

DESAIN JEMBATAN GANTUNG BENTANG 100 METER SESUAI PEDOMAN PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI JEMBATAN GANTUNG UNTUK PEJALAN KAKI

Effy Hidayaty¹

¹Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Jakarta

Email : atihidayaty@gmail.com

Abstrak

Kementerian PUPR telah memprogramkan penggunaan jembatan gantung sebagai infrastruktur kerakyatan sebagai akses penghubung antar desa dan diharapkan secara tidak langsung dapat meningkatkan perekonomian masyarakat. Jembatan gantung sebagai sarana transportasi, yang bagian atas bangunan tersebut berfungsi sebagai pemikul langsung beban lalu lintas terdiri dari lantai jembatan, gelagar memanjang dan gelagar melintang, pengaku, batang penggantung, kabel utama, menara dan blok angkur. Seluruh beban lalu lintas dan gaya yang bekerja pada jembatan tersebut dipikul oleh satu pasang kabel baja yang menumpu pada dua pasang menara dan dua pasang balok angkur. Khusus untuk jembatan gantung pejalan kaki, ditujukan hanya boleh dilewati oleh lalu lintas pejalan kaki, dan kendaraan ringan seperti sepeda, gerobak, kendaraan yang ditarik hewan, motor dan kendaraan bermotor ringan dengan maksimum roda tiga dapat lewat untuk keadaan darurat, sesuai dengan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung Untuk Pejalan Kaki. Pada penelitian ini sebagai penelitian awal digunakan komponen jembatan gantung 100 meter sesuai Surat Edaran Menteri tersebut dan dianalisis menggunakan analisis dasar struktur dan SAP2000, dan terbukti bahwa komponen struktur jembatan yang didesain telah mengikuti aturan serta ketentuan yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum

Kata Kunci : *Jembatan Gantung, Perencanaan, Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum*

Abstract

The PUPR Ministry has programmed the use of suspension bridges as community infrastructure as connecting access between villages and is expected to indirectly improve the community's economy. Suspension bridges as a means of transportation, the upper part of the building functions as a direct bearer of traffic loads consisting of the bridge floor, longitudinal girders and transverse girders, stiffeners, hanging rods, main cables, towers and anchor blocks. All traffic loads and forces acting on the bridge are carried by one pair of steel cables which support two pairs of towers and two pairs of anchor beams. Specifically for pedestrian suspension bridges, it is intended that only pedestrian traffic can pass, and light vehicles such as bicycles, carts, animal-drawn vehicles, motorbikes and light motorized vehicles with a maximum of three wheels can pass for emergencies, in accordance with the Minister's Circular Public Works No. 02/SE/M/2010 concerning Implementation of Guidelines for Planning and Implementation of Suspension Bridge Construction for Pedestrians. In this research, as initial research, 100 meter suspension bridge components were used in accordance with the Ministerial Circular and analyzed using basic structural analysis and computer applications, and it was proven that the bridge structural components designed had followed the rules and regulations set by the Ministry of Public Works.

Keywords: *Suspension Bridge, Planning, Circular Letter from the Minister of Public Works*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara tropis mempunyai banyak gunung, lembah dan sungai dengan beragam bentuk, kedalaman dan lebarnya, dimana sungai akan memisahkan semua tempat yang dialirinya. Keberadaan sungai tersebut kadang dapat menyulitkan mobilitas orang, jasa dan logistik bagi masyarakat setempat. Untuk mengatasi hal ini, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) memprogramkan pembangunan infrastruktur kerakyatan berupa pembangunan jembatan gantung terutama pada wilayah terpencil. Jembatan gantung sangat dibutuhkan masyarakat pedesaan terutama untuk wilayah yang sulit dijangkau, sehingga bisa sebagai akses penghubung antar desa yang memiliki peran vital mempermudah dan memperpendek akses warga pedesaan menuju tempat-tempat yang akan dikunjunginya dan secara tidak langsung dapat meningkatkan perekonomian rakyat. Oleh karena itu, Kementerian PUPR telah banyak membangun jembatan gantung sejak tahun 2015 sampai sekarang, dengan berbagai penerima manfaat pembangunan tersebut, yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, dengan bentang terpendek 32 m dan terpanjang 300 m. [1].

Jembatan gantung sesuai dengan lokasi dan tujuan pembangunannya sebagai sarana transportasi, yang bagian atas bangunan tersebut berfungsi sebagai pemikul langsung beban lalu lintas yang melintasi jembatan tersebut. terdiri dari lantai jembatan, gelagar pengaku, batang penggantung, kabel pemikul dan pagar pengaman. Seluruh beban lalu lintas dan gaya yang bekerja pada jembatan tersebut dipikul oleh satu pasang kabel baja yang menumpu pada dua pasang menara dan dua pasang balok angkur. Khusus untuk jembatan gantung pejalan kaki, ditujukan hanya boleh dilewati oleh lalu lintas pejalan kaki, dan kendaraan ringan seperti sepeda, gerobak, kendaraan yang ditarik hewan, motor dan kendaraan bermotor ringan dengan maksimum roda tiga dapat lewat untuk keadaan darurat, sesuai dengan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010 tentang

Pemberlakuan Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung Untuk Pejalan Kaki.

Jembatan gantung pedesaan umumnya dirancang dengan menempatkan deck di bawah, untuk bisa dilalui oleh pengguna, sehingga menjadikan jembatan relatif fleksibel, akibatnya pengguna jembatan masih merasakan goyangan saat dilintasi. Untuk itu dalam perencanaan dan pelaksanaan jembatan tersebut wajib mempedomani Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010.

Pada penelitian ini, dilakukan pembahasan perencanaan suatu jembatan gantung dengan mempedomani Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010 tersebut, baik dari sisi beban, material dan aspek lainnya.

Penelitian ini merupakan bagian awal dari suatu rencana penelitian tentang jembatan gantung, termasuk nantinya mendesain alat yang mampu mengurangi goyangan jembatan saat dilintasi sehingga nyaman dilewati. Sebagai penelitian awal, dimulai dari mendesain komponen-komponen jembatan gantung yang memenuhi syarat kekuatan dan kestabilan strukturnya. Analisis struktur jembatan menggunakan analisis dasar struktur dan SAP2000 untuk membuktikan bahwa komponen struktur jembatan telah mengikuti aturan serta ketentuan yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum

STUDI LITERATUR

Jembatan gantung (*suspension bridge*) sesuai dengan lokasi dan tujuan pembangunannya sebagai sarana transportasi, yang bagian atas bangunan tersebut berfungsi sebagai pemikul langsung beban lalu lintas yang melintasi jembatan tersebut, terdiri dari lantai jembatan, gelagar pengaku, batang penggantung, kabel pemikul dan pagar pengaman. Seluruh beban lalu lintas dan gaya yang bekerja pada jembatan tersebut dipikul oleh satu pasang kabel baja yang menumpu pada dua pasang Menara dan dua pasang balok angkur. Khusus untuk jembatan gantung pejalan kaki, ditujukan

hanya boleh dilewati oleh lalu lintas pejalan kaki, dan kendaraan ringan seperti sepeda, gerobak, kendaraan yang ditarik hewan, motor dan kendaraan bermotor ringan dengan maksimum roda tiga dapat lewat untuk keadaan darurat, sesuai dengan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan

Pengguna jembatan dan tingkat lalu lintas harus diidentifikasi secara jelas karena akan mempengaruhi ukuran lebar lantai jembatan yang diperlukan dan beban hidup pada jembatan yang akhirnya akan menentukan biaya konstruksi. Dua lebar standar yang dianjurkan pada pedoman ini, yaitu 1 m sampai dengan 1,4 m untuk pejalan kaki dua arah (jembatan pejalan kaki kelas II); 1,4 m sampai dengan 1,8 m untuk tiga pejalan kaki yang beriringan (jembatan pejalan kaki kelas I). Lebar ini hanya akan memberikan akses satu arah pada beberapa tipe lalu lintas dan peringatan yang sesuai harus diletakkan pada setiap ujung jembatan. Untuk jembatan kelas I dianjurkan lebar lantai jembatan dibuat 1,8 m, akses kendaraan bermotor lebih besar harus dicegah, misalnya dengan memasang tiang besi atau patok di ujung jembatan.

Jembatan pejalan kaki harus kuat dan kaku (tanpa lendutan yang berlebih) untuk menahan beban vertikal berupa beban mati dari berat sendiri jembatan; dan Beban hidup dari pengguna jembatan. Selain beban vertikal, jembatan juga harus mampu memikul Beban samping yang disebabkan oleh Tekanan angin; Gempa; Pengguna yang bersandar atau membentur pagar keselamatan; serta benturan ringan yang diakibatkan oleh batuan-batuan yang terbawa oleh sungai/arus. Standar perencanaan untuk jembatan pejalan kaki mempertimbangkan standar perencanaan kecepatan angin 35 m/detik, yang mengakibatkan tekanan seragam pada sisi depan yang terbuka dari batang-batang jembatan dari 130 kg/m². Karena tidak mungkin lalu lintas di atas jembatan pada angin yang besar, beban angin dipertimbangkan terpisah dari beban hidup vertikal. Beban gempa dihitung secara statik ekuivalen dengan memberikan beban lateral di puncak menara sebesar 15% sampai dengan maksimum 20% beban mati pada puncak menara. Beban gempa tidak dihitung bersamaan dengan beban angin karena tidak terjadi pada waktu yang sama.

Tabel 1 - Beban Hidup Yang Dipikul Dan Lendutan Izin Jembatan Gantung Pejalan Kaki

Kelas pengguna	Lebar	Beban terpusat	Beban terdistribusi merata	Lendutan izin (Δ)
Jembatan gantung pejalan kaki kelas I (beban hidup maksimum sampai dengan kendaraan ringan)	1,8 m	20 kN (hanya ada satu kendaraan bermotor ringan pada satu bentang jembatan)	5 kPa	$\frac{1}{200}L$
Jembatan gantung pejalan kaki kelas II (beban hidup dibatasi hanya untuk pejalan kaki dan sepeda motor)	1,4 m	-	4 kPa	$\frac{1}{100}L$
Keterangan: L adalah bentang utama jembatan				

Sumber : Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010

Tipe yang lebih konvensional dari jembatan gantung yaitu yang menggunakan kabel menerus yang ditahan oleh menara pada setiap

ujung jembatan. Kabel tersebut digunakan untuk menahan batang penggantung lantai jembatan.

Standar perencanaan jembatan menetapkan kriteria perencanaan yang perlu dipertimbangkan untuk memastikan bahwa jembatan pejalan kaki aman dan sesuai untuk pengguna.

Kekuatan;

Batang-batang jembatan harus cukup kuat untuk menahan beban hidup dan beban mati yang didefinisikan di atas dengan batas yang cukup untuk keselamatan untuk mengizinkan beban yang tidak terduga, properti material, kualitas konstruksi, dan pemeliharaan.

Kestabilan;

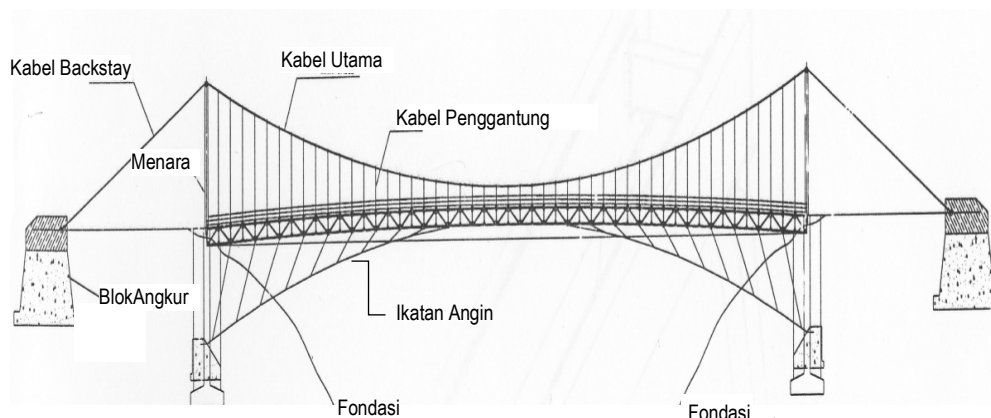
Jembatan pejalan kaki tidak boleh melendut untuk batas yang mungkin menyebabkan kecemasan atau ketidaknyamanan untuk pengguna atau menyebabkan batang-batang yang terpasang menjadi tidak rata. Batas maksimum untuk balok dan rangka batang

jembatan pejalan kaki ditunjukkan pada Tabel 1. Batasan ini adalah lendutan maksimum pada seperempat bentang jembatan pejalan kaki ketika dibebani oleh beban hidup asimetris di atasnya.

Beban dinamik.

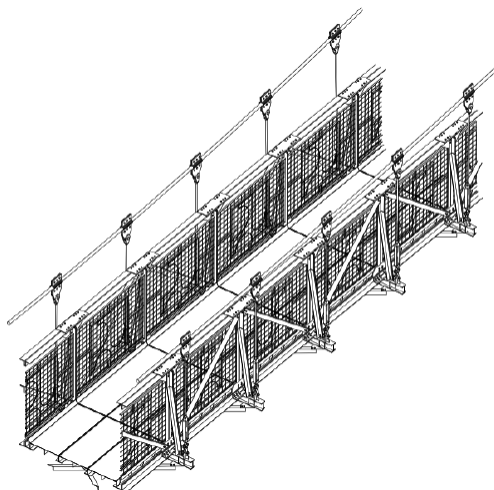
Pada jembatan pejalan kaki dapat saja terjadi getaran akibat angin atau orang yang berjalan di atasnya. Namun, beban ini dapat diatasi dengan ikatan angin dan pembatasan barisan pejalan kaki.

Sketsa skema dari tipe jembatan ini dapat dilihat pada Gambar 1. Lantai jembatan boleh lentur atau kaku, tetapi harus cukup kuat menahan beban lalu lintas antara kabel dan juga untuk menahan beban angin. Bagian ujung menara harus cukup tinggi untuk memungkinkan kabel utama melengkung, antara 1 : 8 dan 1 : 11.



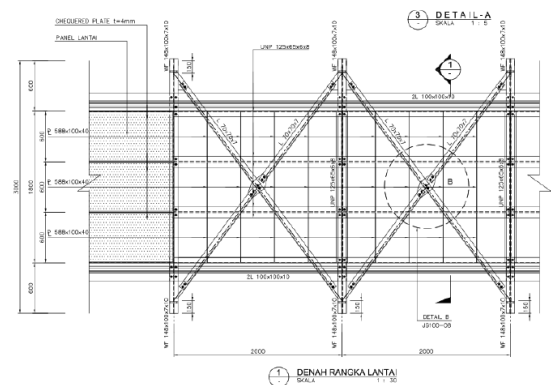
Sumber : Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010

Jembatan gantung untuk pejalan kaki terdiri dari bagian-bagian struktur sebagai berikut yaitu Bangunan Atas terdiri dari: Lantai Jembatan, berfungsi untuk memikul beban lalu lintas yang melewati jembatan serta menyalurkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagar melintang; Gelagar melintang berfungsi sebagai pemikul lantai dan sandaran serta menyalurkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagar memanjang; Gelagar memanjang berfungsi sebagai pemikul gelagar serta menyalurkan beban dan gaya-gaya tersebut ke batang penggantung; batang penggantung berfungsi sebagai pemikul gelagar utama serta melimpahkan beban-beban dan gaya-gaya yang bekerja ke kabel utama; Kabel utama berfungsi sebagai pemikul beban dan gaya-gaya yang bekerja pada batang penggantung serta melimpahkan beban dan gaya-gaya tersebut ke menara pemikul dan blok angkur; pagar pengaman berfungsi untuk mengamankan pejalan kaki; kabel ikatan angin berfungsi untuk memikul gaya angin yang bekerja pada bangunan atas; Menara berfungsi sebagai penumpu kabel utama dan gelagar utama, serta menyalurkan beban dan gaya-gaya bekerja melalui struktur pilar ke fondasi.



Gambar 2. Sistem Gelagar

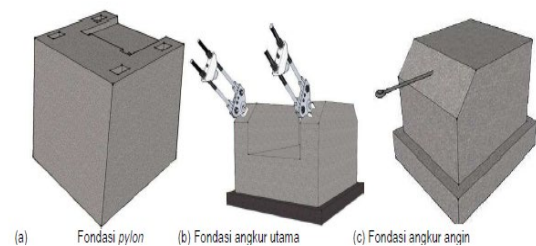
Sumber: Manual Book Perakitan Dan Pemasangan Jembatan Gantung Pejalan Kaki, PT. Citramasjaya Teknikmandiri



Gambar 3. Sistem Lantai

Sumber: Manual Book Perakitan Dan Pemasangan Jembatan Gantung Pejalan Kaki, PT. Citramasjaya Teknikmandiri

Bangunan bawah terdiri dari: Blok Angkur merupakan tipe gravitasi untuk semua jenis tanah yang berfungsi sebagai penahan ujung-ujung kabel utama serta menyalurkan gaya-gaya yang dipikulnya ke fondasi; fondasi menara dan fondasi angkur berfungsi sebagai pemikul menara dan blok angkur serta melimpahkan beban dan gaya-gaya yang bekerja ke lapisan tanah pendukung.



Gambar 4. Bangunan Bawah

Sumber: Manual Book Perakitan Dan Pemasangan Jembatan Gantung Pejalan Kaki, PT. Citramasjaya Teknikmandiri

Spesifikasi material harus sesuai dan cocok dengan spesifikasi yang mengacu pada SNI atau AASHTO, ASTM, JIS, EN atau spesifikasi lain yang telah disetujui.

Mutu beton dan baja struktur harus sesuai dengan SNI yang berlaku. Kabel utama yang digunakan berupa untaian (*strand*). Kabel harus memiliki tegangan leleh minimal

sebesar 1500 MPa; Batang penggantung dan Kabel Ikatan Angin menggunakan baja bundar sesuai spesifikasi baja sesuai SNI yang berlaku.

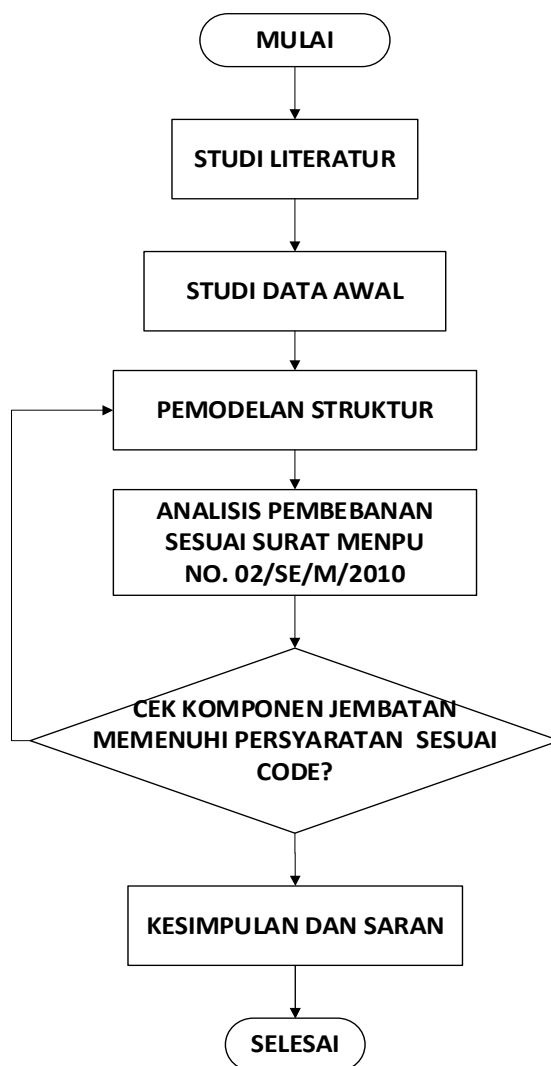
METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian awal dari suatu rencana penelitian lanjut tentang jembatan gantung. Untuk tahapan awal, pada tulisan ini secara garis besar terdapat beberapa tahapan pekerjaan dalam penelitian ini. Penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur tentang hal-hal yang terkait dengan jembatan gantung.

Pada pemodelan struktur, ditentukan bentang jembatan sepanjang 100 m. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kekuatan dan kestabilan komponen struktur jembatan gantung pejalan kaki sederhana bentang 100 m pada Tabel D.1 halaman 46 pada Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung Untuk Pejalan Kaki sesuai Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010. Pada pemilihan dimensi komponen jembatan terdapat sedikit perubahan, yaitu menggunakan plat lantai baja bordess, menyesuaikan kondisi yang banyak digunakan di lapangan saat ini.

Pembebanan yang digunakan menggunakan pembebanan rencana sesuai SE Menteri PU No. 02/SE/M/2010, yang kemudian dianalisis dan hasilnya dicek sesuai persyaratan struktur yang berlaku menurut Pedoman di atas.

Untuk lebih jelasnya, berikut ditampilkan kan diagram alir penelitian seperti pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Jembatan yang ditinjau seperti pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Dimensi & Mutu Komponen Jembatan

Jenis jembatan	: Jembatan Gantung Pejalan Kaki
Tipe	: I
Panjang bentang kiri	: 25 m
Panjang bentang tengah	: 90 m
Panjang bentang kanan	: 25 m
Tinggi menara	: 10 m
Lebar jembatan	: 2 m
Jumlah segmen kiri	: 1

Jumlah segmen tengah	: 59
Jumlah segmen kanan	: 1
Mutu baja menara	: F_y 390 MPa
Mutu baja gelagar	: F_y 240 MPa
Mutu kabel utama	: F_y 1500 MPa
Menara	: W36x194
Deck jembatan	: Checkers plate $t=4$ mm dan profil box 70x70x6.3
Gelagar melintang	: UNP 125x65x6 mm
Gelagar memanjang	: W30x108
Kabel utama	: Diameter 80 mm
Kabel penggantung	: Diameter 30 mm

Beban yang bekerja pada struktur jembatan didefinisikan berupa beban vertikal yaitu Beban mati dari berat sendiri jembatan dan Beban hidup dari pengguna jembatan. Beban vertikal rencana adalah kombinasi dari beban mati dan beban hidup terbesar yang diperkirakan dari pengguna jembatan.

Dalam menganalisis struktur, beban mati dan beban hidup dikombinasikan sehingga terdapat 2 kombinasi yaitu pertama, beban mati dan beban hidup simetris dan kedua, beban mati dan beban hidup asimetris.

Hasil analisis kontrol kekuatan dan kestabilan komponen jembatan ditabelkan seperti pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil analisis komponen jembatan

Komponen	Parameter yang ditinjau	Keterangan
Deck Lantai	Tegangan Lentur	Memenuhi persyaratan
Gelagar Melintang	Tegangan Lentur	Memenuhi persyaratan
	Tegangan Geser	
	Lendutan	
Gelagar Memanjang	Tegangan Lentur	Memenuhi persyaratan
	Tegangan Geser	
	Lendutan	
Kabel Penggantung/hanger	Tegangan Aksial Kabel penggantung	Memenuhi persyaratan
Kabel Utama/main cable	Tegangan aksial kabel	Memenuhi persyaratan
Menara	Tegangan aksial Menara	Memenuhi persyaratan
Blok Angkur	Tegangan Aksial kabel back stay	Memenuhi persyaratan

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan terhadap kekuatan dan kestabilan komponen jembatan gantung disimpulkan komponen jembatan, yaitu *deck*, gelagar memanjang, gelagar melintang, *hanger main cable*, Menara dan blok angkur memenuhi persyaratan kekuatan dan kestabilan sesuai Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung Untuk Pejalan Kaki berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010.

Struktur jembatan gantung termasuk struktur relatif fleksibel, sehingga penelitian tingkat lanjut sebaiknya dilengkapi dengan uji tingkat kenyamanan pemakainya dan upaya mengantisipasi jika tingkat kenyamanannya tidak tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010, Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung Untuk Pejalan Kaki, Kementerian Pekerjaan Umum

Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pedoman Perencanaan Teknis Jembatan Beruji Kabel. SK PU 23 April 2015. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

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

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

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

Manual Book Perakitan Dan Pemasangan
Jembatan Gantung Pejalan Kaki Bentang
40 m, PT. Citramasjaya Teknikmandiri

Supriadi dan Muntohar. 2007.
JEMBATAN (Edisi Ke-IV).
Yogyakarta: Beta Offset