

STUDI KASUS ANALISIS DAYA DUKUNG ABUTMENT TERHADAP BEBAN JEMBATAN SUKADANA 1 KECAMATAN KASEMEN

Bambang Hariyanto¹, Alpid², Telly Rosdiyani³, Ma'ulfi Kharis Abadi⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No.73 Kota Serang, Banten

Email : jos.bambang@gmail

Email : alpidhalkahfi@gmail.com

Email : tellyrosdiyani004@gmail.com

Email: maulfikharisabadi@unbaja.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan prasarana transportasi darat merupakan salah satu program utama Pemerintah Provinsi Banten dalam mendorong pertumbuhan perekonomian. Pertumbuhan perekonomian yang disertai peningkatan jumlah penduduk, menyebabkan peningkatan jumlah kendaraan, peningkatan lalu lintas angkutan barang/jasa yang menyebabkan pembebanan bertambah, fenomena halnya Jembatan sukadana yang terletak di kecamatan kasemen kota Serang. Jembatan ini merupakan sarana transportasi darat yang cukup penting dan sibuk, sebagai akses utama transportasi darat menuju kawasan sehingga perlunya menganalisis struktur desain bagian bawah jembatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa daya dukung struktur bawah, stabilitas serta penulangan dengan dimensi yang telah ditentukan. Dalam penganalisaan ini diperlukan data primer dan skunder yang harus dikumpulkan. Adapun metode pengumpulan data berasal hasil observasi, wawancara dan literature pendukung sebagai referensi. Hasil dari analisa daya dukung tanah di dapatkan nilai $Q_{ult} = 7,111 \text{ t/m}^3$ dan $Q_{all} = 2,370 \text{ t/m}^3$ lebih kecil dari kontrol tegangan. Hasil stabilitas *abutment* yang ditinjau pada saat waktu normal yaitu stabilitas terhadap geser = 6,370, stabilitas terhadap gaya guling = 6,558, dan stabilitas eksentrisitas = -0,237. Penulangan dinding *abutment* menggunakan tulangan D 22 – 250 dengan tulangan bagi D 16 – 250. Penulangan *footing abutment* menggunakan tulangan D 19 – 250 dengan tulangan bagi D 16 – 250. Penulangan *Wing Wall Abutment* menggunakan tulangan D 19 – 125 dengan tulangan bagi D 13 – 125. Penulangan Plat Injak *Abutment* menggunakan tulangan D 16 – 250 dengan tulangan bagi D 13 – 250.

Kata Kunci : *Abutment*, Stabilitas, Daya Dukung, Jembatan Sukadana

1. PENDAHULUAN

Pembangunan prasarana transportasi darat merupakan salah satu program utama Pemerintah Provinsi Banten dalam mendorong pertumbuhan perekonomian. Pertumbuhan perekonomian yang disertai peningkatan jumlah penduduk, menyebabkan peningkatan jumlah kendaraan, peningkatan lalu lintas angkutan barang/jasa yang menyebabkan pertambahan pembebanan struktur, hal ini tentunya perlu diimbangi dengan penambahan jaringan jalan baru ataupun penambahan kapasitas jalan eksisting yang terdapat di kawasan tersebut. Provinsi Banten sebagai penyanggah ibukota DKI Jakarta merupakan salah satu provinsi yang sedang melakukan banyak pembangunan infrastruktur guna menunjang kehidupan masyarakatnya, dengan perkembangan serta pertumbuhan penduduk yang begitu pesat mengakibatkan meningkatnya antar lain jalan dan jembatan,. Hal ini mendorong para perencana, pelaksana, dan pengawas pembangunan untuk menindak lanjuti seberapa jauh konsep-konsep teknologi itu dapat di terapkan dalam bidang pembangunan.

Salah satu akses transportasi darat yang semakin ramai dilalui adalah Jembatan Jalan Raya yang berada di Sukadana, Kecamatan Kasemen. Jalan tersebut merupakan jalan utama menuju tempat pariwisata Masjid Agung Banten Lama dan tempat wisata lainnya. Jembatan jalan raya yang berada di Sukadana,

Kecamatan Kasemen merupakan jembatan yang melintasi anak sungai Cibanten di bawahnya, dengan lalu lintas jalan raya yang ramai dilalui kendaraan di atasnya, seperti : bus pariwisata, truck, kendaraan roda empat, kendaraan roda dua dan lain sebagainya. Dengan melihat dari situasi maupun kondisi yang terjadi dari atas maupun bawah jembatan, maka diperlukannya analisis struktur desain bangunan bawah jembatan agar mampu berdiri kokoh memikul beban pada jembatan. Struktur bangunan bawah (abutment) mempunyai peran yang sangat penting dalam komposisi struktur jembatan, abutment berfungsi sebagai penerus gaya dan beban yang bekerja pada bagian atas jembatan untuk disalurkan ke lapisan tanah pondasi. Adapun dalam penelitian ini akan dibahas analisis daya dukung bangunan bawah abutment sehingga abutment dapat berdiri dengan kokoh serta stabil dan mampu menopang beban jembatan. Dengan demikian penelitian analisis ini untuk dapat mengetahui daya dukung Abutment, Kesetabilitas bangunan bawah serta mengetahui analisis penulangan struktur bawah abutment tersebut.

Jalan dan Jembatan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel, (PP Republik Indonesia UU No.34 Pasal 1 Ayat 3, 2006). Adapun definisi jembatan adalah suatu konstruksi yang dibangun untuk melewati massa (lalu-lintas,air) lewat atas suatu penghalang. Jembatan dibangun dengan umur rencana 100 tahun untuk jembatan besar. jembatan panjang minimum dapat digunakan 50 tahun. Ini berarti, disamping kekuatan dan kemampuan untuk melayani beban lalu lintas, perlu diperhatikan juga bagaimana pemeliharaan jembatan yang baik, (Fitria, 2013).

Menurut Supriyadi & Muntohar, (2007) 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 setiap 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.

Menurut Asiyanto, (2012), yang dimaksud jembatan beton adalah bangunan jembatan yang strukturnya menggunakan material beton bertulang khususnya pada bangunan atas (*upper structure*). Jembatan ditinjau dari material strukturnya dapat diurutkan sebagai berikut :

1. Jembatan kayu/bambu
2. Jembatan baja
3. Jembatan beton
4. Jembatan komposit (beton dan baja).

Fungsi Jembatan

Menurut Asiyanto, (2012), secara umum fungsi jembatan jenis apapun sama, yaitu : Bangunan yang menghubungkan secara fisik untuk keperluan pelayanan transportasi dari tempat ujung satu ke ujung lainnya, yang terhalang oleh kondisi alam atau bangunan lain. Secara fisik, fungsi jembatan menghubungkan dua tempat yang terhalang oleh kedua kondisi, yaitu :

1. Kondisi alam, seperti : sungai, lembah, selat (disebut *bridge*).
2. Kondisi bangunan atau jalan yang telah/akan ada (disebut *fly over/viaduct*).

Abutment Jembatan

Berdasarkan (Departemen pekerjaan umum, 2007), *Abutment* adalah suatu bangunan yang didesain untuk meneruskan beban dari bangunan atas, baik beban mati atau beban hidup, berat sendiri dari *abutment*

(beban mati) dan tekanan tanah ke tanah pondasi (Indonesia, S. N. 2016). Jenis dari *abutment* yang sekarang lazim digunakan adalah *abutment* dari beton bertulang (minimal mutu sedang), sedangkan dari *abutment* tipe lama dikenal jenis *abutment* yang dibuat dari pasangan batu kali, sering disebut sebagai *abutment* tipe gravitasi (Yasin, M., Yanti, G., & Megasari, S. W. 2019).

Beban Dan Gaya Yang Bekerja Pada Abutment

Beban-beban yang bekerja pada bangunan bawah jembatan diperhitungkan mengikuti pedoman pembebanan perencanaan jembatan jalan raya yang berlaku, yaitu Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya - SKBI 1.3.28.1987 atau BMS 1992. Penggunaan kedua jenis pedoman tersebut untuk perencanaan jembatan prinsip dasarnya sama yaitu jembatan direncanakan dengan memperhitungkan beban dan gaya-gaya dari berbagai kombinasi yang bekerja pada elemen-elemennya, kemudian diperiksa apakah elemen-elemen jembatan tersebut mampu memikul kombinasi gaya-gaya tersebut. Selain memperhitungkan beban-beban yang ada, perlu diperhatikan juga gaya-gaya yang bekerja pada abutment, diantaranya sebagai berikut (Hartanto, T, 2018) (Santoso, F. 2009):

1) Gaya akibat beban mati Gaya Horisontal akibat gesekan tumpuan bergerak (Hg) Koefisien gesekan = 0,25 (PPPJJR 1987) H gesekan = koefisien gesekan . Rvd

$$Rvd = \frac{P_{total}}{2} = \text{ton.} \quad (1)$$

dimana : Rvd = Gaya tekan dari atas (ton) , P = Beban garis (ton)

2) Gaya akibat muatan hidup $RqL = \frac{q}{2,75} \cdot x_l = \text{ton} .$ (2)

3) Gaya akibat beban kejut, (PPPJJR 1987). Koefisien kejut di tentukan dengan rumus :

$$K = 1 + \frac{20}{(50+L)} = \text{ton} \quad (3)$$

dimana : K = koefisien kejut L = panjang bentang dalam meter

4) Gaya akibat rem dan traksi Diperhitungkan 5 % dari beban D tanpa koefisien kejut dengan titik tangkap 1,8 m diatas permukaan lantai kendaraan (PPPJJR 1987). traksi $Rrt = \frac{5\%(RPL+RQQL)}{2} = \text{ton}$ (4)

dimana : Rrt = Gaya akibat rem dan traksi (ton) RPL = Gya akibat beban garis (ton) RqL = Gaya akibat beban merata (ton)

5) Gaya Gesek Pada Tumpuan Bergerak Gg = koefisien gesek . RVD (5)

dimana : koefisien gesek = 0,25 (PPPJJR pasal 2.6.2) Rvd = Gaya tekan akibat beban dari atas

6) Gaya gempa akibat bangunan atas $G1 = K \cdot Rvd$ (6)

dimana : G1 = Gaya gempa akibat bangunan atas K = ketetapan (0,07) Rvd = Gaya tekan akibat beban

dari atas 13 7) Gaya horisontal tanah $Ka = tg2 (45^\circ - \frac{\phi}{2})$ (7)

$$Kp = tg2 (45^\circ + \frac{\phi}{2}) \quad (8)$$

$$Pa1 = Ka \cdot q \cdot h1 \cdot b \quad (9)$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot \gamma1 \cdot h2 \quad (10)$$

$$Pp = \frac{1}{2} \cdot Kp \cdot \gamma1 \cdot h2 \cdot b \quad (11)$$

dimana : Ka = Koefisien tekanan tanah aktif Kp = Koefisien tekanan tanah pasif Pa1 = Gaya tekanan tanah aktif 1 Pa2 = Gaya tekanan tanah aktif 2 Pp = Gaya tekanan tanah pasif (t) ϕ = Sudut gesek tanah timbunan q = Beban merata b = Lebar jalur h, h1, h2 = Tebal slab lantai jembatan $\gamma1$ = Besar Volume Tanah

Perhitungan Daya Dukung Tanah Pondasi

Daya dukung tanah pondasi dengan anggapan pondasi berbentuk memanjang tak terhingga maka digunakan tumus terzaghi(Ramadhani, A. 2019) (Rosdiyani, T., Noor, G., & Endin, E. 2019)..

$\phi = \arctan(Kr \phi \cdot \tan \phi) \rightarrow$ SNI 03 – 3446 – 1994, halaman 8 – 9, Daya dukung tanah dasar pondasi berdasarkan rumus Tarzhagi untuk pondasi persegi pada kondisi tanah.

$$Qult = C \cdot Nc + D \cdot \gamma1 \cdot Nq + 0,5 \cdot B \cdot \gamma2 \cdot N\gamma \quad (12)$$

$$Qall = \frac{Qult}{SF} \quad (13)$$

dimana : C = Nilai kohesi tanah (kN/m2) Qult = Daya dukung ultimate tanah pondasi Qall = Daya dukung ijin D = Kedalaman pondasi (m) γ = Berat volume tanah (kN/m2) Nc, Nq, N γ = Koefisien kapasitas daya dukung Terzaghi SF = Faktor keamanan

Perhitungan Stabilitas Abutment

$$1) \text{ Syarat aman terhadap geser } SF = \sum v \cdot \tan \frac{2}{3} \phi^\circ + c \cdot \beta \quad (14)$$

dimana : SF = Faktor keamanan $\sum V$ = Jumlah beban vertikal $\sum H$ = Jumlah beban horizontal ϕ = Sudut geser dalam tanah c = Kohesi tanah B = Lebar dasar pondasi

$$2) \text{ Syarat aman terhadap guling } SF = \frac{\sum M_x}{\sum M_y} \quad (15)$$

dimana : SF = Faktor keamanan $\sum M_x$ = Jumlah momen x $\sum M_y$ = Jumlah momen y

$$3) \text{ Syarat aman terhadap eksentrisitas } e = \frac{B}{2} - (\sum M_x - \sum M_y) / \sum V < \frac{B}{2} \quad (16)$$

dimana : e = eksentrisitas B = Lebar dasar pondasi $\sum M_x$ = Jumlah momen sumbu x $\sum M_y$ = Jumlah momen sumbu y $\sum V$ = Jumlah beban vertikal

$$4) \text{ Kontrol terhadap tegangan } \sigma = \frac{\sum V}{B \cdot L} - [1 \pm 6 \cdot e] \quad (17)$$

dimana : σ = Daya dukung tegangan ijin $\sum V$ = Jumlah beban vertikal B = Lebar dasar pondasi L = Panjang total jembatan yang di bebani = eksentrisitas $\sigma_{maks} = Q_{all}$ (OK) $\sigma_{min} \leq Q_{all}$ (OK)

Analisis Penulangan Abutment

Analisis penulangan abutment difokuskan pada empat bagian diantaranya (Pamungkas, D. W. T., & Darjanto, H. 2019) sebagai berikut:

1. Penulangan Dinding Abutment
2. Penulangan Footing Abutment
3. Penulangan Wing Wall Abutment
4. Penulangan Plat injak

Batas – batas penulangan pada abutment menggunakan rumus yang sama seperti penulangan di bawah ini :

$$p_b = \left[\frac{\sum 0,85 \cdot B \cdot x \cdot f_c}{f_y} \right] \times \left[\frac{600}{600 + f_y} \right] \quad (18)$$

dimana : p_b = Berat tanah di atas kaisan, f_y = Tekan Kuat Leleh, β = Nilai reduksi, f_c = Mutu Beton

$$A_s = p_{min} \cdot b \cdot d \quad (19)$$

dimana : A_s = Luas tulangan (mm^2) p_{min} = Beban minimum yang diterima b = Lebar per meter plat (mm) d = Jarak tulangan

$$M_n = \frac{M_u}{\omega} \quad (20)$$

dimana : M_n = Momen nominal M_u = Momen ultimit ω = Faktor reduksi kekuatan lentur

2. METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk menganalisis daya dukung *abutment* terhadap beban jembatan pada studi kasus jembatan sukadana 1 kecamatan kasemen. Data yang dikumpulkan berasal dari hasil observasi dan literature, serta terbagi menjadi dua jenis yaitu data primer dan data sekunder.

Data Primer

Data-data primer data yang didapat langsung dari lapangan terkait dengan komponen–komponen yang diperlukan untuk menganalisis daya dukung *abutmen* terhadap beban jembatan, misalnya data propertis tanah, data pembebanan, data teknis dan perencanaan, serta data–data lainnya.

Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari sumber atau penelitian lain yang terkait dalam penelitian ini, yaitu spesifikasi bahan yang digunakan dalam penelitian dan studi pustaka yang relevan seperti pedoman SKBI. 1.3.28.1987, SNI 1725:2016, PBJ 2007, pustaka, jurnal dan lain sebagainya.

Teknik Analisis

Dalam penelitian analisis daya dukung abutment terhadap beban jembatan dilakukan beberapa tahapan antara lain :

- a.. Tahapan Pengumpulan Data dan Studi Literatur Tahapan ini merupakan tahapan awal dalam penelitian yang nantinya hasil dari penelitian ini akan menjadi dasar untuk mencapai maksud, tujuan, manfaat serta batasan penelitian. Adapun data yang diperlukan antara lain Gambar DED (Detail Engineering Design), hasil pengujian propertis tanah, data perencanaan dan data – data lainnya yang berguna

untuk mendukung penelitian tugas akhir analisis daya dukung abutmen terhadap beban jembatan pada studi kasus jembatan sukadana 1 kecamatan kasemen.

- b.. Tahapan Analisis Data Tahapan analisis data terbagi menjadi dua yaitu analisis data yang telah dikumpulkan dengan metode empiris dan analisis pembebanan Beban dan gaya– gaya yang akan ditopang oleh abutmen sudah diketahui, maka perencanaan abutmen agar kuat menopang struktur atas serta penurunan yang terjadi perlu dianalisis.
- c. Tahapan Hasil dan Pembahasan Hasil dari analisis daya dukung abutment akan dibahas secara mendetail dalam tahapan ini, didapatlah hasil berupa jenis abutmen hingga dimensi abutmen yang cocok dan aman.
- d. Tahapan Kesimpulan dan Saran Data–data yang telah diperoleh dari tahapan hasil dan pembahasan akan ditarik kesimpulannya, sehingga hasil analisis dapat mudah dimengerti secara 24 singkat padat dan jelas. Di sisi lain, peneliti akan memberikan saran dan masukan untuk mempermudah penelitian yang selanjutnya, sehingga menambah pemahaman dalam menganalisis daya dukung abutmen.

3. DATA DAN ANALISA

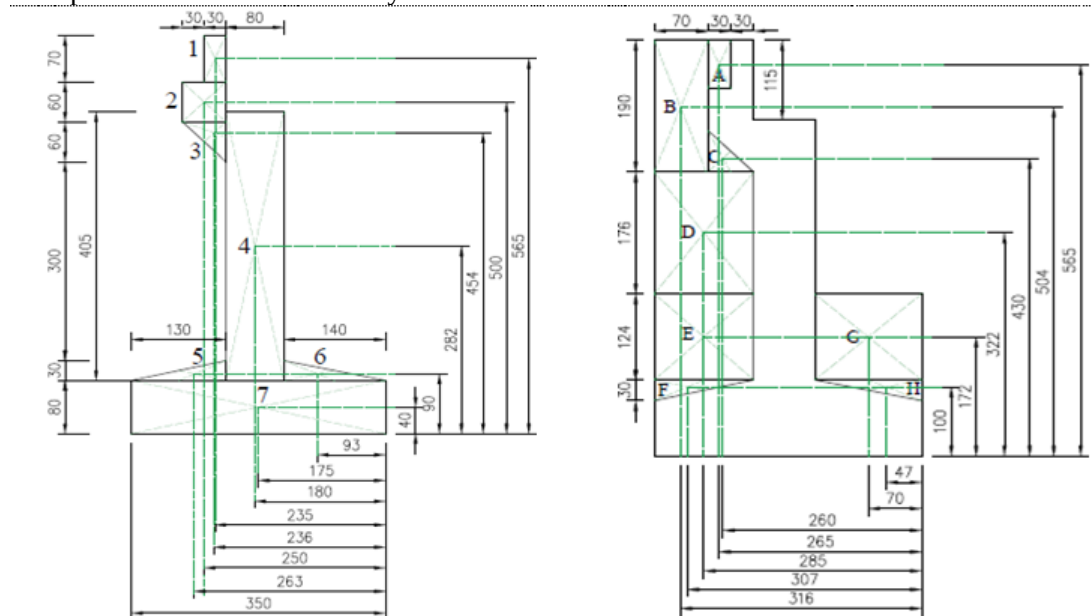
Data Teknis

Jembatan Sukadana 1 merupakan jembatan beton bertulang tipe RC T Beam yang dibangun pada Tahun 1985/1986, jembatan Sukadana 1 merupakan jembatan yang melintasi anak sungai Cibanten pada STA 37+749 dengan panjang bentang 15,8 meter. *Abutment* yang di analisa pada jembatan ini mempunyai dimensisebagai beriku :

- Tinggi *Abutment* : 6,00 Meter
- Panjang *Abutment* : 9,5 Meter
- Lebar *Abutment* : 3,5 Meter
- Mutu Beton : K-250

Perhitungan Abutment

Gambar di bawah ini menunjukkan analisa untuk menghitung titik berat jembatan sendiri dan badan abutment, serta untuk menghitung titik berat tanah disamping abutment adapun perhitungannya bisa di lihat pada Tabel-tabel dibawahnya



Gambar 1. Penampang Titik Berat *Abutment* dan Dimensi Pembebanan Tanah Timbunan

1. Berat Sendiri Jembatan

Tabel 1. Perhitungan Berat Sendiri Jembatan

Bagian	Gaya vertikal Vs (ton)	Jumlah Gaya	Jarak (m)	Momen (t/m)
--------	------------------------	-------------	-----------	-------------

Vertikal				
(1)	(2)	(3 = 2)	(4)	(5 = 3 x 4)
1	0,3 x 0,7 x 1 x 2,5	0,525	2,35	1,233
2	0,6 x 0,6 x 1 x 2,5	0,9	2,5	2,25
3	0,5 x 0,6 x 0,6 x 1 x 2,5	0,45	2,36	1,062
4	0,8 x 4,05 x 1 x 2,5	8,1	1,8	14,58
5	0,5 x 1,3 x 0,3 x 1 x 2,5	0,487	2,63	1,280
6	0,5 x 1,4 x 0,3 x 1 x 2,5	0,525	0,93	0,488
7	3,5 x 0,8 x 1 x 2,5	7	1,75	12,25
Jumlah		17,987		22,143

Berdasarkan Tabel 1 hasil keseluruhan dari segmen 1 sampai dengan 7 yaitu Momen total sebesar 22,143 t/m³ dan gaya vertikal sebesar 17,9875 t. Untuk ukuran lebar jembatan 9,5 m maka : $\Sigma \text{berat} = \text{Gaya vertikal} \times \text{Lebar} = 17,987 \times 9,5 = 170,876 \text{ t}$; $\Sigma M_x = \text{Momen} \times \text{Lebar} = 42,781 \times 9,5 = 216,419 \text{ tm}$
 Jarak titik berat *abutment* terhadap titik A = 1,266 m

2. Titik Berat Badan Abutment

Tabel 2 Perhitungan Titik Berat Badan Abutment

Segmen	Luas Segmen (m ²) (Ac)	Lengan dari A		M _x =Ac.x	M _y = Ac.y
		X (m)	Y (m)		
1	0,3 . 0,7 = 0,21	2,35	5,65	0,493	1,186
2	0,6 . 0,6 = 0,36	2,5	5	0,9	1,8
3	½ . 0,6 . 0,6 = 0,18	2,36	4,54	0,424	0,817
4	0,8 . 4,05 = 3,24	1,8	2,82	5,832	9,136
5	½ . 1,3 . 0,3 = 0,195	2,63	0,9	0,512	0,175
6	½ . 1,4 . 0,3 = 0,21	0,93	0,9	0,195	0,189
7	3,5 . 0,8 = 2,8	1,75	0,4	4,9	1,12
Jumlah	$\Sigma \text{Ac} = 7,195$			13,256	14,423

Berdasarkan hasil dari Tabel 2. Hitungan titik berat badan *abutment*, maka jumlah keseluruhan dari jumlah momen terhadap sumbu x (ΣM_x) = 13,256 tm, jumlah momen terhadap sumbu y (ΣM_y) = 14,423 tm, dan luas segmen $\Sigma \text{Ac} = 7,195 \text{ tm}$.

3. Tanah di samping Abutment

Tabel 3 Hitungan Titik Berat Tanah Dibelakang Abutment

Segmen	Luas Segmen titik berat (m ²) At1	Lengan dari O		M _x =At ₁ .x	M _y =At ₁ .y
		X (m)	Y (m)		
A	0,3 . 0,7 = 0,21	2,65	5,65	0,556	1,186
B	0,7 . 1,9 = 1,33	3,16	5,04	4,203	6,703
C	½ . 0,6 . 0,6 = 0,18	2,6	4,3	0,468	0,774
D	1,3 . 1,76 = 2,288	2,85	3,22	6,521	7,367
E	1,3 . 1,24 = 1,612	2,85	1,72	4,594	2,773
F	½ . 1,3 . 0,3 = 0,195	3,07	1,00	0,599	0,195
	$\Sigma \text{At}_1 = 5,815$			16,941	18,998

Berdasarkan hasil Tabel 3. hitungan titik berat tanah dibelakang *abutment*, maka jumlah keseluruhan dari jumlah momen terhadap sumbu x (ΣM_x) = 16,941 tm, jumlah momen terhadap sumbu y (ΣM_y) = 18,998 tm, dan luas segmen $\Sigma \text{At}_1 = 5,815 \text{ tm}$, dari titik berat dibelakang *abutment* didapatkan nilai momen x dan y sebagai berikut :

Untuk panjang *abutment* 9,5 m, maka : $V_s = 5,815 \times 9,5 = 55,243 \text{ t}$ $M_x = 16,941 \times 9,5 = 160,939 \text{ tm}$

$$M_y = 18,998 \times 9,5 = 180,481 \text{ tm}$$

hitungan titik berat tanah di depan *abutment*, maka jumlah keseluruhan dari jumlah momen terhadap sumbu x (ΣM_x) = 1,412 tm, jumlah momen terhadap sumbu y (ΣM_y) = 3,406 tm, dan luas segmen $\Sigma A_{t2} = 2,156 \text{ tm}$, dari hitungan titik berat di depan *abutment* di dapatkan nilai momen dan jarak sebagai berikut :

$$M_x = 1,412 \times 9,5 = 13,414 \text{ tm} ; M_y = 3,406 \times 9,5 = 32,357 \text{ tm}$$

$$\text{Maka jarak titik A terhadap titik pusat geometri adalah : } X_{t2} = 0,655 \text{ m dan } Y_{t1} = 1,560 \text{ m}$$

$$\text{Untuk panjang } abutment \text{ 9,5 m, maka : } V_s = \text{Jumlah segmen} \times \text{Lebar} = 2,156 \times 9,5 = 20,485 \text{ t}$$

Beban dan Gaya Yang Bekerja Pada Abutment

1. Beban Mati Bangunan Atas

Tabel 4 Perhitungan Beban Mati Bangunan Atas

No	Uraian	Uraian Perhitungan	Berat P
1	Lantai Kendaraan	$0,2 \cdot 9,5 \cdot 15,8 \cdot 2,5$	75,05 t
2	Air Hujan	$0,05 \cdot 9,5 \cdot 15,8 \cdot 1,0$	7,505 t
3	Aspal	$0,05 \cdot 7,5 \cdot 15,8 \cdot 2,2$	13,035 t
4	Trotoar	$2 \cdot (0,3 \cdot 1 \cdot 15,8) \cdot 2,5$	23,7 t
5	Railing Post	$(0,00805 + 0,00187 + 0,00565) \cdot 18 \cdot 7,85$	2,2 t
6	Pipa Sandaran	$4 \cdot 0,01494 \cdot 15,8 \cdot 7,25$	6,845 t
7	Beton Parapet	$(0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,5) \cdot 18 \cdot 2,5$	2,025 t
8	Gelagar Utama	$8 \cdot 0,45 \cdot 1,05 \cdot 15,8 \cdot 2,5$	149,31 t
9	Beban Diafragma	$(0,30 \cdot 0,50 \cdot 9,5) \cdot 5 \cdot 2,5$	17,8125 t
P total			297,4825 t

2. Beban Hidup Bangunan Atas

Muatan hidup (PL)

Lebar : 9,5 m, Panjang : 15,8 m, Tebal Slab : 0,2 m,

$$PL = 9,5 \times 15,8 \times 0,2 = 30,02 \text{ ton}$$

$q_L = 2,2 \text{ t/m}$ menggunakan peraturan (PPPJJR 1987) Lebar jalur lalu lintas = 7,5 m

$$RqL = q/2,75 \times l = 2,2/2,75 \times 7,5 = 6 \text{ t}$$

$$RPL = p/2,75 \times k \times l = 30,02/2,75 \times 1,304 \times 7,5 = 106,762 \text{ t}$$

$$RVL = K \times RPL + (p/2,75 \times RqL) = 1,304 \times 106,762 + (1 \times 6) = 142,217 \text{ t.}$$

3. Gaya Akibat Beban kejut

$$\text{Koefisien kejut} = 1 + (20/(50 + 15,8)) = 1,304 \text{ t}$$

4. Gaya Akibat Rem Dan Traksi

$$R_{rt} = (5\% \times (RPL + RqL))/2 = 5\% \times (106,762 + 6)/2 = 2,819 \text{ t} \sim 3 \text{ t}$$

5. Gaya Gesek Pada Tumpuan Bergerak

$$G_g = \text{koefisien gesek} \cdot RVD = 0,25 \times 148,741 = 37,185 \text{ t}$$

Harga koefisien gesek diambil 0,25 dari PPPJJR pasal 2.6.2

6. Gaya Gempa

$$G_1 = K \cdot R_{vd}$$

$$G_1 = 0,07 \times 148,741 = 10,412 \text{ t}$$

7. Gaya Horisontal Tanah

Data Tanah *abutment* :

- Sudut geser dalam $\phi = 5,899^\circ$
- Kohesi $C = 0,156 \text{ kg/cm}^2 = 0,000156 \text{ t/m}^2$
- Berat isi tanah $\gamma_1 = 1,670 \text{ t/m}^3$
- Berat isi tanah $\gamma_2 = 1,655 \text{ t/m}^3$

- Berat isi tanah $\gamma_d = 1,128 \text{ t/m}^3$

Kedalaman tanah $h = 5,0 \text{ m}$

Hitungan koefisiensi tekanan tanah

- a) Tekanan tanah aktif

$$Pa1 = K_a \times q \times h1 \times b = 0,81 \times 2,2 \times 5,0 \times 9,5 = 84,645 \text{ t}$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} \times K_a \times \gamma_1 \times h^2 \times b = \frac{1}{2} \times 0,81 \times 1,67 \times 5,0^2 \times 9,5 = 160,633 \text{ t}$$

- b) Tekanan tanah pasif (P_p)

$$P_p = \frac{1}{2} \times K_p \times \gamma_1 \times h^2 \times b = \frac{1}{2} \times 1,23 \times 1,67 \times 2,34^2 \times 9,5 = 53,425 \text{ t}$$

Reaksi Pada Bangunan Bawah

- a) Saat normal

$$R_v = R_{vd} + R_L = R_{vd} + (R_{qL} + R_{PL}) = 148,741 + (6 + 106,762) = 261,503 \text{ t}$$

Berat *abutment*

$$W_c = \sum A_c \cdot L \cdot 2,5 = 7,195 \cdot 9,5 \cdot 2,5 = 170,881 \text{ t}$$

$$\text{Berat tanah dibelakang } abutment \quad W_{t1} = \sum A_{t1} \cdot \gamma_1 \cdot L = 5,815 \cdot 1,67 \cdot 9,5 = 92,255 \text{ t}$$

$$\text{Berat tanah di depan } abutment \quad W_{t2} = \sum A_{t2} \cdot \gamma_1 \cdot L = 2,156 \cdot 1,67 \cdot 9,5 = 34,205 \text{ t}$$

$$\text{Gaya akibat rem dan traksi} = R_{rt} = 3 \text{ t} \quad \text{Gaya tumbuk} = 50 \text{ ton (PPPJJR 1987 : 16)}$$

$$\text{Gaya gesek pada tumpuan bergerak} = G_g = 37,185 \text{ t}$$

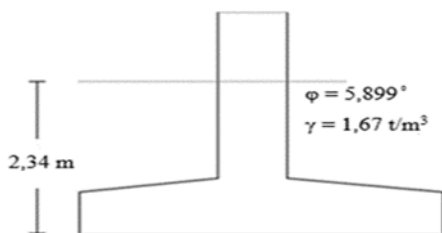
- b) Saat gempa

$$\text{Gaya gempa akibat bangunan atas } G_1 = 10,412 \text{ t}$$

$$\text{Gaya gempa pada } abutment \quad G_2 = K_h \cdot W_c = 0,07 \cdot 170,881 = 11,962 \text{ t}$$

Daya Dukung Tanah

Keadaan lapisan tanah untuk pondasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Data tanah pada lapisan 3 dengan $\phi = 6^\circ$ akan di dapat : $\phi = \arctan(K_r \phi \cdot \tan \phi) = \arctan(0,7 \cdot \tan 6^\circ) = 4,20^\circ$ menggunakan peraturan SNI 03 – 3446 – 1994, halaman 8-9. Dari harga $\phi = 4,20^\circ$ dengan tabel 4 (SNI 03 – 3446 – 1994) akan diperoleh faktor daya dukung $N_c = 7,044$; $N_q = 1,52$; $N_\gamma = 0,404$. Data pondasi : Kedalaman pondasi $D = 2,34 \text{ m}$, Lebar pondasi $B = 3,5 \text{ m}$. Daya dukung tanah dasar pondasi berdasarkan rumus tarzhagi untuk pondasi persegi pada kondisi tanah $C = 0,000156 \text{ t/m}^2$.

Gambar 2. Lapis Tanah Pondasi

$$Q_{ult} = C \cdot N_c + D \cdot \gamma_1 \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma$$

$$= 0,000156 \cdot 7,044 + 2,34 \cdot 1,670 \cdot 1,52 + 0,5 \cdot 3,5 \cdot 1,655 \cdot 0,404 = 7,111 \text{ t/m}^2$$

Stabilitas Abutment

Tabel 5 Gaya-Gaya Eksternal Pada Saat Waktu Normal

Lengan Momen					$M_x = V \cdot X$	$M_y = H \cdot y$
Gaya	V (ton)	H (ton)	X (m)	Y (m)	Momen penahan (tm)	Momen guling (tm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6 = 2 x 4)	(7 = 3 x 5)

Rv	261,503	1,8	470,7054	
Wc	170,881	2,35	401,570	
Wt1	92,255	3,16	291,5258	
Wt	34,205	0,7	23,9435	
2		3	3,16	9,48
Rrt				
Gg		37,185	7	260,295
Pa1	84,645	4,25	359,741	
Pa2	160,633	2,833	455,073	
Pp		53,425	0,666	35,581
Tb	50	3,8	190	
$\Sigma V = 662,269$		$\Sigma H =$	$\Sigma Mx = 1413,3257$	$\Sigma My = 1084,589$
		285,463		

Berdasarkan hasil dari Tabel 5. gaya -gaya eksternal pada saat normal, maka jumlah keseluruhan dari jumlah momen terhadap sumbu x (ΣMx) = 2002,557 tm, dan jumlah momen terhadap sumbu y (ΣMy) = 305,356 tm, untuk luas segmen $\Sigma V = 854,122$ tm, dan $\Sigma H = 93,61$ tm, perhitungan gaya eksternal pada keadaan normal sebagai berikut :

(1) Stabilitas terhadap geser dasar pondasi

$$SF = \frac{Z V \cdot \tan^2 \cdot \phi^\circ + c \cdot B}{Z H} = \frac{854,122 \cdot \tan^2 \cdot 6^\circ + 0,000156 \cdot 3,5}{93,61} = 6,370 \geq 1,5$$

Stabilitas terhadap guling dasar pondasi

$$SF = \frac{Z Mx}{Z My} = 6,558 \geq 1,5$$

Stabilitas terhadap eksentrisitas (e) = -0,237 < 1,75

Kontrol tegangan tanah pada dasar abutment $\sigma_{maks} = 25,687 + 1,990 = 27,677$ $\sigma_{min} = 25,687 - 1,990 = 23,697$

Penulangan Abutmen

$d = ht - p - \frac{1}{2} \phi = 490 - 70 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 409$ mm ; $\rho_{max} = 0,75 \times \rho_{bln} = 0,75 \times 0,0227 = 0,0170$ Nmm ; $\rho_{min} = 0,0035$ Nmm

Luas Tulangan : $As = \rho_{min} \times b \times d = 1431,5$ mm² dipakai D22-250

Tulangan bagi : $As_{bagi} = 20\% \cdot As$. Pokok dipakai D16-250

Tulangan geser $\phi 16$, Jarak sengkang maksimum tulangan geser 204,5 mm $V_{sada} > V_{perlu}$ (Aman)

Sehingga Penulangan dinding *abutment* menggunakan tulangan D 22 – 250 dengan tulangan bagi D 16 – 250.

Penulangan *footing abutment* menggunakan tulangan D 19 – 250 dengan tulangan bagi D 16 – 250.

Penulangan *Wing Wall Abutment* menggunakan tulangan D 19 – 125 dengan tulangan bagi D 13 – 125.

Penulangan Plat Injak *Abutment* menggunakan tulangan D 16 – 250 dengan tulangan bagi D 13 – 250

4.KESIMPULAN

Dari uraian hasil penelitian Analisis Daya Dukung *Abutment* Jembatan Sukadana 1 Kecamatan Kasemen Kota Serang di dapatkan hasil sebagai berikut :

- Hasil perhitungan Daya Dukung Tanah di dapatkan nilai $Q_{ult} = 7,111$ t/m² dan $Q_{all} = 2,370$ t/m³ dari dimensi *Abutment* Jembatan Sukadana 1 dengan tinggi = 6,00 meter, lebar = 9,5 meter, tebal = 3,5 meter, dari analisatersebut *abutment* dapat dinyatakan aman karena nilai kontrol tegangan > Q_{all} .
- Dalam penelitian ini perhitungan stabilitas *abutment* yang ditinjau pada saat waktu normal yaitu :
 - stabilitas terhadap geser sebesar 6,370 t/m²
 - stabilitas terhadap gaya guling sebesar 6,558 t/m²
 - stabilitas eksentrisitas sebesar -0,237 t/m².
- Penulangan dinding *Abutment* menggunakan tulangan D 22 – 250 dengan tulangan bagi D 16 – 250. Penulangan *Footing Abutment* menggunakan tulangan D 19 – 250 dengan tulangan bagi D 16 – 250. Penulangan *Wing Wall Abutment* menggunakan tulangan D 19 – 125 dengan tulangan bagi D 13 – 250

125. Penulangan Plat Injak *Abutment* menggunakan tulangan D 16 – 250 dengan tulangan bagi D 13 – 250.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto, 2012. Metode Konstruksi jembatan beton. Jakarta Alfa. Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan r & d jl gegerkalig hilir 84
- Hartanto, T. (2018). Perhitungan Struktur Dan Volume Bangunan Abutment Jembatan Beton Bertulang (Studi Kasus Jembatan Beton Bertulang di Desa Jolosutro Blitar). *Jurnal Qua Teknik*, 8(1), 1-10.
- Indonesia, Pemerintah Republik. "Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2004 tentang Jalan." *Sekretaris Negara Republik Indonesia, Jakarta* (2006).
- Indonesia, S. N. (2016). Pembebanan untuk jembatan. *SNI*, 1725, 2016.
- Pamungkas, D. W. T., & Darjanto, H. (2019). Analysis Of Power Support Behind Pile And Girder Bridge Abutment Random Load On Vertical And Horizontal. *Neutron*, 19(1), 80-96.
- Ramadhani, A. (2019). Analisis Kapasitas Dukung Dan Penurunan Pondasi Kaison Pada Abutmen Bagian Bentang 20 M Jembatan Lemah Abang (*Analysis Of Caisson Bearing Capacity And Settlement Of Lemah Abang Bridge In Abutment Section 20 M*)
- Rosdiyani, T., Noor, G., & Endin, E. (2019). Perencanaan Abutmen Dan Fondasi Tiang Pancang Jembatan Jls Desa Cigeblag Kota Cilegon Provinsi Banten. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 1(02), 35-44.
- Santoso, F. (2009). Tinjauan Bangunan Bawah (Abutment) Jembatan Karang Kecamatan Karangpanda Kabupaten Karanganyar. *Tugas Akhir*
- Supriyadi, Bambang dan Agus Setyo Muntohar (2007). Jembatan, Yogyakarta. Beta Offset.
- Yasin, M., Yanti, G., & Megasari, S. W. (2019). Analisis Abutment Jembatan Sei. Busuk Kabupaten Siak SriIndrapura Provinsi Riau. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 52-62