Annual Civil Engineering Seminar 2015, Pekanbaru
ISBN: 978-979-792-636-6

ANALISIS PERBANDINGAN PERILAKU STRUKTUR JEMBATAN *CABLE STAYED* TIPE *FAN* DAN TIPE *RADIAL* AKIBAT BEBAN GEMPA

Masrilayanti[1], Navisko Yosen[2]

[1,2]*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas*
Masrilayanti@ft.unand.ac.id

ABSTRAK

Sebagai negara kepulauan, Indonesia tidak lepas dari kebutuhan sarana penghubung antar pulau-pulau, salah satunya adalah jembatan. Jembatan Barelang merupakan jembatan tipe *cable stayed* yang menghubungkan Pulau Batam–Tonton dengan bentang 642 meter. Jembatan *cable stayed* merupakan suatu sistem struktur statis tidak tentu berderajat tinggi, dimana gaya–gaya dalam yang bekerja dipengaruhi bersama oleh kekakuan komponen penunjang utama jembatan yaitu sistem–sistem lantai kendaraan (*deck*, gelagar memanjang, gelagar melintang) serta kabel kabel mutu tinggi dan *pylon* utamanya. Ada tiga jenis pola penyusunan kabel yang sering digunakan pada jembatan *cable stayed* yaitu: tipe *fan*, tipe *harp*, dan tipe *radial*. Pada kasus ini dibandingkan tipe *fan* yang membentuk pola penyusunan kabel yang menyebar dan tipe *radial* yang penyusunan kabelnya bertumpu di satu titik pada *pylon* bagian atas. Permodelan pola susunan kabel tipe *fan* dan tipe *radial* dalam memikul berat sendiri dan beban gempa dilakukan dengan bantuan *software* analisa struktur SAP 2000 untuk menghitung *displacement* dan gaya dalam yang terjadi di titik *pylon* dan gelagar jembatan. Proses analisis menggunakan model jembatan Barelang. Zona wilayah gempa yang digunakan adalah wilayah Batam lokasi jembatan tersebut berada dengan jenis tanah lunak. Beban gempa yang diinputkan berupa riwayat waktu (*time history*). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai perpindahan dan gaya dalam pada struktur jembatan tipe *fan* relatif lebih besar dibandingkan dengan struktur jembatan tipe *radial.*

Kata kunci: *Gempa, Jembatan cable stayed, Tipe Fan, Tipe Radial*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terdiri dari banyak pulau.Untuk menghubungkan antara sebuah pulau dengan pulau yang berdekatan, dibutuhkan sebuah jalur penghubung, seperti jembatan.Jembatan merupakan bagian terpenting dalam sarana transportasi darat maupun laut.Umumnya jembatan digunakan untuk penghubung jalan yang melintasi sungai, bukit, pengunungan, penghubung antar akses jalan (persimpangan tak sebidang), maupun penghubung antar pulau.Terkadang sesuai analisis teknis dan kebutuhan di lapangan diperlukan jembatan dengan bentangan yang cukup panjang.Faktor kenyamanan pengguna adalah salah satu variabel penting dalam menentukan jenis dan model jembatan bentang panjang. Salah satu jenis konstruksi jembatan yang dipilih adalah konstruksi jembatan *cable stayed* yang menghubungkan Pulau Batam dan Tonton dengan total jarak 642 meter.

Jembatan *cable stayed* adalah jembatan yang menggunakan kabel–kabel berkekuatan tinggi sebagai penggantung yang dihubungkan langsung ke gelagar dari suatu menara. Jembatan *cable stayed* memiliki berberapa tipe yaitu : tipe fan, tipe harp, tipe radial. Masing–masing tipe dari jembatan *cable stayed* tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam menanggung beban yang bekerja pada struktur jembatan itu sendiri. Untuk mengetahui kekakuan dari struktur jembatan *cable stayed* maka perlu dibandingkan tipe jembatan *cable stayed* tipe fan dan tipe radial dari segi kemampuan dalam memikul berat sendiri struktur jembatan dan beban gempa. Studi ini bertujuan untuk menganalisa jembatan *cable stayed* tipe *fan* dan tipe *radial* dalam menanggung beban sendiri dan beban gempa berdasarkan SNI 1726-1012. Sehingga nantinya akan didapatkan tipe jembatan mana yang lebih baik dipakai dilihat dari segi kekakuan dan fleksibilitas. Sedangkan manfaat yang diperoleh adalah dapat mengetahui perbandingan dari perilaku jembatan *cable stayed* tipe *fan* dan tipe *radial* dalam memikul berat sendiri dan bebam gempa sehingga bisa dijadikan acuan

ISBN: 978-979-792-636-6

dalam perencanaan jembatan *cable stayed*.Dengan kemajuan pengetahuan dan teknologi, pembangunan jembatan didisain tidak hanya didasarkan pada kekuatan struktural dan pemenuhan transportasi saja, tapi juga melihat dari segi ekonomi dan artistik dengan memperhatikan nilai seni yang sangat tinggi sebagai suatu hasil karya yang berharga dalam bidang konstruksi. Di antara tipe dan bentuk jembatan yang berkembang hingga saat ini adalah: jembatan lengkung, jembatan rangka, jembatan gantung, jembatan kabel, dan jembatan tipe gelagar.Secara struktural, jembatan *cable stayed* adalah suatu jenis jembatan sistem *cable supported*, yaitu sistem yang memanfaatkan kabel sebagai batang tarik. Kabel digantung miring di antara tumpuan di tower dan di gelagar jembatan. Dengan kata lain, gelagar ditumpu langsung oleh menara, melalui kabel utama. Untuk jembatan bentang menengah dan panjang sistem ini akan menghasilkan kekakuan yang besar sehingga lendutan dapat lebih kecil dan pada akhirnya akan memiliki dimensi yang lebih kecil.

Keuntungan sistem *cable stayed* dibandingkan dengan struktur yang lain adalah sebagai berikut:
1. Struktur lebih ringan terutama untuk bentang menengah dan bentang panjang
2. Penggunaan kabel yang efisien
3. Keindahan struktur

Konfigurasi kabel merupakan bagian yang penting dalam desasin jembatan dengan sistem kabel karena hal ini akan mempengaruhi tidak hanya pada kinerja struktural jembatan tetapi juga menyangkut metoda pelaksanaan dan biaya pembangunan. Pada dasarnya ada tiga jenis jembatan *cable stayed* yang dibagi berdasarkan bentuk susunan kabelnya yaitu :
1. Tipe radial
   Merupakan sebuah susunan dimana kabel dipusatkan pada ujung atas menara dan disebar sepanjang bentang pada gelagar. Kelebihan tipe ini adalah kemiringan rata-rata kabel cukup besar sehingga komponen gaya horizontal tidak terlalu besar kabel yang terkumpul diatas kepala menara menyulitkan dalam perencanaan dan pendetailan sambungan.
2. Tipe harp
   Terdiri atas kabel-kabel penggantung yang dipasang sejajar dan disambungkan ke menara dengan ketinggian yangberbeda-beda satu terhadap yang lainnya.Susunan kabel yang sejajar memberikan efek estetika yang sangat indah namun terjadi lentur yang besar pada menara.
3. Tipe fan
   Merupakan solusi tengah antara tipe radiating dan tipe harp.Kabel disebar pada bagian atas menara dan pada dek sepanjang bentang, menghasilkan kabel tidak sejajar. Penyebaran kabel pada menara akan memudahkan penditailan tulangan.

Untuk membatasi dan menyederhanakan kompleksitas dari permasalahan yang ada, studi ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:
1. Struktur jembatan yang digunakan adalah jembatan *cable stayed* dengan material beton mutu tinggi, dengan studi kasus adalah jembatan Barelang Batam.
2. Dimensi komponen–komponen utama direncanakan sendiri (fiktif) dengan mengacu kepada jembatan sebenarnya.
3. Struktur dimodelkan dalam 3D dengan menggunakan *software* SAP2000.
4. Analisa struktur dilakukan untuk menghitung gaya dalam dan *displacement* di titik-titik yang mewakili pada struktur atas jembatan.
5. Struktur jembatan yang dibandingkan mempunyai dimensi dan profil yang sama tapi berbeda pola penyusunan kabel, dengan jenis jembatan *cable stayed* yang dibandingkan adalah tipe *fan* dan tipe *radial*.

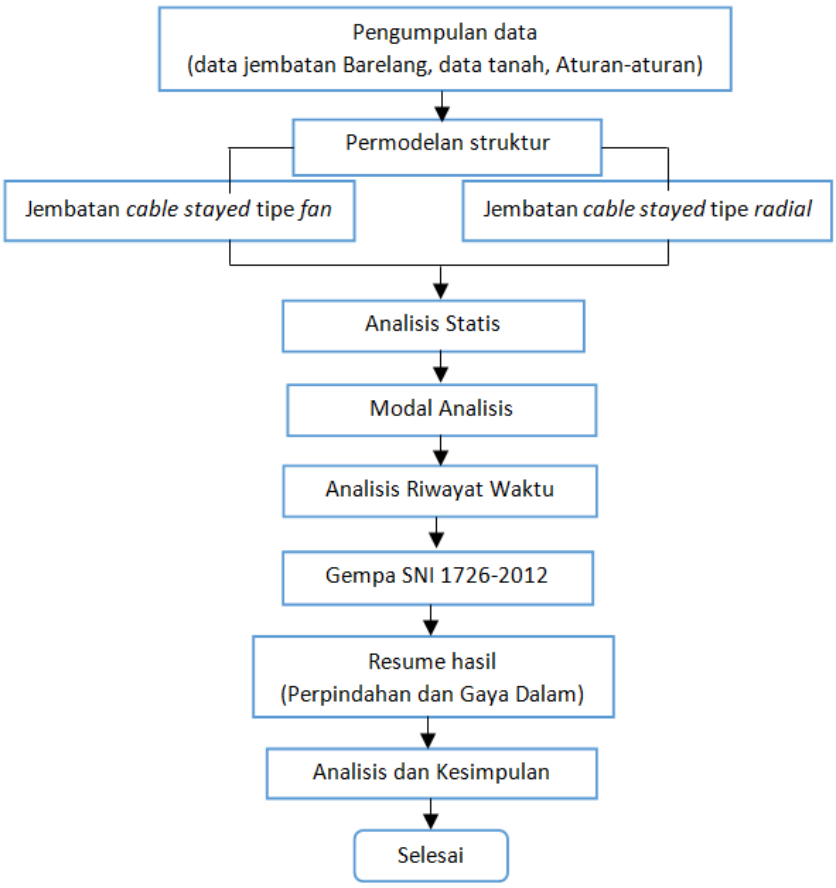
2. METODOLOGI PENELITIAN

Oleh karena penelitian ini lebih difokuskan kepada per bandingann pengaruh beban gempa terhadap reaksi struktur atas jembatan *cable stayed* dengan pola konfigurasi yang berbeda, maka fokus lebih dititik-beratkan pada aspek distribusi gaya dalam dan perpindahan pada kedua tipe jembatan. Beban gempa dianalisis dengan metode *time history*.

Adapun data-data teknis jembatan ini adalah :
Kuat tekan beton dari konstruksi *pylon* adalah mutu K-450 dengan f'c = 45 MPa, berdimensi kolom 6,00 meter x 3,00 meter. Sementara bagian *deck* merupakan konstruksi beton prategang dengan mutu K-500 dengan f'c = 50 MPa, memiliki lebar 21,50 meter dan panjang 689 meter terdiri atas balok memanjang berdimensi sekitar 2,00 meter x 2,00meter dan balok melintang tiap 4 meter dengan *slab* setebal 28 cm. Untuk kabel baja yang digunakan yaitu *Strands* Ø 0,6 inch (ASTM A416-836) yang mempunyai
Ultimate strength f_{pu} = 1870 N/mm^2

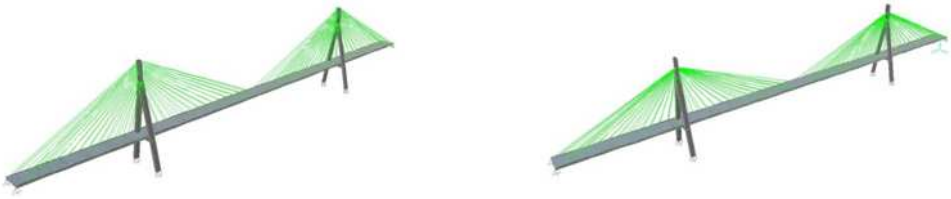
ISBN: 978-979-792-636-6

Yield strength f_{py} = 1670 N/mm^2
Modulus elastisitasm E_p= 1,95 × 10^5 mm^2



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Struktur jembatan *cable stayed* dimodelkan dengan *software* SAP 2000 dimana masing–masing elemen struktur jembatan *cable stayed* dimodelkan sebagai berikut :



Gambar 2. Permodelan Struktur Jembatan Tipe Fan (kiri) dan radial (kanan)

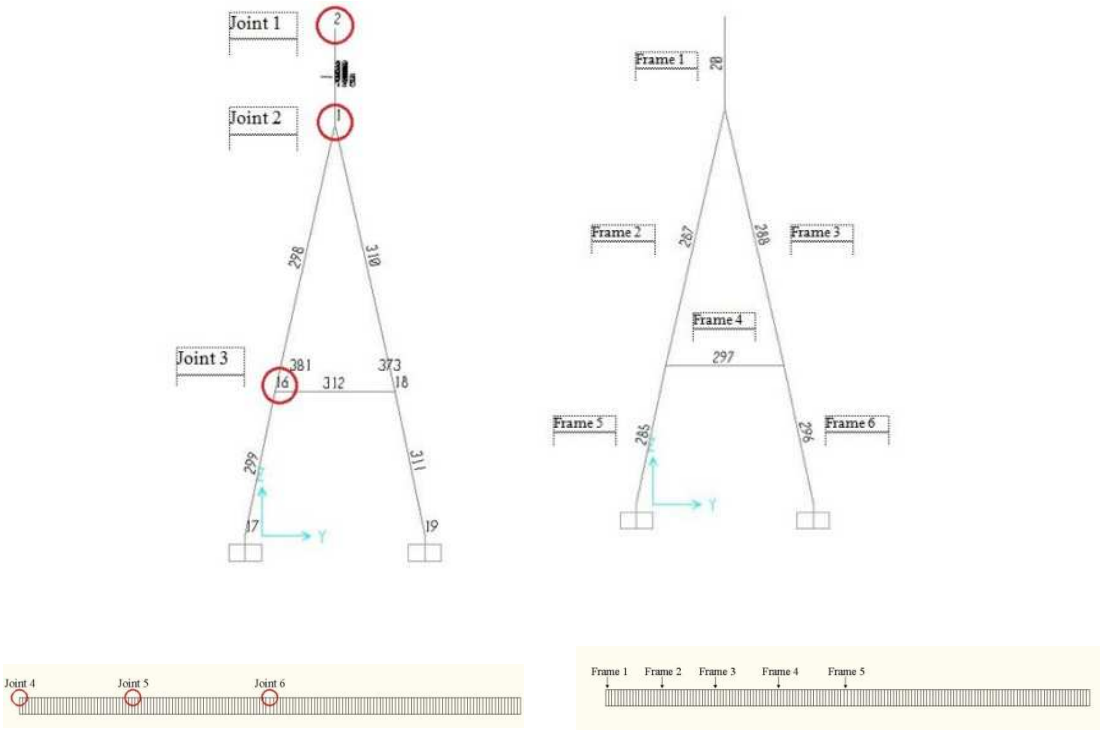
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dijelaskan perbandingan antara perilaku struktur seperti perpindahan dan gaya dalam yang terjadi pada jembatan cable stayed tipe Fan dan tipe Radial akibat dari pembebanan gempa rencana berdasarkan peraturan SNI 1726-2012. Dalam kasus ini, beban gempa yang diinputkan berupa *time history* pada arah x.

Perpindahan dan gaya dalam

Joint dan *frame* yang akan dibandingkan dalam analisis ini seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut :

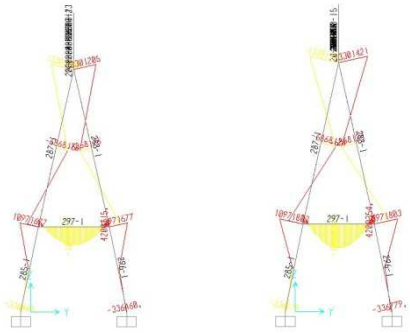
ISBN: 978-979-792-636-6



Gambar 3. Titik – titik dan *frame* yang akan ditinjau

Berikut adalah hasil output dari analisa statis struktur jembatan dengan menggunakan *software* SAP 2000 untuk momen :

Gambar 5. Diagram Momen Struktur Jembatan Akibat Berat Sendiri (kiri: *fan*, kanan: *radial*)



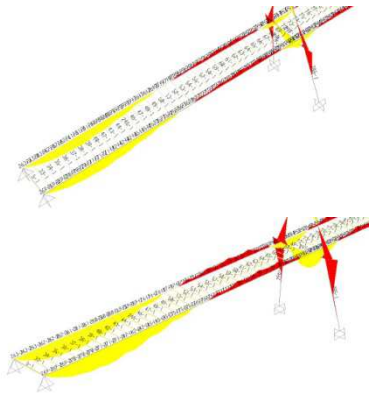
(kgm)	Tipe Fan	Tipe Radial
max	16892161.54	10569358.56
min	-13301204.8	-13301420.8

Gambar 6. Diagram Momen Pada *Pylon* 1 Akibat Berat Sendiri

Pada *pylon* 1, momen maksimum terjadi pada *pylon* bagian atas sedangkan momen minimum terjadi pada kaki *pylon*

Pada balok gelagar, untuk gaya geser maksimum maupun gaya geser minimum terjadi pada balok gelagar arah x yang berada di dekat *pylon*. Kedua balok tersebut saling sejajar.

ISBN: 978-979-792-636-6



(kgm)	tipe Fan	tipe Radial
max	9875452.27	9946841.41
min	-4302580.52	-4296227.41

Gambar 7. Diagram Momen Pada Balok Gelagar Akibat Berat Sendiri

Pada *pylon*, gaya geser maksimum dan minimum terjadi pada pengaku *pylon*.

Pylon		
(kg)	tipe Fan	tipe Radial
max	920383.12	921065.54
min	-920383.12	-921065.54
Gelagar		
(kg)	Tipe Fan	Tipe Radial
max	2042893.59	2042893.59
min	-2042893.59	-2042893.59

Pada balok gelagar, untuk gaya geser maksimum maupun gaya geser minimum terjadi pada balok gelagar arah x yang berada di dekat *pylon*. Kedua balok tersebut saling sejajar. Sedangkan untuk gaya geser, pada *pylon*, nilai gaya aksial terbesar terjadi pada ujung atas *pylon*, begitu pula untuk nilai gaya aksial minimum. Gaya aksial yang terjadi pada seluruh bentang bernilai negatif.

Pylon		
(kg)	tipe Fan	tipe Radial
Max	987940.38	997489.1
min	-798083.92	-775468.72
Gelagar		
(kg)	tipe Fan	tipe Radial
max	-1524001.77	-1.42E-08
min	-41914868	-46864680

Pada balok gelagar, nilai gaya aksial terbesar terjadi pada balok gelagar arah x yang berada di tengah bentang jembatan, sedangkan nilai gaya aksial minimum terjadi pada balok gelagar arah x yang berada di dekat *pylon*.

Kabel

Berikut adalah hasil analisis dari kabel pada jembatan:

Tension-I: Nilai maksimum berada pada kabel yang berada paling dekat dengan *pylon*, sebesar 3627197.01 Kg (tipe Fan) dan 3627244.66 Kg (tipe Radial). Sedangkan nilai minimumnya sebesar 3627188.64 Kg (tipe Fan) dan 3627192.75 Kg (tipe Radial) pada kabel-kabel yang berada paling jauh dengan *pylon*.

ISBN: 978-979-792-636-6

Tension-J: Berbanding terbalik dengan Tenson-I, pada Tension-J Nilai maksimum berada pada kabel-kabel yang berada paling jauh dengan *pylon*, sebesar 3627248.77 Kg (tipe Fan) dan 3627244.66 Kg (tipe Radial). Sedangkan nilai minimumnya sebesar 3627240.4Kg (tipe Fan) dan 3627192.75 Kg (tipe Radial) pada kabel-kabel yang berada paling dekat dengan *pylon*.

Modal Analisis

Dari hasil di modal analisis didapat 12 macam mode yang terjadi pada struktur jembatan.Frekuensi terendah terjadi pada mode 1, yaitu sebesar 0,090163 Hz (tipe Fan) dan 0,090220 Hz (tipe Radial), dengan Perioda terbesar sebesar 11,091003 detik (tipe Fan) dan 11,084064 detik (tipe Radial).

Sedangkan untuk frekuensi natural tertinggi terjadi pada mode 12 yaitu sebesar 0,146133 Hz (tipe Fan an Tipe Radial), dengan nilai Periode terkecil yaitu 6,843096 detik (tipe Fan) dan 7,075493 detik (tipe Radial).

Analisis Dinamis

Tabel 1. Perpindahan Arah x Akibat Beban Gempa Rencana Pada Jembatan Tipe *Fan (mm)*

waktu (detik)	Perpindahan					
	Pylon			Balok Gelagar		
	joint 1	Joint 2	joint 3	joint 4	joint 5	joint 6
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	4,44967	3,61467	0,59981	0,00557	-0,00686	-0,00080
2	8,14054	6,42393	1,06237	0,00783	-0,00969	-0,00141
3	-27,98565	-23,15692	-3,85071	-0,04358	0,04809	0,00509
4	-33,89128	-27,03859	-4,47731	-0,04764	0,03962	0,00593
5	-12,61711	-8,21920	-1,32507	0,00505	-0,01337	0,00179
6	20,24549	19,00075	3,20170	0,09523	-0,05262	-0,00415
7	47,36664	39,34084	6,54445	0,17028	-0,04043	-0,00854
8	46,18867	34,89813	5,74057	0,14617	0,02376	-0,00751
9	25,82796	15,40365	2,44939	-0,00138	0,06110	-0,00330
10	-5,27235	-10,00779	-1,76977	-0,23116	0,02507	0,00206

Tabel 2.Perpindahan Arah x Akibat Beban Gempa Rencana Pada Jembatan Tipe *Radial (mm)*

waktu (detik)	Perpindahan					
	Pylon			Balok Gelagar		
	joint 1	Joint 2	joint 3	joint 4	joint 5	joint 6
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,00898	-0,00251	-0,00067	0,56393	3,43145	5,01479
2	0,01094	-0,00358	-0,00124	1,01305	6,17098	9,06504
3	-0,07199	0,01665	0,00417	-3,58895	-21,82351	-31,78850
4	-0,06510	0,01159	0,00513	-4,24829	-25,86760	-37,92354
5	0,02921	-0,00572	0,00209	-1,39931	-8,58623	-13,04875
6	0,15196	-0,00884	-0,00276	2,82374	17,09112	24,34131
7	0,21789	0,01175	-0,00693	6,10305	37,10364	53,99753
8	0,13470	0,04039	-0,00706	5,61181	34,23722	50,66773
9	-0,07443	0,03150	-0,00438	2,72572	16,78220	25,90164
10	-0,32468	-0,03141	0,00007	-1,25847	-7,45131	-9,45152

Tabel 3.Perpindahan Arah z Akibat Beban Gempa Rencana Pada Jembatan Tipe *Fan (mm)*

waktu (detik)	Perpindahan					
	Pylon			Balok Gelagar		
	joint 1	Joint 2	joint 3	joint 4	joint 5	joint 6
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,00657	-0,00069	-0,00024	0,00011	-0,11753	4,23312
2	0,01165	-0,00016	-0,00006	0,00024	-0,29920	7,75370
3	-0,04348	0,00631	0,00220	-0,00064	0,58233	-26,66452
4	-0,05385	0,00082	0,00029	-0,00091	1,22359	-32,47983
5	-0,01664	-0,01041	-0,00363	-0,00062	1,28038	-12,18749
6	0,05069	-0,01269	-0,00442	0,00003	0,23843	19,84891
7	0,11361	0,00142	0,00050	0,00079	-1,82734	46,90264
8	0,11400	0,02461	0,00858	0,00120	-3,54834	46,34572
9	0,04257	0,03318	0,01156	0,00131	-3,50983	25,52021
10	-0,08294	0,01296	0,00452	0,00105	-0,94269	-7,61172

ISBN: 978-979-792-636-6

Tabel 4.Perpindahan Arah z Akibat Beban Gempa Rencana Pada Jembatan Tipe *Radial*

waktu (detik)	Perpindahan					
	Pylon			Balok Gelagar		
	joint 1	Joint 2	joint 3	joint 4	joint 5	joint 6
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	-0,00017	-1,99036	4,25314	-0,00047	-0,00135	-0,00211
2	-0,00034	-3,23400	7,77928	-0,00048	-0,00137	-0,00148
3	0,00103	13,44747	-26,81416	0,00366	0,01049	0,01741
4	0,00135	14,15923	-32,60010	0,00205	0,00589	0,00572
5	0,00071	1,29070	-12,12508	-0,00299	-0,00858	-0,02126
6	-0,00045	-14,77112	20,07592	-0,00557	-0,01597	-0,02796
7	-0,00159	-23,59012	47,13585	-0,00213	-0,00611	0,00331
8	-0,00187	-15,64872	46,37123	0,00605	0,01737	0,05574
9	-0,00148	0,30757	25,31784	0,01032	0,02961	0,07190
10	-0,00052	15,56236	-7,90278	0,00521	0,01494	0,01942

Selanjutnya, tabel-tabel di bawah ini menjelaskan bahwa pada stuktur jembatan tipe *fun* yang mengalami beban gempa rencana cenderung memiliki nilai perpindahan pada arah x yang relatif lebih besar dibandingkan dengan stuktur jembatan tipe *Radial*. Pada joint 1 (ujung *pylon*) perpindahan pada jembatan tipe *radial* lebih besar dari pada jembatan tipe *fan*. Pada joint 2 dan 3 (kaki *pylon*) perpindahan pada jembatan tipe *fan* lebih besar dari pada jembatan tipe *radial.* Pada Joint 1, 2, dan 3 yang berada pada *pylon* memiliki nilai perpindahan yang cukup besar dibandingkan pada joint 4, 5, dan 6 yang berada pada balok gelagar jembatan. Hal ini dikarenakan *pylon* merupakan sebuah struktur berupa kolom langsing vertikal yang mana cenderung memiliki nilai perpindahan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan balok gelagar jika searah dengan arah gempa yang diberikan, yang mana dalam kasus ini adalah beban gempa arah x.

Tabel 5. Tabel Perpindahan Arah x Akibat Beban Gempa Rencana

		Tipe *Fan*		Tipe *Radial*	
		Perpindahan (mm)	Waktu (detik)	Perpindahan (mm)	Waktu (detik)
Pylon					
Joint 1	max	52,87938	7,5	59,29300	7,5
	min	-35,70749	3,7	-40,23882	3,6
Joint 2	max	42,36669	7,4	40,47611	7,4
	min	-29,00830	3,6	-27,53807	3,6
Joint 3	max	7,02232	7,4	6,65000	7,4
	min	-4,81395	3,6	-4,52577	3,6
Balok Gelagar					
Joint 4	max	0,00637	3,6	0,00537	3,7
	min	-0,00917	7,4	-0,00789	7,5
Joint 5	max	0,06281	8,9	0,04486	8,4
	min	-0,05625	6,4	-0,03141	10
Joint 6	max	0,17865	7,4	0,21789	7
	min	-0,23116	10	-0,32468	10

Berdasarkan tabel-tabel di atas dapat diketahui bahwa pada stukturjembatan tipe *fun*yang mengalami beban gempa rencana cenderung memiliki nilai perpindahan pada arah z yang relatif lebih besar dibandingkan dengan stuktur jembatan tipe *Radial*. Pada joint 1, 2, dan 3 yang berada di *pylon* memiliki nilai perpindahan yang lebih kecil dibandingkan pada joint 4, 5, dan 6 yang berada pada balok gelagar jembatan. Sedangkan dalam perihal momen, dari hasil dapat diketahui bahwa pada *pylon* jembatan tipe *fan* yang mengalami beban gempa rencana cenderung memiliki nilai momen maksimum dan minimum yang lebih besar dibandingkan dengan *pylon* jembatan tipe *radial*.

Tabel 6. Tabel Momen Pada Balok Gelagar Akibat Beban Gempa Rencana

		Momen (Kgm)			
		Tipe *Fan*		Tipe *Radial*	
		Max	Min	Max	Min
Balok x	Frame 1	50554,29	-78130,74	50791,7	-78275,34
	Frame 2	122527,1	-189450,1	123365,1	-190285,1
	Frame 3	24835,14	-14185,57	27457,13	-16781,91
	Frame 4	135567,6	-101251,6	113055	-83679,24
	Frame 5	128081,4	-106871,8	111378,5	-84794,86
Balok y	Frame 1	0,03971	-0,03971	0,17	-0,17
	Frame 2	0,03695	-0,03695	0,15	-0,15
	Frame 3	0,06739	-0,06739	0,09561	-0,09561
	Frame 4	0,05739	-0,05739	0,06213	-0,06213
	Frame 5	0,04798	-0,04798	0,08239	-0,08239

ISBN: 978-979-792-636-6

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa pada balok gelagar jembatan tipe *radial* yang mengalami beban gempa rencana cenderung memiliki nilai momen maksimum dan minimum yang lebih besar dibandingkan dengan balok gelagar jembatan tipe *fan*.

Tabel 7. Tabel Gaya Geser Pada Balok Gelagar Akibat Beban Gempa Rencana

		Gaya Geser (Kg)			
		Tipe *Fan*		Tipe *Radial*	
		Max	Min	Max	Min
Balok x	Frame 1	7126,28	-4602,59	7171,38	-4644,63
	Frame 2	4853,54	-7506,16	4881,74	-7535,4
	Frame 3	2033,7	-1397,01	1674,95	-1135,19
	Frame 4	6880,6	-5425,2	5832,47	-4577,62
	Frame 5	8951,34	-7382,22	7801,25	-5838,79
Balok y	Frame 1	0,001503	-0,00369	0,01554	-0,01529
	Frame 2	0,003437	-0,00209	0,01357	-0,01304
	Frame 3	0,004309	-0,00627	0,007305	-0,00889
	Frame 4	0,005338	-0,00198	7801,25	-0,00578
	Frame 5	0,002188	-0,00446	0,007664	-0,00466

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa pada balok gelagar jembatan tipe *radial* yang mengalami beban gempa rencana cenderung memiliki nilai gaya geser maksimum dan minimum yang lebih besar dibandingkan dengan balok gelagar jembatan tipe *fan*.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dalam perilaku struktur jembatan yang diberikan beban gempa rencana berdasarkan SNI 1726-2012terdapat beberapa perbedaan antara jembatan *cable stayed* tipe *fan* dengan jembatan *cable stayed* tipe *radial*, seperti berikut ini:Nilai perpindahan pada *pylon* dan balok gelagar untuk arah x dan arah z realtif lebih besar pada struktur jembatan tipe *fan* dibandingkan dengan struktur jembatan tipe *radial*. Nilai momen maksimum dan minimum pada *pylon* struktur jembatan tipe *fan* relatif lebih besar dibandingkan dengan *pylon* struktur jembatan tipe *radial.* Sedangkan pada balok gelagar, nilai momen maksimun dan minimum realtif lebih besar pada struktur jembatan tipe *radial* dibandingkan dengan struktur jembatan tipe *fan.*Nilai gaya geser maksimum dan minimum pada *pylon*struktur jembatan tipe *fan* relatif lebih besar dibandingkan dengan *pylon* struktur jembatan tipe *radial.* Sedangkan pada balok gelagar, nilai gaya geser maksimun dan minimum realtif lebih besar pada struktur jembatan tipe *radial* dibandingkan dengan struktur jembatan tipe *fan*.

DAFTAR PUSTAKA

Hardjasaputra, Harianto. 2006. *Struktur Kabel : Teknologi dan Desain*. Jurnal Teknik Sipil Pelita Harapan.

Masrilayanti, Deddy Agus. 1998. *Perhitungan Statis Struktur Atas Jembatan Cable stayed Batam-Tonton*. Padang: Universitas Andalas.

Mustazir, Herry dan Monang. 2002. *Kabel Sebagai Elemen Utama Jembatan*. Itenas Seminar.

Zulfikar. November 2008. *Analisis Perbandingan Displacement Jembatan Cable stayed Tipe Fan dan Harp Akibat Berat Sendiri.* Padang: Universitas Andalas.