

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. TINJAUAN UMUM

Konstruksi suatu jembatan terdiri atas bangunan atas, bangunan bawah dan pondasi. Bangunan atas dapat digunakan balok *girder* ataupun rangka baja, lantai, *trottoir* dan sandaran. Sedang bangunan bawah berupa *abutment* dan *pier* (jika ada). Pondasi dapat menggunakan pondasi tiang pancang ataupun sumuran, tergantung dari kondisi tanah dasarnya.

Sebelumnya, ada beberapa aspek yang perlu ditinjau yang nantinya akan mempengaruhi dalam perencanaan jembatan, aspek tersebut antara lain :

- Arus lalu lintas
- Hidrologi
- Kondisi tanah
- Struktur bangunan jembatan
- Aspek pendukung lain

2.2. EVALUASI JEMBATAN LAMA

Pada ruas jalan yang menghubungkan Semarang – Godong tepatnya di daerah Gubug terdapat sebuah jembatan yang pada waktu itu kondisinya sudah tidak layak dikarenakan :

1. Jembatan tersebut pernah terendam air akibat meluapnya air sungai akibat volume limpasan dari air hujan yang telah melampaui kapasitas sungai Tuntang tersebut.
2. Konstruksi pilar pada jembatan lama lebih dari satu .Pada saat banjir pilar tersebut menghalangi benda – benda yang hanyut dalam arus sungai. Hal ini menyebabkan arus sungai tersumbat oleh benda – benda yang tertahan oleh pilar jembatan lama.

3. Abutment dan oprit sering mengalami penurunan hal ini dikarenakan air yang sungai meluap.
4. Sesuai dengan pertimbangan Dinas Pengairan sungai Tuntang akan dinormalisasi, sehingga bentang jembatan lama diperkirakan tidak mencukupi.
5. Konstruksi gelagar beton dianggap lebih terlalu berat untuk mengantisipasi daya dukung tanah yang rendah, hal ini dibuktikan dengan kejadian abutment dari jembatan lama sering kali retak setelah diperbaiki diakibatkan penurunan tanah yang tidak rata.
6. Lebar jembatan lama dianggap tidak sesuai dengan keadaan sekarang dikarenakan telah terjadi pertumbuhan ekonomi yang menyebabkan penambahan kapasitas jalan.

2.3. ASPEK ARUS LALU LINTAS

Dalam perencanaan, lebar jembatan sangat dipengaruhi oleh arus lalu lintas yang melintasi jembatan dengan interval waktu tertentu yang diperhitungkan terhadap Lalu lintas Harian Rata-rata / LHR maupun dalam satuan mobil penumpang / smp (*Passenger Car Unit / PCU*). Dalam penentuan LHR / volume yang lewat jembatan Kali Tuntang diambil beberapa analisa antara lain dari data lalu lintas jalan terdekat dengan jembatan (perkiraan volume yang lewat jembatan) , analisis diversi birder nisbah waktu (volume terdiversi) dan dengan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) Gubug .

2.3.1. Lalu lintas Bangkitan

Kemampuan menghitung lalu lintas yang kita taksir akan menggunakan jalan baru di kemudian hari, lalu lintas yang dialihkan / ditarik dari jalan lain dan telah tumbuh berkembang sesuai rata – rata nasional berdasarkan pertumbuhan jumlah penduduk dan kepemilikan kendaraan. Bila suatu jalan baru telah dibangun biasanya menarik sebagian orang – orang untuk menggunakannya , dikatakan jalan baru membangkitkan lalu lintas. Ini terjadi pada ruas jalan yang

menghubungkan antara Semarang dan Godong. Taksiran lalu lintas bangkit sukar sekali dilakukan dengan umumnya berkisar pada nilai 5 – 25 %, berdasarkan pertimbangan teknik (kerekayasaan).

2.3.2. Pertumbuhan Lalu Lintas

Perkiraan pertumbuhan lalu lintas dengan menggunakan metode “Regresi Linier “ merupakan metode penyelidikan terhadap suatu data statistic dalam hal ini didasarkan pada metode nol bebas. Adapun rumus persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y' = a + b X$$

Keterangan :

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

a = harga Y bila $X = 0$ (harga konstan)

b = angka arah atau koefisien regresi, bila (+) maka naik dan bila (-) maka terjadi penurunan

X = pertumbuhan penduduk.

Perkiraan (*forecasting*) lalu lintas harian rata – rata yang ditinjau dalam waktu 5 , 10 , 15 atau 20 tahun mendatang, setelah waktu peninjauan berlalu, maka pertumbuhan lalu lintas ditinjau kembali untuk mendapatkan pertumbuhan lalu lintas yang akan datang. Perkiraan perhitungan pertumbuhan lalu lintas ini digunakan sebagai dasar untuk menghitung perencanaan kelas jembatan yang ada pada jalan tersebut. Untuk lebih jelas tentang perkembangan lalu lintas pada ruas tersebut, kemudian dibuatlah grafik hubungan antara tahun dan lalu lintas harian rata – rata (LHR).

Persamaan trend : $Y' = a + b X$

$$a = \frac{\sum Y_i * \sum X_i^2 - \sum X_i * \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i * \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka didapat a dan b dalam bentuk konstanta yang dimasukan rumus “ Regeresi linier “ sebagai berikut :

$$Y' = a + b X$$

Sehingga perkiraan LHR selama umur rencana (UR) dapat diperhitungkan.

Tingkat keandalan persamaan diukur dengan persamaan :

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

2.3.3. Analisa Kapasitas

Untuk jalan tak terbagi , semua analisa (kecuali analisa – kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah, menggunakan satu set formulir. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan pada masing – masing arah dan seolah – olah masing – masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \text{ (smp/jam)}$$

Keterangan :

C = Kapasitas

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu – lintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

FC_{sf} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

Tabel 2.1 Kapasitas dasar pada jalan luar kota 2-lajur 2-arah tak-terbagi (2/2 UD)

Tipe jalan atau Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (C_0) total kedua arah (smp/jam)
Dua-lajur tak terbagi	
▪ Datar	3100
▪ Bukit	3000
▪ Gunung	2900

Sumber : MKJI - 1997

Tabel 2.2. Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu – lintas (FC_w)

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu-lintas (W_c) (m)	FC_w
Dua lajur tak – terbagi	Total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
11	1,27	

Sumber : MKJI - 1997

❖ Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FC_{sp})

Tabel di bawah ini hanya untuk jalan tak-terbagi, untuk jalan terbagi, factor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan nilainya 1,0 .

Tabel 2.3. Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{sp})

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,9

Sumber : MKJI - 1997

Tabel 2.4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{sf})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC_{sf})			
		Lebar bahu efektif W_s			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
2/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
4/2 UD	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,8	0,83	0,88	0,93

Sumber : MKJI - 1997

2.4. ASPEK HIDROLOGI

Data-data hidrologi yang diperlukan dalam merencanakan suatu jembatan antara lain adalah sebagai berikut ;

1. Peta topografi DAS
2. Peta situasi dimana jembatan akan dibangun
3. Data curah hujan dari stasiun pemantau terdekat
4. Data sungai

Data-data tersebut nantinya dibutuhkan untuk menentukan elevasi banjir tertinggi, kedalaman pengerusan (*scouring*) dan lain-lain. Dengan mengetahui hal tersebut kemudian dapat direncanakan :

1. *Clearence* jembatan dari muka air tertinggi
2. Bentang ekonomis jembatan
3. Penentuan struktur bagian bawah

Analisa dari data-data hidrologi yang tersedia meliputi :

2.4.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Besarnya curah hujan suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) diperhitungkan dengan mengikuti aturan pada metode *gumbell* yang menyebutkan bahwa data curah hujan suatu stasiun hujan dapat dipakai pada daerah pengaliran stasiun tersebut.

Untuk keperluan analisa ini, dipilih curah hujan tertinggi yang terjadi tiap tahun sehingga diperoleh curah hujan harian maksimum. Dari metode *gumbell*, analisa distribusi frekuensi *extreme value* adalah sebagai berikut :

$$X_{rata-rata} = \frac{\sum x}{n}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rata-rata})^2}{(n-1)}}$$

$$K_r = 0.78 \left\{ -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right] \right\} - 0.45^*$$

$$X_{tr} = R = X_{rata-rata} + (K_r * S_x)$$

Keterangan :

X_{rata2} = Curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S_x = Standar deviasi

K_r = Faktor frekuensi *gumbell*

X_{tr} = Curah hujan untuk periode tahun Berulang T_r (mm)

2.4.2. Analisa Banjir Rencana

Perhitungan banjir rencana ditinjau dengan cara Formula *Rational Mononobe* :

1. Kecepatan Aliran V (m/dtk)

Menurut fomula Dr. Rizha :

$$V = 72 * \left[\frac{H}{L} \right]^{0.6}$$

Keterangan ; V = Kecepatan aliran (km/jam)

H = Selisih elevasi (km)

L = Panjang aliran (km)

2. Time Concentration TC

$$TC = \frac{L}{V}$$

Keterangan ; TC = Waktu pengaliran (jam)
L = Panjang aliran (km)
V = Kecepatan aliran (km/jam)

3. Intensitas Hujan I

$$I = \frac{R}{24} * \left[\frac{24}{TC} \right]^{0,67}$$

Keterangan ; I = Intensitas hujan (mm/jam)
R = Curah hujan (mm)

4. Debit Banjir Q (m³)

$$Q_{tr} = C * I * A * 0,278$$

(m³/dtk)

Keterangan ; Q_{tr} = Debit banjir rencana

A = Luas DAS (km²)
C = Koefisien *run off*

5. Analisa Debit Penampang

$$Q = A * V \Rightarrow A = (B * mH) H$$

Keterangan ; Q_{tr} = Debit banjir (m³/dtk)
m = Kemiringan lereng sungai
B = Lebar penampang sungai (m)
A = Luas penampang basah (m²)
H = Tinggi muka air sungai (m)

Koefisien *run off* merupakan perbandingan antara jumlah limpasan dengan jumlah curah hujan. Besar kecilnya nilai koefisien limpasan ini dipengaruhi oleh kondisi topografi dan perbedaan penggunaan tanah dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 2.5. Koefisien Limpasan (*Run Off*)

No.	Kondisi Daerah dan Pengaliran	Koefisien Limpasan
1	Daerah pegunungan yang curam	0,75 – 0,9
2	Daerah pegunungan tersier	0,7 – 0,8
3	Tanah bergelombang dan hutan	0,5 – 0,75
4	Tanah dataran yang ditanami	0,45 – 0,6
5	Persawahan yang diairi	0,7 – 0,8
6	Sungai di daerah pegunungan	0,75 – 0,85
7	Sungai kecil di dataran	0,45 – 0,75
8	Sungai besar yang lebih dari setengah daerah pengalirannya terdiri dari dataran	0,5 – 0,75

Sumber : Hidrologi Untuk Pengairan

2.4.3. Analisa Kedalaman Penggerusan (*Scouring*)

Tinjauan mengenai kedalaman penggerusan ini memakai metode *lacey* di mana kedalaman penggerusan ini dipengaruhi oleh jenis material dasar sungai. Tabel faktor *lacey* yang diambil dari DPU Bina Marga Propinsi Jawa Tengah adalah sebagai berikut :

Tabel 2.6. Faktor Lempung Lacey

No.	Type of Material	Diameter (mm)	Faktor (f)
1	Lanau sangat halus (<i>very fine silt</i>)	0,052	0,4
2	Lanau halus (<i>fine silt</i>)	0,12	0,8
3	Lanau sedang (<i>medium silt</i>)	0,233	0,85
4	Lanau (<i>standart silt</i>)	0,322	1,0
5	Pasir (<i>medium sand</i>)	0,505	1,25
6	Pasir kasar (<i>coarse sand</i>)	0,725	1,5
7	Kerikil (<i>heavy sand</i>)	0,29	2,0

Sumber : DPU Bina Marga

Kedalaman Penggerusan berdasarkan tabel yang diambil dari DPU Bina Marga Propinsi Jawa Tengah adalah sebagai berikut ;

Tabel 2.7. Kedalaman penggerusan

No.	Kondisi Aliran	Penggerusan Maks.
1	Aliran lurus	1,27d
2	Aliran belok	1,5d
3	Aliran belok tajam	1,75d
4	Belokan sudut lurus	2d
5	Hidung pilar	2d

Sumber : DPU Bina Marga

Formula *Lacey* :

$$\text{Untuk } L < W \Rightarrow d = H * \left[\frac{L}{W} \right]^{0,6}$$

$$\text{Untuk } L > W \Rightarrow d = 0,473 \left[\frac{Q}{f} \right]^{0,333}$$

Keterangan : L = Bentang jembatan

W = Lebar alur sungai

H = Tinggi banjir rencana

Q = Debit maksimum

F = Faktor lempung

2.5. ASPEK TANAH (*SOIL MECHANICS & SOIL PROPERTIES*)

Tinjauan aspek tanah pada perencanaan jembatan Tuntang ini meliputi tinjauan terhadap data-data tanah yang ada seperti : sondir , boring, nilai kohesi, sudut geser tanah, γ tanah, nilai *California Bearing Ratio* (CBR), kadar air tanah dan *void ratio*, agar dapat ditentukan jenis pondasi yang akan digunakan, kedalaman serta dimensinya. Selain itu data-data tanah diatas juga dapat untuk menentukan jenis perkuatan tanah dan kesetabilan lereng (stabilitas tanah) guna mendukung keamanan dari struktur yang akan dibuat.

2.6. ASPEK KONSTRUKSI

Melihat bentang sungai Tuntang yang lebar haruslah diprioritaskan dalam menentukan bentang untuk tiap section atau span, hal lain berkaitan sekali untuk

mendapatkan efisiensi yang tinggi seperti dimensi yang ekonomis dan pelaksanaannya yang mudah.

2.6.1. Pembebanan Struktur

Beban yang bekerja pada struktur jembatan Kali Tuntang ini disesuaikan dengan Bridge Management System (BMS – 1992) yaitu :

A. Beban Permanen

1. Beban Sendiri

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

Table 2.8. Berat nominal dan terkurangi.

Bahan Jembatan	Berat Sendiri Nominal S.L.S kN/m ³	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 : BMS - 1992

2. Beban Mati Tambahan

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

- Peralatan permukaan khusus

- Pelapisan ulang dianggap sebesar 50 mm aspal beton (hanya digunakan dalam kasus menyimpang dan nominal 22 kN/m^3)
- Sandaran , pagar pengaman dan penghalang beton
- Tanda – tanda
- Perlengkapan umum seperti pipa air dan penyaluran (dianggap kosong atau penuh)

3. Susut dan Rangkak

Susut dan rangkak menyebabkan momen, geser dan reaksi kedalam komponen tertahan. Pada ULS penyebab gaya – gaya tersebut umumnya diperkecil dengan retakan beton dan baja leleh. Untuk alasan ini beban factor ULS yang digunakan 1.0. pengaruh tersebut dapat diabaikan pada ULS sebagai bentuk sendi plastis. Bagaimanapun pengaruh tersebut seharusnya dipertimbangkan pada SLS.

4. Pengaruh Pratekan

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

5. Tekanan Tanah

Keadaan aktif

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

Keadaan pasif

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

B. Beban Lalu Lintas

1. Beban Kendaraan Rencana

a. Aksi kendaraan

Beban kendaraan mempunyai 3 komponen :

- Komponen vertikal
- Komponen rem
- Komponen sentrifugal (untuk jembatan melengkung)

b. Jenis Kendaraan

Beban lalu lintas untuk rencana jembatan jalan raya terdiri dari pembebanan lajur “D” dan pembebanan truk “T”. Pembebanan lajur “D” diletakkan 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 diletakkan tergantung pada lebar jalan kendaraan jembatan.

Pembebanan truk “T” adalah berat kendaraan, berat tunggal dengan 3 gandar yang diletakkan dalam kedudukan sembarang pada lajur lalu lintas rencana. Tiap gandar terdiri dari 2 pembebanan bidang kontak yang dimaksud agar mewakili pengaruh moda kendaraan berat. Hanya 1 truk “T” boleh diletakkan per lajur lalu lintas rencana.

2. Beban Lajur “D”

Beban lajur “D” terdiri dari :

- #### a. Beban terbagi rata (UDL) dengan q tergantung pada panjang yang dibebani total (L) sebagai berikut :

$$L < 30 \text{ m} ; q = 8.0 \text{ kPa}$$

$$L > 30 \text{ m} ; q = 8.0 (0.5 + 15/L) \text{ kPa}$$

- #### b. Beban UDL boleh diletakkan dalam panjang terputus agar terjadi pengaruh maksimum. Dalam hal ini L adalah jumlah dari panjang masing – masing beban terputus tersebut.

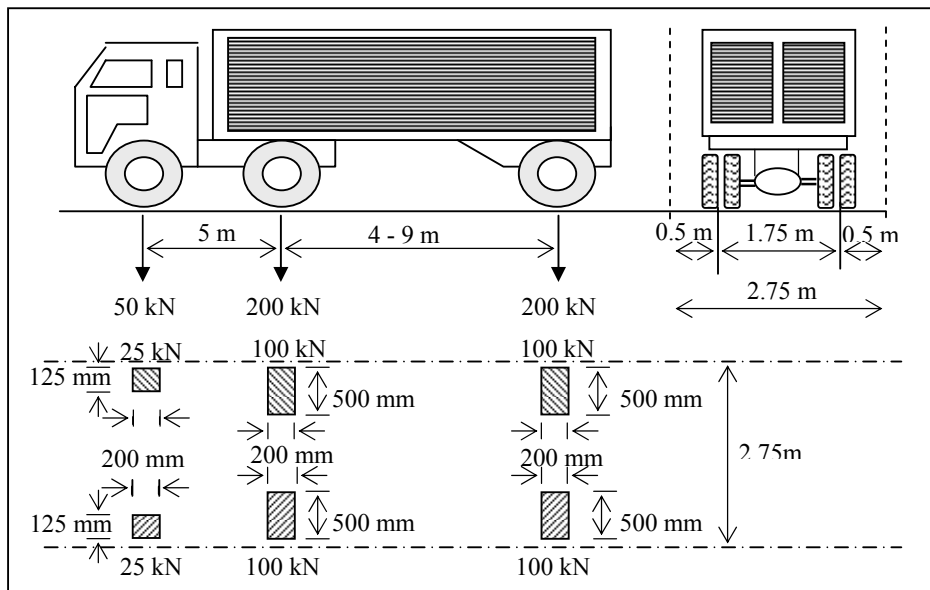
- c. Beban garis (KEL) sebesar p kN/m, ditempatkan dalam kedudukan sembarang sepanjang jembatan dan tegak lurus pada arah lalu lintas.

$$P = 44,0 \text{ kN/m}$$

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

3. Beban 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 gambar berikut :



Sumber : BMS – 1992

Gambar 2.1. Pembebanan

Tabel 2.9. 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 : BMS - 1992

4. Faktor Beban Dinamik

Faktor beban dinamik (DLA) berlaku pada “KEL” lajur “D” dan Truk “T” untuk simulasi kejut dari kendaraan bergerak pada struktur jembatan. Factor beban dinamik adalah untuk S.L.S dan U.L.S dan untuk semua bagian struktur sampai pondasi. Untuk Truk “T” nilai DLA adalah 0,3, untuk “KEL” nilai DLA diberikan dalam table berikut :

Table 2.10. Nilai Factor Beban Dinamik.

Bentang Ekuivalen L_E (m)	DLA (untuk kedua keadaan batas)
$LE < 50$	0.4
$50 < LE < 90$	$0.525 - 0.0025 LE$
$LE > 90$	0.3

Sumber : BMS - 1992

Catatan :

1. Untuk bentang sederhana $L_E =$ Panjang bentang actual
2. untuk bentang menerus $L_E = L$ rata – rata . $L_{maksimum}$

5. Gaya Rem

Pengaruh rem dan percepatan lalu lintas harus dipertimbangkan sebagai gaya memanjang. Gaya ini tidak tergantung pada lebar jembatan dan diberikan dalam table 2.13 hal 2 – BMS 1992 untuk panjang struktur yang tertahan.

6. Beban Pejalan Kaki

Intensitas beban pejalan kaki untuk jembatan jalan raya tergantung pada luas beban yang dipikul oleh unsur yang direncanakan. Bagaimanapun, lantai dan gelagar yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk 5 kPa. Intensitas beban untuk elemen lain diberikan dalam table 2.14 hal 2 – BMS 1992.

7. Beban tumbuk pada penyangga jembatan

Penyangga jembatan dalam daerah lalu lintas harus direncanakan agar menahan tumbukan sesaat atau dilengkapi dengan penghalang pengaman yang khusus direncanakan.

- Tumbukan kendaraan diambil sebagai beban statis SLS sebesar 1000 kN pada 10^0 terhadap garis pusat jalan pada tinggi sebesar 1,8 m.
- Pengaruh tumbukan kereta api dan kapal ditentukan oleh yang berwenang dengan relevan.

C. Beban Lingkungan

1. Penurunan

Jembatan direncanakan agar menampung perkiraan penurunan total dan diferensial sebagai S.L.S.

2. Gaya Angin

Luas ekuivalen diambil sebagai luas pada jembatan dalam elevasi proyeksi tegak lurus yang dibatasi oleh unsur rangka terluar. Tekanan angin rencana (kPa) diberikan dalam table 2.16 hal 2 – 22 BMS 1992.

3. Gaya Aliran Sungai

Gaya aliran sungai tergantung pada kecepatan rencana aliran sungai pada butir yang ditinjau. Gaya seret dan angkat dari aliran sungai pada pilar dari bangunan atas diberikan dalam gambar 2.8 BMS 1992.

4. Hanyutan

Gaya aliran sungai dinaikkan bila hanyutan dapat terkumpul pada struktur. Kecuali tersedia keterangan lebih tepat, gaya hanyutan dapat dihitung seperti berikut :

- Keadaan batas ultimate (banjir 50 tahun)

$$P = 0.78 V_s^2 A_D$$

- Keadaan batas ultimate (banjir 100 tahun)

$$P = 1.04 V_s^2 A_D$$

Dimana :

V_s = Kecepatan aliran rata – rata untuk keadaan batas yang ditinjau

A_D = Luas hanyutan yang bekerja pada pilar

5. Batang Kayu

Gaya pada pilar akibat tumbukan batang kayu selama banjir rencana untuk beton padat adalah :

Gaya tumbukan nominal (kN) batang kayu = $26.67 V_s$

Gaya tumbukan U.L.S batang kayu (kN)

Banjir 50 tahun = $40 V_s^2$

Banjir 100 tahun = $53.3 V_s^2$

Dimana : V_s = kecepatan air rata – rata (m/dt) untuk keadaan batas yang ditinjau.

6. Gaya Apung

Pengaruh gaya apung harus termasuk pada gaya aliran sungai kecuali diadakan ventilasi udara. Perhitungan berikut harus diperhitungkan bila pengaruh gaya apung diperkirakan :

- Pengaruh gaya apung pada bangunan bawah dan beban mati bangunan atas.
- Pengadaan system pengikatan jangkar untuk bangunan atas
- Pengadaan drainase dari sel dalam.

7. Gaya Yang Diakibatkan Oleh 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

8. Gaya Gempa

Jembatan yang akan dibangun di daerah rawan gempa bumi harus direncanakan dengan memperhitungkan pengaruh gempa bumi tersebut. Pengaruh gempa bumi pada jembatan diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya horizontal yang bekerja pada titik berat konstruksi / bagian konstruksi yang ditinjau dalam arah yang paling berbahaya. Gaya tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T_{EQ} = C I S W_T$$

Dimana :

C = Koefisien geser dasar untuk wilayah gempa, periode dan kondisi tanah

S = Faktor tipe bangunan

I = Faktor kepentingan bangunan

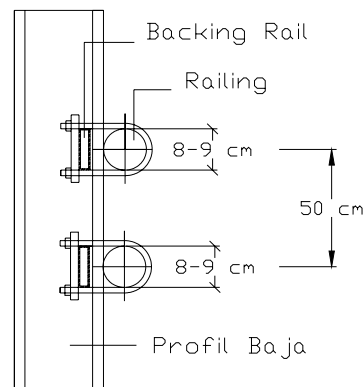
W = Beban mati bangunan

2.6.2. Struktur Atas (*Upper Structure*)

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

1. Sandaran

Merupakan pembatas antara kendaraan dengan pinggiran jembatan sehingga memberi rasa aman bagi pengguna jalan. Sandaran dibuat dari pipa baja. Beban yang bekerja pada sandaran adalah beban sebesar 100 kg yang bekerja dalam arah horisontal setinggi 0,9 meter diatas lantai trotoar.



Gambar 2.2. Handrail

2. Trotoir

Konstruksi *trotoir* direncanakan sebagai pelat beton yang diletakkan pada lantai jembatan bagian samping yang diasumsikan sebagai pelat yang tertumpu sederhana pada pelat jalan. Prinsip perhitungan pelat *trotoir* sesuai dengan SKSNI T – 15 – 1991 – 03. Pembebanan pada *trotoir* meliputi :

- a) Beban mati berupa berat sendiri pelat.
- b) Beban hidup sebesar 500 kg/m^2 berupa beban merata dan beban terpusat pada *kerb*.

Penulangan plat *trotoir* diperhitungkan sebagai berikut :

$$d = h - p - 0,5\phi \quad M/bd^2 = \dots \rightarrow \rho \text{ (GTPBB)}$$

ρ_{\min} dan ρ_{\max} dapat dilihat pada tabel GTPBB (Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang)

$$\text{syarat : } \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

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

Keterangan ; d = tinggi efektif pelat

h = tebal pelat

ρ = tebal selimut beton

ϕ = diameter tulangan

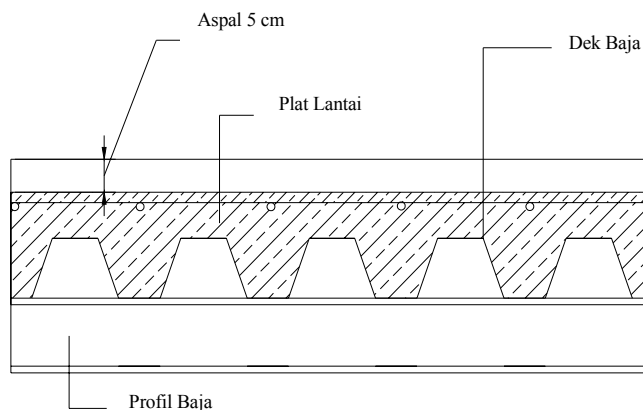
b = lebar pelat per meter

3. Pelat Lantai

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

- Beban mati berupa berat sendiri pelat, berat *pavement* dan berat air hujan.
- Beban hidup berupa muatan “T” dengan beban gandar maksimum 10 T.

Perhitungan untuk penulangan pelat lantai jembatan sama dengan prinsip penulangan pada pelat *trottoir*.



Gambar 2.3. Plat Lantai

4. Gelagar Memanjang

Gelagar memanjang berfungsi menahan beban plat lantai, lapis perkerasan dan beban air hujan, kemudian menyalurkannya ke gelagar melintang.

5. Gelagar Melintang

Gelagar melintang menerima limpahan beban dari gelagar memanjang kemudian menyalurkannya ke rangka baja.

Baik gelagar memanjang maupun melintang harus ditinjau terhadap :

Kontrol kekuatan :

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

Keterangan ; M = Momen

W = Momen tahanan

Kontrol Kekakuan :

$$\delta = \frac{L}{500} < \delta$$

Keterangan ; L = Bentang

$$\delta = \frac{5ML^2}{48EI}$$

E = Modulus Elastisitas Bahan

I = Inersia

6. Rangka Baja

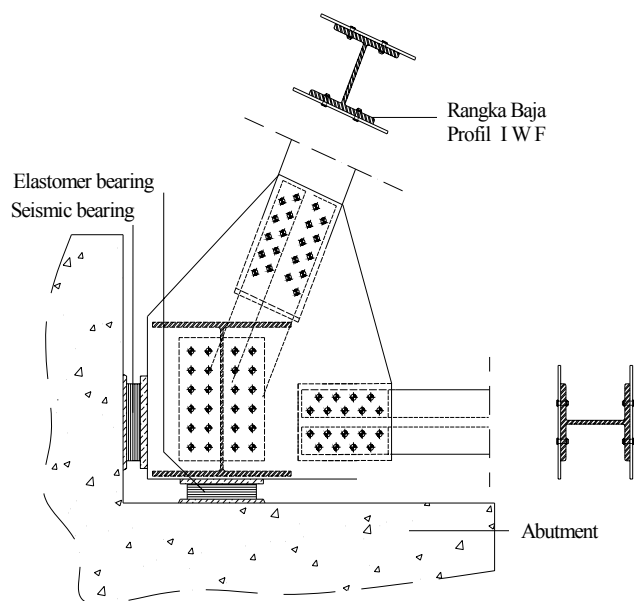
Rangka baja berfungsi menahan semua beban yang bekerja pada jembatan dan menyalurkannya pada tumpuan untuk disalurkan ke tanah dasar melalui pondasi.

7. Ikatan Angin

Ikatan angin berfungsi untuk menahan gaya lateral sehingga struktur dapat lebih kaku.

8. Andas Jembatan

Perletakan elastomer umumnya terbuat dari karet dan pelat baja yang diikat bersatu selama vulkanisasi, dan mempunyai selimut sisi elastomer minimum sebesar 6 mm dan atas dan bawah sebesar 4 mm untuk melindungi pelat baja. Karet umumnya diisyaratkan agar mempunyai kekerasan IHRD 53 ± 5 . Besaran perletak dan pemeriksaan factor bentuk disesuaikan dengan table 7.5 halaman 7 – 19 (BMS – 1992).



GAMBAR 2.4. PERLETAKAN

Tanpa Skala

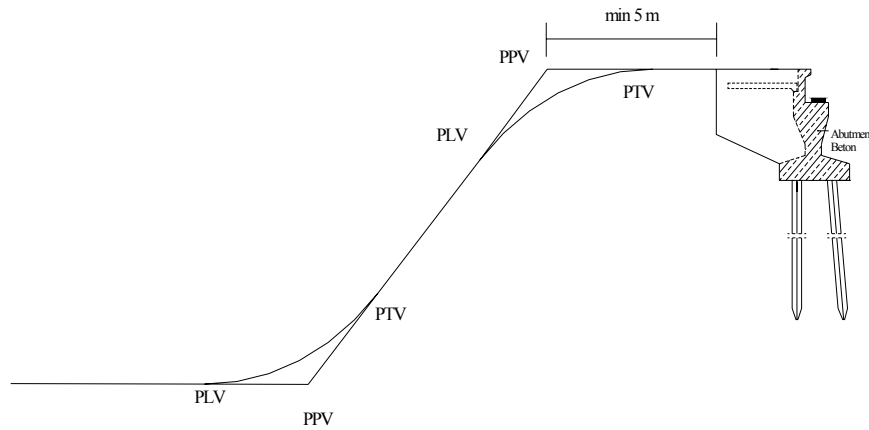
9. Oprit

Oprit dibangun agar memberikan kenyamanan saat peralihan dari ruas jalan ke jembatan. Oprit disini dilengkapi dengan dinding penahan. Pada perencanaan oprit, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Type dan kelas jalan ataupun jembatan

Hal ini sangat berhubungan dengan kecepatan rencana

- b. Volume lalu lintas
- c. Tebal perkerasan



Gambar 2.5. Oprit

2.6.3. Struktur Bawah (*Sub Structure*)

1. Pilar

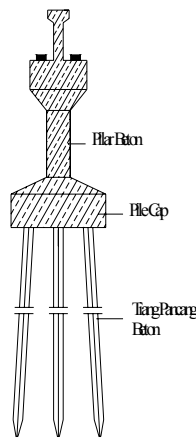
Pilar identik dengan *abutment* perbedaannya hanya pada letak konstruksinya saja. Sedangkan fungsi pilar adalah untuk memperpendek bentang jembatan yang terlalu panjang. Pilar terdiri dari bagian – bagian antara lain :

- Kepala pilar (*pierhead*)
- Kolom pilar
- Pilecap

Dalam mendesain pilar dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. Menentukan bentuk dan dimensi rencana penampang pilar serta mutu beton serta tulangan yang diperlukan.
2. Menentukan pembebanan yang terjadi pada pilar :
 - a. Beban mati berupa rangka baja, lantai jembatan, trotoir, perkerasan jembatan (*pavement*), sandaran, dan air hujan
 - b. Beban hidup berupa beban merata dan garis serta beban di trotoir

- c. Beban sekunder berupa beban gempa, rem dan traksi, koefisien kejut, beban angin dan beban akibat aliran dan tumbukan benda – benda hanyutan.
3. Menghitung momen, gaya normal dan gaya geser yang terjadi akibat kombinasi dari beban – beban yang bekerja.
4. Mencari dimensi tulangan dan cek apakah pilar cukup memadai untuk menahan gaya – gaya tersebut.



Gambar 2.6. Pilar

2. Abutment

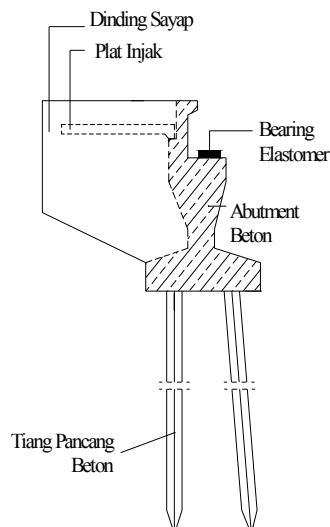
Dalam perencanaan ini, struktur bawah jembatan berupa *abutment* yang dapat diasumsikan sebagai dinding penahan tanah. Dalam hal ini perhitungan *abutment* meliputi :

1. Menentukan bentuk dan dimensi rencana penampang abutment serta mutu beton serta tulangan yang diperlukan.
2. Menentukan pembebanan yang terjadi pada abutmen :
 - a. Beban mati berupa rangka baja, lantai jembatan, trotoir, perkerasan jembatan (*pavement*), sandaran, dan air hujan.
 - b. Beban hidup berupa beban merata dan garis serta beban di *trotoir*.

- c. Beban sekunder berupa beban gempa, tekanan tanah aktif, rem dan traksi, koefisien kejut, beban angin dan beban akibat aliran dan tumbukan benda – benda hanyutan.
3. Menghitung momen, gaya normal dan gaya geser yang terjadi akibat kombinasi dari beban – beban yang bekerja.
4. Mencari dimensi tulangan dan cek apakah abutment cukup memadai untuk menahan gaya – gaya tersebut.
5. Ditinjau juga kestabilan terhadap *sliding* dan bidang runtuh tanah.

Terdapat tiga jenis umum abutment :

1. Abutment tembok penahan.
Dinamakan demikian karena timbunan jalan tertahan dalam batas – batas abutment dengan tembok penahan yang didukung oleh pondasi.
2. Abutment kolom *Spill-through*.
Dinamakan demikian karena timbunan diijinkan berada dan melalui portal abutment yang sepenuhnya tertanam dalam timbunan. Portal dapat terdiri dari balok kepala dan tembok kepala yang didukung oleh rangkaian kolom – kolom pada pondasi atau secara sederhana terdiri dari balok kepala yang didukung langsung oleh tiang – tiang.
3. Abutment tanah bertulang.
Ini adalah sistem paten yang memperkuat timbunan agar menjadi bagian abutment.



Gambar 2.7. Abutment Kolom *Spill trough*

2.6.4. Pondasi

Pondasi menyalurkan beban – beban terpusat dari bangunan bawah kedalam tanah pendukung dengan cara demikian sehingga hasil tegangan dan gerakan tanah dapat dipikul oleh struktur keseluruhan. Jenis pondasi umum yang dipertimbangkan adalah sebagai berikut :

Alternatif 1 :

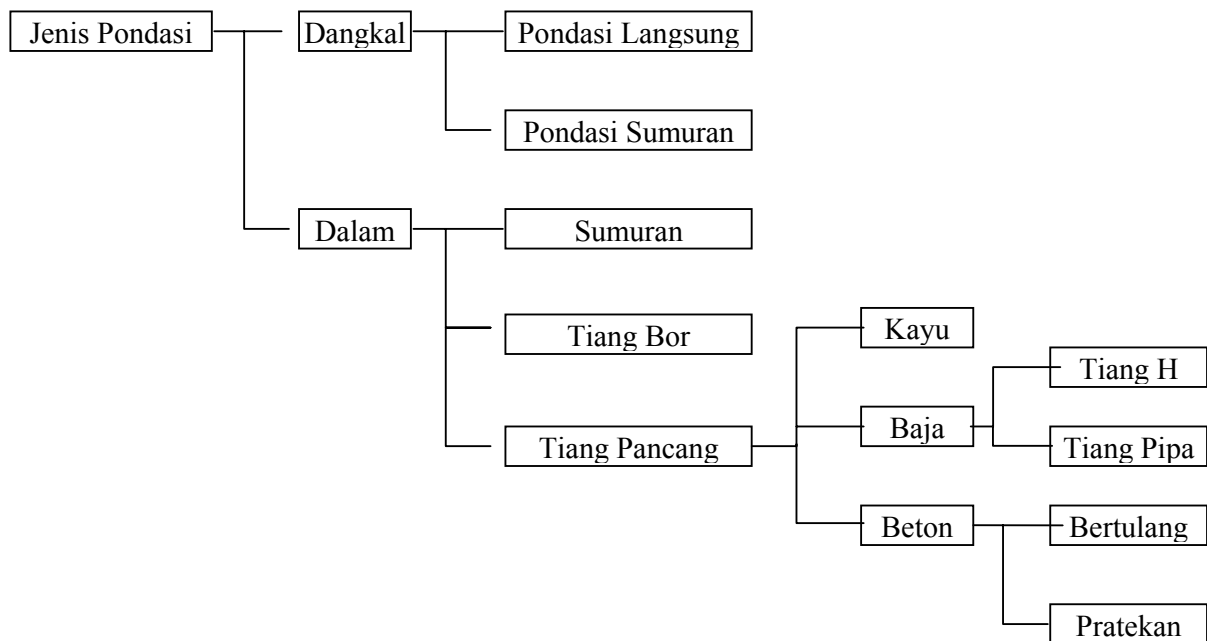
- Pondasi dangkal

Dapat dilakukan dengan pondasi langsung maupun sumuran

Alternatif 2 :

- Pondasi dalam

Dapat dilakukan dengan sumuran, tiang bor maupun tiang pancang (dari bahan kayu, baja, beton).



Sumber : BMS - 1992

Gambar 2.8. Jenis Pondasi Tipikal

Perhitungan pondasi ini meliputi :

1. Penulangan akibat gaya hammer
2. Penulangan akibat gaya pengangkatan
3. Kontrol kekuatan tiang terhadap beban tekanan tanah pasif

Rumus Daya Dukung Tiang Pancang :

$$Q = \frac{(Axqc)}{3} + \frac{(JHPxO)}{5}$$

Keterangan :

- Q = Daya dukung untuk satu tiang
- A = Luas penampang tiang pancang (cm²)
- qc = Nilai *conus resistance* (kg/cm²)
- O = keliling tiang pancang (cm)
- JHP= Nilai total friction (kg/cm²)

Bila nilai *conus resistance* kecil , maka dapat diabaikan atau digunakan sebagai angka keamanan sesuai dengan rumus :

$$Q = \frac{qxf}{5}$$

Effisiensi tiang pancang :

$$\eta = 1 - \frac{\alpha}{90^0} \frac{(n-1)m + (m-1)n}{mn}$$

Keterangan : s = Jarak antara tiang

m = jumlah deret tiang

n = jumlah tiang setiap deret

d = diameter tiang

η = efisiensi

α = arc tan (d/s)

Daya dukung tiang pancang dalam kelompok tiang diperhitungkan dengan rumus:

$$Q_{tot} = Q * E$$

Kebutuhan tiang pancang untuk satu abutment adalah :

$$N = \frac{\sum VI}{Pa} \quad \text{dengan } \sum VI = \text{Beban vertikal terbesar}$$

2.6.5. Drainase

Fungsi drainase adalah untuk membuat air hujan secepat mungkin dialirkan ke luar dari jembatan sehingga tidak terjadi genangan air dalam waktu yang lama. Akibat terjadinya genangan air maka akan mempercepat kerusakan struktur dari jembatan itu sendiri. Saluran drainase ditempatkan pada tepi kanan-kiri dari badan jembatan.

2.7. ASPEK GEOMETRI

Dalam perencanaan jalan raya bentuk geometri jalan harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya. Untuk itu perlu diperhatikan batasan - batasan yang ditetapkan oleh Bina Marga .

Perencanaan geometri dapat dibedakan dalam:

2.7.1. Alinyemen Horisontal

a. Jarak pandangan pada tikungan.

Dalam peninjauan jarak pandangan pada suatu tikungan ada dua kemungkinan :

- Keadaan dimana jarak pandangan (s) lebih kecil daripada panjang tikungan yang bersangkutan (L) sehingga seluruh jarak pandangan ada dalam daerah lengkung ($s < L$).
- Keadaan dimana jarak pandangan (s) lebih besar daripada panjang tikungan (L), sehingga jarak pandangan sebagian dalam lengkungan sepanjang (L) dan sisanya dalam garis lurus, ($s > L$)

Garis lurus A-B: garis pandangan.

Garis lengkung A-C-B dan A-D-C-E-B: jarak pandangan (s).

$$s < L \quad m = R (1 - \cos \theta)$$

$$s = \frac{R \cdot \cos^{-1} (R - m)}{28,65 \quad R}$$

$$s > L \quad \Rightarrow \quad m = \frac{1}{2} (s - L) \cdot \sin \frac{(90 - L)}{\pi R}$$

$$s = L + 2d$$

Keterangan :

m = ordinat tengah sumbu jalur dalam ke penghalang (m)

s = jarak pandangan

L = panjang busur lingkaran (m)

R = jari-jari sumbu jalur dalam (m)

θ = setengah sudut pusat busur lingkaran sepanjang L.

Alinyemen horisontal harus ditetapkan sebaik-baiknya, kecuali untuk memenuhi syarat-syarat dasar yang telah ditetapkan, juga harus memperhatikan biaya.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinyemen horisontal adalah :

- Sedapat mungkin menghindari broken back, artinya tikungan searah yang hanya dipisahkan oleh jarak yang pendek.
- Pada bagian jalan yang relatif lurus dan panjang, jangan sampai sekonyong-konyong terdapat tikungan tajam yang mengejutkan.

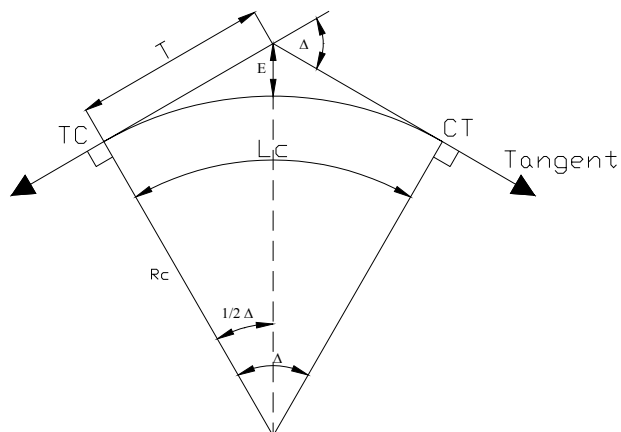
Kalau tidak sangat terpaksa jangan sampai menggunakan radius minimum, sebab jalan tersebut akan sulit untuk mengikuti perkembangan-perkembangan mendatang.

b. Pemilihan bentuk tikungan

Bentuk tikungan yang ada di Indonesia adalah :

1. Full Circle

Full Circle = tikungan dengan jari-jari besar sudut tangent (Δ) relatif kecil



Gambar 2.9. Bentuk Tikungan Full Circle

Keterangan :

PI : Point of Intersection

Rc : Jari-jari circle (m)

Δ : Sudut tangent (°)

Tc : Tangent circle

CT : Circle tangent

T : Jarak antara TC dan PI atau PT dan CT (m)

Lc : Panjang bagian lengkung circle (m)

E : Jarak PI ke lengkung circle (m)

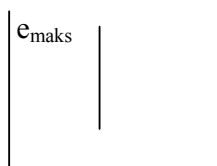
- $T = Rc \operatorname{tg} \Delta/2$
- $E = T \operatorname{tg} \Delta/4 \Rightarrow E = \sqrt{Rc^2 + T^2} - Rc$
 $= R (\operatorname{Sec} \Delta/2 - 1)$
- $LC = \frac{\Delta}{360} 2 \pi Rc \Rightarrow Lt = Lo$
 $= 0,01745 \pi R$

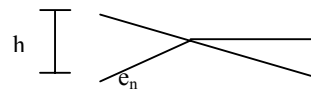
Tabel 2.11. Tabel batasan lengkung full circle (BM)

Kecepatan Rencana (km./ jam)	Jari-jari Lengkung Tikungan (m)
120	2000
100	1500
80	1100
60	700
50	440
40	300
30	180

Sumber : Rekayasa Jalan Raya

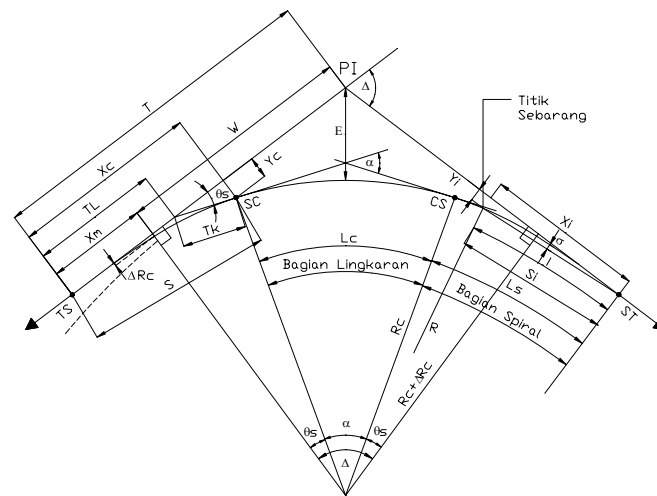
Untuk full circle, tidak ada lengkung peralihan, maka kita mencari lengkung peralihan fiktif terlebih dahulu (Ls).





$$\frac{h}{L_s} < \frac{1}{200} \quad L_s > 200$$

2. Bentuk Tikungan Spiral - Circle - Spiral



Gambar 2.10. Bentuk Tikungan Spiral - Circle - Spiral

RINGKASAN RUMUS DASAR

Dengan bantuan parameter A

$$L_s = A^2 / R_c \quad A \Rightarrow \text{parameter } R_c / 3 < A < R_c$$

(dengan memperhatikan L_s minimum)

$$X = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R_c^2} + \frac{L_s^4}{3456R_c^4} - \frac{L_s^6}{599040R_c^6} + \dots \right)$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6R_c} \left(1 - \frac{L_s^2}{56R_c^2} + \frac{L_s^4}{7040R_c^4} - \frac{L_s^6}{1612800R_c^6} + \dots \right)$$

$$\theta = L_s / 2R_c = L_s^2 / 2A^2 \text{ (radian)}$$

$$= 28,648 L_s / R_c \text{ (derajat)}$$

$$S = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$= \text{arc tg} (Y/X)$$

$$\Delta Rc = Y + Rc (\cos \theta_s - 1)$$

$$X_m = X - Rc \sin \theta_s$$

$$W = (Rc + \Delta Rc) \text{tg} \Delta/2$$

$$T = X_m + W$$

$$\alpha = \Delta - 2\theta_s$$

$$L_c = Rc \pi a^\circ / 180^\circ$$

$$E = \left(\frac{Rc + Rc}{\cos \Delta/2} \right) - Rc$$

$$T_L = X - Y \text{Ctg} \theta_s$$

$$T_K = Y / \sin \theta_s$$

$$Y_i = \frac{l^3}{6RcLs} \left(1 - \frac{l^4}{56Rc^2} + \frac{l^8}{7040Rc^4Ls^4} - \frac{l^{12}}{1612800Rc^6Ls^6} + \dots \right)$$

$$X_i = l \left(1 - \frac{l^4}{40Rc^2Ls^2} + \frac{l^8}{3456Rc^4Ls^4} - \frac{l^{12}}{599040Rc^6Ls^6} + \dots \right)$$

Keterangan untuk lengkung S-C-S :

PI : titik perpotongan garis tangen utama

TS : titik perobahan dari tangen ke spiral

SC : titik perobahan dari spiral ke circle (lingkaran)

CS : titik perobahan dari circle ke spiral

RC : jari jari lengkung lingkaran

l : panjang busur spiral dari TS ke suatu titik sebarang

Lc : panjang busur lingkaran

Ls : panjang busur spiral

T : panjang tangen utama

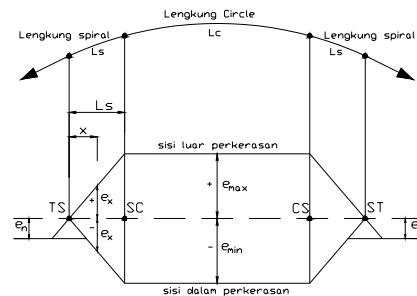
E : panjang eksternal total dari PI ke tengah busur lingkaran

Ti, : panjang "tangen panjang" dari spiral

Tk : panjang "tangen pendek" dari spiral

S : panjang tali busur spiral

- S_i : panjang tali busur spiral dari TS ke titik sebarang
 ΔR_c : jarak dari busur lingkaran tergeser terhadap garis tangen
 X_m : jarak dari TS ke titik proyeksi pusat lingkaran pada tangen
 Δ : sudut pertemuan antara tangen utama
 α : sudut pertemuan antara tangen lingkaran dan sudut pusat lingkaran
 θ_s : sudut spiral
 θ_{si} : sudut spiral pada titik sebarang pada spiral
 σ : sudut antara tangen utama dengan tali busurnya
 X_c, Y_c : koordinat SC atau CS terhadap TS-PI atau PI-TS
 X_i, Y_i : koordinat setiap titik pada spiral terhadap TS-PI atau PI-TS



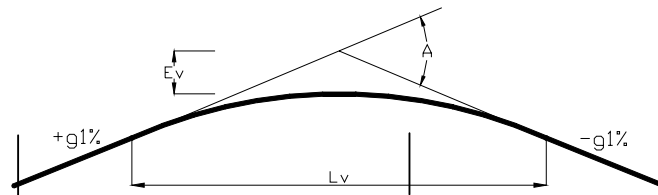
Gambar 2.11. Diagram Superelevasi S – C – S

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinyemen horizontal adalah:

- Sedapat mungkin menghindari *broken back* yakni tikungan searah yang hanya dipisahkan oleh jarak yang pendek.
- Menghindari adanya tikungan yang tajam pada bagian yang lurus dan panjang.
- Menghindari adanya penggunaan radius minimum karena akan sulit mengikuti perkembangan pada waktu yang akan datang.

2.7.2. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan garis yang dibentuk bidang vertikal melalui sumbu jalan. Alinyemen menyatakan bentuk geometrik jalan dengan arah vertikal (naik/turun) sehingga memberikan gambaran terhadap kemampuan kendaraan naik dan membawa muatan penuh (truk) digunakan sebagai kendaraan standar. Alinyemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal. Bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), landai negatif (turunan), dan landai datar ($0^\circ/0$).



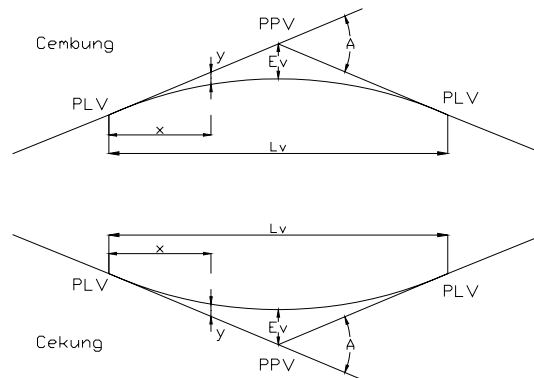
Gambar 2.12. Alinyemen Vertikal

Lengkung vertikal disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan untuk mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti. Lengkung vertikal terdiri dari lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung.

Lengkung vertikal disebut cembung apabila titik perpotongan antara kedua tangen yang bersangkutan (PPV) & (PVI) ada diatas permukaan jalan.

Lengkung vertikal disebut cekung bila titik perpotongan antara k° dua tangen yang bersangkutan (PPV) & (PVI) ada dibawah permukaan jalan.

Gambar 2.7. Lengkung Vertikal Cembung dan Cekung



Gambar 2.13. Alinyemen vertical cekung-cembung.

$$E_v = \frac{A \cdot L_v}{800}$$

$$y = \frac{x^2}{\frac{1}{2} L_v} E_v = \frac{A x^2}{200 L_v}$$

Keterangan :

E_v = pergeseran vertikal

x = jarak horisontal dari setiap titik pada garis kelandaian terhadap PLV (m).

y = panjang pergeseran vertikal dari titik yang bersangkutan (m).

L_v = jarak horisontal antara PLV dan PTV, disebut panjang lengkung (m).

Dalam perencanaan lengkung vertikal, biasanya elevasi PPV telah ditentukan terlebih dahulu, kemudian baru dihitung sebagai berikut :

- panjang L_v
- pergeseran vertikal E_v
- Elevasi dari permukaan rencana jalan tepat diatas atau dibawah PPV.
- Elevasi dari titik – titik PLV dan PTV.
- Elevasi dari permukaan rencana jalan PLV, PPV dan PTV yang diambil dari setiap nomor — nomor stasiunyang tersebut dalam alignment horisontal.

Untuk menentukan panjang lengkung vertikal dapat digunakan rumus sebagai berikut:

- ◆ Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal
 $L = 2 \times S - (405/A)$
 - ◆ Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal
 $L = 2 \times S - (405/A)$
- Panjang lengkung vertikal minimum ditentukan dengan rumus:
 $L_{min} = A \times Y$

Keterangan :

- L = panjang lengkung vertikal (m)
 A = perbedaan grade (m), yaitu absolute kelandaian 1–kelandaian 2
 S = jarak pandang henti (m)
 Y = faktor penampilan kenyamanan

Tabel 2.12. Tabel jarak pandang henti (S)

V_R (km/jam)	Y
< 40	1,5
40 – 60	3
> 60	8

Sumber : MKJI 1997

Tabel 2.13. Tabel Faktor Penampilan Kenyamanan (Y)

VR (Km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
S min (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : MKJI 1997

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinyemen vertikal adalah :

- a) Untuk alasan keamanan dan kenyamanan, maka bentuk jembatan tidak boleh kaku.
- b) Menghindari adanya *broken back line* yaitu lengkung vertikal searah baik cekung maupun cembung yang dipisahkan oleh jarak yang pendek.

- c) Menghindari adanya *hidden dip* yakni lengkung kecil yang pendek yang tidak terlihat dari jauh pada bagian yang datar dan lurus.

2.7.3. Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti adalah panjang bagian jalan yang diperlukan oleh pengemudi untuk menghentikan kendaraannya, harus cukup panjang untuk memungkinkan kendaraan berjalan dengan kecepatan rencana pada suatu jalan, dan dapat diberhentikan sebelum mencapai suatu halangan yang berada pada lintasannya. Jarak pandang henti merupakan penjumlahan dua bagian jarak yaitu :

1. Jarak PIEV, yaitu jarak yang ditempuh oleh kendaraan pada saat pengemudi melihat suatu halangan (obyek) hingga menginjak rem.
2. Jarak mengerem, yaitu jarak yang diperlukan pengemudi untuk menghentikan kendaraan.

2.8. ASPEK PENDUKUNG

Dalam perencanaan jembatan ini, ada beberapa aspek pendukung yang harus diperhatikan antara lain :

2.8.1. Pelaksanaan dan Pemeliharaan

1. Baja sangat baik digunakan untuk jembatan dengan bentang yang panjang karena kekuatan lelehnya tinggi sehingga diperoleh dimensi profil yang optimal.
2. Konstruksi baja yang digunakan merupakan hasil pabrikasi dengan standar yang telah disesuaikan dengan bentang jembatan sehingga mempercepat proses pelaksanaan dilapangan.
3. Struktur yang dihasilkan bersifat permanent dengan cara pemeliharaan yang tidak terlalu sukar.
4. Komponen – komponen yang sudah tidak dapat digunakan lagi masih mempunyai nilai sebagai besi tua.

2.8.2. Aspek ekonomi

1. Dengan adanya jembatan yang menghubungkan Semarang - Godong ini, maka diharapkan daerah disekitarnya menjadi daerah yang potensial.
2. Terbukanya kawasan baru sebagai penunjang transportasi untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi dan pariwisata.