

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH *SAG POINT* PADA
JEMBATAN GANTUNG PEJALAN KAKI DENGAN
LANTAI PELAT KACA**



**TRY TIRTO
NPM : 2015410187**

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING: Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2018**

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH *SAG POINT* PADA
JEMBATAN GANTUNG PEJALAN KAKI DENGAN
LANTAI PELAT KACA**



**TRY TIRTO
NPM : 2015410187**

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING: Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2018**

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH *SAG POINT* PADA
JEMBATAN GANTUNG PEJALAN KAKI DENGAN
LANTAI PELAT KACA**



**TRY TIRTO
NPM : 2015410187**

BANDUNG, 17 DESEMBER 2018

KO-PEMBIMBING:

PEMBIMBING:

Altho Sagara, S.T., M.T.

Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Try Tirto

NPM : 2015410187

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH *SAG POINT* JEMBATAN GANTUNG PEJALAN KAKI DENGAN LANTAI PELAT KACA”** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 17 Desember 2018



Try Tirto
2015410187

ANALISIS PENGARUH *SAG POINT* PADA JEMBATAN GANTUNG PEJALAN KAKI DENGAN PELAT KACA

Try Tirto
NPM: 2015410187

Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.
Ko-Pembimbing: Altho Sagara, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2018

ABSTRAK

Jembatan sering dikaitkan sebagai penghubung jalan hanya untuk dilewati oleh pengguna seperti kendaraan ataupun pejalan kaki. Jembatan gantung memiliki keunggulan menghubungkan dua wilayah dengan bentang yang panjang dibandingkan dengan jembatan lainnya. Dewasa ini, teknologi kaca sebagai pelat lantai pada jembatan telah menjadi *trend* di negeri Cina, menjadikan jembatan gantung dengan pelat kaca sebagai tempat pariwisata.

Penelitian ini menganalisis tiga buah model jembatan gantung pejalan kaki dengan pelat kaca yang mempunyai variasi *sag to span ratio* 1/8L, 1/9L, dan 1/10L. Jembatan memiliki bentang 120m dengan 60 buah kabel suspensi. Ukuran kabel dan profil baja diatur sedemikian rupa untuk memperoleh lendutan yang paling mendekati batas ijin. Pelat kaca memiliki ukuran 2000mm x 2000mm x 30mm. Pemodelan dan analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SAP2000 dan Midas Civil. Beban yang diperhitungkan dalam analisis berupa beban sendiri, beban hidup simetris dan asimetris, beban angin, dan beban gempa.

Dari hasil analisis, didapat lendutan paling kritis terjadi pada model 1/10L dengan nilai 0,325m. Tegangan pada kabel utama terbesar pada model 1/8L sebesar 94,92MPa; sedangkan tegangan pada kabel suspensi terbesar pada model 1/9L sebesar 122,04MPa. Tegangan pada elemen struktural paling kritis terjadi pada model 1/10L sebesar 267,43MPa. Dapat disimpulkan, hasil struktur jembatan akan terlihat *overdesign*, tetapi itu untuk mengantisipasi lendutan. Model dengan *sag to span ratio* yang lebih besar, cenderung memiliki kabel lebih kecil namun ukuran gelagar lebih besar, begitu juga sebaliknya.

Kata Kunci: Jembatan Gantung Pejalan Kaki, Pelat Kaca, *Sag to Span Ratio*

ANALYSIS INFLUENCE OF SAG POINT ON SUSPENSION GLASS FOOTBRIDGE

Try Tirta
NPM: 2015410187

Advisor: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.
Co-Advisor: Altho Sagara, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF
CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DECEMBER 2018

ABSTRACT

Bridges are often associated as road link to be passed by users such as vehicles or pedestrian. Suspension bridges have the leverage of connecting two regions with long spans compared to other bridges. Nowadays, glass technology as slab on bridge has become a trend in China, making suspension glass footbridge as a tourism spot.

This study analyzed three model of suspension glass footbridge with sag to span ratio variation of $1/8L$, $1/9L$, and $1/10L$. The suspension bridge has a 120m span with 60 hangers. The cable's size and steel's profile are arranged in such way to obtain the closest to the permit limit. The glass slab has a size of 2000mm x 2000mm x 30mm. The modeling and analysis are using SAP2000 and Midas Civil software. The load that taken into account consists of dead load, symmetric and asymmetric live load, wind load, and seismic load.

From the result of analysis, the largest deflection taken place in the $1/10L$ model with value of 0,325m. The largest stress of the main cables taken place in the $1/8L$ model with amount 94,92MPa; while the largest stress of the hangers taken place in the $1/9L$ model with amount 122,04MPa. The largest stress of structural element taken place in the $1/10L$ with the value of 267,43MPa. It can be conclude, the bridge structure's result seemed to be overdesign, but it is for anticipating deflection. The model with large sag to span ratio tends to have smaller cable's size but larger girder's size, and vice versa.

Keywords: Suspension Footbridge, Glass Slab, Sag to Span Ratio

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS PENGARUH *SAG POINT* PADA JEMBATAN GANTUNG PEJALAN KAKI DENGAN LANTAI PELAT KACA”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana strata 1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak menghadapi masalah, tetapi berkat, saran, kritik, serta dukungan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat terselesaikan. Maka pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberi ide, arahan, kritik, dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Altho Sagara, S.T., M.T., selaku dosen ko-pembimbing yang telah memberi ide, arahan, kritik, dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Paulus Karta Wijaya, selaku dosen penguji yang telah memberi kritik dan saran kepada penulis agar penulisan skripsi ini lebih baik.
4. Bapak Herry Suryadi, Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberi kritik dan saran kepada penulis agar penulisan skripsi ini lebih baik.
5. Seluruh dosen di lingkungan Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan atas ajaran dan arahan yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua dan juga seluruh anggota keluarga yang selalu memberi doa, semangat, dan dukungan kepada penulis disaat suka maupun duka selama menempuh perkuliahan.
7. Cindy yang selalu setia menemani, memberikan doa dan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
8. Pak Mugi, bang Ichsan, dan ko Nico yang telah membantu dan mengajarkan penulis dalam hal teknis mengenai jembatan gantung dalam program Midas Civil.

9. Ko Benny yang telah mengajarkan penulis dalam membantu penyusunan skripsi ini.
10. Fernando, Stefanus Samuel, Davis Howie, Yohannes Suryadinata, Jason Aditya, Chandra Andi, dan Serafianus Budi sebagai teman seperjuangan yang telah berbagi suka dan duka selama menempuh perkuliahan.
11. Michael Susanto, Vincent Livandi, Jovian Aditya, David Christian, Aditya, William Wiranata, Clarissa Jasinda, Geofanny Ivonne, Yunan Wijaya, Hanna, Edwin dan Medwin sebagai teman seperjuangan yang telah berbagi suka dan duka selama menempuh perkuliahan dan penyusunan skripsi.
12. Yosua Christian Margon dan Natalia Lioe yang telah memberikan pelajaran dan pengalaman yang amat berharga kepada penulis selama masa perkuliahan.
13. Teman-teman kelompok kecil 'Dredger', yang telah menjadi teman awal penulis selama perkuliahan di Fakultas Teknik.
14. Teman-teman angkatan 2015 yang bersama-sama berjuang dan saling mendukung selama masa perkuliahan.
15. Seluruh Masyarakat SIPIL yang memberikan semangat dan dukungannya.
16. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah banyak membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna serta masih perlu saran atau masukan, dikarenakan terbatasnya waktu, kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca. Penulis berharap skripsi ini akan bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

Bandung, 17 Desember 2018



Try Tirto

2015410187

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iii |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR NOTASI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xix |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxi |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1-1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1-1 |
| 1.2 Inti Permasalahan | 1-1 |
| 1.3 Tujuan Penulisan | 1-2 |
| 1.4 Pembatasan Masalah | 1-2 |
| 1.5 Metoda Penulisan | 1-4 |
| BAB 2 DASAR TEORI | 2-1 |
| 2.1 Jembatan Penyeberangan Orang | 2-1 |
| 2.1.1. Jembatan Gantung Penyeberangan Orang | 2-6 |
| 2.1.2. Menara (<i>Pylon</i>)..... | 2-7 |
| 2.1.3. Kabel | 2-8 |
| 2.1.4. Gelagar | 2-10 |
| 2.1.5. Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki Tahun 2010 | 2-12 |
| 2.1.6. <i>Sag to Span Ratio</i> | 2-16 |
| 2.2 Kaca..... | 2-18 |
| 2.2.1. Material Kaca | 2-19 |

| | | |
|-------------------------------------|--|------|
| 2.2.2. | Tipe-Tipe Kaca..... | 2-19 |
| 2.2.3. | Penggabungan Dua Lapis Kaca..... | 2-22 |
| 2.2.4. | Kekuatan Kaca..... | 2-23 |
| 2.2.5. | Tebal Kaca Minimum..... | 2-24 |
| 2.2.6. | Lendutan Izin Kaca..... | 2-25 |
| 2.3 | Pembebanan Jembatan Gantung | 2-26 |
| 2.3.1. | Berat Sendiri (MS) | 2-26 |
| 2.3.2. | Berat Mati Tambahan/Utilitas (MA)..... | 2-27 |
| 2.3.3. | Pembebanan untuk Pejalan Kaki (TP)..... | 2-28 |
| 2.3.4. | Pembebanan untuk Angin pada Struktur (EW _s)..... | 2-28 |
| 2.3.5. | Pembebanan untuk Beban Gempa (EQ)..... | 2-30 |
| BAB 3 DATA Dan Pemodelan | | 3-1 |
| 3.1 | Permodelan Pelat Lantai Kaca..... | 3-1 |
| 3.1.1. | Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan Pelat Kaca..... | 3-2 |
| 3.2 | Pemodelan Jembatan Pejalan Kaki | 3-2 |
| 3.2.1. | Spesifikasi Fisik Jembatan | 3-2 |
| 3.2.2. | Spesifikasi Material Jembatan | 3-3 |
| 3.2.3. | Pembebanan Jembatan..... | 3-4 |
| 3.2.4. | Kombinasi Pembebanan Jembatan | 3-7 |
| BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN | | 4-1 |
| 4.1 | Analisis Pelat Kaca | 4-1 |
| 4.2 | Analisis Jembatan Gantung (<i>Suspension Bridge</i>)..... | 4-5 |
| 4.2.1. | Tahap Analisis Non-Linear | 4-6 |
| 4.2.2. | Tahap Analisis Linear Elastis | 4-9 |
| 4.3 | Pembahasan Jembatan Gantung Pelat Kaca | 4-21 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | | 5-1 |

| | | |
|----------------------|-----------------|------|
| 5.1 | Kesimpulan..... | 5-1 |
| 5.2 | Saran..... | 5-2 |
| DAFTAR PUSTAKA | | xvii |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|---------------|---|--|
| A | : | Luas Kabel (mm^2) |
| α | : | Koefisien Termal ($^{\circ}\text{C}$) |
| B | : | Lebar Profil (in) |
| c | : | Koefisien Kekuatan Kaca |
| C_{sm} | : | Koefisien Respons Elastik |
| δ_n | : | Lendutan Ijin Kaca (mm) |
| Δ_n | : | Lendutan pada Kaca (mm) |
| DL | : | Beban Mati/Sendiri (<i>Dead Load</i>) |
| d_n | : | Diameter Kabel (mm) |
| E | : | Modulus Elastisitas (MPa) |
| E_Q | : | Gaya Horizontal Statis (kN) |
| E_x | : | Beban Gempa arah-X |
| E_y | : | Beban Gempa arah-Y |
| f | : | Tinggi <i>Sag Point</i> (m) |
| F_a | : | Faktor Amplifikasi untuk Periode Pendek ($T = 0,2$ detik) |
| F_n | : | Gaya Kabel (kN) |
| f_n | : | Tegangan Kabel (MPa) |
| F_{PGA} | : | Faktor Amplifikasi untuk Perioda PGA |
| f_{pu} | : | Kuat Tarik Minimum Kabel (MPa) |
| F_u | : | Gaya Kabel Ultimit (kN) |
| f_u | : | Kuat Tarik Minimum Baja (MPa) |
| F_v | : | Faktor Amplifikasi untuk Periode 1,0 detik |
| f_y | : | Kuat Leleh Minimum Baja (MPa) |
| G | : | Modulus Geser (MPa) |
| γ | : | Berat Jenis (kN/m^3) |
| γ_d | : | Faktor Reduksi Durasi Beban |
| γ_{EQ} | : | Faktor Beban Pejalan Kaki |
| γ_{MA} | : | Faktor Beban Tambahan/Utilitas |
| γ_{MS} | : | Faktor Beban Mati/Sendiri |
| γ_S | : | Faktor Reduksi Permukaan Kaca |
| H | : | Tinggi Profil (in) |

| | | |
|-------------|---|---|
| H_1 | : | Tinggi Menara (m) |
| H_2 | : | Tinggi Dasar Menara (m) |
| h_s | : | Tebal Pelat Kaca (mm) |
| L | : | Panjang Bentang (m) |
| L_1 | : | Panjang Bentang Kiri (m) |
| L_2 | : | Panjang Bentang Kanan (m) |
| L_x | : | Sisi Bentang Panjang (mm) |
| L_y | : | Sisi Bentang Pendek (mm) |
| LL_1 | : | Beban Hidup Simetris (kPa) |
| LL_2 | : | Beban Hidup Asimetris (kPa) |
| \bar{N} | : | Rata-Rata Uji Penetrasi Standar |
| p | : | Beban Servis pada Pelat Kaca (kPa) |
| P_B | : | Tekanan Angin Dasar (MPa) |
| P_D | : | Tekanan Angin Rencana (MPa) |
| P_u | : | Beban Terfaktor pada Pelat Kaca (kPa) |
| PGA | : | Percepatan puncak batuan dasar sesuai dengan peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun |
| p_u | : | Kekuatan Ultimit Kaca Terfaktor (MPa) |
| p_y | : | Kekuatan Ultimit Kaca (MPa) |
| R | : | Faktor Modifikasi Respons |
| ρ | : | Massa Jenis (kg/m^3) |
| S_l | : | Parameter respons spektra percepatan gempa untuk periode 1,0 detik dengan probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun |
| S_s | : | Parameter respons spektra percepatan gempa untuk periode pendek ($T = 0,2$ detik) dengan probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun |
| \bar{S}_u | : | Rata-Rata Kuat Geser tak Terdrainase (kPa) |
| S_{D1} | : | Nilai spektra permukaan tanah pada periode 1,0 detik |
| $SIDL$ | : | Beban Mati Tambahan/Utilitas (<i>Super Imposed Dead Load</i>) |
| t_f | : | Tebal <i>Flens</i> (Sayap) Profil (in) |
| t_n | : | Tebal Minimum Kaca (mm) |

| | | |
|-------------|---|---|
| t_w | : | Tebal <i>Web</i> (Badan) Profil (in) |
| ν | : | Angka Poisson |
| V_0 | : | Kecepatan Gesekan Angin (km/jam) |
| V_{10} | : | Kecepatan Angin Rencana pada Elevasi 10.000 mm diatas Permukaan Tanah atau Air (km/jam) |
| V_B | : | Kecepatan Angin Rencana pada Elevasi 10.000 mm (km/jam) |
| V_{DZ} | : | Kecepatan Angin Rencana pada Elevasi Rencana (km/jam) |
| \bar{V}_s | : | Rata-Rata Cepat Rambat Gelombang Geser (m/s) |
| W_{x+} | : | Beban Angin arah-Y+ |
| W_{x-} | : | Beban Angin arah-Y- |
| W_t | : | Berat Total Struktur (DL+LL) |
| w_n | : | Beban Merata yang Bekerja pada Profil (kN/m) |
| Z | : | Elevasi Struktur dari Permukaan Tanah atau Air |
| Z_0 | : | Panjang Geserkan Angin (mm) |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|------|
| Gambar 1.1 Dimensi Jembatan | 1-3 |
| Gambar 1.2 Model Kaca 2000mm x 2000mm..... | 1-3 |
| Gambar 1.3 Model A, Jembatan Gantung dengan <i>Sag</i> 15 meter. ($x = 1/8 L$) | 1-4 |
| Gambar 1.4 Model B, Jembatan Gantung dengan <i>Sag</i> 13,33 meter. ($x = 1/9 L$). | 1-4 |
| Gambar 1.5 Model C, Jembatan Gantung dengan <i>Sag</i> 12 meter. ($x = 1/10 L$).... | 1-4 |
| Gambar 2.1 Jembatan Lengkung (<i>Arch Bridge</i>) | 2-1 |
| Gambar 2.2 Jembatan Girder (<i>Girder Bridge</i>)..... | 2-2 |
| Gambar 2.3 Jembatan Rangka (<i>Truss Bridge</i>)..... | 2-2 |
| Gambar 2.4 Jembatan Gantung (<i>Suspension Bridge</i>) | 2-3 |
| Gambar 2.5 Jembatan Kabel Pancang (<i>Cable-Stayed Bridge</i>)..... | 2-3 |
| Gambar 2.6 Jembatan Kayu | 2-4 |
| Gambar 2.7 Jembatan Pasangan Batu | 2-4 |
| Gambar 2.8 Jembatan Baja | 2-5 |
| Gambar 2.9 Jembatan Beton | 2-5 |
| Gambar 2.10 Sistem Struktur Jembatan Gantung Penyeberangan Orang..... | 2-7 |
| Gambar 2.11 Menara Rangka Batang | 2-8 |
| Gambar 2.12 Paralel Wire Strand | 2-9 |
| Gambar 2.13 <i>Strand Rope</i> | 2-9 |
| Gambar 2.14 <i>Spiral Rope</i> | 2-10 |
| Gambar 2.15 Locked Coil Rope..... | 2-10 |
| Gambar 2.16 Sistem Struktur Gelagar dalam Gaya Lateral..... | 2-12 |
| Gambar 2.17 Lebar Jembatan Gantung Pejalan Kaki | 2-15 |
| Gambar 2.18 Beban yang Bekerja pada Segmen Tertentu | 2-16 |
| Gambar 2.19 Hasil Interpretasi Gaya akibat Beban yang Bekerja..... | 2-16 |
| Gambar 2.20 Resultan Gaya pada Kabel Utama pada Setiap Segmen | 2-17 |
| Gambar 2.21 Hasil Resultan Gaya pada Dua Jenis <i>Sag to Span Ratio</i> | 2-17 |
| Gambar 2.22 Hubungan Tegangan-Regangan Baja, Aluminium, dan Kaca | 2-18 |
| Gambar 2.23 Pecahan <i>Annealed Glass</i> | 2-20 |
| Gambar 2.24 Heat Strengthened Glass (HSG)..... | 2-20 |
| Gambar 2.25 Perbedaan tegangan pada <i>Tempered Glass</i> dan HSG | 2-21 |
| Gambar 2.26 Pecahan <i>Tempered Glass</i> | 2-21 |

| | |
|--|------|
| Gambar 2.27 Laminated Glass | 2-22 |
| Gambar 2.28 Insulated Glass Unit (IGU) | 2-23 |
| Gambar 2.29 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (PGA) untuk Probabilitas 7% dalam 75 tahun | 2-31 |
| Gambar 2.30 Peta Respons Spektra Percepatan 0,2 detik di Batuan Dasar (S_s) untuk Probabilitas 7% dalam 75 tahun | 2-31 |
| Gambar 2.31 Peta Respons Spektra Percepatan 1 detik di Batuan Dasar (S_1) untuk Probabilitas 7% dalam 75 tahun | 2-32 |
| Gambar 3.1 Pelat Lantai Kaca Tumpuan Jepit | 3-1 |
| Gambar 3.2 Pelat Lantai Kaca Tumpuan Sendi | 3-1 |
| Gambar 3.3 Model Struktur Jembatan Gantung | 3-2 |
| Gambar 3.4 Beban Mati pada Model A ($Sag = 1/8L$) | 3-4 |
| Gambar 3.5 Beban Mati pada Model B ($Sag = 1/9L$) | 3-4 |
| Gambar 3.6 Beban Mati pada Model C ($Sag = 1/10L$) | 3-5 |
| Gambar 3.7 Beban Mati Tambahan (SIDL) pada Setiap Model | 3-5 |
| Gambar 3.8 Beban Hidup Simetris (LL_1) pada Setiap Model | 3-5 |
| Gambar 3.9 Beban Hidup Asimetris (LL_2) pada Setiap Model | 3-6 |
| Gambar 4.1 Lendutan Pelat Kaca dengan Tumpuan Jepit (satuan mm) | 4-3 |
| Gambar 4.2 Lendutan Pelat Kaca dengan Tumpuan Sendi (satuan mm) | 4-3 |
| Gambar 4.3 Tegangan Pelat Kaca dengan Tumpuan Jepit (satuan MPa) | 4-4 |
| Gambar 4.4 Tegangan Pelat Kaca dengan Tumpuan Sendi (satuan MPa) | 4-5 |
| Gambar 4.5 Analisis Non-Linear Gaya Pada Kabel Utama | 4-6 |
| Gambar 4.6 Analisis Non-Linear Gaya Pada Kabel Suspensi | 4-6 |
| Gambar 4.7 Rasio Tegangan Gelagar Memanjang pada Model A ($Sag = 15m$) | 4-10 |
| Gambar 4.8 Rasio Tegangan Gelagar Memanjang pada Model B ($Sag = 13,33m$) | 4-10 |
| Gambar 4.9 Rasio Tegangan Gelagar Memanjang pada Model C ($Sag = 12m$) | 4-11 |
| Gambar 4.10 Rasio Tegangan Gelagar Melintang pada Model A ($Sag = 15m$) | 4-11 |

| | |
|--|------|
| Gambar 4.11 Rasio Tegangan Gelagar Melintang pada Model B ($Sag = 13,33m$) | 4-12 |
| | 4-12 |
| Gambar 4.12 Rasio Tegangan Gelagar Melintang pada Model C ($Sag = 12m$) | 4-12 |
| | 4-12 |
| Gambar 4.13 Lendutan pada Model A ($Sag = 15m$) | 4-13 |
| Gambar 4.14 Lendutan pada Model B ($Sag = 13,33m$) | 4-14 |
| Gambar 4.15 Lendutan pada Model C ($Sag = 12m$) | 4-14 |
| Gambar 4.16 Lendutan Model A, Model B, dan Model C akibat Beban Layan | 4-15 |
| | 4-15 |
| Gambar 4.17 Gaya Kabel pada Model A ($Sag = 15m$) | 4-16 |
| Gambar 4.18 Gaya Kabel pada Model B ($Sag = 13,33m$) | 4-16 |
| Gambar 4.19 Gaya Kabel pada Model C ($Sag = 12m$) | 4-17 |
| Gambar 4.20 Gaya Envelope Kabel Utama pada Model A, Model B, dan Model C | 4-17 |
| | 4-17 |
| Gambar 4.21 Gaya Envelope Kabel Suspensi pada Model A, Model B, dan Model C | 4-18 |
| | 4-18 |
| Gambar 4.22 Tegangan <i>Pylon</i> dan Gelagar pada Model A ($Sag = 15m$) | 4-20 |
| Gambar 4.23 Tegangan <i>Pylon</i> dan Gelagar pada Model B ($Sag = 13,33m$) | 4-20 |
| Gambar 4.24 Tegangan <i>Pylon</i> dan Gelagar pada Model C ($Sag = 12m$) | 4-21 |
| Gambar 4.25 Reaksi Perletakan <i>Pylon</i> pada <i>Node</i> 163 kombinasi Envelope | 4-22 |
| Gambar 4.26 Ragam Getar Mode 1 pada Model A | 4-23 |
| Gambar 4.27 Ragam Getar Mode 1 pada Model B | 4-23 |
| Gambar 4.28 Ragam Getar Mode 1 pada Model C | 4-24 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|------|
| Tabel 2.1 Komposisi dari kaca..... | 2-19 |
| Tabel 2.2 Karakteristik kaca | 2-19 |
| Tabel 2.3 Kekuatan ultimit desain kaca untuk <i>short-term load</i> | 2-24 |
| Tabel 2.4 Faktor reduksi durasi beban (γ_d) | 2-24 |
| Tabel 2.5 Faktor reduksi permukaan kaca (γ_s)..... | 2-24 |
| Tabel 2.6 Lendutan Izin Kaca | 2-25 |
| Tabel 2.7 Faktor beban untuk berat sendiri..... | 2-27 |
| Tabel 2.8 Faktor beban untuk berat mati tambahan/utilitas..... | 2-27 |
| Tabel 2.9 Faktor beban untuk pejalan kaki | 2-28 |
| Tabel 2.10 Nilai V_o dan Z_o untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu | 2-29 |
| Tabel 2.11 Tekanan angin dasar..... | 2-30 |
| Tabel 2.12 Klasifikasi Situs | 2-32 |
| Tabel 2.13 Klasifikasi Situs (Lanjutan) | 2-33 |
| Tabel 2.14 Faktor Amplifikasi untuk PGA dan 0,2 detik (F_{PGA}/F_a) | 2-33 |
| Tabel 2.15 Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi untuk Periode 1,0 detik (F_v)..... | 2-34 |
| Tabel 2.16 Zona Gempa..... | 2-35 |
| Tabel 2.18 Faktor Modifikasi Respons (R) untuk Bangunan Bawah | 2-35 |
| Tabel 2.19 Faktor Modifikasi Respons (R) untuk Hubungan antar Elemen Struktur | 2-36 |
| Tabel 3.1 Kombinasi Pembebanan Kaca | 3-2 |
| Tabel 3.2 Dimensi Gelagar dan Kabel pada Sag Point Tertentu..... | 3-3 |
| Tabel 3.3 Dimensi Profil WF (<i>Built-Up</i>) | 3-3 |
| Tabel 3.4 Kombinasi Pembebanan Jembatan | 3-7 |
| Tabel 3.5 Kombinasi Pembebanan Jembatan (Lanjutan)..... | 3-8 |
| Tabel 4.1 Hasil Rasio Tegangan Maksimum pada Ketiga Model | 4-12 |
| Tabel 4.2 Lendutan Terbesar pada Jembatan Gantung | 4-15 |
| Tabel 4.3 Tegangan pada <i>Pylon</i> dan Gelagar Ketiga Model | 4-21 |
| Tabel 4.4 Reaksi Perletakan <i>Pylon</i> kombinasi Envelope..... | 4-22 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Brosur Data Teknis Kabel (ASTM A 416/416M)

Lampiran 2 Perhitungan Komponen Tekan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berpotensi dalam pembangunan. Jenis bangunan yang dibangun berkaitan dengan material yang digunakan untuk kegiatan tersebut. Sehingga, para desainer selalu mencari cara paling efektif dan efisien dalam membangun bangunan apapun. Pemilihan material menjadi krusial agar ekonomis dan dapat menjamin kekuatan struktur. Tidak hanya kuat, ada aspek lain juga yang harus dipenuhi di era modern sekarang, yaitu kenyamanan dan keindahan.

Seiring berjalannya waktu, para desainer berusaha menciptakan desain inovatif dengan menggunakan material-material baru. Kaca sering digunakan sebagai penghias ruangan dikarenakan transparansinya yang memberikan kesan indah, mewah, modern, dan bersih. Para desainer berkolaborasi menciptakan elemen struktur baru dengan memanfaatkan keunikan kaca.

Penggunaan jembatan lebih sering dikaitkan dengan media penyambung jalan dari satu tempat ke tempat lainnya. Padahal, jembatan dapat juga digunakan sebagai tempat pariwisata dengan aspek keindahan alam yang mendukung. Disamping dari aspek alam, jembatan harus didesain seindah mungkin agar menarik dan indah dipandang. Jembatan *suspension* adalah salah satu tipe jembatan bentang panjang yang sering digunakan karena keunggulannya, lebih murah, lebih mudah, dan bentangnya relatif lebih panjang dibandingkan yang lain. Hingga sekarang, setidaknya ada tiga buah jembatan kaca tipe *suspension* yang telah dibangun yaitu *Haohan Bridge* di provinsi *Hebei*, *Zhangjiajie Grand Canyon Glass Bridge* di provinsi *Hebei* dan *Hongyagu Bridge* di provinsi *Jiangsu*.

1.2 Inti Permasalahan

Jembatan tipe *suspension* menggunakan kabel untuk menahan pelat jembatan. Jembatan *suspension* menggunakan dua jenis kabel yaitu kabel utama (*main cable*) dan kabel suspensi (*hanger*). Sambungan kabel utama (*main cable*) antar pilar menghasilkan kurva cekung. Kurva cekung (*sag*) ini dapat diatur sedemikian rupa

sesuai dengan keinginan desainer. Hasil *sag point* akan memberikan pengaruh tegangan kabel pada ketinggian tertentu.

Material kaca bersifat *brittle*, sehingga kriteria perencanaan jembatan menggunakan pelat lantai berupa kaca mempunyai batasan lendutan material kaca yang harus terpenuhi.

1.3 Tujuan Penulisan

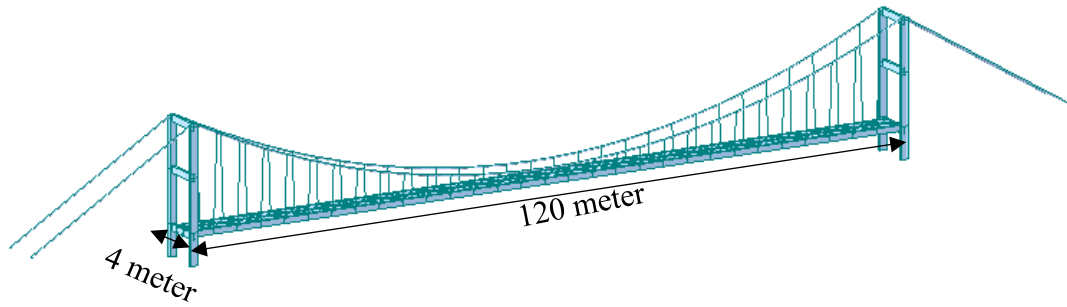
Tujuan dari penulisan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Melakukan desain jembatan gantung menggunakan pelat lantai kaca yang mampu menahan beban sesuai peraturan
 - a. Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki Tahun 2010 (No. 02/SE/M/2010),
 - b. Pembebanan untuk Jembatan (SNI 1725:2016),
 - c. Perencanaan jembatan terhadap beban gempa (SNI 2833:2016), dan
 - d. *Code of Practice for Structural Use of Glass* Hong Kong 2018.
2. Mengetahui pengaruh dari *sag to span ratio* jembatan gantung pelat kaca terhadap kekuatan dan kekakuan dari jembatan.

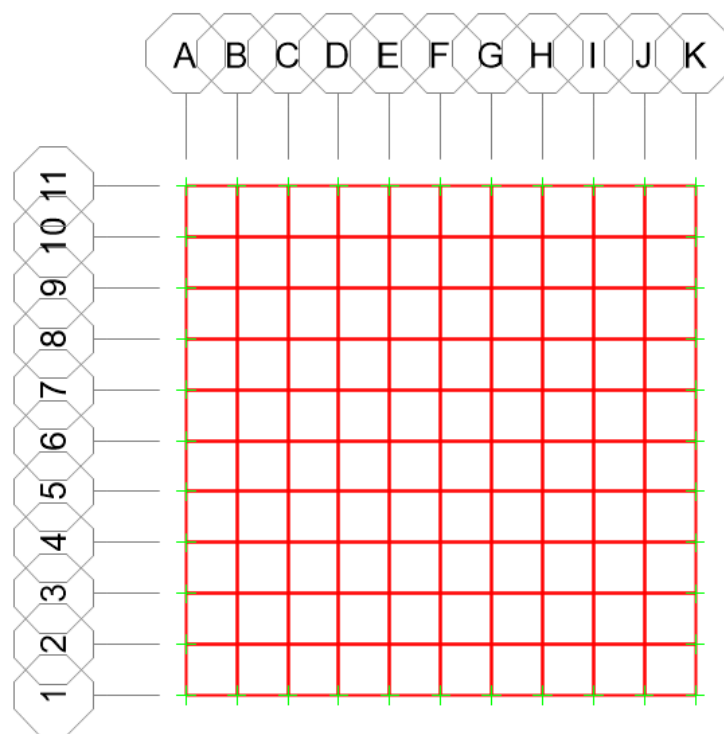
1.4 Pembatasan Masalah

Dalam skripsi ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Model jembatan yang digunakan adalah tipe *suspension bridge* dengan bentang bersih 120 meter dan lebar 4 meter (Gambar 1.1).
2. Tanah yang ditinjau kota Balige dengan tanah jenis batuan (SB).
3. Material baja yang digunakan adalah tipe BJ 55 ($F_u = 550$ MPa, $F_y = 410$ MPa, $E = 200.000$ MPa, dan $\gamma = 7850$ kg/m³).
4. Seluruh profil baja menggunakan profil IWF dari AISC 2000 (US).
5. Kabel menggunakan tipe *seven-wire strands* mutu ASTM A416 / A416M ($f_{pu} = 1860$ MPa dan $E = 195.000$ MPa).
6. Kaca menggunakan tipe *laminated glass* ukuran 2000mm x 2000mm dengan *meshing* 200mm x 200mm (Gambar 1.2).

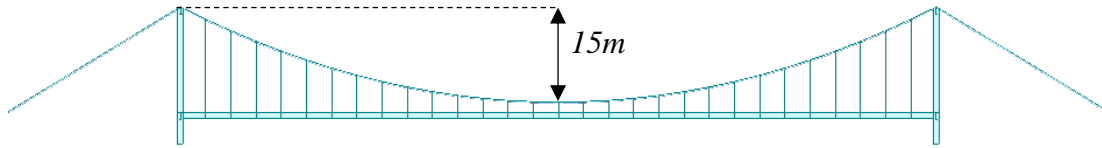


Gambar 1.1 Dimensi Jembatan

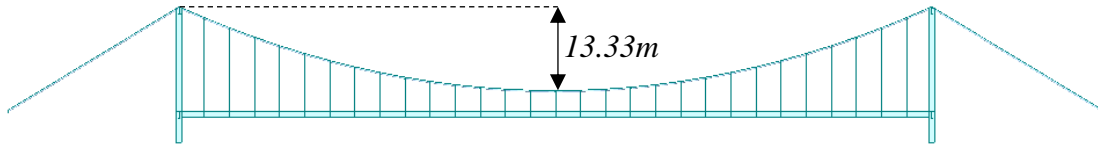


Gambar 1.2 Model Kaca 2000mm x 2000mm

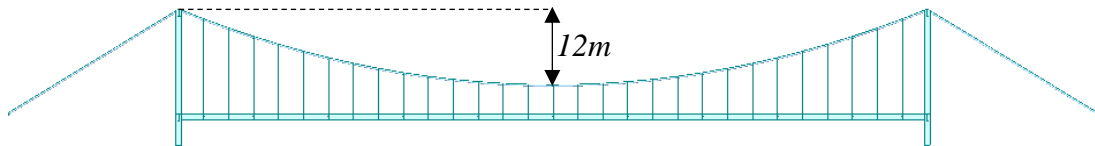
7. Variasi pemodelan yang dilakukan adalah perbedaan tinggi *sag point (ditch)* antara lain sebagai berikut:
 - a. Model A = $1/8 L$
 - b. Model B = $1/9 L$
 - c. Model C = $1/10 L$
 (L adalah panjang bentang bersih)
8. Sambungan, angkur baja, dan pondasi tidak didesain.



Gambar 1.3 Model A, Jembatan Gantung dengan Sag 15 meter. ($x = 1/8 L$)



Gambar 1.4 Model B, Jembatan Gantung dengan Sag 13,33 meter. ($x = 1/9 L$)



Gambar 1.5 Model C, Jembatan Gantung dengan Sag 12 meter. ($x = 1/10 L$)

1.5 Metoda Penulisan

Penulisan ini dilakukan dengan dua metode, yaitu:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai acuan untuk mendapatkan gambaran secara menyeluruh mengenai proses penelitian. Sumber-sumber penulisan berasal dari buku, jurnal, artikel, dan tulisan di internet yang tercantum pada daftar pustaka.

2. Studi Analisis

Studi analisis dilakukan dengan cara melakukan pemodelan dengan bantuan program SAP2000 dan Midas Civil.