



ST-33 PENGARUH FAKTOR GEMPA TERHADAP STRUKTUR ABUTMENT JEMBATAN OREY KABUPATEN SARMI

Franki E.P.Lapian^{1*}, Ardi A.Sila², Irianto³ dan Andung Yunianta⁴

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: lapianedwin@gmail.com

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: ardi.azis.sila@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: irian.anto@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jl. DR.Samratulangi No. 11, Jayapura
e-mail: andung.ay@gmail.com

ABSTRAK

Jembatan Orey merupakan jembatan rangka komposit bentang 40M kelas A yang sedang di bangun di wilayah Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua. Adapun jenis bangunan bawah yang di laksanakan di lapangan adalah abutmen tipe T atau cantilever dinding penuh dengan pondasi tiang pancang baja diameter 40 cm, dan kedalaman tiang pancang yang dilaksanakan di lapangan adalah 40 m sesuai dengan hasil SPT. Indonesia merupakan wilayah yang rawan terjadi gempa bumi, tidak terkecuali di Kabupaten Sarmi yang cukup sering terjadi gempa bumi. Maka dari itu penulis ingin menganalisis ulang hasil perhitungan gempa yang sdh direncanakan perencana sebelumnya dengan mengikuti peraturan Badan Standar Nasional, 2016, Perencanaan jembatan terhadap beban gempa, RSNI 2833:2016. Jakarta BSN. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan Badan Standar Nasional, 2016, Perencanaan jembatan terhadap beban gempa, RSNI 2833:2016. Jakarta BSN, diperoleh nilai beban gempa pada bangunan bawah / abutmen arah horizontal = 2.493,35 kN dan nilai momen Y = 385.534,45 kN.cm (3.855,345 kN.M) dan apabila di dibandingkan dengan perencanaan terdapat perbedaan nilai yang cukup signifikan pada beban momen Y. berikut ini merupakan nilai beban gempa dari perencanaan jembatan orey. beban Horizontal = 2.046,103 kN. Beban Momen Y = 6.797,097 kN.M.

Kata kunci : jembatan, abutmen, analisis gempa

1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah bangunan yang menghubungkan dua titik daerah dipisahkan melalui sebuah rintangan seperti sungai, lembah, jurang dan bahkan melalui laut yang memiliki jarak yang cukup jauh. Dalam desain jembatan, keselamatan menjadi factor utama yang harus diperhatikan dalam merancang jembatan. Karena pentingnya peran jembatan untuk khalayak manusia, maka perlunya tinjauan kelayakan konstruksi jembatan. Jembatan Orey merupakan jembatan rangka komposit bentang 40m dengan bangunan bawah abutmen tipe T atau cantilever dinding penuh dan pondasi tiang pancang baja diameter 40 cm. Gempa bumi merupakan gejala yang sering terjadi di wilayah Kabupaten Sarmi dan berdampak besar pada bangunan struktur. Maka dari itu penulis ingin membandingkan hitungan gempa terhadap abutmen dari perencanaan dengan Metode analisis dengan menggunakan peraturan Badan Standar Nasional, 2016, Perencanaan jembatan terhadap beban gempa, RSNI 2833:2016. Jakarta BSN.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan rangka batang umumnya terbuat dari baja, dengan bentuk dasar segitiga. Elemen rangka dianggap bersendi di kedua ujungnya sehingga setiap batang hanya menerima gaya aksial tekan atau tarik. Jembatan rangka adalah salah satu jembatan tertua dan dapat dibangun dalam berbagai bentuk, seperti gelagar sederhana, lengkungan atau kantilever. Jembatan ini digunakan untuk variasi panjang bentang 50- 100 meter. Brigde Management System (BMS) merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mempertahankan kondisi jembatan melalui proses investigasi berkala pada suatu jembatan sehingga dapat menentukan tahap perawatan dan perbaikan (Ryall 2001).

Teori Gempa Bumi

Gempa bumi adalah peristiwa alam dimana terjadi getaran di permukaan bumi akibat pelepasan energi secara tiba-

tiba dari pusat gempa. Energi yang dilepaskan merambat melalui tanah dalam bentuk gelombang getaran. Gelombang getaran yang mencapai permukaan bumi disebut gempa bumi. Ini adalah gerakan tanah alami yang disebabkan oleh berbagai fenomena, termasuk proses tektonik, vulkanisme,

Pengaruh Gempa pada Struktur Jembatan

Menurut Moehle dan Oberhard dalam Chen (2000), kerusakan jembatan akibat gempa dapat berdampak besar. Kerusakan ini dapat diklasifikasikan menjadi dua kelas, yaitu:

1. Kerusakan Primer

Kerusakan yang disebabkan oleh gerakan tanah atau deformasi ini merupakan penyebab utama kerusakan jembatan, dan dapat menyebabkan kerusakan atau keruntuhan lainnya.

2. Kerusakan Sekunder

Kerusakan ini disebabkan oleh gerakan tanah atau deformasi yang merupakan akibat dari kegagalan struktur pada jembatan dan disebabkan oleh redistribusi aksi internal pada struktur yang tidak direncanakan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi yang menjadi objek penelitian ini adalah abutment di daerah sarmi jembatan ore y dengan bentang 40 M. berikut peta lokasi penelitian:

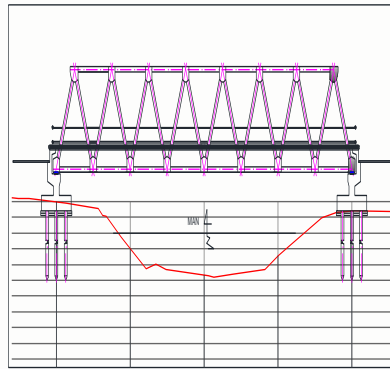


Gambar 1. Lokasi penelitian

Data Jembatan

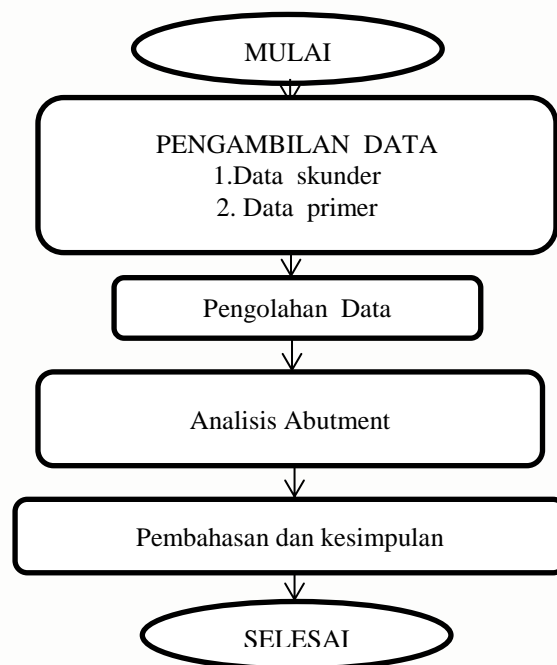
Data jembatan yang menjadi objek dalam analisis :

Lokasi	: Kabupaten Sarmi
KM	: STA 304+975
Nama jembatan	: Jembatan Orey
Nomor jembatan	: 62.036.049.0
Panjang jembatan	: 40 M
Lebar jembatan	: 9 M
Jenis bangunan atas	: Rangka baja A40
Jenis bangunan bawah	: Abutment tipe T
Pondasi	: Tiang pancang Diameter
40 cm	
Kelas jembatan	: Kelas A



Gambar 2. Tampak memanjang jembatan Orey

Bagan Alir Penelitian



Gambar 4. Bagan penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Model Abutment

Berikut ini adalah daftar berat jembatan rangka composite bentangan A40M dengan kelas A, lebar jembatan 7 m, trotoar 2 m x 1 m. dan juga data berat abutmen sendiri.

Tabel 1. Berat bangunan atas

NO	KOMPONEN UTAMA JEMBATAN	BERAT (Ton)	BERAT (kN)	BERAT (kg)
I. JEMBATAN RANGKA COMPOSITE				
1	Berat Batang	17,07	170,66	17.066,00
2	Berat Rangka Diagonal	16,05	160,52	16.052,00
3	Berat Pelat Buhul	5,49	54,88	5.488,00
4	Berat Pelat Sambung	1,61	16,08	1.608,00
5	Berat Pelat Pengisi	0,21	2,12	212,00
6	Berat Gelagar Melintang	16,78	167,76	16.776,00
7	Berat Gelagar Memanjang	18,51	185,12	18.512,00
8	Berat Clip Angle	1,89	18,88	1.888,00
9	Berat Steel Deck	4,51	45,08	4.508,00
10	Berat Handrail / Pagar	1,26	12,58	1.258,00
11	Berat Ikatan Angin	5,44	54,42	5.442,00
12	Berat Diaphragma	1,70	16,98	1.698,00
13	Berat Bantalan	0,85	8,48	848,00
14	Berat Baut dan Shear Conector	2,23	22,32	2.232,00
Sub Total Berat		93,59	935,88	93.588,00
II. LANTAI DAN TROTOAR JEMBATAN				
1	Berat Lantai	222,56	2.225,60	222.561,00
2	Berat Parafet	15,65	156,53	15.653,00
3	Berat trotoar	49,50	495,00	49.500,00
4	Berat HRS BASE Dan HRS WC	41,56	415,60	41.560,00
Sub Total Berat		329,28	3.292,75	329.275,00
Total Berat		422,86	4.228,63	422.863,00

Tabel 2. Berat abutmen sendiri

No.	Dimensi (m)			BJ	Berat	x	y	Momen (M _x)	Momen (M _y)
	Panjang	Lebar	Tinggi	Beton	(Mab)				
	g			kN/m ³	kN	cm	cm	kN.cm	kN.cm
1	11,00	0,35	0,85	25,00	81,81	300,50	476,50	24.584,66	38.983,66
2	11,00	0,55	1,56	25,00	235,95	310,50	356,00	73.262,48	83.998,20
3	11,00	0,58	0,85	25,00	135,58	254,00	320,50	34.436,05	43.451,79
4	11,00	0,24	0,25	25,00	16,50	307,00	290,50	5.065,50	4.793,25
5	11,00	0,98	0,11	25,00	14,82	234,00	283,50	3.468,47	4.202,18
6	11,00	0,25	0,29	25,00	9,97	197,50	262,00	1.968,83	2.611,81
7	11,00	0,80	1,87	25,00	411,40	200,00	183,50	82.280,00	75.491,90
8	11,00	4,00	1,00	25,00	1.100,00	250,00	40,00	275.000,00	44.000,00
9	0,35	2,50	0,85	25,00	18,59	443,00	476,50	8.237,03	8.859,92
10	0,35	2,30	1,56	25,00	31,40	453,00	355,00	14.221,94	11.145,23
11	0,35	2,10	1,79	25,00	16,45	395,00	179,00	6.496,02	2.943,77
12	0,35	0,34	1,79	25,00	5,33	522,67	149,67	2.783,33	797,01
JUMLAH					2.077,79			531.804,29	321.278,71
TITIK BERAT ABUTMEN (G1)						255,95	154,63		

Beban Gempa (TEQ)

Berikut ini merupakan perhitungan beban gempa (TEQ) dengan menggunakan rumus1sebagai berikut:

$$EQ = V_x = V_y = (C_{sm}/R)1 \times 1 W_t$$

Dimana:

$$W_t = \text{Beban mati total} = 5999,250 \text{ kN}$$

$$C_{sm} = \text{Koefisien gempa dasar} = 0.4g \text{ (Zona Gempa 6)}$$

$$R = \text{Faktor Modifikasi Respon} = 2,00 \text{ tabel 6 SNI 2833 : 2016}$$

$$T = 0,20$$

$$As = \text{percepatan di permukaan dari percepatan percepatan dipermukaan}$$

FPGA = faktor amplifikasi getaran pada periode 0 detik 0.3 - 0.4g = 1,11 (Koefisien Tanah Lunak)
 PGA = 0,41 (Koefisien Tanah Lunak)
 FA = faktor amplifikasi periode pendek = 1,64 (Koefisien Tanah Lunak)
 FV = faktor amplifikasi percepatan yang Mewakili getaran periode 11 detik = 2,40 (Koefisien Tanah Lunak)
 SD1 = $F_v \times S_1 = 0,78$ (Koefisien Tanah Lunak)
 SDS = $F_a \times S_s = 0,91$ (Koefisien Tanah)
 SS = parameter respon spectral percepatan gempa untuk periode pendek ($T=0.21$ detik) = 1,50 (Koefisien Tanah Lunak)
 S1 = parameter respon spectral Percepatan gempa untuk periode 1 detik = 0,90 (Koefisien Tanah Lunak)
 $T_s = SD1/SDS = 0,85$
 $T_o = 0,2 \times T_s = 0,17$
 $A_s = FPGA \times PGA = 0,45$
 $C_{sm} = (SDS - A_s) \times (T/T_o) + A_s$

Beban Gempa pada Jembatan = $(C_{sm}/R) \times W_t$

Beban Gempa Arah Memanjang Jembatan (Arah X)

Tinggi breast wall, h = 4,00 m
 Ukuran penampang breast wall, b = 11,00 m
 Lb = 2,181 m
 Inersia penampang breast wall, Ic = $1/12 \times b \times h^3$
 $= 1/12 \times 43 \times 11$
 $= 58,66 \text{ m}^4$
 KP = $3 \times E_c \times I_c / L_b \text{ kN/m}$
 $= 3 \times 25742,96 \times 58,66 / 2,181$
 $= 2077716,21 \text{ kN/m}$
 Nilai kekakuan, = f_c' = 0,83 x K/10Mpa = 30,00Mpa
 Mutu beton, K - 350 = 350 kg/cm²
 Modulus elastis beton, Ec = $4700 \times \sqrt{f_c'} = 25742,960 \text{ Mpa}$
 Percepatan gravitasi (g) = 9,81
 WTP = PMS (str atas) + 1/2 * PMS (str bawah)
 PMS Struktur atas = 2.184,313 kN
 PMS Struktur Bawah = 3.814,937 kN
 WTP = 4.091,782 kN

Waktu getar struktur dihitung dengan rumus:

$T_s = 2 \times \pi \times \sqrt{[WTP / (g \times KP)]}$
 $= 2 \times 3,14 \times \sqrt{(4091,78 / (9,81 \times 2077716,21))} \times 0,5$
 $= 0,089$

$C_{sm} = 0,694$

Beban Gempa pada Jembatan :

$= (C_{sm}/R) \times W_t$
 $= (0,694 / 2) \times 5999,25$

$$TEQ-X = 1.987,225 \text{ kN}$$

Beban Gempa Arah Memanjang Jembatan (Arah Y)

$$\text{Tinggi breast wall, } h = 4,00 \text{ M}$$

$$\text{Ukuran penampang breast wall, } b = 11,00 \text{ M}$$

$$Lb = 2,181 \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{Inersia penampang breast wall, } I_c &= 1/12 \times b^3 \times h \text{ M}^4 \\ &= 1/12 \times 11^3 \times 4 \text{ M}^4 \\ &= 443,67 \text{ M}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KP &= 3 \times E_c \times I_c / Lb \\ &= 3 \times 25742,96 \times 443,67 / 2,18 = 15.712.728,81 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$WTP = \text{PMS (str atas)} + 1/2 \times \text{PMS}$$

(str bawah) :

$$\text{PMS Struktur atas} = 2.184,313 \text{ kN}$$

$$\text{PMS Struktur Bawah} = 3.814,937 \text{ kN}$$

$$WTP = 4.091,782 \text{ kN}$$

Waktu getar struktur dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} T_s &= 2 \times \pi \times \sqrt{[WTP / (g \times KP)]} \\ &= 2 \times 3,14 \times \sqrt{(4091,782 / (9,81 \times \\ &\quad 15712728,81) } \times 0,5 \\ &= 0,032 \end{aligned}$$

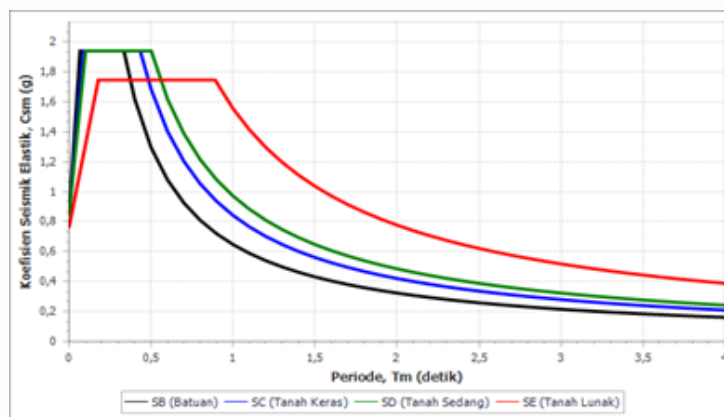
$$C_{sm} = 0,541$$

Beban Gempa pada Jembatan :

$$\begin{aligned} &= (C_{sm}/R) \times W_t \\ &= (0,541 / 2) \times 5999,25 \end{aligned}$$

$$TEQ-Y = 1.545,15 \text{ kN}$$

Nilai Spektral Percepatan Gempa Koord. 3°44'3.1"S ; 140°22'59.6"E; Jembatan OREY



Gambar 6. Grafik koefisien elastik

Beban Gempa Pada1Bangunan Bawah / Abutmen (TEQ2)

Dibawah ini merupakan beban gempa pada bangunan atas dan abutmen jembatan.

Tabel 3. Beban Gempa pada Bangunan Atas dan Abutmen

No	Beban Gempa pada Bangunan bawah/Abutmen	Gaya H	y (cm)	My (kN.cm)
1	Beban Gempa pada Bangunan Bawah / Abutmen	2493,35	154,63	385534,45

Tabel 4. Tabel perbedaan nilai gempa

TABEL PERBEDAAN NILAI GEMPA				
ARAH	PENULIS	PERENCANAAN	SELISIH	KETERANGAN
H (KN)	2.493,35	2.046,10	447,243	LEBIH BESAR
My (KN.M)	3.855,35	6.797,10	-2.941,75	LEBIH KECIL

5. KESIMPULAN

Dari perhitungan perencanaan yang telah dilakukan, maka hasil yang diperoleh yaitu sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis karakteristik secara fisik di lokasi pekerjaan, penulis mendapatkan dimensi Abutmen jembatan Orey yang telah di laksanakan di lapangan dengan tipe kantilever dinding penuh dengan tinggi abutmen 4 meter , lebar 4 meter, Panjang 11 meter, dan telah sesuai dengan dimensi perencanaan. Adapun pondasi yang dilaksanakan di lapangan yaitu pondasi tiang pancang baja diameter 40 cm tebal 12 ml dengan kedalaman pancang yang terlaksana di lapangan yaitu 40 M sesuai dengan hasil SPT atau boring (hasil SPT terlampir)
2. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan Badan Standar Nasional, 2016, Perencanaan jembatan terhadap beban gempa, RSNI 2833:2016. Jakarta BSN, diperoleh nilai beban gempa pada bangunan bawah / abutmen arah horizontal = 2.493,35 KN dan nilai momen Y = 385.534,45 Kn.cm (3.855,345 KN.M) sedangkan nilai beban gempa dari perencanaan jembatan orey adalah beban Horizontal = 2.046,103 KN. Beban Momen Y = 6.797,097 KN.M dan apabila di dibandingkan dengan perencanaan terdapat perbedaan nilai beban gempa yang cukup signifikan. Berikut tabel perbedaan nilai beban gempa tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional Indonesia. Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan SNI 03-2833-2008, Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia. 2008.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, Yayasan Penerbit PU, Jakarta.
- Hendra, S., Benidiktus, S., 1999, Rekayasa Jalan Raya, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Muslim, Fadhila. (2012). Kajian pengaruh Gempa Terhadap Perilaku Jembatan Kabel Suramadu Selama Tahap Konstruksi Dengan Analisis Riwayat Waktu. Skripsi. Tidak dipublikasikan Depok: Universita Indonesia.
- Radja, Mohammad Nur Rizqi. (2017). Pengaruh Gempa Terhadap Perilaku Jembatan Pelengkung Sultan Muhammad Ali Abdul Jalil Muazzamyah Riau Dengan Time History Analysis. Universitas Brawijaya, Malang.
- Santoso, Fajar., 2009, Tinjauan Bangunan Bawah (Abutmen) Jembatan Karang Kecamatan Karangpandan Kabupaten Karanganyar. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Vin, Natalia cristin., 2017. Pengaruh Gempa Terhadap Perilaku Jembatan Cable Stayed Tengku Fisabilillah Riau Dengan Time History Analysis. Universitas Brawijaya, Malang.
- Widodo.1(2012). Seismologi1Teknik & Rekayasa1Kegempaan. Universitas Islam Indonesia Press.