

# **STUDI REDESAIN DIMENSI ABUTMEN JEMBATAN KIRONGGO BONDOWOSO AKIBAT PERBEDAAN PERIODE GETAR DAN KELAS SITUS TANAH**

(Studi Kasus : Jembatan Kironggo Bondowoso – Jawa Timur)

**Rizal Budi Pranata**

**Dosen Pembimbing :**

**Ir. Pujo Priyono, MT. ; Dr. Muhtar, MT.**

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

Email : rizalpranata46@gmail.com

## **Abstrak**

Secara struktural jembatan dipisahkan menjadi bangunan atas dan bangunan bawah. Sesuai fungsinya, bangunan bawah jembatan menopang dan meneruskan beban dari bangunan atas jembatan ke lapisan tanah yang kuat dan stabil/solid. Bangunan bawah jembatan terdiri dari abutmen dan pondasi, dimana abutmen bisa juga berfungsi sebagai pondasi jembatan.

Metode yang dilakukan pada studi redesain abutmen pada penelitian ini berdasarkan SNI 2833 – 2016 tentang gempa jembatan. Kemudian dianalisa periode getar pada kedua abutmen (tanah lunak – tanah sedang).

Dari analisis periode getar yang telah dilakukan pada studi kasus ini menyatakan salah satu abutmen (tanah lunak) tidak sesuai dengan SNI 2833 – 2016 dengan nilai faktor keselamatan  $SF < 2,2$  maka dilakukan redesain terhadap abutmen (tanah lunak) sehingga diperoleh periode getar yang sama pada kedua abutmen.

**Kata kunci:** Kelas situs tanah, Periode getar, Redesain Abutmen.

## **1. PENDAHULUAN**

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang sedang giat melaksanakan pembangunan di segala bidang. Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi, mempunyai peranan yang penting di dalam kelancaran transportasi untuk pemenuhan hidup. Sehingga jalan yang lancar, aman dan nyaman telah menjadi kebutuhan hidup utama.

## **RUMUSAN MASALAH**

1. Bagaimana perbedaan periode getar dua abutment jembatan Kironggo-Bondowoso?
2. Bagaimana dimensi revisi agar tercapai keseimbangan periode getar diantara abutment jembatan Kironggo-Bondowoso?

## **BATASAN MASALAH**

1. Tidak membahas rencana anggaran biaya (RAB)
2. Tidak menghitung dan menganalisis sambungan pada jembatan.

3. Tidak membandingkan alternatif lain diluar alternatif dalam tugas akhir ini.

## **MANFAAT PENELITIAN**

- a. Untuk memberikan manfaat dan informasi secara lebih detail tentang dampak perbedaan kelas situs tanah terhadap perbedaan periode getar akibat gempa.
- b. Dari hasil analisis ini, diharapkan dapat mengetahui dimensi yang sesuai dan keseimbangan periode getar pada abutment.

## **2. PENGERTIAN JEMBATAN**

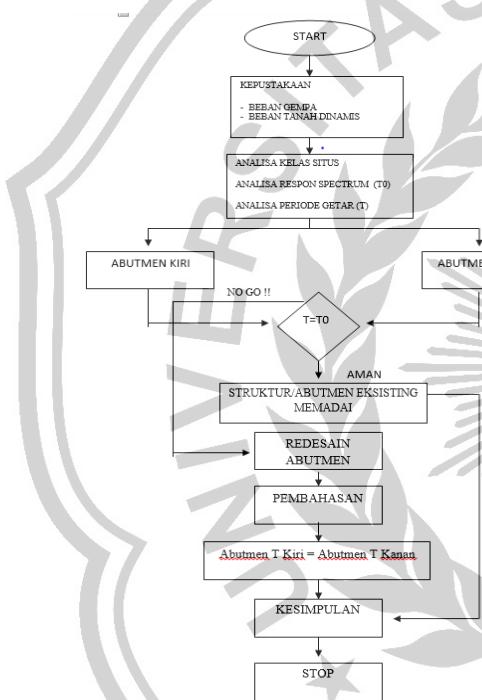
Jembatan ialah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas). Jembatan yang merupakan bagian dari jalan, sangat diperlukan dalam sistem jaringan transportasi darat yang akan menunjang pembangunan pada daerah tersebut (Struyk, 1984).

### 3. LOKASI PENELITIAN

Secara umum lokasi Jembatan Kiringgo-Bondowoso berada di Jln. RBA Kironggo Kec. Blindungan Kab. Bondowoso Jawa Timur.



### KERANGKA PEMIKIRAN



### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

perbedaan periode getar dua abutment jembatan Kironggo-Bondowoso

#### Tanah Sedang

Beban Gempa Arah Melintang Jembatan (Arah X)

Tinggi breast wall

$H_b = 2,850 \text{ m}$

Ukuran penampang breast wall

$b = 11.00 \text{ m}$

$b = 0,750 \text{ m}$

Inertia penampang breast wall

$I_c = 0,387 \text{ m}^4$

Mutu beton K- 300

$f'_c = 24,900 \text{ Mpa}$

Modulus elastisitas beton

$E_c = 23452,953 \text{ Mpa}$

$E_c = 23452952,906 \text{ kPa}$

Nilai kekakuan

$K_p = 27209089,895$

Percepatan gravitasi

$g = 9.8 \text{ m/det}^2$

Berat sendiri struktur atas

$P_{MS(\text{str atas})} = 5164,322 \text{ kN}$

Berat sendiri struktur bawah

$P_{MS(\text{str bawah})} = 1524,898 \text{ kN}$

Berat sendiri total total struktur

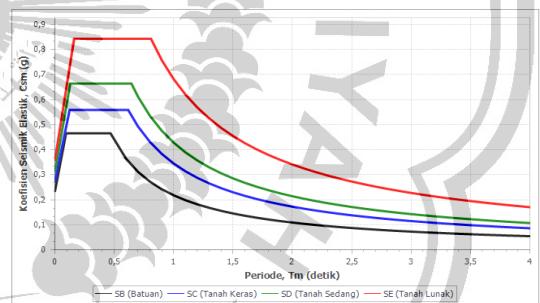
$W_{TP} = 4107,059 \text{ kN}$

Waktu getar alami struktur

$T = 0,025 \text{ detik}$

Data gempa dari Pusjatan

Tabel 4.72 Data Gempa Dari Pusjatan



PGA (g)	0,234	PSA (g)	0,425
Ss (g)	0,465	Sds (g)	0,664
S1 (g)	0,218	T0 (detik)	0,129
SD1	0,428	Ts (detik)	0,664

Data Gempa Dari Pusjatan

Percepatan Puncak dan Spektrum Respons di Batuan Dasar

PGA:  Ss:  S1:

Tabel 4.73 Data Spektra Respons

No	Berat Wt(kN)	T <sub>EQ</sub> (kN)	Uraian lengkap titik O	Besar y(m)	M <sub>EQ</sub> (kNm)
<b>STRUKTUR ATAS</b>					
P <sub>MS</sub>	5164,322	1215,3274	y=H	3,79	4606,09
P <sub>MA</sub>	658,34	154,9281	y=H	3,79	587,18
<b>ABUTMENT</b>					
1	62,04	14,599962	y1 = h10+h8+c+h4+h3+h2+h1/2	2,37	34,60
2	179,42	42,124327	y4 = h10+h8+c+2/3*h4	1,90	80,04
3	564,3	132,79753	y7 = h7/2	1,43	189,24
4	356,4	83,872125	y10 = h10/2	0,45	37,74
5	178,2	41,936062	y11 = h11/2	0,45	18,87
			y12 = y1		
			y13 = h10+h8+c+h4+(h3+h2)/2		
6	0	0	y14 = h10+h8+c/2	2,37	0,00
7	0	0	y18 = h7	1,40	0,00
8	10,00	2,3533144	y20 = h10+h8+h13/2	2,85	6,71
			y21 = h10+h8+c+h4/3		
9	268,323	63,144838	y22 = h10+h8+c/2	3,32	209,64
10	85,635	20,152608	y23 = h10+2/3*h8	2,33	46,85
			T <sub>EQ</sub> =	1771,2363	M <sub>EQ</sub> =
					y <sub>EQ</sub> (m)=
					3,28
Letak titik tangkap gaya horisontal gempa					

Kelas Situs: SD (Tanah Sedang)

As	0	0,312
T0	0,129	0,664
SDS	0,2	0,664
Ts	0,644	0,664
Ts+0,1	0,7	0,611
Ts+0,2	0,8	0,535
Ts+0,3	0,9	0,476
Ts+0,4	1	0,428
SD1	1	0,428
Ts+0,5	1,1	0,389

Berdasarkan SNI 2833-2016

Faktor modifikasi respon untuk bangunan bawah

$$R = 2,000$$

Koefisien beban gempa horisontal

$$S = 1,000$$

Mencari nilai Csm untuk  $T < T_0$

$$\begin{aligned} C_{sm} &= (S_{ds} - PSA) T / T_0 + PSA \\ &= 0,235333144 \end{aligned}$$

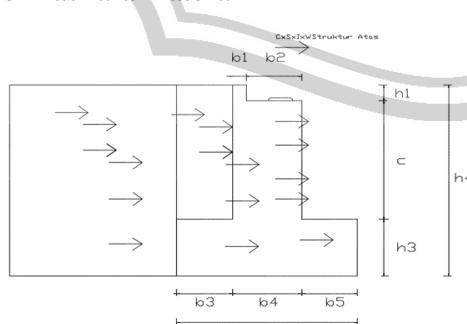
untuk struktur jembatan dengan daerah sendi plastis beton bertulang,

$$S = 1,3F S = 1,0F$$

dengan,  $F = 1,25 - 0,025 \times n$  dan  $F$  harus diambil  $> 1$

$F$  = faktor perangkaan

$n$  = jumlah sendi plastis yang menahan deformasi arah lateral



Untuk,  $n = 1$

maka

$$F = 1,25 - 0,025 \times n = 1,225$$

Faktor tipe struktur,

$$S = 1,225$$

Koefisien beban gempa horisontal,

$$Kh = C \times s = 0,35333144$$

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

$$I = 1$$

Gaya Gempa

$$T_{EQ} = 0,247527688 \times Wt$$

$h_1 =$	0,94	m	$h_2 =$	0 m	$h_3 =$	0,9 m
$h_4 =$	0	m	$h_5 =$	2,85 m	$c =$	1 m
$h_6 =$	0	m	$h_7 =$	0 m	$d =$	0 m
$h_8 =$	0	m	$h_9 =$	0 m	$h_{10} =$	2,85 m
$h_5 =$	0	m	$h_{11} =$	0,9 m	$H =$	3,79 m

Tabel 4.74 Distribusi Beban Gempa Pada Abutmen

No	Berat Wt(kN)	T <sub>EQ</sub> (kN)	Uraian lengkap titik O	Besar y(m)	M <sub>EQ</sub> (kNm)
<b>STRUKTUR ATAS</b>					
P <sub>MS</sub>	5164,322	1215,3274	y=H	3,79	4606,09
P <sub>MA</sub>	658,34	154,9281	y=H	3,79	587,18
<b>ABUTMENT</b>					
1	62,04	14,599962	y1 = h10+h8+c+h4+h3+h2+h1/2	2,37	34,60
2	179,42	42,124327	y4 = h10+h8+c+2/3*h4	1,90	80,04
3	564,3	132,79753	y7 = h7/2	1,43	189,24
4	356,4	83,872125	y10 = h10/2	0,45	37,74
5	178,2	41,936062	y11 = h11/2	0,45	18,87
			y12 = y1		
			y13 = h10+h8+c+h4+(h3+h2)/2		
6	0	0	y14 = h10+h8+c/2	2,37	0,00
7	0	0	y18 = h7	1,40	0,00
8	10,00	2,3533144	y20 = h10+h8+h13/2	2,85	6,71
			y21 = h10+h8+c+h4/3		
9	268,323	63,144838	y22 = h10+h8+c/2	3,32	209,64
10	85,635	20,152608	y23 = h10+2/3*h8	2,33	46,85
			T <sub>EQ</sub> =	1771,2363	M <sub>EQ</sub> =
					y <sub>EQ</sub> (m)=
					3,28
Letak titik tangkap gaya horisontal gempa					

### Tanah Lunak

Beban gempa arah melintang jembatan (arah X)

Tinggi breast wall

$$H_b = 2,850 \text{ m}$$

$$b = 11.00 \text{ m}$$

$$b = 0,750 \text{ m}$$

Inertia penampang breast wall

$$I_c = 0,387 \text{ m}^4$$

Muti beton K- 300

$$f'c = 24,900 \text{ Mpa}$$

Modulus elastisitas beton

$$Ec = 23452,953 \text{ Mpa}$$

$$Ec = 23452952,906 \text{ kPa}$$

Nilai kekakuan

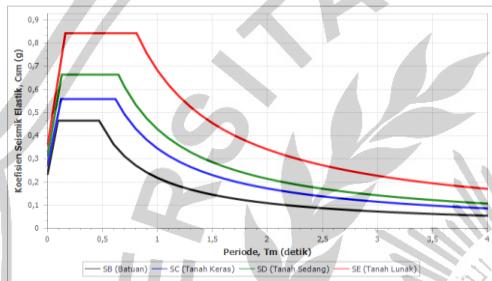
$$K_p = 1175383,082$$

Percepatan gravitasi

$$g = 9.8 \text{ m/det}^2$$

Berat sendiri struktur atas  
 $P_{MS(\text{str atas})} = 5164,322 \text{ kN}$   
 Berat sendiri struktur bawah  
 $P_{MS(\text{str bawah})} = 1608,706 \text{ kN}$   
 Berat sendiri total struktur  
 $W_{TP} = 4190,867 \text{ kN}$   
 Waktu getar alami struktur  
 $T = 0,120 \text{ detik}$   
 Data gempa dari Pusjatan  
 Tabel 4.40 Data Gempa Dari Pusjatan

PGA (g)	0,234	PSA (g)	0,006
Ss (g)	0,465	Sds (g)	0,843
S1 (g)	0,218	T0 (detik)	0,162
SD1	0,682	Ts (detik)	0,809



Gambar 4.6 Data Gempa Dari Pusjatan

Tabel 4.41 Data Spektra Respons

Percepatan Puncak dan Spektrum Respons di Batuan Dasar					
PGA:	0,234	Ss:	0,465	S1:	0,218

Kelas Situs: SE (Tanah Lunak)

As	0	0,358
T0	0,162	0,843
SDS	0,2	0,843
Ts	0,809	0,843
Ts+0.1	0,9	0,757
Ts+0.2	1	0,682
SD1	1	0,682
Ts+0.3	1,1	0,62

Berdasarkan SNI 2833-2016  
 Faktor modifikasi respon untuk bangunan bawah

R = 2,000  
 Koefisien beban gempa horisontal  
 $S = 1,000$

$$\begin{aligned} \text{Mencari nilai } Csm \text{ untuk } T < T0 \\ Csm &= (Sds - PSA) T/T0 + PSA \\ &= 0,31244914 \end{aligned}$$

untuk struktur jembatan dengan daerah sendi plastis beton bertulang,  
 $S = 1,3F$   $S = 1,0F$   
 dengan,  $F = 1,25 - 0,025 \times n$  dan  $F$  harus diambil  $> 1$

$F$  = faktor perangkaan

$n$  = jumlah sendi plastis yang menahan deformasi arah lateral

Untuk,  $n = 1$

maka

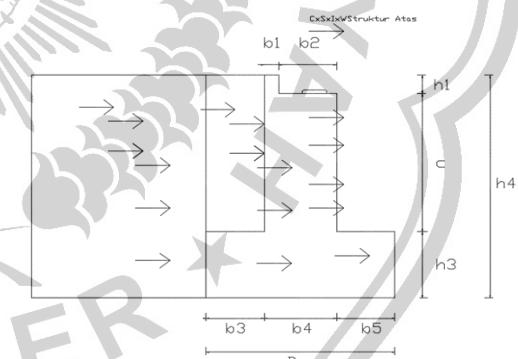
$$\begin{aligned} F &= 1,25 - 0,025 \times n \\ &= 1,225 \end{aligned}$$

Faktor tipe struktur,  
 $S = 1,225$

Koefisien beban gempa horisontal,  
 $Kh = C \times s = 0,31244914$

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

$$\begin{aligned} I &= 1 \\ \text{Gaya Gempa } T_{EQ} &= 0,312449144 \times Wt \end{aligned}$$



$h_1 =$	0,94 m	$h_2 =$	0 m	$h_3 =$	0,9 m
$h_2 =$	0 m	$h_4 =$	2,85 m	$c =$	1 m
$h_3 =$	0 m	$b_1 =$	0 m	$d =$	0 m
$h_4 =$	0 m	$b_2 =$	0 m	$h_{12} =$	2,85 m
$h_5 =$	0 m	$b_3 =$	0,9 m	$H =$	3,79 m

Tabel 4.42 Distribusi Beban Gempa Pada Abutmen

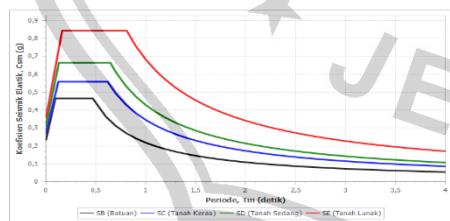
No	Berat Wt(kN)	$T_{EQ}$ (kN)	Uraian lengkap titik O	Besar y(m)	$M_{EQ}$ (kNm)
<b>STRUKTUR ATAS</b>					
$P_{MS}$	5164,322	1687,5844	$y=H$	3,79	6395,95
$P_{Max}$	348	113,71857	$y=H$	3,79	430,99
<b>ABUTMENT</b>					
1	62,04	20,27327	$y= h10+h8+c+b4+b3+b2+h1/2$	2,37	48,05
2	179	58,493175	$y= h10+h8+c+2/3+b4$	1,90	111,14
3	564,3	184,40055	$y= b7/2$	1,43	262,77
4	534,6	174,69526	$y= h10/2$	0,45	78,61
5	178,2	58,231753	$y=11 + h1/2$	0,45	26,20
<b>WINGWALL</b>					
6	60,012	19,904672	$y= h10+h8+c/2$	2,37	47,17
7	64,8	21,175183	$y= 18 + h1/2$	1,40	29,65
8	10,00	3,267775	$y=20 + h10+h8+h1/2$	2,85	9,31
<b>TANAH</b>					
9	402,4845	131,52288	$y=22 + h10+h8+c/2$	3,32	436,66
10	128,4525	41,975389	$y=23 + h10+2/3+b4$	2,33	97,59
$T_{EQ}=$	2515,2429				7974,09
Letak titik tangkap gaya horisontal gempa				$y_{EQ}=$	3,17

### Tanah Lunak

Beban Gempa Arah Melintang Jembatan (Arah X)  
 Tinggi breast wall  
 $H_b = 2,850 \text{ m}$   
 Ukuran penampang breast wall  
 $b = 11.00 \text{ m}$   
 $b = 2,11 \text{ m}$   
 Inertia penampang breast wall  
 $I_c = 8,611 \text{ m}^4$   
 Mutu beton K- 300  
 $f'_c = 24,900 \text{ Mpa}$   
 Modulus elastisitas beton  
 $E_c = 23452,953 \text{ Mpa}$   
 $E_c = 23452952,906 \text{ kPa}$   
 Nilai kekakuan  
 $K_p = 26172367,582$   
 Percepatan gravitasi  
 $g = 9.8 \text{ m/det}^2$   
 Berat sendiri struktur atas  
 $P_{MS(\text{str atas})} = 5155,010 \text{ kN}$   
 Berat sendiri struktur bawah  
 $P_{MS(\text{str bawah})} = 1608,706 \text{ kN}$   
 Berat sendiri total struktur  
 $W_{TP} = 4186,211 \text{ kN}$   
 Waktu getar alami struktur  
 $T = 0,025 \text{ detik}$

Tabel 4.88 Data Gempa Dari Pusjatan

PGA (g)	0,234	PSA (g)	0,006
$S_s (\text{g})$	0,465	$S_{DS} (\text{g})$	0,843
$S_1 (\text{g})$	0,218	$T_0 (\text{detik})$	0,162
SD1	0,682	$T_s (\text{detik})$	0,809



Gambar 4.10 Data Gempa Dari Pusjatan

Percepatan Puncak dan Spektrum Respons di Batuan Dasar  
 PGA: 0,234       $S_s$ : 0,465       $S_1$ : 0,218

Berdasarkan SNI 2833-2016

Faktor modifikasi respon untuk bangunan bawah

$$R = 2,000$$

Koefisien beban gempa horisontal

$$S = 1,000$$

Mencari nilai  $C_{sm}$  untuk  $T < T_0$

$$\begin{aligned} C_{sm} &= (S_{ds} - PSA) \frac{T}{T_0} + PSA \\ &= 0,06854146 \end{aligned}$$

untuk struktur jembatan dengan daerah sendi plastis beton bertulang,

$$S = 1,3F$$

dengan,  $F = 1,25 - 0,025 \times n$  dan  $F$  harus diambil  $> 1$

$F$  = faktor perangkaan

$n$  = jumlah sendi plastis yang menahan deformasi arah lateral

Untuk,  $n = 1$

maka

$$F = 1,25 - 0,025 \times n = 1,225$$

Faktor tipe struktur,

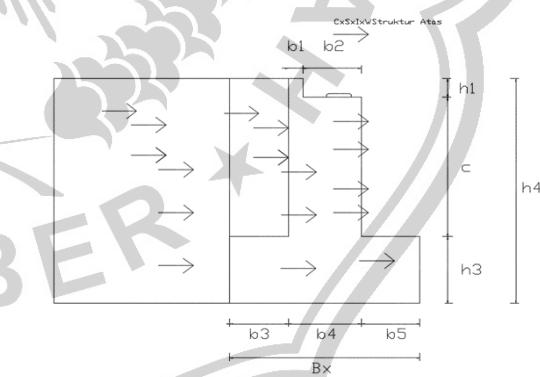
$$S = 1,225$$

Koefisien beban gempa horisontal,  
 $K_h = C \times s = 0,06854146$

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

$$I = 1$$

$$\text{Gaya Gempa } T_{EQ} = 0,068541461 \times W_t$$



$h_1 =$	0,94	m	$h_2 =$	0 m	$h_{11} =$	0,9 m
$h_2 =$	0	m	$h_3 =$	2,85 m	$c =$	1 m
$h_3 =$	0	m	$h_4 =$	0 m	$d =$	0 m
$h_4 =$	0	m	$h_{12} =$	0 m	$h_{13} =$	2,85 m
$h_5 =$	0	m	$h_{14} =$	0,9 m	$H =$	3,79 m

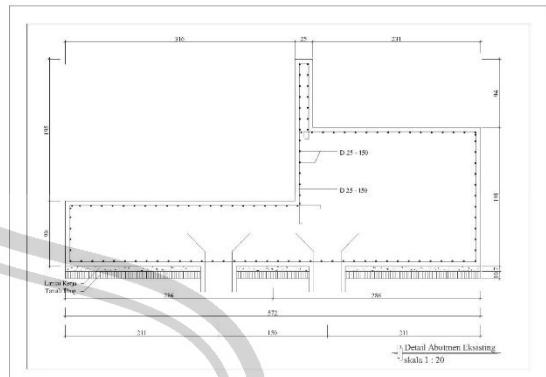
Kelas Situs: SE (Tanah Lunak)

As	0	0,358
TO	0,162	0,843
SDS	0,2	0,843
Ts	0,809	0,843
Ts+0,1	0,9	0,757
Ts+0,2	1	0,682
SD1	1	0,682
Ts+0,3	1,1	0,62

Tabel 4.90 Distribusi Beban Gempa Pada Abutmen

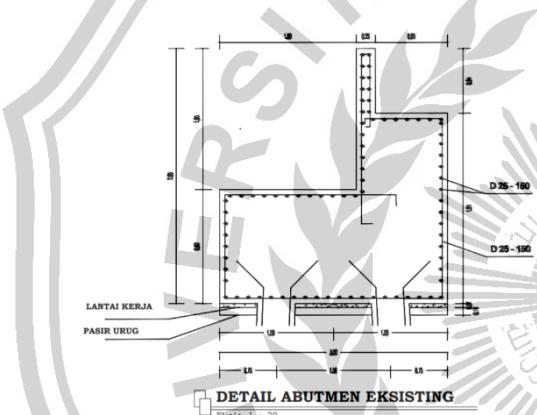
No	Berat Wt(kN)	$T_{EQ}$ (kN)	Uraian lengkap thd titik O	Besar y(m)	$M_{EQ}$ (kNm)
<b>STRUKTUR ATAS</b>					
$P_{AB}$	5155,01	353,33194	y=H		3,79 1339,13
$P_{AB}$	300,33	20,585057	y=H		3,79 78,02
<b>ABUTMENT</b>					
1	62,04	4,2523122	$y_1 = h10 + h8 + c + b4 + h3 + h2 + h1/2$	2,37	10,08
2	179	12,268921	$y_2 = h10 + h8 + c + 2/3 \cdot b4$	1,90	23,31
3	56,3	38,677946	$y_3 = h7$	1,43	55,12
4	356,4	24,428177	$y_4 = h10/2$	0,45	10,99
5	178,2	12,214088	$y_5 = h1/2$	0,45	5,50
			$y_12 = y_1$		
			$y_13 = h10 + h8 + c + b4 + (h3 + h2)/2$		
<b>WINGWALL</b>					
6	40,608	2,783316	$y_15 = h10 + h8 + c/2$	2,37	6,60
7	45,2	2,960991	$y_18 = h7$	1,40	4,15
8	10,00	0,6854146	$y_20 = h10 + h8 + h13/2$	2,85	1,99
<b>TANAH</b>					
9	268,323	18,39125	$y_{21} = h10 + h8 + c + b4/3$	3,32	61,06
10	85,635	5,869548	$y_{23} = h10/2 + 2/3 \cdot h8$	2,33	13,65
$T_{EQ}^2$	496,44898		$M_{EQ} =$		1609,54
			Lekuk titik tangkap gaya horizontal gempa	$y_{tg}(m) =$	3,24

## Redesain



## Pembahasan

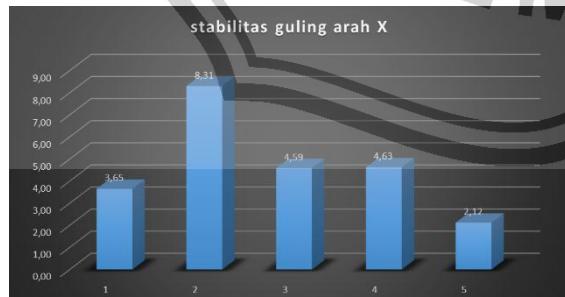
### Existing



Gambar 4.12 Abutmen Eksisting

Tabel 4.104 Kontrol Guling

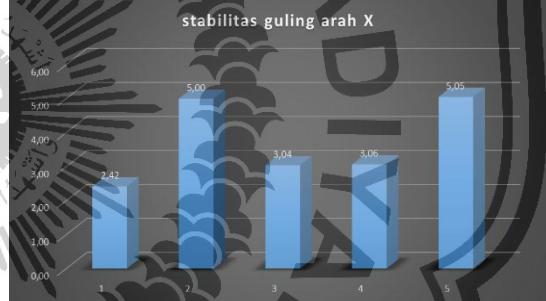
No	KOMBINASI BEBAN	k	P kN	Mx kNm	MPx kNm	SF	Keterangan
1	SERVICE 1	0%	8966,4	4603,3	16812,0	3,65 >2,2 Aman	
2	SERVICE 2	25%	9187,3	2592,0	21532,8	8,31 >2,2 Aman	
3	SERVICE 3	40%	7866,1	4496,8	20648,5	4,59 >2,2 Aman	
4	SERVICE 4	40%	7924,9	4496,8	20802,9	4,63 >2,2 Aman	
5	SERVICE 5	50%	8171,0	10825,5	22980,9	2,12 <2,2 No Go	



Gambar 4.13 Grafik Stabilitas Guling Eksisting

Tabel 4.105 Kontrol Guling

No	KOMBINASI BEBAN	k	P kN	Mx kNm	MPx kNm	SF	Keterangan
1	SERVICE 1	0%	8368,4	5193,7	12552,6	2,42 >2,2 Aman	
2	SERVICE 2	25%	8560,4	3211,7	16050,8	5,00 >2,2 Aman	
3	SERVICE 3	40%	7364,4	5087,3	15465,2	3,04 >2,2 Aman	
4	SERVICE 4	40%	7423,2	5087,3	15588,7	3,06 >2,2 Aman	
5	SERVICE 5	50%	7640,4	3402,6	17190,9	5,05 >2,2 Aman	



Gambar 4.15 Grafik Stabilitas Guling Redesain

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis perbedaan periode getar pada dua abutmen Kironggo-Bondowoso dihasilkan :

- Periode getar abutmen tanah sedang = 0,025 detik
- Periode getar abutmen tanah lunak = 0,025 detik

Dimensi revisi abutmen pada jembatan Kironggo Bondowoso yang dihasilkan yaitu :

- Abutmen tanah sedang = 3 meter (tetap)
- Abutmen tanah lunak = 5,72 meter (revisi)

### Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah

- Untuk penelitian selanjutnya agar dapat diteliti mengenai kondisi – kondisi tanah pada abutment jembatan sesuai SNI 2833-2013 atau keadaan tanah pada saat menerima beban gempa terhadap struktur jembatan. Dan pada data SPT hendaknya dijadikan time history untuk mengetahui karakteristik tanah.
- Sebaiknya untuk perencanaan struktur abutmen hendaknya selalu mengikuti perkembangan peraturan-peraturan dan pedoman (standar) dalam perencanaan struktur sehingga memenuhi syarat keamanan dan peraturan yang (up to date) sehingga ketahanan dapat digunakan dalam jangka panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2016.  
*Perencanaan untuk Jembatan. SNI 1725-2016* Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2013.  
*Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. RSNI T-2833-2013.* Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2016.  
*Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. SNI 2833-2016.* Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan. SNI 2833-2008.* Jakarta

Bowles, Joseph E. 1991. *Analisa dan Desain Pondas*, jilid 1, Jakarta: Erlangga.

Bowles, Joseph E. 1991. *"Analisa dan Desain Pondasi"*, jilid 2, Jakarta: Erlangga.