

NASKAH PUBLIKASI

**EVALUASI DAN PERENCANAAN JEMBATAN GANTUNG
(STUDI KASUS: NGEMBIK, KRAMAT UTARA, KOTA MAGELANG)**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Syarat Akademis dalam Menyelesaikan
Pendidikan Strata 1 (S-1) Sarjana Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Tidar



Disusun oleh:
MARIO FIGO
NPM.161.050.3060

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TIDAR
2021

HALAMAN PENGESAHAN

NASKAH PUBLIKASI

**EVALUASI DAN PERENCANAAN JEMBATAN GANTUNG
(STUDI KASUS: NGEMBIK, KRAMAT UTARA, KOTA MAGELANG)**

Disusun Oleh:

MARIO FIGO

NPM: 1610503060

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada: 5 November 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Dosen Pembimbing I

Dewan Penguji

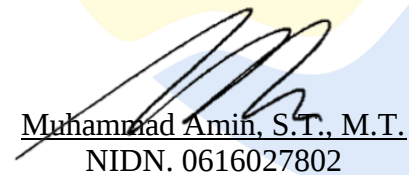


Ir. Dwi Sat Agus Yuwana, M.T.
NIDN. 0602086601



Anis Rakhmawati, S.T., M.T.
NIDN. 0613057301

Dosen Pembimbing II



Muhammad Amin, S.T., M.T.
NIDN. 0616027802

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sapto Nisworo, M.T., IPU
NIDN. 0028095901

EVALUASI DAN PERENCANAAN JEMBATAN GANTUNG (STUDI KASUS: NGEMBIK, KRAMAT UTARA, KOTA MAGELANG)

Mario Figo¹⁾, Dwi Sat Agus Yuwana¹⁾, Muhammad Amin¹⁾

Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tidar Jalan Kapten Suparman No.39

email: mariofigo1115@gmail.com¹⁾, dwisatagus@untidar.ac.id²⁾,

muhammadamin@untidar.ac.id²⁾

Intisari

Jembatan gantung di atas Kali Progo yang menghubungkan antara Ngembik, Kota Magelang, dan Kecamatan Bandongan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah merupakan jembatan yang sudah terlihat lapuk dengan kawat seling baja berkarat dan berlantai dari papan berupa kayu tua dan rusak.

Perencanaan yang dilakukan pada jembatan gantung pejalan kaki ini didasarkan pada referensi Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki yang kemudian dibantu oleh SAP2000 v.20. Tahap dalam perencanaan dengan melakukan pemodelan jembatan, analisa perhitungan, klarifikasi analisis struktur dan gambar kerja.

Hasil analisis didapatkan panjang bentang jembatan adalah 76 meter, lebar jembatan 1,8 meter, ketinggian menara jembatan 10 meter. Lantai kendaraan menggunakan plat bordes 2,8 mm. Gelagar memanjang menggunakan UNP 180.75.7, gelagar melintang menggunakan INP (220.98.8,1.12,2). Kabel utama menggunakan sling baja Ø60 ($f_y = 1500$ Mpa), dan kabel penggantung menggunakan Plat Strip 5 mm x 30 mm x 6 mm. Menara (*pylon*) menggunakan profil baja IWF 400.200.8.13, batang horisontal dan batang diagonal menggunakan profil UNP 200.75.7.5. Lendutan yang terjadi di tengah bentang adalah 0,041 m.

Kata kunci : Jembatan gantung, Perencanaan jembatan, Pejalan kaki, SAP 2000

Abstract

Suspension bridge over the Progo River that connects Ngembik, Magelang City, and Bandongan District, Magelang Regency, Central Java. The condition of the bridge looks weathered with rusty steel wires and a floor made of bamboo and wood boards.

The planning carried out on the pedestrian suspension bridge is based on references to the Planning and Implementation of Suspension Bridge Construction for Pedestrians which was then assisted by SAP 2000. The stages in the bridge planning were carried out by conducting bridge modeling, calculation analysis, clarification of structural analysis and working drawings.

*The results of the research and analysis of calculations obtained that the length of the bridge span is 76 meters, the width of the bridge is 1.8 meters, the height of the bridge tower is 10 meters. The floor of the vehicle uses a 2.8 mm landing plate. Longitudinal girder using UNP 180.75.7, transverse girder using INP (220.98.8,1.12,2). The main cable uses a 60 steel sling ($f_y = 1500$ Mpa), and the hanging cable uses a 5 mm x 30 mm x 6 mm strip plate. The tower (*pylon*) uses a steel profile of IWF 400.200.8.13, horizontal bars and diagonal bars use a UNP profile of 200.75.7.5. The deflection that occurs in the middle of the span is 0.041 m.*

Keywords: bridge planning, pedestrians, SAP 2000, suspension bridge

1. LATAR BELAKANG

Ketersediaan jembatan sebagai salah satu prasarana transportasi sangat menunjang kelancaran pergerakan lalu lintas pada daerah-daerah dan berpengaruh terhadap terciptanya pengembangan wilayah secara terpadu dan menyeluruh. Mengingat pentingnya peranan jembatan, maka harus ditinjau kelayakan konstruksi jembatan tersebut dalam hubungannya dengan klasifikasi jembatan sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya dalam menerima beban. (Munawir & Nasution, 2017)

Jembatan gantung sederhana untuk pejalan kaki diperlukan untuk menunjang ketersediaan infrastruktur yang memadai, terutama untuk daerah terpencil. Jembatan gantung sederhana ini memiliki keunggulan lebih ekonomis serta kemudahan dalam pelaksanaan sehingga diharapkan bisa dilakukan secara swadaya oleh masyarakat. (Setiati dkk, 2015). Di Indonesia, banyak jembatan gantung pejalan kaki yang akhirnya dilintasi oleh sepeda motor. Dalam SNI 03-3428-1994 jembatan gantung ini diklasifikasi sebagai jembatan gantung kelas I. (Edhi dkk, 2018)

Berdasarkan pedoman pada perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jembatan gantung untuk pejalan kaki yang diterbitkan DPU (Departemen Pekerjaan Umum), jembatan pejalan kaki harus kuat dan kaku untuk menahan beban yang diatasnya. Dalam pedoman tersebut juga diatur untuk persyaratan bahan kayu material pendukung mencakup pelat baja pengaku, baut sambungan, paku, klem serta bahan-bahan lain yang diperlukan dalam pekerjaan struktur kayu. Untuk mengatur atau memberikan stabilitas lateral juga harus terdapat ikatan angin dalam

jembatan gantung. Dimensi kabel ikatan angin harus mampu memberikan stabilitas tersebut. Sandaran pada lantai jembatan harus aman bagi pengguna pejalan kaki baik anak-anak maupun dewasa. Tinggi minimum sandaran adalah 1 meter. Namun pada kenyataan dilapangan struktur jembatan gantung lama Ngembik, Kramat Utara, Kota Magelang tidak selengkap sesuai dengan pedoman pada perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jembatan gantung untuk pejalan kaki yang diterbitkan DPU (Departemen Pekerjaan Umum) diatas. Kurang lengkapnya struktur sesuai pedoman tersebut salah satunya dikarenakan usia jembatan gantung yang sudah lama. Dari pernyataan diatas dikarenakan kondisi jembatan gantung lama Ngembik, Kramat Utara, Kota Magelang yang sudah tidak sesuai dengan pedoman perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jembatan gantung untuk pejalan kaki yang diterbitkan Departemen Pekerjaan Umum maka harus direncanakan jembatan gantung kelas I yang baru untuk memenuhi kebutuhan akses jalan yang aman dan nyaman di daerah tersebut.

Tujuan dari perencanaan jembatan gantung pejalan kaki kelas I ini yaitu mengetahui beban dalam perencanaan jembatan gantung kelas I, mengetahui tinggi lantai jembatan yang aman dalam perencanaan jembatan gantung kelas I menggunakan metode Nakayasu, mengetahui lendutan yang didapat harus lebih kecil dari lendutan $\frac{1}{200} L$, mengetahui besar beban yang diterima setiap pondasi (gaya aksial) dengan analisis *software* SAP 2000 v.20 agar dapat merencanakan jenis pondasi yang aman untuk digunakan dalam perencanaan jembatan gantung kelas I, dan mengetahui rencana anggaran biaya dalam perencanaan jembatan gantung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan gantung pejalan kaki merupakan salah satu jenis jembatan yang banyak digunakan sebagai penghubung antar desa. (Batarrudin & Barus, 2017). Jembatan gantung memiliki beberapa elemen struktur dominan, seperti kabel utama, batang penggantung, gelagar memanjang, dan menara. Diantara elemen struktur tersebut, perlu diteliti elemen mana yang memberi kontribusi dominan terhadap tingkat keamanan struktur, dan seberapa besar pengaruh perubahan kuantitas dimensi elemen struktur terhadap perubahan tingkat keamanan struktur. Dalam merancang jembatan yang aman namun cukup ekonomis, perlu ditentukan pilihan dimensi yang sesuai. (Anggraeni & Herbudiman, 2008)

Pemilihan lokasi jembatan gantung pejalan kaki harus mempertimbangkan aspek ekonomis, teknis dan kondisi lingkungan antara lain:

- a) Biaya pembuatan jembatan harus seminimal mungkin.
- b) Mudah untuk proses pemasangan dan perawatan.
- c) Mudah diakses dan memberikan keuntungan untuk masyarakat yang akan menggunakannya.
- d) Berada pada daerah yang memiliki resiko minimal terhadap erosi aliran air.

Menurut pedoman perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jembatan gantung untuk pejalan kaki yang diterbitkan oleh Dinas Pekerjaan Umum (DPU), tipe jembatan gantung dibagi menjadi dua kelas yaitu:

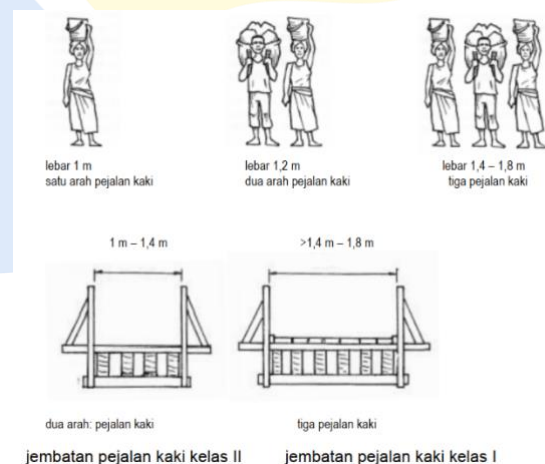
- 1) Jembatan pejalan kaki kelas II untuk pejalan kaki dua arah, dengan lebar 1 meter sampai 1,4 meter.
- 2) Jembatan pejalan kaki kelas I untuk tiga pejalan kaki yang beriringan,

dengan lebar 1,4 meter sampai 1,8 meter.

Jembatan pejalan kaki kelas I untuk tiga pejalan kaki yang beriringan, dengan lebar 1,4 meter sampai 1,8 meter. Akan tetapi lebar jembatan yang dianjurkan adalah 1,8 meter. Lebar ini hanya akan memberikan akses satu arah pada beberapa tipe lalu lintas, oleh karena itu peringatan yang sesuai harus diletakan pada setiap ujung jembatan. (Prasetyo, 2017)

Perancangan dilakukan dengan pemodelan jembatan secara hitungan manual dan menggunakan program SAP2000. Pembebanan jembatan mengacu padaperaturan RSNI T-02-2005 untuk jenis dan kombinasi pembebanan yang dipakai. Dengan memasukkan beban-beban dan kombinasinya, diperoleh gaya dalam yang bekerja pada masing-masing elemen struktur. Gaya-gaya tersebut kemudian digunakan untuk menentukan dimensi elemen jembatan. Hasil akhir dimensi struktur laludiperiksa ulang baik menggunakan SAP2000. (Wedhatama, 2017)

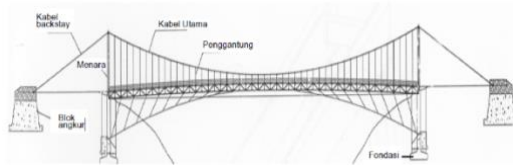
Penampang melintang jembatan dapat ditunjukkan Gambar 2.1:



Gambar 2.1 Penampang Melintang Jembatan Pejalan Kaki

(Sumber: Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung Untuk Pejalan Kaki)

Komponen/bagian struktur jembatan gantung ditunjukkan pada Gambar 2.2:



Gambar 2.2 Skema untuk Jembatan Pejalan Kaki dan Bagiannya
(Sumber: SNI 03-3428-1994)

Menurut SNI 03-3428-1994, jembatan gantung untuk pejalan kaki terdiri dari bagian-bagian struktur sebagai berikut:

Bangunan atas terdiri dari:

1. Lantai jembatan (dek), berfungsi untuk memikul beban lalu lintas yang melewati jembatan serta melimpahkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagar memanjang.
2. Gelagar memanjang berfungsi sebagai pemikul lantai sandaran serta melimpahkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagar melintang.
3. Gelagar melintang berfungsi sebagai pemikul sebagian beban hidup dan sebagai pengaku.
4. Gelagar pengaku berfungsi sebagai pemikul sebagian beban hidup dan sebagai pengaku.
5. Batang penggantung berfungsi sebagai pemikul gelagar utama serta melimpahkan beban dan gaya yang bekerja ke kabel utama.
6. Kabel utama berfungsi sebagai pemikul gelagar utama serta melimpahkan beban dan gaya yang bekerja pada batang penggantung serta melimpahkan beban dan gaya tersebut ke menara pemikul dan balok angkur.
7. Pagar pengaman berfungsi untuk mengamankan pejalan kaki.

8. Kabel ikatan berfungsi untuk memikul gaya angin yang bekerja pada bangunan atas.

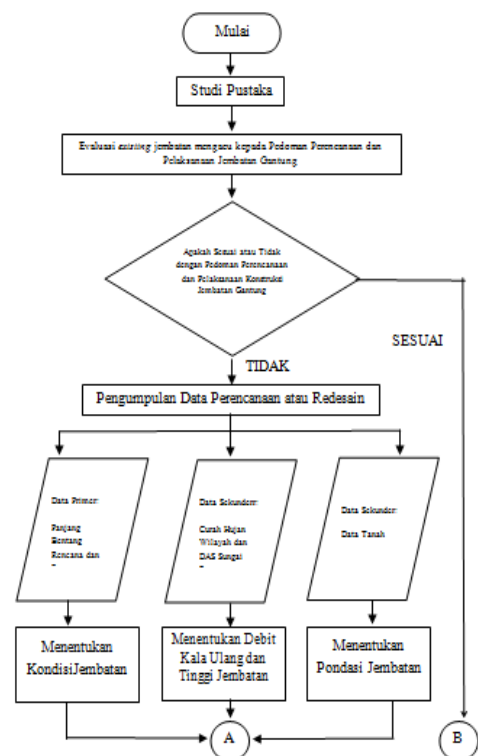
Bangunan bawah terdiri dari:

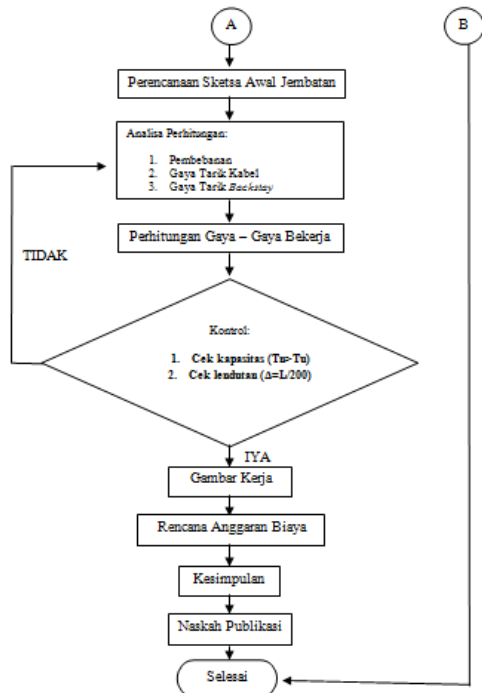
1. Menara/*pylon* berfungsi sebagai penumpu kabel utama dan gelagar utama, serta melimpahkan beban dan gaya yang bekerja melalui struktur pilar lalu ke pondasi.
2. Blok angkur merupakan tipe gravitasi untuk semua jenis tanah yang berfungsi sebagai penahan ujung-ujung kabel utama serta menyalurkan gaya-gaya yang dipikulnya ke pondasi.
3. Pondasi menara dan pondasi angkur berfungsi sebagai pemikul menara dan blok angkur serta melimpahkan beban dan gaya yang bekerja ke lapisan tanah pendukung.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Alur tahapan penelitian disusun berdasarkan diagram alir berikut ini,





Gambar 1 Diagram alir penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di jembatan gantung Ngembik, Kramat Utara, Kota Magelang.

3.3 Data yang Dibutuhkan

1. Data primer
Data primer yang didapat yaitu bentang jembatan gantung dan penampang jembatan.
2. Data Sekunder
Data yang didapat adalah data tanah, debit sungai/curah hujan dan peta topografi.

3.4 Langkah Penelitian

Langkah penelitian mengacu pada metodeologi atau prosedur yang dijadikan acuan dalam proses penelitian. Dalam penelitian ini, penelitian didahului dengan studi literatur untuk memperoleh data-data, kemudian dilakukan survey pendahuluan untuk mengetahui kondisi dan menentukan lokasi yang tepat untuk pembangunan jembatan gantung, selanjutnya survey lapangan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk penelitian,

dan yang terakhir dilakukan perhitungan perencanaan jembatan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jembatan gantung merupakan struktur jembatan dimana beban utama banyak ditopang oleh kabel sling baja atau *wire rope*. Kabel utama ini akan digantung pada menara dan diharapkan beban yang ditopang kabel akan diteruskan ke pondasi melalui dua menara yang ada di setiap ujung jembatan. Pada penelitian perencanaan jembatan gantung ini didasarkan pada kerusakan-kerusakan struktur jembatan terdahulu pada studi kasus Ngembik, Kramat Utara, Kota Magelang. Kekurangan-kekurangan tersebut menjadi alasan untuk selanjutnya direncanakan desain jembatan yang baru dan aman dengan mengacu pada Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Jembatan Gantung.

Dalam perencanaan ini dibutuhkan beberapa jenis data pendukung seperti data primer dan sekunder. Data primer dalam perencanaan ini meliputi panjang bentang rencana dan bentuk elevasi penampang sungai dibawah jembatan. Sedangkan data sekunder yaitu data curah hujan wilayah DAS Progo dan data tanah di sekitar lokasi. Data primer tersebut didapat dengan cara survey langsung di lapangan. Hasil dari data lapangan nantinya digunakan untuk menentukan panjang bentang rencana jembatan dan bentuk elevasi penampang basah sungai.

Data curah hujan wilayah DAS Progo akan menentukan debit sungai yang melintasi dibawah jembatan. Dalam perhitungan debit menggunakan metode nakayasu untuk mendapatkan debit sungai dan

hasil debit dimasukan pada bentuk elevasi penampang basah yang sebelumnya sudah diukur dilapangan. Batas aman tinggi lantai jembatan yaitu minimal 1 meter diatas permukaan air. Dengan bentang jembatan 76 meter dan spesifikasi yang digunakan yaitu *wire rope* atau sling baja Ø60mm, menara (*pylon*) jembatan menggunakan profil baja IWF 400.200.8.13 dan UNP 200.80.7.5, gelagar memanjang profil UNP 180.75.7, gelagar melintang INP 220.98.8.1.12.2; papan lantai jembatan pelat bordes 2,8mm dan pembebanan yang mengacu pada Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Jembatan Gantung maka dihasilkan beban yang diterima setiap pondasi utama jembatan sebesar 209,48 KN. Dengan beban tersebut dan data tanah yang digunakan maka dihasilkan rencana pondasi dengan jenis tiang pancang ($d=40\text{cm}$) sedalam 8 meter. Dengan bantuan analisis software SAP2000 dihasilkan lendutan sebesar 0,041 meter yang sudah dapat dikatakan aman karena batas ijin lendutan yaitu sebesar $\frac{1}{200}$ L. Sedangkan untuk kapasitas tegangan rencana menara sebesar 127,809 Mpa lebih kecil dari tegangan ijin yaitu sebesar 240 Mpa. Gambar kerja atau *shop drawing* dibuat dengan mengacu hasil analisis perencanaan jembatan gantung yang sudah dihitung. Gambar kerja perencanaan jembatan gantung Ngembik, Kramat Utara, Kota Magelang ini terlampir pada Lampiran 4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang disusun mengacu pada gambar kerja pada Lampiran 4 dan AHSP Kabupaten Magelang Tahun 2021. Anggaran untuk perencanaan jembatan gantung Ngembik, Kramat Utara, Kota

Magelang ini sebesar Rp.2.392.114.000,00 (Dua Milliar Tiga Ratus Sembilan Puluh Dua Juta Seratus Empat Belas Ribu Rupiah).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

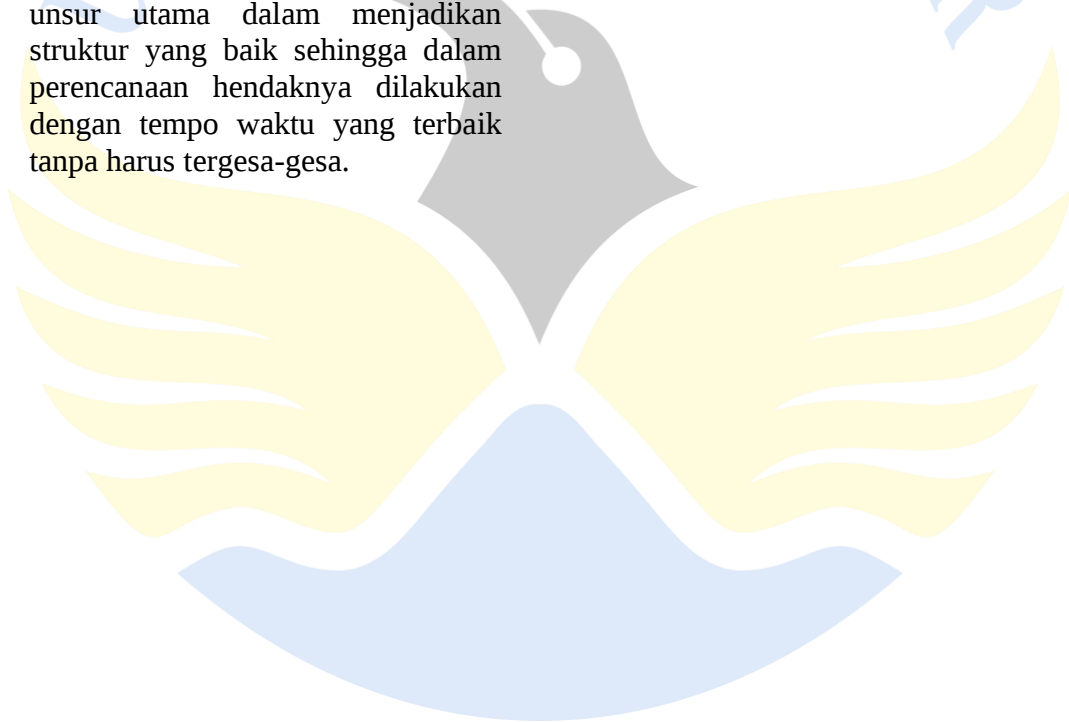
Berdasarkan has peritungan dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Beban yang digunakan mengacu pada pedoman perencanaan dan pelaksanaan Konstuksijembatan Gantung yaitu beban pejalan kaki sebesar 20 KN sebagai bean terpusat dan beban kendaraan sebesar 5 Kpa sebagai beban merata.
2. Dari hasil analisis hidrolgi dengan metode Nakayasu menghasilkan tinggi lantai jembatan yang aman karena sudah melebihi batas aman ketinggian lantai jembatan berdasarkan Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gamtung yaitu minimal 1 meter diatas permukaan air. Sedangkan dari hasil analsis dihasilkan tinggi lantai 5 meter diatas permukaan air.
3. Hasil lendutan pada setengah bentang dengan analisis software SAP 2000 v.20 dihasilkan sebesar 0,041 meter akibat beban mati dan hidup simetris.
4. Hasil analisis dengan software SAP 2000 v.20 dihasilkan gaya aksial yang diterima pada pondasi sebesar 209,48 KN sehingga dapat direncanakan jenis pondasi yang aman yaitu tiang pancang dengan diameter 40 cm, panjang 8 m, dan dimensi pile cap 4.4.2 meen dengan tulangan utama D22-80 dan tulangan susut D16-70

5.2 Saran

Hasil desain dan penelitian perencanaan jembatan gantung ini, maka dapat diambil beberapa saran sebagai berikut:

1. Perencanaan jembatan selalu mengacu pada peraturan, landasan ataupun standar terbaru yang dikeluarkan pihak yang berwenang sehingga dalam pelaksanaannya diharapkan didasari oleh peraturan dan standar-standar yang berlaku dan terbaru.
2. Hasil penelitian perencanaan jembatan gantung ini diharapkan dapat diteruskan unsur-unsur perhitungan yang belum lengkap untuk menunjang atau mendukung dalam pelaksanaan konstruksi.
3. Perencanaan yang matang adalah unsur utama dalam menjadikan struktur yang baik sehingga dalam perencanaan hendaknya dilakukan dengan tempo waktu yang terbaik tanpa harus tergesa-gesa.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, I & Herbudiman, B, 2008, Studi Parameter Desain Dimensi Elemen Struktur Jembatan Gantung Pejalan Kaki Dengan Bentang 120 M, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Arifin, A., S., dkk, 2018, Kajian Analisis Struktur Jembatan Gantung Pejalan Kaki Asimetris Ganda, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Bataruddin & Barus, 2015, Evaluasi Struktur Atas Jembatan Gantung Pejalan Kaki Di Desa Aek Libung, Kecamatan Sayur Matinggi, Kabupaten Tapanuli Selatan, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Belajar Struktur di UBL. "Konsep Dasar Sambungan Baut Struktur Baja," YouTube Video, 10:10. Desember 27, 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=lBnmlDYu2Tc&t=22s>.
- Edhi, S., dkk, 2018, Analisis Dinamis Riwayat Waktu Jembatan Gantung Akibat Pejalan Kaki Dan Kendaraan Roda Dua, 1(4) : 870.
- Firdausi, I., K., dkk, 2018, Studi Evaluasi Hubungan Defleksi Jembatan Akibat Perubahan Jenis Kabel Dan Bentang Pada Jembatan Suspension, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Husaini, dkk, 2018, Analisis Dinamis Riwayat Waktu Jembatan Gantung Akibat Pejalan Kaki dan Kendaraan Roda Dua, Universitas Syiah Kuala, Aceh.
- Koswara, E., S., dkk, 2014, Efektifitas Penggunaan Fasilitas Jembatan Penyeberangan Orang (Jpo)(Studi Kasus Pada Fasilitas Jembatan Penyeberangan Orang di Jl. Soekarno Hatta Bandung), Bandung.
- Nasution & Munawir, 2017, Pengaruh Hispender Tipe Vertikal dan Inclined Terhadap Kestabilan Jembatan Gantung, Universitas Muhammadiyah Aceh, Aceh.
- Oemar, R., R, 2010, Analisis Sambungan Kolom Baja Dengan Pondasi Beton Yang Menerima Beban Axial, Geser, Dan Momen, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Rian Mantan Salve Prastica. "Tutorial Excel Metode Nakayasu-Analisis Banjir". YouTube Video, 15:59. April 16, 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=Dw2M7FITv0Y&t=786s>.
- Setiati, N., R., dkk, 2015, Kekuatan Struktur Jembatan Gantung Sederhana Untuk Pejalan Kaki, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Sitanggang, N., Perencanaan Sambungan Profil Baja, <https://www.slideshare.net/fajaristu/perencanaan-sambunganprofilbaja>, 23 November 2013.
- Sukmara & Trisanto, 2016, Modifikasi Sistem Kabel Utama Jembatan Gantung Dengan Klem Untuk Meningkatkan Kekakuan Struktural, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Suputra & Wiryawan, 2016, Tahapan Perhitungan Tinggi Muka Air di Sungai (Studi kasus bendung Waduk Muara Tukad Unda), Universitas Udayana, Bali.
- Sihombin, U., B., dkk, 2016, Analisis Dampak Pembangunan Jembatan Tapian Nauli Desa Gempolan Terhadap Pengembangan Wilayah Kabupaten Serdang Bedagai, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.

- Virlianda, T., 2018, Penanganan Vibrasi Jembatan Gantung Asimetris Dengan *Tmd* Berdasarkan Kriteria Kenyamanan, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Wira, 2017, Perhitungan Struktur Atas Jembatan Metode *Cable Stayed* Dengan Variasi Kabel Struktur Pemikul Utama, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.

