

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1 TINJAUAN UMUM**

Konstruksi suatu jembatan terdiri atas bangunan atas, bangunan bawah dan pondasi. Bangunan atas dapat digunakan balok *grider* ataupun rangka baja, lantai, trotoir dan sandaran. Sedangkan bangunan bawah berupa *abutment*. 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 :

- a. Arus lalu lintas
- b. Hidrologi
- c. Kondisi tanah
- d. Struktur bangunan jembatan
- e. Aspek pendukung lain

---

## **2.2 DASAR PERENCANAAN**

### **2.2.1. 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* ( *Pesangger Car Unit* / PCU ). Dalam penentuan LHR / Volume yang lewat jembatan Ngadiluwih - Mojo diambil beberapa analisa antara lain dari data lalu lintas jalan terdekat dengan jembatan ( perkiraan volume yang lewat jembatan ).

#### **2.2.1.1. Lalu Lintas Bangkitan**

Kemampuan menghitung lalu lintas yang kita taksir akan menggunakan jalan baru dikemudian 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 Ngadiluwih dan Mojo.

### **2.2.2 ASPEK HIDROLOGI**

Data-data hidrologi yang diperlukan dalam merencanakan suatu jembatan antara lain 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 penggerusan (*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:

### 2.2.2.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Besarnya curah hujan suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) diperhitungkan dengan mengikuti aturan metode *gumbell* yang menyebutkan bahwa data curah hujan suatu stasiun dapat dipakai dapada 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 val* sebagai berikut :

$$X_{rata-rata} = \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Sx = \dots\dots\dots (2.2)$$

$$K_r = 0.78 \dots\dots (2.3)$$

$$X_{tr} = R = X_{rata-rata} + ( K_r \times Sx ) \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan :

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

$Sx$  = Sr=tandart deviasi,

$K_r$  = Faktor frekuensi *gumbell*,

---

$X_{tr}$  = Curah hujan untuk periode tahun berulang  $T_r$  (mm),

### 2.3.2. Analisa Banjir Rencana

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

1. Kecepatan Aliran  $V$  (m/dtk)

Menurut formula Rizha :

$$V = 72 x \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan :  $V$  = Kecepatan aliran (m/dtk)

$H$  = Selisih elevasi (m)

$L$  = Panjang aliran (m)

2. Time Conecentration  $TC$

$$TC = \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan :  $TC$  = Waktu pengaliran (detik),

$L$  = Panjang aliran (m)

$V$  = Kecepatan aliran (m/dtk)

---

3. Intensitas Hujan I

$$I = x \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan : I = Intensitas hujan (mm/jam)

R = Curah hujan (mm)

4. Debit Banjir Q (m<sup>3</sup>)

$$Q_{tr} = C \times I \times A \times 0,278 \dots\dots\dots$$

(2.8)

Dengan : Q<sub>tr</sub> = Debit banjir rencana (m<sup>3</sup>),

A = Luas DAS (km<sup>2</sup>),

C = Koefisien *run off*.

5. Analisa Debit Penampang.

$$Q = A \times V \rightarrow A = (B \times mH) \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan : Q<sub>tr</sub> = Debit Banjir (m<sup>3</sup>),

M = Kemiringan lereng sungai,

B = Lebar penampang sungai (m),

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>),

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 pada table 2.1

**Tabel 2.1 Koefisien Limpasan (*Run Off*)**

<b>Kondisi Daerah Pengaliran dan Sungai</b>	<b>Harga dari f</b>
Daerah pegunungan yang curam	0,75 – 0,9
Daerah pegunungan tersier	0,70 – 0,80
Tanah bergelombang dan hutan	0,50 – 0,75
Tanah dataran yang ditanami	0,45 – 0,60
Persawahan yang diairi	0,70 – 0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75 – 0,85
Sungai kecil di dataran	0,45 – 0,75
Sungai besar yang lebih dari setengah daerah pengalirannya terdiri dari dataran	0,50 – 0,75

*Sumber : Hidrologi untuk pengairan*

### **2.3.3. Analisa Kedalaman Penggerusan (*Scouring*)**

Tinjauan mengenai kedalaman penggerusan ini memakai metode *Lacey* dimana kedalaman penggerusan ini dipengaruhi oleh jenis material dasar sungai.

**Tabel 2.2 Faktor Lempung Lacey**

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

*Sumber : buku mekanika tanah, Nakazawa Kazuto dkk, 2000*

Rumus Lacey :

Untuk  $L < W \rightarrow d = H * \dots\dots\dots (2.10)$

Untuk  $L > W \rightarrow d = 0,473 \dots\dots\dots(2.11)$

W = Lebar alur sungai (m)

H = Tinggi banjir rencana (m),

Q = Debit maksimum (m<sup>3</sup>),

F = Faktor Lempung.

---

### **2.2.3. ASPEK TANAH**

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

### **2.2.4. ASPEK KONSTRUKSI**

Melihat bentang sungai Brantas yang lebar haruslah diprioritaskan dalam menentukan bentang untuk setiap section atau span, hal ini berkaitan sekali untuk mendapatkam efisiensi yang tinggi seperti dimensi yang ekonomis dan pelaksanaanya yang mudah. Dengan pertimbangan dari berbagai tinjauan terhadap biaya pemeliharaan dan efisiensi pekerjaan dilokasi, maka jembatan Ngadiluwih-Mojo ini direncanakan sebagai berikut :

- 
- a. Gelagar induk : Rangka Baja (Profil WF )
  - b. Plat lantai : Beton Komposit
  - c. Tumpuan : Untuk tumpuan gelagar jembatan beton digunakan rubber bearing yang dapat menerima beban efektif antara 50-300 ton.
  - d. Bentang Total : 3 x 60 m
  - e. Lebar jembatan : 7 + 2 x 1 m
  - f. Lebar lantai kendaraan : 7 m
  - g. Lebar trotoar : 2 x 1 m
  - h. Kelas jembatan : Klas A
  - i. Mutu baja : BJ 37
  - j. Sambungan : baut BJ 52
  - k. Mutu beton :  $f_c' = 20.8 \text{ Mpa}$
  - l. Mutu tulangan :  $f_y = 390 \text{ Mpa}$
  - m. Konstruksi atas
    - a. Struktur atas : Rangka Baja
    - b. Lantai jembatan : lapisan aspal beton
    - c. Ikatan angin : tertutup
  - n. Konstruksi bawah
    - a. Abutment : beton bertulang
    - b. Pilar : beton bertulang

---

c. Pondasi : tiang Pancang

### 2.5.1. Pembebanan Struktur

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

#### A. Beban permanen

##### 1. Beban sendiri

Berat nominal dan terfaktor dari berbagai bahan dapat diambil dari table 2.4

**Tabel 2.4. Berat nominal dan terkurangi**

Bahan jembatan	Berat Sendiri kN/m <sup>3</sup>	Berat Sendiri kN/m <sup>3</sup>	Berat Sendiri kN/m <sup>3</sup>
Beton Massa	24	31,2	18
Beton Bertulang	25	32,5	18,80
Beton Bertulang / Pratekan	25	30	21,30
Baja	77	84,7	69,30
Kayu, Kayu lunak	7,8	10,9	5,50
Kayu, kayu lunak	11	15,4	7,7

---

Sumber : *Bridge management System (BMS-1992)*

2. Beban mati tambahan

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

- a. Peralatan permukaan khusus
- b. Pelapisan ulang dianggap 50 mm aspal beton hanya digunakan dalam kasus menyimpang dan nominal 22 kN/m<sup>2</sup>.
- c. Sandaran, pagar pengaman dan penghalang beton
- d. Tanda-tanda
- e. Perlengkapan umum seperti pipa air dan penyaluran (dianggap kosong atau penuh)

3. Tekanan Tanah

Keadaan aktif

$$\sigma = \gamma \cdot z \cdot \tan^2 - 2.C.\tan \dots\dots\dots (2.12)$$

Keadaan pasif

$$\sigma = \gamma \cdot z \cdot \tan^2 - 2.C.\tan \dots\dots\dots (2.13)$$

---

## **B. Beban Lalu Lintas**

### 1. Beban Kendaraan Rencana

#### a. Aksi kendaraan

Beban kendaraan mempunyai 3 komponen :

- 1) Komponen vertical
- 2) Komponen rem
- 3) 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

---

renacana. Tiap gandar terdiri dari 2 pembebanan bidang kontak yang dimaksud agar mewakilipengaruh moda kendaraan berat. Hanya 1 truk “T” boleh ditempatkan pi erlajur lalu lintas rencana.

2. Beban lajur “D”

Beban lajur “D” terdiri dari :

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

$$L < 30 \text{ m} ; q = 8.0 \text{ kPa} \dots\dots\dots (2.14)$$

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

- b. Beban terbagi rata boleh ditempatkan dalam panjang terputus agar terjadi pengaruh mkasimum. Dalam hal ini  $L$  adalah jumlah dari panjang masing-masing beban terputus tersebut.
- c. Beban garis sebesar  $P$  kN/m, ditempatkan dalam kedudukan sembarang sepanjang

---

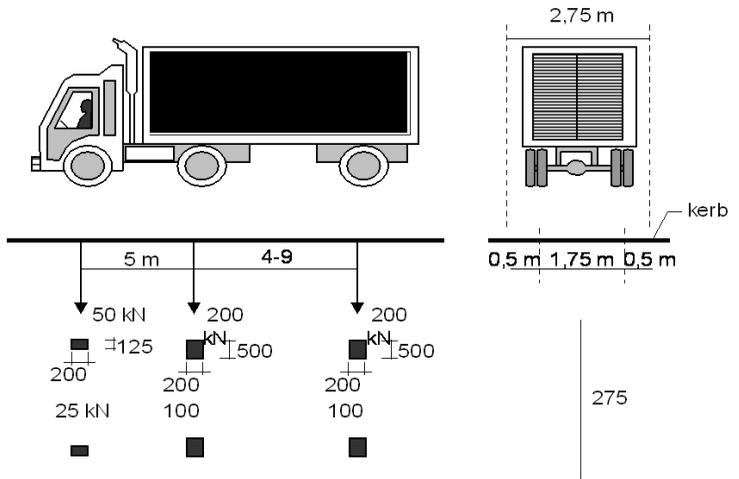
jembatan dan tegak lurus pada arah lalu lintas.

$$P = 44,0 \text{ kN/m} \dots\dots\dots (2.15)$$

Pada bentang menerus ditempatkan dalam kedudukan lateral sama yaitu tegak lurus arah lalu lintas pada dua bentang agar momen lentur negative 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 dalam table berikut :



**Gambar 2.1 Beban "T"**

**Tabel 2.5 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 Sistem (BMS 1992)*

#### 4. Gaya Rem

Pengaruh rem dan percepatan lalu lintas harus dipertimbangkan sebagai gaya memanjang. Gaya ini tidak tergantung pada lebar jembatan. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem 5% dari beban “D” tanpa koefisien kejutan yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada. Gaya rem tersebut dianggap bekerja dalam

---

arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,8 m diatas permukaan lantai kendaraan.

5. 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.

6. Beban tumbuk pada penyangga jembatan.

Penyangga jembatan dalam daerah lalu lintas harus direncanakan :

- a. Tumbukan kendaraan diambil sebagai beban statis SLS sebesar 1000 kN pada  $10^0$  terhadap garis pusat jalan pada tinggi sebesar 1,8 m.
- b. 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.

2. Gaya Angin.

Luas ekuivalen diambil sebagai luas pada jembatan dalam elevasi proyeksi tegak lurus yang dibatasi oleh unsure rangka terluar. Pengaruh beban angin sebesar  $150 \text{ Kg/m}^2$  pada jembatan ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horizontal terbagi rata pada bidang vertical jembatan dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan.

3. Gaya Aliran Sungai

Gaya aliran sungai tergantung pada kecepatan rencana aliran sungai pada butir yang ditinjau.

4. Hanyutan

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

a) Keadaan batas ultimit (banjir 50 th)

---

$$P = 0,78 \times V_s^2 \times A_D \dots\dots\dots (2.16)$$

b) Keadaan batas ultimit (banjir 100 th)

$$P = 1,04 \times V_s^2 \times A_D \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan :

$V_s$  = Kecepatan aliran rata2 untuk keadaan batas yang ditinjau (m/dtk)

$A_D$  = 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 batang kayu (kN)

$$\text{Banjir 50 tahun} \quad \quad \quad = 40 \times V_s^2$$

$$\text{Banjir 100 tahun} \quad \quad = 53,3 \times V_s^2$$

Dengan :  $V_s$  = kecepatan air rata-rata (m/dt) untuk keadaan batas yang ditinjau.

### 6. Gaya Gempa

Jembatan yang akan dibangun didaerah rawan gempa bumi harus direncanakan. 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 :

$$K_k = E \times G_p \dots\dots\dots$$

(2.18)

Dengan :

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

G<sub>p</sub> = Beban mati bangunan (kN)

K = gaya gempa (kN)

#### 7. Gaya Memanjang

Akibat gesekan pada tumpuan yang bergerak terjadi oleh pemuaian dan penyusutan jembatan atau sebab lain. Jembatan harus pula ditinjau terhadap gaya yang timbul akibat gesekan pada tumpuan bergerak, karena adanya pemuaian dan penyusutan dari jembatan akibat perbedaan suhu dan akibat-akibat lain. Gaya gesek yang timbul hanya ditinjau akibat beban mati saja, sedang

---

besarnya ditentukan berdasarkan koefisien gesek pada tumpuan yang bersangkutan. Menurut PPPJR, 1987 koefisien gesek pada tumpuan memiliki nilai sebagai berikut :

a. Tumpuan rol baja :

- 1) Dengan satu atau dua rol      0,01
- 2) Dengan tiga rol atau lebih      0,05

b. Tumpuan gesekan :

- 1) Antara baja dengan campuran tembaga  
kera dan baja      0,15
- 2) Antara baja dengan baja atau besi tuang  
0,25
- 3) Antara karet dengan baja/beton      0,5  
– 0,18

Tumpuan-tumpuan khusus harus disesuaikan dengan persyaratan spesifikasi dari pabrik material yang bersangkutan atau didasarkan atas hasil percobaan dan mendapatkan persetujuan dari pihak berwenang.

---

### 2.5.2. Struktur Atas (*Upper Structure*)

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

1. Sandaaran

Merupakan pembatas antara kendaraan dengan pinggiran jembatan sehingga member rasa aman bagi pengguna jalan. Sandaran dibuat dari pipa baja yang bekerja pada sandaran adalah beban sebesar 100 kg yang bekerja dalam arah horizontal setinggi 0,9 m.

2. Trotoir

Konstruksi *trotoir* direncanakan sebagai pelat beton yang diletakkan pada lantai jembatan bagian samping yang diasumsikan sebagai pelat yang bertumpu 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  $500 \text{ kg/m}^2$  berupa beban merata dan beban terpusat.

Penulangan plat *Trottoir* diperhitungkan sebagai berikut :

$$D = h - p - 0,5\phi \dots\dots\dots (2.19)$$

$\rho_{\min}$  dan  $\rho_{\max}$  dapat dilihat pada table GTPBB (Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang)

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

$$A_s = \rho \times b \times d \dots\dots\dots (2.20)$$

Dengan :  $d$  = tinggi efektif pelat (m)

$h$  = tebal plat (mm)

$\phi$  = diameter tulangan (mm)

$b$  = lebar pelat per meter (m)

### 3. Pelat Lantai

Berfungsi sebagai penahan lapisan perkerasan.

Plat lantai kendaraan diasumsikan tertumpu pada dua sisi. Pembebanan pada pelat lantai meliputi :

- a) Beban mati berupa berat sendiri pelat, berat *pavement* dan berat air hujan

---

b) Beban hidup berupa muatan “T” dengan beban gandar maksimum 10 T.

Perhitungan untuk penulangan pelat lantai jembatan sama dengan prinsip penulangan pada plat *trottoir*. Prinsip perhitungan pelat *trottoir* sesuai dengan SKSNI T – 15 – 1991 – 03.

4. Gelagar Memanjang

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

5. Gelagar Melintang

Gelagar melintang menerima limpahan beban dari gelagar memanjang kemudian menyalurkan ke rangka baja. Baik gelagar memanjang maupun melintang harus ditinjau terhadap :

Menurut Margaret & Gunawan (1999), Kontrol Kekuatan :

$$\sigma = \dots\dots\dots$$

(2.20)

dengan :

$$M = \text{Momen (KN.m)}$$

---

$W = \text{Momen tahanan (KN.m)}$

Control kekuatan :

$$\dots\dots\dots (2.21)$$

Dengan :  $L = \text{bentang (m)}$

$$\dots\dots\dots (2.22)$$

Dengan :

$E = \text{Modulus Elastisitas Bahan (MPa)}$

$I = \text{Momen Inersia (cm}^4\text{)}$

6. Rangka Baja

Rangka baja berfungsi menahan semua beban yang bekerja pada jembatan dan menyalurkan pada tumpuan untuk disalurkan ketanah dasar melalui pondasi.

7. Ikatan Angin

Ikatan Angin berfungsi untuk menahan gaya akibat angin.

8. Andas Jembatan

Perletakan elastomer umumnya terbuat dari karet dan pelat baja yang diikat bersatu selama vulkanisasi, dan mempunyai selimut sisi elastomer minimum sebesar enam mm dan atas

---

bawah sebesar empat mm untuk melindungi pelat baja.

#### 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. Tipe dan kelas jalan ataupun jembatan Hal ini sangat berhubungan dengan kecepatan rencana
- b. Volume lalu lintas
- c. Tebal perkerasan

### **2.5.3. Struktur Bawah (*Sub Structure*)**

#### **1. Pilar**

Pilar identik dengan *abutment* perbedaanya hanya pada letak konstruksi saja. Sedangkan fungsi pilar adalah untuk memperpendek bentang jembatan yang terlalu panjang. Pilar terdiri dari bagian-bagiab antara lain :

- a) Kepala pilar (*pierhead*)

---

b) Kolom pilar

c) 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. Mementukan 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 *trottoir*.
  - c. Beban skunder berupa beban gempa, rem 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.

## **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 abutment :
  - a. Beban mati berupa rangka baja, lantai jembatan, trotoir, perkerasan jembatan, sandaran dana air hujan.
  - b. Beban hidup berupa beban merata dan garis serta beban di *trottoir*
  - c. Baban sekunder, berupa beban gempa, tekanan tanah aktif, rem dan koefisien kejut,

---

beban angin dan beban akibat aliran dan tumbukan benda-benda hanyutan.

3. Menghitung moment, gaya normal dan gaya geser yang terjadi akibat kombinasi dari beban yang bekerja.
4. Mencari dimensi tulangan dan cek apakah abutment cukup memadai untuk menahan gaya-gaya geser tersebut.
5. Ditinjau juga kestabilan terhadap *sliding* dan bidang runtuh tanah.

#### **2.5.4. Pondasi**

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

##### Alternatif 1 :

Pondasi dangkal

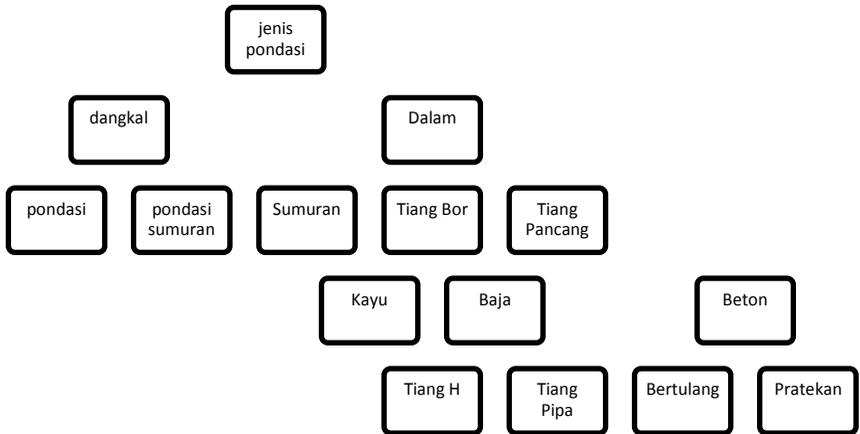
Dapat dilakukan dengan pondasi langsung maupun sumuran.

---

Alternatif 2 :

Pondasi dalam

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



**Gambar 2.2 Bagan Jenis Pondasi**

Perencanaan pondasi ditinjau terhadap pembebanan vertical dan lateral, dimana berdasarkan data tanah diketahui bahwa lapisan tanah keras terletak pada lapisan sangat dalam. Sehingga pondasi pada

---

perencanaan jembatan Ngadiluwih-Mojo ini direncanakan menggunakan pondasi tiang bor.

#### **2.5.5. 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.

### **2.6. ASPEK PENDUKUNG**

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

#### **2.6.1. 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 permanen dengan cara pemeliharaan yang tidak terlalu sukar.
4. Komponen-komponen yang sudah tidak dapat digunakan lagi masih mempunyai nilai sebagai besi tua.

#### **2.2.5. ASPEK PENDUKUNG (EKONOMI)**

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