pada jembatan yang memerlukan perhitungan pengaruh angin yang teliti, harus diadakan penelitian khusus.

(2) Gaya Akibat Perbedaan Suhu.

Peninjauan diadakan terhadap timbulnya tegangan-tegangan struktural karena adanya perubahan bentuk akibat perbedaan suhu antara bagian-bagian jembatan baik yang menggunakan bahan yang sama maupun dengan bahan yang berbeda. Perbedaan suhu ditetapkan sesuai dengan data perkembangan suhu setempat.

Pada umumnya pengaruh perbedaan suhu tersebut dapat dihitung dengan mengambil perbedaan suhu untuk :

- Bangunan Baja :
  - o Perbedaan suhu maksimum-minimum =  $30^{\circ}\text{C}$ .
  - o Perbedaan suhu antara bagian-bagian jembatan =  $15^{\circ}\text{C}$ .
- Bangunan Beton :
  - o Perbedaan suhu maksimum-minimum =  $15^{\circ}\text{C}$ .
  - o Perbedaan suhu antara bagian-bagian jembatan  $< 10^{\circ}\text{C}$ , tergantung dimensi penampang.

Untuk perhitungan tegangan-tegangan dan pergerakan pada jembatan/bagian-bagian jembatan/perletakan akibat perbedaan suhu dapat diambil nilai modulus elastisitas Young ( E ) dan koefisien muai panjang (  $\epsilon$  ) sesuai tabel IV.

Tabel IV.  
Modulus Elastisitas Young ( E ) dan  
Koefisien Muai Panjang (  $\epsilon$  ).

Jenis Bahan	E (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ per derajat Celcius
- Baja	$2,1 \times 10^6$	$12 \times 10^{-6}$
- Beton	2 sampai $4 \times 10^5$ *	$10 \times 10^{-6}$
- Kayu :		
- sejajar serat	$1,0 \times 10^5$ *	$5 \times 10^{-6}$
- tegak lurus serat	$1,0 \times 10^4$ *	$50 \times 10^{-6}$ *

\*) tergantung pada mutu bahan.

(3) Gaya Rangkak dan Susut.

Pengaruh rangkak dan susut bahan beton terhadap konstruksi, harus ditinjau. Besarnya pengaruh tersebut apabila tidak ada ketentuan lain, dapat dianggap -

senilai dengan gaya yang timbul akibat turunnya suhu sebesar  $15^{\circ}\text{C}$ .

(4) Gaya Rem.

Pengaruh gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem, harus ditinjau.

Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban "D" tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada, dan dalam satu jurusan.

Gaya rem tersebut dianggap bekerja horisontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter di atas permukaan lantai kendaraan.

(5) Gaya Akibat Gempa Bumi.

Jembatan-jembatan yang akan dibangun pada daerah-daerah di mana diperkirakan terjadi pengaruh-pengaruh gempa bumi, harus direncanakan dengan menghitung pengaruh-pengaruh gempa bumi tersebut sesuai dengan "Buku Petunjuk Perencanaan Tahan Gempa untuk Jembatan Jalan Raya 1986". Pengaruh-pengaruh gempa bumi pada jembatan dihitung senilai dengan pengaruh suatu gaya horisontal pada konstruksi akibat beban mati konstruksi/bagian konstruksi yang ditinjau dan perlu ditinjau pula gaya-gaya lain yang berpengaruh seperti gaya gesek pada perletakan, tekanan hidrodinamik akibat gempa, tekanan tanah akibat gempa dan gaya angkat apabila pondasi yang direncanakan merupakan pondasi terapung/pondasi langsung.

(6) Gaya Akibat Gesekan pada Tumpuan-tumpuan Bergerak.

Jembatan harus pula ditinjau terhadap gaya yang timbul akibat gesekan pada tumpuan bergerak, karena adanya pemuaian dan penyusutan dari jembatan akibat perbedaan suhu atau akibat-akibat lain.

Gaya gesek yang timbul hanya ditinjau akibat beban mati saja, sedang besarnya ditentukan berdasarkan koefisien gesek pada tumpuan yang bersangkutan dengan nilai sebagai berikut :

6.1. Tumpuan rol baja :

- a. Dengan satu atau dua rol . . . . . 0,01
- b. Dengan tiga atau lebih rol . . . . . 0,05

6.2. Tumpuan gesekan :

- a. Antara baja dengan campuran tembaga keras & baja . . . . . 0,15
- b. Antara baja dengan baja atau besi tuang . . . . . 0,25
- c. Antara karet dengan baja/beton . . . . . 0,15 sampai 0,18

Tumpuan-tumpuan khusus harus disesuaikan dengan persyaratan spesifikasi dari pabrik material yang bersangkutan atau didasarkan atas hasil percobaan

dan mendapat persetujuan pihak yang berwenang.

### P a s a l 3 Beban Khusus

#### (1) Gaya Sentrifugal.

Konstruksi jembatan yang ada pada tikungan harus diperhitungkan terhadap suatu gaya horisontal radial yang dianggap bekerja pada tinggi 1,80 meter di atas lantai kendaraan.

Gaya horisontal tersebut dinyatakan dalam prosen terhadap beban "D" yang dianggap ada pada semua jalur lalu lintas tanpa dikalikan koefisien kejut.

Besarnya prosentase tersebut dapat ditentukan dengan rumus :

$$K_s = 0,79 V^2 / R$$

dimana :  
 $K_s$  = Koefisien gaya sentrifugal (prosen)  
 $V$  = Kecepatan rencana (km/jam)  
 $R$  = Jari-jari tikungan (meter)

#### (2) Gaya Tumbuk pada Jembatan Layang.

Gaya tumbuk antara kendaraan dan pilar dimaksudkan pada jembatan-jembatan layang di mana bagian di bawah jembatan digunakan untuk lalu lintas.

Bagian pilar yang mungkin terkena tumbukan kendaraan perlu diberi tembok pengaman.

Eila tidak terdapat sarana pengaman, maka untuk menghitung gaya akibat tumbukan antara kendaraan dan pilar dapat digunakan salah satu dari kedua gaya tumbuk horisontal yang paling menentukan :

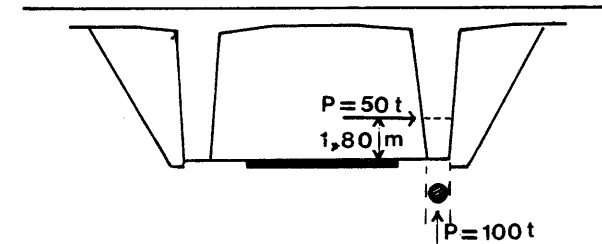
- Pada arah lalu lintas . . . . . 100 ton.
- Pada arah tegak lurus lalu lintas . . . . . 50 ton.

Gaya-gaya tumbuk tersebut dianggap bekerja pada tinggi 1,80 meter di atas permukaan jalan raya.

(gambar 4 : gaya tumbuk pada jembatan layang, lihat hal selanjutnya).

#### (3) Beban dan Gaya Selama Pelaksanaan

Gaya-gaya khusus yang mungkin timbul dalam masa pelaksanaan pembangunan jembatan, harus ditinjau dan besarnya dihitung sesuai dengan cara pelaksanaan pekerjaan yang digunakan.



Gambar 4  
Gaya Tumbuk Pada Jembatan Layang

#### (4) Gaya Akibat Aliran Air dan Tumbukan Benda-benda Hanyutan.

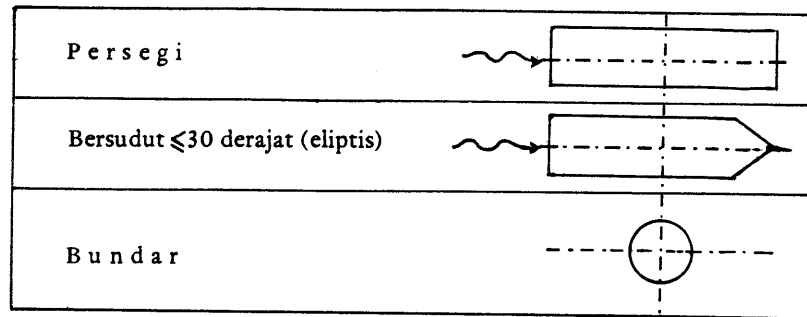
Semua pilar dan bagian-bagian lain dari bangunan jembatan yang mengalami gaya-gaya aliran air, harus diperhitungkan dapat menahan tegangan-tegangan maksimum akibat gaya-gaya tersebut. Gaya tekanan aliran air adalah hasil perkalian tekanan air dengan luas bidang pengaruh pada suatu pilar, yang dihitung dengan rumus :

$$A_h = k V_a^2$$

dimana :  
 $A_h$  = tekanan aliran air (ton/m<sup>2</sup>).  
 $V_a$  = kecepatan aliran air yang dihitung berdasarkan analisa hidrologi (m /detik), bila tidak ditentukan lain maka :  $V_a = 3$  m/detik.  
 $k$  = koefisien aliran yang tergantung bentuk pilar dan dapat diambil menurut tabel V berikut.

Tabel V.  
Koefisien Aliran (k)

Bentuk depan pilar	k
Persegi (tidak disarankan)	0,075
Bersudut ≤ 30 derajat	0,025
B u n d a r	0,035



Gambar 5.  
Bentuk/Denah Pilar

Tegangan-tegangan akibat tumbukan benda-benda hanyutan (kayu, batu dan lain-lain pada aliran sungai) pada bangunan bawah harus diperhitungkan dan besarnya ditetapkan berdasarkan hasil penyelidikan setempat. Gaya tumbuk untuk lalu lintas sungai perlu diperhitungkan secara khusus. Perencanaan bangunan bawah agar memperhatikan buku "Pedoman Perencanaan Hidraulik dan Hidrologi untuk Bangunan di Sungai".

(5) Gaya Angkat.

Bagian-bagian dasar bangunan bawah pada rencana pondasi langsung atau pondasi terapung harus diperhitungkan terhadap gaya angkat yang mungkin terjadi.

**P a s a l   4.**  
**Penyebaran Gaya (Distribusi Beban)**

(1) Beban Mati.

1.1. Beban mati Primer :

Beban mati yang digunakan dalam perhitungan kekuatan gelagar-gelagar (baik gelagar tengah maupun gelagar pinggir) adalah berat sendiri pelat dan sistem lainnya yang dipikul langsung oleh masing-masing gelagar tersebut.

1.2. Beban mati Sekunder :

Beban mati sekunder yaitu kerb, trotoir, tiang sandaran dan lain-lain, yang dipasang setelah pelat di cor, dan dapat dianggap terbagi rata di semua gelagar.

(2) Beban Hidup.

2.1. Beban "T"

Dalam menghitung kekuatan lantai akibat beban "T" dianggap bahwa beban tersebut menyebar ke bawah dengan arah 45 derajat sampai ke tengah-tengah tebal lantai.

2.2. Beban "D".

Dalam menghitung momen dan gaya lintang dianggap bahwa gelagar-gelagar mempunyai jarak dan kekuatan yang sama atau hampir sama, sehingga penyebaran beban "D" melalui lantai kendaraan ke gelagar-gelagar harus dihitung dengan cara sebagai berikut :

a. Perhitungan momen.

– Gelagar hidup yang diterima oleh tiap gelagar tengah adalah sebagai berikut :

$$\text{Beban merata} : q' = q/2,75 \times \alpha \times s$$

$$\text{Beban garis} : P' = P/2,75 \times \alpha \times s$$

dimana :

$s$  = jarak gelagar yang berdekatan (yang di tinjau) dalam meter, diukur dari sumbu ke sumbu.

$\alpha$  = faktor distribusi.

$\alpha$  = 0,75 bila kekuatan gelagar melintang di perhitungkan.

$\alpha$  = 1,00 bila kekuatan gelagar melintang tidak diperhitungkan.

$P$  dan  $q$  = adalah seperti pada Bab III, pasal 1 (2) 2.4.

– Gelagar pinggir

Beban hidup yang diterima oleh gelagar pinggir adalah beban hidup tanpa memperhitungkan faktor distribusi ( $\alpha = 1,00$ ). Bagaimana pun juga gelagar pinggir harus direncanakan minimum sama kuat dengan gelagar tengah.

Dengan demikian beban hidup yang diterima oleh tiap gelagar pinggir tersebut adalah sebagai berikut :

$$\text{Beban merata} : q' = q/2,75 \times s'$$

$$\text{Beban garis} : P' = P/2,75 \times s'$$

dimana :

$s'$  = lebar pengaruh beban hidup pada gelagar pinggir,  $P$  dan  $q$  adalah seperti pada Bab III, pasal 1 (2). 2.4.

Semua gelagar harus diperhitungkan cukup kuat terhadap beban hidup total yang bekerja sesuai dengan lebar jalur yang bersangkutan (lihat uraian Bab III, pasal 1 (2). 2.4.).

b. Perhitungan Gaya Lintang.

— Gelagar tengah.

Beban hidup yang diterima oleh gelagar tengah adalah sebagai berikut :

Beban merata :  $q' = q/2,75 \times \alpha \times s$

Beban garis :  $P' = P/2,75 \times \alpha \times s$

dimana :

$s$  = jarak gelagar yang berdekatan (yang ditinjau) dalam meter diukur dari sumbu ke sumbu.

$\alpha$  = faktor distribusi.

$\alpha$  = 0,75 bila kekakuan gelagar melintang di perhitungkan.

$\alpha$  = 1,00 bila kekakuan gelagar melintang tidak diperhitungkan.

$P$  dan  $q$  = adalah seperti pada Bab III, pasal 1 (2) 2.4.

— Gelagar pinggir.

Beban hidup, baik beban merata maupun beban garis yang di terima oleh gelagar pinggir, adalah beban tanpa perhitungan faktor distribusi.

Bagaimana pun juga gelagar pinggir harus direncanakan minimum sama kuat dengan gelagar-gelagar tengah.

Dengan demikian beban hidup yang diterima oleh gelagar pinggir adalah sebagai berikut :

Beban merata :  $q' = q/2,75 \times s'$

Beban garis :  $P' = P/2,75 \times s'$

dimana :

$s'$  = lebar pengaruh beban hidup pada gelagar-pinggir.

$P$  dan  $q$  = adalah seperti pada Bab III, pasal 1 (2). 2.4.

Pasal 5

Kombinasi Pembebanan

- (1) Konstruksi jembatan beserta bagian-bagiannya harus ditinjau terhadap kombinasi pembebanan dan gaya yang mungkin bekerja. Sesuai dengan sifat-sifat serta kemungkinan-kemungkinan pada setiap beban, tegangan yang digunakan dalam pemeriksaan kekuatan konstruksi yang bersangkutan dinaikan terhadap tegangan yang diizinkan sesuai keadaan elastis. Tegangan yang digunakan dinyatakan dalam prosen terhadap tegangan yang diizinkan sesuai kombinasi pembebanan dan gaya pada tabel VI berikut :

Tabel VI.  
Kombinasi Pembebanan dan Gaya

Kombinasi Pembebanan dan Gaya	Tegangan yang digunakan dalam prosen terhadap tegangan izin keadaan elastis
I. $M + (H + K) + Ta + Tu$	100%
II. $M + Ta + Ah + Gg + A + SR + Tm$	125%
III. Kombinasi (I) + $Rm + Gg + A + SR + Tm + S$	140%
IV. $M + Gh + Tag + Gg + AHg + Tu$	150%
V. $M + P1$	130%
VI. $M + (H + K) + Ta + S + Tb$	150%

dimana :  $A$  = beban angin  
 $Ah$  = gaya akibat aliran dan hanyutan  
 $AHg$  = gaya akibat aliran dan hanyutan pada waktu gempa  
 $Gg$  = gaya gesek pada tumpuan bergerak  
 $Gh$  = gaya horisontal ekivalen akibat gempa bumi

(H+K) =	beban hidup dengan kejut, sesuai Bab III, pasal 1. (3).
M =	beban mati.
P1 =	gaya-gaya pada waktu pelaksanaan
Rm =	gaya rem
S =	gaya sentrifugal
SR =	gaya akibat susut dan rangkak
Tm =	gaya akibat perubahan suhu (selain susut dan rangkak.
Ta =	gaya tekanan tanah
Tag =	gaya tekanan tanah akibat gempa bumi
Tb =	gaya tumbuk
Tu =	gaya angkat (buoyancy).

#### P a s a l 6 Syarat Ruang Bebas

(1) Profil Ruang Bebas Jembatan.

Yang dimaksud dengan profil ruang bebas jembatan adalah tinggi dan lebar ruang bebas jembatan dengan ketentuan :

- 1.1. Tinggi minimum untuk jembatan tertutup adalah 5 m.
- 1.2. Lebar minimum untuk jembatan ditetapkan menurut jumlah jalur lalu lintas (B) ditambah dengan kebebasan samping minimum 2 x 0,50 meter (lihat gambar 6).

(2) Tinggi Bebas Minimum.

Tinggi bebas minimum terhadap banjir 50 tahunan ditetapkan sebesar 1,00 meter. Untuk sungai-sungai yang mempunyai karakteristik khusus, tinggi bebas disesuaikan dengan keperluan berdasarkan penelitian lebih lanjut (lihat gambar 7).

(3) Ruang Bebas Untuk Lalu Lintas di Bawah Jembatan.

- 3.1. Ruang bebas untuk lalu lintas jalan raya dan lalu lintas air di bawah jembatan disesuaikan dengan syarat ruang bebas untuk lalu lintas yang bersangkutan.
- 3.2. Ruang bebas untuk jalan kereta api di bawah jembatan adalah sebagai berikut :
  - a. Tinggi minimum 6,50 meter terhadap tepi atas kepala rel.
  - b. Lebar minimum 15,00 meter.

Selanjutnya disesuaikan dengan syarat ruang bebas jalan kereta api yang berlaku.

#### P a s a l 7 Penggunaan Beban Hidup Tidak Penuh

(1) Penggunaan Muatan Hidup Tidak Penuh.

Di dalam penggunaan beban hidup tidak penuh yang dikarenakan pertimbangan-pertimbangan khusus (misalnya jembatan semi permanen, jembatan di bawah standar, jembatan sementara), penggunaan beban hidup harus di perhitungkan sesuai penjelasan berikut :

1. Beban 70%.  
70% beban "T" dan 70% beban "D"
2. Beban 50%.  
50% beban "T" dan 50% beban "D"

Dimana peraturan penggunaan beban "T" dan "D" adalah seperti pada Bab III, pasal 1 (2) point 2.3 dan 2.4.

(2) Bidang Kontak Roda.

Dalam menggunakan beban "T" untuk perencanaan lantai kendaraan, lebar bidang kontak antara roda kendaraan dengan lantai kendaraan untuk masing-masing penggunaan muatan adalah sebagai berikut :

1. Beban 70%
 

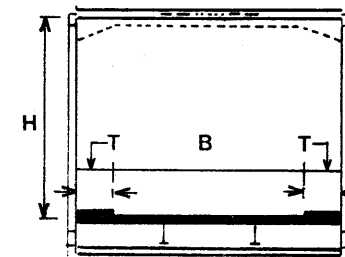
a1, a2	=	14 cm
b1	=	9 cm
b2	=	35 cm.
2. Beban 50%
 

a1, a2	=	10 cm
b1	=	6 cm
b2	=	25 cm

dimana :

a1, a2 dan b1, b2 adalah seperti pada Bab III, pasal 1 (2) point 2.3.





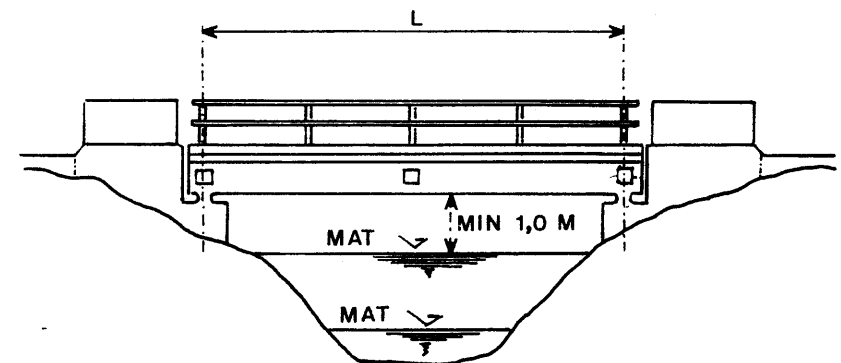
H= min 5,0 m  
T= min 0,5 m.  
B= Lebar lantai kendaraan.

(1

Gambar 6.  
Lebar Minimum Jembatan dan  
Kebebasan Samping Minimum

(2

(3



Gambar 7.  
Tinggi Bebas Minimum terhadap  
Banjir 50 tahunan