Komparasi Penggunaan SNI Gempa 2833:2008 dan SNI Gempa 2833:2016 pada Struktur Jembatan Rangka Baja

Velga C. A. Wirahman[1], Jaka Propika*[2], Yanisfa Septiarsilia[3], Wahyono Hadi[4]

[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
[4]Program Studi Teknik Lingkungan, FTSP, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail : [1] mauli.s.yunus@gmail.com,[2*] jakapropika@itats.ac.id,[3] yanisfa.septi@itats.ac.id

Abstract

For the sake of perfection, the regulation of SNI has got revision such as SNI Seismic 2833:2016 for renewing 2833:2008. To know the comparison of both on the bridge, the following phases must be involved i.e. conducting preliminary design, calculating bracing dimension, loading the bridge, calculating seismic load by both SNIs, and investigating the outputs of deflection, period, base shear, moment, and shear. The bridge modelling was then planned by the program of SAP 2000 version 14.2.5. After comparing SNI Seismic 2833:2016 and 2833:2008, the period comparison got 0.04% in which SNI Seismic 2833:2016 was smaller than SNI Seismic 2833:2008. In terms of maximum deflection, SNI Seismic 2833:2008 was less than SNI Seismic 2833:2016 by comparison 0.01%. The base shear comparison for static values x and y in direction x got difference 0.0092% in which SNI Seismic 2833:2008 was more than SNI Seismic 2833:2016, whereas for static values x and y in direction y had difference 0.37% and SNI Seismic 2833:2008 was less than SNI Seismic 2833:2016. Moreover, the dynamic value x gained difference 0.77% and SNI Seismic 2833:2008 was less than SNI Seismic 2833:2016, whereas dynamic value y had difference 0.23% and SNI Seismic 2833:2008 was less than SNI Seismic 2833:2016. The result of maximum moment comparison got 0.05%in which SNI Seismic 2833:2016 was smaller than SNI Seismic 2833:2008. Meanwhile, the result of maximum shear comparison obtained 0.01% in which SNI Seismic 2833:2016 was less than SNI Seismic 2833:2008.

Keywords: *seismic load comparison, static-dinamic, steel frame bridge, deflection, base shear, moment*

Abstrak

Peraturan pada SNI mengalami perubahan terbaru. Seperti SNI Gempa 2833:2008 telah disempurnakan menjadi 2833:2016. Untuk mengetahui perbandingan SNI 2833:2008 dan SNI Gempa 2833:2016 pada jembatan dalam beberapa tahap, yaitu preliminary design, perhitungan dimensi bracing, pembebanan pada jembatan, menghitung beban gempa dengan SNI Gempa 2833:2008 dan SNI Gempa 2833:2016, mengetahui hasil output lendutan, periode, baseshear, momen dan geser. Pemodelan jembatan direncanakan menggunakan program SAP 2000 versi 14.2.5. Hasil perbandingan periode 0,003 sec SNI Gempa 2833:2016 lebih kecil dari pada nilai SNI Gempa 2833:2008. Perbandingan nilai maximum lendutan SNI 2833:2008 lebih kecil dari pada SNI 2833:2016 memiliki perbandingan 2mm. Hasil perbandingan baseshear untuk nilai static x dan y arah x memiliki perbedaan sebesar 13 KN SNI Gempa 2833:2008 lebih besar SNI Gempa 2833:2016, untuk nilai static x dan y arah y memiliki perbedaan sebesar -2 KN SNI Gempa 2833:2008 lebih kecil SNI Gempa 2833:2016, untuk nilai dinamic x memiliki perbedaan sebesar 2110 KN SNI Gempa 2833:2008 lebih kecil SNI Gempa 2833:2016, untuk nilai dinamic y memiliki perbedaan sebesar 185KN SNI Gempa 2833:2008 lebih kecil SNI Gempa 2833:2016. Hasil perbandingan maximum momen sebesar 25 kn SNI Gempa 2833:2016 lebih kecil dari pada nilai SNI Gempa

2833:2008. Hasil perbandingan maximum lendutan sebesar 6Kn SNI Gempa 2833:2016 lebih kecil dari pada nilai SNI Gempa 2833:2008.
Kata kunci: Perbandingan Beban Gempa, static-dinamic, jembatan rangka baja, lendutan, baseshear, momen

1. Pendahuluan

Jembatan merupakan struktur penopang jalan yang penting untuk menghubungkan segmen-segmen jalan yang terpisah oleh berbagai rintangan, seperti sungai, lembah, jalur kereta api, dan sejenisnya (Septiarsilia et al., 2020). Di Indonesia, struktur jembatan sudah ada sejak jaman hindia Belanda (Istiono & Susanti, 2020). Seiring dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang, perancangan konstruksi jembatan harus memenuhi kebutuhan transportasi dengan memperhatikan aspek-aspek kenyamanan, keamanan, dan estetika, serta mempertimbangkan material dan tipe jembatan sesuai dengan kondisi lapang agar menjadi efektif dan efisien pada perencanaan dan pelaksanaan (Propika & Septiarsilia, 2016)(Fitriyah, 2019). Konstruksi jembatan untuk jalan raya dan rel kereta api tidak hanya mempermudah waktu perjalanan, tetapi juga mengurangi konsumsi bahan bakar (Arifi et al., 2016).Peraturan pembebanan gempa untuk jembatan mengalami perubahan yang terbaru yaitu (2833, 2016). Peraturan tersebut menyempurnakan Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa dalam peraturan yang sebelumnya (2833, 2008). Sehingga diperlukan pembaharuan standar perencanaan ketahanan gempa untuk untuk jembatan dikarenakan kondisi dan state of the art seismic hazard analysis dan reliability analysis yang telah berkembang dibandingkan kondisi saat disusunnya (2833, 2008). Peraturan yang telah berkembang ini perlu adanya untuk evaluasi pada nilai R (modifikasi respon) pada ketahanan jembatan terhadap peraturan pembebanan gempa yang baru. Serta, dari perbedaan kedua peraturan tersebut, kita dapat mengetahui perbedaan dari baseshear, periode, lendutan, moment dan gaya. Dalam penelitian ini akan membandingkan Beban Gempa yaitu SNI 2833:2008 dan SNI 2833:2016 pada Jembatan Mastrip yang terletak pada Jalan Mastrip, Surabaya. Berdasarkan perbandingan tersebut akan meninjau beberapa perbedaan dari periode, lendutan, baseshear, momen, geser berdasarkan SNI Gempa 2833:2008 dan SNI Gempa 2833:2016.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan terkait desain jembatan berdasarkan SNI Gempa 2833. Jembatan merupakan bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai / saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perancangan dan perencanaan jembatan sebaiknya, mempertimbangkan fungsi dari persyaratan teknis, kebutuhan transportasi dan estetika-arsitektural yang meliputi : Aspek teknis, Aspek lalu lintas, Aspek estetika. Metode yang digunakan pada analisis perbandingan gempa SNI 2833:2008 dan SNI gempa 2833:2016 adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan studi literatur tentang pebandingan gempa SNI 2833:2008 dan SNI gempa 2833:2016.
2. Pengumpulan data skunder berupa data lokasi, data perencanaan, data tanah NSPT, data spesifikasi baut, data spesifikasi baja, dan data elastomer.
3. Menghitung preliminary design meliputi penentuan dimensi balok memanjang dan melintang, penentuan dimensi plat, penentuan dimensi bresing.
4. Identifikasi pembebanan dan parameter perencanaan.
5. Melakukan permodelan struktur dengan program SAP2000.
6. Menghitung Pembebanan Gempa dengan SNI gempa 2833:2008 dan SNI Gempa 2833:2016.

7. Membandingkan hasil Pembebanan Gempa dengan SNI gempa 2833:2008 dan SNI Gempa 2833:2016. Meliputi periode, lendutan, baseshear, momen dan geser.
8. Kesimpulan.

2.1 Bagian pada Struktur Jembatan

Bagian Struktur atas jembatan umumnya terdiri dari :

Plat lantai : pelat direncanakan berdasarkan momen maksimum yang diperoleh berdasarkan kombinasi. Pembebanan kuat dan dikontrol terhadap lendutan dan gaya pons yang terjadi akibat beban yang diterima oleh jembatan.

Gelagar memanjang : merupakan gelagar yang berada dibawah lantai kendaraan searah dengan sumbu jalan untuk menahan beban diatasnya yang merupakan beban dari lantai kendaraan dan muatan hidup (beban lalu lintas) yang berada diatasnya.

Syarat Desain pada persamaan (1)

$$\text{ø}\text{Vn} > Vu \quad (1)$$

dimana,
Vn = gaya geser nominal,
Vu = gaya geser ultimate,
ø = faktor reduksi : 0,9.

Gelagar melintang : merupakan gelagar yang berada dibawah lantai kendaraan melintang dengan sumbu jalan untuk menahan beban diatasnya yang merupkan beban dari lantai kendaraan, beban gelagar memanjang dan muatan hidup (beban lalu lintas) yang berada diatasnya.

Ikatan Angin : berfungsi untuk mengakukan konstruksi, mengurangi getaran dan menjaga agar terus tetap tegak, mencegah runtuhnya jembatan; misalnya akibat adanya gaya lateral yang ditimbulkan angin dari tepi.

Rangka jembatan : merupakan rangka utama dimana untuk menahan beban-beban yang terjadi. Rangka jembatan tersebut menahan beban beban yang terjadi diatasnya dan termasuk dari berat sendiri rangka jembatan serta segala muatan ke kepala jembatan atau pilar-pilar.

2.2 Pembebanan pada jembatan

Terdapat beberapa jenis pembebanan pada jembatan sesuai dengan (1725, 2016), Adapun beberapa pembebanan tersebut :

2. 2.1 Beban Akibat Aksi Tetap

Pada beban tetap jembatan terdiri dari berat sendiri dan beban mati tambahan.

2. 2.2 Pembebanan aksi lalu lintas

Terdapat dua jenis beban lalu lintas pada struktur jembatan, yakni Beban terbagi rata (BTR) dan Beban garis terpusat (BGT).

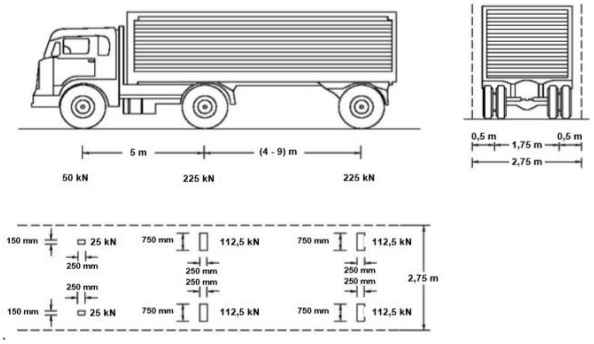
Beban terbagi rata (BTR)

$$\text{Jika L} \leq 30\text{m}: \ q = 9{,}0 \text{ kPa} \quad (2)$$

$$\text{Jika L} > 30\text{m}: \ q = 9{,}0 \text{ kPa}\left[0{,}5 + \frac{15}{L}\right] \text{kPa} \quad (3)$$

dimana,
q = beban terbagi rata,

Beban garis terpusat (BGT) dengan p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m. Beban truk "T" tidak dapat digunakan bersamaan dengan beban “D” dengan pembebanan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme Pembebanan Truk
(Sumber:(1725, 2016)**)**

2. 2.3 Pembebanan aksi beban lingkungan

- Beban angin
Tekanan angin disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan dasar (VB) sebesar 90 hingga 126 km/jam. Beban angin harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada permukaan yang terekspos oleh angina
-Beban Gempa
Parameter gempa diambil berdasarkan tanah pada lokasi yang dapat diketahui melalui pusjatan.pu.go.id

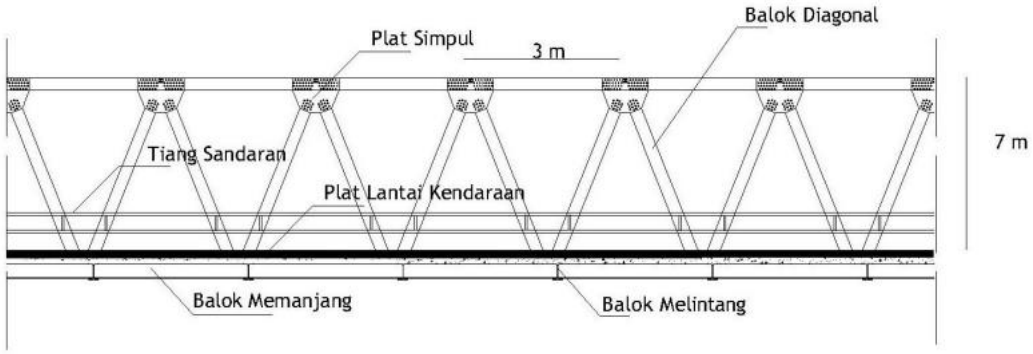
2.3 Pengaruh Gempa pada Jembatan

Beban Gempa SNI 2833:2008
Metode Statis :
Mengetahui jenis tanah dilokasi
Mengetahui letak zona gempa

Metode Dinamis :
Mengitung respon spectrum
Perhitungan respon spektrum berdasarkan 1726-2015
Pemograman pada SAP2000
Beban Gempa SNI 2833:2016
Mengetahui Jenis Tanah dilokasi
Parameter yang digunakan didapatkan dari Pusjatan.pu.go.id.

2.4 Data Jembatan

Nama Jembatan : Jembatan Mastrip
Lokasi Jembatan : Menghubungkan jalan mastrip dan jalan manunggal kebonsari yang dibatasi oleh sungai surabaya.
Tipe Jembatan : Jembatan Rangka Baja
Bentang Jembatan : 54 m
Dimensi Jembatan :
Gelagar memanjang menggunakan profil WF 350 x 350 x 14 x 22
Gelagar melintang menggunakan profil WF 900 x 300 x 18 x 34
Rangka utama menggunakan profil WF 400 x 400 x 30 x 50
Ikatan angin atas menggunakan profil L 200 x 200 x 15
Ikatan angin atas menggunakan profil L 250 x 250 x 35
Beban Jembatan :
Beban Mati Sendiri = 14,36 kN/m
Beban Mati Tambahan = 2,05 kN/m
Beban Lajur "D" = 68,6 kPa
Beban Truk "T" = 32,5kN
Gaya Rem = 4,44 kN
Pembebanan untuk pejalan kaki = 1,98 kN/m
Pembebanan pengaruh temperatur = 15°C
Beban Angin = 1,764 kN/m
Adapun gambar Perencanaan dapat dilihat pada Gambar 2.



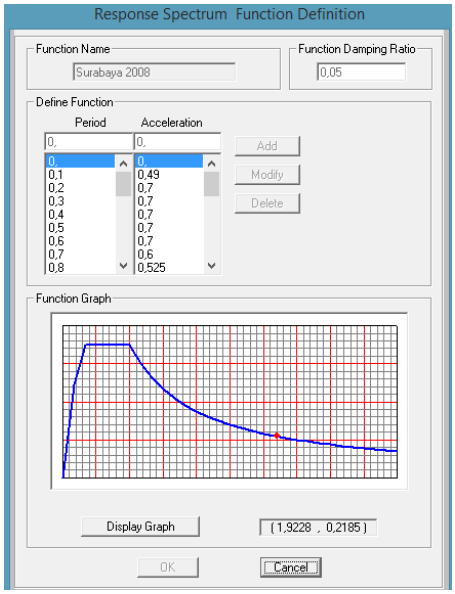
Gambar 2. Tampak Samping Jembatan
(Sumber:Penelitian, 2022)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Beban Gempa Jembatan

3. 1.1 Berdasarkan beban gempa pada SNI 2833:2008

Digunakan analisis beban gempa berdasarkan SNI 2833:2008, berikut parameter gempa dan grafik Respon Spektrum terdapat pada Gambar 3.
Metode statis mendapatkan nilai T pada mode 1 = 1,439401 kN
Metode dinamis mendapatkan :
Surabaya termasuk wilayah gempa 4
Percepatan puncak muka tanah (AO) = 0,34 g
Percepatan respon maksimum (AM) = 0,85 g
Nilai Ar = 0,85 g
Nilai Ts = 0,2 detik

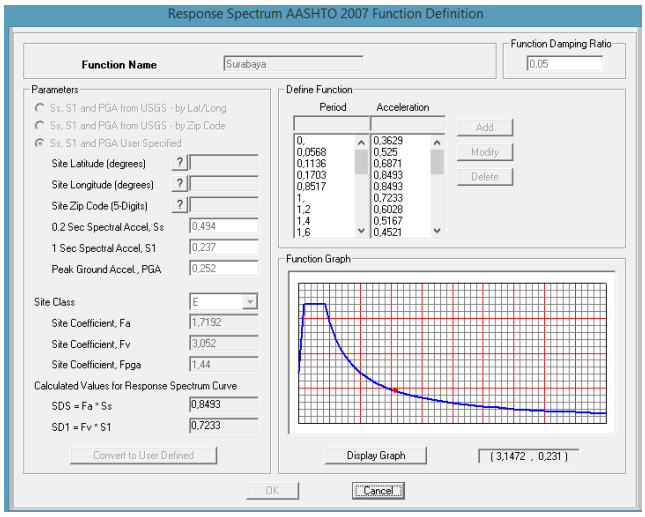


Gambar 3. Grafik Respon Spektrum 2008
(Sumber: SNI 2833:2008)

3. 1.2 Berdasarkan beban gempa pada SNI 2833:2016

Bedasarkaan beban Gempa pada SNI 2833:2016, analisis beban gempa terhadap parameter gempa didapatkan dari aplikasi pusjatan.pu.id, grafik respon spektrum dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan persyaratan, didapatkan letak zona jembatan yaitu pada zona 4 yang ditetapkan pada tabel 5 SNI 2833:2016.

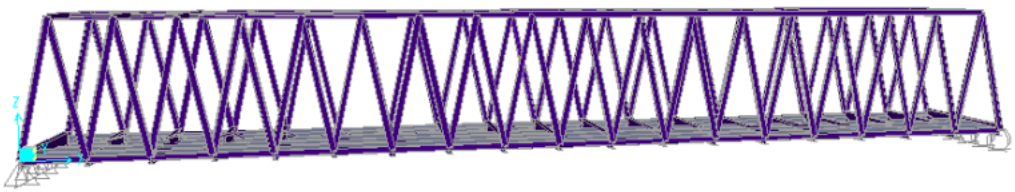
Ss = 0,494 g
S1 = 0,237 g
PGA = 0,252
T0 = 0,096 detik
Ts = 0,480 detik
SDS = 0,8493 g
SD1 = 0,7233g



Gambar 4. Grafik Respon Spektrum 2016
(Sumber: pusjatan.pu.id)

3.2 Hasil Permodelan SAP2000

Pemodelan jembatan menggunakan program SAP 2000 versi 14 dengan memodelkan sesuai perencanaan. Berikut adalah pemodelan menggunakan program SAP pada struktur jembatan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Permodelan Jembatan menggunakan program SAP2000
(Sumber: Penelitian, 2022)

3.3 Perbandingan kinerja dan output gaya pada struktur jembatan

3. 3.1 Periode

Dari hasil analisa SAP2000, nilai periode SNI Gempa 2833:2016 lebih kecil dari pada SNI Gempa 2833:2008, dengan perbandingan 0,004%. Tabel 1 merupakan perbandingan nilai periode struktur jembatan.

Tabel 1. Perbandingan Periode Struktur Jembatan

Mode	Periode 2016 sec	Periode 2008 sec	perbandingan %
1	1,433825	1,439401	0,004
2	1,36146	1,368173	0,005
3	0,854424	0,856864	0,003
4	0,330436	0,32981	0,002
5	0,291438	0,290779	0,002
6	0,174122	0,174657	0,003
7	0,147572	0,14721	0,002
8	0,118023	0,118156	0,001
9	0,099829	0,099726	0,001
10	0,097196	0,09728	0,001
11	0,087556	0,086443	0,001
12	0,075332	0,074958	0,005

Sumber: Penelitian (2022)

3. 3.2 Lendutan

Lendutan maksimum berdasarkan kombinasi pembebanan terdapat pada joint 180 pada SNI Gempa 2008 dan SNI gempa 2016. Tabel 2 merupakan perbandingan nilai lendutan.

Tabel 2. Perbandingan nilai lendutan pada struktur jembatan

U1		U2		U3	
2008	2016	2008	2016	2008	2016
0,076955	0,077009	0,000085	0,00006	-0,09902	-0,10009

Sumber: Penelitian (2022)

Kontrol Lendutan
Lendutan ijin (SNI 1729:2002) = 54000/240 = 225mm

Lendutan < Lendutan ijin
99 < 225 mm OK (SNI Gempa 2833:2008)
101 < 225 mm OK (SNI Gempa 2833:2016)
Maka Lendutan yang terjadi masih dalam batas ijin dimana nilai tersebut kurang dari nilai yang disyaratkan.

3. 3.3 Base Shear

Hasil nilai baseshear didapatkan pada hasil Program Sap2000. Dari hasil analisa dapat diketahui perbedaan nilai menurut SNI Gempa 2008 dan SNI gempa 2016. Tabel 3 merupakan nilai perbandingan base shear.

Tabel 3. Perbandingan nilai base shear hasil analisa sap2000

Kombinasi	*Baseshear 2008*		*Basesehar 2016*		Perbandingan	
	Arah x	Arah y	Arah x	Arah y	Arah x	Arah y
	KN		KN		%	
Static x	-893,506	-3,446E-12	-885,288	-5,473E-12	0,0092	0,37
Static y	-893,506	-3,446E-12	-885,288	-5,473E-12	0,0092	0,37
rsy	637,698	2017,99	822,912	2738,757	0,23	0,26
rsx	637,698	2017,99	2748,637	819,955	0,77	1,46

Sumber: Penelitian (2022)

Dari Tabel 3 diatas dapat dilihat nilai static pada SNI Gempa 2833:2008 lebih kecil dari pada niai static pada SNI Gempa 2833:2016. Beban static sendiri adalah beban tetap, bak besaranya intensitasnya), titik bekerjanya dan arah garis kerjanya tetap. Sedangkan nilai dinamik lebih besar SNI Gempa 2833:2016 dari nilai dinamik SNI Gempa 2833:2008. Contoh beban dinamik pada jembata yaitu getaran dijembatan yang diakibatkan oleh gerakan kendaran.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Dari hasil analisis Sap2000 nilai periode yang terbesar yaitu pada SNI 2833:2008 dengan nilai 1,439401 sec, sedangkan pada SNI 2833:2016 dengan nilai 1,433825 sec memiliki perbandingan 0,004 %.
2. Dari hasil perbandingan lendutan setelah di kontrol nilai lendutan SNI Gempa 2833:2008 lebih kecil 99mm dari pada SNI Gempa 2833:2016 101mm, memiliki perbandinga 0,01%. Walaupun begitu masih aman karena lebih kecil dari batas izin yaitu 225 mm.
3. Dari hasil perbandingan Baseshear pada static x dan y arah x dan y. Pada SNI Gempa 2833:2008 sebesar -893,506 KN lebih besar SNI Gempa 2833:2016 sebesar -885,288, memiliki perbandingan 0,0092% untuk nilai static x dan y arah x. Sedangkan untuk nilai static y arah x dan y Pada SNI Gempa 2833:2008 sebesar - 3,446E-12 KN lebih kecil SNI Gempa 2833:2016 sebesar -5,473E-12 KN, memiliki perbandingan 0,37%. Untuk nilai dinamic y SNI Gempa 2833:2008 sebesar 637,698kn lebih kecil dari pada nilai dinamic y SNI Gempa 2833:2016 sebesar 822,912kn, memiliki perbandingan 0,23% untuk arah x, perbandingan 0,26% untuk arah y . Sedangkan, nilai dinamic x SNI Gempa 2833:2008 sebesar 637,698kn lebih kecil dari pada nilai dinamic y SNI Gempa 2833:2016 sebesar 2748,637, memiliki perbandingan 0,77% untuk arah x, perbandingan 1,46% untuk arah y.

Daftar Pustaka

1725. (2016). *Pembebanan untuk jembatan*.

2833. (2008). *Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan*.

2833. (2016). *Perencanaan jembatan terhadap beban gempa*.

Arifi, E., Suseno, H., Hidayat, M. T., Grahadika, H. E., Timur, J., Teknik, J., & Universitas, S. (2016). *JEMBATAN RANGKA BAJA*. *10*(3), 187–193.

Fitriyah, D. K. (2019). Modifikasi Jembatan Mataraman II Malang Menggunakan Struktur Gelagar Beton Bertulang. *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, *4*(1), 13. https://doi.org/10.53712/rjrs.v4i1.613

Istiono, H., & Susanti, E. (2020). Pola Keruntuhan Jembatan Rangka Menerus Tipe Waren. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, *3*(2), 73–80. https://doi.org/10.35334/be.v3i2.1169

Propika, J., & Septiarsilia, Y. (2016). *Re-Design Jembatan THP dengan Sistem Box Girder Segmental*.

Septiarsilia, Y., Fitriyah, D. K., & Propika, J. (2020). *Perencanaan Struktur Jembatan Sumber Sari , Kutai Barat , Kalimantan Timur dengan Sistem Busur Baja*.