

LAPORAN PENELITIAN

“Kajian Perbandingan Jembatan Cable Stayed Sistem Satu Bidang dengan Sistem Dua Bidang”

Amatulhay Pribadi, MT
Bernardinus Herbudiman, MT.



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG - 2019**

ISBN: 978-979-98659-6-0

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL KE-13

PROSIDING

**Volume I:
Struktur, Material, Manajemen Rekayasa Konstruksi**

Banda Aceh, 19-21 September 2019

**“Inovasi Sains dan Teknologi dalam Penerapan
Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan
Berwawasan Lingkungan”**

Kajian Perbandingan Jembatan *Cable Stayed* Sistem Satu Bidang dengan Sistem Dua Bidang

Amatulhay Pribadi, Bernardinus Herbudiman, Miftahul Jannah

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Jl. PHH Mustofa 23, Bandung
Email: amatulhayp@gmail.com, herbudimanb@yahoo.com, mifamiftahul24@gmail.com

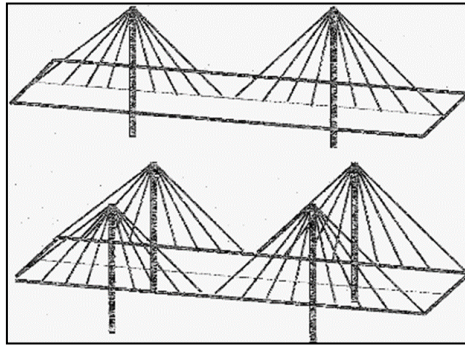
ABSTRAK

Jembatan *cable stayed* merupakan jembatan yang menggunakan kabel-kabel berkekuatan tinggi sebagai penggantung yang menghubungkan gelagar dengan menara. Dilihat dari tatanan kabel transversal, jembatan *cable stayed* terbagi menjadi tiga yaitu jembatan *cable stayed* sistem satu bidang, sistem dua bidang, dan sistem tiga bidang. Pada penelitian ini dikaji perbandingan antara jembatan *cable stayed* satu bidang dengan dua bidang dengan panjang bentang yang dianalisis adalah 581 m dan terletak di Sungai Jembayan, Kalimantan Timur. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui jembatan yang paling cocok dalam kelayakan struktural juga untuk mengetahui dimensi dan jumlah kabel yang paling efisien dan ekonomis. *Preliminary design* dilakukan untuk mengetahui dimensi gelagar, kabel penggantung, dan menara untuk kedua tipe jembatan. Kemudian jembatan tersebut dimodelkan dengan menggunakan *software* MIDAS Civil 2011. Pembebanan yang digunakan pada penelitian ini adalah pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016 tentang pembebanan untuk jembatan dan Surat Edaran Menteri PUPR 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Teknis Jembatan Beruji Kabel. Berdasarkan hasil analisis struktur dan pengecekan kapasitas, didapatkan bahwa jembatan *cable stayed* tipe dua bidang menunjukkan perilaku struktur yang lebih baik dengan nilai lendutan, momen dan gaya geser yang lebih kecil. Sedangkan berdasarkan berat sendiri struktur, keduanya tidak memiliki selisih yang cukup jauh sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur jembatan *cable stayed* dua bidang lebih efektif dari segi kelayakan struktur dan ekonomis dibandingkan dengan tipe satu bidang.

Kata kunci: Jembatan *cable stayed*, sistem satu bidang, sistem dua bidang.

1. LATAR BELAKANG

Banyaknya sungai-sungai besar di Indonesia sangat erat dengan semakin populernya pembangunan jembatan bentang panjang di suatu wilayah, terutama di beberapa daerah yang sama sekali belum terjamah pembangunan infrastruktur berupa jembatan. Salah satu contoh daerah yang belum terjamah pembangunan jembatan adalah Sungai Jembayan yang terletak di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. *Cable stayed* adalah jembatan yang menggunakan kabel-kabel berkekuatan tinggi sebagai penggantung yang menghubungkan gelagar dengan menara. Jembatan *cable stayed* terdiri dari beberapa jenis, dilihat dari tatanan kabel transversal, jembatan *cable stayed* terbagi menjadi tiga yaitu jembatan *cable stayed* sistem satu bidang, sistem dua bidang, dan sistem tiga bidang. Pada sistem satu bidang, kabel ditempatkan di tengah-tengah dek menyebabkan torsi akibat beban lalu lintas yang tidak simetri dan tiupan angin. Sementara jembatan *cable stayed* dengan sistem dua bidang merupakan jembatan yang mempunyai penggantung dengan dua bidang dapat berupa bidang vertikal sejajar atau dua bidang miring yang pada sisi atas lebih sempit (Supriyadi dan Muntohar, 2007). Gambar jembatan *cable stayed* sistem satu bidang dan dua bidang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tatahan Kabel Transversal Satu Bidang dan Dua Bidang (Sumber: Podolny and Scalzy, 1976)

Dalam penelitian ini penulis membuat perbandingan antara jembatan *cable stayed* satu bidang dengan dua bidang untuk mengetahui jembatan yang paling cocok dalam kelayakan struktural juga untuk mengetahui dimensi dan jumlah kabel yang paling efisien dan ekonomis. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan pembebanan struktur jembatan *cable stayed* dengan tatahan kabel sistem satu bidang dan dua bidang berdasarkan SNI 1725:2016 tentang pembebanan untuk jembatan. Membandingkan perencanaan struktur jembatan bentang panjang *cable stayed* dengan tatahan kabel transversal satu bidang dan dua bidang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan *cable stayed*

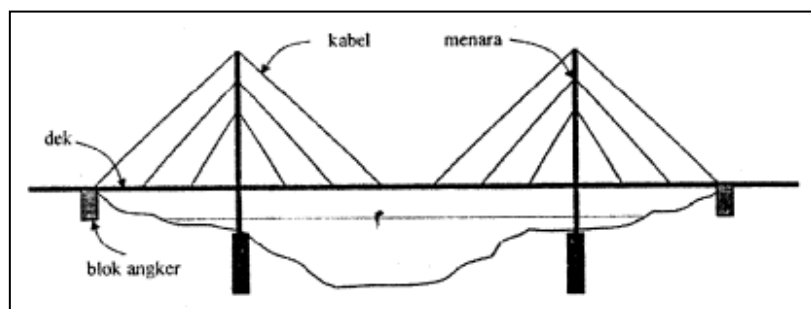
Jembatan *cable stayed* adalah salah satu dari beberapa tipe jembatan bentang panjang. Jembatan yang mengandalkan kabel sebagai penahan beban jembatan diperuntukkan bagi lintasan antar wilayah yang biasanya terpisah oleh sungai, lembah ataupun diatas tanah datar. Struktur jembatan ini terdiri dari gabungan berbagai komponen struktural seperti pilar, kabel dan dek jembatan.

Jembatan *cable stayed* mempunyai beberapa keuntungan antara lain seperti berikut ini (Fadly Sutrisno, 2010).

1. Kabel lurus memberikan kekakuan yang lebih besar dari kabel melengkung. Disamping itu, analisis non-linier tidak perlu dilakukan untuk geometri kabel lurus.
2. Kabel diangkur pada lantai jembatan dan menimbulkan gaya aksial tekan yang menguntungkan secara ekonomis dan teknis
3. Tiap-tiap kabel penggantung lebih pendek dari panjang jembatan secara keseluruhan dan dapat diganti satu persatu.

Bagian-bagian jembatan *cable stayed*

Komponen atau bagian-bagian struktur atas jembatan gantung meliputi kabel (*cable*), lantai (*deck*) jembatan, dan menara (*pylon*). Bagian-bagian jembatan *cable stayed* dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Bagian-bagian Jembatan *Cable Stayed* (Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007)

Menurut Podolny dan Scalzi, (1976), Bentuk gelagar jembatan *cable stayed* sangat bervariasi namun yang paling sering digunakan ada dua jenis yaitu *stiffening truss* dan *solid web*. *Pylon* (menara) jembatan *cable stayed* berfungsi untuk menahan beban mati dan hidup yang bekerja pada struktur, tiang dapat dibuat berongga dari konstruksi baja maupun beton. Pemilihan menara sangat dipengaruhi oleh konfigurasi kabel, estetika, dan kebutuhan perencanaan serta pertimbangan biaya. Sistem kabel merupakan salah satu hal mendasar dalam perencanaan jembatan *cable stayed*. Kabel digunakan untuk menopang gelagar diantara dua tumpuan dan memindahkan beban tersebut ke menara/*pylon*. Beberapa jenis kabel yang berbeda digunakan pada jembatan *cable stayed*, bentuk dan konfigurasi tergantung pada susunannya. Sebuah kabel dapat terdiri dari satu atau lebih tali struktural, untai struktural (*strand structural*), lilitan untai terkunci (*locked coil strand*), atau untai kawat paralel (*parallel wire strand*).

Kriteria perencanaan

Dalam perencanaan jembatan *cable stayed*, terdapat beberapa literatur yang digunakan sebagai penunjang, antara lain:

1. SNI 1725:2016 tentang Standar Pembebanan untuk Jembatan
2. Surat Edaran Menteri PUPR 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Teknis Jembatan Beruji Kabel.

Kriteria pembebanan

Berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat No. 08/SEM/2015 tentang Pedoman Perencanaan Teknis Jembatan Beruji Kabel, aksi atau pembebanan yang terjadi pada struktur jembatan *cable stayed* adalah aksi permanen, aksi *variable* dan aksi *accidental*. Pembebanan yang dilakukan pada penelitian ini adalah pemodelan jembatan jalan raya. Jembatan jalan raya (*Highway Bridges*) adalah jembatan yang direncanakan untuk memikul beban lalu lintas kendaraan baik kendaraan berat maupun ringan. Pembebanan yang digunakan pada pemodelan jembatan jalan raya ialah beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat sendiri jembatan, termasuk termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen. Sementara beban hidup terdiri dari beban lajur, beban truk, beban pejalan kaki dan beban rem. Beban lajur merupakan beban akibat aksi kendaraan termasuk hubungannya dengan pengaruh dinamis. Beban truk adalah beban dari satu kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Semua komponen trotoar yang lebih lebar dari 600 mm harus direncanakan untuk memikul pejalan kaki dengan intensitas 5 kPa dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada masing-masing lajur kendaraan. Adapun beban rem harus diambil yang terbesar dari 25% dari berat gandar truk desain atau 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR, gaya rem tersebut harus ditempatkan di semua lajur rencana yang dimuati. Beban angin adalah beban akibat tekanan yang bergerak secara horizontal. Sedangkan beban gempa adalah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan oleh adanya gempa bumi. Kurva respon spektrum diperoleh dari <http://petagempa.pusjatan.pu.go.id/>, nilai tersebut berbeda-beda tergantung daerah yang ditinjau.

Tahap perencanaan

Dalam perencanaan dimensi kabel untuk jembatan *cable stayed*, digunakan jenis paralel VSL 7-wire *strand*. Ada 2 jenis kabel paralel VSL 7-wire *strand* yaitu ASTM A 416-74 grade 270 dan Euronorme 138-79 dengan spesifikasi yang tertera pada tabel **Tabel 1**.

Tabel 1 Spesifikasi Kabel (Sumber: Walther, 1988)

Standard	ASTM A416-74 grade 270	Euronorme 138-79
Diameter [mm]	15.2	15.7
As [mm ²]	140	150
fu (fu _{izin} =0,7 fu) [MPa]	1860 (1488)	1770 (1416)
Ukuran Angker	37,61 dan 91 strands	

Sedangkan jarak antar kabel untuk jembatan *cable stayed* mempunyai ketentuan sebagai berikut:

1. Gelagar baja = 15 m – 25 m
2. Gelagar beton = 5 m – 10 m

Adapun untuk perhitungan dimensi *pylon* berdasarkan pada besarnya gaya aksial tekan total kabel untuk satu sisi kolom vertikal *pylon*. Gaya aksial tekan total kabel ini dibandingkan dengan mutu beton *pylon* yang digunakan.

3. METODE PENELITIAN

Identifikasi *variable design*

Pada penelitian ini jembatan akan didesain dengan data-data yang sudah ditentukan. Berikut beberapa data jembatan *cable stayed* yang telah ditentukan:

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1. Lokasi jembatan | : Sungai Jembayan |
| 2. Panjang Total | : 581m |
| 3. Lebar Lajur | : 3,5m |
| 4. Lebar Median | : 0,8m |
| 5. Lebar Trotoar | : 0,8m |
| 6. Lebar Total | : 9,4m |
| 7. Jenis Tanah | : Tanah Sedang |
| 8. Tebal Lapisan Aspal | : 0,05m |
| 9. Mutu Box Girder | : 50 MPa |
| 10. Mutu Tulangan | : 400 MPa |
| 11. Mutu Beton Bertulang | : 50 MPa |
| 12. Mutu Kabel | : ASTM A 416-7de 270 |

Preliminary design

Preliminary design ini meliputi perencanaan dimensi-dimensi yang ada pada jembatan *cable stayed* dengan standar acuan Surat Edaran Menteri PUPR tentang Pedoman Perencanaan Teknis Jembatan Beruji Kabel tahun 2015 dan buku *Cable Stayed Bridges Theory and Design 2nd Edition by Troitsky*.

Analisis struktur

Analisis struktur bertujuan untuk mengetahui perilaku struktur dan gaya-gaya yang bekerja pada jembatan akibat beban-beban yang bekerja. Analisa Struktur jembatan pada tugas akhir ini dilakukan dengan bantuan *software* MIDAS Civil untuk mengetahui perilaku struktur dan gaya-gaya yang bekerja pada jembatan akibat beban sendiri struktur dan beban angin yang bekerja. Analisis struktur dapat dilakukan apabila pemodelan jembatan pada *software* MIDAS Civil telah selesai dan dilanjutkan dengan *run*.

Kontrol kekuatan

Melakukan analisis kekuatan struktur atas jembatan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia SNI 1729:2015 dan Surat Edaran Menteri PUPR tentang Pedoman Perencanaan Teknis Jembatan Beruji Kabel tahun 2015 sebagai berikut:

1. Kekuatan terhadap tegangan yang terjadi pada gelagar
2. Kekuatan terhadap lendutan yang terjadi pada gelagar
3. Kapasitas momen ultimit
4. Kekuatan kabel jembatan.

Hasil dan pembahasan

Dalam tahap ini *output* dari analisa masing-masing tipe *cable stayed* yang didesain dengan menggunakan *software* MIDAS civil akan dianalisa dengan melakukan pembahasan terhadap data dan hasil perhitungan.

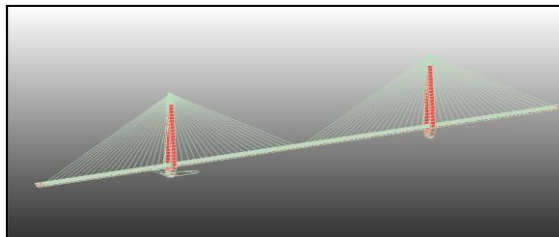
Kesimpulan

Pada tahap ini berisi hasil pembahasan mengenai perbandingan jembatan *cable stayed* sistem satu bidang dan dua bidang untuk mengetahui jembatan yang paling cocok dalam kelayakan struktural dan juga untuk mengetahui jumlah kabel yang efisien serta ekonomis.

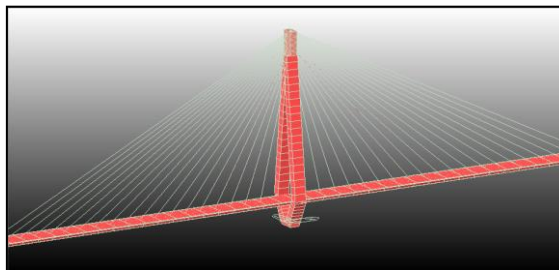
4. HASIL PEMODELAN DAN ANALISA STRUKTUR

Modelling

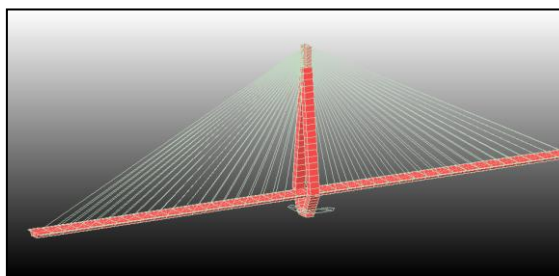
Pemodelan dari jembatan *cable stayed* system satu bidang dan dua bidang yang dianalisis pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3** sampai dengan **Gambar 5**.



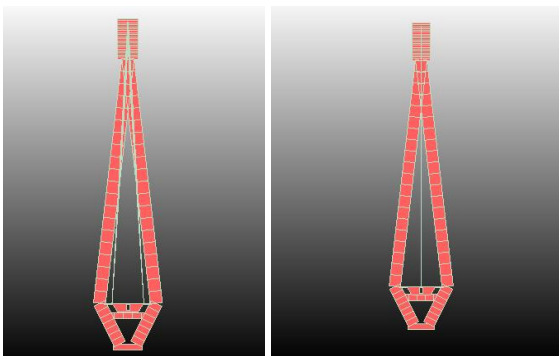
Gambar 3. Pemodelan Jembatan *Cable Stayed* (Tampak 3D)



Gambar 4. Pemodelan Jembatan Sistem Satu Bidang (Tampak 3D)



Gambar 5. Pemodelan Jembatan Sistem Dua Bidang (Tampak 3D)



Gambar 6. Detail Potongan Melintang Jembatan Sistem Satu Bidang (kiri) dan Sistem Dua Bidang (kanan)

Perbandingan kebutuhan penampang

Berikut adalah perbandingan kebutuhan penampang jembatan *cable stayed* sistem satu bidang dengan dua bidang seperti yang tertera pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 2. Kebutuhan Penampang Kabel Jembatan *Cable Stayed* Sistem Satu Bidang

Satu Bidang							
No	Forces (kN)	Area (mm ²)	Nomer Kabel	No	Forces (kN)	Area (mm ²)	Nomer Kabel
1	345	231,836	MS 01	1	355	238,535	MS 01
2	843	566,605	MS 02	2	855	574,737	MS 02
3	1315	883,570	MS 03	3	1328	892,616	MS 03
4	1718	1154,260	MS 04	4	1732	1164,189	MS 04
5	2049	1377,171	MS 05	5	2066	1388,336	MS 05
6	2343	1574,697	MS 06	6	2357	1584,153	MS 06
7	2594	1743,437	MS 07	7	2607	1752,057	MS 07
8	2808	1887,185	MS 08	8	2819	1894,683	MS 08
9	2990	2009,660	MS 09	9	2999	2015,182	MS 09
10	3142	2111,502	MS 10	10	3145	2113,738	MS 10
11	3260	2190,588	MS 11	11	3256	2188,249	MS 11
12	3339	2244,007	MS 12	12	3327	2235,913	MS 12
13	3376	2268,711	MS 13	13	3353	2253,285	MS 13
14	3365	2261,595	MS 14	14	3330	2237,569	MS 14
15	3309	2223,981	MS 15	15	3258	2189,743	MS 15
16	3220	2163,892	MS 16	16	3151	2117,413	MS 16
17	3082	2071,505	MS 17	17	2994	2012,240	MS 17
18	2900	1948,786	MS 18	18	2793	1876,684	MS 18
19	2677	1799,300	MS 19	19	2551	1714,622	MS 19

MAIN SPAN LEFT

MAIN SPAN RIGHT

Tabel 3. Kebutuhan Penampang Kabel Jembatan *Cable Stayed* Sistem Dua Bidang

Dua Bidang							
No	Forces (kN)	Area (mm ²)	Keterangan	No	Forces (kN)	Area (mm ²)	Keterangan
1	226	151,608	MS 01	20	237	159,606	MS 01
2	515	345,936	MS 02	21	525	353,114	MS 02
3	750	503,782	MS 03	22	760	510,896	MS 03
4	923	620,128	MS 04	23	932	626,577	MS 04
5	1066	716,593	MS 05	24	1074	721,713	MS 05
6	1182	794,247	MS 06	25	1189	799,214	MS 06
7	1281	860,794	MS 07	26	1289	866,228	MS 07
8	1372	922,315	MS 08	27	1381	928,215	MS 08
9	1460	981,443	MS 09	28	1469	987,228	MS 09
10	1544	1037,770	MS 10	29	1552	1042,795	MS 10
11	1621	1089,246	MS 11	30	1625	1092,115	MS 11
12	1685	1132,591	MS 12	31	1684	1131,607	MS 12
13	1732	1163,823	MS 13	32	1722	1157,211	MS 13
14	1755	1179,391	MS 14	33	1734	1165,309	MS 14
15	1750	1175,872	MS 15	34	1715	1152,703	MS 15
16	1713	1151,232	MS 16	35	1663	1117,363	MS 16
17	1658	1114,337	MS 17	36	1588	1067,448	MS 17
18	1576	1059,189	MS 18	37	1486	998,593	MS 18
19	1466	985,481	MS 19	38	1356	911,418	MS 19

MAIN SPAN LEFT

MAIN SPAN RIGHT

Perbandingan Hasil Analisa struktur

Seluruh hasil dari analisis ditabelkan dan dibandingkan antara jembatan *cable stayed* sistem satu bidang dengan dua bidang seperti yang tertera pada **Tabel 5**.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Analisa Struktur kedua Pemodelan Jembatan

Keterangan	Jembatan <i>Cable Stayed</i>	
	Satu Bidang	Dua Bidang
Lendutan [mm]	156,738	38,570
Tegangan tekan saat transfer pada gelagar [MPa]	-6,872	-6,324
Tegangan tarik saat transfer pada gelagar [MPa]	2,756	2,979
Tegangan tekan saat loss of prestress pada gelagar [MPa]	-4,522	-4,374
Tegangan tarik saat loss of prestress pada gelagar [MPa]	1,913	1,939
Momen pada gelagar [kNm]	38351,84	35272,24
Geser pada gelagar [kN]	4702,20	4378,96
Tegangan kabel masa layan [MPa]	476,3	247,6

Pengecekan Gaya Kabel

Nilai gaya kabel yang dijadikan batasan pengecekan yang terjadi pada setiap model adalah nilai gaya kabel maksimum. Gaya kabel pada jembatan *cable stayed* sistem satu bidang lebih besar dibandingkan dengan gaya kabel pada jembatan *cable stayed* sistem dua bidang. Presentase terbesar dari selisih gaya tarik kabel yang terjadi yaitu sebesar 66,9% dari nilai gaya tarik kabel jembatan sistem satu bidang. Perbandingan gaya tarik kabel bentang tengah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandinga Gaya Kabel pada Bentang Tengah

<i>Forces</i> (kN) Satu Bidang	<i>Forces</i> (kN) Dua Bidang	Presentase %	Nomer Kabel
355	237	66,9	MS 01
855	525	61,4	MS 02
1328	760	57,2	MS 03
1732	932	53,8	MS 04
2066	1074	52,0	MS 05
2357	1189	50,5	MS 06
2607	1289	49,4	MS 07
2819	1381	49,0	MS 08
2999	1469	49,0	MS 09
3145	1552	49,3	MS 10
3256	1625	49,9	MS 11
3327	1684	50,6	MS 12
3353	1722	51,4	MS 13
3330	1734	52,1	MS 14
3258	1715	52,6	MS 15
3151	1663	52,8	MS 16
2994	1588	53,0	MS 17
2793	1486	53,2	MS 18
2551	1356	53,2	MS 19

MAIN SPAN RIGHT

Perbandingan Berat Sendiri Struktur

Perbandingan berat sendiri struktur kedua pemodelan jembatan dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Berat Sendiri Jembatan *Cable Stayed* Sistem Satu Bidang

Jembatan Satu Bidang		
Node	Load	FZ (kN)
254	MS (Self Weight)	1542,884643
255	MS (Self Weight)	1542,884643
259	MS (Self Weight)	1625,237988
260	MS (Self Weight)	1625,237988
262	MS (Self Weight)	107174,3851
264	MS (Self Weight)	106855,7241
SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT		
	Load	FZ (kN)
	MS (Self Weight)	220366,3544

Tabel 7 Berat Sendiri Jembatan *Cable Stayed* Sistem Dua Bidang

Jembatan Dua Bidang		
Node	Load	FZ (kN)
114	MS (Self Weight)	109806,5078
345	MS (Self Weight)	109330,4806
436	MS (Self Weight)	1201,69732
437	MS (Self Weight)	1201,697321
440	MS (Self Weight)	1319,239541
441	MS (Self Weight)	1319,239541
SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT		
	Load	FZ (kN)
	MS (Self Weight)	224178,8622

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Konfigurasi jembatan satu bidang dan dua bidang keduanya memiliki kekuatan struktur yang cukup untuk menahan beban-beban yang direncanakan;
2. Konfigurasi pada jembatan dua bidang menunjukkan kekuatan struktur yang lebih baik;
3. Dengan dimensi gelagar yang sama konfigurasi jembatan *cable stayed* sistem dua bidang memiliki nilai lendutan yang lebih kecil dibandingkan dengan konfigurasi jembatan *cable stayed* sistem satu bidang;
4. Berat sendiri struktur jembatan *cable stayed* sistem satu bidang dan dua bidang memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar. Sehingga konfigurasi jembatan sistem dua bidang lebih baik dari konfigurasi jembatan sistem satu bidang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2016). Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725-2016). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pedoman Pelaksanaan Teknis Jembatan Beruji Kabel
- Podolny & Scalm J.B. (1976). Construction and Design of Cable Stayed Bridges. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Supriyadi dan Muntohar. (2007). JEMBATAN (Edisi Ke-IV). Yogyakarta: Beta Offset.
- Fadly Sutrisno. (2010, Juli). Jembatan Cable Stayed. Retrieved from scribd.com:https://id.scribd.com/document/44559834/Jembatan-Cable-Geologi
- Troitsky, M.S. (1997). Cable Stayed Bridges Theory and Design. London: BSP Professional Book.
- Walther, R. (1988). Cable Stayed Bridges. London: Thomas Telford.



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SYIAH KUALA

KoNTekS 13

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL 13
BANDA ACEH

Sertifikat

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL 13

*“Inovasi sains dan teknologi dalam penerapan
Infrastruktur Berbasis Mitigasi Bencana dan
Berwawasan Lingkungan”*

19 - 21 SEPTEMBER 2019
BANDA ACEH - INDONESIA

diberikan kepada:

Amatulhay Pribadi

sebagai

PEMAKALAH

Ketua Jurusan Teknik Sipil Unsyiah



Dr. Teuku Budi Aulia, ST., Dipl. Ing

Banda Aceh, 19 September 2019
Ketua Panitia Konteks 13,

KoNTekS 13

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL 13
BANDA ACEH - 2019

Dr. Renni Anggraini, ST., M.Eng

