

TINJAUAN KAPASITAS ABUTMEN JEMBATAN SENKALING MALANG DENGAN BEBAN GEMPA

Nindi Rizki Apriliani

1510611068

Pujo Priyono, Arief Alihudien.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,

Universitas Muhammadiyah Jember Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

Email : nindirizki68@gmail.com

Abstrak: Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya meneruskan jalan melalui rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain berupa jalan air atau lalu lintas biasa. Pada perencanaan dan pekerjaan jembatan Perencanaan Struktur Bawah tidak bisa diabaikan begitu saja. Bagian dari struktur jembatan ini yang terletak di bagian bawah sangat menentukan bagi kekuatan serta keamanan bangunan di atasnya. Dan untuk penghubung langsung antara struktur atas jembatan dengan struktur bawah jembatan adalah “Abutmen” yang termasuk juga pada struktur bawah jembatan. Abutmen suatu bangunan yang berfungsi meneruskan beban. Peraturan pembebanan yang dipakai untuk merencanakan jembatan ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia SNI 1725:2016. Intensitas gempa sangat meningkat, menyebabkan perubahan dalam perencanaan jembatan, perubahan tersebut tertuang dalam peraturan SNI 2833:2016 mengenai perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan. Jembatan Sengkaling merupakan jembatan alternatif untuk memudahkan lalu lintas menuju Taman Rekreasi Sengkaling yang terletak di Malang, Jawa Timur. Dengan panjang 28m dan lebar 10m ini berada di belakang Universitas Muhammadiyah Malang.

Kata Kunci : *Abutmen, Beban Gempa, Jembatan, Taman Rekreasi Sengkaling, Universitas Muhammadiyah Malang.*

1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan sebuah struktur penting yang dibuat untuk menyeberangi suatu rintangan seperti jurang, sungai, rel kereta api, ataupun jalan raya. Jembatan juga merupakan bagian dari infrastruktur transportasi darat yang sangat vital dalam aliran suatu perjalanan atau lalu lintas, karena sebagai penghubung antar daerah untuk menunjang perkembangan ekonomi, sosial, budaya, dan pariwisata suatu daerah.

Suatu jembatan terdiri atas bagian bawah dan bagian atas. Bagian bawah memikul atau mendukung bagian atas jembatan dan meneruskan beban bagian atas beserta beban lalu lintasnya kepada dasar tanah. Bagian bawah juga terdiri atas tembok-tembok penahan, abutmen, pilar-pilar, dan juga pondasi. Akibat beban berulang, cuaca, maupun beban yang bertambah seiring perkembangan transportasi antar daerah akan mengakibatkan penurunan daya dukung jembatan.

Maka dari itu adanya perencanaan ulang ataupun tinjauan ulang sangat diperlukan guna mendukung beban yang melintas pada jembatan agar jembatan tetap stabil dalam menerima beban. Karenanya sangat pentingnya, maka jembatan harus dibuat cukup kuat. Agar tidak menimbulkan gangguan terhadap kelancaran lalu-lintas sendiri,

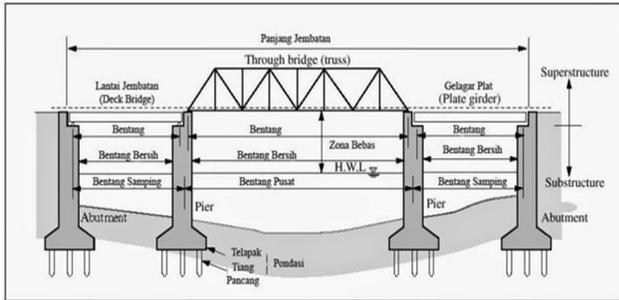
terlebih di jalan yang memang padat lalu-lintasnya. Jembatan segkaling merupakan jembatan yang berada di Malang Jawa Timur. Jembabatan ini dibuat untuk jalur alternatif menuju tempat wisata tersebut. Dengan semakin banyaknya minat masyarakat mengunjungi salah satu tempat wisata ini, sangat memungkinkan terjadi kemacetan, maka dari itu direncanakan sebuah jembatan penghubung kelancaran lalu lintas, sebelum jembatan ini terealisasi, maka di rencanakan dari segala sapek bangunan, kekuatan, hingga pengaruh terhadap gaya gempa itu sendiri. Dengan lebar jembatan 10 m dan panjang 28 meter. Menggunakan peraturan SNI 2833:2016 mengenai perencanaan jembatan terhadap beban gempa dan SNI 1725:2016 tentang pembebanan untuk jembatan.

2. METODE

Struktur konstruksi jembatan

Secara umum konstruksi jembatan memiliki dua bagian yaitu bangunan atas (*upper structure*), bangunan bawah (*sub structure*), dan pondasi. Bangunan atas adalah konstruksi yang berhubungan langsung dengan beban-beban lalu lintas yang bekerja. Sedangkan bangunan bawah adalah konstruksi yang menerima beban-beban dari bangunan atas dan meneruskannya ke lapisan pendukung (tanah keras) di bawahnya. Dan pondasi

yang meneruskan beban menyebar ke tanah.



Gambar 2.1 Bagian-bagian konstruksi jembatan

Sumber: Chen and Duan, 2000

1. Bangunan atas Jembatan

Bangunan atas terletak pada bagian atas konstruksi jembatan yang menampung beban-beban lalu lintas, orang, barang dan berat sendiri konstruksi yang kemudian menyalurkan beban tersebut ke bagian bawah. Bagian-bagian bangunan atas suatu jembatan terdiri dari:

a. Sandaran

Berfungsi untuk membatasi lebar dari suatu jembatan agar membuat rasa aman bagi lalu lintas kendaraan maupun orang yang melewatinya.

b. Rangka Jembatan

Rangka jembatan terbuat dari baja profil seperti tipe WF, sehingga lebih baik dalam menerima beban-beban yang bekerja secara lateral

c. Trotoar

Merupakan tempat pejalan kaki yang terbuat dari beton, bentuknya lebih tinggi dari lantai jalan atau permukaan aspal.

d. Lantai kendaraan

Merupakan lintasan utama yang dilalui kendaraan, lebar jalur kendaraan yang diperkirakan cukup untuk berpapasan.

e. Gelagar Melintang

Berfungsi menerima beban lantai kendaraan, trotoar dan beban lainnya

f. Ikatan Angin atas/bawah dan Ikatan rem

Ikatan angin berfungsi untuk menahan atau melawan gaya yang diakibatkan oleh angin,

g. Landasan/perletakan

Landasan atau perletakan dibuat untuk menerima gaya-gaya dari konstruksi bangunan atas baik secara horizontal, vertikal maupun lateral.

2. Bangunan Bawah Jembatan

Bangunan ini terletak pada bagian bawah konstruksi yang fungsinya untuk memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas, kemudian disalurkan ke pondasi dan dari pondasi diteruskan ke tanah keras di bawahnya.

a. Abutment

Abutment atau kepala jembatan adalah salah satu bagian konstruksi jembatan yang terdapat pada ujung-ujung jembatan

b. Pilar (Pier)

Pilar adalah suatu bangunan bawah yang terletak di tengah-tengah bentang antara dua buah abutment yang berfungsi juga untuk memikul beban-beban

c. Pondasi

Pondasi berfungsi untuk memikul beban di atas dan meneruskannya ke lapisan tanah

d. Plat Injak

Pelat injak berfungsi untuk menahan hentakan pertama roda kendaraan ketika akan memasuki awal jembatan.

Bagian-bagian Abutmen

a. Pelat Dasar/Tumpuan (*Pile Cape*)

Pelat Dasar/tumpuan (*Pile Cap*) yang terdiri dari tumpuan muka dan tumpuan belakang,

b. Dinding (*Breast Wall*)

Dinding (*Breast Wall*) yang disebut juga tembok longitudinal, dimana konstruksi ini harus mampu menerima gaya-gaya yang ada pada jembatan.

c. Tempat Sepatu

Merupakan konstruksi tempat perletakan dari gelagar memanjang maupun melintang.

d. Perletakan

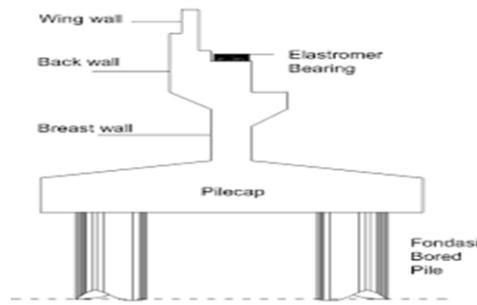
Perletakan, merupakan bantalan yang berfungsi untuk mengurangi getaran yang terjadi pada gelagar akibat beban dan kendaraan yang bergerak.

e. *Back Wall*

Back wall merupakan konstruksi dinding yang berfungsi sebagai pembatas antara gelagar dengan tanah belakang abutmen.

f. *Wing Wall*

Wing wall berfungsi untuk melindungi bagian belakang abutment dari tekanan tanah yang bekerja.



Gambar 2.2 Bagian – Bagian Abutmen
 Sumber: Chen and Duan, 2000

Standart Perhitungan Konstruksi Jembatan

Adapun acuan yang penulis gunakan dalam laporan ini adalah sebagai berikut:

- SNI 1725:2016 Standar Pembebanan Jembatan
- SNI 2833:2016 Standar Perencanaan Gempa untuk Jembatan.

Standart Pembebanan Jembatan

Berdasarkan SNI 1725-2016 tentang Standar Pembebanan Untuk Jembatan, beban pada jembatan terbagi atas:

➤ Aksi Beban Tetap

- Beban Sendiri berat dari bagian tersebut dan Beban T Pembebanan truk "T" terdiri dari kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat as Berat dari masing-masing as disebarkan elemen-elemen struktural lain yang dipikulkan. Termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen nonstruktural yang dianggap tetap.
- Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.
- Tekanan Tanah Koefisien tekanan tanah nominal harus dihitung berdasarkan sifat-sifat tanah, harus diperoleh berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian tanah baik di lapangan ataupun laboratorium.

➤ Beban Lalu Lintas

- Beban D Beban lajur "D" terdiri dari beban transfer merata (BTR) yang digabungkan dengan beban garis terpusat (BGT). menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai.

- Gaya Rem Bekerjanya gaya-gaya kearah memanjang jembatan, akibat gaya rem dan traksi harus ditinjau untuk kedua jurusan lalu lintas.
- Beban Angin Gaya nominal ultimit dan daya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angin rencana.
- Beban Gempa Pasal ini menetapkan metode untuk menghitung beban statis ekuivalen untuk jembatan dimana analisa statis ekuivalen adalah sesuai untuk jembatan besar, rumit dan penting mungkin diperlukan analisa dinamis
- Gaya Akibat perletakan pada gesekan Gesekan pada perletakan termasuk pengaruh kekakuan geser dari perletakan elastomer.

Perhitungan Struktur Bawah

Perhitungan bangunan jembatan bagian bawah meliputi abutment, plat injak, pondasi.

1. Perhitungan Abutment

Pembebanan yang terjadi pada abutment:

- Berat sendiri abutment
- Akibat beban hidup
- Akibat tekanan tanah aktif
- Beban angin
- Gaya rem
- Gaya gempa
- Gesekan pada perletakan
- Beban pelaksanaan

Kombinasi pembebanan abutment:

- Daya Layan 1
- Daya Layan 2
- Daya Layan 3
- Daya Layan 4
- Ekstrim 1

2. Analisis Beban Kerja Pada Abutment:

- Berat Sendiri Struktur atas (MS)

$$P_{MS} = \frac{1}{2} \times W_{MS} \dots \dots \dots (2.1)$$

- Beban mati tambahan (MA)

$$P_{MA} = \frac{1}{2} W_{MA} \dots \dots \dots (2.2)$$

- Tekanan Tanah (TA)

$$\phi' = \tan^{-1} (K \phi R * \tan \phi) \dots \dots \dots (2.3)$$

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi' / 2) \dots \dots \dots (2.4)$$

- Beban Lajur "D"

$$WTD = q \times L \times \frac{(5.5+b)}{2} + p \times DLA \times \frac{(5.5+b)}{2}$$

$$PTD = \frac{1}{2} WTD \dots \dots \dots (2.6)$$

- Beban Pedestrian/pejalan kaki (TP)

$$P_{TP} = A \times q \dots \dots \dots (2.7)$$

- Gaya rem
 $TTB = n * TTB \dots \dots \dots (2.8)$
 - Pengaruh Temperatur
 $\Delta T = (T_{max} - T_{min}) / 2 \dots \dots \dots (2.9)$
 $TET = \alpha * \Delta T * k * L / 2 * n \dots \dots \dots (2.10)$
 - Beban Angin
 $TEW1 = 0.0006 * C_w * (V_w)^2 * A_b \dots \dots (2.11)$
 $TEW2 = 0.0012 * C_w * (V_w)^2 * L / 2 \dots \dots (2.12)$
 $P_{EW} = 2 * x \left(0.5 * \frac{h}{x} * x * T_{EW} \right) * x \left(\frac{L}{2} \right) \dots \dots (2.13)$
 - Beban Gempa
 $TEQ = K_h * I * W_t \dots \dots \dots (2.14)$
 $T = 2 * \pi * \sqrt{[WTP / (g * KP)]} \dots \dots (2.15)$
 $K_h = C * S \dots \dots \dots (2.16)$
 $C_{sm} = (SDS - A_S) / T_{To} + A_S \dots \dots (2.17)$
 - Gesekan Pada Perletakan
 $TFB = \mu * PT \dots \dots \dots (2.18)$
3. Perhitungan Stabilitas Abutment
- Kontrol Stabilitas Guling arah x
 $M_{px} = P * (B_x / 2) * (1 + k) \dots \dots (2.19)$
 $SF = M_{px} / M_x \text{ harus } \geq 2.2 \dots \dots (2.20)$
 $M_{py} = P * (B_y / 2) * (1 + k) \dots \dots (2.21)$
 $SF = M_{py} / M_y \text{ harus } \geq 2.2 \dots \dots (2.22)$
 - Kontrol Stabilitas Geser
 $H = (C * B_x * B_y + P * \tan \phi) * (1 + k) \dots (2.23)$
 $H = (C * B_x * B_y + P * \tan \phi) * (1 + k) \text{ hrs } \geq 1,1$

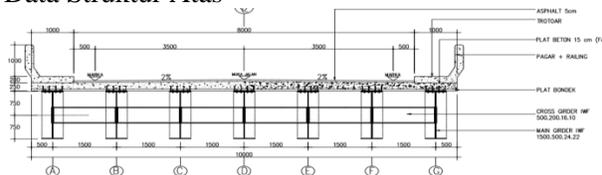
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini membahas tentang kapasitas abutmen dengan beban gempa pada jembatan Taman Rekreasi Sengkaling Malang. Struktur abutmen yang memenuhi segi keamanan dan ekonomis merupakan suatu hal yang sangat penting. Oleh karena itu dibutuhkan analisis mengenai abutmen jembatan dengan perhitungan analisis yang tepat guna mendapatkan hasil perencanaan yang maksimal.

Berikut peraturan yang digunakan adalah:

- SNI 1725:2016 (Pembebanan untuk jembatan)
- SNI 2833:2016 (Perencanaan Beban Gempa pada Jembatan)

1. Data Struktur Atas



Gambar 3.1 Potongan Melintang Jembatan
 Sumber: Data Proyek

Tabel 3.1 Uraian Dimensi Jembatan

Uraian Dimensi	Notasi	(m)	Satuan
Tebal slab lantai jembatan	$t_s =$	0,20	M
tebal aspal +overlay	$t_a =$	0,10	M
Tebal lantai trotoar	$t_t =$	0,20	M
tebal genangan air hujan	$t_h =$	0,05	M
jumlah balok utama jarak antara balok utama	$n =$	7	Buah
lebar jalur lalu lintas	$s =$	1,50	M
lebar trotoar	$b_1 =$	8,00	M
lebar median (pemisah jalur)	$b_2 =$	1,00	M
lebar total jembatan	$b_3 =$	0,00	M
panjang bentang jembatan	$b =$	10,00	M
tinggi girder plat baja	$L =$	28,00	M
tinggi bidang samping jembatan	$h_b =$	1,50	M
	$h_a =$	1,20	M

Tabel 3.2 Bahan Struktur Jembatan

Bahan Struktur	Notasi	(m)
Mutu beton	K-	300
Kuat tekan beton	$f'_c =$	30
Modulus elastisitas	$E_c =$	25742,96
Angka poisson	$\mu =$	0,2
Modulus geser	$G =$	10726,2334
Koefisien muai panjang		1,00E-05

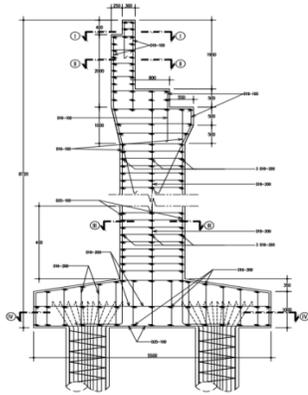
Tabel 3.3 Muju Baja

Mutu Baja	Notasi	(m)	Satuan
untuk baja tulangan dengan $d > 12 \text{ mm}$, U-39	$f_y =$	390	Mpa
Tegangan leleh baja, untuk baja tulangan dengan $d < 12 \text{ mm}$, U-24	$f_y =$	240	Mpa
Tegangan leleh baja,			

Tabel 3.4 Spesi Gravity

Spesi Gravity	Notasi	(m)	Satuan
Berat beton prategang	$w_c =$	25,0	kN/m ³
Berat beton bertulang	$w_c =$	24,0	kN/m ³
Berat aspal	$w_a =$	22,0	kN/m ³
Barat jenis air	$w_w =$	10,0	kN/m ³
Berat baja	$w_{st} =$	77,0	kN/m ³

2. Data Struktur Bawah



Gambar 3.2 Abutmen

Sumber: Data Struktur proyek

Tabel 3.4 Data Struktur Bawah

NOTASI	(m)	NOTASI	(m)	KETERANGAN	NOTASI	(m)
h_1	0,4	b_1	0,35	Panjang abutmen	B_7	13,0
h_2	1,5	b_2	0,55	Tebal wing-wall	h_7	0,5
h_3	0,5	b_3	1,35		TANAH TIMBUNAN	
h_4	1			Berat volume, w_s	w_s	17,2 kN/m ³
h_5	0,5	b_5	0,55	Sudut gesek,	ϕ	20°
h_6	0,5			Kohesi, c	c	0
h_7	2,85	b_7	1,50		TANAH ASLI (DI DASAR PILE CAP)	
h_8	0,35	b_8	2,00	Berat volume, w_s	w_s	14 kN/m ³
h_9	0,35	b_9	2,00	Sudut gesek,	ϕ	20°
h_{10}	1	b_{10}	0,00	Kohesi, c	c	5,7 kPa
h_{11}	1				BAHAN STRUKTUR	
c	4,97	B_8	5,50	Mutu beton	K-	361,445783
d	0,8			Mutu baja tulangan	U-	39

3. Analisis Beban Keja

- Berat Sendiri Struktur Atas

Beban pada abutemen akibat berat sendiri struktur atas,

$$P_{MS} = \frac{1}{2} \times W_{MS} = 1466,5 \text{ kN}$$

Eksentrisitas beban terhadap pondasi,

$$e = -\frac{B_x}{2} + b_8 + \frac{b_7}{2} = 0,15 \text{ m}$$

Momen pada pondasi akibat berat sendiri struktur atas,

$$M_{MS} = P_{MS} \times e = 219,975 \text{ kNm}$$

- Berat sendiri Struktur Bawah

Berat Beton $w_c = 24 \text{ kN/m}^3$

Berat Tanah Timbunan $w_s = 17,2 \text{ kN/m}^3$

Lebar $B_y = 13,0 \text{ m}$

2x tebal wingwall = 1,0 m

$b_{12} = 0,85 \text{ m}$

$b_{13} = 0,65 \text{ m}$

$h_{13} = 4,6 \text{ m}$

$H = 9,72 \text{ m}$

- Beban Mati Tambahan

Beban pada abutmen akibat beban mati tambahan,

$$P_{MA} = \frac{1}{2} W_{MA} = 579,60 \text{ kN}$$

Eksentrisitas beban terhadap pondasi,

$$e = -\frac{B_x}{2} + b_8 + \frac{b_7}{2} = 0,15 \text{ m}$$

Momen pada pondasi akibat berat sendiri struktur atas,

$$M_{MA} = P_{MA} \times e = 86,94 \text{ kN-m}$$

- Tekanan tanah lateral dihitung berdasarkan harga nominal dari berat tanah (w_s). Sudut gesek dalam (ϕ), dan kohesi c dengan :

$$W_s' = W_s$$

$$\phi' = \tan^{-1}(K_\phi \times \tan \phi) \text{ dengan faktor reduksi untuk } \phi$$

$$K_\phi = 0,7$$

$$c' = K_c \times c \text{ dengan faktor reduksi untuk } c'$$

$$K_c = 1$$

Koefisien tekanan tanah aktif

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

Berat tanah $W_s = 17,2 \text{ kN/m}^3$

Sudut gesek dalam $\phi = 20^\circ$

Kohesi $c = 0 \text{ kPa}$

Tinggi total abutmen $H = 9,72 \text{ m}$

Lebar abutment $B_y = 13 \text{ m}$

Beban merata akibat berat timbunan tanah setinggi 0,6 m yang merupakan ekuivalen beban kendaraan :

$$0,6 \times W_s = 10,32 \text{ kPa}$$

$$\phi' = \tan^{-1}(K_\phi R \times \tan \phi) = 1,000250 \text{ rad} = 57,4387^\circ$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi'/2) = 0,085343$$

- Beban Lajur D

Untuk harga, $L = 28,00 \text{ m}$ $b_1 = 8,00 \text{ m}$ $DLA = 0.4$

Besar beban lajur "D" :

$$WTD = q \times L \times \frac{(5.5+b)}{2} + p \times DLA \times \frac{(5.5+b)}{2} = 1825,2 \text{ kN}$$

Beban pada Abutmen akibat beban lajur "D"

$$PTD = \frac{1}{2} WTD = 912,6 \text{ kN}$$

Eksentrisitas beban terhadap pondasi,

$$e = -\frac{B_x}{2} + b_8 + \frac{b_7}{2} = 0,15 \text{ m}$$

Momen pada pondasi akibat beban lajur "D"

$$M_{TD} = P_{TD} \times e = 136,89 \text{ kN-m}$$

- Beban Pejalan kaki

A = Luas trotoar yang dibebani pejalan kaki (m²)

Beban hidup merata q :

Untuk $A < 10 \text{ m}^2$ $q = 5 \text{ kPa}$

Untuk $10 \text{ m}^2 < A < 100 \text{ m}^2$ $q = 5 - 0.033 \times (A-10) \text{ kPa}$

Untuk $A > 100 \text{ m}^2$ $q = 2 \text{ kPa}$

Luas bidang trotoar yang di dukung abutmen,

$$A = b_2 \times \frac{L}{2} \times n = 28 \text{ m}^2$$

Beban merata pada pedestrian,

$$q = 5 - 0.033 \times (A-10) = 4,406 \text{ kPa}$$

Beban pada Abutmen akibat pejalan kaki

$$P_{TP} = A \times q = 123,368 \text{ kN}$$

Eksentrisitas beban terhadap pondasi,

$$e = -\frac{B_x}{2} + b_8 + \frac{b_7}{2} = 0,15 \text{ m}$$

Momen pada pondasi akibat pejalan kaki

$$M_{TP} = P_{TP} \times e = 18,5052 \text{ kN-m}$$

- Gaya Rem

Besarnya gaya rem arah memanjang jembatan tergantung dari panjang jembatan (L), sebagai

berikut:

Gaya Rem TTB = 250 kN
 untuk $L_t < 80$ m
 Gaya Rem TTB = $250 + 2,5 \cdot (L_t - 80)$ kN
 untuk $80 < L_t < 180$ m
 Gaya Rem TTB = 500 kN
 untuk $L_t > 180$ m
 Untuk $L_t = L = 28,00$ m
 Gaya Rem TTB = 250 kN
 Lengan terhadap pondasi akibat gaya rem,
 $Y_{TB} = 9,72$ m
 Momen pada pondasi akibat gaya rem,
 $MTB = 2430$ kN-m
 Lengan terhadap breast wall, $Y'_{TB} = 8,37$ m

• Pengaruh Temperatur

temperatur maksimum rata-rata $T_{maks} = 40^\circ\text{C}$
 temperatur minimum rata-rata $T_{min} = 15^\circ\text{C}$
 $dT = (T_{maks} - T_{min})/2$
 Perbedaan temperatur pada slab $dT = 12,5^\circ\text{C}$
 Koefisien muai panjang beton $\alpha = 1,00\text{E-}05$
 Modulus elastisitas beton
 $E_c = 25742,9602$ Mpa
 Kekakuan geser untuk tumpuan
 berupa elastomeric $k = 1500$ kN/m
 Panjang girder $L = 28,00$ m
 Jumlah tumpuan elastomeric (Jumlah girder)
 $n = 7$ buah
 Gaya pada abutmen akibat pengaruh temperatur
 $TET = 18,375$ kN
 Lengan terhadap pondasi $Y_{ET} = 2,85$ m
 Momen pada pondasi $M_{ET} = 52,36875$ kN-m
 Lengan terhadap breast wall $Y'_{ET} = 1,5$ m
 $M'_{ET} = 27,5625$ kN-m

• Beban Angin

Angin meniup samping jembatan
 $T_{EW} = 0,0006 \times C_w \times (V_w)^2 \times Ab$
 Dengan: $C_w =$ Koefisien seret 1,25
 $V_w =$ kecepatan angin rencana 35 m/det
 $Ab =$ luas koefisien bagian samping jembatan
 (m^2)
 $T_{EW} = 0,0012 \times C_w \times (V_w)^2 = 1,84$ kN/m
 Beban angin pada abutment :
 $T_{EW1} = 0,0006 \times C_w \times (V_w)^2 \times Ab = 45,02$ kN
 Lengan thd pondasi : $Y_{EW} = h_7 + ha/2 = 4,60$ m
 Momen pada pondasi akibat beban angin :
 $M_{EW} = T_{EW1} \times Y_{EW} = 207,09$ kN-m
 Lengan terhadap breast wall :
 $Y'_{EW} = h_7 - h_9 - h_{11} + ha/2 = 3,25$ m
 Momen pada breast wall
 $M'_{EW} = T_{EW1} \times Y'_{EW} = 146,31$ kN-m

Tabel 3. 5 Data gempa dari pusjatan

PGA (g)	0,3	PSA (g)	0,360
S_s (g)	0,571	S_{DS} (g)	0,767
S_1 (g)	0,299	T_0 (detik)	0,141
SD1	0,539	T_s (detik)	0,767

Angin meniup kendaraan

$T_{EW} = 0,0012 \times C_w \times (V_w)^2 \times L/2$
 Dengan, $C_w =$ Koefisien seret 1,25
 $V_w =$ kecepatan angin rencana 35 m/det T_{EW}
 $= 0,0012 \times C_w \times (V_w)^2 = 1,764$ kN/m
 Panjang bentang $L = 28,00$ m
 Tinggi bidang samping jembatan $ha = 3,50$ m
 $Ab = (L \times ha)/2 = 49,00$ m^2
 Beban angin pada abutment :
 $T_{EW2} = 0,0012 \times C_w \times (V_w)^2 \times L/2 = 24,696$ kN

Lengan terhadap pondasi :

$Y_{EW} = h_7 + hb + ts + ta = 4,65$ m
 Momen pada pondasi akibat beban angin :

$M_{EW} = T_{EW1} \times Y_{EW} = 114,8364$ kN-m

Lengan terhadap breast wall :

$Y'_{EW} = h_7 - h_{11} - h_9 = 3,30$ m

Momen pada breast wall

$M'_{EW} = T_{EW2} \times Y'_{EW} = 81,4968$ kN-m

Beban angin ke lantai jembatan

Bidang vertical yang ditiup angin merupakan bidang
 samping kendaraan dengan tinggi 2,0 meter diatas
 lantai jembatan $h = 2,0$ m

Jarak antar roa kendaraan $x = 1,75$ m

Transfer beban angin kelantai jembatan

$P_{EW} = 2 \times \left(0,5 \times \frac{h}{x} \times T_{EW}\right) \times \left(\frac{L}{2}\right) = P_{EW} = 28,224$ kN

Eksentrisitas beban terhadap pondasi $e = 0,15$ m

Momen pada pondasi akibat transfer beban angin

$M_{EW} = 4,2336$ kN-m

• Beban Gempa

Beban gempa statik ekuivalen

$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{(W_t / (g \cdot K_p))}$

Beban Gempa Arah Memanjang Jembatan (Arah-X)

Tinggi Breast wall $L_b = 6,47$ m

Ukuran penampang breast wall

$b = 13,0$ m $h = 1,5$ m

Inertia penampang breast wall $I_c = 3,6563$ m^4

Mutu beton, K-361 $f'_c = 30$ MPa

Modulus elastisitas beton $E_c = 25742,9602$ MPa

$E_c = 25742960,2$ kPa

Nilai Kekakuan $K_p = 1042564,14$

Percepatan Gravitasi $g = 9,8$ m/det²

Berat sendiri struktur atas $P_{MS(str atas)} = 1466,5$ kN

Berat Sendiri struktur

bawah $P_{MS(str bawah)} = 7416,5395$ kN

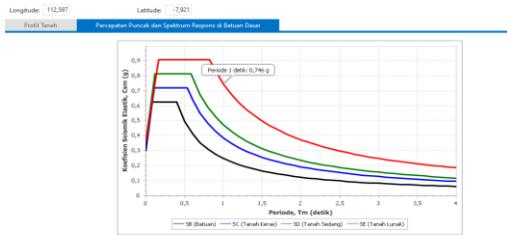
Berat sendiri total struktur $W_{TP} = 8149,7895$ kN

Waktu getar alami struktur $T = 0,1773652$ detik

Untuk Wilayah kota Malang, lebih tepatnya lokasi

jembatan Sengkaling menggunakan koordinat -

7.921290 LS dan 112.597403 BT.



Gambar 4.15 Data Gempa dari Pusjatan
 Sumber: petagempa.pusjatan.pu.go.id

Tabel 3.6 Data Spektra Respon

Variable	T (detik)	Sa (g)
AS	0	0,361
T0	0,116	0,812
SDS	0,2	0,812
Ts	0,581	0,812
Ts=0.1	0,7	0,674
Ts=0.2	0,8	0,590
Ts=0.3	0,9	0,524
Ts=0.4	1,0	0,472
SD1	1	0,472
Ts=0.5	1,1	0,429
Ts=0.6	1,2	0,393

Sumber: petagempa.pusjatan.pu.go.id

$$\frac{\sum t_i}{n} = \frac{30}{0,61} = 49,1 \approx 50$$

Nilai rata-rata SPT adalah 50 (Kelas situs tanah Keras)

Mencari nilai Csm untuk T > T0

$$Csm = (SDS - AS) T / T_0 + A_S = 0,388$$

untuk struktur jembatan dengan daerah sendi plastis beton bertulang, S = 1,3F S = 1,0F

dengan, F = 1,25 - 0,025 x n dan F harus diambil > 1

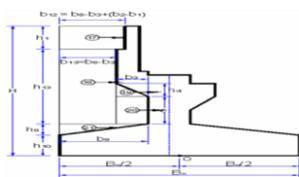
F = faktor perangkaan
 n = jumlah sendi plastis yang menahan deformasi arah lateral

Untuk, n = 1
 maka F = 1,25 - 0,025 x n = 1,225

Faktor tipe struktur, S = 1,225
 Koefisien beban gempa horisontal, Kh = C x s = 0,4753

Untuk jembatan yang memuat > 2000 kendaraan/hari, jembatan pada jalan raya utama atau arteri, dan jembatan dimana terdapat route alternatif. maka diambil faktor kepentingan, I = 1

$$T_{EQ} = 0,4753 \times Wt$$



Gambar 4.16 Beban Gempa statik ekuivalen
 Sumber: [C] 2010:MNI-BE

- h₁= 0,4 m h₆= 0,5 m h₁₁= 1 M
- h₂= 1,5 m h₇= 2,85 m c = 4,97 M
- h₃= 0,5 m h₈= 0,35 m d = 0,8 M
- h₄= 1 m h₉= 0,35 m h₁₃= 7,97 M
- h₅= 0,5 m h₁₀= 1 m h = 9,72 M

Beban Gempa Arah Melintang Jembatan (Arah Y)

Tinggi Breast wall Lb = 6,47 m

Ukuran penampang breast wall b = 13,0 m

h = 1,5 m

Inertia penampang breast wall I_c = 3,6563 m⁴

Mutu beton, K-361 f_c = 30 MPa

Modulus elastisitas beton E_c = 25742,96 MPa

E_c = 25742960,20 kPa

Nilai Kekakuan K_p = 1042564,14

Percepatan Gravitasi g = 9,8 m/det²

Berat sendiri struktur atas P_{MS(str atas)} = 1466,50 kN

Berat sendiri struktur bawah P_{MS(str bawah)} = 7416,54 kN

Berat sendiri total struktur W_{TP} = 8149,7895 kN

Waktu getar alami struktur T = 0,1773652 detik

Kondisi tanah dasar termasuk = Tanah Sedang lokasi wilayah gempa 2

Kondisi tanah dasar termasuk = Tanah Sedang lokasi gempa Malang.

Faktor modifikasi respon untuk bangunan bawah R = 1,5

Mencari nilai Csm untuk T > T0

$$Csm = (SDS - AS) T / T_0 + A_S = 0,388$$

untuk struktur jembatan dengan daerah sendi plastis beton bertulang, S = 1,3F S = 1,0F

dengan, F = 1,25 - 0,025 x n dan F harus diambil > 1
 F = faktor perangkaan
 n = jumlah sendi plastis yang menahan deformasi arah lateral

Untuk, n = 1 maka F = 1,25 - 0,025 x n = 1,225

Faktor tipe struktur, S = 1,225

Koefisien beban gempa horisontal, Kh = C/R x S = 0,4119

Untuk jembatan yang memuat >2000 kendaraan/hari, jembatan pada jalan raya utama atau arteri, dan jembatan dimana terdapat route alternatif. maka diambil faktor kepentingan, I = 1

$$T_{EQ} = 0,4119 \times Wt$$

$$P_{MA} = 579,600 \text{ kN}$$

$$Wt = 9462,640 \text{ kN}$$

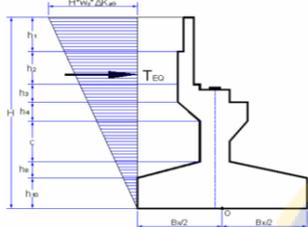
Beban gempa arah melintang jembatan

$$T_{EQ} = 3897,914 \text{ kN}$$

Momen pada pondasi akibat beban gempa

$M_{EQ} = T_{EQ} \times Y_{EQ} = 21055,010 \text{ kN-m}$
 Tekanan Tanah Dinamis Akibat Beban Gempa
 Gaya gemparah lateral akibat tekanan tanah dinamis dihitung dengan menggunakan koefisien tekanan tanah dinamis (ΔKaG) sebagai berikut:
 $\theta = \tan^{-1}(Kh)$
 $KaG = \cos^2(\phi' - \theta) / [\cos 2\theta \{1 + \sqrt{(\sin(\phi' - \theta)) / \cos \theta}\}]$
 $\Delta kaG = KaG - Ka$

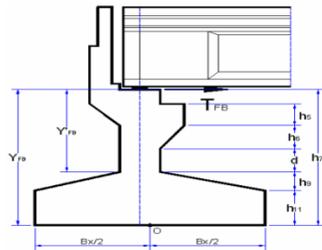
Tekanan tanah dinamis $p = H \cdot w_s \cdot \Delta kaG \text{ kN/m}^2$



Gambar 4.17 Tekanan tanah dinamis akibat beban gempa
 Sumber: [C] 2010: MNI-BE

$H = 9,72 \text{ m}$
 $By = 13,0 \text{ m}$
 $Kh = 0,41193$
 $\phi' = 1,00250 \text{ rad}$
 $Ka = 0,085343$
 $Ws = 17,2 \text{ kN/m}^3$
 $\theta = 0,39074552 \text{ rad}$
 $\cos 2(\phi' - \theta) = 0,6701721$
 $\left[\cos 2\theta \left\{ 1 + \frac{\sqrt{\sin \phi' - \theta}}{\cos \theta} \right\} \right] = 1,498220$
 $KaG = 0,44731233$
 $\Delta KaG = 0,36196908$
 Gaya gempa lateral $TEQ = 1/28H^2 \times ws \times \Delta kaG \times$
 $By = 3823,365 \text{ kN}$
 Lengan terhadap pondasi $Y_{EQ} = 2/3 \times H = 6,5 \text{ m}$
 Momen akibat b. gempa $M_{EQ} = 24775,408 \text{ kN-m}$

• Gesekan Pada Perletakan (FB)
 Koefisien geser tumpuan elastomer, $\mu = 0.18$
 Gaya gesek yang timbul hanya ditinjau terhadap beban berat sendiri dan beban mati tambahan



Gambar 4.18 Gesekan pada perletakan (FB)
 Sumber: [C] 2010: MNI-BE

Kombinasi Beban Kerja

Reaksi abutmen akibat:
 Berat sendiri struktur atas:
 $P_{MS} = 1466,5 \text{ kN}$
 Beban mati tambahan,
 $P_{MA} = 579,600 \text{ kN}$
 Reaksi abutmen akibat beban tetap:
 $P_T = 2046,100 \text{ kN}$
 Gaya gesek pada perletakaan
 $T_{FB} = 368,298 \text{ kN}$
 Lengan terhadap pondasi
 $Y_{FB} = 2,85 \text{ M}$
 Momen pada pondasi akibat gempa,
 $M_{FB} = 1049,649 \text{ kN-m}$
 Lengan terhadap breast wall
 $y'_{FB} = 1,5 \text{ M}$
 Momen pada breast wall
 $M'_{FB} = 552,447 \text{ kN-m}$

Tabel 3.7 Rekap Beban Kerja

No	REK-AP BEBAN KERJA	Arah Kode	Vertikal P (kN)	Horizontal		Momen	
				Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A.	Aksi tetap						
1	Berat sendiri	MS	9462,64			-9291,30	
2	Beban mati tambahan	MA	579,60			86,94	
3	Tekanan tanah	TA		1012,74		3461,58	
B.	Beban lalu lintas						
4	Beban lajur 'D'	TD	912,60			136,89	
5	Beban pedestrian	TP	123,37			18,51	
6	gaya rem			250,00		2430,00	
C.	Aksi lingkungan						
7	Temperatur	ET		18,38		52,37	
8	Beban angin	EW	28,22		69,71	4,23	321,92
9	Beban gempa	WQ		4482,57	3897,91	24213,11	21055,01
10	Tek tanah dinamis			3823,37		24775,41	
D.	Aksi lainnya						
11	Gesekan	FB		368,30		1049,65	

Tabel 3.8 Daya Layan 1

No	Aksi Beban	Arah Kode	Vertikal P (kN)	Horizontal		Momen	
				Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A.	Aksi tetap						
1	Berat sendiri	MS	9462,64			-9291,30	
2	Beban mati tambahan	MA	579,60			86,94	
3	Tekanan tanah	TA		1012,74		3461,58	
B.	Beban lalu lintas						
4	Beban lajur 'D'	TD	912,60			136,89	
5	Beban pedestrian	TP	123,37			18,51	
6	gaya rem	TB		250,00		2430,00	
C.	Aksi lingkungan						
7	Temperatur						
8	Beban angin	EW	28,22		69,71	4,23	
9	Beban gempa						
10	Tek tanah dinamis						
D.	Aksi lainnya						
11	Gesekan	FB	11106,43	368,30	69,71	1049,65	0,00

Tabel 3.9 Daya Layan 2

No	Aksi Beban	Arah Kode	Vertikal P (kN)	Horizontal		Momen	
				Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A.	Aksi tetap						
1	Berat sendiri	MS	9462,64			-9291,30	
2	Beban mati tambahan	MA	579,60			86,94	
3	Tekanan tanah	TA		1012,74		3461,58	
B.	Beban lalu lintas						
4	Beban lajur 'D'	TD	912,60			136,89	
5	Beban pedestrian	TP	123,37			24,06	
6	gaya rem	TB		250,00		2430,00	
C.	Aksi lingkungan						
7	Temperatur						
8	Beban angin	EW	28,22		69,71	4,23	321,92
9	Beban gempa						
10	Tek tanah dinamis	EQ		3823,37		24775,41	
D.	Aksi lainnya						
11	Gesekan	FB	11106,43	368,30	69,71	1049,65	321,92

Tabel 3.10 Daya Layan 3

No	daya layan 3		Arah Kode	Horisontal			Momen	
	Aksi.Beban			P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A. Aksi tetap								
1	Berat sendiri		MS	9462,64			-9291,30	
2	Beban mati tambahan		MA	579,60			86,94	
3	Tekanan tanah		TA		1012,74		3461,58	
B. Beban lalu lintas								
4	Beban lajur 'D'		TD	912,60			136,89	
5	Beban pedestrian		TP	123,37			24,06	
6	gaya rem		TB		250,00		2430,00	
C. Aksi lingkungan								
7	Temperatur		ET		18,38		52,37	
8	Beban angin		EW	28,22		69,71	4,23	321,92
9	Beban gempa							
10	Tek tanah dinamis							
D. Aksi lainnya								
11	Gesekan		FB		368,30		1049,65	
				11106,43	1649,42	69,71	-2045,58	321,92

Tabel 3.11 Daya Layan 4

No	Daya Layan 4		Arah Kode	Horisontal			Momen	
	Aksi.Beban			P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A. Aksi tetap								
1	Berat sendiri		MS	9462,64			-9291,30	
2	Beban mati tambahan		MA	579,60			86,94	
3	Tekanan tanah		TA		1012,74		3461,58	
B. Beban lalu lintas								
4	Beban lajur 'D'		TD	912,60			136,89	
5	Beban pedestrian		TP	123,37			24,06	
6	gaya rem		TB		250,00		2430,00	
C. Aksi lingkungan								
7	Temperatur		ET		18,38		52,37	
8	Beban angin		EW	28,22		69,71	4,23	321,92
9	Beban gempa							
10	Tek tanah dinamis							
D. Aksi lainnya								
11	Gesekan		FB		368,30		1049,65	
				11106,43	1649,42	69,71	-2045,58	321,92

Tabel 3.12 Ekstrim 1

No	Ekstrim 1		Arah Kode	Horisontal			Momen	
	Aksi.Beban			P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A. Aksi tetap								
1	Berat sendiri		MS	9462,64			-9291,30	
2	Beban mati tambahan		MA	579,60			86,94	
3	Tekanan tanah							
B. Beban lalu lintas								
4	Beban lajur 'D'		TD	912,60			136,89	
5	Beban pedestrian		TP	123,37			18,51	
6	gaya rem							
C. Aksi lingkungan								
7	Temperatur							
8	Beban angin							
9	Beban gempa		EQ	4482,57	3897,91		24213,11	21055,01
10	Tek tanah dinamis		EQ	3823,37			24775,41	
D. Aksi lainnya								
11	Gesekan		FB		368,30		1049,65	
				11078,21	8674,24	3897,91	40989,21	21055,01

Kontrol Stabilitas Guling
Stabilitas guling arah X

Pondasi tiang tidak diperhitungkan dalam analisis stabilitas terhadap guling, sehingga SF = 2,2

Letak titik guling A (Ujung Pondasi) Terhadap pusat Pondasi :

$$\frac{B_x}{2} = 2,75 \text{ m}$$

k = persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

Mx = momen penyebab guling arah X

Momen penahan guling : $MP_x = P \times \left(\frac{B_x}{2}\right) \times (1 + k)$ Angka aman terhadap guling :

SF = MP_x/M_x harus $\geq 2,2$

No	KOMBINASI BEBAN	k	P kN	Mx kNm	MPx kNm	SF	Keterangan
1	DAYA LAYAN-1	0%	11106,4	-2103,497	30542,687	-14,52	<2,2 No C
2	DAYA LAYAN-2	0%	11106,4	22677,463	30542,687	1,35	<2,2 No C
3	DAYA LAYAN-3	0%	11106,4	-2045,576	30542,687	-14,93	<2,2 No C
4	DAYA LAYAN-4	0%	11106,4	-2045,576	30542,687	-14,93	<2,2 No C
5	EKSTRIM-1	50%	11078,2	40989,208	45697,606	1,11	<2,2 No C

Nilai SF pada daya layan 1, daya layan 3 dan daya layan 4 bernilai negatif, jadi nilai tersebut di absoltukan.

No	KOMBINASI BEBAN	k	P kN	Mx kNm	MPx kNm	SF	Keterangan
1	DAYA LAYAN-1	0%	11106,4	-2103,497	30542,600	14,52	>2,2 Aman
2	DAYA LAYAN-2	0%	11106,4	22677,463	30542,600	1,35	<2,2 No Go
3	DAYA LAYAN-3	0%	11106,4	-2045,576	30542,600	14,93	>2,2 Aman
4	DAYA LAYAN-4	0%	11106,4	-2045,576	30542,600	14,93	>2,2 Aman
5	EKSTRIM-1	50%	11078,2	40989,208	45697,575	1,11	<2,2 No Go

Stabilitas Guling arah Y

Letak titik guling A (Ujung Pondasi) terhadap pusat pondosi

$$By/2 = 6,5 \text{ m}$$

No	KOMBINASI BEBAN	k	P kN	My kNm	Mpy kNm	SF	Keterangan
1	DAYA LAYAN 1	0%	11106,4	0,000	72191,8		
2	DAYA LAYAN 2	25%	11106,4	321,923	90239,76	280,32	>2,2 Aman
3	DAYA LAYAN 3	40%	11106,4	321,923	101068,5	313,95	>2,2 Aman
4	DAYA LAYAN 4	40%	11106,4	321,923	101068,5	313,95	>2,2 Aman
5	EKSTRIM 1	50%	11078,2	21055,010	108012,5	5,13	>2,2 Aman

Kontrol Stabilitas Geser

Stabilitas geser arah X

Parameter pile cap :

Sudut gesek dalam $\phi = 20^\circ$

Kohesi $c = 5,7 \text{ kPa}$

Ukuran pile cap $B_x = 5,5 \text{ m}$

$By = 13,0 \text{ m}$

k = persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

Tx = gaya penyebab geser

Gaya penahan geser :

$H = (c * B_x * B_y + P * \tan \phi) * (1 + k)$ harus > 1.1

No	KOMBINASI BEBAN	k	Tx	P	H	SF	Keterangan
1	Daya layan 1	0%	1631,04	11106,4315	4450,403	2,729	>1,1 Aman
2	Daya layan 2	0%	5454,41	11106,4315	4450,403	0,816	<1,1 No Go
3	Daya Layan 3	0%	1649,42	11106,4315	4450,403	2,698	>1,1 Aman
4	Daya layan 4	0%	1649,42	11106,4315	4450,403	2,698	>1,1 Aman
5	ekstrim 1	50%	8674,24	11078,2075	6456,419	1,116	>1,1 Aman

Stabilitas Geser Arah Y

Parameter pile cap :

Sudut gesek dalam $\phi = 20^\circ$

Kohesi $c = 5,7 \text{ kPa}$

Ukuran pile cap $B_x = 5,5 \text{ m}$

$By = 13,0 \text{ m}$

k = persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

Tx = gaya penyebab geser

Gaya penahan geser :

$H = (c * B_x * B_y + P * \tan \phi) * (1 + k)$ harus > 1.1

No	KOMBINASI BEBAN	k	Ty kN	P kN	H kN	SF	Keterangan
1	DAYA LAYAN 1	0%	69,7148	11106,4315	4450,403	63,84	>1,1 Aman
2	DAYA LAYAN 2	25%	69,7148	11106,4315	5461,117	78,34	>1,1 Aman
3	DAYA LAYAN 3	40%	69,7148	11106,4315	6067,545	87,03	>1,1 Aman
4	DAYA LAYAN 4	40%	69,7148	11106,4315	6067,545	87,03	>1,1 Aman
5	EKSTRIM 1	50%	3897,91	11078,2075	6456,419	1,66	>1,1 Aman

Pembahasan

Berdasarkan analisa kapasitas abutmen dengan beban gempa pada jembatan Taman Rekreasi Sengkaling Malang. Di dapatkan beberapa analisa sebagai berikut:

1. Menurut SNI 2833:2016 Kelas situs pada lokasi yang di tinjau merupakan Tanah sangat padat atau keras karena nilai hasil uji penetrasi standar tanah adalah 50

$$\frac{\sum ti}{\sum ti/n} = \frac{30}{0,2+0,16+0,15+0,1} = \frac{30}{0,61} = 49,1 \approx$$

50

2. Untuk Stabilitas Guling arah X

Pada kombinasi beban nilai SF kurang dari 2,2 dan nilai kombinasi beban daya layan 1,3 dan 4 bernilai negatif (-) yaitu daya layan 1 sebesar -14,52 menjadi 14,52 dan untuk daya layan 3,4 sebesar -14,93 menjadi 14,93 nilai-nilai tersebut di absolutkan karena ketinggian abutmen kurang.

3. Untuk Stabilitas geser arah X

Pada kombinasi beban daya layan 2 tersebut tidak aman karena tekanan tanah mengalami geser dengan nilai SF 0,816 < dari 1,1 agar di katakana aman. Jika terjadi gempa akan geser karena ketinggian abutmen kurang bisa menopang jembatan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa kapasitas abutmen dengan beban gempa pada jembatan Taman Rekreasi Sengkaling Malang. Di dapatkan beberapa analisa sebagai berikut:

- Kapasitas abutmen pada jembatan sengkaling jika terjadi gempa mengalami guling dalam arti stabilitas geser dan guling abutmen tidak memenuhi standart dari pembebanan jembatan.

- Menurut SNI 2833:2016 Kelas situs pada lokasi yang di tinjau merupakan Tanah sangat padat karena nilai hasil uji penetrasi standar tanah adalah 50

$$\frac{\sum ti}{\sum ti/n} = \frac{30}{0,2+0,16+0,15+0,1} = \frac{30}{0,61} = 49,1 \approx 50$$

- Untuk Stabilitas Guling arah X

Pada kombinasi beban nilai SF kurang dari 2,2 dan nilai kombinasi beban daya layan 1,3 dan 4 bernilai negatif (-) yaitu daya layan 1 sebesar -14,52 dan untuk daya layan 3,4 sebesar -14,93 nilai-nilai tersebut di absolutkan karena ketinggian abutmen kurang. Sehingga abutmen perlu ditinjau kembali.

- Untuk Stabilitas geser arah X

Pada kombinasi beban daya layan 2 tersebut tidak aman karena tekanan tanah mengalami

geser dengan nilai SF 0,816 < dari 1,1 agar di katakana aman. Jika terjadi gempa akan geser karena ketinggian abutmen kurang bias menopang jembatan.

5. SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah

1. Penggunaan program bantu atau aplikasi diperlukan dalam analisis komponen jembatan yang lebih detil bagian gelagar jembatan serta abutment, agar mendapatkan nilai yang akurat.
2. Untuk penelitian tanah selanjutnya dapat di teliti juga mengenai kondisi tanah pada abutmen jembatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M. 2006, "Principles of Geotechnical Enggining 7rd". USA: PWS Publishers.
- SNI 2833-2016. *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung:
- SNI 1725-2016. *Pembebanan untuk Jembatan*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung:
- Peta Gempa.
<http://www.petagempa.pusjatan.pu.go.id>
kementrian Pekerjaan Umum.
- [C] 2010:MNI-BE. "Analisis Beban Abutment". Yogyakarta:
- Widyaningrum, A., Indriyati, E.W., HArDini. P. 2016 "Pengaruh Perubahan Pembebanan dan Beban Gempa Terhadap Kinerja Jembatan Sungai Serayu Patikraja Banyumas". Purbalingga: Universitas Jendral Soedirman.
- Ardiani, K., Harry, M. 2015. *Program Analisa Stabilitas Abutment*. Bandung:
- Bowles, Joseph E. 1991. *Analisa dan Desain Pondas*", jilid 1, Jakarta: Erlangga.
- Bowles, Joseph E. 1991. "Analisa dan Desain Pondasi", jilid 2, Jakarta: Erlangga.
- Tandra, D., Warman. H., Farni, I. "Perencanaan Abutmen Struktur Bawah Jembatan Purus". Padang: Universitas Bung Hatta.
- Telford, Thomas. 2000. "Ice Manual of Bridge Engineering". London: 1 Heron Quay Publihers

