

BAB II

TEORI DASAR

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 memperlancar 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, lokasi, 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 penyebrangan (*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.

2.3 Bagian-Bagian Konstruksi

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:

2.3.1.1 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.

2.3.1.2 Trotoar

Merupakan empat 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 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 25cm.

2.3.2.4 Balok Diafragma

Balok diafragma adalah 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 menyalurkan ke pondasi (Agus Iqbal Manu, 1995:5). Yang termasuk dalam bangunan bawah jembatan yaitu seperti:

2.3.2.1 Pondasi

Pondasi jembatan merupakan konstruksi jembatan yang terletak paling bawah dan berfungsi menerima beban dan meneruskannya ke lapisan tanah keras yang diperhitungkan cukup kuat menahannya.

2.3.2.2 *Abutment*

Abutment adalah suatu konstruksi jembatan yang terdapat pada ujung – ujung jembatan yang berfungsi sebagai penahan beban dari bangunan atas dan meneruskannya ke pondasi.

2.3.2.3 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 Dasar Teori Perhitungan

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

2.5 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:

2.5.1 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

1. 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 dibawah ini:

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

Tabel 2.1 Berat isi untuk Beban Mati

(Sumber RSNI T-02-2005)

Beban mati terdiri dari:

1. Beban aspal
2. Beban parapet
3. Beban slab
4. Beban diafragma
5. Beban girder
6. Beban pier head
7. Beban kolom
8. Beban pile cap

1. Beban aspal



Gambar 2.1 Perkerasan aspal

Beban plat lantai kendaraan (W1) = Volume X γ_{aspal}

Dimana, t = tebal plat lantai kendaraan (m)

L = lebar plat lantai kendaraan (m)

γ_{beton} = berat isi beton (kN/m^3)

2. Beban Slab



Gambar 2.2 Slab

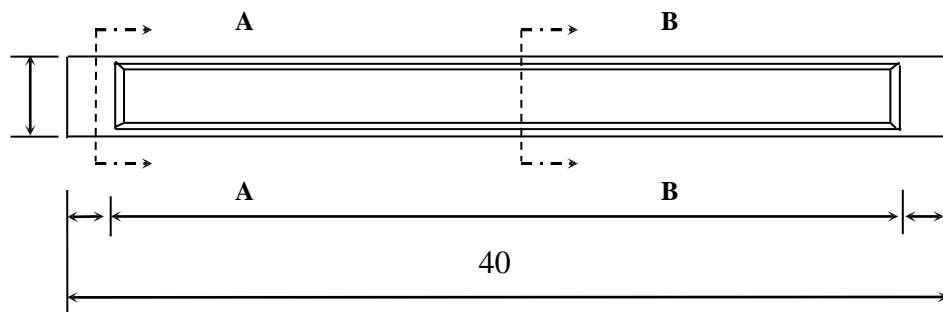
Beban aspal (W2) = Volume x $\gamma_{\text{beton bertulang}}$

Dimana, t = tebal slab (m)

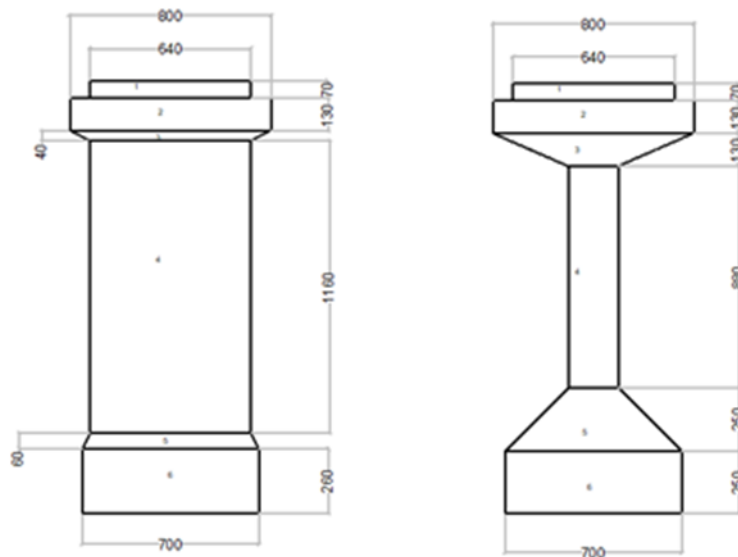
L = lebar slab (m)

γ_{aspal} = berat isi aspal (kN/m^3)

3. Beban gelagar



Gambar 2.3 Gelagar



Pot A-A

Pot B-B

Gambar 2.4 Potongan Gelagar

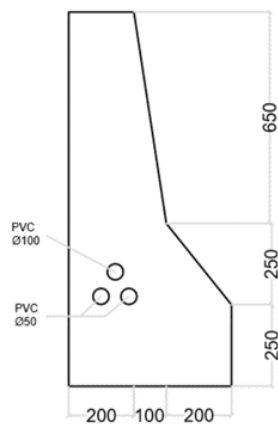
Berat gelagar :

$$W3 = [(A1 \times L1) + (A2 \times L2)] \times \gamma_c \times n$$

Dimana : A1 adalah luas penampang A-A

A2 adalah luas penampang B-B

4. Beban Parapet



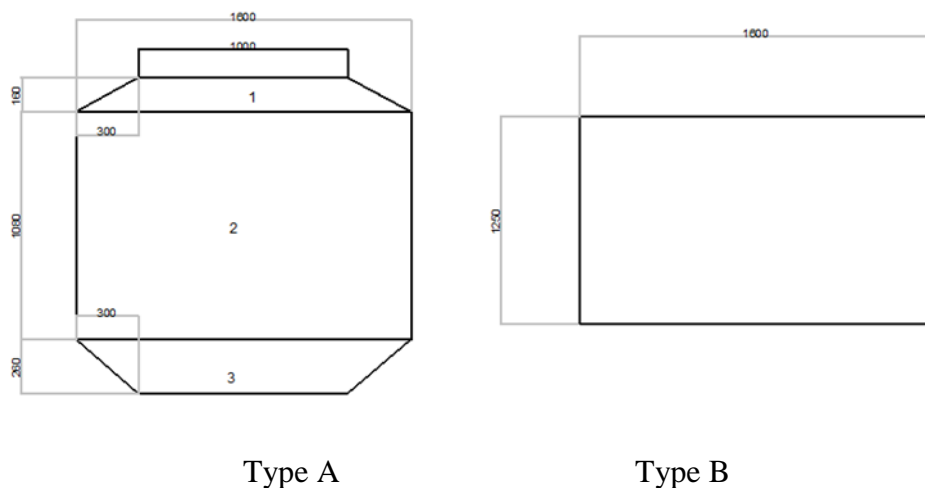
Gambar 2.5 Parapet

Berat beton bertulang= volume $\times \gamma_c \times 2$

$$W4 = [(L1 + L2 + L3 - L4) \times \text{bentang}] \times \gamma_{\text{beton}}$$

bertulang

5. Berat Diafragma



Gambar 2.6 Diafragma

Berat Diafragma Type A = $(L1+L2+L3) \times t \times \gamma_{\text{beton bertulang}}$

Berat Diafragma Type B = $p \times l \times t \times \gamma_{\text{beton bertulang}}$

W5 = Berat Type A x n + Berat Type B x n

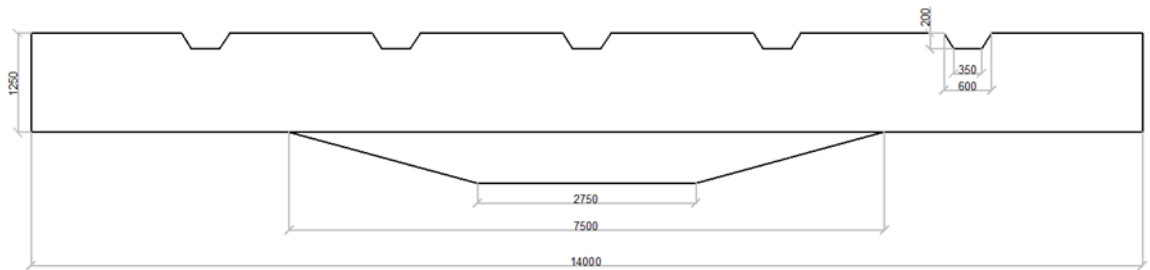
Ket : t = tebal diafragma (0,3m)

p = panjang

l = lebar

n = jumlah diafragma

6. Beban Pier head



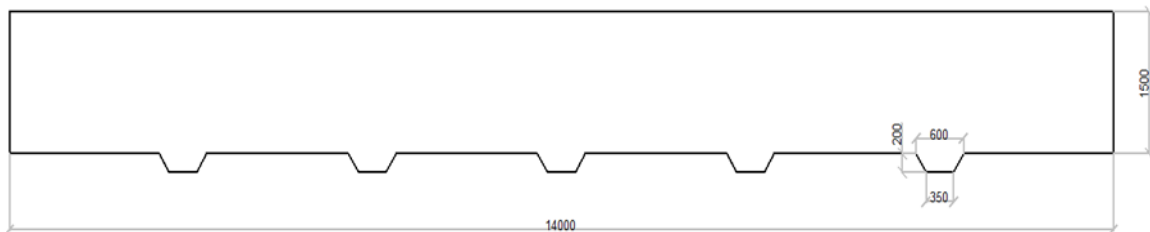
Gambar 2.7 Corbell

$$\text{Berat corbell} = [(L1 + L2 - (L3 \times 5)) \times t \times \gamma \text{ beton bertulang}]$$

Dimana, V = volume corbell (m^3)

γ_{beton} = berat isi beton (kN/m^3)

t = tebal corbell



Gambar 2.8 Backwall

$$\text{Berat Backwall} = [(L1 + (L2 \times 5)) \times t \times \gamma \text{ beton bertulang}]$$

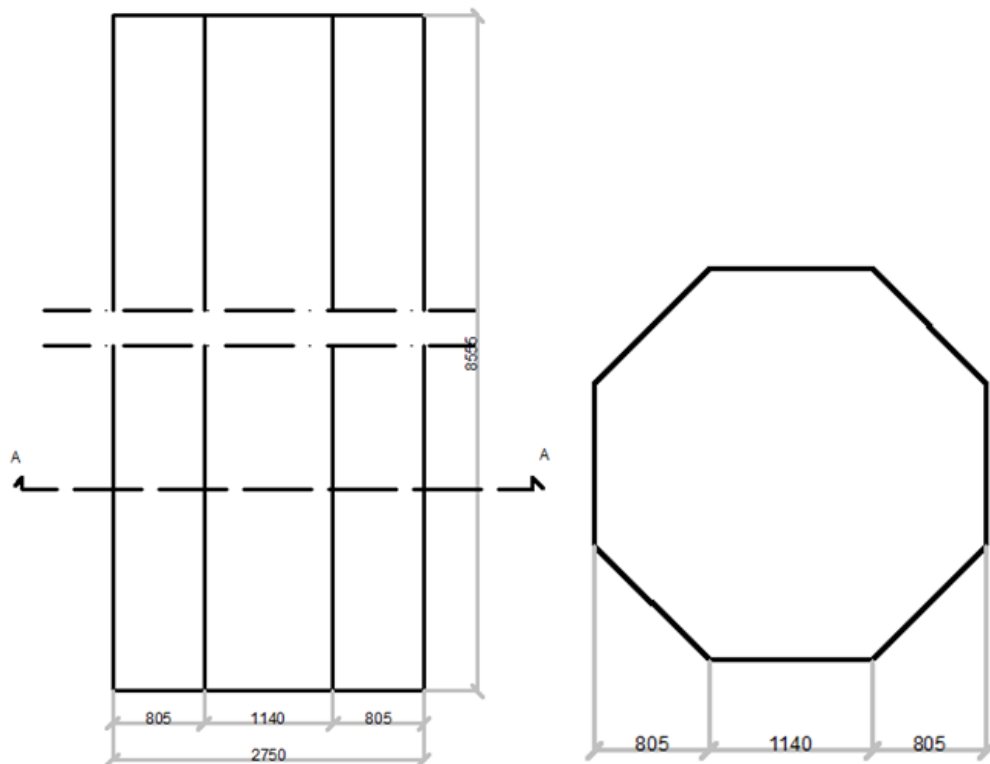
ket: V = volume Backwall (m^3)

γ_{beton} = berat isi beton (kN/m^3)

t = tebal Backwall

W6 = Berat corbell + Berat back wall (t)

7. Beban Kolom



Pot A-A

Gambar 2.9

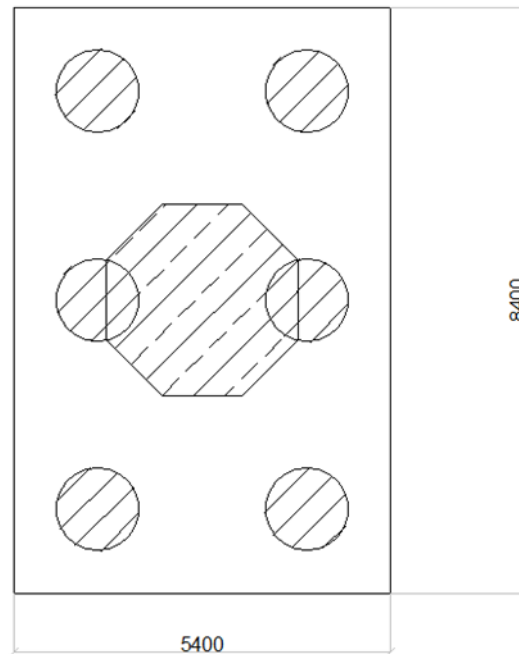
W7 = L kolom x t x γ beton bertulang

Ket L = Luas (m²)

t = tinggi kolom (m)

γ = Berat jenis beton bertulang (t/m³)

8. Beban Pile cap



Gambar 2.10 gambar pilecap

W8 = $L \times t \times \gamma_{\text{beton bertulang}}$

Ket $L = \text{Luas pile cap (m}^2\text{)}$

$T = \text{tinggi pile cap (m)}$

$\gamma = \text{Berat jenis beton bertulang (t/m}^3\text{)}$

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:

Tipe Jembatan (1)	Lebar Jalur Kendaraan (m) (2)	Jumlah Lajur Lalu lintas Rencana (n)
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	3
	11,3 - 15,0	4
	15,1 - 18,75	5
	18,8 - 22,5	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 menyiap.		

Tabel 2.2 Jumlah Jalur Lalu Lintas

(Sumber RSNI T-02-2005)

Macam-macam beban hidup yaitu :

1. Beban “D”
2. Beban “T”
3. Beban Kejut

1. Muatan “D”

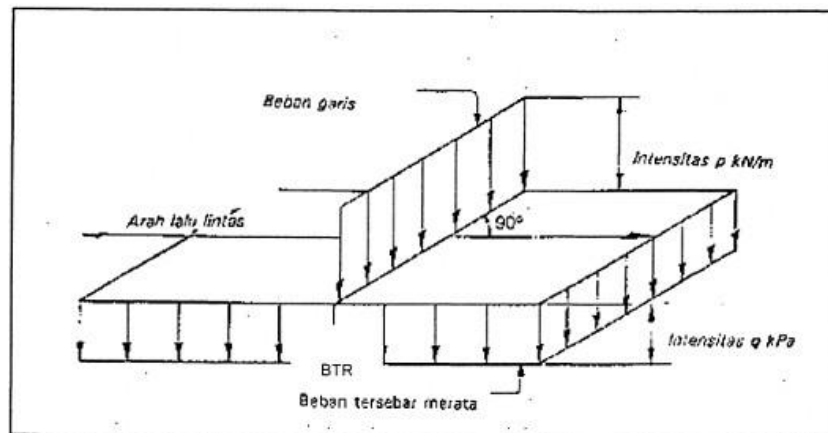
Muatan “D” atau muatan jalur adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata sebesar “q” ton per meter panjang jalur, dan beban garis “P” ton per jalur lalu lintas tersebut. Besarnya beban “q” ditentukan sebagai berikut :

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

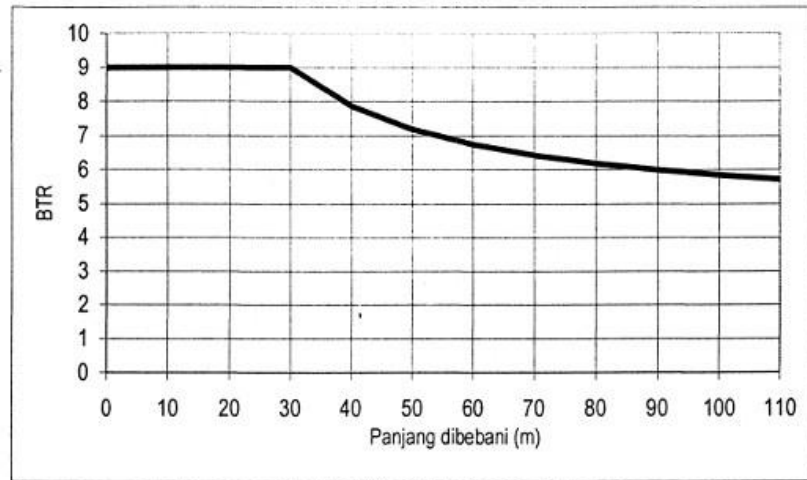
$$q = 9,0 \times (0,5 + 15/L) \text{ kPa} \dots\dots\dots \text{ untuk } L > 30\text{m}$$

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

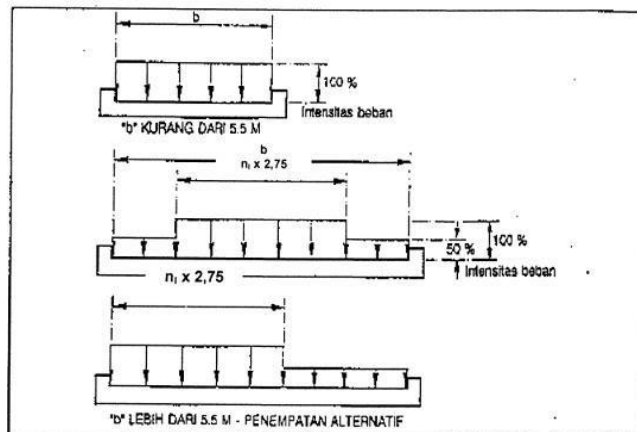
Sedangkan besar intensitas beban garis “P” adalah 49,0 kN/m.



Gambar 2.11 Beban lajur “D”



Gambar 2.12 Beban “D” : hubungan “q” dengan panjang yang dibebani



Gambar 2.13 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.

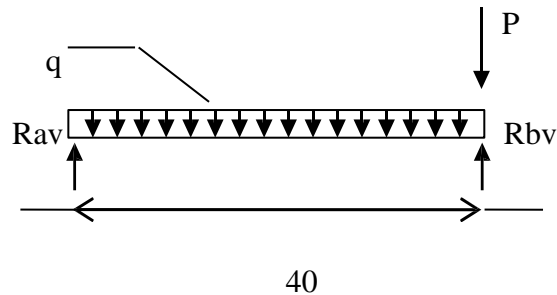
Koefisien kejut ditentukan dengan rumus :

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

Dimana, K = koefisien kejut

L = panjang bentang dalam meter

(Sesuai Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya 1987)

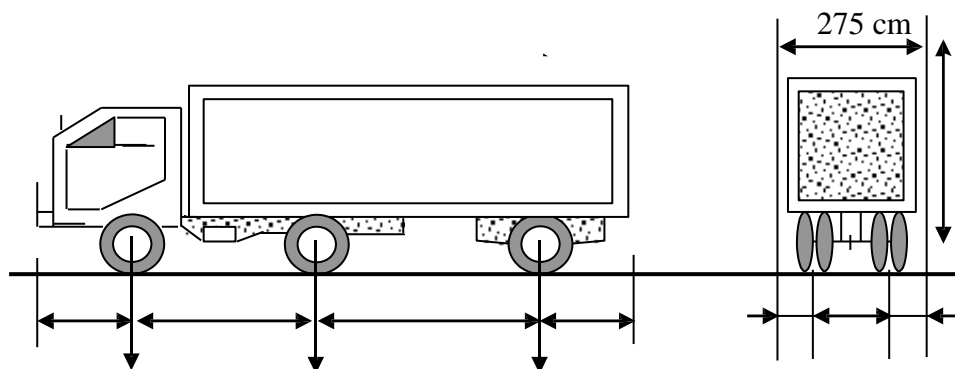


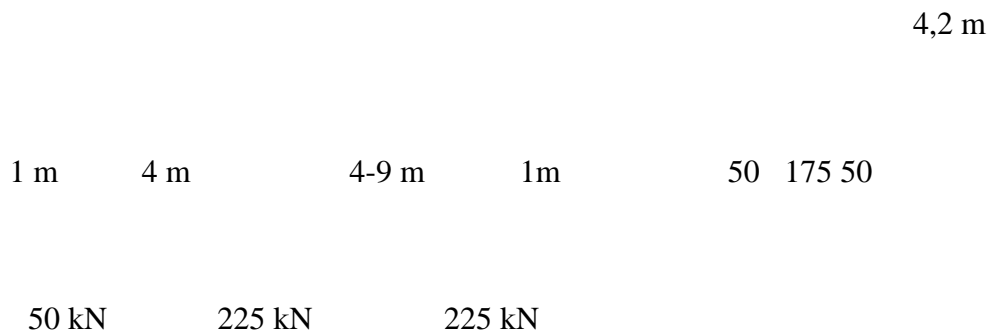
Gambar 2.14 Reaksi Akibat Beban “D”

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

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 2.15 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 Hidup pada Sandaran

Tiang-tiang sandaran pada sertiap 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. 1 **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 akibat gempa bumi
- c. Gaya gesekan

a. Beban Angin (A)

Pengaruh beban angin sebesar $1,5 \text{ kN/m}^2$ 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 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 angin (L1):

$$L1 = Tj1 \times lj$$

- Luas bidang sisi lainnya (L2):

$$L2 = Tj2 \times lj$$

- $A1 = (100\% \times L1 \times 1,5) + (50\% \times L2 \times 1,5)$

- $MA1 = A1 \times Y1$

b. Keadaan dengan beban hidup

Untuk jembatan diambil sebesar 50% terhadap luas bidang menurut ketentuan (1).

- $L3 = (50\% \times L1) + (50\% \times L2)$

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

- $L4 = Th1 \times lj$

- $A2 = (L3 \times 1,5) + (L4 \times 1,5)$

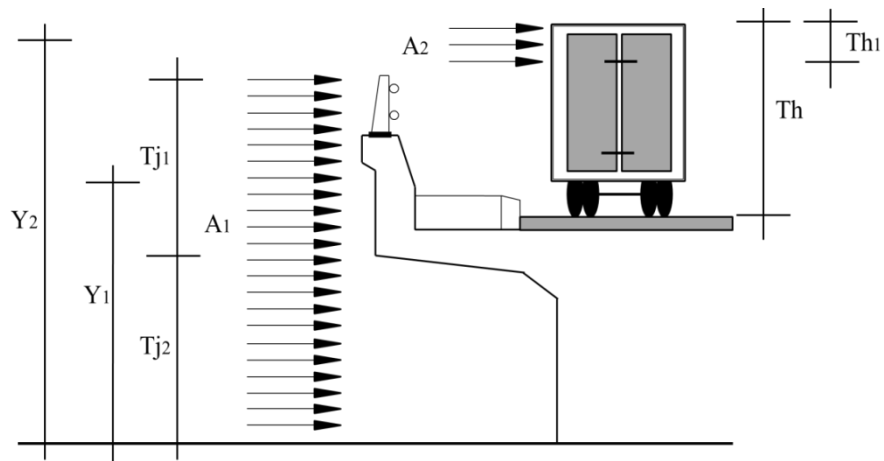
- $MA2 = A2 \times Y2$

Keterangan

l_j = bentang jembatan yang ditahan pilar

$A1$ = beban angin tanpa beban hidup

$A2$ = beban angin dengan beban hidup



Gambar 2.16 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.

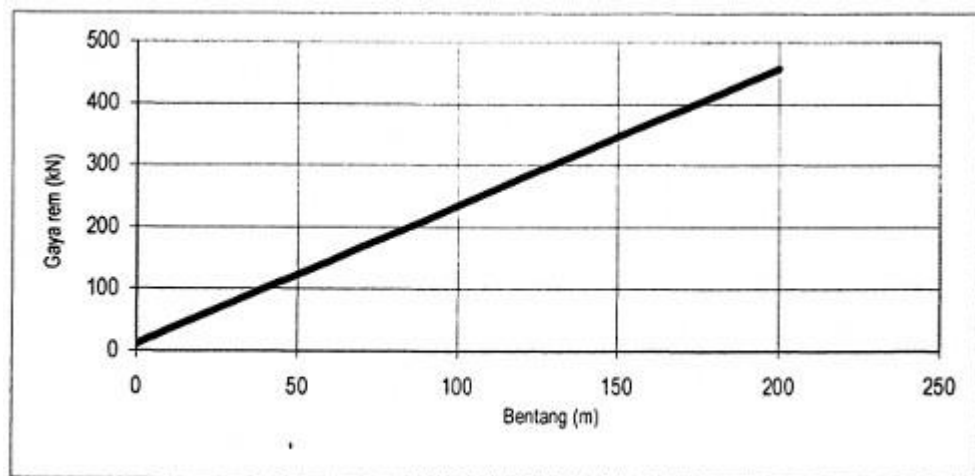
$Y1$ = tinggi berat $A1$ dari dasar abutmen.

$Y2$ = tinggi berat $A2$ dari dasar abutmen.

$$\text{Tekanan angin (W13)} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

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 2.17 Gaya rem per lajur 2,75 m

c. Gaya Akibat Gempa Bumi (Gh)

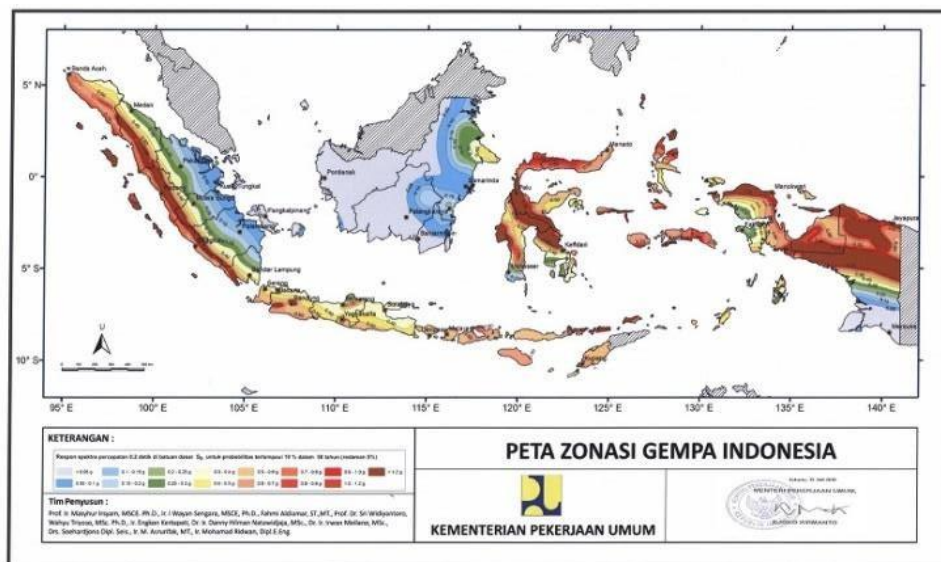
Pengaruh-pengaruh gempa bumi pada jembatan dihitung senilai dengan pengaruh suatu gaya horisontal pada konstruksi akibat beban mati konstruksi/ bagian konstruksi yang ditinjau dan perlu ditinjau pula gaya-gaya lain yang berpengaruh seperti gaya gesek pada perletakan, tekanan hidrodinamik akibat gempa, 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 2.18 Jalur gempa bumi

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

Tabel 2.3 Koefisien Pengaruh Gempa

(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

(Sumber : DPU, Buku Petunjuk Perencanaan Tahan Gempa untuk Jembatan dan Jalan Raya.)

6. TEORI PONDASI

a. Pengertian dan Fungsi Pondasi

Pondasi bangunan adalah konstruksi yang paling terpenting pada suatu bangunan. Karena pondasi berfungsi sebagai "penahan seluruh beban (hidup dan mati) yang berada di atasnya dan gaya – gaya dari luar". Pondasi merupakan bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban menuju lapisan tanah pendukung dibawahnya. Dalam struktur apapun, beban yang terjadi baik yang disebabkan oleh berat sendiri ataupun akibat beban rencana harus disalurkan ke dalam suatu lapisan pendukung dalam hal ini adalah tanah yang ada di bawah struktur tersebut.

b. Persyaratan Perencanaan Pondasi

Dengan memperhatikan faktor-faktor dalam pemilihan tipe pondasi terdapat juga Syarat-syarat umum dari pondasi yaitu :

1. Kedalaman harus memadai untuk menghindarkan pergerakan tanah lateral dari bawah pondasi khususnya untuk pondasi telapak dan pondasi rakit.
2. Kedalaman harus berada dibawah daerah perubahan volume musiman yang disebabkan oleh pembekuan, pencairan dan pertumbuhan tanaman.

3. Sistem harus aman terhadap penggulingan, rotasi, penggelinciran atau pergeseran tanah.
 4. Sistem harus aman terhadap korosi atau kerusakan yang disebabkan oleh bahan berbahaya yang terdapat didalam tanah.
 5. Sistem harus mampu beradaptasi terhadap beberapa perubahan geometri konstruksi atau lapangan selama proses pelaksanaan perlu dilakukan.
 6. Metode pemasangan harus seekonomis mungkin.
 7. Pergerakan tanah keseluruhan dan pergerakan diferensial harus dapat ditolerir dan elemen pondasi dan elemen bangunan atas.
 8. Pondasi dan konstruksinya harus memenuhi syarat standar untuk perlindungan lingkungan.
- c. Pemilihan Pondasi Berdasarkan Analisa Daya Dukung

Untuk keperluan pondasi bangunan Proyek Koneksi Jalan Tol BECAKAYU seksi koneksi ini ditinjau penggunaan Pondasi Dalam. Pondasi dalam yang ditinjau berupa Pondasi Tiang Pancang bulat diameter 50 cm, 60 cm dan Pondasi Bored Pile diameter 60 cm dan 80 cm, dengan Panjang tiang bervariasi pada setiap area penelitian *Deep Boring*.

Berdasarkan pada hasil penelitian lapangan dan Analisa daya dukung tanah setempat, disamping pertimbangan praktis dan

ekonomis serta keamanannya terhadap jenis bangunan pada Proyek Jalan tol BECAKAYU seksi koneksi ini dipakai pondasi Bored Pile diameter 120 cm, dengan panjang tiang bervariasi pada setiap area penelitian *Deep Boring*. Digunakannya pondasi jenis Bored Pile karena pelaksanaannya yang tidak mengeluarkan suara bising dan lebih efektif digunakan di area padat penduduk.

d. Penentuan Kedalaman Pondasi Bored Pile

Yang pertama adalah pengetesan tanah melalui soil test, kita dapat mengetahui data kekerasan tanah dengan melakukan pukulan-pukulan setiap interval tertentu, yang di sebut dengan SPT (standar penetration test). Dengan di lakukan soil test kita juga akan melakukan pengambilan contoh tanah asli untuk menjalani pemeriksaan dilabolaturium, untuk mendapatkan sifat-sifat fisik dan teknis dari tanah tersebut.

Yang kedua yaitu Pengujian sondir test. pengujian dengan sondir tes merupakan salah satu pengujian penetrasi yang bertujuan untuk mengetahui daya dukung terhadap tanah pada setiap lapisan serta mengetahui kedalaman lapisan pendukung yaitu lapisan tanah keras. Dalam hal ini agar dalam mendesain pondasi yang akan di gunakan sebagai penahan berat struktur memiliki keamanan sehingga bangunan tetap kuat dan tidak mengalami penurunan yang dapat membahayakan bagi penghuninya.

Berdasarkan hasil Bore Log pada PPB 18, dapat ditentukan bahwa kedalaman pondasi bore pile yaitu 24 m dikarenakan pada kedalaman 24 m nilai SPT sudah lebih dari 60 dan pada saat kedalaman tersebut jenis tanahnya adalah kepasiran yang bersifat sangat keras dan mampu menahan beban.

