

BAB II

DASAR TEORI PENINJAUAN

2.1 Uraian Umum

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi, mempunyai peranan yang penting di dalam kelancaran transportasi untuk pemenuhan hidup. Sehingga jalan yang lancar, aman dan nyaman telah menjadi kebutuhan hidup utama. Tetapi seperti yang kita ketahui, terkadang perjalanan kita terganggu oleh sungai, selat, danau maupun jalan lalu lintas biasa sehingga perlu adanya suatu penghubung agar kita dapat melintasinya dalam hal ini adalah jembatan.

Jembatan adalah penghubung untuk memper-lancar transportasi antara dua ataupun lebih daerah yang terpisah oleh sungai dan lembah, dengan adanya jembatan secara tidak langsung dapat meningkatkan pertumbuhan per-ekonomian di suatu daerah.

Jembatan dibangun dengan umur rencana 100 tahun untuk jembatan besar. Minimum jembatan dapat digunakan 50 tahun. Ini berarti, disamping kekuatan dan kemampuan untuk melayani beban lalu lintas, perlu diperhatikan juga bagaimana pemeliharaan jembatan yang baik.

2.2 Jenis-Jenis Jembatan

Jenis jembatan berdasarkan fungsi, bahan konstruksi dan tipe struktur sekarang ini telah mengalami perkembangan pesat sesuai dengan kemajuan jaman dan teknologi, mulai dari yang sederhana sampai pada konstruksi

yang mutakhir. Berdasarkan kegunaannya jembatan dapat dibedakan sebagai berikut (Agus Iqbal Manu, 1995:9):

1. Jembatan jalan raya (*highway bridge*),
2. Jembatan jalan kereta api (*railway bridge*),
3. Jembatan jalan air (*waterway bridge*),
4. Jembatan jalan pipa (*pipeway bridge*),
5. Jembatan militer (*military bridge*),
6. Jembatan pejalan kaki atau penyeberangan (*pedestrian bridge*)

Berdasarkan bahan konstruksinya, jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain:

1. Jembatan kayu (*log bridge*).

Jembatan yang terdiri dari bahan kayu dengan bentang yang relatif pendek.

2. Jembatan beton (*concrete bridge*).

Jembatan beton merupakan jembatan yang konstruksinya terbuat dari material utama bersumber dari beton.

3. Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*).

Jembatan dengan bahan berkekuatan tinggi merupakan alternatif menarik untuk jembatan bentang panjang. Bahan ini dipergunakan secara luas pada struktur jembatan sejak tahun 1950-an.

4. Jembatan baja (*steel bridge*).

Jembatan yang menggunakan berbagai macam komponen dan sistem struktur baja: *deck*, girder, rangka batang, pelengkung, penahan dan penggantung kabel.

5. Jembatan komposit (*compossite bridge*).

Jembatan yang memiliki pelat lantai beton dihubungkan dengan girder atau gelagar baja yang bekerja sama mendukung beban sebagai satu kesatuan balok. Gelagar baja terutama menahan tarik sedangkan plat beton menahan momen lendutan.

Berdasarkan tipe strukturnya, jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam (Bambang Supriyadi, 2007:18), antara lain:

1. Jembatan plat (*slab bridge*).

Jembatan dengan bentuk yang paling ekonomis untuk menahan lentur dan gaya geser serta memiliki momen inersia terbesar untuk berat yang relatif rendah setiap unit panjangnya.

2. Jembatan plat berongga (*voided slab bridge*).

Jembatan dengan meminimalkan jumlah gelagar dan bagian-bagian fabrikasi, sehingga dapat mengurangi nilai konstruksinya. Jarak antar gelagar dibuat lebar dan pengaku lateral diabaikan.

3. Jembatan gelagar (*girder bridge*).

Jembatan yang memiliki gelagar utama dihubungkan secara melintang dengan balok lantai membentuk pola grid dan akan

menyalurkan beban bersama-sama. Jembatan tipe ini dibagi menjadi 2 macam yakni, I-girder dan box girder.

4. Jembatan rangka (*truss bridge*).

Jembatan yang terdiri dari elemen-elemen berbentuk batang disusun dengan pola dasar menerus dalam struktur segitiga kaku. Elemen-elemen tersebut dihubungkan dengan sambungan pada ujungnya. Setiap bagian menahan beban axial juga tekan dan tarik.

5. Jembatan pelengkung (*arch bridge*).

Pelengkung merupakan struktur busur vertikal yang mampu menahan beban tegangan axial.

6. Jembatan gantung (*suspension bridge*).

Jembatan dimana gelagar digantung oleh penggantung vertikal atau mendekati vertikal yang kemudian digantungkan pada kabel penggantung utama yang melewati menara dari tumpuan satu ke tumpuan lainnya. Beban diteruskan melalui gaya tarik kabel. Desain ini sesuai dengan jembatan dengan bentang yang terpanjang.

7. Jembatan kabel (*cable stayed bridge*).

Jembatan dimana gelagar digantung oleh kabel berkekuatan tinggi dari satu atau lebih menara. Desain ini lebih sesuai untuk jembatan jarak panjang.

8. Jembatan cantilever (*cantilever bridge*)

Jembatan menerus yang dibuat dengan penempatan sendi di antara pendukung.

2.3 Bagian-Bagian Kontruksi

Secara umum konstruksi jembatan beton memiliki dua bagian yaitu bangunan atas (*upper structure*) dan bangunan bawah (*sub structure*). Bangunan atas adalah konstruksi yang berhubungan langsung dengan beban-beban lalu lintas yang bekerja. Sedangkan bangunan bawah adalah konstruksi yang menerima beban-beban dari bangunan atas dan meneruskannya ke lapisan pendukung (tanah keras) di bawahnya.

2.3. 1 Bangunan Atas Jembatan (*Upper Structure*)

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

2.3.2. 1 Tiang sandaran

Berfungsi untuk membatasi lebar dari suatu jembatan agar membuat rasa aman bagi lalu lintas kendaraan maupun orang yang melewatinya. Tiang sandaran dengan trotoar terbuat dari beton bertulang dan untuk sandarannya dari pipa galvanis.

2.3.2. 2 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 1,0–1,5 meter dan dipasang pada bagian kanan serta kiri jembatan. Pada ujung tepi trotoar

(kerb) dipasang lis dari baja siku untuk penguat trotoar dari pengaruh gesekan dengan roda kendaraan.

2.3.2. 3 Lantai Kendaraan

Berfungsi untuk memikul beban lalu lintas yang melewati jembatan serta melimpahkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagar memanjang melalui gelagar-gelagar melintang. Pelat lantai dari beton ini mempunyai ketebalan total 25 cm

2.3.2. 4 Balok Diafragma

Balok diafragma adalah merupakan pengaku dari gelagar-gelagar memanjang dan tidak memikul beban plat lantai dan diperhitungkan seperti balok biasa.

2.3.2. 5 Gelagar (*Girder*)

Gelagar merupakan balok utama yang memikul beban dari lantai kendaraan maupun kendaraan yang melewati jembatan tersebut, sedangkan besarnya balok memanjang tergantung dari panjang bentang dan kelas jembatan.

2.3. 2 Bangunan Bawah Jembatan (*sub structure*)

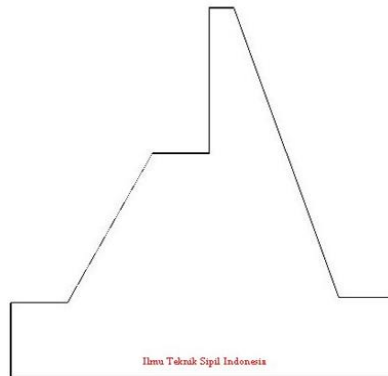
Bangunan bawah pada umumnya terletak disebelah bawah bangunan atas. Fungsinya menerima/memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas dan kemudian menyalurkannya ke pondasi (Agus Iqbal Manu, 1995:5). Yang termasuk dalam bangunan bawah jembatan yaitu seperti :

2.3.2. 1 Kepala jembatan (Abutment)

Bagian bangunan pada ujung-ujung jembatan, selain sebagai pendukung bagi bangunan atas juga berfungsi sebagai penahan tanah. Bentuk umum abutment yang sering dijumpai baik pada jembatan lama maupun jembatan baru pada prinsipnya semua sama yaitu sebagai pendukung bangunan atas, tetapi yang paling dominan ditinjau dari kondisi lapangan seperti daya dukung tanah dasar dan penurunan (*seatlement*) yang terjadi. Adapun jenis abutment ini dapat dibuat dari bahan seperti batu atau beton bertulang dengan konstruksi seperti dinding atau tembok. Jenis-jenis abutment terdiri dari beberapa tipe atau bentuk yang umum, diantaranya adalah :

1. Abutment Tipe Gravitasi

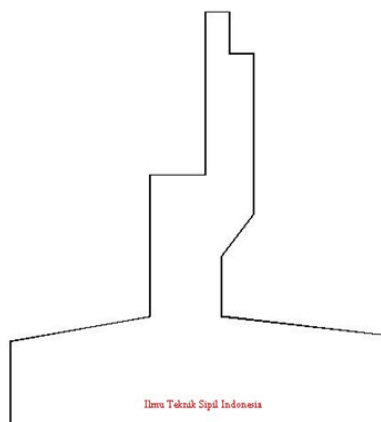
Memperoleh kekuatan dan ketahanan terhadap gaya-gaya yang bekerja dengan menggunakan berat sendiri. Karena bentuknya yang sederhana dan begitu juga dengan pelaksanaannya tidak begitu rumit. Abutment tipe ini sering digunakan pada struktur yang tidak terlalu tinggi dan tanah pondasinya yang baik. Pada umumnya material yang digunakan merupakan pasangan batu kali atau beton tumbuk. Biasanya abutment tipe ini digunakan pada jembatan yang memiliki bentang yang tidak terlalu panjang.



Gambar 2.1 *Abutment* Tipe Gravitasi

2. Abutment Tipe T Terbalik

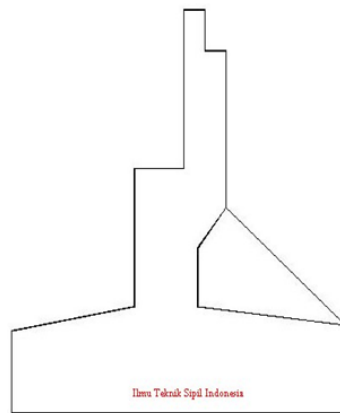
Merupakan tembok penahan dengan balok kantilever tersusun dari suatu tembok memanjang dan sebagai suatu plat kekuatan dari tembok. Ketahanan dari gaya-gaya yang bekerja diperoleh dari berat sendiri serta berat tanah diatas pelat tumpuan/tumit. Perbedaan abutment T terbalik dengan abutment tipe gravitasi terdapat pada kelangsingannya, dimana abutment tipe T terbalik lebih langsing dari pada abutment tipe gravitasi. Pada umumnya abutment tipe T terbalik digunakan pada konstruksi yang lebih tinggi dan material yang digunakan adalah beton bertulang.



Gambar 2.2 *Abutment* Tipe T Terbalik

3. Abutment Tipe Dengan Penopang

Abutment tipe ini hampir mirip dengan abutment tipe T terbalik, tetapi jenis abutment ini diberi penopang pada sisi belakangnya (counterfort) yang bertujuan untuk memperkecil gaya yang bekerja pada tembok memanjang dan pada tumpuan. Pada umumnya abutment tipe penopang digunakan pada keadaan struktur yang tinggi dan menggunakan material beton bertulang.



Gambar 2.3 *Abutment* Tipe Dengan Penopang

2.3.2. 2 Plat injak

Plat injak adalah bagian dan bangunan jembatan bawah yang berfungsi untuk menyalurkan beban yang diterima di atasnya secara merata ke tanah dibawahnya dan juga untuk mencegah terjadinya defleksi yang terjadi pada permukaan jalan.

2.3.2. 3 Pondasi

Pondasi adalah bagian dan jembatan yang tertanam didalam tanah. Fungsi dari pondasi adalah untuk menahan beban bangunan yang berada di atasnya dan meneruskannya ke tanah dasar, baik ke arah vertikal maupun ke arah horizontal. Dalam perencanaan suatu konstruksi atau bangunan

yang kuat, stabil dan ekonomis, perlu diperhitungkan hal-hal sebagai berikut:

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

Pondasi terbagi menjadi 2 bagian yaitu:

1. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal digunakan apabila lapisan tanah dasar yang baik letaknya tidak dalam, dimana gangguan air tanah atau air sungai dapat diatasi agar pondasi bisa dikerjakan dalam keadaan kering sehingga mutu pondasi akan lebih baik dan ekonomis. Tegangan tanah yang diijinkan jika diperhitungkan terhadap keseimbangan harus dengan faktor keamanan minimal 3 ($SF \geq 3$). Pondasi ini dapat dibagi menjadi:

- Pondasi Lajur Batu Kali

Pondasi ini dibuat dari pondasi batu dengan kualitas baik, tidak mudah retak atau hancur, dimana adukan yang dipakai minimal 1:6 (1 semen dan 6 pasir) dan harus mempunyai kuat tekan pada umur 28 hari minimal 30 kg/cm².

- Pondasi Menerus (*Continous Footing*)

Pondasi ini juga terbuat dari konstruksi beton bertulang dengan mutu beton minimal K-175.

- Pondasi *Foot Plat*

Pondasi ini digunakan untuk menopang beban struktural maka disyaratkan pondasi ini terbuat dari konstruksi beton bertulangan dengan mutu beton minimal K-175.

- Pondasi Sumuran

Pondasi ini digunakan apabila tanah dasar yang baik letaknya dalam serta didalam tanah tidak terdapat gangguan yang menghalangi pelaksanaan pembuatan pondasi sumuran. Pondasi ini juga dapat digunakan kalau ada bahaya penggerusan tanah dibawah dasar pondasi oleh arus air.

- Pondasi Rakit

Pondasi ini adalah pondasi beton yang dibuat seluas bangunan diatasnya atau disebut pondasi yang luas sekali.

2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam dipergunakan apabila lapisan tanah dasar untuk pondasi yang mampu mendukung beban yang dilimpahkan terletak terlalu dalam (tanah keras/batuan berada lebih dari 15 meter dari permukaan tanah).

Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalam yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban strutur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di dekat permukaan tanah dapat dihindari.

Macam-macam pondasi dalam:

- Pondasi Tiang Pancang

Pada dasarnya sama dengan *bore pile*, hanya saja yang membedakan bahan dasarnya. Tiang pancang menggunakan beton jadi yang langsung ditancapkan langsung ke tanah dengan menggunakan mesin pemancang. Karena ujung tiang pancang lancip menyerupai paku, oleh karena itu tiang pancang tidak memerlukan proses pengeboran. Pondasi tiang pancang dipergunakan pada tanah-tanah lembek, tanah berawa, dengan kondisi daya dukung tanah (σ tanah) kecil, kondisi air tanah tinggi dan tanah keras pada posisi sangat dalam. Jenis-jenis tipe pondasi tiang pancang dapat terdiri dari balok kayu, pipa baja, profil baja, beton prestress, dan kombinasi pipa baja dan beton.

- Pondasi *Bore Pile*

Pondasi bor pile adalah bentuk pondasi dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah, pondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lubang dengan sistim pengeboran atau pengerukan tanah. Setelah kedalaman sudah didapatkan kemudian pondasi pile dilakukan dengan pengecoran beton bertulang terhadap lubang yang sudah di bor. Sistim pengeboran dapat dilakukan dalam berbagai jenis baik sistim maual maupun sistim hidrolik. Besar diameter dan kedalaman galian dan juga sistim penulangan beton bertulang didesain berdasarkan daya dukung tanah dan beban yang akan dipikul. Fungsional pondasi ini juga hampir sama pondasi pile yang mana juga ditujukan untuk

menahan beban struktur melawan gaya angkat dan juga membantu struktur dalam melawan kekuatan gaya lateral dan gaya guling.

2.3.2. 4 Dinding Sayap (*Wing Wall*)

Dinding sayap adalah bagian dan bangunan bawah jembatan yang berfungsi untuk menahan tegangan tanah dan memberikan kestabilan pada posisi tanah terhadap jembatan.

2.3.2. 5 Pilar

Pilar adalah salah satu konstruksi bangunan bawah jembatan yang terletak diantara dua *abutment* yang juga berfungsi sebagai penahan beban bangunan atas dan meneruskannya ke pondasi.

2.4 Perencanaan Abutment Jembatan

Dasar teori merupakan materi yang didasarkan pada buku – buku referensi dengan tujuan memperkuat materi pembahasan, maupun sebagai dasar dalam menggunakan rumus-rumus tertentu guna mendesain suatu struktur. Dalam peninjauan ini, sebagai pedoman perhitungan dipakai referensi sebagai berikut :

1. Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2847-2002)
2. Standar Nasional Indonesia (RSNI T-02-2005)
3. Sesuai Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya 1987
4. Data Hasil Penyelidikan Tanah
5. Gambar Rencana

2.4. 1 Perhitungan Pembebanan

Pedoman Pembebanan untuk perencanaan jembatan jalan raya merupakan dasar dalam menentukan beban dan gaya untuk perhitungan

tegangan - tegangan yang terjadi pada setiap bagian jembatan jalan raya. Pedoman pembebanan meliputi :

2.4.1. 1 Beban Primer

Beban primer adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Adapun yang termasuk beban primer adalah :

- a. Beban mati
- b. Beban hidup
- c. Beban kejut
- d. Gaya akibat tekanan tanah

a. Beban Mati (M)

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

Tabel 2.1 Berat Isi untuk Beban Mati

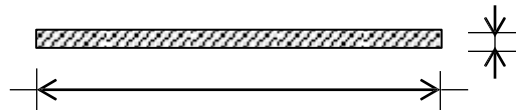
No.	Bahan	Berat/Satuan Isi (kN/m ³)	Kerapatan Masa (kg/m ³)
1	Campuran aluminium	26.7	2720
2	Lapisan permukaan beraspal	22.0	2240
3	Besi tuang	71.0	7200
4	Timbunan tanah dipadatkan	17.2	1760
5	Kerikil dipadatkan	18.8-22.7	1920-2320
6	Aspal beton	22.0	2240
7	Beton ringan	12.25-19.6	1250-2000
8	Beton	22.0-25.0	2240-2560
9	Beton prategang	25.0-26.0	2560-2640
10	Beton bertulang	23.5-25.5	2400-2600
11	Timbal	111	11 400
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	18.0-18.8	1840-1920
17	Lumpur lunak	17.2	1760
18	Baja	77.0	7850
19	Kayu (ringan)	7.8	800
20	Kayu (keras)	11.0	1120
21	Air murni	9.8	1000
22	Air garam	10.0	1025
23	Besi tempa	75.5	7680

(Sumber RSNI T-02-2005)

Beban mati terdiri dari :

1. Beban plat lantai kendaraan
2. Beban aspal
3. Beban trotoar
4. Beban Gelagar
5. Beban tiang sandaran
6. Beban diafragma
7. Beban parapet

1. Beban plat lantai kendaraan



Gambar 2.4 Plat Lantai Kendaraan

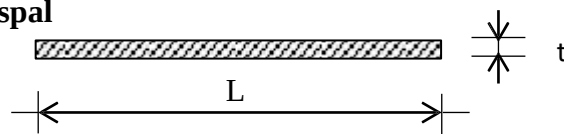
Beban plat lantai kendaraan (W_1) = Volume $\times \gamma_{\text{beton}}$

Dimana, t = tebal plat lantai kendaraan (m)

L = lebar plat lantai kendaraan (m)

γ_{beton} = berat isi beton (kN/m^3)

2. Beban aspal



Gambar 2.5 Perkerasan Aspal

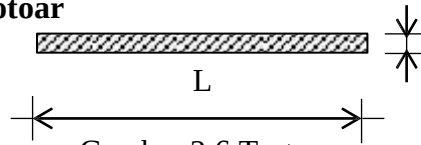
Beban aspal (W_2) = Volume $\times \gamma_{\text{aspal}}$

Dimana, t = tebal aspal (m)

L = lebar aspal (m)

γ_{aspal} = berat isi aspal (kN/m^3)

3. Beban trotoar



Gambar 2.6 Trotoar

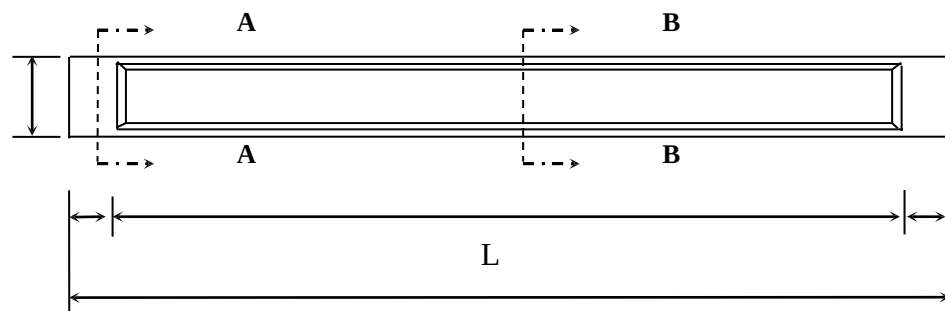
$$\text{Beban trotoar (W3)} = t \times L \times \gamma_{\text{beton}}$$

Dimana, t = tebal trotoar (m)

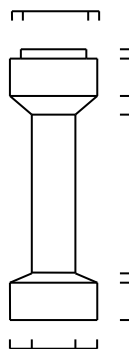
L = lebar trotoar (m)

γ_{beton} = berat isi beton (kN/m^3)

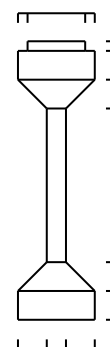
4. Beban gelagar



Gambar 2.7 Gelagar



Pot A-A



Pot B-B

Gambar 2.8 Potongan Gelagar

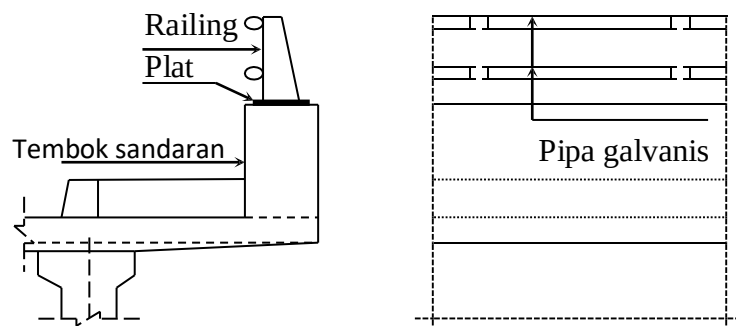
Berat gelagar :

$$W4 = [(A1 \times L1) + (A2 \times L2) \times \gamma_c \times n$$

Dimana : A1 adalah luas penampang A-A

A2 adalah luas penampang B-B

5. Beban tiang sandaran



Gambar 2.9 Tiang Sandaran

$$\text{Berat railing} = \text{volume} \times \gamma_{\text{besi}} \times n$$

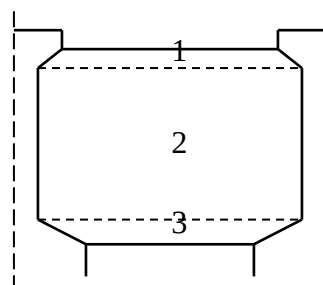
$$\text{Berat beton} = \text{volume} \times \gamma_c \times 2$$

$$\text{Berat plat} = \text{volume} \times \gamma_{\text{besi}} \times n$$

$$\text{Berat pipa} = L \times \gamma_{\text{besi}} \times n$$

$$\text{Berat total tiang sandaran (W5)} = \text{berat beton} + \text{berat pipa} + \text{berat plat} + \text{berat railing}$$

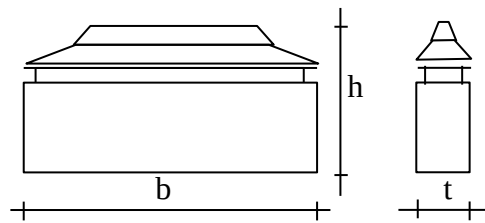
6. Berat Diafragma



Gambar 2.10 Diafragma

$$\text{Berat diafragma (W6)} = \text{Volume} \times \gamma_c \times n$$

7. Beban Parapet



Gambar 2.11 Parapet

$$\text{Berat parapet (W7)} = V \times \gamma_{\text{beton}} \times n$$

$$\text{Dimana, } V = \text{volume parapet (m}^3\text{)}$$

$$\gamma_{\text{beton}} = \text{berat isi beton (kN/m}^3\text{)}$$

$$n = \text{jumlah parapet}$$

$$\text{Jadi total beban mati} = (W1+W2+W3+W4+W5+W6+W7)$$

b. Beban Hidup (H)

Beban hidup adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan bergerak / lalu lintas dan / atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan.

Beban hidup pada jembatan 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. Jalur lalu lintas mempunyai lebar minimum 2,75 meter dan lebar maksimum 3,75 meter. Lebar jalur minimum ini harus digunakan untuk beban “D” per jalur. Jumlah jalur lalu lintas untuk lantai kendaraan dengan lebar 5,50 m atau lebih ditentukan menurut tabel berikut:

Tabel 2.2 Jumlah Jalur Lalu Lintas

Tipe Jembatan (1)	Lebar Jalur Kendaraan (m) (2)	Jumlah Lajur Lalu lintas Rencana (n _i)
Satu lajur	4,0 - 5,0	1
Dua arah, tanpa median	5,5 - 8,25 11,3 - 15,0	2 (3) 4
Banyak arah	8,25 - 11,25 11,3 - 15,0 15,1 - 18,75 18,8 - 22,5	3 4 5 6
CATATAN (1) Untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh Instansi yang berwenang.		
CATATAN (2) Lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kerb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerb/rintangan/median dengan median untuk banyak arah.		
CATATAN (3) Lebar minimum yang aman untuk dua-lajur kendaraan adalah 6,0 m. Lebar jembatan antara 5,0 m sampai 6,0 m harus dihindari oleh karena hal ini akan memberikan kesan kepada pengemudi seolah-olah memungkinkan untuk menyalip.		

(Sumber RSNI T-02-2005)

Macam-macam beban hidup yaitu :

1. Beban “D”
2. Beban “T”
3. Beban Kejut
4. Beban Genangan Air
5. Beban hidup pada Trotoar
6. Beban hidup pada Sandaran

1. Muatan “D”

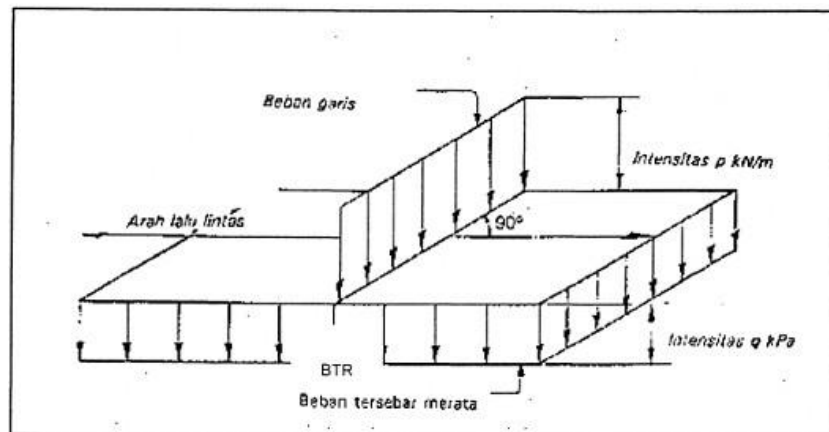
Muatan “D” atau muatan jalur adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata sebesar “q” ton per meter panjang jalur, dan beban garis “P” ton per jalur lalu lintas tersebut. Besarnya beban “q” ditentukan sebagai berikut :

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

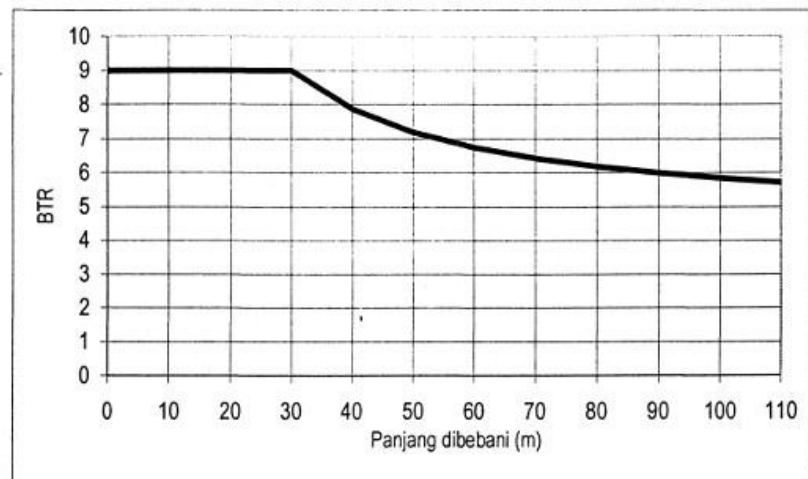
$$q = 9,0 \times (0,5 + 15/L) \text{ kPa} \dots\dots\dots \text{ untuk } L > 30\text{m}$$

dengan q adalah intensitas beban terbagi rata dalam arah memanjang jembatan dan L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter).

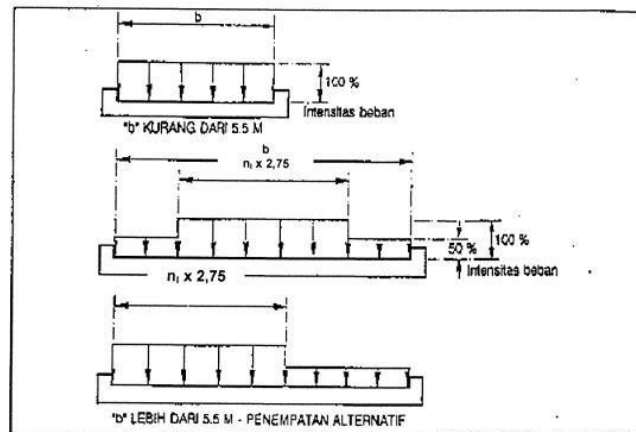
Sedangkan besar intensitas beban garis “P” adalah 49,0 kN/m.



Gambar 2.12 Beban lajur “D”



Gambar 2.13 Beban “D” : hubungan “q” dengan panjang yang dibebani



Gambar 2.14 Ketentuan Penggunaan Beban “D”

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 dibebankan 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%).

Dalam menentukan beban hidup (beban terbagi rata dan beban garis) perlu diperhatikan ketentuan bahwa :

- Panjang bentang (L) untuk muatan terbagi rata.
- Beban hidup per meter lebar jembatan menjadi sebagai berikut

$$\text{Beban terbagi rata} = n_1 \times 2,75 \times q \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban garis} = n_1 \times 2,75 \times p \text{ kN}$$

Bentang “D” tersebut harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan pengaruh terbesar, dimana dalam perhitungan 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. Konstruksi trotoar harus diperhatikan terhadap beban hidup sebesar 5 kPa.

Untuk memperhitungkan pengaruh getaran dan pengaruh dinamis lainnya, tegangan-tegangan akibat beban garis “P” harus dikalikan dengan koefisien kejut.

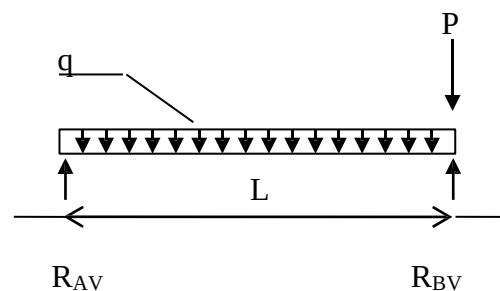
Koefisien kejut ditentukan dengan rumus :

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

Dimana, K = koefisien kejut

L = panjang bentang dalam meter

(Sesuai Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya 1987)

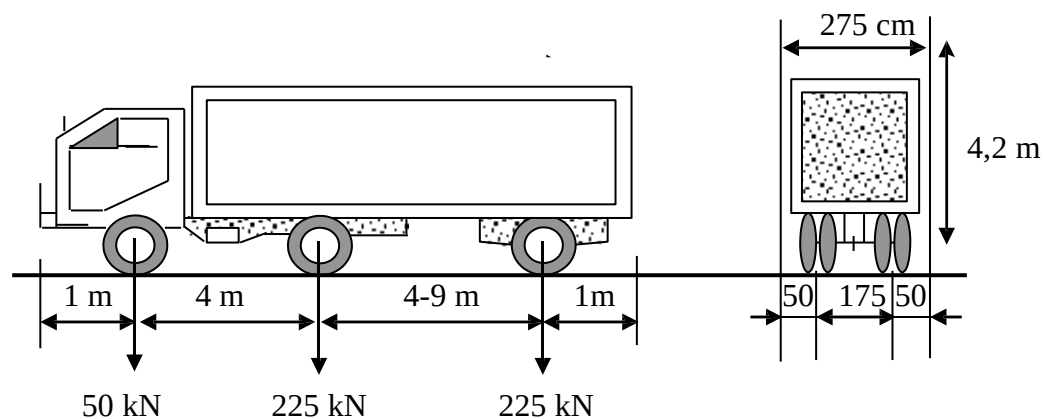


Gambar 2.15 Reaksi Akibat Beban “D”

$$R_{BV} = P + \frac{1}{2} \cdot q \cdot L$$

2. Muatan “T”

Muatan “T” adalah beban terpusat yang khusus bekerja pada lantai kendaraan. Lantai kendaraan adalah seluruh lebar bagian jembatan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan. Beban ini berupa beban yang berasal dari berat kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda sebesar 500 kN dengan ukuran- ukuran seperti tertera pada gambar berikut :



Gambar 2.16 Beban Roda Kendaraan

3. Beban Kejut (K)

Untuk memperhitungkan pengaruh getaran dan 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 :

$$K = 1 + \frac{20}{50 + L}$$

Dimana, K = koefisien kejut

L = panjang bentang dalam meter

(Sesuai Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya 1987)

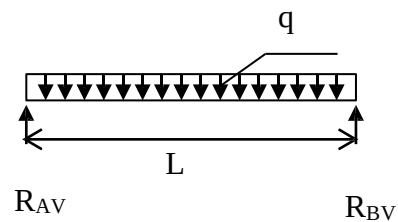
4. Beban Air Genangan

Tinggi air hujan = t (perkiraan),

Berat isi air = γ_w

Sehingga berat air (q) = $t \times \gamma_w \times B$,

Dimana, B = lebar jembatan

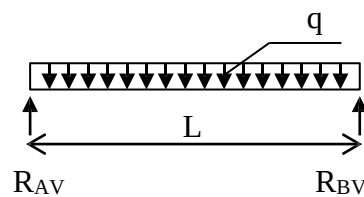


Gambar 2.17 Reaksi Beban Air

$$R_{BV} = P + \frac{1}{2} \cdot q \cdot L$$

5. Beban Hidup pada Trotoar

Menurut Standar Nasional Indonesia Pembebanan untuk Jembatan RSNI T-02-2005 muatan lantai trotoar diperhitungkan sebagai beban hidup sebesar 5 kPa. Dan apabila trotoar memungkinkan untuk kendaraan ringan atau ternak, maka trotoar harus bisa memikul beban hidup terpusat sebesar 20 kN.



Gambar 2.18 Reaksi Beban Hidup Trotoar

$$R_{BV} = R_{AV} = P + \frac{1}{2} \cdot q \cdot L$$

6. Beban Hidup pada Sandaran

Tiang-tiang sandaran pada setiap tepi trotoar harus diperhitungkan untuk dapat menahan beban horizontal sebesar 1 kN/m yang bekerja pada tinggi 90 cm di atas lantai trotoar.

Jadi total beban hidup = beban D dengan koefisien kejut + beban T + beban genangan air + beban trotoar + beban hidup sandaran.

2.4.1. 2 Beban Sekunder

Beban sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Yang termasuk beban sekunder antara lain :

- a. Beban angin (A)
- b. Gaya rem dan Traksi
- c. Gaya akibat gempa bumi
- d. Gaya gesekan

a. Beban Angin (A)

Pengaruh beban angin sebesar $1,5 \text{ kN/m}^2$ pada jembatan ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horizontal 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 meter di atas lantai kendaraan. Untuk menghitung jumlah luas bagian-bagian sisi jembatan yang terkena angin dapat digunakan ketentuan sebagai berikut :

a. 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.

- Luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angina

(L1):

$$L1 = Tj1 \times lj$$

Bidang vertikal beban hidup ditetapkan sebagai suatu permukaan bidang vertikal yang mempunyai tinggi menerus sebesar 2 meter di atas lantai kendaraan. Untuk menghitung jumlah luas bagian-bagian sisi jembatan yang terkena angin dapat digunakan ketentuan sebagai berikut :

b. 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.

- Luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin

(L1):

$$L1 = Tj1 \times lj$$

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

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

c. 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.

- Luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin

(L1):

$$L1 = Tj1 \times lj$$

Untuk beban hidup diambil sebesar 100% luas bidang sisi yang langsung terkena angin (L4).

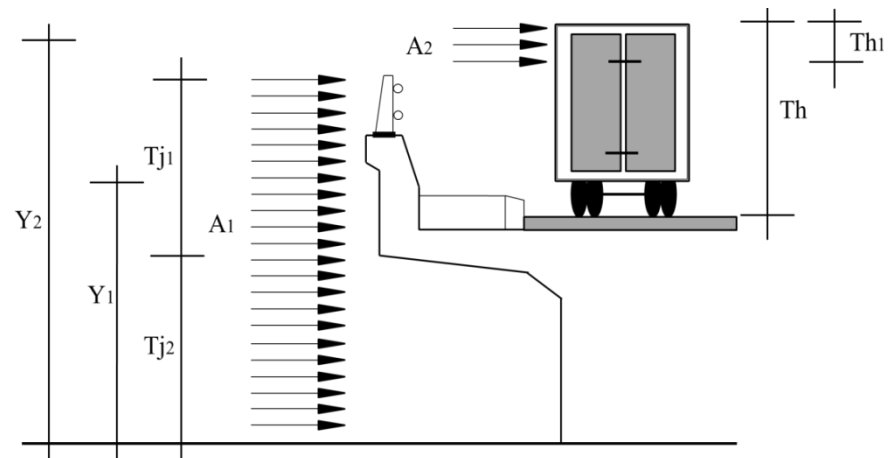
- $L4 = Th1 \times lj$
- $A2 = (L3 \times 1,5) + (L4 \times 1,5)$
- $MA2 = A2 \times Y2$

Keterangan

lj = bentang jembatan yang ditahan pilar

A1 = beban angin tanpa beban hidup

A2 = beban angin dengan beban hidup



Gambar 2.19 Pembebanan Akibat Gaya Angin

Keterangan

Tj1 = tinggi sisi jembatan yang tidak langsung terkena angin.

Tj2 = tinggi sisi jembatan yang langsung terkena angin.

A1 = beban angin tanpa beban hidup

A2 = beban angin dengan beban hidup

Th = tinggi sisi beban hidup

Th1 = tinggi sisi beban hidup yang langsung terkena angin.

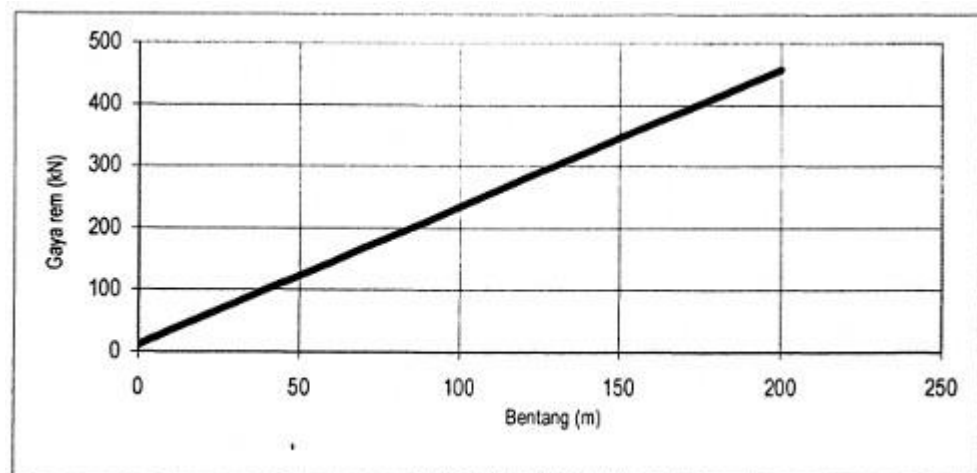
Y1 = tinggi berat A1 dari dasar abutmen.

Y2 = tinggi berat A2 dari dasar abutmen.

Tekanan angin (W13) = 1,5 kN/m

b. Gaya Rem dan Traksi (Rm)

Gaya rem merupakan gaya sekunder yang arah kerjanya searah memanjang jembatan atau horizontal. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari muatan “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.



Gambar 2.20 Gaya rem per lajur 2,75 m

c. Gaya Akibat Gempa Bumi (Gh)

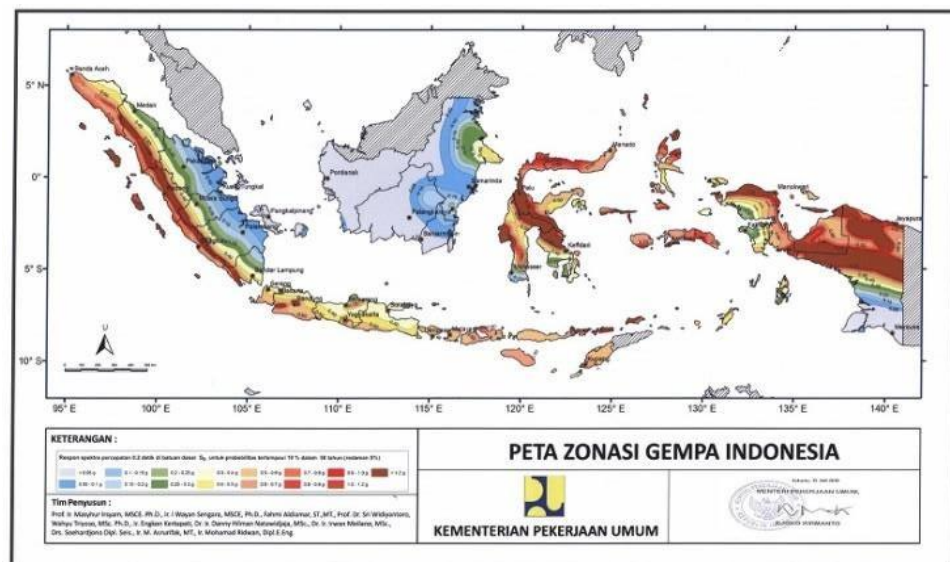
Pengaruh-pengaruh gempa bumi pada jembatan dihitung senilai dengan pengaruh suatu gaya horisontal pada konstruksi akibat beban mati konstruksi/ bagian konstruksi yang ditinjau dan perlu ditinjau pula gaya-gaya lain yang berpengaruh seperti gaya gesek pada perletakan, tekanan hidrodinamik akibat gempa, tekanan tanah akibat gempa.

$$G_h = E \times G$$

Dimana, G_h = gaya horisontal akibat gempa bumi

E = muatan mati pada konstruksi (kN)

G = koefisien gempa



Gambar 2.21 Jalur gempa bumi

Tabel 2.3 Koefisien Pengaruh Gempa

Keadaan Tanah / Pondasi	Daerah		
	I	II	III
Untuk jembatan yang didirikan diatas pondasi langsung dengan tekanan tanah sebesar 5 kg/cm^2 atau lebih.	0,12	0,06	0,03
Untuk jembatan yang didirikan diatas pondasi langsung dengan tekanan tanah kurang dari 5 kg/cm^2 .	0,20	0,10	0,05
Untuk jembatan yang didirikan di atas pondasi, selain pondasi langsung.	0,28	0,14	0,07

(Sumber : DPU, Buku Petunjuk Perencanaan Tahan Gempa untuk

Jembatan dan Jalan Raya.)

d. Gaya Akibat Gesekan (Gg)

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

- Tumpuan rol baja
 - dengan satu atau dua rol 0,01
 - dengan tiga atau lebih rol 0,05
- Tumpuan Gesekan
 - Antara baja dengan campuran tembaga keras & baja 0.15
 - Antara baja dengan baja atau besi tuang 0.25
 - Antara karet dengan baja/beton 0,15 - 0,18

(Sesuai Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya 1987)

2.4. 2 Perhitungan Abutmen Jembatan

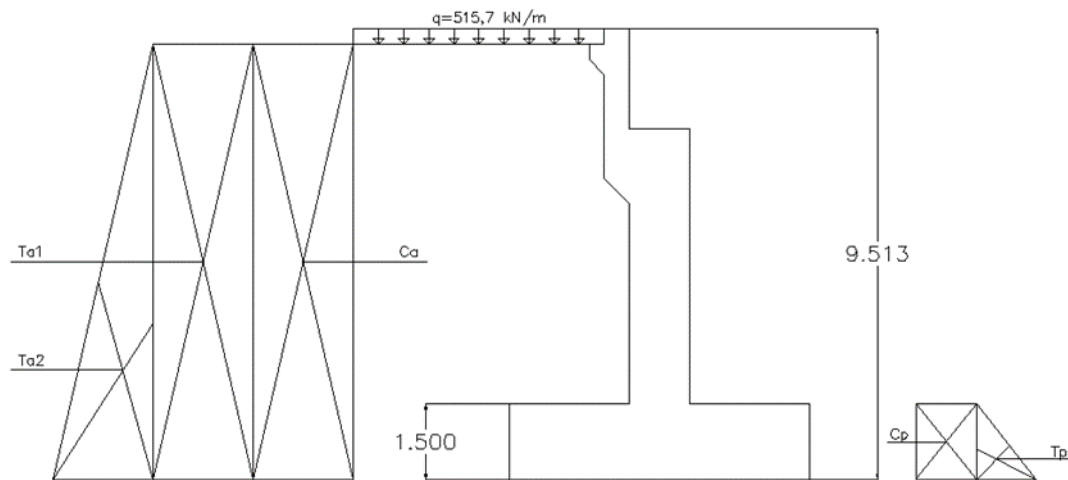
Adapun perhitungan Abutmen Jembatan meliputi :

- 2.4.2. 1. perhitungan beban akibat tekanan tanah (Ta)
- 2.4.2. 2. perhitungan beban akibat tanah isian (Gt)
- 2.4.2. 3. perhitungan beban akibat berat sendiri dan sayap (Gc)
- 2.4.2. 4. Beban Khusus

2.4.2. 1. Beban Akibat Tekanan Tanah (Ta)

Beban akibat tekanan tanah di bedakan menjadi dua :

- a. beban akibat tekanan tanah aktif
- b. beban akibat tekanan tanah pasif



Gambar 2.22 Diagram Tekanan Tanah

a. Beban akibat tekanan tanah aktif

Jika dinding turap mengalami keluluhan atau bergerak ke luar dari tanah urugan di belakangnya, maka tanah urugan akan bergerak longsor ke bawah dan menekan dinding penahannya. Tekanan tanah seperti ini disebut tekanan tanah aktif (*active earth pressure*), sedangkan nilai banding antara tekanan tanah horizontal dan vertikal yang terjadi di definisikan sebagai koefisien tekanan tanah aktif (*coefficient of active earth pressure*) atau ***Ka***. Nilai *Ka* ini dirumuskan $Ka = \tan^2 (45^\circ - \phi/2)$

b. Beban akibat tekanan tanah pasif

Jika sesuatu gaya mendorong dinding penahan ke arah tanah urugannya, tekanan tanah dalam kondisi ini disebut tekanan tanah pasif (*passive earth pressure*), sedangkan nilai banding tekanan horizontal dan tekanan vertikal yang terjadi di definisikan sebagai koefisien tekanan tanah pasif (*coefficient of passive earth*) atau **Kp**. Nilai Kp ini dirumuskan :

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + \phi/2)$$

Dimana, K_a = Koefisien tekanan tanah aktif

K_p = Koefisien tekanan tanah pasif

ϕ = sudut geser dalam

(Sumber : Ir. Kh Sunggono, 1984 “Buku Teknik Sipil”,)

Perhitungan beban akibat tekanan tanah :

1. Tekanan tanah aktif

a. Akibat kohesi

$$C = -2 \times c \times \sqrt{K_a}$$

$$T_{a1} = C \times H$$

b. Tekanan tanah akibat beban merata di atas tanah

$$T_{a2} = q \times K_a \times H$$

c. Tekanan tanah aktif akibat berat sendiri tanah

$$T_{a3} = \frac{1}{2} \times H^2 \times \gamma_m \times K_a$$

2. Tekanan tanah pasif

a. Akibat kohesi

$$C = 2 \times c \times \sqrt{Kp}$$

$$T_{a4} = C \times h$$

b. Tekanan tanah pasif akibat berat sendiri tanah

$$T_{a5} = \frac{1}{2} \times h^2 \times \gamma_m \times Kp$$

Besarnya gaya tekanan tanah (T_a) = tekanan tanah aktif -
tekanan tanah pasif

Jarak resultan gaya tekanan tanah dari dasar *abutmen*:

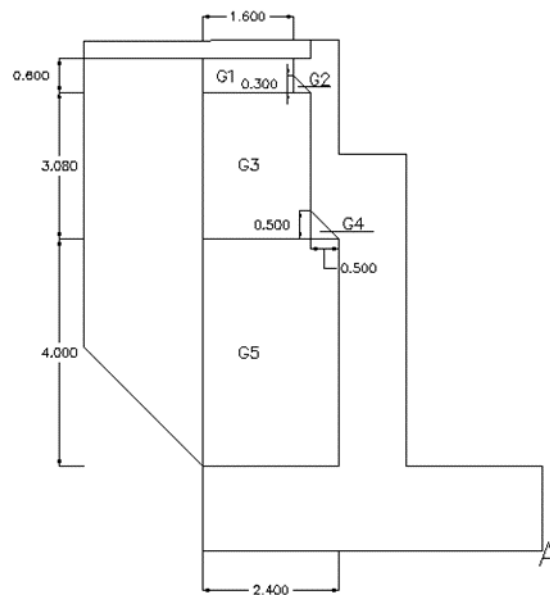
$$Y = \frac{\sum \text{momen}}{\sum \text{gaya}}$$

Tabel 2.4 Kondisi Tanah untuk Koefisien sudut geser dalam

Jenis Tanah	Tanah Teguh	Tanah Sedang	Tanah Lunak
Untuk seluruh jenis tanah	≤ 3 m	> 3 m sampai 25 m	> 25 m
Untuk tanah kohesif dengan kekuatan geser <i>undrained</i> rata-rata tidak melebihi 50 kPa:	≤ 6 m	> 6 m sampai 25 m	> 25 m
Pada tempat dimana hamparan tanah salah satunya mempunyai sifat kohesif dengan kekuatan geser <i>undrained</i> rata-rata lebih besar dari 100 kPa, atau tanah berbutir yang sangat padat:	≤ 9 m	> 9 m sampai 25 m	> 25 m
Untuk tanah kohesif dengan kekuatan geser <i>undrained</i> rata-rata tidak melebihi 200 kPa:	≤ 12 m	> 12 m sampai 30 m	> 30 m
Untuk tanah berbutir dengan ikatan matrik padat:	≤ 20 m	> 20 m sampai 40 m	> 40 m
CATATAN (1) Ketentuan ini harus digunakan dengan mengabaikan apakah tiang pancang diperpanjang sampai lapisan tanah keras yang lebih dalam			

(sumber : Standar Nasional Indonesia RSNI T-02-2005)

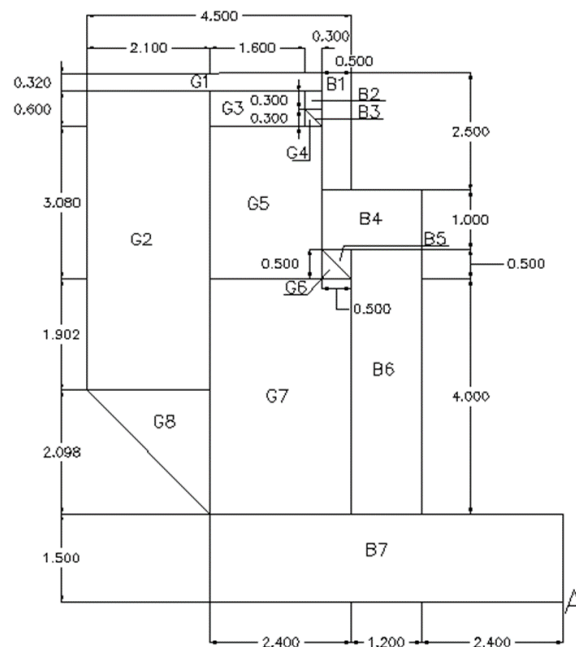
2.4.2. 2. Beban Tanah Isian (Gt)



Gambar 2.23 Beban Tanah Isian

Perhitungan beban akibat tanah isian = Volume x γ_{tanah}

2.4.2. 3. Beban Akibat Berat (Gc)



Gambar 2.24 Beban Akibat Berat Sendiri Abutmen dan Sayap

Perhitungan Beban Abutmen dan Sayap = A x B x γ_{beton}

2.4.2. 4. Beban Khusus

a. Gaya Sentrifugal (S)

Jembatan Kedung Agung direncanakan merupakan jembatan lurus sehingga untuk gaya sentrifugal pada jembatan dianggap tidak ada karena jari-jari tikungan pada jembatan dianggap nol

$$S = 0$$

b. Gaya Akibat Aliran Air dan Tumbukan Benda-benda

Hanyutan (Ah)

Tidak terjadi gaya aliran karena abutmen jembatan solotiang ini tidak mengalami gaya aliran air dan tumbukan benda-benda hanyutan $Ah = 0$

2.4.3 Kombinasi Pembebanan

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 dinaikkan terhadap tegangan yang diijinkan sesuai keadaan elastis. Tegangan yang digunakan dinyatakan dalam prosen terhadap tegangan yang diijinkan sesuai kombinasi pembebanan dan gaya seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.5 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi Pembebanan dan Gaya	Tegangan yang digunakan dalam prosen terhadap tegangan izin keadaan elastic
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%

(Sumber : Standar Nasional Indonesia RSNI T-02-2005)

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 kejutan

M : beban mati

P1 : gaya - gaya pada waktu pelaksanaan

Rm : gaya rem

S : gaya sentrifugal

SR : gaya akibat susut dan rangkai

Tm : gaya akibat perubahan suhu

- Ta : gaya tekanan tanah
- Tag : gaya tekanan tanah akibat gempa bumi
- Tb : gaya tumbuk
- Tu : gaya angkat

2.4. 4 Pemeriksaan Kestabilan Abutmen

Pemeriksaan kestabilan abutmen meliputi:

1. kontrol daya dukung tanah
2. kontrol abutmen terhadap gaya geser
3. kontrol abutmen terhadap guling

2.4.4. 1 Kontrol Daya Dukung Tanah

Dengan adanya beban-beban horisontal yang bekerja pada abutmen, yang telah dikombinasikan dengan beban-beban lain yang ada, menyebabkan pada abutmen terjadi beban eksentris. Beban eksentris terjadi bila beban yang bekerja tidak terletak pada titik pusat suatu bidang dasar pondasi. Perhitungan daya dukung batas untuk beban eksentris dapat dilakukan dengan cara konsep lebar manfaat. Eksentrisitas akibat gaya-gaya dan momen yang bekerja:

$$ex = My/V$$

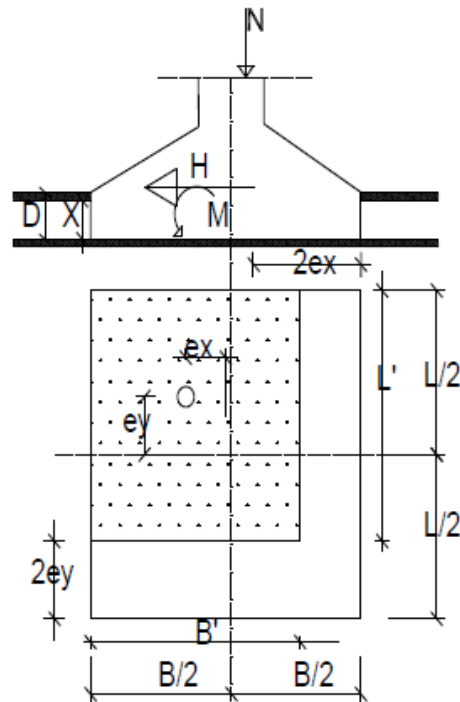
$$ey = Mx/V$$

Penampang efektif abutmen:

$$B \text{ efektif } (B') = B - (2.ex)$$

$$L \text{ efektif } (L') = L - (2.ey)$$

$$A_{\text{efektif}} = B_{\text{efektif}} \times L_{\text{efektif}}$$



Gambar 2.25 Luas Efektif Daerah Penerimaan Beban

Menggunakan rumus daya dukung tanah Terzaghi:

(sumber: Suyono S /Kazuto, mekanika tanah dan teknik pondasi : 31)

$$q_{ult} = (\alpha \times c \times N_c) + (\beta \times B \times \gamma \times N_\gamma) + (\gamma \times D_f \times N_q)$$

dengan, q_{ult} : daya dukung tanah ultimate (kN/m^2)

c : kohesi (kN/m^2)

γ : berat isi tanah (kN/m^3)

α, β : faktor bentuk dimensi pondasi

N_c, N_γ, N_q : faktor daya dukung Ohsaki

B : lebar pondasi (m)

D_f : kedalaman pondasi (m)

Tabel 2.6 Koefisien Daya Dukung Terzaghi

θ	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5.71	1.00	0	3.81	1.00	0
5	7.32	1.64	0	4.48	1.39	0
10	9.64	2.70	1.2	5.34	1.94	0
15	12.8	4.44	2.4	6.46	2.73	1.2
20	17.7	7.43	4.6	7.90	3.88	2.0
25	25.1	12.7	9.2	9.86	5.60	3.3
30	37.2	22.5	20.0	12.7	8.32	5.4
35	57.8	41.4	44.0	16.8	12.8	9.6
40	95.6	81.2	114.0	23.2	20.5	19.1
45	172	173	320	34.1	35.1	27.0

(sumber: Suyono S /Kazuto,Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi : 31)

Tabel 2.7 Faktor Bentuk

Faktor Bentuk	Bentuk Pondasi			
	Menerus	Bujur Sangkar	Persegi	Lingkaran
α	1.0	1.3	$1.0+0.3(B/L)$	1.3
β	0.5	0.4	$0.5-0.1(B+L)$	0.3

(sumber: Suyono S /Kazuto,Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi : 31)

syarat daya dukung ijin :

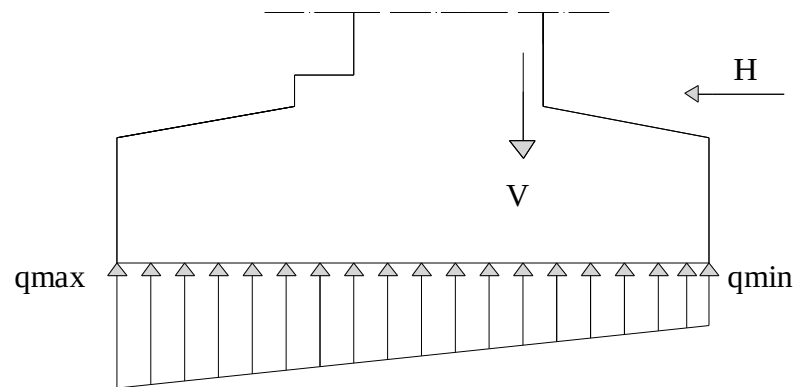
$$q \text{ ijin} = \frac{q_{ult}}{SF}$$

dengan,

q ijin : daya dukung tanah yang diijinkan (kN/m^2)

q_{ult} : daya dukung tanah ultimate (kN/m^2)

SF : faktor keamanan (diambil angka 2,5 – 3,0)



Gambar 2.26 Diagram Tegangan Tanah

Harga q ijin dibandingkan dengan tegangan kontak vertical maksimum (σ_{maks}) yang bekerja.

q ijin $>$ q_{maks} (tinjauan terhadap daya dukung tanah aman)

q ijin $<$ q_{maks} (tinjauan terhadap daya dukung tanah tidak aman)

Tegangan tanah yang terjadi dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_{maks,min} = \frac{V}{A} \pm \frac{6 \cdot Mx}{B \cdot L^2} \pm \frac{6 \cdot My}{B^2 \cdot L}$$

dengan :

$\sigma_{maks,min}$: tegangan kontak vertikal (kN/m^2)

V : gaya vertikal (kN)

A : luas pembebanan (m^2)

B : lebar dasar pondasi (m)

- L : panjang pondasi (m)
- Mx : momen memutar sumbu x (kN.m)
- My : momen memutar sumbu y (kN.m)

2.4.4. 2 Kontrol Abutmen Terhadap Geser

Abutmen jembatan harus mampu menahan gaya lateral berupa gaya geser horisontal. Daya tahan abutmen bagian dasar terhadap gaya geser ini dipengaruhi oleh kohesi antara dasar abutmen dengan tanah di bawahnya dan beban vertikal yang ditahan abutmen. Bila gaya penahan geser yang diperoleh tidak mencukupi, maka untuk memperbesar gaya penahan geser dari dasar pondasi abutmen dapat dibuat rusuk pada dasar pondasi.

Gaya penahan geser jika dibuat rusuk:

$$H_u = C_B \cdot A_1 + V \tan \phi_B$$

dengan:

- H_u : gaya penahan geser pada dasar pondasi
- C_B : kohesi antara dasar pondasi dengan tanah pondasi
(kN/m²)
- ϕ_B : sudut geser antara dasar pondasi dengan tanah pondasi
- A_1 : luas pembebanan efektif (m²)
- V : beban vertical

Tabel 2.8 Sudut geser serta kohesi antara dasar pondasi dengan tanah pondasi

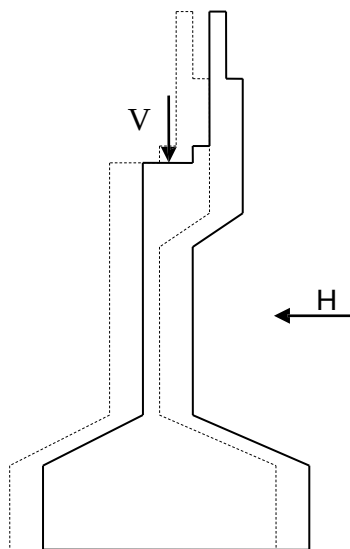
Kondisi	Sudut geser (koefisien geser $\tan \phi_B$)	Kohesi
Tanah dengan beton	$\phi_B = 2/3 \phi$	$C_B = 0$
Batuan dengan beton	$\tan \phi_B = 0,6$	$C_{B } = 0$
Tanah dengan tanah atau batuan dengan batuan	$\phi_B = \phi$	$C_{B } = C$

(Sumber : Dr. Ir., Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1994

“Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi” Hal: 87.)

Gaya mendatar yang bekerja pada pondasi abutmen tidak boleh melebihi gaya penahan geser yang ada kurang dari faktor yang disyaratkan, maka dimensi abutmen perlu dianalisis kembali dengan memperbesar dimensi yang ada, atau dengan memasang sumuran.

Hal ini dapat menambah gaya penahan geser yang ada:



Gambar 2.27 Sumuran sebagai Penahan Gaya Geser

Gaya penahan geser yang diijinkan dari tanah pondasi dihitung

dengan persamaan sebagai berikut: $SF = \frac{Hu}{Hx}$

Dimana :

Hu : gaya penahan geser pada dasar pondasi

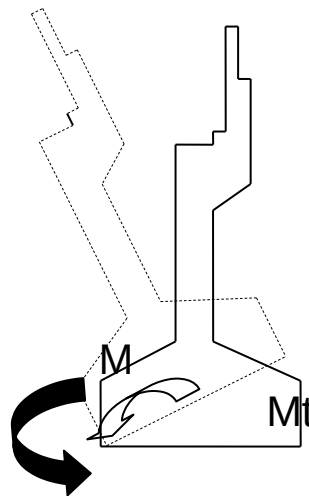
Hx : gaya mendatar

SF : faktor keamanan untuk jembatan jalan raya, diambil > 2

(Sumber: Dr. Ir., Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1994

“Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi”)

2.4.4. 3 Kontrol Abutmen Terhadap Guling



Gambar 2.28 Analisa Kestabilan terhadap Gaya Guling

Kontrol terhadap guling dilakukan dengan membandingkan momen penahan guling terhadap momen guling. Untuk keamanan nilai perbandingan itu harus lebih besar atau sama dengan 1,50 seperti dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$SF_{guling} = \frac{Mt}{Mg} > 1,5$$

Keterangan :

Mt = momen tahan

$$= \frac{1}{2} N.B$$

Mg = momen guling

$$= H.Z_f$$

(Sumber : Dr. Ir., Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1994

“Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi”, Hal : 81)