

**EVALUASI BANGUNAN BAWAH JEMBATAN RANGKA BAJA  
PEMATANG BENTENG KECAMATAN BATANG PERANAP  
KABUPATEN INDRAGIRI HULU****Ardiansyah**

Program Studi Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Islam Kuantan Singingi, Indonesia  
Jl. Gatot Subroto KM. 7 Kebun Nenas, Desa Jake, Kab. Kuantan Singingi

**ABSTRAK**

Jembatan mempunyai arti penting bagi setiap orang. Jembatan akan menjadi pengontrol volume dan berat lalu lintas yang dapat dilayani oleh sistem transportasi. Bila beban yang bekerja pada jembatan lebih besar dibandingkan daya dukung dari penopang semua beban (pondasi) yang akan disalurkan kepada kekuatan tanah, maka jembatan akan runtuh dalam artian tidak bisa digunakan untuk transportasi. Menurut Standar Bina Marga (SBM) tahun 2010 revisi 3 devisa 7 seksi 7.6 bahwa Yang dimaksud dengan pondasi tiang adalah komponen struktur berupatiang yang berinteraksi langsung dengan tanah yang berfungsi sebagai penopang akhir dan menyalurkan beban dari struktur jembatan ke tanah. Tiang pancang harus ditempatkan sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar. Penggeseran lateral kepalatiang pancang dari posisi yang ditentukan tidak boleh melampaui 75 mm dalam segala arah. Jembatan pematang benteng merupakan jembatan yang dibangun pada anggaran tahun 2014. Jembatan ini menghubungkan antara Desa Pematang Benteng, Pematang, Sukamaju, Selunak dan Desa Punt Kayu, Sei Aur. Bebanbeban yang bekerja pada jembatan ini diperoleh sesuai dengan hasil perencanaan, dan standar binamarga tahun 2010. Total beban vertikal yang ditimbulkan pada abutmen 1 adalah 568,9 ton dan total beban horizontal adalah 123,334 ton. Total beban mati yang ditimbulkan pada abutmen 2 adalah 661 ton, Total beban mati yang ditimbulkan pada pilar adalah 641,43 ton. Dari hasil analisa pembangunan tiang pancang aman untuk bangunan tersebut dimana, pada abutmen diperoleh  $Pult > Pmax$ ,  $109,4 > 105,13$  dan pada pilar diperoleh  $Pult > Pmax$ ,  $196,46 > 130,12$ .

**Kata Kunci : Jembatan, Beban yang bekerjadan, Daya dukung pondasi.****1. PENDAHULUAN**

Jembatan mempunyai arti penting bagi setiap orang. Akan tetapi tingkat kepentingannya tidak sama bagi tiap orang, sehingga akan menjadi suatu bahan studi yang menarik. Suatu jembatan tunggal diatas sungai kecil akan dipandang berbeda oleh tiap orang, sebab penglihatan/ pandangan masing-masing orang yang melihat berbeda pula. Seseorang yang melintasi jembatan setiap hari pada saat pergi bekerja, hanya dapat melintasi sungai bila ada jembatan, dan ia menyatakan bahwa jembatan adalah sebuah jalan yang diberi sandaran pada tepinya. Tentunya bagi seorang pemimpin pemerintahan dan dunia bisnis akan memandang hal yang berbeda pula.



Dari keterangan diatas, dapat dilihat bahwa jembatan merupakan suatu sistem transportasi untuk tiga hal, yaitu:

1. Merupakan pengontrolan kapasitas dari sistem,
2. Mempunyai biaya tertinggi per mil dari sistem,
3. Jika jembatan runtuh, sistem akan lumpuh.

Bila lebar jembatan kurang lebar untuk menampung jumlah jalur yang diperlukan oleh lalu lintas, jembatan akan menghambat laju lalu lintas. Dalam hal ini jembatan akan menjadi pengontrol volume dan berat lalu lintas yang dapat dilayani oleh sistem transportasi. Oleh karena itu, jembatan dapat dikatakan mempunyai fungsi keseimbangan (balancing) dari sistem transportasi. Pada saat yang penting untuk membangun jembatan, akan muncul pertanyaan: Jenis jembatan apa yang tepat untuk dibangun? Dari catatan desain, ada banyak kemungkinan. Sehingga kreativitas dan kemampuan perencana memainkan peranan besar dalam menjawab pertanyaan di atas. Kreativitas perencana jembatan seharusnya didasarkan pada disiplin bidang rekayasa (engineering). Hal tersebut juga penting untuk sebagai bahan masukan dalam penentuan material yang akan digunakan dalam pembangunan jembatan sebelum proses perencanaan. Selain hal-hal tersebut di atas juga penting bagi perencana dalam mengumpulkan dan menganalisis data jembatan yang pernah dibangun dan mengaplikasikannya berdasarkan hasil analisis yang telah dibuatnya. Pengetahuan akan teknik jembatan dan pengalaman praktis di lapangan juga memiliki nilai masukan yang sangat berarti. Jembatan pematang benteng merupakan jembatan yang dibangun pada anggaran tahun 2014. Jembatan ini menghubungkan antara Desa Pematang Benteng, Pematang, Sukamaju, Selunak dan Desa Pundi Kayu, Sei Aur, Peladangan, yang selama ini arus transportasi berjalan kurang baik yang diakibatkan karena penyeberangan di Sungai Batang Peranap dengan alat penyeberangan ponton/ pompong cukup memprihatinkan.

Jembatan pematang benteng merupakan tempat kinerja kerja praktek yang peneliti lakukan pada tahun 2014, keinginan untuk memperoleh ilmu yang sempurna, pada jembatan Pematang benteng akan dilakukan penelitian yang berjudul, Evaluasi Bangunan Bawah Jembatan Rangka Baja Pematang Benteng Kecamatan Batang Peranap Kabupaten Indragiri Hulu.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Teknik Pengumpulan Data**

Dalam tahapan ini meliputi kegiatan pengambilan data baik data primer maupun data sekunder.

#### **a. Data primer**

Data primer diperoleh dari survey langsung di lokasi baik berupa data visual dan pengukuran dilapangan terhadap kondisi Jembatan Pematang Benteng Kecamatan Batang Peranap Kabupaten Indragiri Hulu.

#### **b. Data sekunder,**

Data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait seperti Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Indragiri Hulu. Data tersebut antara lain :

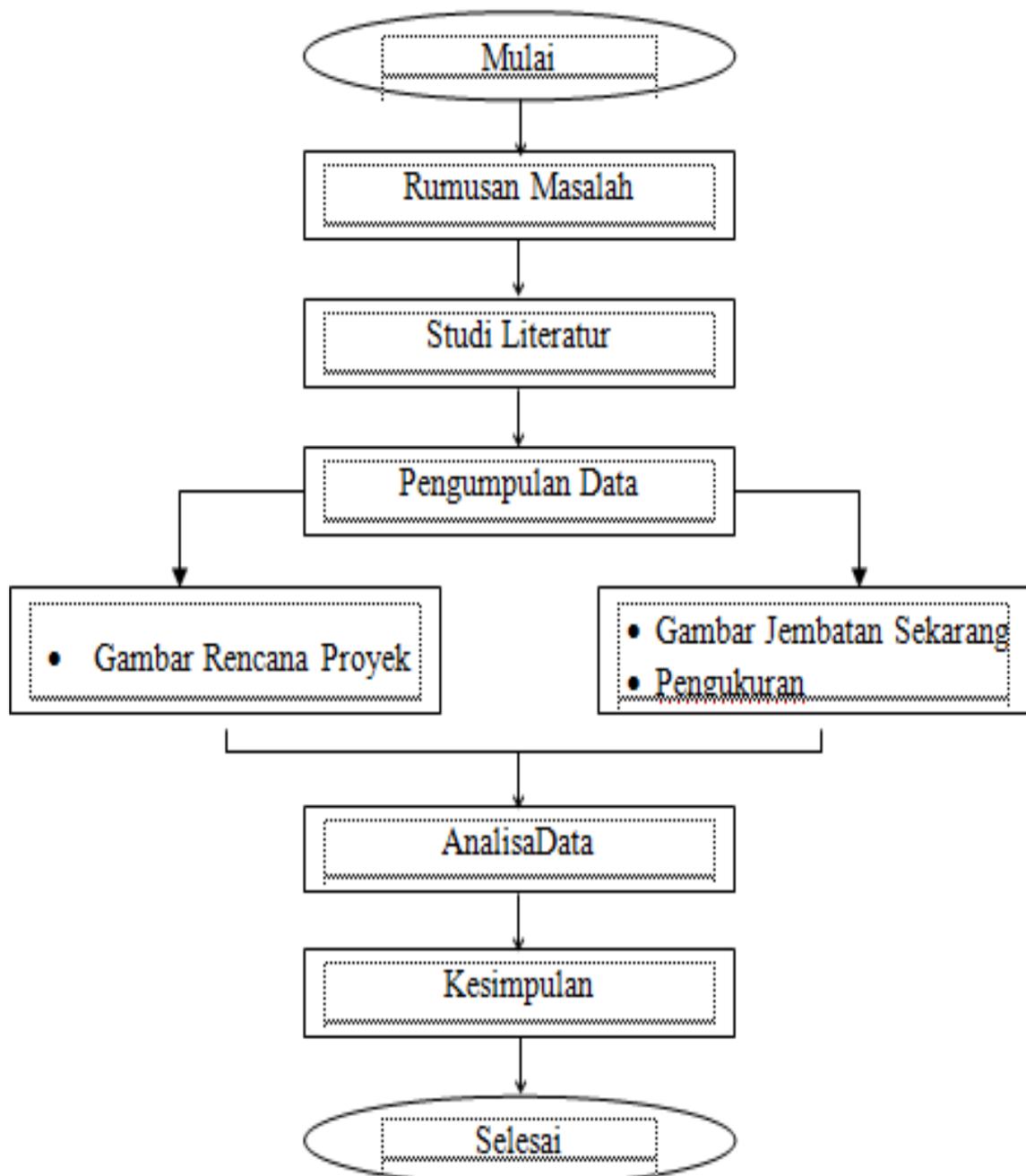
1. Peta lokasi jembatan,
2. Gambar rencana (shop drawing) jembatan.
3. Data desain jembatan.

## 2.2 Analisa

Pada tahapan ini dilakukan penilaian terhadap data perencanaan dengan hasil perencanaan sesuai dengan Standar Bina Marga 2010 revisi 3.

## 2.3 Diagram Alir Penelitian

Secara umum penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap kerja, tahapan – tahapan kerja dapat dilihat pada gambar berikut :



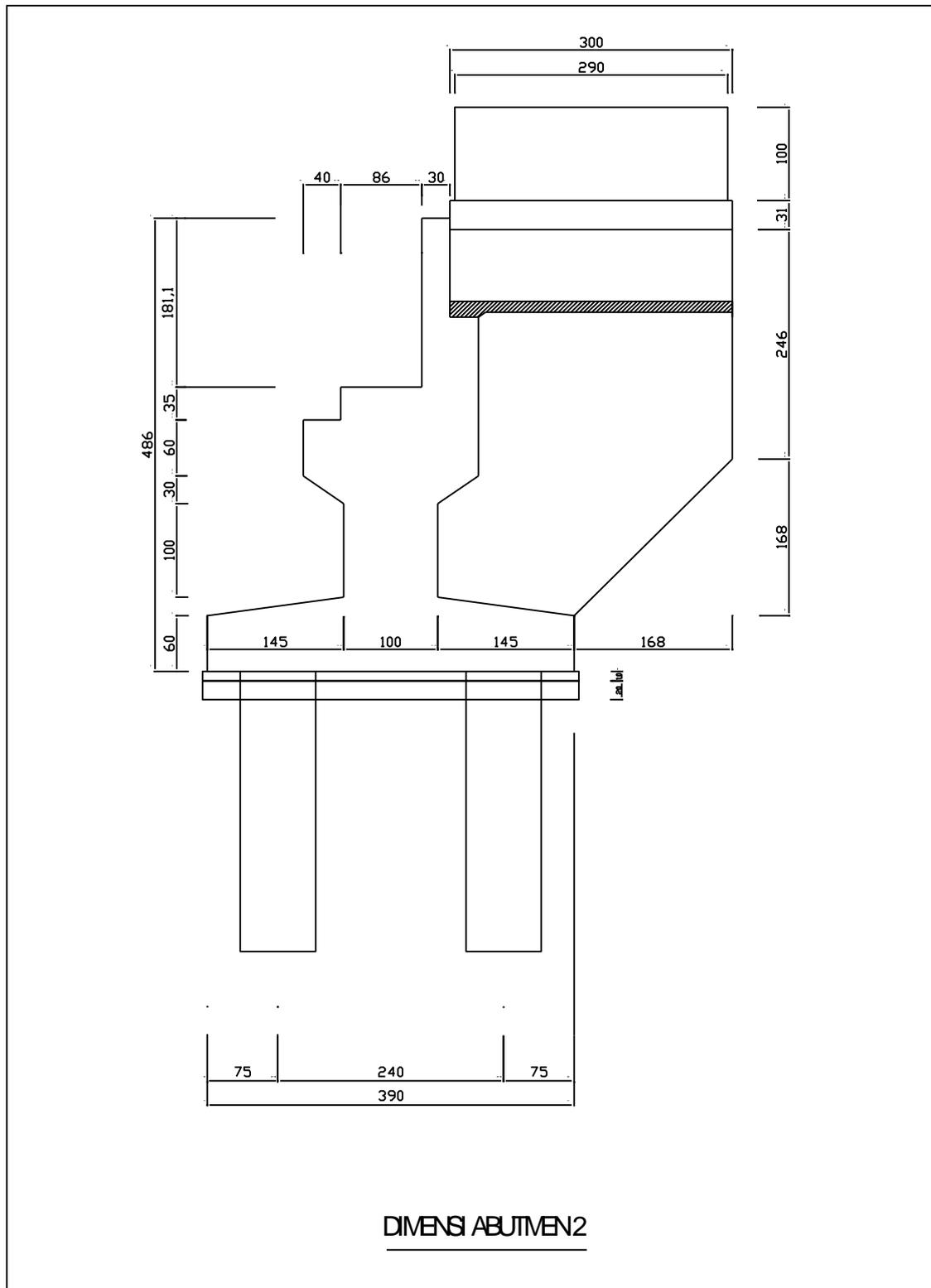
Gambar 1. Bagan Alir Kegiatan



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Abutmen dan Pilar

##### A. Abutmen 1



Gambar 2. Dimensi Abutmen 1



**Gambar 3. Survey Abutment 1**

Pembebanan pada abutmen

Gaya-gaya yang bekerja pada abutmen antara lain :

Gaya Vertikal

- a. Berat sendiri
- b. Beban mati bangunan atas
- c. Gaya akibat beban vertikal tanah

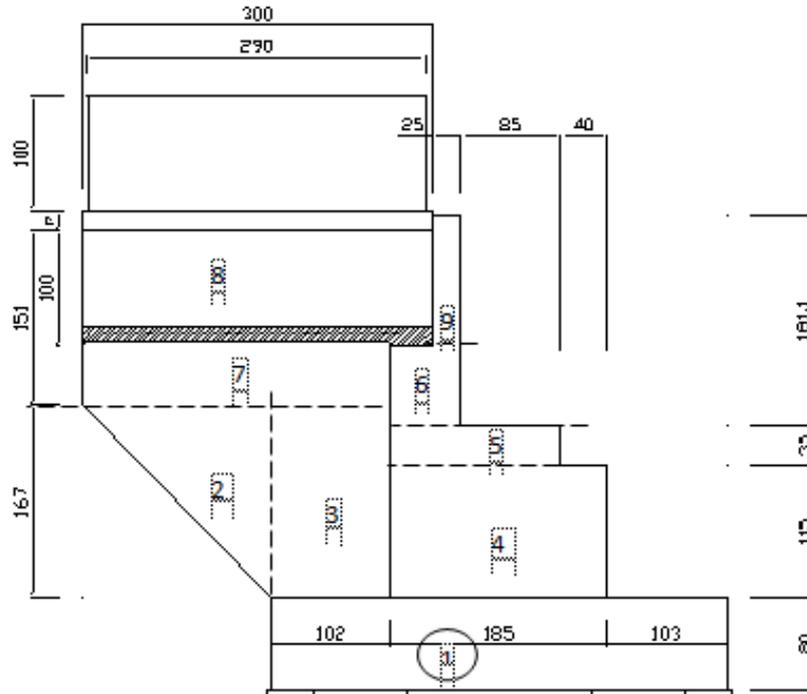
Gaya Horizontal

- a. Beban hidup bangunan atas
- b. Gaya horisontal akibat rem dan traksi
- c. Gaya akibat tekanan tanah aktif
- d. Gaya gesek tumpuan bergerak
- e. Gaya gempa

Gaya Vertikal pada Abutmen 1

- a. Berat sendiri

Gaya akibat berat sendiri abutmen



**Gambar 4. Pembagian Abutmen 1**

**Tabel 1. Perhitungan Titik Berat Abutmen 1**

No	B	h	A	x	y	A x x	A x y	W
1	3.9	0.8	3.12	1.95	0.4	6.084	1.248	62.4
2	1.63	1.67	1.361	4.44	1.91	6.043	2.6	27.22
3	1.02	1.67	1.703	3.39	1.635	5.775	2.785	34.07
4	1.85	1.15	2.128	2.975	1.375	6.329	2.925	42.55
5	1.1	0.35	0.385	2.33	2.125	0.897	0.818	7.7
6	0.6	0.81	0.486	2.705	2.708	1.315	1.316	9.72
7	2.65	0.34	0.901	4.205	2.64	3.789	2.379	18.02
8	3	1.17	3.51	4.03	3.395	14.15	11.92	70.2
9	0.25	1.15	0.288	2.405	3.536	0.691	1.017	5.75
Total			13.88			45.07	27.00	277.6

Titik berat penampaang abutmen

$$X = \frac{\sum A x x}{\sum A} = 3,247 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\sum A x y}{\sum A} = 1,945 \text{ m}$$



a. Berat sendiri abutmen :

$$W = 277,6 \text{ ton}$$

$$\text{Momen yang terjadi} = 277,6 \times 3,247 = 901,36 \text{ tm}$$

b. Beban mati akibat bangunan atas

1) Lapis perkerasan =  $7 \cdot 29,99 \cdot 0,1 \cdot 2,2 = 46,185 \text{ ton}$

2) Air hujan =  $7 \cdot 29,99 \cdot 0,05 \cdot 1,0 = 10,496 \text{ ton}$

3) Plat lantai =  $7 \cdot 29,99 \cdot 0,2 \cdot 2,5 = 104,965 \text{ ton}$

4) Balok prategang =  $7 \cdot 29,99 \cdot 0,7235 \cdot 2,5 = 379,71 \text{ ton}$

5) Perakitan komposit = 41,251 ton

6)  $\Sigma W = 582,607 \text{ ton}$

$$\text{Jadi total beban mati abutmen} = 0,5 \cdot 582,607 = 291,304 \text{ ton}$$

c. Gaya akibat beban vertical tanah

Pada abutment 1 tidak ada gaya yang vertical yang ditimbulkan oleh tekanan tanah aktif. Total beban vertical yang ditimbulkan adalah  $277,6 \text{ ton} + 291,304 \text{ ton} = 568,9 \text{ ton}$

$$M = 568,9 \times 3,247 = 1847,22 \text{ tm}$$

Gaya Horizontal Abutmen 1

a) Gaya horizontal akibat rem dan traksi

Beban hidup

$$q = (5,5/2,75) \times 2,1633 \times 29,99 = 129,798 \text{ ton}$$

$$q = (2,5/2,75) \times 2,1633 \times 29,99 \times 0,5 = 29,45 \text{ ton}$$

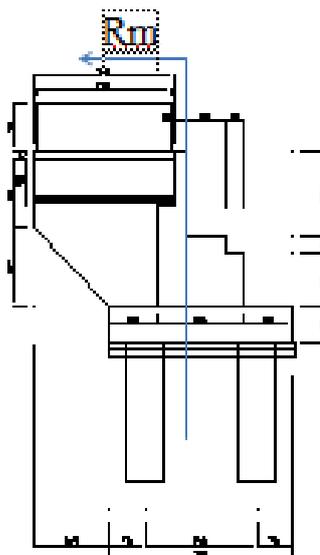
$$P = (5,5/2,75) \times 12 = 24 \text{ ton}$$

$$P = (2,5/2,75) \times 12 \times 0,5 = 5,454 \text{ ton}$$

$$\text{Total} = 188,702 \text{ ton}$$

$$R_m = 5\% \text{ Total beban}$$

$$= 5\% \times 188,702 = 9,435 \text{ ton}$$



**Gambar 5. Gaya horizontal akibat rem dan traksi**

$$\text{Lengan gaya terhadap titik G} = 4,2 \text{ m}$$

$$\text{Momen gaya terhadap titik G} = MR_m = 9,433 \times 4,2 = 42,987 \text{ tm}$$



b) Gaya akibat tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2(45 - \phi/2)^\circ$$

$$K_{a1} = \tan^2(45 - 16/2)^\circ = 0,568$$

$$K_{a2} = \tan^2(45 - 18/2)^\circ = 0,528$$

Gaya tekanan tanah aktif

$$P_1 = \frac{1}{2} \times \gamma_1 \times K_{a1} \times H_1^2 \times \text{Labutment} = \frac{1}{2} \times 1,6272 \times 0,568 \times 30 \times 20$$

$$P_1 = 83,182 \text{ ton}$$

$$P_2 = \gamma_1 \times K_{a1} \times H_1 \times H_2 \times \text{Labutment} = 1,6272 \times 0,568 \times 3 \times 4 \times 20 = 221,819 \text{ ton}$$

$$P_3 = \frac{1}{2} \times \gamma_2 \times K_{a2} \times H_2^2 \times \text{Labutment} = \frac{1}{2} \times 1,632 \times 0,528 \times 42 \times 20 = 137,871 \text{ ton}$$

$$P_4 = K_{a1} \times q \times (H_1 + H_2) \times \text{Labutment} = 0,568 \times 2,1633 \times (3 + 4) \times 20 = 172,025 \text{ ton}$$

$$P_{\text{tot}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 83,182 + 221,819 + 137,871 + 172,025 = 614,897 \text{ ton}$$

$$M_1 = (83,182) (5) = 415,910 \text{ tm}$$

$$M_2 = (221,819) (2) = 443,638 \text{ tm}$$

$$M_3 = (137,871) (1,333) = 183,782 \text{ tm}$$

$$M_4 = (172,025) (3,5) = 602,087 \text{ tm}$$

$$M_{\text{tot}} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 = 415,910 + 443,638 + 183,782 + 602,087 = 1645,417 \text{ tm}$$

$$Y = \frac{614,897 \times 1645,417}{614,897} = 2,676 \text{ m}$$

Gaya gesek tumpuan bergerak

$$F = f \times W_d$$

Dimana ;

F = gaya gesek tumpuan dengan balok

f = koefisien gesek antara karet dengan beton/baja (f = 0,15-0,18)

W<sub>ba</sub> = Beban mati bangunan atas = 291,304 ton

$$g = 0,15 \times 291,304 = 43,69 \text{ ton}$$

Lengan gaya terhadap titik G = 4,2 m

$$\text{Momen gaya terhadap titik G} = M_{Gg} = 43,69 \times 4,2 = 1835,21 \text{ tm}$$

c) Gaya gempa

Gaya gempa arah memanjang :

$$T = C \times W$$

dimana :

T = gaya horizontal akibat gempa

C = koefisien gempa = 0,14

W = Muatan mati dari bagian konstruksi yang ditinjau (ton).

- Gaya gempa terhadap bangunan atas :

$$W_{ba} = 291,304 \text{ ton}$$

$$T_{ba} = 0,14 \times 291,304 = 40,78 \text{ ton}$$

Lengan gaya terjadi pada titik G = 4,2 m

$$\text{Momen terhadap titik G} = M_{ba} = 40,78 \times 4,2 = 171,29 \text{ tm}$$

- Gaya gempa terhadap Abutment :

$$W_{ab} = 277,6 \text{ ton}$$

$$T_{ab} = 0,14 \times 277,6 = 38,864 \text{ ton}$$

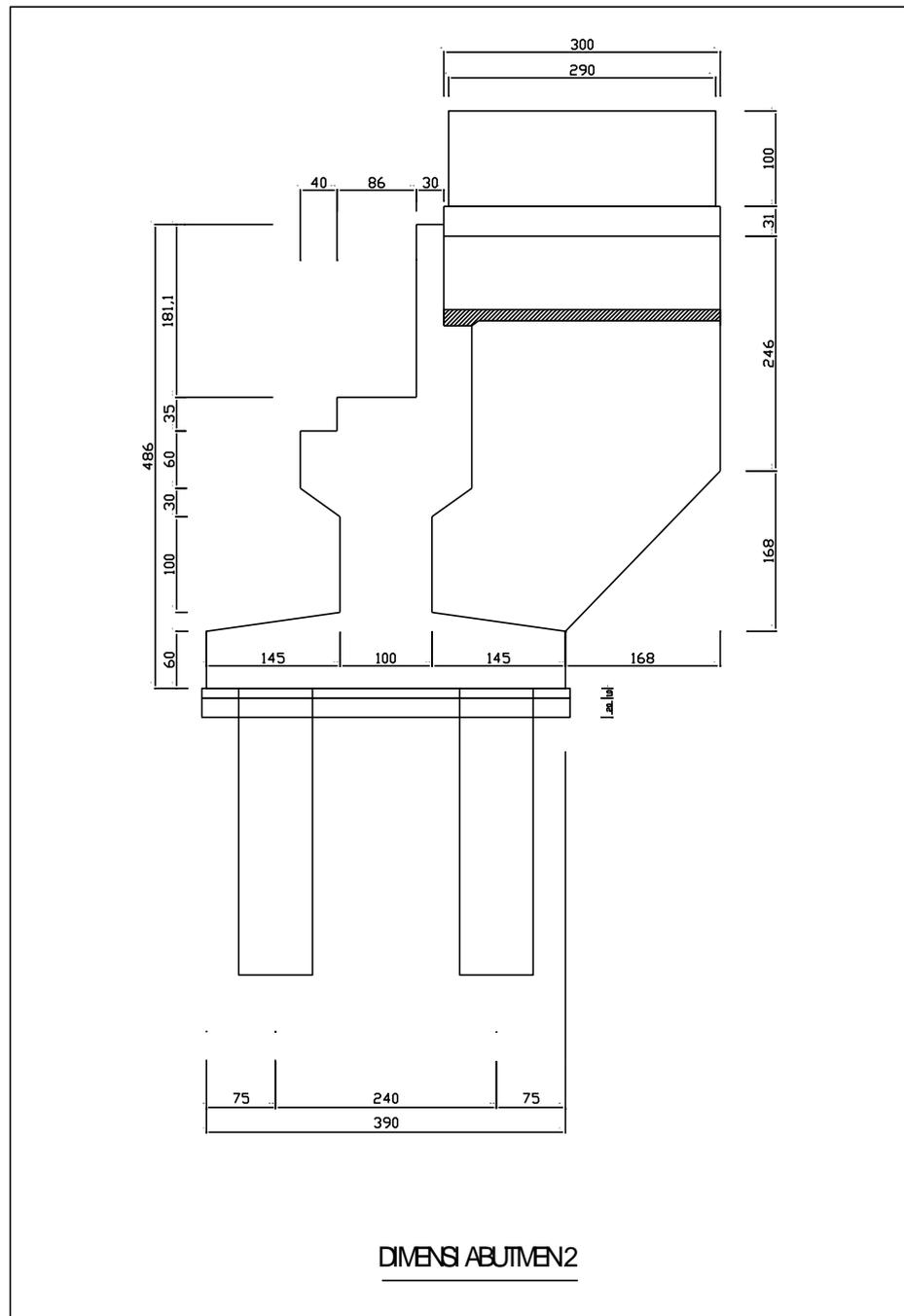
Lengan gaya terhadap titik G = 3,247 m

$$\text{Momen terhadap titik G} = 38,864 \times 3,247 = 126,19 \text{ tm}$$



Total beban Vertikal = 568,9 ton  
Total beban Horizontal = 123,334 ton

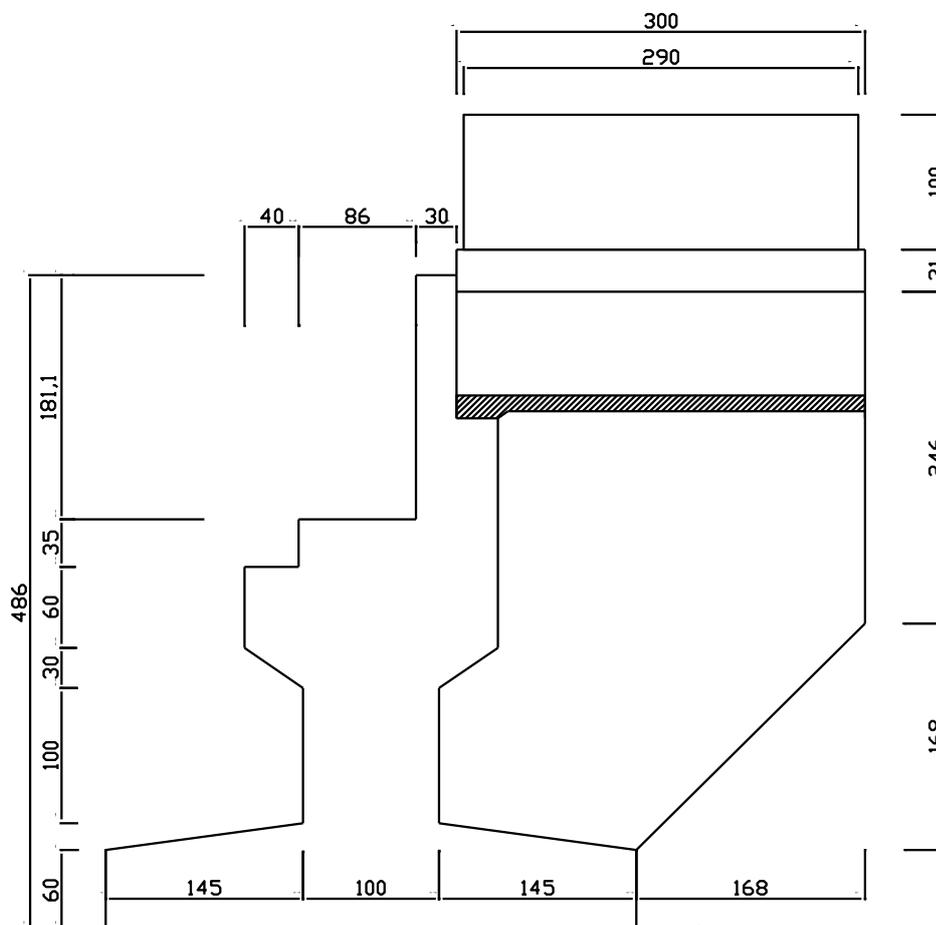
## B. Abutmen 2



**Gambar 6. Dimensi Abutment 2**

Gaya Vertikal pada Abutmen 2

- a. Berat sendiri  
Gaya akibat berat sendiri abutmen



**Gambar 7. Pembagian Abutmen 2**

**Tabel 2. Perhitungan Titik Berat Abutmen 2**

No	b	H	A	X	y	A x x	A x y	W
1	3.9	0.6	2.34	1.95	0.3	4.563	0.702	46.8
2	1.45	0.019	0.014	0.96	0.6	0.013	0.008	0.276
3	1	1.01	1.01	1.95	1.1	1.97	1.111	20.2
4	1.45	0.04	0.058	3.17	0.6	0.184	0.035	1.16
5	1.45	1	1.45	3.17	1.1	4.597	1.595	29
6	1.68	1.68	1.411	4.46	1.72	6.294	2.427	28.22
7	1.3	0.3	0.39	1.95	1.75	0.761	0.683	7.8
8	0.35	0.3	0.053	2.47	1.67	0.13	0.088	1.05
9	1.1	0.65	0.715	3.18	1.9	2.274	1.359	14.3
10	1.91	0.6	1.146	1.95	2.2	2.235	2.521	22.92



11	2.65	1.56	4.134	4.19	2.46	17.32	10.17	82.68
12	1.51	0.6	0.906	2.12	2.68	1.921	2.428	18.12
13	0.65	0.7	0.455	0.247	2.9	0.112	1.32	9.1
14	0.3	1.11	0.333	2.3	4.3	0.766	1.432	6.66
15	3.13	1.3	4.069	4.01	4.35	16.32	17.7	81.38
Total			18.48			59.46	43.58	369.7

Titik berat penampaang abutmen

$$X = \frac{\sum A x x}{\sum A} = 3,22 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\sum A x y}{\sum A} = 2,36 \text{ m}$$

Berat sendiri abutmen :

$$W = 369,7 \text{ ton}$$

$$\text{Momen yang terjadi} = 369,7 \times 3,22 = 1190,43 \text{ tm}$$

b. Beban matiakibat bangunan atas

- Lapis perkerasan =  $7 \cdot 29,99 \cdot 0,1 \cdot 2,2 = 46,185 \text{ ton}$
- Air hujan =  $7 \cdot 29,99 \cdot 0,05 \cdot 1,0 = 10,496 \text{ ton}$
- Plat lantai =  $7 \cdot 29,99 \cdot 0,2 \cdot 2,5 = 104,965 \text{ ton}$
- Balokprategang =  $7 \cdot 29,99 \cdot 0,7235 \cdot 2,5 = 379,71 \text{ ton}$
- Perakitankomposit = 41,251 ton
- $\Sigma W = 582,607 \text{ ton}$

$$\text{Jadi total beban mati buatabutmen} = 0,5 \cdot 582,607 = 291,304 \text{ ton}$$

c. Gaya akibat beban vertical tanah

Pada abutment 1 tidak ada gaya vertical yang ditimbulkan oleh tekanan tanah aktif.

Total beban mati yang ditimbulkan adalah  $369,7 \text{ ton} + 291,304 \text{ ton} = 661 \text{ ton}$ .

Gaya Horizontal Abutmen 2

a. Gaya horizontal akibat rem dan traksi

Beban hidup

$$q = (5,5/2,75) \times 2,1633 \times 29,9 = 129,798 \text{ ton}$$

$$q = (2,5/2,75) \times 2,1633 \times 29,9 \times 0,5 = 29,45 \text{ ton}$$

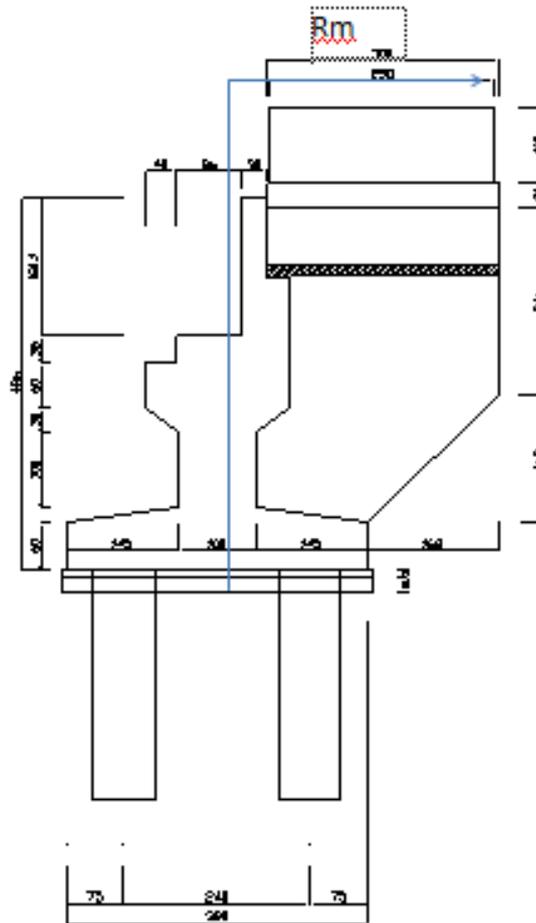
$$P = (5,5/2,75) \times 12 = 24 \text{ ton}$$

$$P = (2,5/2,75) \times 12 \times 0,5 = 5,454 \text{ ton}$$

$$\text{Total} = 188,702 \text{ ton}$$

$$R_m = 5\% \text{ Total beban}$$

$$= 5\% \times 188,702 = 9,435 \text{ ton}$$



**Gambar 8. Gaya Horizontal Abutmen 2**

Lengan gaya terhadap titik G = 5,88 m

Momen gaya terhadap titik G =  $M R_m = 9,433 \times 5,88$

= 51,789 tm

b. Gaya akibat tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)^\circ$$

$$K_{a1} = \tan^2 (45 - 16/2)^\circ = 0,568$$

$$K_{a2} = \tan^2 (45 - 18/2)^\circ = 0,528$$

Gaya tekan antanah aktif

$$P_1 = \frac{1}{2} \times \gamma_1 \times K_{a1} \times H_1^2 \times \text{Labutment} = \frac{1}{2} \times 1,6272 \times 0,568 \times 30 \times 20 = 83,182 \text{ ton}$$

$$P_2 = \gamma_1 \times K_{a1} \times H_1 \times H_2 \times \text{Labutment} = 1,6272 \times 0,568 \times 3 \times 4 \times 20 = 221,819 \text{ ton}$$

$$P_3 = \frac{1}{2} \times \gamma_2 \times K_{a2} \times H_2^2 \times \text{Labutment} = \frac{1}{2} \times 1,632 \times 0,528 \times 42 \times 20 = 137,871 \text{ ton}$$

$$P_4 = K_{a1} \times q \times (H_1 + H_2) \times \text{Labutment} = 0,568 \times 2,1633 \times (3 + 4) \times 20 = 172,025 \text{ ton}$$

$$P_{\text{tot}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 83,182 + 221,819 + 137,871 + 172,025 = 614,897 \text{ ton}$$

$$M_1 = (83,182) (5) = 415,910 \text{ tm}$$

$$M_2 = (221,819) (2) = 443,638 \text{ tm}$$

$$M_3 = (137,871)(1,333) = 183,782 \text{ tm}$$

$$M_4 = (172,025) (3,5) = 602,087 \text{ tm}$$



$$\begin{aligned} M_{tot} &= M_1 + M_2 + M_3 + M_4 = 415,910 + 443,638 + 183,782 + 602,087 \\ &= 1645,417 \text{ tm} \\ Y &= 614,8971645,417 = 2,676 \text{ m} \end{aligned}$$

Gaya gesek tumpuan bergerak

$$F = f \times W_d$$

Dimana ;

F = gaya gesek tumpuan dengan balok

f = koefisien gesekan tarakaret dengan beton/baja (f = 0,15-0,18)

W<sub>ba</sub> = Beban mati bangunan atas = 369,7 ton

$$g = 0,15 \times 369,7 = 85,532 \text{ ton}$$

Lengan gaya terhadap titik G = 5,88 m

$$\text{Momen gaya terhadap titik G} = MG_g = 85,532 \times 5,88$$

c. Gaya gempa

Gaya gempa arah memanjang :

$$T = C \times W$$

dimana :

T = gaya horizontal akibat gempa

C = koefisien gempa = 0,14

W = Muatan mati dari bagian konstruksi yang ditinjau (ton).

- Gaya gempa terhadap bangunan atas :

$$W_{ba} = 582,607 \text{ ton}$$

$$T_{ba} = 0,14 \times 582,607 = 79,8301 \text{ ton}$$

Lengan gaya terhadap titik G = 5,88 m

$$\text{Momen terhadap titik G} = M_{ba} = 79,8301 \times 5,88 = 375,2015 \text{ ton}$$

- Gaya gempater hadap Abutment :

$$W_{ab} = 369,7 \text{ ton}$$

$$T_{ab} = 0,14 \times 369,7 = 52,395 \text{ ton}$$

Lengan gaya terhadap titik G = 2,326 m

$$\text{Momen terhadap titik G} = 52,395 \times 2,326 = 121,8708 \text{ ton}$$

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

1. Beban beban yang bekerja diperoleh sesuai dengan hasil perencanaan, Total beban vertikal yang ditimbulkan pada abutmen 1 adalah 568,9 ton dan total beban horizontal adalah 123,334 ton. Total beban mati yang ditimbulkan pada abutmen 2 adalah 661 ton, Total beban mati yang ditimbulkan pada pilar adalah 641,43 ton.
2. Dari hasil analisa pembangunan tiang pancang aman untuk bangunan tersebut dimana, pada abutmen diperoleh  $P_{ult} > P_{max}$ ,  $109,4 > 105,13$  dan pada pilar diperoleh  $P_{ult} > P_{max}$ ,  $196,46 > 130,12$ .
3. Menurut Peraturan Pondasi Tiang Menurut Standar Bina Marga (SBM) tahun 2010 revisi 3 devisa 7 seksi 7.6 bahwa beban – beban yang bekerja pada struktu rbawah dan perbandingan desain bangunan bawah dengan analisa peneliti sudah sesuai dengan Standar Bina Marga (SBM) tahun 2010 revisi 3 devisa 7 seksi 7.6



#### 4.2 Saran

Diharapkan kepada peneliti selanjutnya diteliti evaluasi mengenai bangunan atas jembatan baik itu terhadap jembatan rangka dan lain sebagainya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manukoa. 2006. *Perhitungan Pembebanan Lalu Lintas menurut BMS 1992 dan RSNI 2014 yang terdiri atas Beban Lajur "D" dan Beban Truk "T" pada Struktur Jembatan Sederhana Bentang 6 m sampai 30 m.*
- [2] H.Y, Desniar. 2007. *Evaluasi Keamanan Struktur Jembatan Panasan.*
- [3] Ambarwati, Endah. 2009. *Penilaian Kondisi Struktur Atas Jembatan Gelagar Baja Komposit Pasca Banjir (Studi Kasus: Jembatan Keduang Kabupaten Wonogiri).* Program Pascasarjana. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [4] Carvalho, Estevao. 2012. *Perencanaan Struktur Bangunan Bawah Jembatan Welelo pada Ruas Jalan Viqueque – Same Timor Leste.* Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya.
- [5] Herianto, Nodi. 2015. *Tinjauan Perhitungan Beban Yang Bekerja Pada Jembatan Rawang Binjai (Balok T) Ruas Jalan Pauh Angit – Rawang Binjai. Kec.Pangean Kab.Kuantan Singingi.* Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Islam Kuantan Singingi Teluk Kuantan.
- [6] Wafiroh, Siti. 2015. *Evaluasi Perbandingan Penggunaan Jembatan Beton Bertulang Tipe Balok T Kelas B dengan Beton Bertulang Kelas A ( Studi Kasus: Jembatan Sei Dalas, Ruas Jalan Jake – Koto Kombu, Kec.Hulu Kuantan, Kab.Kuantan Singingi).* Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Islam Kuantan Singingi Teluk Kuantan.
- [7] DR. IR. Bambang Supriyono, CES., DEA dan Agus Setyo Muntohar, ST, 2000, Judul Buku: *Perencanaan Jembatan (Edisi Pertama)* ISBN: 979-8541-17-0, Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM dan Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [8] [UNIKS] Universitas Islam Kuantan Singingi. 2015. *Pedoman Penulisan Tugas Akhir/Skripsi dan Kerja Praktek.* Teluk Kuantan: Program Studi Teknik Sipil