

BAB II

STUDY PUSTAKA

II.1 Tinjauan Umum

Jembatan dapat didefinisikan sebagai suatu konstruksi yang menghubungkan rute/lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan raya, jalan kereta api, dan perlintasan lainnya.

Secara garis besar konstruksi jembatan terdiri dari dua komponen utama yaitu bangunan atas (*super structure/upper structure*) dan bangunan bawah (*sub structure*). Bangunan atas merupakan bagian jembatan yang menerima langsung beban dari orang dan kendaraan yang melewatinya. Bangunan atas terdiri dari komponen utama yaitu lantai jembatan, rangka utama, gelagar melintang, gelagar memanjang, diafragma, pertambahan, dan perletakan/andas. Selain itu juga terdapat komponen penunjang pada bangunan atas yaitu perlengkapan sambungan, *ralling*, pagar jembatan, drainase, penerangan, parapet, dan *guardrail*. Bangunan bawah merupakan bagian jembatan yang menerima beban dari bangunan atas ditambah tekanan tanah dan gaya tumbukan dari perlintasan di bawah jembatan. Bangunan bawah meliputi pilar jembatan (*pier*), pangkal jembatan (*abutment*), dan pondasi.

II.2 Aspek Konstruksi Jembatan

II.2.1 Pembebanan Jembatan

Perhitungan pembebanan jembatan direncanakan dengan menggunakan aturan yang terdapat pada Pedoman Perencanaan Jembatan Jalan Raya SKBI - 1.3.28.1987, UDC : 624.042:624.21. 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.

Beban-beban yang bekerja pada jembatan berdasarkan Pedoman Perencanaan Jembatan Jalan Raya SKBI - 1.3.28.1987, UDC : 624.042:624.21, meliputi :

1. Beban Primer

1) Beban Mati

Beban mati merupakan beban akibat berat sendiri elemen-elemen jembatan. Dalam menentukan besarnya beban mati, harus digunakan nilai berat isi untuk bahan-bahan bangunan penyusun elemen-elemen jembatan.

2) Beban Hidup

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

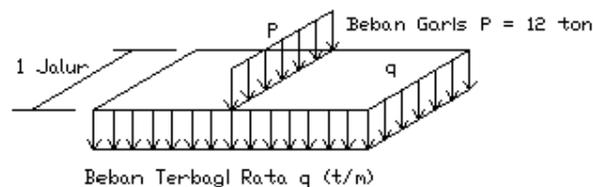
a. Beban “T”

Untuk perhitungan kekuatan lantai kendaraan atau sistem lantai kendaraan jembatan harus digunakan beban “T”, yaitu beban yang merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (*dual wheel load*) sebesar 10 ton.

b. Beban “D”

Untuk perhitungan kekuatan gelagar-gelagar harus digunakan beban “D” atau beban jalur, yaitu 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.

Distribusi beban “D” yang bekerja pada jembatan :



Gambar II.1 Beban “D”

Besar “q” ditentukan sebagai berikut :

$$q = 2,2 \text{ t/m} \dots \dots \dots \text{ untuk } L < 30 \text{ m}$$

$$q = 2,2 \text{ t/m} - 1,1 / \{60 * (L - 30)\} \text{ t/m} \dots \dots \dots \text{ untuk } 30 \text{ m} < L < 60 \text{ m}$$

$$q = 1,1 * \{1 + (30/L)\} \text{ t/m} \dots \dots \dots \text{ untuk } L > 60 \text{ m}$$

dimana :

L = panjang (meter), ditentukan oleh tipe konstruksi jembatan

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 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%).

c. Beban pada trotoir, kerb, dan sandaran.

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 :

$$k = 1 + \left(\frac{20}{(50 + L)} \right)$$

dimana :

k = koefisien kejut

L = panjang bentang (meter)

4) Gaya Akibat Tekanan Tanah

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

2. Beban Sekunder

1) Beban Angin

Pengaruh beban angin sebesar 150 kg/m^2 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.

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

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

3) Gaya Rangkak dan Susut

Besarnya pengaruh rangkak dan susut bahan beton terhadap konstruksi apabila tidak ada ketentuan lain, dapat dianggap senilai dengan gaya yang timbul akibat turunnya suhu sebesar 15° C .

4) Gaya Rem

Pengaruh gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat 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.

5) Gaya Akibat Gempa Bumi

Gaya akibat pengaruh gempa bumi perlu diperhitungkan pada jembatan-jembatan yang terletak pada daerah-daerah rawan gempa bumi.

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 :

a. Tumpuan rol baja

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

b. Tumpuan gesekan

- Antara baja dengan campuran tembaga keras dan baja... 0,15
- Antara baja dengan baja atau besi tuang.....0,25
- Antara karet dengan baja/beton..... 0,15 – 0,18

3. Beban Khusus

1) Gaya Sentrifugal

Konstruksi jembatan yang ada pada tikungan harus diperhitungkan terhadap gaya horisontal radial yang dianggap bekerja pada tinggi 1,80 meter di atas lantai kendaraan. Gaya horisontal tersebut dinyatakan dalam persen terhadap beban “D” yang dianggap ada pada semua jalur lalu lintas tanpa dikalikan koefisien kejut.

Besarnya prosentase tersebut dapat ditentukan dengan rumus :

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

dimana :

K_s = koefisien gaya sentrifugal (prosen)

V = kecepatan rencana (km/jam)

R = jari-jari tikungan (meter)

2) Gaya Tumbukan Pada Jembatan Layang

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

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.

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.

5) Gaya Angkat

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

4. Kombinasi Pembebanan

Konstruksi jembatan beserta bagian-bagiannya harus ditinjau terhadap kombinasi pembebanan dan gaya yang mungkin bekerja.

Tabel II.1 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. Komb. (I) + $Rm + Gg + A + SR + Tm + S$	140%
IV. $M + Gh + Tag + Gg + Ahg + Tu$	150%
V. $M + Pl$	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 ekuivalen akibat gempa bumi

$(H+K)$ = beban hidup dengan kejut

M = beban mati

Pl	=	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

II.2.2 Struktur Atas (*Upper Structure*)

Struktur atas merupakan bagian atas suatu jembatan yang berfungsi untuk menampung beban-beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas, orang, atau lainnya, yang kemudian menyalurkannya ke bangunan dibawahnya. Struktur atas jembatan terdiri dari :

1. Sandaran (*Railling*)

Sandaran merupakan pembatas pada pinggiran jembatan, sehingga memberikan rasa aman bagi pengguna jembatan yang melewatinya. Konstruksi sandaran terdiri dari :

- Tiang sandaran (*Raill post*)

Tiang sandaran biasanya terbuat dari beton bertulang untuk jembatan dengan girder beton atau profil baja. Sedangkan untuk jembatan rangka baja, tiang sandaran menyatu dengan struktur rangka tersebut

- Sandaran (*Hand rail*)

Sandaran biasanya terbuat dari pipa besi, kayu, beton bertulang

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.

2. Trotoir

Trotoir direncanakan sebagai pelat beton yang diletakkan pada pelat lantai jembatan bagian samping yang diasumsikan sebagai pelat yang tertumpu sederhana pada pelat lantai jembatan. Konstruksi trotoir direncanakan mampu mendukung :

- Beban mati berupa berat sendiri trotoir
- Beban hidup merata sebesar 500 kg/m²

- Beban mati akibat tiang sandaran
- Beban akibat kerb, yaitu satu beban horisontal ke arah melintang jembatan sebesar 500 kg/m yang bekerja pada puncak kerb atau 25 cm di atas lantai kendaraan apabila kerb yang bersangkutan lebih tinggi dari 25 cm

Dalam perhitungan kekuatan gelagar karena pengaruh beban hidup trotoir, diperhitungkan beban sebesar 60% beban hidup trotoir.

3. Pelat Lantai

Pelat lantai berfungsi sebagai penahan lapisan perkerasan yang disumsikan tertumpu pada dua sisi. Pembebanan pelat lantai meliputi :

- Beban mati
Beban mati terdiri dari berat sendiri pelat, berat perkerasan, dan berat air hujan
- Beban hidup
Beban hidup pada pelat lantai dinyatakan dengan beban “T”

4. Gelagar Jembatan

Gelagar jembatan berfungsi untuk menerima beban-beban yang bekerja di atasnya dan menyalurkannya ke bangunan dibawahnya. Pembebanan gelagar meliputi :

- Beban mati
Beban mati terdiri dari berat sendiri gelagar dan beban-beban yang bekerja di atasnya (pelat lantai jembatan, perkerasan, dan air hujan)
- Beban hidup
Beban hidup pada gelagar jembatan dinyatakan dengan beban “D” atau beban jalur

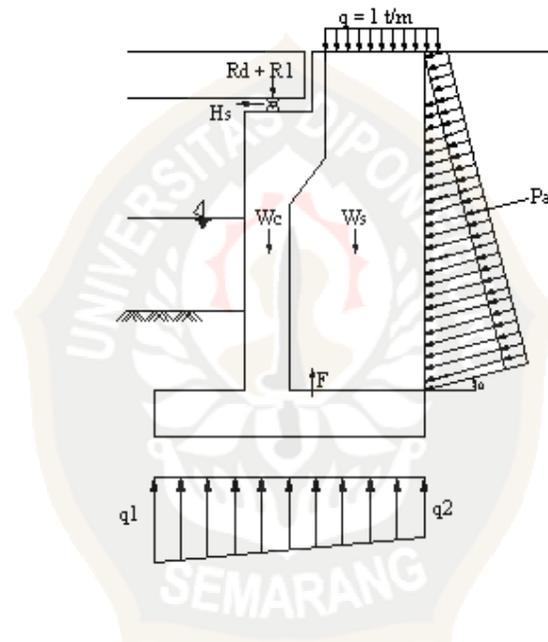
II.2.3 Struktur Bawah (*Sub Structure*)

Bangunan bawah merupakan bagian jembatan yang menerima beban dari bangunan atas ditambah tekanan tanah dan gaya tumbukan dari perlintasan di bawah jembatan, yang kemudian menyalurkannya ke tanah dasar. Struktur bawah jembatan meliputi :

1. Pangkal Jembatan (Abutment)

Abutment berfungsi untuk menyalurkan beban vertikal dan horizontal dari bangunan atas ke pondasi dengan fungsi tambahan untuk mengadakan peralihan tumpuan dari timbunan jalan pendekat ke bangunan atas jembatan. Konstruksi abutment harus mampu mendukung beban-beban yang bekerja, yang meliputi :

- Beban mati akibat bangunan atas (gelagar jembatan, pelat lantai jembatan, trotoir, sandaran, perkerasan, dan air hujan)
- Beban mati akibat bangunan bawah (berat sendiri abutment, berat tanah timbunan, dan gaya akibat tekanan tanah)
- Beban hidup akibat bangunan atas (beban merata, beban garis, dan beban hidup pada trotoir)
- Beban sekunder (gaya rem, gaya gempa, dan gaya gesekan akibat tumpuan yang bergerak)



Gambar II.2 Gaya-gaya yang bekerja pada abutment

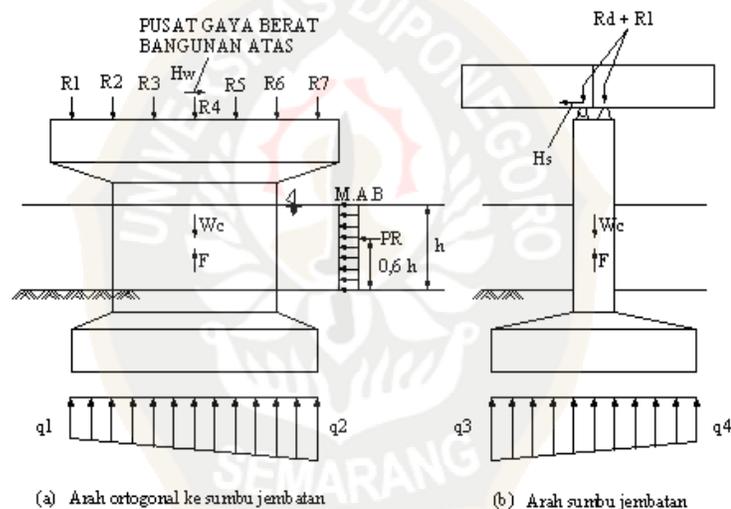
keterangan :

- R_l = beban hidup akibat bangunan atas (t/m)
 R_d = beban mati akibat bangunan atas (t/m)
 H_s = gaya horisontal akibat beban sekunder (t/m)
 q = beban pembebanan (1 t/m^2)
 P_a = gaya tekanan tanah (t/m)
 W_c = beban mati akibat berat sendiri abutment (t/m)
 W_s = beban mati akibat berat tanah timbunan (t/m)
 F = gaya angkat (t/m)
 q_1, q_2 = reaksi pada tanah dasar (t/m^2)

2. Pilar Jembatan

Pilar jembatan berfungsi untuk menyalurkan gaya-gaya vertikal dan horisontal dari bangunan atas pada pondasi. Konstruksi pilar harus mampu mendukung beban-beban :

- Beban mati akibat bangunan atas (gelagar jembatan, pelat lantai jembatan, trotoir, sandaran, perkerasan, dan air hujan)
- Beban mati akibat bangunan bawah (berat sendiri pilar jembatan)
- Beban hidup akibat bangunan atas (beban merata, beban garis, dan beban hidup pada trotoir)
- Beban sekunder (gaya rem, gaya gempa, gaya akibat aliran air dan tumbukan benda-benda hanyutan)



Gambar II.3 Gaya-gaya yang bekerja pada pilar jembatan

keterangan :

(a) Arah ortogonal ke sumbu jembatan

R_1-R_7 : reaksi balok utama (akibat beban hidup dan beban mati dari bangunan atas)

(t)

W_c : beban mati akibat berat sendiri pilar (t)

PR : gaya sekunder akibat tekanan air pada pilar (t)

F : gaya angkat keatas (t)

q_1, q_2 : reaksi tanah (t/m^2)

(b) Arah sumbu jembatan

Rd : beban mati akibat kerja bangunan atas (t)

Rl : beban hidup akibat kerja bangunan atas (t)

Hs : gaya horisontal akibat beban sekunder (t)

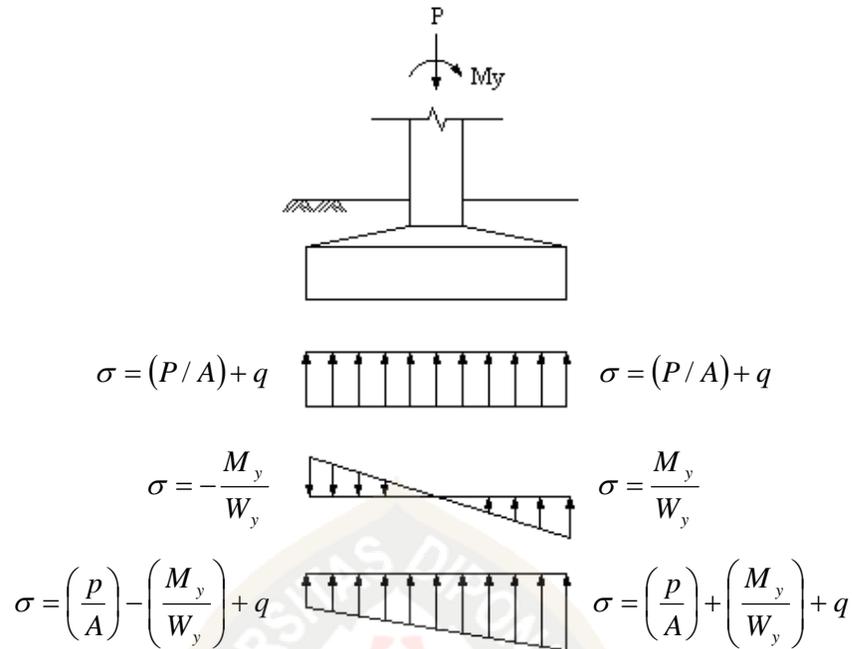
q_3, q_4 : reaksi tanah (t/m^2)

3. Pondasi

Pondasi berfungsi untuk menyalurkan beban-beban terpusat dari bangunan bawah ke dalam tanah pendukung dengan cara sedemikian rupa, sehingga hasil tegangan dan gerakan tanah dapat dipikul oleh struktur secara keseluruhan. Pada Jembatan Kali Pelus, jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi telapak. Evaluasi pondasi dilakukan dengan membandingkan beban-beban yang bekerja terhadap dimensi pondasi telapak dan daya dukung tanah dasar.

Beban-beban yang bekerja pada pondasi meliputi :

- Beban terpusat yang disalurkan dari bangunan bawah
- Berat merata akibat berat sendiri pondasi
- Beban momen



Gambar II.4 Gaya-gaya dan tegangan yang terjadi pada pondasi

Besarnya tegangan yang terjadi pada dasar pondasi dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma_{\text{terjadi}} = \left(\frac{P}{A}\right) \pm \left(\frac{M_y}{W_y}\right) \pm \left(\frac{M_x}{W_x}\right) + q$$

dimana :

P = beban terpusat yang disalurkan dari bangunan bawah (ton)

q = beban merata akibat berat sendiri pondasi (t/m)

M_x = momen pada arah x (t.m)

M_y = momen pada arah y (t.m)

W_y = I_y / x (I_y = momen inersia terhadap sumbu y)

W_x = I_x / y (I_x = momen inersia terhadap sumbu x)

A = luas penampang (m^2)

Besarnya daya dukung ultimate tanah dasar dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sigma_{ult} = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0,5.\gamma.B.N_\gamma$$

dimana :

σ_{ult} = daya dukung ultimate tanah dasar (t/m^2)

c = kohesi tanah dasar (t/m^2)

γ = berat isi tanah dasar (t/m^3)

B = lebar pondasi (meter)

D_f = kedalaman pondasi (meter)

N_γ, N_q, N_c = faktor daya dukung Terzaghi

Besarnya daya dukung ijin tanah dasar :

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_{ult}}{1,5}$$

dimana :

σ_{ijin} = daya dukung ijin tanah dasar (t/m^2)

σ_{ult} = daya dukung ultimate tanah dasar (t/m^2)

$1,5$ = faktor keamanan (angka 1,5 dapat berubah-ubah sesuai kondisi tanahnya)

Untuk memenuhi kestabilan pondasi, maka syarat kestabilan pondasi harus dipenuhi, yaitu :

$$\sigma_{Terjadi} \leq 1,5\sigma_{ijin}$$

Hasil evaluasi terhadap kegagalan yang terjadi pada pondasi dijadikan dasar untuk menentukan langkah-langkah penanganan yang tepat, dengan memperhatikan faktor-faktor keamanan, kenyamanan, kemudahan pelaksanaan, dan ekonomi.

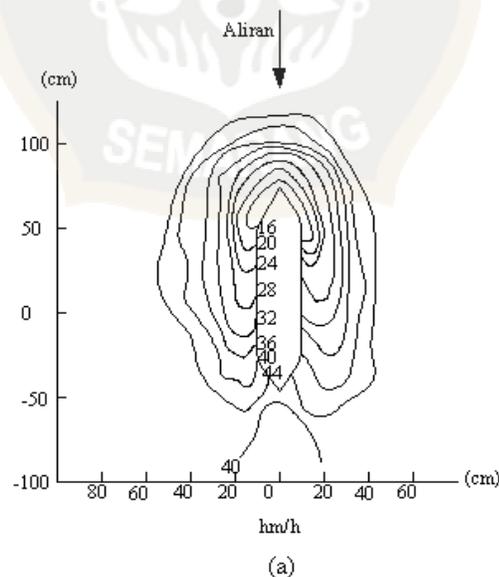
II.3 Aspek Hidrologi

Aspek hidrologi yang menentukan terhadap evaluasi bangunan bawah (pilar jembatan) adalah besarnya debit banjir yang terjadi, yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan dasar sungai dan penggerusan setempat (*local scouring*) di sekitar pilar. Hal ini karena kerusakan pada bangunan bawah jembatan yang melintasi sungai kebanyakan disebabkan karena adanya perubahan dasar sungai atau penggerusan setempat. Hal-hal yang harus diperhatikan berkenaan dengan terjadinya penggerusan setempat yaitu :

- Karena gerakan air menimbulkan aliran turbulen dan arah aliran tidak menentu, penggerusan yang tidak normal cenderung akan terjadi sekitar pilar pada saat banjir
- Benda-benda hanyut seperti kayu terapung atau sampah akan tersangkut di sekitar pilar sehingga mengurangi luas penampang sungai

1. Mekanisme penggerusan sekitar pilar

Penggerusan di sekitar pilar pada umumnya seperti terlihat pada (**Gambar II.5**) dan penggerusan yang terdalam terjadi pada bagian lengkungan dinding. Sudut kemiringan lereng bagian yang tergerus, secara kasar adalah sama dengan sudut material dasar yang terkumpul dalam air, yaitu sekitar 30 – 40 derajat walaupun bervariasi sesuai dengan ukuran butir, merupakan penggerusan berbentuk kerucut.



Gambar II.5 Peta garis kontur dasar sungai

2. Penaksiran dalamnya penggerusan

Analisa terhadap penggerusan dihitung dengan menggunakan metode *Lacey*, dimana kedalaman penggerusan dipengaruhi oleh jenis material dasar sungai. Penggerusan akan mengikis lapisan tanah dasar sungai yang biasanya terjadi dibawah pilar. Rumusan yang dipakai untuk menganalisa gerusan sebagai berikut:

$$d = 0,473 \times \left(\frac{Q}{f} \right)^{0,33}$$

dimana :

d = kedalaman gerusan normal dari tanah dasar sungai (m)

Q = debit banjir maksimum (m³/det)

f = faktor Lempung *Lacey* yang merupakan keadaan tanah dasar

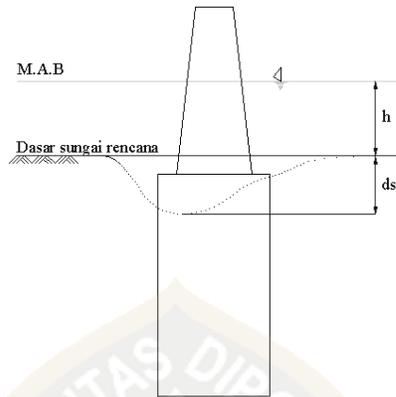
Tabel II.2 Faktor lempung Lacey berdasarkan jenis tanah

No.	Jenis Material	Diameter (mm)	Faktor (f)
1.	Lanau sangat halus (<i>very fine silt</i>)	0,052	0,40
2.	Lanau halus (<i>fine silt</i>)	0,120	0,80
3.	Lanau sedang (<i>medium silt</i>)	0,233	0,85
4.	Lanau (<i>standart silt</i>)	0,322	1,00
5.	Pasir (<i>medim sand</i>)	0,505	1,20
6.	Pasir kasar (<i>coarse sand</i>)	0,725	1,50
7.	Kerikil (<i>heavy sand</i>)	0,920	2,00

Tabel II.3 Kedalaman penggerusan

No.	Kondisi Aliran	Penggerusan Maksimal
1.	Aliran Lurus	1,27d
2.	Aliran Belok	1,50d
3.	Aliran Belok Kanan	1,75d
4.	Aliran Sudut Lurus	2,00d
5.	Hidung Pilar	2,00d

Analisa penggerusan sungai diperhitungkan untuk keamanan dari adanya gerusan aliran sungai. Penggerusan dasar sungai umumnya terjadi dibawah pilar akibat aliran sungai yang mengikis lapisan tanah dasar sungai. Syarat agar aman dari *scouring* antara lain dasar pilar atau pondasi pilar harus berada dibawah bidang *scouring* maksimum.



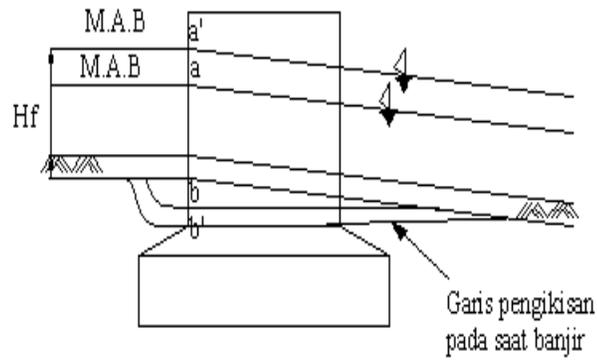
Gambar II.6 Dalamnya penggerusan

Lebih lanjut, tekanan arus air pada saat banjir (**Gambar II.7**) didapat dengan persamaan berikut :

$$P_R = K \cdot V_f^2 \left(\frac{B'_a + B'_b}{2} H_f \right)$$

dimana :

- K : faktor yang tergantung kepada bentuk pilar (**Tabel II.4**)
- V_f : kecepatan aliran terbesar waktu banjir (m/det.)
- B'_a : lebar bangunan pada titik a' (m)
- B'_b : lebar bangunan pada titik b' (m)
- H_f : kedalaman air banjir rencana dengan mempertimbangkan penggerusan (m)



Pengamatan saat banjir

Gambar II.7 Pengamatan saat banjir

Tabel II.4 Konstanta untuk berbagai bentuk pilar

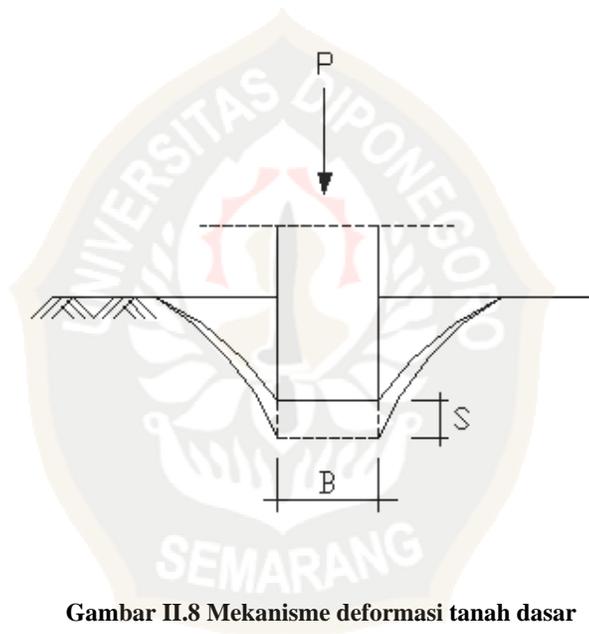
Bentuk Pilar	Konstanta
 	0.07
  	0.04
	0.02

II.4 Aspek Kondisi Tanah Dasar

Kemampuan tanah dasar dalam mendukung beban pondasi dipengaruhi oleh dua aspek penting, yaitu :

1. Perubahan bentuk tanah dasar

Beban pondasi pada tanah dasar dapat mengakibatkan perubahan bentuk (deformasi) tanah pada segala arah (tiga dimensi), namun untuk menyederhanakan permasalahan ini hanya ditinjau deformasi satu dimensi pada arah vertikal, yaitu penurunan (*settlement*). Penurunan tanah yang cukup besar dan tidak merata dapat menyebabkan terjadinya kegagalan struktur



Gambar II.8 Mekanisme deformasi tanah dasar

keterangan :

P = beban terpusat dari bangunan bawah (ton)

B = lebar pondasi (meter)

S = *settlement* (meter)

2. Kapasitas dukung tanah dasar

Kapasitas dukung tanah dasar (*bearing capacity*) dipengaruhi oleh parameter $\phi, c, \text{ dan } \gamma$. Besarnya kapasitas dukung tanah dasar dapat dihitung dengan metode Terzaghi, yaitu :

$$P_{ult} = Ap \cdot (c \cdot N_c (1 + 0,3B/L) + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot (1 - 0,2B/L))$$

dimana :

- P_{ult} = daya dukung ultimate tanah dasar (t/m^2)
 c = kohesi tanah dasar (t/m^2)
 γ = berat isi tanah dasar (t/m^3)
 $B=D$ = lebar pondasi (meter)
 D_f = kedalaman pondasi (meter)
 N_γ, N_q, N_c = faktor daya dukung Terzaghi
 Ap = luas dasar pondasi
 B = lebar pondasi
 L = panjang pondasi

