

BAB III

ANALISA STRUKTUR

3.1 Data Peninjauan Konstruksi

Data perencanaan kerja proyek pada Simpang Susun Parigi Utara ini meliputi data-data konstruksi dan data-data tanah. Data tersebut adalah sebagai berikut:

3.1.1 Data Konstruksi

1. Data Struktur Atas:

| | |
|---|--|
| Bentang jembatan dari <i>abutmen</i> ke <i>pier</i> | : 30,8 meter |
| Lebar Jembatan | : 17,8 meter |
| Lebar Lantai Kendaraan | : 16 meter |
| Tebal Plat Lantai Kendaraan | : 0.23 meter (tebal desk slab) Dan 0,05 meter (tebal aspal) |
| Jarak Antar Gelagar | : 2,3 meter |
| Lalu Lintas | : 2 jalur, 4 lajur |
| Jenis Konstruksi | : beton prategang |

2. Data Struktur Bawah:

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Tinggi <i>Abutment</i> | : 7,7 meter |
| Panjang <i>Abutment</i> | : 17,8 meter |
| Lebar <i>Abutment</i> | : 1.6 meter |
| Jensi Konstruksi | : Beton bertulang |

3. Data Tanah:

| | |
|------------------------------|---|
| <i>Dry Density (m)</i> | : 1,710 gr/cm ³ = 1,710 t/m ³ |
| <i>Wet Density (m)</i> | : 1,976 gr/cm ³ = 1,976 t/m ³ |
| Sudut Geser (ϕ) | : 35 ⁰ |
| <i>Specific Gravity (Gs)</i> | : 2,685 |

3.1.2 Ketentuan Umum

1. Spesifikasi muatan beban mati

Sesuai dengan PPPJIR 1987 Bab III Pasal 1

| | |
|--------------------------------------|--|
| a. baja tuang | 7,85 t/m ³ |
| b. besi tuang | 7,25 t/m ³ |
| c. alumunium paduan | 2,80 t/m ³ |
| d. beton bertulang/pratekan..... | 2,40 t/m ³ |
| e. beton biasa, tumbuk, siklop | 2,20 t/m ³ |
| f. pasangan batu/bata | 2,00 t/m ³ |
| g. kayu | 1,00 t/m ³ |
| h. tanah, pasir, kerikil..... | 2,00 t/m ³ |
| i. perkerasan jalan aspal | 2,00 t/m ³ -2,50 t/m ³ |
| j. air | 1,00 t/m ³ |

2. Spesifikasi Muatan Beban Hidup

Sesuai dengan PPPJIR 1987

3. Spesifikasi Muatan Angin

Sesuai dengan PPPJIR 1987

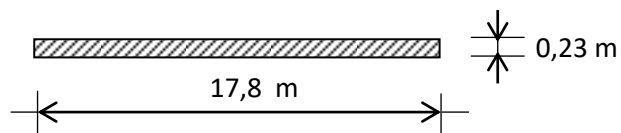
4. Spesifikasi Gaya Rem dan Traksi
Sesuai dengan PPPJJR 1987
5. Kombinasi Pembebanan
Sesuai dengan PPPJJR 1987
6. Spesifikasi Gaya Gempa
Sesuai dengan PPPJJR 1987

3.2 Perhitungan Beban Konstruksi

3.2.1 Menghitung Beban Primer

A. Beban mati

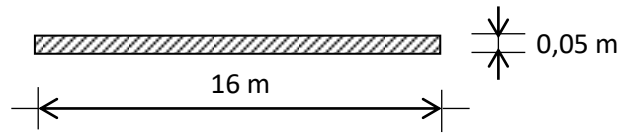
1. Beban Plat Lantai Kendaraan



Gambar 3.1 Plat Lantai Kendaraan

| | |
|----------------------------------|------------------------------|
| Berat jenis beton (γ_c) | = 2,5 t/m ³ |
| Panjang sampai pier jembatan | = 30,8 m |
| Berat lantai kendaraan | = Volume x γ_c |
| | = (0,23 x 17,8 x 30,8) x 2,5 |
| | = 315,238 t |

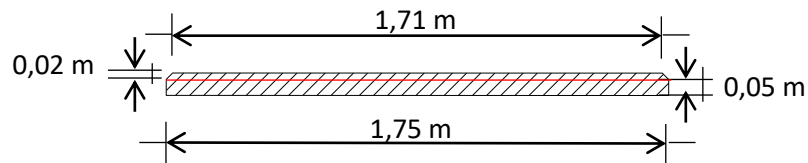
2. Beban Aspal



Gambar 3.2 Perkerasan Aspal

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis aspal } (\gamma_a) &= 2,30 \text{ t/m}^3 \\
 \text{Panjang sampai pier jembatan} &= 30,8 \text{ m} \\
 \text{Berat aspal} &= \text{Volume} \times \gamma_a \\
 &= (16 \times 0,05 \times 30,8) \times 2,3 \\
 &= 56,672 \text{ t}
 \end{aligned}$$

3. Beban Precast Slab



Gambar 3.3 Precast Slab

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis beton } (\gamma_c) &= 2,5 \text{ t/m}^3 \\
 \text{Panjang Precast Slab Sampai Pier} &= 30,8 \text{ m} \\
 \text{Luas 1} &= \frac{(1,71+1,75)}{2} \times 0,02 = 0,035 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas 2} &= 1,75 \times 0,05 = 0,088 \text{ m}^2 \\
 \text{Berat Precast Slab} &= \text{Volume} \times \gamma_c \times \text{jumlah} \\
 &= ((0,035+0,088) \times 30,8) \times 2,5 \times 7 \\
 &= 66,297 \text{ t}
 \end{aligned}$$

2. Beban Girder

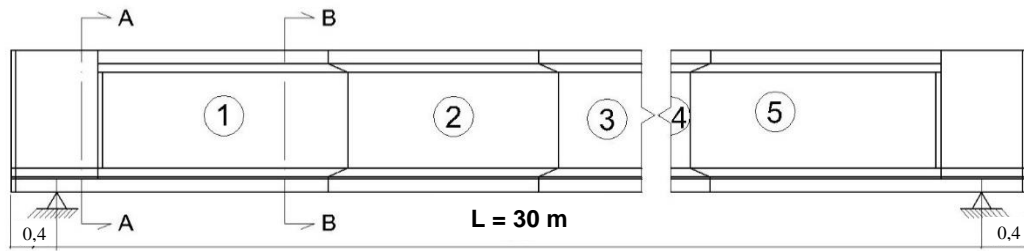
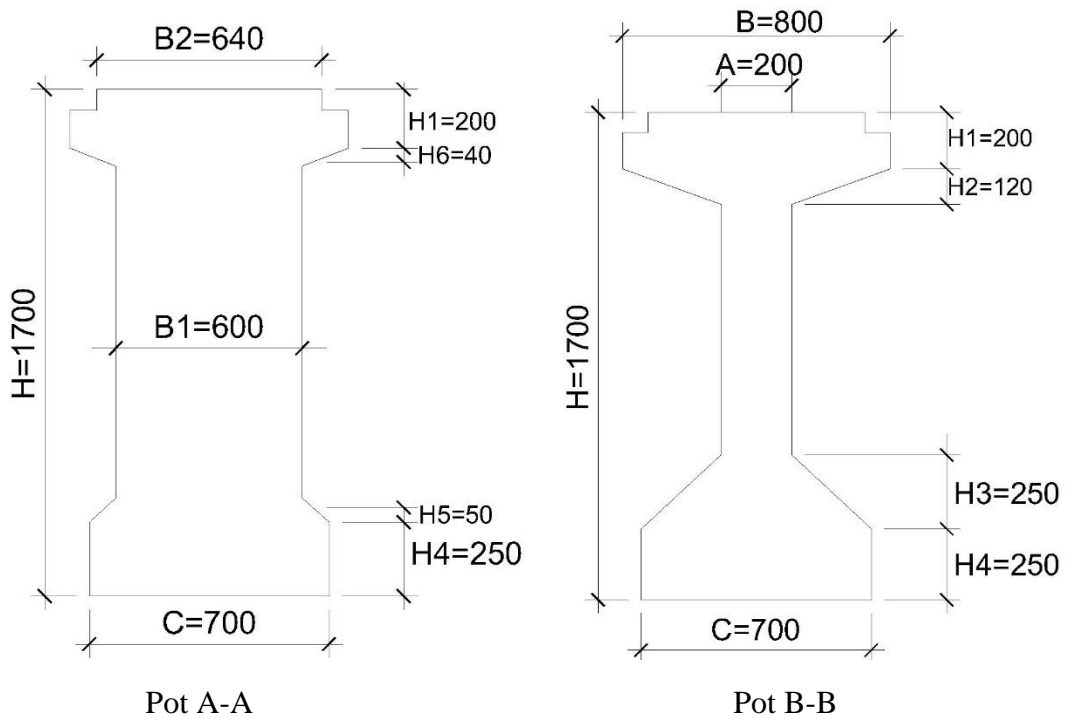
Menghitung beban girder berdasarkan pada spesifikasi yang telah ditentukan, diantaranya adalah:

Tabel 3.1 Tabel *Segmenal Beam*

| Span m | H mm | S mm | h1 mm | h2 mm | h3 mm | h4 mm | h5 mm | h6 mm | A mm | B mm | B1 mm | B2 mm | C mm | Total segment | Max weight tn | |
|-----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|------------------|---------------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | segment | total |
| 16 | 900 | 1850 | 75 | 75 | 100 | 125 | 62.5 | - | 170 | 350 | - | - | 650 | 3 | 4.5 | 11 |
| 17 | 900 | 1850 | 75 | 75 | 100 | 125 | 62.5 | - | 170 | 350 | - | - | 650 | 3 | 4.5 | 12 |
| 18 | 900 | 1850 | 75 | 75 | 100 | 125 | 62.5 | - | 170 | 350 | - | - | 650 | 3 | 4.5 | 13 |
| 19 | 900 | 1850 | 75 | 75 | 100 | 125 | 62.5 | - | 170 | 350 | - | - | 650 | 5 | 4.5 | 13 |
| | 1250 | 1850 | 75 | 75 | 100 | 125 | 62.5 | - | 170 | 350 | - | - | 650 | 5 | 5 | 18 |
| 20 | 900 | 1850 | 75 | 75 | 100 | 125 | 62.5 | - | 170 | 350 | - | - | 650 | 5 | 4.5 | 13 |
| 22 | 1250 | 1850 | 75 | 75 | 100 | 125 | 62.5 | - | 170 | 350 | - | - | 650 | 5 | 5 | 20 |
| 25 | 1250 | 1850 | 75 | 75 | 100 | 125 | 62.5 | - | 170 | 350 | - | - | 650 | 5 | 5 | 23 |
| 28 | 1600 | 1850 | 125 | 75 | 100 | 125 | 21 | - | 180 | 550 | - | - | 650 | 5 | 8 | 37 |
| 30 | 1600 | 1850 | 125 | 75 | 100 | 125 | 21 | - | 180 | 550 | - | - | 650 | 6 | 8 | 41 |
| | 1700 | 2300 | 200 | 120 | 250 | 250 | 50 | 40 | 200 | 800 | 600 | 640 | 700 | 5 | 15.3 | 65 |
| 31 | 1600 | 1850 | 125 | 75 | 100 | 125 | 21 | - | 180 | 550 | - | - | 650 | 6 | 8 | 41 |
| 33 | 1600 | 1850 | 125 | 75 | 100 | 125 | 21 | - | 180 | 550 | - | - | 650 | 6 | 8 | 43 |
| 35 | 1600 | 1850 | 125 | 75 | 100 | 125 | 21 | - | 180 | 500 | - | - | 650 | 6 | 8 | 43 |
| | 1700 | 2000 | 200 | 120 | 250 | 250 | 50 | 40 | 200 | 800 | 600 | 640 | 700 | 7 | 12.5 | 74 |
| 40 | 1700 | 1500 | 200 | 120 | 250 | 250 | 50 | 40 | 200 | 800 | 600 | 640 | 700 | 7 | 13.6 | 77 |

Tabel 3.1 *P.C Segmental Beam*

(Sumber: PT. Wijaya Karya)

Gambar 3.4 Balok *Girder* MemanjangGambar 3.5 Balok *Girder*

$$W = 41 \text{ T}$$

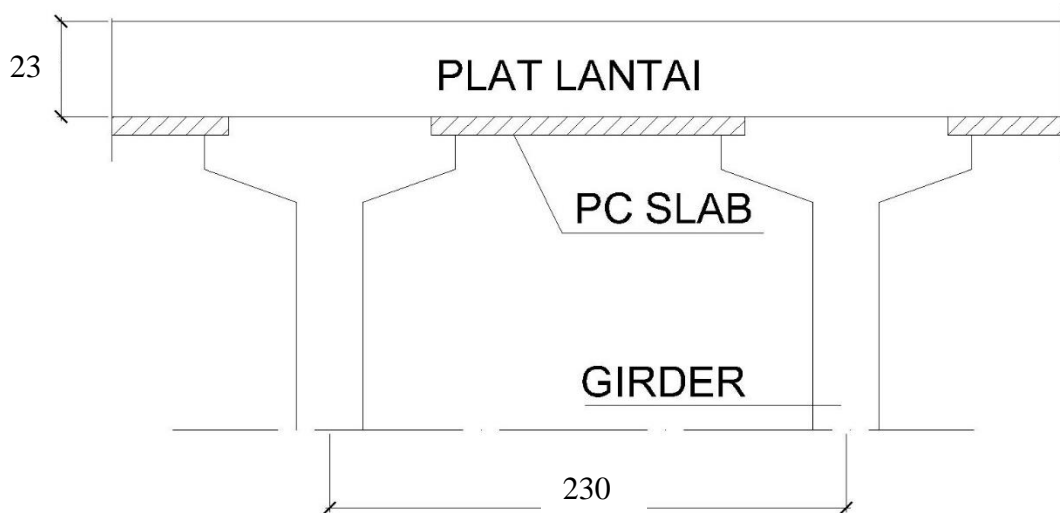
$$\text{Total Beban Girder} = W \times n$$

$$= 41 \times 8$$

$$= \mathbf{328 \text{ T}}$$

3. Beban Plat Lantai

Menghitung beban plat lantai sesuai gambar dibawah:



Gambar 3.6 Plat Lantai

$$\begin{aligned}
 \text{Total Berat Plat lantai} &= \text{Volume} \times \gamma \text{ beton} \\
 &= (0.23 \times 17,8 \times 30,8) \times 2.5 \\
 &= 315,238 \text{ t}
 \end{aligned}$$

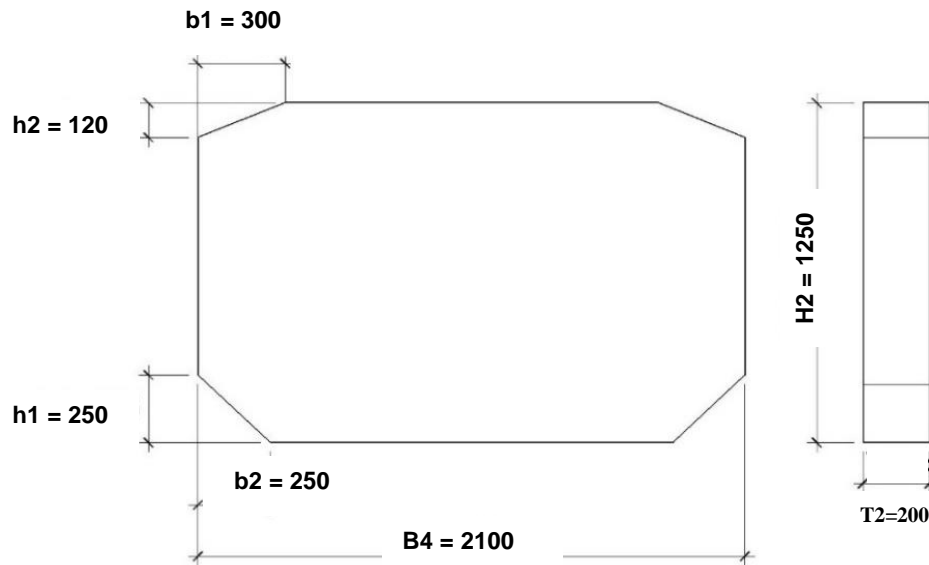
4. Beban Diafragma

Menghitung beban diafragma berdasarkan pada spesifikasi yang telah ditentukan, diantaranya adalah:

Tabel 3.2 *Diaphragm Centre*

| Span | B4 | H2 | T2 | b1 | b2 | h1 | h2 | Weight |
|------|------|------|-----|-----|-----|-----|----|--------|
| mm | Mm | Mm | Mm | mm | mm | mm | mm | Kg |
| 30 | 1610 | 1250 | 150 | 280 | 235 | 120 | 95 | 705 |

(Sumber: PT. Wijaya Karya)



Gambar 3.7 Diafragma Tengah

Jumlah diafragma tengah = 21 buah

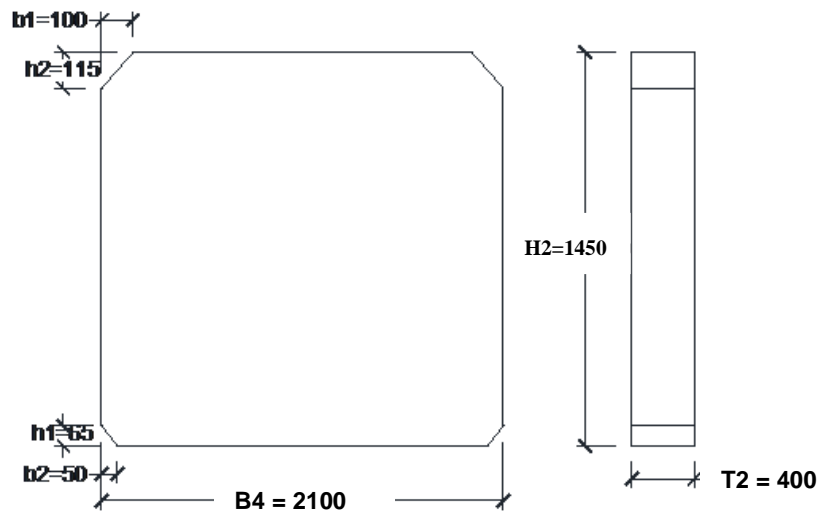
$W = 705 \text{ Kg} = 0,705 \text{ T}$

Total Berat Diafragma tengah = $21 \times 0,705 = 14,805 \text{ T}$

Tabel 3.3 *P.C Diaphragm End*

| <i>Span</i> | <i>B4</i> | <i>H2</i> | <i>T2</i> | <i>b1</i> | <i>b2</i> | <i>h1</i> | <i>h2</i> | <i>Weight</i> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| <i>M</i> | <i>Mm</i> | <i>Mm</i> | <i>Mm</i> | <i>mm</i> | <i>mm</i> | <i>mm</i> | <i>mm</i> | <i>Kg</i> |
| 30 | 2100 | 1450 | 400 | 100 | 100 | 40 | 115 | 740 |

(Sumber *PT. Wijaya Karya*)



Gambar 3.8 Diafragma Tepi

Jumlah diafragma tepi = 14 buah

$W = 740 \text{ Kg} = 0,740 \text{ T}$

Berat diafragma tepi = $14 \times 0,740 = 10,36 \text{ T}$

Total berat diafragma = $14,805 + 10,36$

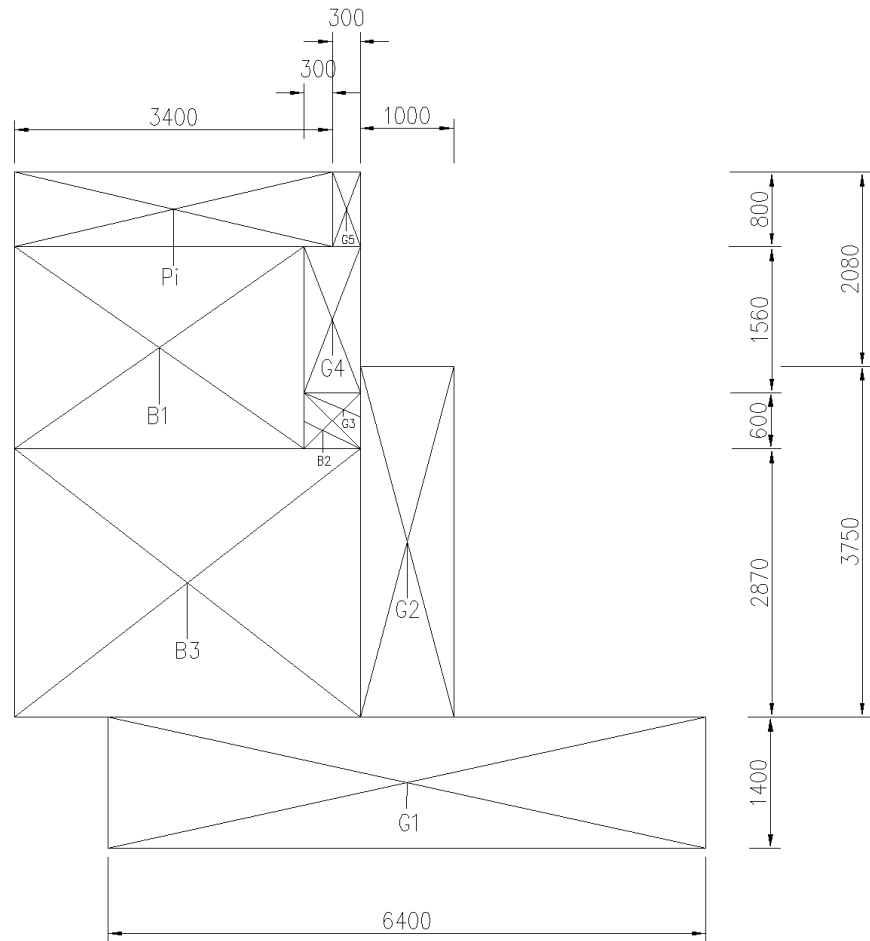
= 25,165 T

- Berat PC Slab (W1) = 66,297 ton
- Berat balok girder (W2) = 328 ton
- Beban plat lantai (W3) = 315,238 ton
- Berat diafragma (W4) = 25,165 ton

TOTAL = 734,7

Reaksi Pada Abutmen = $\frac{734,7}{2}$

= 367,35 ton

5. Beban Akibat Berat Sendiri *Abutment* dan Plat injakGambar 3.9 Beban Mati pada *Abutment* dan Plat injak

- Beban mati plat injak

$$\begin{aligned}
 P_i &= q \times L \\
 &= (0.8 \times 3.4 \times 2.5) \times 17,8 \\
 &= \mathbf{121,04 \text{ T}}
 \end{aligned}$$

- Beban mati akibat berat sendiri *Abutment*

Tabel 3.4 Gaya Akibat Berat Sendiri *Abutment*

| | $V_1 \cdot \gamma_c$ | Berat (Ton) |
|----|--|----------------|
| G1 | $(6.4 \times 1.4 \times 17.8) \times 2.5$ | 398.72 |
| G2 | $(1.0 \times 3.75 \times 17.8) \times 2.5$ | 166.875 |
| G3 | $(\frac{1}{2} \times 0.6 \times 0.6 \times 17.8) \times 2.5$ | 8.01 |
| G4 | $(0.6 \times 1.56 \times 17.8) \times 2.5$ | 41.652 |
| G5 | $(0.3 \times 0.8 \times 17.8) \times 2.5$ | 10.68 |
| | Total | 625.937 |

- Beban mati akibat *wingwall*

l

Tabel 3.5 Gaya Akibat *wingwall*

| No | Volume x γ | Berat (Ton) |
|----|--|----------------|
| B1 | $(2.8 \times 2.16 \times 17.8) \times 2.5$ | 269.136 |
| B2 | $(\frac{1}{2} \times 0.6 \times 0.6 \times 17.8) \times 2.5$ | 8.01 |
| B3 | $(3.7 \times 2.87 \times 17.8) \times 2.5$ | 472.546 |
| | Total | 749.692 |

➤ Total beban (M) = $121.04 + 625.937 + 749.692$

= **1496.669 Ton**

B. Beban Hidup (H)

1. Beban "D"

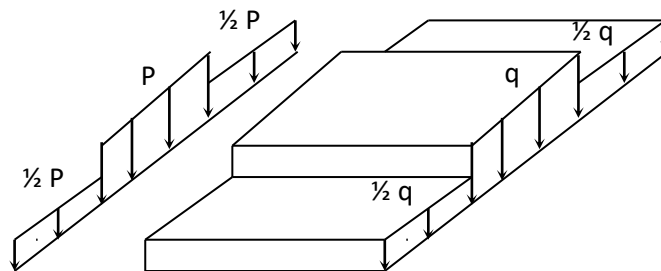
Panjang Jembatan *Abutment* ke *Pier* = 30,8 m

Lebar Lantai Kendaraan = 16 m

Muatan garis (P) = 12 ton

Berdasarkan PPPJIR 1987, nilai untuk bentang $30 \text{ m} < L < 60 \text{ m}$ adalah:

$$\begin{aligned} q &= 2,2 \text{ t/m} - 1,1 / 60 \times (L - 30) \text{ t/m} \\ &= 2,2 \text{ t/m} - 1,1 / 60 \times (30,8 - 30) \text{ t/m} \\ &= 2,185 \text{ t/m} \end{aligned}$$



Gambar 3.10 Beban "D"

$$\begin{aligned} \text{Beban garis (P)} &= P / 2.75 \\ &= 12 / 2.75 \\ &= 4.364 \text{ T} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban merata (q)} &= q / 2.75 \\ &= 2.185 / 2.75 \\ &= 0.795 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Muatan Merata:

Untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan lebih besar dari 5.50 m, beban “D” sepenuhnya (100%) dibebankan pada lebar jalur 5.50 m sedang lebar selebihnya dibebani hanya separuh beban “D” (50%). (*Sumber PPPJIR 1987 Bab III hal 7*).

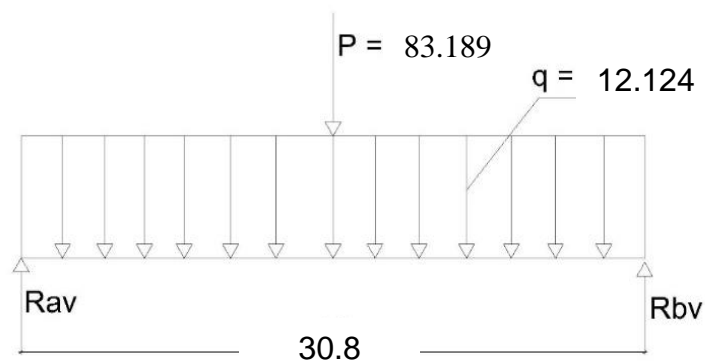
$$\begin{aligned} q &= (100 \% \times q \times 5.50) + 2(50\% \times q \times 9.75) \\ &= (100 \% \times 0.795 \times 5.50) + 2(50\% \times 0.795 \times 9.75) \\ &= 12.124 \text{ t/m}' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= (100 \% \times P \times 5.50) + 2 (50\% \times P \times 9.75) \\ &= (100 \% \times 4.364 \times 5.50) + 2 (50\% \times 4.364 \times 9.75) \\ &= 66.551 \text{ ton} \end{aligned}$$

Koefisien kejut

$$K = 1 + \frac{20}{50 + l} = 1 + \frac{20}{50 + 30.8} = 1.25$$

$$P = 1.25 \times 66.551 = 83.189 \text{ T}$$



Gambar 3.11 Beban Hidup D

$$\begin{aligned}
 Q &= q \times L \\
 &= 12.124 \times 30.8 \\
 &= 373.4192 \text{ T}
 \end{aligned}$$

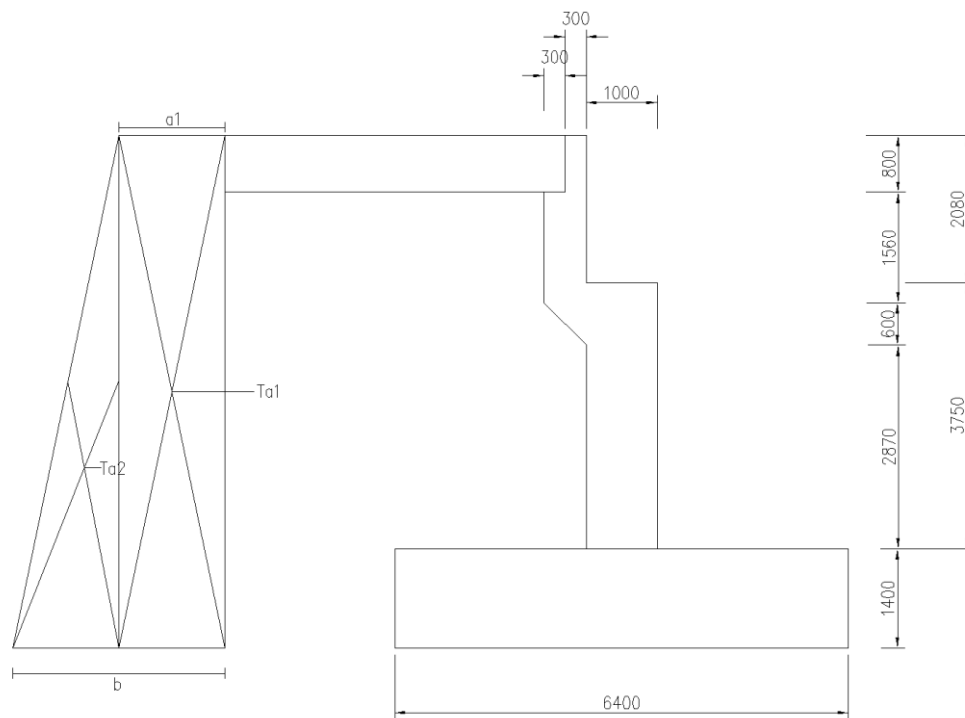
$$\Sigma M_B = 0$$

$$RAV \cdot L - P \cdot 0,5 \cdot L - Q \cdot 0,5 \cdot L = 0$$

$$\begin{aligned}
 RAV &= \frac{P \cdot 0,5 \cdot L + Q \cdot 0,5 \cdot L}{L} \\
 &= \frac{83,189 \cdot 0,5 \cdot 30,8 + 373,4192 \cdot 0,5 \cdot 30,8}{30,8} \\
 &= \frac{1281,111 + 5750,7}{30,8}
 \end{aligned}$$

$$RAV = \mathbf{228,306 \text{ T}}$$

C. Beban Akibat Tekanan Tanah



Gambar 3.12 Tekanan Tanah pada *Abutment*

Data tanah: $\gamma = 1,710 \text{ t/m}^3$, $\phi = 35^\circ$

Menurut rankine, koefisien tekanan tanah:

$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2 (45^\circ - \phi/2) \\ &= \tan^2 (45^\circ - 35^\circ/2) \\ &= 0,271 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_1 &= (0.6 \times \gamma \times K_a) \\ &= (0.6 \times 1.710 \times 0.271) \\ &= 0.278 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b &= (0.6 + 7.23) \times \gamma \times K_a \\ &= (0.6 + 7.23) \times 1.710 \times 0.271 \\ &= 3.629 \text{ t/m}\end{aligned}$$

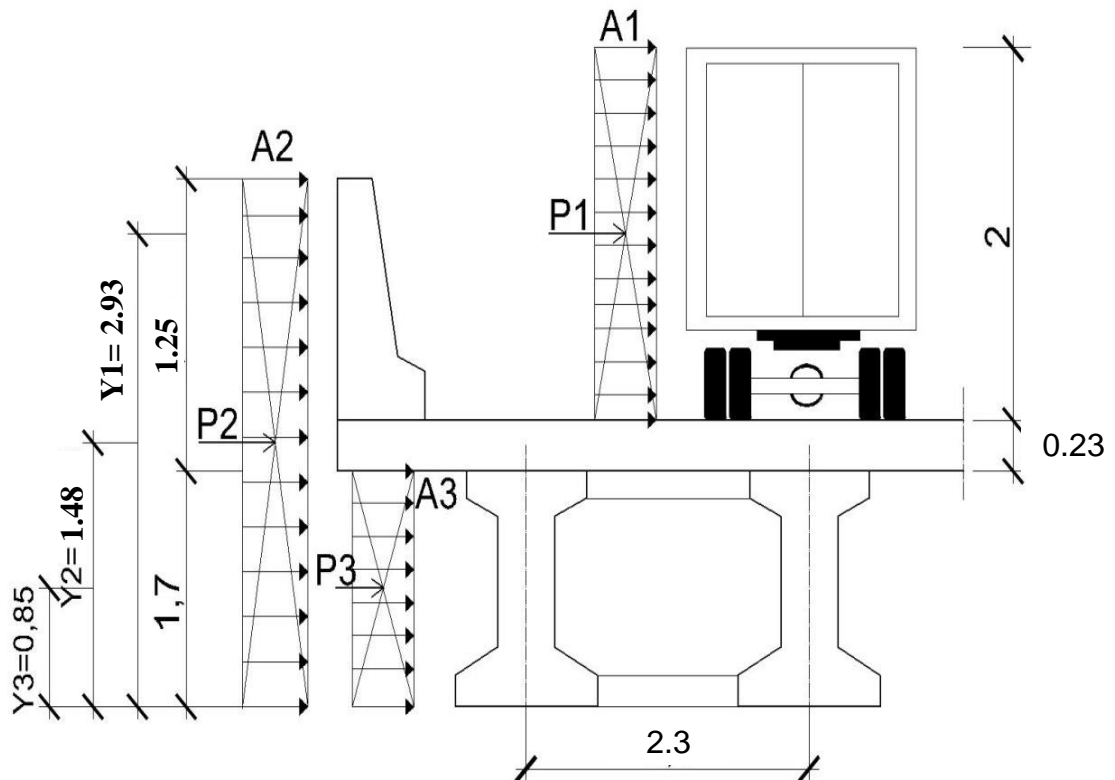
$$\begin{aligned}T_{a1} &= a_1 \times H \\ &= 0.278 \times 7.23 \\ &= \mathbf{2.00 \text{ T}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_{a2} &= 0.5 \times (b - a_1) \times H \\ &= 0.5 \times (3.629 - 0.278) \times 7.23 \\ &= \mathbf{12.114 \text{ T}}\end{aligned}$$

3.2.2 Menghitung Beban Sekunder

a. Beban Angin (A)

Pengaruh tekanan angin sebesar 150 kg/m^2 pada jembatan ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horisontal, terbagi rata pada bidang vertikal jembatan, dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan. Bidang vertikal beban hidup ditetapkan sebagai suatu permukaan bidang vertikal yang mempunyai tinggi menerus sebesar 2 meter di atas lantai kendaraan. Tekanan angin: $P = 150 \text{ kg/m}^2 = 0,15 \text{ T/m}^2$



Gambar 3.13 Skema Pembebanan Angin

1. Gaya Akibat Angin

$$\begin{aligned}
 P1 &= A1 \cdot W \cdot 100\% \\
 &= (2 \times 30.8) \times 0.15 \times 100\% \\
 &= 9.24 \text{ T}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P2 &= A2 \cdot W \cdot 50\% \\
 &= ((1.7 + 1.25) \times 30.8) \times 0.15 \times 50\% \\
 &= 6.815 \text{ T}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P3 &= A3 \cdot W \cdot 25\% \\
 &= (1.7 \times 30.8) \times 0.15 \times 25\% \\
 &= 1.964 \text{ T}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Titik tangkap (Z)} &= \frac{(P1 \cdot Y1) + (P2 \cdot Y2) + (P3 \cdot Y3)}{\Sigma P} \\
 &= \frac{(9,24 \cdot 2,93) + (6,815 \cdot 1,48) + (1,964 \cdot 0,85)}{18,019} \\
 &= 2.155 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Mencari R_A

$$\Sigma M_B = 0$$

$$P1 \cdot Y1 + P2 \cdot Y2 + P3 \cdot Y3 - R_A \cdot 2,3 = 0$$

$$\begin{aligned}
 R_A &= \frac{P1 \cdot Y1 + P2 \cdot Y2 + P3 \cdot Y3}{2,3} \\
 &= \frac{9,24 \cdot 2,93 + 6,815 \cdot 1,48 + 1,964 \cdot 0,85}{2,3} \\
 &= 16.882 \text{ T}
 \end{aligned}$$

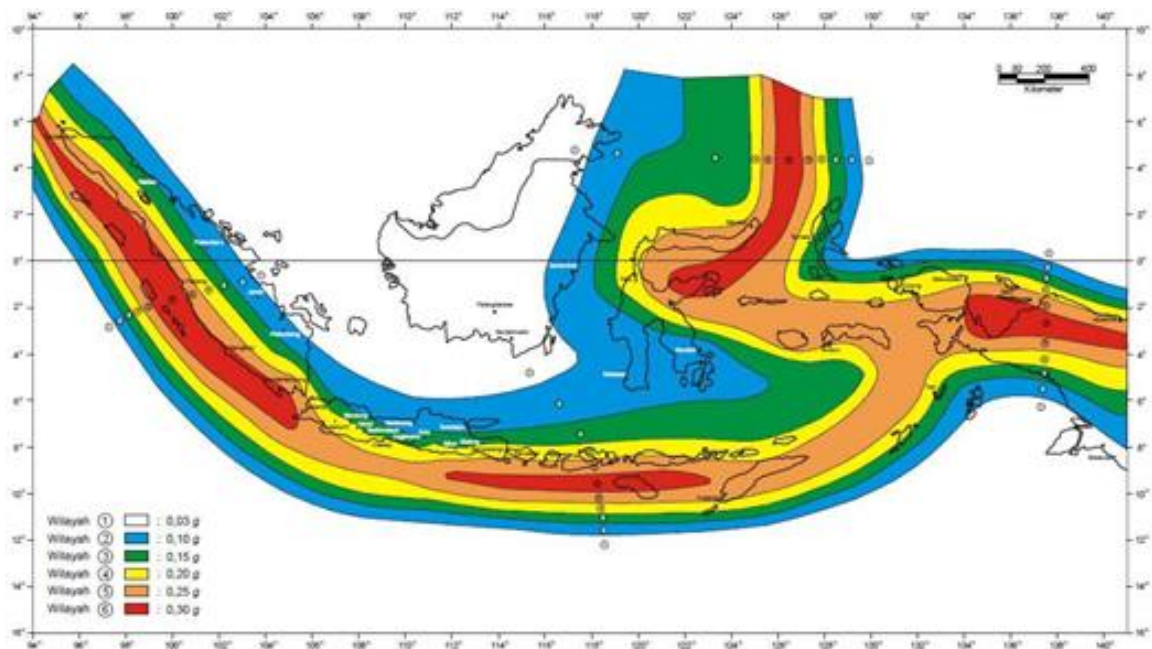
b. Beban Rem dan Traksi

Pengaruh gaya rem yang diperhitungkan senilai atau sebesar 5% dari muatan D tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada dan dalam satu jurusan. (Sumber PPPJJR tahun 1987 Bab III pasal 2 Beban Sekunder hal 15)

$$\begin{aligned} R_m &= 5\% \times ((P + (q \times l)) \\ &= 5\% \times ((66.551 + (12.124 \times 30.8)) \\ &= 5\% \times 439.970 \\ &= \mathbf{21.998 \text{ T}} \end{aligned}$$

c. Gaya Akibat Gempa Bumi (Gh)

Lokasi Simpang Susun Parigi Utara, Kota Tangerang Selatan menurut Peta percepatan gempa maksimum di batuan dasar (S_B) Indonesia dalam SNI 03-1726-2002 yang saat ini berlaku di Indonesia, termasuk daerah gempa 4 dengan koefisien gempa sebesar 0,20.



Gambar 3.14 Lokasi Proyek pada Pembagian Daerah Gempa

$$G_h = E \times G$$

Dimana, G_h = gaya gempa pada struktur yang ditinjau

E = muatan mati pada struktur

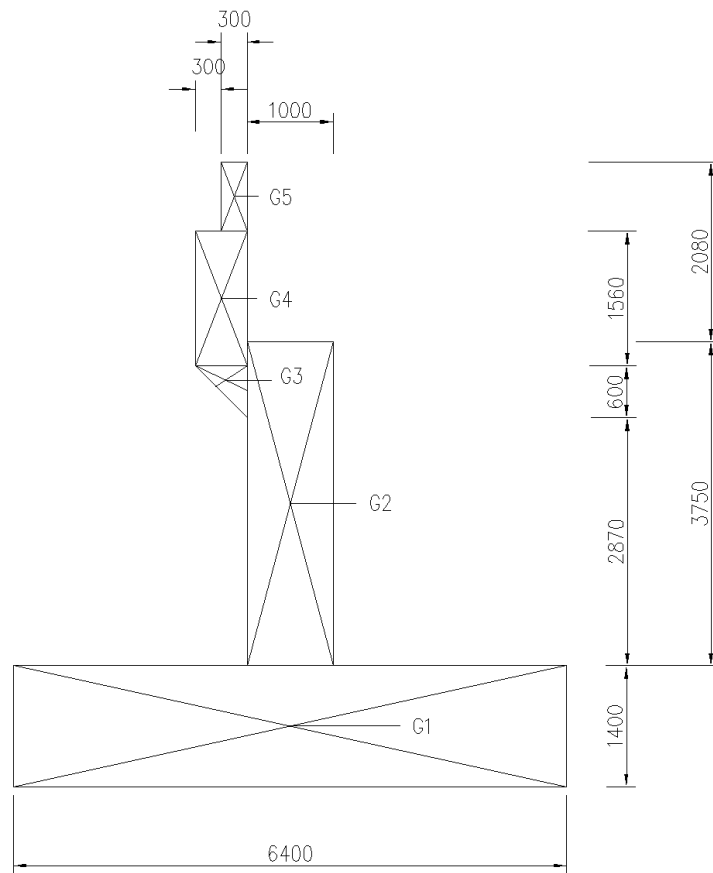
G = koefisien gempa

Gaya gempa pada beban mati jembatan:

$$G_{h1} = 0.20 \times \text{jumlah beban mati}$$

$$= 0.20 \times 367.35 \text{ ton}$$

$$= \mathbf{73.47 \text{ ton}}$$

Gambar 3.15 Gaya Gempa yang Bekerja pada *Abutment*Tabel 3.7 Gaya Gempa yang Bekerja pada *Abutment*

| No | Volume x γ_c x G | (T) |
|----|---|----------------|
| G1 | 1.4 x 6.4 x 30.8 x 2.5 x 0,20 | 137.984 |
| G2 | 1.0 x 3.75 x 30.8 x 2.5 x 0.20 | 57.75 |
| G3 | $\frac{1}{2}$ x 0.6 x 0.6 x 30.8 x 2.5 x 0.20 | 2.772 |
| G4 | 0.6 x 1.56 x 30.8 x 2.5 x 0.20 | 14.414 |
| G5 | 0.3 x 0.8 x 30.8 x 2.5 x 0.20 | 3.696 |
| | $\sum Gh_2$ | 216.616 |

d. Gaya Akibat Gesekan pada Tumpuan Bergerak (Gg)

Gaya yang timbul akibat gesekan pada tumpuan bergerak, terjadi karena adanya pemuaian dan penyusutan dari jembatan akibat perbedaan suhu. Gaya gesekan yang timbul ditentukan berdasarkan koefisien gerak pada tumpuan karet dan beton sebesar (0,15-0,18) diambil 0,18.

$$\text{Beban mati (M)} = 367.35 \text{ T}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya gesek (Gg)} &= 0,18 \times M \\ &= 0,18 \times 367.35 \\ &= \mathbf{66.123 \text{ T}} \end{aligned}$$