

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. TINJAUAN UMUM

Jembatan dapat didefinisikan sebagai suatu konstruksi atau struktur bangunan yang menghubungkan rute/lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan raya, jalan kereta api, dan perlintasan lainnya. Konstruksi suatu jembatan terdiri dari bangunan atas, bangunan bawah dan pondasi. Sesuai dengan istilahnya bangunan atas berada pada bagian atas suatu jembatan yang berfungsi untuk menampung semua beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan atau orang yang kemudian disalurkan ke bagian bawah. Sedang bangunan bawah terletak di bawah bangunan atas yang berfungsi untuk menerima atau memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas dan kemudian menyalurkan ke pondasi. Pondasi berfungsi menerima beban-beban dari bangunan bawah lalu disalurkan ke tanah. Jenis pondasi tergantung dari kondisi tanah dasarnya, dapat menggunakan tiang pancang, tiang bor, atau sumuran.

Jenis-jenis jembatan cukup banyak tergantung dari sudut pandang yang di ambil. Berdasar bahan bangunannya sendiri jembatan dapat dikelompokkan menjadi²:

1. Jembatan Kayu
2. Jembatan pasangan batu dan batu bata
3. Jembatan Beton Bertulang
4. Jembatan beton prategang (*Prestressed Concrete Bridge*)
5. Jembatan Baja
6. Jembatan Komposit

Klasifikasi jembatan menurut sistem strukturnya dapat dibagi menjadi³:

1. Jembatan lengkung (*arch bridge*)
2. Gelagar (*beam bridge*)
3. Jembatan *Cable-Stayed*
4. Jembatan Gantung (*Suspension Bridge*)

² Buku ajar perencanaan jembatan hal II-12

³ Buku ajar perencanaan jembatan hal I-5

5. Jembatan rangka (*Truss Bridge*)
6. Jembatan Beton Prategang (*Prestressed Concrete Bridge*)
7. Jembatan Box Girder
8. Jembatan Kantilever

Dalam Perencanaan Jembatan ada beberapa aspek yang perlu ditinjau yang nantinya akan mempengaruhi dalam proses perencanaan jembatan, antara lain :

- Aspek Lalu Lintas
- Aspek Hidrologi
- Aspek Tanah
- Aspek Konstruksi Jembatan

2.2. ASPEK LALU LINTAS

Analisa terhadap lalu lintas diperlukan untuk mengetahui tingkat pelayanan jembatan sampai umur rencana tertentu. Selain itu analisa terhadap lalu lintas juga digunakan untuk memperkirakan besarnya lalu lintas yang akan melewati jalan tol Semarang-Bawen dimana perencanaan jembatan Banyumanik 2 akan dibangun. Persyaratan transportasi meliputi kelancaran arus lalu lintas kendaraan yang melintasi jembatan tersebut. Dalam hal ini, perencanaan lebar optimum jembatan sangat penting agar didapatkan tingkat pelayanan lalu lintas yang maksimum. Perhitungan lebar jembatan Banyumanik 2 ini mengikuti jumlah ruas jalan Tol secara keseluruhan (Rumaja Tol), sehingga perhitungan lebar jembatan adalah sama dengan hasil dari perhitungan kapasitas jalan tol Semarang-Solo. Dalam analisa perencanaan lebar optimum jalan dan jembatan ini menggunakan beberapa parameter lalu lintas antara lain :

2.2.1. Volume Lalu Lintas (Q)

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati satu titik tertentu dari suatu segmen jalan selama waktu tertentu (menit, jam ataupun hari). Dinyatakan dalam satuan kendaraan atau satuan mobil penumpang (smp).

a. Lalu Lintas Harian Rata-rata

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun}}{365}$$

LHRT dinyatakan dalam smp/hari/2 arah atau kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 lajur 2 arah, smp/hari/1 lajur atau kendaraan/hari/1 arah untuk jalan berlajur banyak dengan median.

b. Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)

Ekuivalensi mobil penumpang yaitu faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang sehubungan dengan ukuran dan kecepatan rata-ratanya yang berdampak pada perilaku lalu lintas. Untuk mobil penumpang, nilai emp adalah 1,0. Sedangkan nilai emp untuk masing-masing kendaraan untuk jalan tol (jalan empat lajur-dua arah terbagi) dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) untuk Jalan Bebas Hambatan Empat Lajur Dua Arah terbagi (MW 4/2 D)

Tipe alinyemen	Arus total (kend/jam)	emp (ekivalensi mobil penumpang)		
		MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1250	1,4	1,4	2,0
	2250	1,6	1,7	2,5
	≥ 2800	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	900	2,0	2,0	4,6
	1700	2,2	2,3	4,3
	≥ 2250	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	700	2,9	2,6	5,1
	1450	2,6	2,9	4,8
	≥ 2000	2,0	2,4	3,8

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997, hal 7-33

MHV : Kendaraan Menengah Berat (Truk 2 as)

LB : Bus Besar

LT : Truk Besar (Truk 3 as atau lebih, trailer)

c. Volume Jam Rencana (Q_{DH})

Volume jam perencanaan (VJP) adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk rencana lalu lintas dan dinyatakan dalam smp/jam.

VJP dapat di hitung dengan rumus :

$$\mathbf{VJP = LHRT \times k}$$

Dimana :

LHRT = Lalu lintas harian rata-rata tahunan (kend/hari)

Faktor k = Faktor konversi dari LHRT menjadi arus lalu lintas jam puncak

Tabel 2. 2 Penentuan Faktor K secara umum

Lingkungan Jalan	Jumlah Penduduk Kota	
	> 1 Juta	≤ 1 Juta
Jalan di daerah komersial dan jalan arteri	0,07 – 0,08	0,08 – 0,10
Jalan di daerah pemukiman	0,08 – 0,09	0,09 – 0,12

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997hal 4-25)

Khusus pada jalan bebas hambatan (jalan Tol) nilai $k = 0,11^4$.

2.2.2. Pertumbuhan Lalu Lintas

Perkiraan (*forecasting*) lalu lintas harian rata-rata yang ditinjau dalam waktu umur rencana jembatan. Umur rencana jembatan Tol Banyumanik 2 ini adalah **20** tahun.

$$\mathbf{Y' = a + bX}$$

Persamaan :

Dengan rumus **a** dan **b** adalah

$$a = \frac{\sum Yi * \sum Xi^2 - \sum Xi * \sum XiYi}{n\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}$$

dan

$$b = \frac{n\sum XiYi - \sum Xi * Yi}{n\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}$$

dimana:

Y' = subyek dalam variable dependen yang diprediksikan (LHR)

⁴ MKJI,1997 hal 7-61

a dan b = konstanta awal energi

X = waktu (tahun)

LHR akhir (LHR_n) dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{LHR}_n = \text{LHR}_o * (1+i)^n$$

Dimana :

LHR_n = Besarnya arus lalu lintas pada tahun rencana (pada tahun ke-n)

LHR_o = Besarnya arus lalu lintas pada awal perencanaan

i = Faktor pertumbuhan lalu lintas

n = Umur rencana

2.2.3. Kapasitas

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai tingkat arus maksimum dimana kendaraan dapat diharapkan untuk melalui suatu potongan jalan pada waktu tertentu untuk kondisi lajur/jalan, lalu lintas, pengendalian lalu lintas dan cuaca yang berlaku.

Rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas jalan perkotaan secara umum berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), adalah sebagai berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Dimana : C = kapasitas (smp/jam)

C_o = kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas⁵

FC_{SP} = faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota.

Untuk perencanaan kapasitas jalan bebas hambatan sendiri, hanya menggunakan 2 faktor yaitu faktor penyesuaian lebar jalan bebas hambatan (FC_w) dan faktor penyesuaian pemisah arah (FC_{SP})⁶. Sehingga rumus yang digunakan menjadi :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP}$$

⁵ MKJI 1997 hal 7-48

⁶ MKJI 1997 hal 7-11

Nilai kapasitas dasar (C_0) didapatkan dari tabel berikut :

Tabel 2. 3. Tabel Nilai Kapasitas Dasar untuk Jalan Bebas Hambatan

Tipe Jalan Bebas Hambatan / Tipe Alinyemen	Kapasitas dasar (C_0) (Smp/jam/lajur)
Empat-dan enam lajur terbagi	
- Datar	2300
- Bukit	2250
- Gunung	2150
Dua lajur tak terbagi	Total kedua arah (smp/jam)
- Datar	3400
- Bukit	3300
- Gunung	3200

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997 hal 7-47

Nilai faktor penyesuaian lebar jalan bebas hambatan (FC_w), adalah sebagai berikut

Tabel 2. 4. Tabel nilai faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w)

Tipe jalan bebas hambatan	Lebar efektif jalur lalu-lintas C_w (m)	FC_w
Empat lajur – terbagi	Per Lajur	
Enam lajur – terbagi	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua lajur - tak terbagi	Total kedua arah	
	6,5	0,96
	7,0	1,00
	7,5	1,04

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997 hal 7-48

Nilai faktor penyesuaian pemisah arah (FC_{SP}), (**hanya untuk Jalan Bebas Hambatan Tak Terbagi MW 2/2 UD**) didapat dari tabel berikut

Tabel 2. 5 Tabel nilai faktor penyesuaian pemisah arah (FC_{SP})

Pemisahan Arah SP % - %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Jalan Bebas hambatan tak terbagi	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997 hal 7-49

2.2.4 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus lalu lintas (Q) terhadap kapasitas (C), yang digunakan sebagai faktor utama untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan⁷.

$$DS = Q/C$$

Nilai DS di sini diartikan nilai derajat kejenuhan pada tahun rencana (20 tahun), maksimal = 0,75. Bila derajat kejenuhan (DS) yang didapat < 0,75 maka jalan tersebut masih memenuhi syarat (Layak), dan bila derajat kejenuhan (DS) yang didapat > 0,75 maka harus dilakukan pelebaran untuk meningkatkan kapasitas jalan (C). Nilai DS menentukan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Jika nilai DS suatu ruas jalan mencapai nilai 1, berarti kendaraan sudah berhenti (tidak bergerak) dalam antrian kemacetan.

2.2.5. Perkerasan Jalan Pendekat

Perkerasan jalan pada perencanaan jembatan yaitu pada oprit jembatan sebagai jalan pendekat yang merupakan bagian penting pada proses perencanaan jalan, yang berfungsi :

- ◆ Menyebarkan beban lalu lintas di atasnya ketanah dasar
- ◆ Melindungi tanah dasar dari rembesan air hujan
- ◆ Mendapatkan kenyamanan dalam perjalanan

Salah satu jenis perkerasan jalan adalah perkerasan lentur (*Flexible Pavement*). Perkerasan lentur adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapis bawahnya.

Dalam perencanaan perkerasan jalan ini digunakan metode Analisa Komponen berdasarkan Standar Konstruksi Bangunan Indonesia (SKBI) yaitu sebagai berikut :

a) Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

LHR setiap jenis kendaraan ditentukan sesuai dengan umur rencana.

⁷ MKJI 1997 hal 7-12

b) Lintas ekuivalen permukaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times c_j \times E_j$$

dimana : n = Umur rencana

c_j = koefisien distribusi kendaraan

E_j = angka ekuivalen beban sumbu gandar (MST.10 Ton)

c) Lintas ekuivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times c_j \times E_j$$

Dimana : i = Pertumbuhan lalu lintas

d) Lintas ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = (LEP + LEA) \times \frac{1}{2}$$

e) Lintas ekuivalen rencana (LER)

$$LER = LET \times FP$$

Dimana : FP = faktor penyesuaian = $UR / 10$

UR = umur rencana

f) Indek tebal perkerasan (ITP)

$$ITP = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3$$

Dimana : a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = tebal masing-masing perkerasan

2.3. ASPEK HIDROLOGI

Perkiraan besarnya penggerusan tanah sekitar pondasi oleh aliran sungai ini sangat penting, karena akan berdampak pada stabilitas dan daya dukung pondasi jembatan. Perhitungan dan analisa aspek hidrologi digunakan pada jembatan yang salah satu atau beberapa pondasi pilarnya dan atau pondasi *abutment*nya terletak dalam aliran sungai atau dipengaruhi oleh aliran air sungai (muka air banjir). Karena tidak ada pondasi pilar ataupun *abutment* yang terpengaruh oleh aliran sungai, maka analisa Hidrologi **tidak perlu diperhitungkan.**

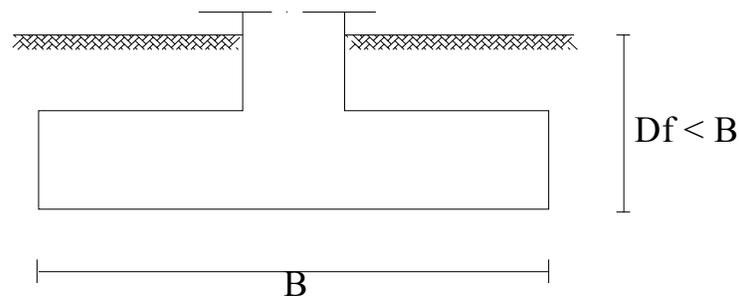
2.4. ASPEK GEOTEKNIK (TANAH)

Analisa tanah dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisik dan teknis tanah di sekitar lokasi jembatan Banyumanik 2 untuk menentukan jenis dan dimensi bangunan bawah jembatan dan

pondasi yang sesuai dengan keadaan tanah pada jembatan Banyumanik 2. Selain itu juga untuk menentukan jenis perkuatan tanah dan kestabilan lereng (stabilitas tanah) guna mendukung keamanan dari struktur yang akan dibuat. Tinjauan aspek tanah pada perencanaan jembatan Banyumanik 2 ini meliputi tinjauan terhadap data-data tanah yang ada seperti : nilai boring (*Bor Log*), nilai penetrasi (N-SPT), nilai kohesi, sudut geser tanah, γ tanah, kadar air tanah, dan void ratio, pada 2 atau 3 titik *soil Investigation* di daerah letak *abutment* dan pilar jembatan agar dapat ditentukan jenis pondasi yang akan digunakan, kedalaman serta dimensinya.

2.4.1. Formulasi Pondasi Dangkal

Pada umumnya pondasi dangkal berupa pondasi telapak yaitu pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah pondasi, bilamana terdapat lapisan tanah keras yang mampu mendukung suatu bangunan pada permukaan tanah. Menurut Terzaghi pondasi dangkal yaitu apabila kedalaman pondasi lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi.



Gambar 2.1 Pondasi dangkal

D_f = Kedalaman pondasi dangkal dari permukaan tanah

B = Lebar pondasi

Pondasi telapak umumnya dibangun di atas tanah pendukung dengan membuat suatu tumpuan yang bentuk dimensinya sesuai dengan beban bangunan dan daya dukung tanah pondasi tersebut. Pondasi tersebut bersatu dengan bagian utama bangunan sehingga merupakan suatu konstruksi yang monolit.

Syarat- syarat pondasi dangkal yaitu⁸:

- Kapasitas daya dukung batas $Q_{ult} >$ tegangan kontak yang diakibatkan oleh beban luar.
- Penurunan pondasi yang terjadi $<$ penurunan yang disyaratkan

⁸ Rekayasa fundasi II hal 5

- Struktur secara keseluruhan harus stabil dalam arah vertikal, horizontal dan terhadap guling.

Selain pondasi telapak juga ada pondasi kaison yaitu pondasi yang merupakan peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam. Di Indonesia pondasi kaison sering dibuat berbentuk silinder sehingga umumnya disebut pondasi sumuran. Pondasi kaison terdiri 2 tipe, yaitu kaison bor (*drilled caisson*) dan kaison (*caisson*)

Pondasi kaison bor dibuat dengan cara mengebor lebih dulu untuk membuat lubang di dalam tanah, dan kemudian lubang diisi dengan beton. Bagian tubuh kaison dapat dilindungi pipa yang merupakan bagian dari pondasi, atau pipa pelindung ditarik setelah pengecoran. Pondasi kaison yang berbentuk silinder atau kotak beton dibuat dengan membenamkan silinder beton ditempatnya, bersamaan dengan penggalian tanah.

2.4.2. Formulasi Pondasi Dalam

Dalam perencanaan pondasi dalam biasanya menggunakan pondasi tiang. Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam.

Pondasi tiang digunakan untuk beberapa maksud, antara lain :

- 1) Untuk meneruskan beban bangunan yang terletak di atas air atau tanah lunak, ke tanah pendukung yang kuat.
- 2) Untuk meneruskan beban ke tanah yang relatif lunak sampai kedalaman tertentu sehingga pondasi bangunan mampu memberikan dukungan yang cukup untuk mendukung beban tersebut oleh gesekan dinding tiang dengan tanah di sekitarnya.
- 3) Untuk mengangker bangunan yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas akibat tekanan hidrostatis atau momen guling
- 4) Untuk menahan gaya-gaya horizontal gaya yang arahnya miring
- 5) Untuk memadatkan tanah pasir, sehingga kapasitas dukung tanah tersebut bertambah
- 6) Untuk mendukung pondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah tergerus air.

Pondasi tiang dapat dibagi menjadi 3 yaitu⁹:

- 1) **Tiang perpindahan besar** (*large displacement pile*), yaitu tiang pejal atau berlubang dengan ujung tertutup yang di pancang ke dalam tanah sehingga terjadi perpindahan volume

⁹ Hary Christady Hardiyatmo hal 61

tanah yang relatif besar, contohnya : tiang kayu, tiang beton pejal, tiang beton prategang, tiang baja bulat.

- 2) **Tiang perpindahan kecil** (*small displacement pile*), adalah sama seperti tiang kategori pertama hanya volume tanah yang dipindahkan saat pemancangan relatif kecil, contohnya : tiang beton berlubang dengan ujung terbuka, tiang baja H, tiang baja bulat ujung terbuka, tiang ulir.
- 3) **Tiang tanpa perpindahan** (*non displacement pile*), terdiri dari tiang yang di pasang di dalam tanah dengan cara menggali atau mengebor tanah, contohnya : tiang beton yang pengecorannya langsung di dalam lubang hasil pengeboran tanah (pipa baja di letakkan dalam lubang dan di cor beton).

Rumus yang digunakan dalam perencanaan kekuatan daya dukung satu tiang pondasi tiang digunakan metode Meyerhoff sebagai berikut :

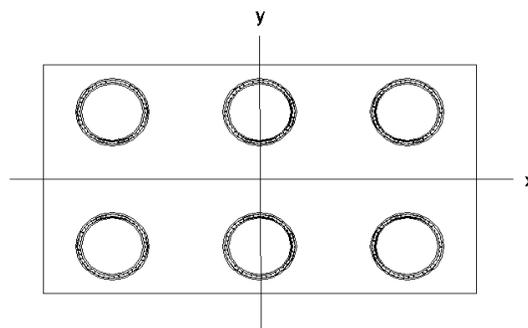
$$P_{\text{tiang}} = 40 * N_b * A_{\text{tiang}} + 0,2 * \bar{N} * A_s$$

- Dimana :
- N_b = Nilai N-SPT pada kedalaman dasar pondasi
 - A_{tiang} = Luas penampang tiang
 - \bar{N} = Nilai N-SPT rata – rata sepanjang tiang
 - A_s = Luas Selimut tiang

Penentuan jumlah tiang dilakukan dengan rumus :

$$n = \frac{V_{\text{maks}}}{P_{\text{tiang}}} \quad ; \quad V_{\text{maks}} = \text{Total beban vertikal maksimum}$$

$P_{\text{tiang}} = \text{Daya dukung satu tiang}$



Gambar 2.2 Contoh lay out pondasi

Perhitungan efisiensi kelompok tiang :

$$E = 1 - \frac{\phi}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m * n} \right]$$

ϕ = arc tan (d/s) dalam derajat

D = diameter bore pile

S = jarak antar bore pile (3 s/d 3,5 kali diameter)

m = jumlah bore pile dalam satu baris

n = jumlah bore pile dalam satu kolom

(contoh gambar di atas: m = 3; n = 2).

2.4.3. Formulasi Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah yaitu dinding vertikal yang berfungsi untuk menahan tanah dan untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian. Untuk melaksanakan perencanaan dinding penahan tanah, langkah-langkah kegiatan adalah sebagai berikut :

- Memperkirakan dimensi yang diperlukan dari dinding penahan tanah
- Mencari besarnya tekanan tanah baik secara analitis maupun secara grafis berdasarkan cara yang sesuai dengan tipe penahan tanahnya
- Tegangan yang bekerja akibat konstruksi tidak melebihi tegangan ijin
- Perhitungan kekuatan struktur dari konstruksi dinding penahan tanah, yaitu dengan cara memeriksa tegangan geser dan tegangan tekan yang diijinkan.
- Dinding penahan tanah harus aman terhadap stabilitas gesernya
- Dinding penahan tanah harus aman terhadap stabilitas gulingnya

Dinding penahan tanah harus terletak pada suatu daerah dimana stabilitas dari kemiringan lerengnya memenuhi suatu angka keamanan tertentu yaitu :

- $SF > 1,50$ untuk pembebasan tetap
- $SF > 1,30$ untuk pembebasan sementara, termasuk jika ada gempa.

Prosedur pemilihan tipe pondasi sebagai berikut :

1. Bila lapisan tanah keras terletak pada permukaan tanah atau 2–3 meter di bawah permukaan tanah, pondasi telapak (*spread foundation*) dapat digunakan.
2. Apabila formasi tanah keras terletak pada kedalaman sampai ± 10 meter dibawah permukaan tanah, dapat dipakai pondasi sumuran atau pondasi tiang apung (*floating pile foundation*) untuk memperbaiki tanah pondasi.
3. Apabila formasi tanah keras terletak pada kedalaman sampai ± 20 meter dibawah permukaan tanah, dapat dipakai pondasi tiang atau pancang baja atau tiang bor.

4. Apabila formasi tanah keras terletak pada kedalaman sampai ± 30 meter dibawah permukaan tanah, biasanya dipakai pondasi kaison terbuka, tiang baja atau tiang yang dicor di tempat. Tetapi apabila tekanan atmosfer yang bekerja ternyata kurang dari 3 kg/cm^2 dapat juga digunakan pondasi kaison tekanan.
5. Apabila formasi tanah keras terletak pada kedalaman lebih dari 40 meter dibawah permukaan tanah, pondasi yang paling baik digunakan adalah pondasi tiang baja atau pondasi tiang beton yang dicor di tempat.

Bila berdasarkan kedalaman tanah keras yang ada di lokasi (-7 meter), seharusnya digunakan pondasi sumuran, namun pondasi sumuran akan rawan terhadap longsoran tanah (*sliding*) pada permukaan tanah dengan kemiringan terjal seperti pada lokasi proyek. Maka, digunakan pondasi bore pile (Analisa di Bab 4).

2.5. ASPEK KONSTRUKSI JEMBATAN

2.5.1. Pembebanan Struktur

Dalam merencanakan suatu jembatan, peraturan pembebanan yang dipakai mengacu pada *Bridge Management System* (BMS'92). Beban - beban yang bekerja meliputi :

2.5.1.1. Beban Tetap

a) Beban Mati (Berat Sendiri Struktur)

Berat nominal dan nilai terfaktor dari berbagai bahan dapat diambil dari tabel berikut ini:

Tabel 2. 6. Berat Bahan Nominal S.L.S dan U.L.S

Bahan Jembatan	Berat Sendiri Nominal S.L.S (kN/m)	Berat Sendiri Biasa U.L.S (kN/m ³)	Berat Sendiri Terkurangi U.L.S (kN/ m ³)
Beton Massa	24	31,2	18
Beton Bertulang	25	32,5	18,80
Beton Bertulang Pratekan (Pracetak)	25	30	21,30
Baja	77	84,7	69,30
Kayu, Kayu lunak	7,8	10,9	5,50
Kayu, Kayu keras	11	15,4	7,7

Sumber : Bridge Management System (BMS - 1992)

b) Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan adalah berat semua elemen tidak struktural yang dapat bervariasi selama umur jembatan seperti :

- ◆ Perawatan permukaan khusus
- ◆ Pelapisan ulang dianggap sebesar 50 mm aspal beton (hanya digunakan dalam kasus menyimpang dan nominal 22 kN/ m³) --- dalam SLS
- ◆ Sandaran, pagar pengaman dan penghalang beton
- ◆ Tanda-tanda (rambu)
- ◆ Perlengkapan umum seperti pipa air dan penyaluran (dianggap kosong atau penuh)

c) Pengaruh Pratekan

Selain dari pengaruh primer, pratekan menyebabkan pengaruh sekunder dalam komponen tertahan dan struktur tidak tertentu, untuk penentuan pengaruh dari pratekan dalam struktur tidak tertentu adalah cara beban ekuivalen dimana gaya tambahan pada beton akibat kabel pratekan dipertimbangkan sebagai beban luar.

d) Tekanan Tanah

- ◆ Tekanan aktif¹⁰

$$\sigma = \gamma.z. \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) - 2.C. \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$

¹⁰ Rekayasa fundasi I

- ◆ Tekanan pasif¹¹

$$\sigma = \gamma \cdot z \cdot \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + 2 \cdot C \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

2.5.1.2. Beban Tidak Tetap

a) Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan bergerak, dan pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan. Beban lalu lintas meliputi :

- ◆ **Beban Kendaraan Rencana**

Beban kendaraan mempunyai tiga komponen, yaitu :

1. Komponen vertikal
2. Komponen rem
3. Komponen sentrifugal (untuk jembatan melengkung)

Beban lalu lintas untuk rencana jembatan jalan raya terdiri dari pembebanan lajur “D” dan pembebanan truk “T”. Pembebanan lajur “D” ditempatkan melintang pada lebar penuh dari jalan kendaraan jembatan dan menghasilkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan rangkaian kendaraan sebenarnya, jumlah total pembebanan lajur “D” yang ditempatkan tergantung pada lebar jalan kendaraan jembatan.

Pembebanan truk “T” adalah berat kendaraan, berat tunggal truk dengan tiga gandar yang diletakkan dalam kedudukan sembarang pada lajur lalu lintas rencana. Tiap gandar terdiri dari dua pembebanan bidang kontak yang dimaksudkan agar mewakili pengaruh moda kendaraan berat. Hanya satu truk “T” boleh ditempatkan per lajur lalu lintas rencana.

Umumnya, pembebanan “D” akan menentukan untuk bentang sedang sampai panjang dan pembebanan “T” akan menentukan untuk bentang pendek dan sistem lantai.

- ◆ **Beban Lajur “D”**

Beban terbagi rata = UDL (*Uniformly Distribute Load*) mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani L seperti berikut :

$$q = 8,0 \text{ kPa (jika } L \leq 30 \text{ m)}$$

$$q = 8,0 \cdot \left(0,5 + \frac{15}{L}\right) \text{ kPa (jika } L > 30 \text{ m)}$$

¹¹ Rekayasa fundasi I

dimana :

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

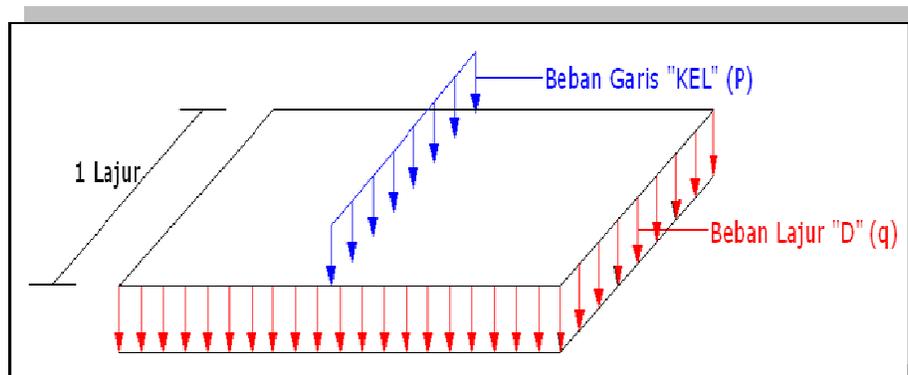
kPa = kilo pascal per jalur

Beban UDL boleh ditempatkan dalam panjang terputus agar terjadi pengaruh maksimum. Dalam hal ini, L adalah jumlah dari panjang masing-masing beban terputus tersebut.

Beban garis (KEL) sebesar P kN/m, ditempatkan dalam kedudukan sembarang sepanjang jembatan dan tegak lurus pada arah lalu lintas ($P = 44,0$ kN/m).

Pada bentang menerus, KEL ditempatkan dalam kedudukan lateral sama yaitu tegak lurus arah lalu lintas pada 2 bentang agar momen lentur negatif menjadi maksimum.

Beban UDL dan KEL bisa digambarkan seperti pada gambar di bawah ini :



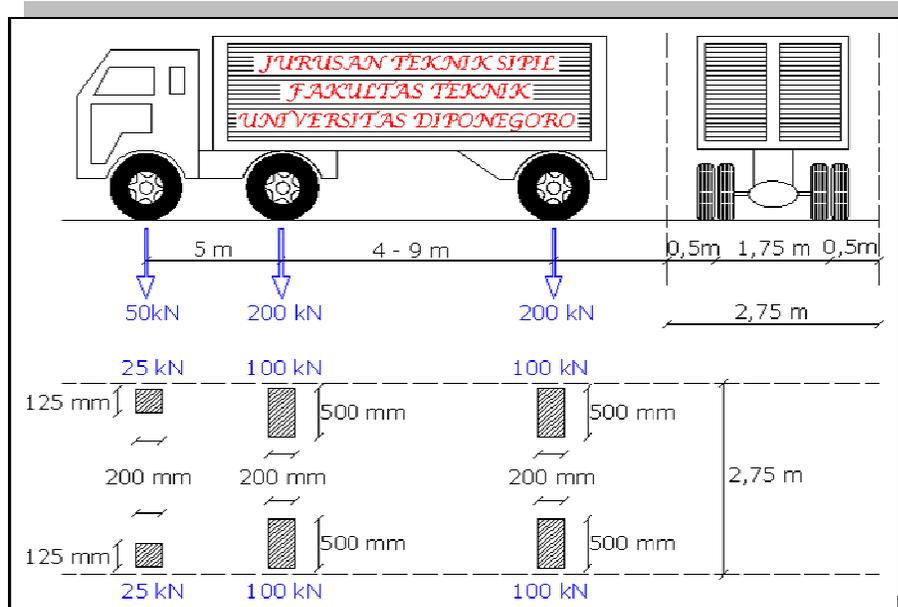
Gambar 2.3 Beban "D"

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 %).

◆ Beban Truk "T"

Pembebanan truk "T" terdiri dari kendaraan truk semi trailer yang mempunyai berat as. Berat dari masing-masing as disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai.



Gambar 2. 4 konfigurasi Pembebanan Truk "T"

Hanya satu truk yang harus ditempatkan dalam tiap lajur lalu lintas rencana untuk panjang penuh dari jembatan. Truk "T" harus ditempatkan ditengah lajur lalu lintas. Jumlah maksimum lajur lalu lintas rencana diberikan dalam tabel berikut :

Tabel 2. 7. Jumlah Maksimum Lajur Lalu Lintas Rencana

Jenis Jembatan	Lebar Jalan Kendaraan Jembatan (m)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana
Lajur tunggal	4,0 – 5,0	1
Dua arah tanpa median	5,5 – 8,25	2
	11,25 – 15,0	4
Jalan kendaraan majemuk	10,0 – 12,9	3
	11,25 – 15,0	4
	15,1 – 18,75	5
	18,8 – 22,5	6

Sumber : Bridge Management System (BMS - 1992)

◆ Faktor Beban Dinamik

Faktor beban dinamik (DLA) berlaku pada beban "KEL", beban lajur "D", dan beban truk "T" untuk simulasi kejut dari kendaraan bergerak pada struktur jembatan. Faktor beban dinamik adalah untuk SLS dan ULS dan untuk semua bagian struktur sampai pondasi. Untuk beban truk "T" nilai DLA adalah 0,3, untuk beban garis "KEL" nilai DLA dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 8. Faktor Beban Dinamik Untuk “KEL” lajur “D”

Bentang Ekuivalen L_E (m)	DLA (untuk kedua keadaan batas)
$L_E < 50$	0,4
$50 < L_E < 90$	$0,525 - 0,0025 L_E$
$L_E \geq 90$	0,3

Catatan:

1. Untuk bentang sederhana $L_E =$ panjang bentang aktual

2. Untuk bentang menerus $L_E = \sqrt{L_{rata-rata} * L_{maks}}$

◆ **Gaya Rem**

Pengaruh percepatan dan pengereman dari lalu lintas harus diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang, dan dianggap bekerja pada rantai kendaraan. Gaya ini tidak tergantung pada lebar jembatan. Pemberian besarnya gaya rem dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 9. Gaya Rem

Panjang Struktur (m)	Gaya Rem SLS (kN)
$L \leq 80$ m	250
$80 \text{ m} < L < 180$ m	$2,5 L + 50$
$L \geq 180$ m	500
Catatan : Gaya Rem ULS adalah $2,0 * \text{Gaya Rem SLS}$	

Sumber : Bridge Management System (BMS - 1992)

◆ **Beban Pejalan Kaki**

Rantai dan balok yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk 5 kPa. Intensitas beban untuk elemen lain diberikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2. 10. Intensitas Beban Pejalan Kaki untuk Trotoar Jembatan Jalan Raya

Luas Terpikul Oleh Unsur (m^2)	Intensitas Beban Pejalan Kaki Nominal (kPa)
$A \leq 10 \text{ m}^2$	5
$10 \text{ m}^2 < A < 100 \text{ m}^2$	$5,33 - A/30$
$A > 100 \text{ m}^2$	2

Sumber : Bridge Management System (BMS - 1992)

Pada perencanaan Jembatan Tol, beban pejalan kaki **tidak diperhitungkan**, karena direncanakan tidak ada pejalan kaki yang melalui jembatan tersebut.

b) Aksi Lingkungan

Aksi lingkungan adalah beban-beban akibat pengaruh temperatur, angin, banjir, gempa, dan penyebab-penyebab alamiah lainnya. Besarnya beban rencana yang diberikan dalam tata cara ini didasarkan pada analisa statistik dari kejadian-kejadian umum yang tercatat tanpa memperhitungkan hal khusus yang mungkin akan memperbesar pengaruh setempat.

◆ Penurunan

Jembatan direncanakan agar menampung perkiraan penurunan total dan diferensial sebagai SLS. Jembatan harus direncanakan untuk bisa menahan terjadinya penurunan yang diperkirakan, termasuk perbedaan penurunan sebagai aksi daya layan. Pengaruh penurunan mungkin bisa dikurangi dengan adanya rangkai dan interaksi pada struktur tanah.

◆ Gaya Angin

Tekanan angin rencana diberikan dalam tabel berikut :

Tabel 2. 11. Tekanan Angin pada Bangunan Atas

(b/d) Bangunan Padat	Jenis Keadaan Batas	Tekanan Angin (kPa)	
		Pantai (<5 km dari pantai)	Luar pantai (>5 km dari pantai)
$b/d \leq 1,0$	SLS	1,13	0,79
	ULS	1,85	1,36
$1,0 < b/d \leq 2,0$	SLS	$1,46 - 0,32 b/d$	$1,46 - 0,32 b/d$
	ULS	$2,38 - 0,53 b/d$	$1,75 - 0,39 b/d$
$2,0 < b/d \leq 6,0$	SLS	$0,88 - 0,038 b/d$	$0,61 - 0,02 b/d$
	ULS	$1,43 - 0,06 b/d$	$1,05 - 0,04 b/d$
$b/d \geq 6,0$	SLS	0,68	0,47
	ULS	1,10	0,81

Sumber : Bridge Management System (BMS - 1992)

Keterangan : b = Lebar bangunan atas antara permukaan luar tembok pengaman

d = Tinggi bangunan atas (termasuk tembok pengaman padat)

◆ **Gaya Akibat Suhu**

Perubahan merata dalam suhu jembatan menghasilkan perpanjangan atau penyusutan seluruh panjang jembatan. Gerakan tersebut umumnya kecil di Indonesia, dan dapat diserap oleh perletakan dengan gaya cukup kecil. Yang disalurkan ke bangunan bawah oleh bangunan atas dengan bentang 100 m atau kurang.

◆ **Gaya Gempa**

Pengaruh gempa bumi pada jembatan diperhitungkan senilai dengan pengaruh horizontal yang bekerja pada titik berat konstruksi/bagian konstruksi yang ditinjau dalam arah yang paling berbahaya.

Beban gempa horisontal (G_h) pada jembatan dapat ditentukan dengan rumus :

$$G_h = C I S W_T$$

- W_t = Berat total jembatan yang dipengaruhi oleh percepatan gempa
- C = Koefisien geser dasar gempa (Daerah Semarang termasuk dalam daerah/Zone gempa 5)
- I = Faktor kepentingan
- S = Faktor jenis struktur

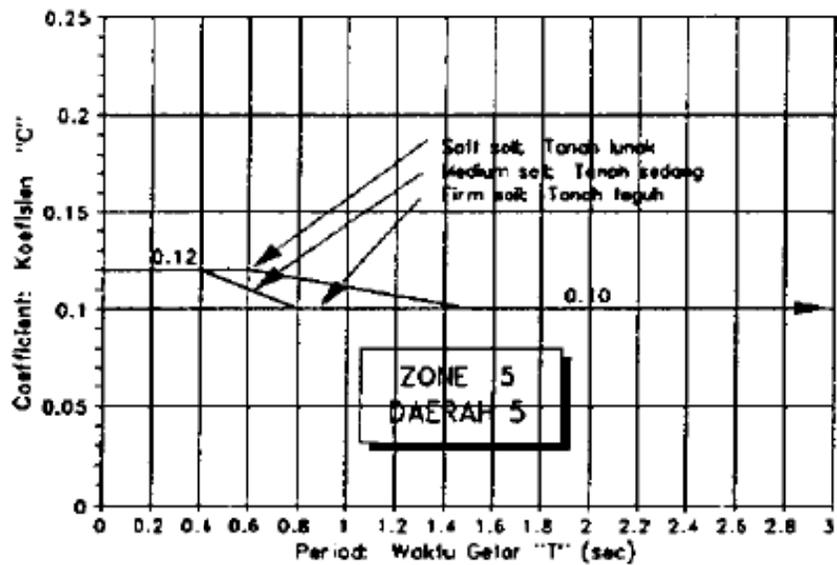
Tabel 2. 12 Tabel klasifikasi jenis tanah untuk penentuan koefisien geser dasar gempa

Kedalaman	Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak
Lapisan Tanah Keras (m)	Nilai rata – rata Kekuatan Geser Tanah S (dalam KPa)		
5	$S > 55$	$45 \leq S \leq 55$	$S < 45$
10	$S > 110$	$90 \leq S \leq 110$	$S < 90$
15	$S > 220$	$180 \leq S \leq 220$	$S > 180$
>20	$S > 330$	$270 \leq S \leq 330$	$S > 270$

Sumber : Buku Ajar Mekanika Gempa Bab 6 hal 10



Gambar 2. 4 Pembagian Daerah/Zona Gempa di Indonesia



Gambar 2. 5 Grafik Nilai 'C' untuk zona 5 (termasuk wilayah Semarang)

2.5.1.3. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban yang dipakai bisa bermacam-macam seperti terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. 13 Kombinasi Beban yang Lazim untuk Keadaan Batas

AKSI	Kombinasi Pembebanan												
	Daya Layan (SLS)						Ultimate (ULS)						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
1. Aksi Tetap:													
Berat sendiri													
Beban mati tambahan													
Penyusutan, rangkai													
Prategang	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pengaruh pelaksanaan tetap													
Tekanan tanah													
Penurunan													
2. Aksi Transien:													
Beban lajur“D” atau beban truk “T”	X	0	0	0	0		X	0	0	0			
Gaya rem, atau gaya sentrifugal	X	0	0	0	0		X	0	0	0			
Beban pejalan kaki		X						X					
Gesekan pada perletakan	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0		0	
Pengaruh suhu	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0		0	
Aliran/hanyutan/tumbukan dan hidrostatis/apung	0		0	X	0	0	0		X	0		0	
Beban angin			0	0	X	0	0		0	X		0	
3. Aksi Khusus													
Gempa												X	
Beban tumbukan													
Pengaruh getaran	X	X											
Beban pelaksanaan						X							

Sumber : Bridge Management System (BMS - 1992)

Keterangan:

x = Untuk kombinasi tertentu adalah memasukkan faktor daya layan dan beban *ultimate* secara penuh (ULS)

o = Boleh dimasukkan salah satu beban pada kombinasi yang digunakan.

2.5.2. Struktur Atas (*Upper Structure*)

Struktur atas merupakan struktur dari jembatan yang terletak di bagian atas dari jembatan. Struktur jembatan bagian atas meliputi :

2.5.2.1. Pengaman Samping

Merupakan pembatas antara kendaraan dengan pinggiran jembatan yang berfungsi sebagai pengaman bagi pemakai lalu lintas yang melewati jembatan tersebut. Karena pengaman samping, harus mampu menahan gaya benturan kendaraan, maka digunakan material beton bertulang sebagai pengaman samping (konstruksi parapet), dengan spesifikasi yang telah ditentukan dalam SNI mengenai struktur pengaman samping (Petunjuk Lokasi dan Standar Spesifikasi Bangunan Pengaman tepi jalan No: 013 / S / BNKT / 1990).

2.5.2.2. Trotoar

Trotoar berfungsi untuk memberikan pelayanan yang optimal kepada pejalan kaki baik dari segi keamanan maupun kenyamanan. Konstruksi Trotoar direncanakan sebagai pelat beton yang diletakkan pada lantai jembatan bagian samping yang diasumsikan sebagai pelat yang tertumpu sederhana pada pelat jalan. Karena pada saat pengoperasian jalan dan jembatan tol tidak diijinkan adanya pejalan kaki dalam ruas tol, maka **beban trotoar diabaikan atau tidak diperhitungkan.**

2.5.2.3. Pelat Lantai Kendaraan

Berfungsi sebagai penahan lapisan perkerasan. Pelat lantai kendaraan diasumsikan tertumpu pada dua sisi. Pembebanan pada pelat lantai meliputi :

- a) Beban tetap berupa berat sendiri pelat dan berat pavement.
- b) Beban tidak tetap seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Perhitungan untuk Prinsip perhitungan penulangan pelat lantai jembatan¹². Pembebanan pada pelat meliputi :

1. Beban mati berupa berat sendiri pelat.
2. Beban akibat sandaran atau pengaman (parapet) samping.

¹² SK SNI T15-1991-03

Langkah perencanaan penulangan pelat lantai kendaraan adalah sebagai berikut ini:

1. Menentukan syarat-syarat batas, tumpuan dan panjang bentang.
2. Menentukan tebal pelat lantai (berdasarkan rumus SKSNI 03-xxxx-2002).

$$h_{\min} \geq \frac{\text{Ln} \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} \quad \text{dan tebal tidak boleh kurang dari 120 mm}$$

$$h_{\max} \geq \frac{\text{Ln} * \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36} \quad \text{Dimana: } \beta = L_y / L_x$$

$\beta > 3 \rightarrow$ *one way slab* (pelat satu arah)

$\beta \leq 3 \rightarrow$ *two way slab* (pelat dua arah)

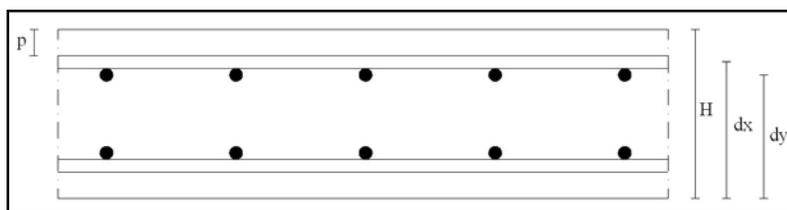
Ln = panjang sisi terpanjang

f_y = kuat leleh tulangan

3. Memperhitungkan beban-beban yang bekerja pada pelat.
4. Perhitungan Momen maksimum yang terjadi.
5. Hitung penulangan (arah-x dan arah-y)

Data-data yang diperlukan : h, tebal selimut beton (p), μ_u , diameter tulangan, tinggi efektif (dx dan dy).

6. Mencari tinggi efektif dalam arah x dan arah y.



Gambar 2. 6 Tinggi Efektif Pelat

7. Tentukan momen yang menentukan $\frac{\mu_u}{b * d^2}$

Dimana : μ_u = momen yang terjadi

b = lebar per meter

d = tinggi efektif pelat

8. Menentukan harga ρ ¹³
9. Memeriksa syarat rasio penulangan ($\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad 14$$

$$\rho_{\max} = \frac{\beta_1 * 450}{600 + f_y} * \frac{0,85 * f'c}{f_y} \quad 15$$

Dimana : ρ_{\min} = rasio penulangan minimum

ρ_{\max} = rasio penulangan maksimum

$f'c$ = kuat tekan beton

β_1 = 0,85 untuk $f'c \leq 30$ Mpa

β_1 = 0,81 untuk $f'c = 35$ Mpa

10. Menghitung luas tulangan (A_s) untuk masing - masing arah x dan y

$$A_s = \rho * b * d * 10^6$$

11. Memilih tulangan yang akan dipasang¹⁶
12. Memeriksa jarak antar tulangan maksimal¹⁷

2.5.2.4. Balok Melintang dan Balok Memanjang

Gelagar jembatan berfungsi untuk menyalurkan beban-beban yang bekerja di atasnya dan menyalurkannya ke bangunan di bawahnya. Pembebanan pada balok meliputi :

1. Beban mati berupa berat sendiri gelagar (dengan asumsi awal dimensi balok) dan beban-beban yang bekerja di atasnya (pelat lantai jembatan, perkerasan, air hujan, pengaman samping, dll)
2. Beban hidup berupa beban "D" atau beban lajur, beban KEL, dan beban "T".
3. Mencari tinggi efektif (d).
4. Memperhitungkan beban-beban yang bekerja pada gelagar.
5. Perhitungan Momen maksimum yang terjadi (M_u).

Tentukan momen yang menentukan $\frac{M_u}{b * d^2}$

Dimana : M_u = momen yang terjadi

¹³ Tabel 5.1.d Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang

¹⁴ Tabel 7 CUR 1

¹⁵ Tabel 8 CUR 1

¹⁶ Tabel 2.2.a "Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang

¹⁷ Tabel 11 CUR 1

- b = lebar dalam mm
d = tinggi efektif balok dalam mm

6. Menentukan harga ρ (rasio tulangan)

$$\boxed{M_n = \frac{M_u}{\phi}} \rightarrow \boxed{K = \frac{M_n}{R * b * d^2}} \rightarrow \boxed{F = 1 - \sqrt{1 - 2 * K}} \rightarrow \boxed{\rho = F * \frac{R}{f_y}}$$

Dimana : $\phi = 0.8$

M_n = Momen nominal

$R = 0,85 * f'c$

7. Memeriksa syarat rasio penulangan ($\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$)

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{max} = 0,75 * \left(\frac{0,85 * f'c * \beta}{f_y} \right) * \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

Dimana : ρ_{min} = rasio penulangan minimum

ρ_{max} = rasio penulangan maksimum

$f'c$ = kuat tekan beton

$\beta_1 = 0,85$ untuk $f'c < 30$ Mpa

$\beta_1 = 0,81$ untuk $f'c = 35$ Mpa

8. Menghitung luas tulangan (As) untuk masing - masing arah x dan y

$$A_s = \rho * b * d$$

9. Memilih tulangan yang akan dipasang¹⁸

10. Memeriksa jarak antar tulangan maksimal¹⁹

2.5.2.5. Andas/Perletakan

Merupakan perletakan dari jembatan yang berfungsi untuk menahan beban berat baik yang vertikal maupun horisontal. Disamping itu juga untuk meredam getaran sehingga *abutment* tidak mengalami kerusakan.

¹⁸ Tabel 2.2.a Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang

¹⁹ Tabel 11 CUR 1

Daftar Isi

BAB II	II-1
STUDI PUSTAKA	II-1
2.1. TINJAUAN UMUM	II-1
2.2. ASPEK LALU LINTAS	II-2
2.2.1. Volume Lalu Lintas (Q).....	II-2
2.2.2. Pertumbuhan Lalu Lintas.....	II-4
2.2.3. Kapasitas	II-5
2.2.4 Derajat Kejenuhan	II-7
2.2.5. Perkerasan Jalan Pendekat	II-7
2.3. ASPEK HIDROLOGI	II-8
2.4. ASPEK GEOTEKNIK (TANAH).....	II-8
2.4.1. Formulasi Pondasi Dangkal	II-9
2.4.2. Formulasi Pondasi Dalam	II-10
2.4.3. Formulasi Dinding Penahan Tanah.....	II-12
2.5. ASPEK KONSTRUKSI JEMBATAN.....	II-13
2.5.1. Pembebanan Struktur	II-13
2.5.2. Struktur Atas (<i>Upper Structure</i>)	II-23

Daftar Gambar BAB II

Gambar 2. 1 Pondasi dangkal.....	9
Gambar 2. 2 Contoh lay out pondasi.....	11
Gambar 2. 3 Beban “D”	16
Gambar 2. 4 konfigurasi Pembebanan Truk ”T”.....	17
Gambar 2. 5 Grafik Nilai ‘C’ untuk zona 5 (termasuk wilayah Semarang).....	21
Gambar 2. 6 Tinggi Efektif Pelat	24

Daftar Tabel BAB II

Tabel 2. 1 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) untuk Jalan Bebas Hambatan Empat Lajur Dua Arah terbagi (MW 4/2 D)	II-3
Tabel 2. 2 Penentuan Faktor K secara umum.....	II-4
Tabel 2. 3. Tabel Nilai Kapasitas Dasar untuk Jalan Bebas Hambatan	II-6
Tabel 2. 4. Tabel nilai faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCW)	II-6
Tabel 2. 5 Tabel nilai faktor penyesuaian pemisah arah (FC _{SP})	II-7
Tabel 2. 6. Berat Bahan Nominal S.L.S dan U.L.S.....	II-14
Tabel 2. 7. Jumlah Maksimum Lajur Lalu Lintas Rencana	II-17
Tabel 2. 8. Faktor Beban Dinamik Untuk “KEL” lajur “D”	II-18
Tabel 2. 9. Gaya Rem.....	II-18
Tabel 2. 10. Intensitas Beban Pejalan Kaki untuk Trotoar Jembatan Jalan Raya	II-18
Tabel 2. 11. Tekanan Angin pada Bangunan Atas.....	II-19
Tabel 2. 12 Tabel klasifikasi jenis tanah untuk penentuan koefisien geser dasar gempa	II-20
Tabel 2. 13 Kombinasi Beban yang Lazim untuk Keadaan Batas	II-22