

**PENGARUH GEMPA TERHADAP PERILAKU JEMBATAN  
PELENGKUNG SULTAN MUHAMMAD ALI ABDUL JALIL  
MUAZZAMYAH RIAU DENGAN *TIME HISTORY ANALYSIS***

**NASKAH TERPUBLIKASI  
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MOHAMMAD RADJA NUR RIZQI  
NIM. 135060101111045**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2017**

# PENGARUH GEMPA TERHADAP PERILAKU JEMBATAN PELENGKUNG SULTAN MUHAMMAD ALI ABDUL JALIL MUAZZAMYAH RIAU DENGAN *TIME HISTORY ANALYSIS*

Mohammad Radja Nur Rizqi, Desy Setyowulan, Eva Arifi

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

Email: [radjaamhammad@gmail.com](mailto:radjaamhammad@gmail.com)

## ABSTRAK

Jembatan Pelengkung Sultan Muhammad Ali Abdul Jalil Muazzamyah atau biasa disebut Jembatan Siak III merupakan jembatan pelengkung yang berada di Indonesia. Indonesia merupakan negara yang rawan terjadinya gempa bumi. Dengan adanya gempa, Analisis riwayat waktu dapat di jadikan pedoman untuk mengetahui perilaku struktur jembatan. Hal pertama yang harus dilakukan adalah dengan melakukan pemodelan pada struktur jembatan. Akan tetapi besar dimensi dan material struktur jembatan yang tidak diketahui akan ditentukan sendiri oleh peneliti dimana panjang dan lebar mengikuti jembatan Siak III. Setelah pemodelan struktur jembatan selesai, input data *time history* pada struktur jembatan. Data gempa yang digunakan adalah gempa bumi Hyogo-Ken Nanbu di Jepang. Lalu dilakukan analisis terhadap struktur jembatan akibat gempa berupa *mode shapes*, *displacement*, dan tegangan yang terjadi.

Hasil analisis yang dihasilkan yaitu *mode shapes* terbesar terlihat pada arah sumbu Y jembatan. Untuk *displacement* terbesar terjadi pada bentang tengah jembatan dimana besar *displacement* lebih besar dari lendutan maksimum jembatan yang diijinkan. Lalu pada tegangan setiap batang memiliki tahanan yang di antaranya lebih besar dari pada tahanan nominal penampang, dimana tegangan terbesar terjadi pada struktur utama jembatan yaitu gelagar pelengkung.

**Kata kunci:** Jembatan, jembatan pelengkung, *mode shapes*, *displacement*, tegangan, *time history analysis*

## ABSTRACT

*The Sultan Muhammad Ali Abdul Jalil Muazzamyah arch bridge or commonly called Siak Bridge III is an arch bridge that located in Indonesia. Indonesia is a country prone to earthquakes. Therefore, time history analysis can be used as guidance for the behavior of the bridge structure. First thing to do is to perform the modeling of the bridge structure. However, the unknown dimensions and material of the bridge structure will be determined by the researchers where the length and width based on the Siak III bridge. After the modeling of the bridge structure is completed, input the time history data on the bridge structure. The earthquake data used is the Hyogo-Ken Nanbu earthquake in Japan. Then analysis is performed on the bridge structure due to the earthquake in the form of mode shapes, displacement, and stress that occurs.*

*The result of the analysis is the largest mode shape seen in the direction of Y axis of the bridge. The largest displacement occurs in the middle of the bridge, where the displacement is greater than the maximum allowable displacement. Then at the stress of each frame has a resistance which is greater than the nominal resistance, where the greatest stress occurs in the main structure of the bridge is the curved girder.*

**Keywords:** bridge, arch bridge, *mode shapes*, *displacement*, stress, *time history analysis*

## PENDAHULUAN

Jembatan adalah struktur yang menghubungkan dua titik daerah terpisah melalui suatu rintangan seperti sungai, lembah, jurang dan bahkan dapat melalui laut yang memiliki jarak yang cukup jauh. Dalam perencanaan suatu jembatan, keamanan menjadi faktor utama yang harus diperhatikan dalam mendesain suatu jembatan. Karena pentingnya peranan jembatan bagi khalayak manusia, maka diperlukannya peninjauan kelayakan konstruksi jembatan tersebut. Jembatan Sultan Muhammad Ali Abdul Jalil Muazzamyah yang merupakan jembatan yang bisa dibilang unik karena termasuk satu satunya jembatan dengan tipe pelengkung yang memiliki panjang bentang utama 120 m. Gempa bumi merupakan gejala yang sering terjadi di Indonesia dan berdampak besar pada bangunan struktur. Metode analisis riwayat waktu merupakan cara untuk melihat bagaimana perilaku struktur jembatan terhadap adanya gempa.

## TUJUAN

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku struktur jembatan pelengkung terhadap pengaruh gempa dengan menggunakan metode *Time Histroy analysis*. Perilaku yang dimaksud antara lain, *mode shapes*, *displacement*, serta besar tegangan.

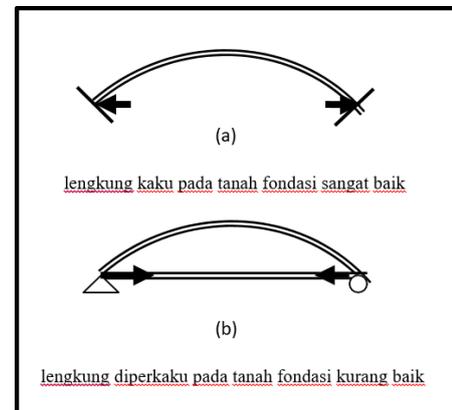
## TINJAUAN PUSTAKA

### **Arch Bridge (Jembatan Pelengkung)**

*Arch Bridge* atau Jembatan pelengkung adalah jembatan yang memiliki struktur setengah lingkaran dan abutmen pada kedua sisinya. Struktur pelengkung secara otomatis akan menyalurkan beban yang diterima lantai kendaraan jembatan menuju ke bagian abutmen yang menjaga kedua sisi jembatan agar tidak mengalami pergeseran atau deformasi. Jembatan pelengkung haruslah terdiri dari material yang tahan terhadap tekan, hal ini dikarenakan ketika menahan beban akibat berat sendiri dan beban lalu lintas, setiap bagian pelengkung menerima gaya tekan. Adapun tipe-tipe gelagar lengkung kaku yaitu antara lain : (Lanneke dan Redrik : 2010).

- Jembatan tipe lengkung lantai urug  
Tipe lengkung lantai urug hanya digunakan untuk bentang pendek 15m-30m (ACI, 1996). Pada bentang lebih besar (maksimum 60m), berat tanah urug meningkat dan menyebabkan tegangan terlalu besar. Drainase perlu dijaga agar berat tanah tidak bertambah dengan berat air, yang menjadi

beban mati tambahan diluar rencana. Tipe ini hanya digunakan pada lembah landai, dengan demikian tinggi tanah urug juga kecil.



**Gambar 1.** Tipe lengkung berdasarkan pelimpahan reaksi tekan horizontal  
Sumber: Ou and Chen (2007)



**Gambar 2.** Tipe lengkung lantai urug (jembatan pelengkung lama)  
Sumber: Wikipedia

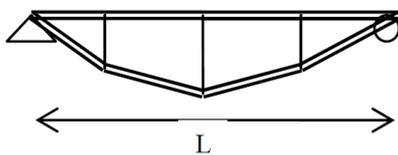
- Jembatan tipe lengkung terbuka  
Tipe ini digunakan untuk bentang 30m- 90m (ACI, 1996) dengan kolom yang memikul lantai kendaraan (Gambar 2.3). Lengkung umumnya berupa balok/rib (minimal dua rib) atau pelat dengan dimensi mengecil kearah puncak. Gelagar lengkung maupun gelagar lantai diperkaku dengan diafragma dalam arah melintang jembatan, yang tidak diperlukan pada tipe pelat lengkung. Lebar pelat lengkung mengikuti lebar lantai kendaraan yang dikurangi dengan lebar kantilever trotoar. Dimensi kecil di puncak lengkung mengurangi pengaruh temperatur, momen dan gaya tekan akibat beban mati. Kolom sebagai penyalur beban lantai pada lengkung berupa penampang persegi atau

bulat (minimal dua kolom) atau dinding sekat dalam arah melintang jembatan.

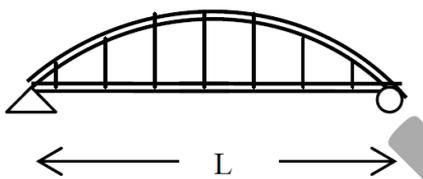


**Gambar 3.** Jembatan tipe lengkung terbuka (Jembatan Besok Koboan)  
Sumber: Wikipedia

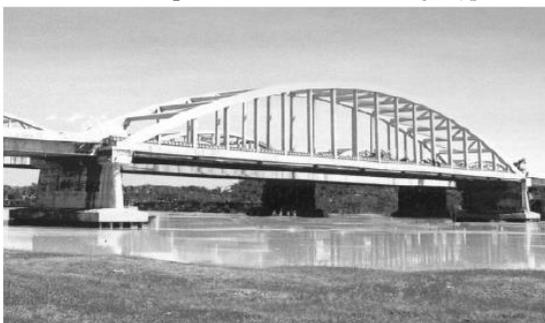
- Jembatan tipe gelagar lengkung diperkaku  
Tipe gelagar lengkung diperkaku yang dikenal sebagai gelagar *Langer* (ACI, 1996) digunakan bila letak batuan dasar dalam dan memerlukan pondasi tiang. Pada tipe ini bangunan atas dan bangunan bawah terpisah dengan perletakan. Gelagar lantai berupa gelagar kaku memanjang dan lengkung berada diatas gelagar lantai. Dengan demikian tipe ini bermanfaat bila ruang bebas dibawah jembatan kurang besar.



a. Tipe lantai atas / *deck type*

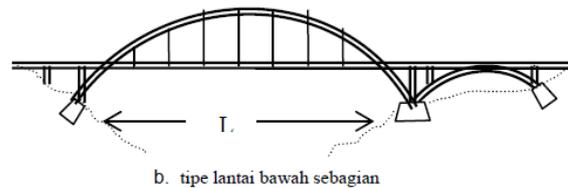
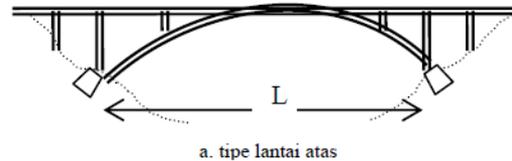


b. Tipe lantai bawah / *through type*



**Gambar 4.** Jembatan tipe lengkung diperkaku  
Sumber: Wikipedia

- Jembatan lengkung tipe lantai atas/bawah  
Sesuai ketinggian permukaan jalan, dibuat lengkung tipe lantai bawah/*through type* (Gambar 4b), tipe lantai atas/*deck type* (Gambar 4a dan 5a), atau tipe lantai bawah sebagian/*half-through* (Gambar 5b).



**Gambar 5.** Jembatan lengkung tipe lantai atas dan lantai bawah sebagian  
Sumber: Data Jembatan Kahayan

### Teori Gempa Bumi

Gempa bumi adalah suatu peristiwa alam dimana terjadi getaran pada permukaan bumi akibat adanya pelepasan energi secara tiba-tiba dari pusat gempa. Energi yang dilepaskan tersebut merambat melalui tanah dalam bentuk gelombang getaran. Gelombang getaran yang sampai ke permukaan bumi disebut gempa bumi. Hal ini merupakan pergerakan tanah alami yang disebabkan oleh fenomena yang beragam, termasuk proses tektonik, vulkanisme, *landslide*, *rock bursts*, dan ledakan (Chen : 2003).

### Pengaruh Gempa Bumi Pada Struktur Jembatan

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

- *Primary Damage*  
Kerusakan ini disebabkan oleh pergerakan tanah atau deformasi yang merupakan penyebab utama dari kerusakan jembatan,

dan bisa menyebabkan kerusakan lainnya atau *collapse*.

- **Secondary Damage**

Kerusakan ini disebabkan oleh pergerakan tanah atau deformasi yang merupakan hasil dari kegagalan struktur pada jembatan dan disebabkan oleh redistribusi dari aksi internal untuk struktur yang tidak didesain.

### Analisis Dinamis (*Time History Analysis*)

Untuk memperhitungkan pengaruh gaya lateral akibat gempa terhadap struktur bangunan biasanya didekati dengan 2 pendekatan, yaitu analisa secara statik ekuivalen dan analisis dinamik (respon spektra atau *time history*).

Analisis statik ekuivalen merupakan metode analisis struktur dengan getaran gempa yang dimodelkan sebagai beban-beban horizontal statik yang berkerja pada pusat-pusat massa bangunan, sedangkan Analisis dinamik merupakan metode analisis struktur dengan getaran gempa yang dimodelkan sebagai beban dinaik (beban yang arah dan besarnya berubah terhadap waktu). Analisis dinamik biasanya dilakukan menggunakan analisis ragam spectrum respons (*respon spectra*) dan analisis riwayat waktu (*time history*). Pada analisis dengan menggunakan *time history* struktur yang di desain di berikan percepatan pada permukaan tanah sesuai dengan rekam percepatan terhadap waktu dari data *time history*. Akibat dari percepatan ini kemudian respon struktur dapat diamati.

## METODE PENELITIAN

### *Preliminary Design*

Data jembatan yang menjadi objek dalam analisis ini yakni :

Nama struktur model	:Jembatan Sultan Muhammad Ali Abdul Jalil Muazzamyah
Lokasi	: Kepulauan Riau
Jenis struktur	: <i>Arch Bridge</i> (Jembatan Pelengkung)
Fungsi	: Jalan Raya
Panjang bentang	: 120 meter
Lebar jembatan	: 11 meter

Jembatan ini akan dimodelkan dengan mengasumsikan semua dimensi dan segala data yang tidak diketahui dimana struktur model dari panjang dan lebar mengikuti Jembatan Sultan Muhammad Ali Abdul Jalil Muazzamyah (Jembatan Siak III).



**Gambar 6.** Jembatan Sultan Muhammad Ali Abdul Jalil Muazzamyah, Riau

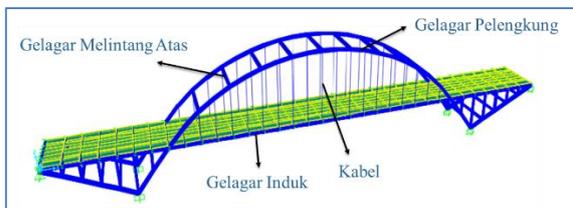
Sumber: Wikipedia

### Pemodelan Struktur Jembatan

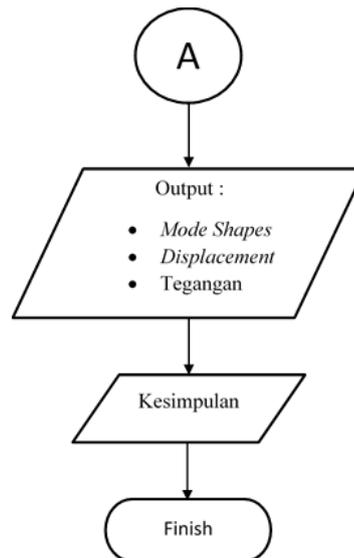
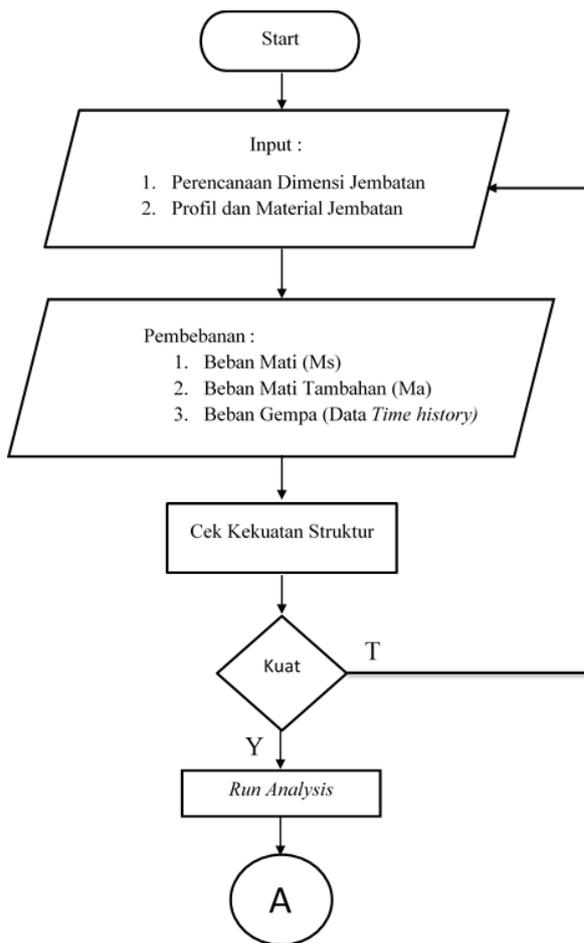
Perencanaan struktur jembatan didesain mengikuti model (panjang dan lebar) dua dimensi struktur Jembatan Sultan Muhammad Ali Abdul Jalil Muazzamyah di Riau namun dengan detail profil dan material yang di asumsikan sendiri oleh peneliti. Proses perencanaan ini dilakukan dengan menggunakan program AutoCAD 2013 dan SAP2000 v.18. Berikut adalah langkah-langkah pemodelan struktur jembatan :

1. Menggambar desain panjang, lebar dan bagian lengkung jembatan sesuai dengan dimensi yang telah diketahui, dengan menggunakan program AutoCAD 2013. Dimana arah sumbu yang digunakan adalah sumbu x untuk panjang bentang jembatan dan sumbu y untuk tinggi jembatan.
2. Memasukkan gambar desain ke program SAP2000 v.18. Arah penggambaran pada sumbu y akan berbeda pada tinggi jembatan yaitu menjadi sumbu z, sedangkan arah panjang bentang jembatan tetap.
3. Menentukan jenis profil penampang, dimensi penampang, serta kekuatan penampang (nilai  $f'_c$  jika terbuat dari beton) dan mengaplikasikannya sesuai pada desain yang sudah dibuat.
4. Menggambar sistem kabel pada desain, serta menentukan tipe kabel yang akan digunakan.
5. Menentukan beban-beban yang akan dimasukkan pada struktur, seperti beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Pembebanan ini digunakan sebagai indikator pengecekan ketahanan penampang dan kekuatan struktur.

6. Memasukkan besarnya beban-beban tersebut pada area struktur sesuai dengan jenis bebannya.
7. Menentukan beban kombinasi yang terdapat dalam struktur. Kombinasi beban ini digunakan sebagai tolak ukur menentukan hasil pembebanan maksimum dari macam-macam beban pada struktur.
8. Melakukan pengecekan desain struktur, apakah profil yang digunakan sudah cukup kuat terhadap struktur jembatan. Pengecekan ini dilakukan dengan cara *Run Analyze* → *Check of Structure*.



Gambar 7. Tampak 3D struktur jembatan



Gambar 8. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembebanan dan Kombinasi

Pada analisis ini beban yang dimasukkan adalah beban mati (*selfweight*), beban mati tambahan, dan beban gempa. Beban mati (MS) berupa berat sendiri dari gelagar induk, gelagar melintang, pylon dan pelat. Beban mati tambahan (MA) berupa beban trotoar setebal 25 cm dan beban aspal setebal 10 cm. Serta beban gempa (EQ) berupa rekaman pergerakan percepatan tanah. Berdasarkan SNI 1725 Tahun 2016 tentang Pembebanan Jembatan.

Maka faktor-faktor beban yang didapatkan berdasarkan SNI 1725 Tahun 2016 adalah :

Kombinasi beban mati :

$$1,3 MS + 2 MA$$

Kombinasi beban mati + beban gempa :

$$1,3 MS + 2 MA + 1EQ$$

### Data Gempa

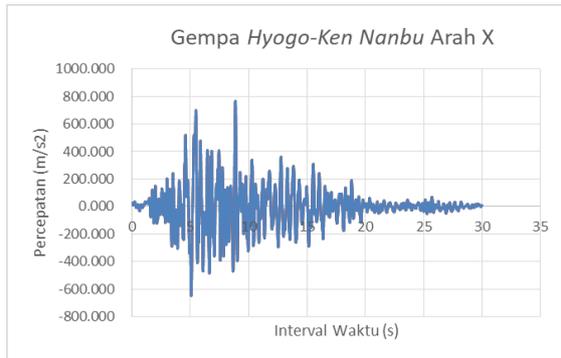
Adapun rekaman gempa yang dipilih untuk analisis adalah rekaman gempa *Hyogo-ken Nanbu* di Kobe, Jepang pada tahun 1995. Pemilihan ini dikarenakan data tersebut memiliki data yang lebih lengkap dari pada data gempa yang ada di Indonesia. Adapun data rekaman gempa yang akan di analisis dalam makalah ini adalah sebagai berikut :

Gempa *Hyogo-ken Nanbu* (Kobe, Jepang)

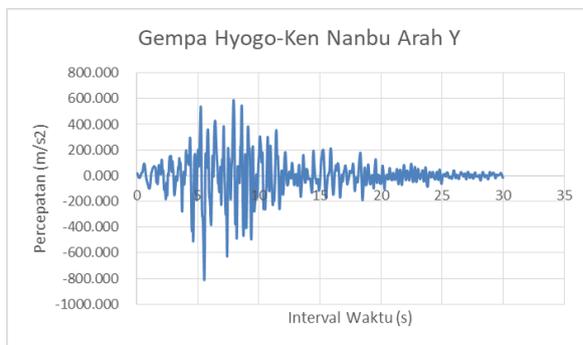
- Tanggal : 17 Januari 1995
- Waktu : 05.46 waktu setempat
- Epicenter : 34.591129 BT,  
134.995645 LS
- Lokasi : Pulau Awaji, Jepang
- Magnitude : 7,2 SR
- Kedalaman : 10 km di bawah

permukaan laut

- Lokasi Pencatatan : Kobekaiyokishodai, Jepang



Gambar 9. Rekaman data gempa arah X



Gambar 10. Rekaman data gempa arah Y

### Mode Shapes Jembatan

Pada *mode shapes* yang dihasilkan terdapat satu titik maksimum yang terdapat pada titik Ux, Uy dan Uz. Adapun hasil tabel dari *mode shapes* :

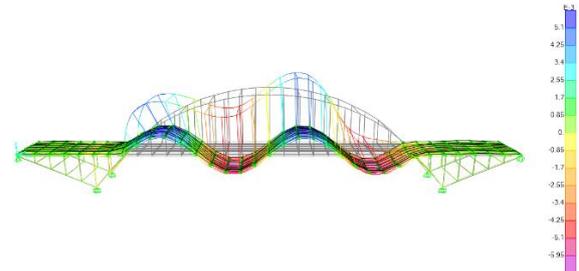
Tabel 1. Tabel *mode shapes*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
OutputCase	StepNum	Period	UX	UY	UZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	1	1.398799	1.309E-10	0.15	4.363E-11
MODAL	2	1.077556	0.004574	1.916E-08	0.00000959
MODAL	3	0.994049	1.098E-09	0.502	5.083E-10
MODAL	4	0.790391	3.747E-09	0.022	8.612E-07
MODAL	5	0.743868	0.00002128	1.522E-07	0.096
MODAL	6	0.554577	2.563E-12	0.004449	4.427E-08
MODAL	7	0.537214	2.287E-11	0.0005537	2.072E-07
MODAL	8	0.39472	3.042E-09	0.095	0.000002297
MODAL	9	0.382506	0.00002071	2.383E-07	0.307
MODAL	10	0.376704	3.571E-08	0.012	0.000002662
MODAL	11	0.373157	0.007738	2.414E-07	0.00005648
MODAL	12	0.295358	0.0001374	2.462E-12	0.114

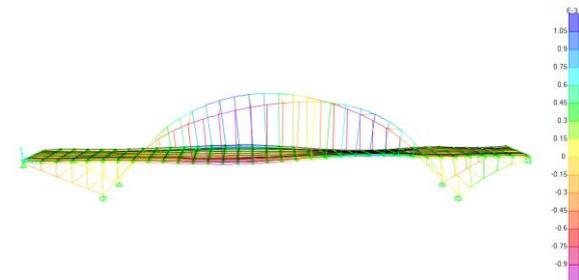
Tabel 2. Tabel *mode shapes* maximum

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
OutputCase	StepNum	Period	UX	UY	UZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	11	0.373157	0.007738	2.414E-07	0.00005648
MODAL	3	0.994049	1.098E-09	0.502	5.083E-10
MODAL	9	0.382506	0.00002071	2.383E-07	0.307

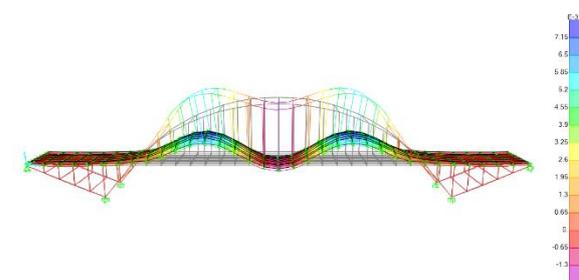
Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa dari 12 *mode shapes* yang di tampilkan, nilai maximum pada Ux terdapat pada *mode shapes* ke 11 yang dominan bergerak ke arah X atau arah memanjang jembatan, dimana nilai Ux sebesar 0,0077 satuan perpindahan (Tabel 2), lalu nilai maximum pada Uy terdapat pada *mode shapes* ke 3 yang lebih dominan bergerak ke arah Y pada bentang tengah jembatan dengan nilai Uy sebesar 0,502 satuan perpindahan (Tabel 2) dan nilai maximum pada Uz terdapat pada *mode shapes* ke 9 yang memiliki gerakan yang dominan naik turun ke arah Z pada bentang tengah jembatan dengan nilai Uz sebesar 0,307 satuan perpindahan (Tabel 2). Adapun gambar dari *mode shapes* maximum yaitu :



Gambar 11. Mode shapes 11



Gambar 12. Mode shapes 3



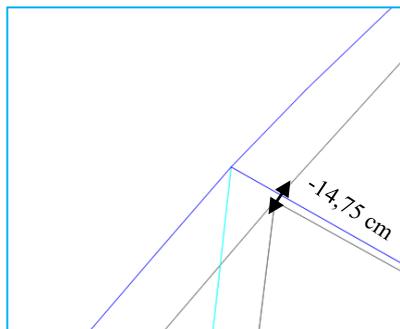
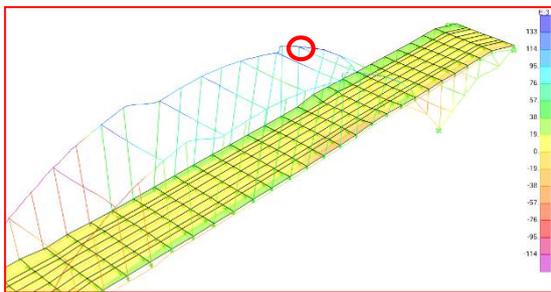
Gambar 13. Mode shapes 9

### Displacement Jembatan

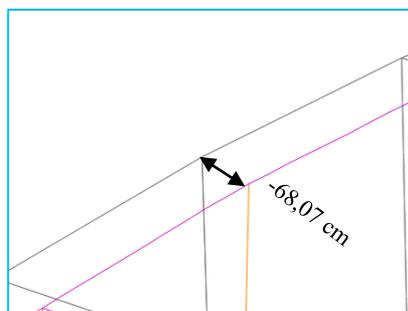
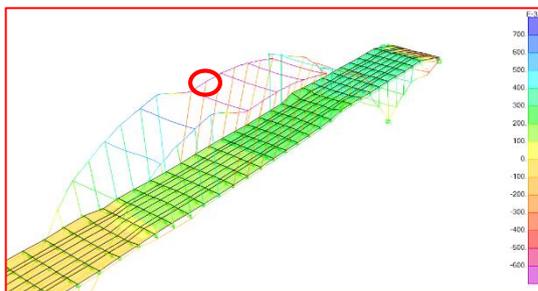
Tabel 3. Joint *displacement*

TABLE: Joint Displacements				
Joint	OutputCase	U1	U2	U3
Text	Text	m	m	m
128	1MS + 1MA + 1EQ	0.147534	0.480464	0.142107
121	1MS + 1MA + 1EQ	-0.094112	-0.680777	-0.238785
73	1MS + 1MA + 1EQ	-0.023864	-0.140264	-0.278624

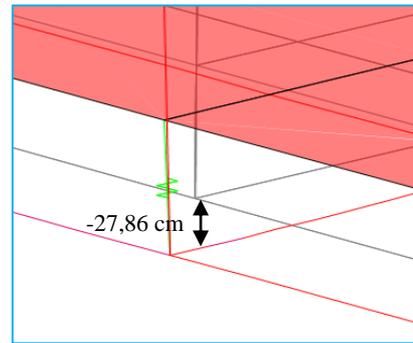
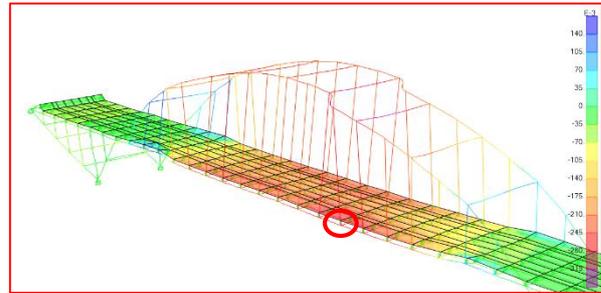
Analisis yang akan dilakukan selanjutnya adalah mencari titik yang mengalami *displacement* terbesar kemudian di bandingkan dengan lendutan yang di ijin. Dari Tabel 4.9 terdapat 3 titik yang memiliki *displacement* terbesar di masing-masing koordinatnya. Untuk koordinat U1, *displacement* terbesar terdapat pada joint 128 sebesar 14,75 cm dan untuk U2, *displacement* terbesar terdapat pada joint 121 sebesar 68,07 cm lalu untuk U3, *displacement* terbesar terdapat pada joint 73 sebesar 27,86 cm. Adapun gambar dari masing masing koordinat Ux, Uy dan Uz :



Gambar 14. Letak Joint 128



Gambar 15. Letak Joint 121



Gambar 16. Letak Joint 73

### Tegangan Jembatan

Tegangan adalah gaya persatuan luas, dimana gaya yang dimaksud adalah gaya-gaya dalam, yaitu gaya yang terjadi di dalam suatu material akibat perlawanan material untuk mengimbangi gaya-gaya luar yang terjadi. Berikut adalah tegangan maksimal yang terjadi di masing-masing frame atau batang pada jembatan (Tabel 4).

Tabel 4. Tegangan maksimal setiap frame

TABLE: Element Stresses - Frames				
Frame	Station	S11	S11 (ABS)	KET
Text	m	Kgf/m2	Kgf/m2	
Gelagar Melintang	1.375	-124,304,713.00	124,304,713.00	TEKAN
Gelagar Memanjang	3.5	27,112,759.13	27,112,759.13	TARIK
Kabel	0	10,237,940.42	10,237,940.42	TARIK
Gelagar Pelengkung	3.83011	-144,668,899.00	144,668,899.00	TEKAN
Batang Tegak	8	-110,774,827.00	110,774,827.00	TEKAN
Gelagar Induk	4	-76,602,189.00	76,602,189.00	TEKAN
Melintang Atas	0	-68,191,886.00	68,191,886.00	TEKAN

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa masing-masing batang pada jembatan memiliki tegangan yang maksimal, dimana tegangan yang maksimal adalah akibat gaya aksial. Terdapat tiga klasifikasi tegangan yaitu tegangan akibat gaya aksial, tegangan akibat geser, dan tegangan akibat lentur. Tegangan terbesar yang terjadi pada jembatan Sultan Muhammad Ali Abdullah Jalil Muazzamyah adalah akibat gaya aksial, dimana pada semua tegangan yang maksimal menggunakan kombinasi 1.3 MS + 2 MA + 1 EQ1. Dari tabel di atas dapat di ketahui bahwa batang yang mengalami tegangan tekan terbesar adalah di batang gelagar pelengkung dengan besar

144.668.899 kg/m<sup>2</sup>. Pada analisis ini, peneliti membandingkan tahanan yang terjadi akibat gempa dengan tahanan ijin yang direncanakan oleh profil. Untuk mengetahui perbandingan tersebut maka dilakukan perhitungan di masing-masing batang dengan rumus tahanan (sumber : *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*), Adapun hasil yang didapat dari perhitungan masing-masing batang pada jembatan :

**Tabel 5.** Tabel tahanan untuk batang tarik

Frame Text	Lx m	S11 kgf/m2	Tu kg	Ø Tn kg	Tu < Ø Tn	KET
Gelagar Memanjang (WF 250.250.8.13)	3,5	27,112,759.13	20298,07	182,952.00	Tu < Ø Tn	KUAT
Kabel Baja (D = 10,17 cm)	6,393	10,237,940.42	83165,73	527,300.00	Tu < Ø Tn	KUAT

**Tabel 6.** Tabel tahanan untuk batang tekan

Frame Text	Lx m	S11 kgf/m2	Nu kg	Ø Nn kg	Nu < Ø Nn	KET
Gelagar Melintang (WF 400.200.8.13)	1,375	-124,304,713.00	375550,38	201,840.00	Nu > Ø Nn	TIDAK KUAT
Gelagar Pelengkung (TUBE 400 x 450)	3,830	-144,668,899.00	425408,27	320,256.00	Nu > Ø Nn	TIDAK KUAT
Gelagar Induk (TUBE 400 x 400)	3,5	-76,602,189.00	588606,99	301,056.00	Nu > Ø Nn	TIDAK KUAT
Melintang Atas (TUBE 300 x 400)	11	-68,191,886.00	1979,02	262,656.00	Nu < Ø Nn	KUAT
Batang Tegak (TUBE 350 x 400)	8	-110,774,827.00	214855,46	281,856.00	Nu < Ø Nn	KUAT
Gelagar Memanjang (WF 250.250.8.13)	3,5	27,112,759.13	33003,45	203,280.00	Nu < Ø Nn	KUAT

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis struktur pada jembatan Sultan Muhammad Ali Abdullah Jalil Muazzamyah terhadap pengaruh gempa Hyogo-Ken Nambu, akan didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada *mode shapes* yang dihasilkan, terdapat satu titik maksimum yang terdapat pada titik Ux, Uy dan Uz. Ux maksimal terdapat pada mode 11 yang pergerakannya dominan ke arah X dengan nilai Ux sebesar 0,0077 satuan perpindahan, Uy maksimal terdapat pada mode 3 yang pergerakannya dominan ke arah Y dengan nilai Uy sebesar 0,502 satuan perpindahan dan Uz maksimal terdapat pada mode 9 yang memiliki gerakan dominan ke arah Z pada bentang tengah jembatan dengan nilai Uz sebesar 0,307 satuan perpindahan. Berdasarkan Ux, Uy dan Uz maksimal tersebut, Uy merupakan sumbu dominan akibat adanya gempa dengan arah gempa utara-selatan.
2. Besar *displacement* maksimum arah X adalah 14,75 cm pada titik 128, arah Y adalah 68,07 cm pada titik 121, dan arah Z adalah 27,86 cm pada titik 73. *Displacement* ijin jembatan adalah 15 cm. Maka *displacement* arah Y dan Z melebihi *displacement* yang di ijinakan, dimana titik

*displacement* tersebut berada pada gelagar melengkung dan gelagar induk di tengah bentang.

3. Tegangan maksimal yang terjadi pada gelagar induk sebesar -76.602.189 kgf/m<sup>2</sup> di batang 25, pada gelagar pelengkung sebesar -144.668.899 kgf/m<sup>2</sup> di batang 52, pada gelagar memanjang sebesar 27.112.759,13 kgf/m<sup>2</sup> di batang 349, pada gelagar melintang sebesar -124.304.713 kgf/m<sup>2</sup> di batang 658, pada gelagar melintang atas sebesar -68.191.886 kgf/m<sup>2</sup> di batang 399, pada batang tegak sebesar -110.774.827 kgf/m<sup>2</sup>, dan pada kabel sebesar 10.237.940,42 kgf/m<sup>2</sup>. Dari tegangan maksimum yang terjadi disetiap penampangnya, tegangan pada gelagar pelengkung lah yang mempunyai tegangan paling maksimum dan setelah dilakukannya perhitungan terhadap tahanan yang terjadi, gelagar tidak kuat menahan beban yang diterima.

## SARAN

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Di perlukan data pemodelan yang sesuai dengan struktur jembatan aslinya untuk analisis. Agar pemodelan sama dengan keadaan nyata jembatan.
2. Dapat menggunakan data *time history* di Indonesia yang lengkap, karena jembatan Siak III berlokasi di Indonesia.
3. Penambahan data percepatan tanah arah Z juga dapat di lakukan untuk menghasilkan data yang lebih lengkap karena di kenyataannya gempa juga terjadi di segala arah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725:2016*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Gunawan, Rudi. (1988). *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Yogyakarta : Kanisius.
- Lanneke Tristanto. (2010). *Kajian Dasar Perencanaan dan Pelaksanaan Jembatan Pelengkung Beton*. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Bandung: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Muslim, Fadhilah. (2012). *Kajian Pengaruh Gempa Terhadap Perilaku Jembatan Kabel Suramadu Selama Tahap Konstruksi dengan Analisis Riwayat Waktu*. *Skripsi*. Tidak

dipublikasikan. Depok: Universitas  
Indonesia.

Setiawan, Agus. (2008). *Perencanaan Struktur Baja  
dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga.

Supriadi, Bambang., Agus Setyo Muntohar. (2007).  
*Jembatan*. Cetakan Ke-4. Yogyakarta: Beta  
Offset.

Widodo. (2012). *Seismologi Teknik & Rekayasa  
Kegempaan*. Universitas Islam Indonesia  
Press.