

TUGAS AKHIR

KINERJA *A SHAPE* DAN *LAMBDA SHAPE HANGER* PADA *SUSPENSION BRIDGE*

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Disusun Oleh

Muhammad Fajri

NIM. 2210811210034

Dosen Pembimbing :

Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D

NIP. 19900306 202203 2 010



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

BANJARBARU

2025

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

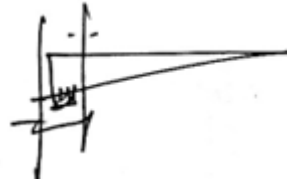
Nama : Muhammad Fajri
NIM : 2210811210034
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : *Kinerja A Shape dan Lambda Shape Hanger Pada Suspension Bridge*
Pembimbing : Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Tugas Akhir ini terbukti merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari berbagai pihak

Banjarbaru, Desember 2025

Penulis



Muhammad Fajri
NIM. 2210811210034

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Kinerja A Shape dan Lambda Shape Hanger pada Suspension Bridge

Oleh

Muhammad Fajri (2210811210034)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 11 Desember 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Ir. Ida Barkiah, M.T.

NIP. 19691110 199303 2 001

Anggota 1 : Ir. Darmansyah Tjitradi, ST., MT.

NIP. 19750319 200003 1 001

Anggota 2 : Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T.,
M.Eng.Sc.

NIP. 19690106 199502 2 001

Pembimbing : Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T.,
M.Sc., Ph.D.

NIP. 19900306 202203 2 010

Banjarbaru, 10.6 JAN 2026

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM



Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP. 197401071998021001








Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil ULM


Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.

NIP. 197208261998021001

 <p style="text-align: center;">KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL BANJARBARU</p>		<p>LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR</p>
NO	NAMA	NIM
1.	Muhammad Fajri	2210811210014

KEGIATAN ASISTENSI

No.	Tanggal	Kegiatan Asistensi	Paraf
1.	30 Juni, 2025	ACC Judul, Perjelas Parameter perbandingan untuk menjawab tujuan	
2.	9 Juli 2025	Bab 1 tambah gambar situasi, bab 2 lengkapi outline umum ke khusus, bab 3 jelaskan tahapan flowchart dan cari metode optimum untuk data kualitatif	
3.	29 Juli 2025	Bab 2 detailkan gambar, penulisan persamaan menggunakan equation, Tahapan flowchart tunjukkan metode agar lebih tergambar pelaksanaan	
4.	27 Agustus 2025	Penulisan perbaiki, gunakan gambar autocad untuk model di bab 3, pada bab 2 jelaskan midas secara umum dan bab 3 jelaskan tools yang digunakan	
5.	1 September 2025	Seminar Proposal	
6.	18 September 2025	Perbaiki model existing, pelajari tools midas untuk mendapatkan <i>initial force</i> untuk kondisi kesetimbangan awal.	
7.	29 September 2025	Cek Kembali kondisi model, gunakan metode nonlinier newton rapshon. Pelajari penggunaan tools	

No.	Tanggal	Kegiatan Asistensi	Paraf
		<i>cabl</i>	
8.	7 Oktober 2025	Gunakan <i>cabl</i> dengan function unstrain length, struktur tidak diberi gaya Tarik awal, Modelkan A Shape dan Lambda Shape	<i>st</i>
9.	14 November	Ambil data stress main <i>cabl</i> dan hanger, force girder, dan displacement pada 3 arah sumbu kartesian.	<i>st</i>
10.	24 November 2025	Perdalam pembahasan tentang tegangan efektif, jelaskan kenapa tegangan <i>cabl</i> lebih baik efektif dibandingkan dengan minimum.	<i>st</i>
11.	26 November 2025	Bandingkan head to head dengan grafik, buat sub bab antara statik dan dinamik. Rekap Kesimpulan untuk mempermudah pengambilan kesimpulan	<i>st</i>
12.		<i>st</i>	<i>st</i>

Banjarbaru, 2 Desember .2025

Dosen Pembimbing



Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19900306 202203 2 010

KINERJA *HANGER A SHAPE* DAN *LAMBDA SHAPE* PADA *SUSPENSION BRIDGE*

Muhammad Fajri⁽¹⁾, Ade Yuniati Pratiwi⁽²⁾

⁽¹⁾Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

⁽²⁾Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat
Teknik Sipil/Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan
Selatan, Indonesia, 70714

*Muhammad Fajri: muhammadfajri21823@gmail.com

ABSTRAK

Dalam perencanaan *suspension bridge*, *hanger* merupakan elemen yang krusial dalam menahan beban. Beberapa konfigurasi *hanger* turut dikembangkan seperti *A Shape* dan *Lambda Shape hanger* untuk mengatasi stabilitas *suspension bridge*. Dalam hal kinerja struktur 2 konfigurasi ini tidak pernah di *compare* secara *real* untuk mendapat rekomendasi efisiensi desain yang lebih baik.

Evaluasi Kinerja tiga macam konfigurasi ini dilakukan terhadap simulasi pembebanan lalu lintas berdasarkan SNI 1725:2016 dan SNI 2833:2016. Konfigurasi kendaraan serta nilai beban gandar dan jarak antar sesuai standart digunakan sebagai input pembebanan pada analisis struktur menggunakan MIDAS CIVIL.

Hasil *nonlinier analysis* menunjukkan bahwa dari ketiga model *A Shape Hanger* mengungguli 2 model lainnya dengan kriteria desain yang ditentukan. *A Shape* nilai lendutan berkisar pada angka 223.10 mm. Disisi lain efektivitas stress pada *hanger* dan *main cable* dan *hanger* maksimum hanya berkisar 18.67% dan 10.06%. Dibawah analisis yang komperhensif, nilai tegangan berhubungan dengan kekakuan geometrik jembatan, walaupun *Lambda Shape* dapat mengungguli kekakuan tetapi ditinjau secara perilaku *distribusi* beban dan *displacement A Shape Hanger* memberikan kontribusi yang lebih signifikan dibanding 2 model lainnya.

Kata-kata kunci: Jembatan Gantung, *Konfigurasi Hanger*, *Distribusi Tegangan*, *Kinerja Hanger*, MIDAS CIVIL

PERFORMANCE OF A *SHAPE* AND *LAMBDA SHAPE* HANGERS ON SUSPENSION BRIDGES

Muhammad Fajri⁽¹⁾, Ade Yuniati Pratiwi⁽²⁾

⁽¹⁾Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

⁽²⁾Dosen Pengajar, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat
Teknik Sipil/Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan
Selatan, Indonesia, 70714

*Muhammad Fajri: muhammadfajri21823@gmail.com

ABSTRACT

In *suspension bridge planning*, *hangers* are a crucial element in bearing loads. Several *hanger configurations* were also developed such as *A Shape* and *Lambda Shape hangers* to overcome the stability of *the suspension bridge*. In terms of structural performance, these 2 configurations have never been *compared* in *real* terms to get better design efficiency recommendations.

Performance evaluation of these three types of configurations was carried out on the simulation of traffic load based on SNI 1725:2016 and SNI 2833:2016. The vehicle configuration as well as the values of axle load and distance between according to the standard are used as loading inputs in the structural analysis using MIDAS CIVIL.

The results nonlinier analysis showed that of the three models, *the A Shape Hanger* outperformed the other 2 models with the specified design criteria. *A Shape* deflection value ranges at 223.10 mm. On the other hand, the stress effectiveness on *the hanger* and *main cable* and the maximum *hanger* is only around 18.67% and 10.06%. Under a comprehensive analysis, the stress value is related to the geometric rigidity of the bridge, although *the Lambda Shape* may outperform the rigidity but when viewed in terms of load *distribution* behavior and *displacement*, *the A Shape Hanger* makes a more significant contribution than the other 2 models.

Keyword: Suspension Bridge, Hanger Configuration, Stress Distribution, *Hanger* Performance, MIDAS CIVIL

PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan tepat waktu. Proposal Tugas Akhir yang berjudul “**Kinerja A Shape Dan Lambda Shape Hanger pada Suspension Bridge**” disusun guna memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana S1 pada program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang maha Esa, karena atas rahmatnya-Nya lah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan secara penuh.
2. Orang Tua Penulis yang memberikan motivasi besar dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil ULM.
5. Para Dosen Penguji, Ibu Ir. Ida Barkiah, M.T.; Bapak Ir. Darmansyah Tjitradi, S.T., M.T.; Ibu Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc. yang telah terlibat dan banyak memberikan masukan dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini
6. Dinas PUPR Kota Banjarmasin terkhusus pada Bidang Jalan dan Jembatan yang telah bersedia memberikan dukungan secara materil berupa izin penelitian dan data – data teknis yang menjadi landasan dalam penyusunan Tugas Akhir Penulis.
7. Dosen Pembimbing Akademik Penulis, Ibu Dr. Eng. Maya Amalia S.T., M.Eng yang senantiasa mendorong penulis dalam berbagai pencapaian dalam dunia perkuliahan penulis.
8. Seluruh staff dan dosen Teknik Sipil FT ULM atas pelajaran yang diberikan selama menempuh Kuliah S-1 di FT ULM.
9. Sahabat terdekat penulis yang selalu membersamai seluruh perjalanan penulis, Teruntuk Alvian Noor Rochman, Fajria Ramadhani, dan Muhammad Naufal. Terimakasih telah memberikan dukungan dan rasa aman secara emosional bagi

penulis, terimakasih juga telah menjadi sahabat dalam suka dan duka bagi penulis. *This friendship really meant to me, let's proof this world if platonic relationship really exist!*.

10. Teman dekat penulis dari grup “Penting 911” yang selalu memberikan masukan dan dukungan emosional kepada penulis.
11. Seluruh Tim yang kebersamai Penulis dalam perjalanan akademik penulis, terimakasih kepada Tim Omnivora, Tim Arcana, Tim Bumi Mangkurat, Tim Mangkurat Spanworks dan seluruh Tim yang pernah penulis ikuti. Terimakasih telah menjadi bagian dari *character development* penulis dan atas kerjasama yang tak terhingga.
12. Seluruh teman – teman *commitee* dari *Lambung Mangkurat Debate Society* yang selalu berbagi ilmu kepada Penulis.
13. Teruntuk orang yang tidak bisa penulis sebutkan namanya, terimakasih telah membunuh mimpi penulis bahkan sebelum penulis bisa bermimpi. Penulis memahami setiap perbuatan punya arti dan penyebab dibaliknya. Terimakasih juga telah mengajarkan bahwa orang yang selalu dibilang “kasihnya sepanjang masa” bagi penulis merupakan orang yang mencoba membunuh penulis itu sendiri, orang yang selalu dibilang “sedekat nadi” tetapi malah mengajarkan penulis untuk memutus nadi itu sendiri dan memilih untuk lebih baik tidak punya nadi sama sekali. Penulis belajar pencapaian sejati bukanlah ketika kita mendapat validasi, tetapi ketika kita merasa hasil kerja kita dapat menjadi manfaat bagi orang lain.
14. Seluruh Rekan – Rekan yang terlibat dan tidak bisa Penulis tuliskan satu per satu.
15. Terakhir, untuk anak kecil yang berada dalam diri penulis “Muhammad Fajri”. Terimakasih untuk tidak menyerah, terimakasih untuk terus berusaha, terimakasih untuk tetap mencoba. Terimakasih atas semua dedikasi yang diberikan selama hidup. Terimakasih telah percaya pada frasa “*When life give you lemon, just make the best lemonade*” dan “*Don't have to be sorry for living and growing up*”. Terimakasih untuk hidup dibawah kaki kamu sendiri, terimakasih untuk menjadi dirimu sendiri walaupun itu berarti buruk bagi orang lain. Terimakasih telah percaya bahwa kamu orang yang layak.

Terimakasih untuk selalu bangkit setelah setiap riuh malam yang selalu meramaikan malammu. *I hope you always be free and May the wind bless your travels.*

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Selain itu penulis juga berharap bahwa Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan semangat kepada semua pihak.

Banjarbaru, 11 Desember 2025

Muhammad Fajri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jembatan (<i>Bridge</i>)	5
2.2 <i>Suspension Bridge</i>	5
2.3 Komponen Struktur Atas Jembatan Gantung	6
2.2.1 <i>Hanger</i>	6
2.2.2 <i>Pylon</i>	9
2.2.3 <i>Gelagar</i>	10
2.2.4 <i>Deck</i>	10
2.2.5 <i>Saddle</i>	10
2.2.6 <i>Pengangkuran</i>	11
2.2.7 <i>Sambungan</i>	11
2.4 Pembebanan Jembatan	11
2.5 Permodelan Numerik	15
2.6 <i>Finite Element</i>	20
2.6.1 <i>Newton Rapshon</i>	26
2.6.2 <i>Eigen vectors</i>	27
2.7 Penelitian Terdahulu	28

BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Bagan Alir	30
3.2 Metode Analisis.....	33
3.2.1 Perhitungan Pembebanan SNI 1725:2016 dan SNI 2833:2016	33
3.2.2 Permodelan Numerik	33
3.2.3 Analisis Statik Desain Existing	35
3.2.4 Analisis Dinamik Desain Existing	35
3.2.5 Permodelan <i>A Shape</i> dan <i>Lambda Shape</i>	35
3.2.6 Perbandingan kinerja Statik dan Seismik.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Pembebanan (SNI 1725:2016)	38
4.2 Permodelan Numerik dan Pembebanan Struktur	45
4.3 Analisis Struktur.....	48
4.3.1 <i>Vertical Shape Model</i>	50
4.3.2 <i>A Shape Model</i>	77
4.3.3 <i>Lambda Shape Model</i>	105
4.4 Perbandingan Kinerja Statik.....	134
4.4.1 Reaksi Perletakan	135
4.4.2 Stress dan Gaya Dalam	138
4.4.3 Vertical Displacement	142
4.4.4 Lateral Displacement.....	145
4.5 Perbandingan Kinerja Seismik	150
4.5.1 Reaksi Perletakan	151
4.5.2 <i>Stress dan Gaya Dalam</i>	155
4.5.3 <i>Vertical Displacement</i>	159
4.5.4 <i>Lateral Displacement</i>	161
BAB V KESIMPULAN	172
5.1 Kesimpulan.....	172
5.2 Saran.....	172
DAFTAR PUSTAKA	174
LAMPIRAN.....	178

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis - Jenis Kabel Struktur Pada Jembatan Gantung	7
Tabel 2. 2 Nilai Faktor Kombinasi Pembebanan (SNI 1725 - 2016).....	15
Tabel 2. 3 Perbedaan Analisis <i>Linear</i> dan <i>Nonlinear</i>	27
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	28
Tabel 3. 1 Spesifikasi Bahan.....	34
Tabel 3. 2 Rekapitulasi Pembebanan	45
Tabel 4. 1 Nilai V_0 dan Z_0 Sesuai SNI 1725:2016 untuk Berbagai Variasi Kondisi (Badan Standardisasi Nasional, 2016).....	43
Tabel 4. 2 Tekanan Angin Dasar Berdasarkan SNI 1725:2016 (Badan Standardisasi Nasional, 2016).....	43
Tabel 4. 3 Rekap Gaya dan <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Vertical Shape Model</i>	51
Tabel 4. 4 <i>Displacement</i> Minimum pada <i>Vertical Shape Model</i>	59
Tabel 4. 5 <i>Displacement</i> Maksimum pada <i>Vertical Shape Model</i>	60
Tabel 4. 6 Rekap Gaya dan <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Vertical Shape Model Dynamic Analysis</i>	67
Tabel 4. 7 Rekap Gaya dan <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>A Shape Model</i>	78
Tabel 4. 8 Rekap Gaya dan <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>A Shape Model Dynamic Analysis</i>	95
Tabel 4. 9 Rekap Gaya dan <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Lambda Shape Model</i>	107
Tabel 4. 10 Rekap Gaya dan <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>A Shape Model Dynamic Analysis</i>	123
Tabel 4. 11 <i>Different Change</i> untuk Hasil Reaksi Perletakan F Antar Model....	136
Tabel 4. 12 <i>Different Change</i> untuk Hasil Reaksi Perletakan M Antar Model ..	136
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Hasil <i>Nonlinier Static Analysis</i>	149
Tabel 4. 14 <i>Different Change</i> untuk Hasil Reaksi Perletakan F Antar Model pada <i>Dynamic Analysis</i>	152

Tabel 4. 15 <i>Different Change</i> untuk Hasil Reaksi Perletakan M Antar Model pada <i>Dynamic Analysis</i>	153
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Hasil <i>Dynamic Analysis</i>	163
Tabel 4. 17 Rekap Indikator Hasil Kinerja Suspension Bridge untuk 3 Model Hanger	165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Bentang Utama Jembatan Cemara Ujung – Sungai Andai (sumber: Dinas PUPR Kota Banjarmasin)	1
Gambar 1. 2 Lokasi Jembatan Cemara Ujung – Sungai Andai.....	1
Gambar 1. 3 (a) Sisi Jembatan Cemara Ujung dan (b) Sisi Jembatan Sungai Andai	2
Gambar 2. 1 Komponen Struktur Jembatan Gantung	6
Gambar 2. 2 Tipe <i>Hanger</i> secara Umum	8
Gambar 2. 3 <i>A Shape Hanger</i>	8
Gambar 2. 4 <i>Lambda Shape Hanger</i>	9
Gambar 2. 5 Klasifikasi Tower Berdasarkan Sistem Struktur (<i>sumber</i> : (Harazaki et al., 2000).	9
Gambar 2. 6 Tipe Gelagar (a) <i>I Girder</i> ; (b) <i>Truss Girder</i> ; (c) <i>Box Girder</i>	10
Gambar 2. 7 Model <i>Three-span, suspension bridge cable system</i>	11
Gambar 2. 8 Skema Pembebanan Lajur Jembatan.....	12
Gambar 2. 9 Pembebanan Truk 500 kN.....	12
Gambar 2. 10 Kurva Respon Spektra.....	13
Gambar 2. 11 Tampilan <i>Interface</i> MIDAS Civil	16
Gambar 2. 12 File Menu MIDAS Civil	17
Gambar 2. 13 Tampilan Menu Struktur	17
Gambar 2. 14 Menu <i>Node/ Element</i>	18
Gambar 2. 15 Menu <i>Properties</i>	18
Gambar 2. 16 Menu <i>Boundary</i>	19
Gambar 2. 17 Menu <i>Load</i>	19
Gambar 2. 18 Menu <i>Analysis</i>	19
Gambar 2. 19 Gaya dan reaksi yang bekerja pada kabel dan balok sederhana simetris	24
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 3. 2 Gambar 3D Detail Jembatan Existing.....	31
Gambar 3. 3 Pengambilan Data Primer Geometrik Jembatan	32
Gambar 3. 4 Pengukuran Muka Air Terhadap Tinggi Jembatan	32

Gambar 3. 5 Tampak Gambar Perencanaan Jembatan Cemara Ujung - Sungai Andai	33
Gambar 3. 6 Model <i>Existing (Vertical Shape Hanger)</i>	34
Gambar 3. 7 Model <i>A Shape Hanger</i>	36
Gambar 3. 8 Model <i>Lambda Shape Hanger</i>	37
Gambar 4. 1 Input Koordinat pada website Desain Spektra Indonesia.....	38
Gambar 4. 2 Input Parameter Tanah dan nilai T(s) sesuai SNI 1725: 2016.....	38
Gambar 4. 3 Hasil Kurva <i>Response Spektrum</i> pada Lokasi Penelitian.....	39
Gambar 4. 4 Hasil PGA, SS, dan S1 dari website Desain Spektra Indonesia.....	39
Gambar 4. 5 Data Hasil Uji N-SPT.....	40
Gambar 4. 6 Data Hasil Uji N-SPT (Lanjutan).....	41
Gambar 4. 7 Arah Angin sesuai SNI 1725:2016.....	43
Gambar 4. 8 <i>Plan View Vertical Shape Hanger</i>	46
Gambar 4. 9 Permodelan <i>Back Analysis (Vertical Shape Hanger)</i>	46
Gambar 4. 10 <i>Plan View A Shape Hanger</i>	46
Gambar 4. 11 Permodelan <i>A Shape Hanger</i>	47
Gambar 4. 12 <i>Plan View Lambda Shape Hanger</i>	47
Gambar 4. 13 Permodelan <i>Lambda Shape Hanger</i>	47
Gambar 4. 14 Input Beban Mati Tambahan (MA).....	48
Gambar 4. 15 Input Beban Lajur (TD).....	48
Gambar 4. 16 Input Beban Rem (TB).....	49
Gambar 4. 17 Input Beban Angin Struktur (E_{w_s}).....	49
Gambar 4. 18 Input Beban Angin Kendaraan (E_{w_L}).....	49
Gambar 4. 19 Hasil Reaksi Perletakan <i>force (F)</i> pada <i>Vertical Shape Model</i>	50
Gambar 4. 20 Hasil Reaksi Perletakan <i>moment (M)</i> pada <i>Vertical Shape Model</i>	51
Gambar 4. 21 Gaya Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Vertical Shape Model</i>	52
Gambar 4. 22 Moment Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Vertical Shape Model</i>	52
Gambar 4. 23 <i>Force at Main Cable Vertical Shape Model</i>	53
Gambar 4. 24 <i>Force</i> Kombinasi Kuat 1.....	54
Gambar 4. 25 <i>Hanger Axial Force Vertical Shape</i>	54

Gambar 4. 26 <i>Bending Moment Major Axis Vertical Shape Model</i>	55
Gambar 4. 27 Potongan Melintang Jembatan	55
Gambar 4. 28 Perilaku Gaya Kabel terhadap Gaya Gelagar (Sumber: Gimsing & Georgakis, 2012)	56
Gambar 4. 29 <i>Main Cable Stress Vertical Shape</i>	57
Gambar 4. 30 <i>Force and Stress Main Cable Vertical Shape Model</i>	58
Gambar 4. 31 <i>Hanger Stress Vertical Shape</i>	58
Gambar 4. 32 Penerapan Vektor Gaya dan Hubungannya terhadap <i>Stress Hanger</i>	59
Gambar 4. 33 <i>Displacement Vertical</i> pada <i>Vertical Shape Model</i>	61
Gambar 4. 34 <i>Deformed Shape</i> arah Z pada <i>Vertical Shape Model</i>	61
Gambar 4. 35 Rotasi Vertikal pada <i>Vertical Shape Model</i>	62
Gambar 4. 36 <i>Displacement</i> Arah X pada <i>Vertical Shape Model</i>	62
Gambar 4. 37 <i>Deformed Shape</i> arah X pada <i>Vertical Shape Model</i>	63
Gambar 4. 38 Rotasi Arah X pada <i>Vertical Shape Model</i>	64
Gambar 4. 39 <i>Displacement</i> Arah Y pada <i>Vertical Shape Model</i>	64
Gambar 4. 40 <i>Deformed Shape</i> Arah Y pada <i>Vertical Shape Model</i>	65
Gambar 4. 41 <i>Displacement</i> Arah Y pada <i>Vertical Shape Model</i> (Faktor Kombinasi tanpa Pengaruh Angin).....	65
Gambar 4. 42 Rotasi Arah Y pada <i>Vertical Shape Model</i>	66
Gambar 4. 43 Hasil Reaksi Perletakan force (F) pada <i>Vertical Shape Model Dynamic Analysis</i>	66
Gambar 4. 44 Hasil Reaksi Perletakan <i>moment</i> (M) pada <i>Vertical Shape Model Dynamic Analysis</i>	67
Gambar 4. 45 Gaya dan Moment Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Vertical Shape Model Dynamic Analysis</i>	68
Gambar 4. 46 <i>Force at Main Cable Vertical Shape Model</i>	69
Gambar 4. 47 <i>Hanger Axial Force Dynamic Analysis Vertical Shape</i>	69
Gambar 4. 48 <i>Bending Moment Major Axis Dynamic Analysis Vertical Shape Model</i>	70
Gambar 4. 49 <i>Main Cable Stress Dynamic Analysis Vertical Shape</i>	71
Gambar 4. 50 <i>Hanger Stress Dynamic Analysis Vertical Shape</i>	71

Gambar 4. 51 <i>Displacement Vertical Dynamic Analysis</i> pada <i>Vertical Shape Model</i>	73
Gambar 4. 52 <i>Displacement</i> Arah Z akibat pengaruh Gaya Dasar Seismik	73
Gambar 4. 53 <i>Displacement</i> Arah X <i>Dynamic Analysis</i> pada <i>Vertical Shape Model</i>	74
Gambar 4. 54 <i>Displacement</i> Arah Y pada <i>Vertical Shape Model</i>	75
Gambar 4. 55 <i>Displacement</i> Arah Y <i>Dynamic Analysis</i> Akibat Gaya Dasar Seismik pada <i>Vertical Shape Model</i>	75
Gambar 4. 56 Distribusi <i>Stress Cable - Truss</i> pada <i>Vertical Shape Model</i>	76
Gambar 4. 57 Hasil Reaksi Perletakan <i>Force (F)</i> pada <i>A Shape Model</i>	77
Gambar 4. 58 Hasil Reaksi Perletakan <i>Moment (M)</i> pada <i>A Shape Model</i>	78
Gambar 4. 59 Gaya dan <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi <i>Pembebanan A Shape Model</i>	79
Gambar 4. 60 <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi <i>Pembebanan A Shape Model</i>	79
Gambar 4. 61 <i>Force at Main Cable A Shape Model</i>	80
Gambar 4. 62 <i>Inclined Section</i> dan <i>Horizontal Section Hanger</i> pada <i>A Shape</i>	81
Gambar 4. 63 Distribusi Gaya pada <i>Inclined Section Hanger A Shape Model</i>	82
Gambar 4. 64 Distribusi Gaya pada <i>Horizontal Section Hanger A Shape Model</i>	82
Gambar 4. 65 Visualisasi Distribusi Gaya <i>Hanger Section</i> pada <i>A Shape Hanger</i> <i>Model</i>	83
Gambar 4. 66 <i>Bending Moment Major Axis A Shape Model</i>	84
Gambar 4. 67 <i>3D Graph Bending Moment Major Axis A Shape Model</i>	84
Gambar 4. 68 <i>Main Cable Stress A Shape Model</i>	85
Gambar 4. 69 <i>Force and Stress Main Cable A Shape Model</i>	86
Gambar 4. 70 <i>Inclined Section Hanger Stress A Shape Model</i>	87
Gambar 4. 71 <i>Horizontal Section Hanger Stress A Shape Model</i>	88
Gambar 4. 72 <i>Displacement Vertical</i> pada <i>A Shape Model</i>	89
Gambar 4. 73 <i>Deformed Shape</i> arah Z pada <i>A Shape Model</i>	89
Gambar 4. 74 Rotasi Vertikal pada <i>A Shape Model</i>	90
Gambar 4. 75 <i>Displacement</i> Arah X pada <i>A Shape Model</i>	90
Gambar 4. 76 <i>Deformed Shape</i> Arah X pada <i>A Shape Model</i>	91

Gambar 4. 77 Rotasi Arah X pada <i>A Shape Model</i>	92
Gambar 4. 78 <i>Displacement</i> Arah Y pada <i>A Shape Model</i>	92
Gambar 4. 79 <i>Deformed Shape</i> Arah Y pada <i>A Shape Model</i>	93
Gambar 4. 80 <i>Displacement</i> Arah Y pada <i>A Shape Model</i> (Faktor Kombinasi tanpa Pengaruh Angin).....	93
Gambar 4. 81 Rotasi Arah Y pada <i>A Shape Model</i>	94
Gambar 4. 82 Hasil Reaksi Perletakan force (F) pada <i>A Shape Model Dynamic Analysis</i>	94
Gambar 4. 83 Hasil Reaksi Perletakan <i>moment</i> (M) pada <i>Vertical Shape Model Dynamic Analysis</i>	95
Gambar 4. 84 Gaya dan Moment Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Vertical Shape Model Dynamic Analysis</i>	96
Gambar 4. 85 <i>Force at Main Cable A Shape Model</i>	97
Gambar 4. 86 Distribusi Gaya <i>Dynamic Analysis</i> pada <i>Inclined Section Hanger A Shape Model</i>	97
Gambar 4. 87 Distribusi Gaya <i>Dynamic Analysis</i> pada <i>Horizontal Section Hanger A Shape Model</i>	98
Gambar 4. 88 <i>Bending Moment Major Axis Dynamic Analysis A Shape Model</i> ..	99
Gambar 4. 89 <i>Stress at Main Cable A Shape Model</i>	99
Gambar 4. 90 Distribusi <i>Stress Dynamic Analysis</i> pada <i>Inclined Section Hanger A Shape Model</i>	100
Gambar 4. 91 Distribusi Gaya <i>Dynamic Analysis</i> pada <i>Horizontal Section Hanger A Shape Model</i>	101
Gambar 4. 92 <i>Displacement Vertical Dynamic Analysis</i> pada <i>A Shape Model</i> ..	102
Gambar 4. 93 <i>Displacement</i> Arah Z akibat pengaruh Gaya Dasar Seismik pada <i>A Shape Model</i>	102
Gambar 4. 94 <i>Displacement</i> Arah X <i>Dynamic Analysis</i> pada <i>A Shape Model</i> ...	103
Gambar 4. 95 <i>Displacement</i> Arah Y pada <i>A Shape Model</i>	103
Gambar 4. 96 <i>Displacement</i> Arah Y <i>Dynamic Analysis</i> Akibat Gaya Dasar Seismik pada <i>A Shape Model</i>	104
Gambar 4. 97 Distribusi <i>Stress Cable - Truss</i> pada <i>A Shape Model</i>	105
Gambar 4. 98 Hasil Reaksi Perletakan <i>Force</i> (F) pada <i>Lambda Shape Model</i> ...	106

Gambar 4. 99 Hasil Reaksi Perletakan Moment (M) pada <i>Lambda Shape Model</i>	106
Gambar 4. 100 Gaya Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Lambda Shape Model</i>	107
Gambar 4. 101 <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Lambda Shape Model</i>	108
Gambar 4. 102 <i>Force at Main Cable Lambda Shape Model</i>	108
Gambar 4. 103 <i>Lower Section</i> dan <i>Upper Section Hanger</i> pada <i>Lambda Shape</i>	109
Gambar 4. 104 <i>Lower Section Distribution Force Hanger Lambda Shape Model</i>	110
Gambar 4. 105 <i>Upper Section Distribution Force Hanger Lambda Shape Model</i>	110
Gambar 4. 106 <i>Bending Moment Major Axis Lambda Shape Model</i>	111
Gambar 4. 107 <i>Main Cable Stress Lambda Shape Model</i>	112
Gambar 4. 108 <i>Force and Stress Main Cable Lambda Shape Model</i>	113
Gambar 4. 109 <i>Lower Section Hanger Stress Lambda Shape Model</i>	114
Gambar 4. 110 <i>Upper Section Hanger Stress Lambda Shape Model</i>	115
Gambar 4. 111 <i>Force and Stress Envelope at Hanger Lambda Shape Model</i>	116
Gambar 4. 112 <i>Displacement Vertikal</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	117
Gambar 4. 113 <i>Deformed Shape Arah Z</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	118
Gambar 4. 114 <i>Rotasi Arah X</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	118
Gambar 4. 115 <i>Displacement Arah X</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	119
Gambar 4. 116 <i>Deformed Shape Arah X</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	119
Gambar 4. 117 <i>Rotasi Arah X</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	120
Gambar 4. 118 <i>Displacement Arah Y</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	120
Gambar 4. 119 <i>Deformed Shape Arah Y</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	121
Gambar 4. 120 <i>Displacement Arah Y</i> pada <i>Lambda Shape Model</i> (Faktor Kombinasi tanpa Pengaruh Angin)	121
Gambar 4. 121 <i>Rotasi Arah Y</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	122
Gambar 4. 122 Hasil Reaksi Perletakan <i>Force (F)</i> pada <i>Lambda Shape Model Dynamic Analysis</i>	122

Gambar 4. 123 Hasil Reaksi Perletakan <i>Moment (M)</i> pada <i>Lambda Shape Model Dynamic Analysis</i>	123
Gambar 4. 124 Gaya dan <i>Moment</i> Maksimum di Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan <i>Lambda Shape Model Dynamic Analysis</i>	124
Gambar 4. 125 <i>Force at Main Cable Lambda Shape Model</i>	124
Gambar 4. 126 Distribusi Gaya <i>Dynamic Analysis</i> pada <i>Lower Section Hanger Lambda Shape Model</i>	125
Gambar 4. 127 <i>3D Graph</i> Distribusi Gaya <i>Dynamic Analysis</i> pada <i>Inclined Section Hanger Lambda Shape Model</i>	126
Gambar 4. 128 <i>Bending Moment Major Axis Dynamic Analysis Lambda Shape Model</i>	127
Gambar 4. 129 <i>Stress at Main Cable Lambda Shape Model</i>	127
Gambar 4. 130 Distribusi <i>Stress Dynamic Analysis</i> pada <i>Lower Section Hanger Lambda Shape Model</i>	128
Gambar 4. 131 <i>3D Graph</i> Distribusi <i>Stress Dynamic Analysis</i> pada <i>Inclined Section Hanger Lambda Shape Model</i>	129
Gambar 4. 132 <i>Displacement Vertical Dynamic Analysis</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	130
Gambar 4. 133 <i>Displacement</i> Arah Z akibat pengaruh Gaya Dasar Seismik pada <i>Lambda Shape Model</i>	130
Gambar 4. 134 <i>Displacement</i> Arah X <i>Dynamic Analysis</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	131
Gambar 4. 135 <i>Displacement</i> Arah Y pada <i>A Shape Model</i>	132
Gambar 4. 136 <i>Displacement</i> Arah Y <i>Dynamic Analysis</i> Akibat Gaya Dasar Seismik pada <i>Lambda Shape Model</i>	132
Gambar 4. 137 Distribusi <i>Stress Cable - Truss</i> pada <i>Lambda Shape Model</i>	133
Gambar 4. 138 <i>Displacement Contour</i> pada 3 Model	134
Gambar 4. 139 Perbandingan Gaya Hasil Reaksi Perletakan	135
Gambar 4. 140 Perbandingan <i>Moment</i> Hasil Reaksi Perletakan.....	135
Gambar 4. 141 Perbandingan Perbedaan Besaran Reaksi Perletakan pada Setiap Kombinasi Pembebanan	137
Gambar 4. 142 Perbandingan Distribusi Gaya dan <i>Stress</i> pada <i>Main Cable</i>	138

Gambar 4. 143 <i>Stress and Force A Shape Model</i> pada Kombinasi <i>Envelope</i>	139
Gambar 4. 144 Selisih <i>Stress Main Cable</i> 3 Model pada Tiap Station.....	139
Gambar 4. 145 Perbandingan Perbedaan Besaran <i>Stress</i> pada Tiap Station.....	140
Gambar 4. 146 Perbandingan Distribusi <i>Stress Hanger</i> pada Kombinasi <i>Envelope</i>	141
Gambar 4. 147 Perbandingan Distribusi Gaya Gelagar pada Kombinasi <i>Envelope</i>	142
Gambar 4. 148 Perbandingan <i>Displacement</i> Vertikal pada Kombinasi <i>Envelope</i>	143
Gambar 4. 149 Perbandingan Perbedaan Besaran <i>Displacement</i> Vertikal pada Tiap Station.....	143
Gambar 4. 150 Perbandingan Pola <i>Displacement</i> Vertikal pada Kombinasi Dominan Angin (Kuat 3).....	144
Gambar 4. 151 Perbandingan Perbedaan Besaran <i>Displacement</i> Vertikal pada Tiap Station (Kombinasi Dominan Angin Kuat 3).....	144
Gambar 4. 152 Perbandingan Pola Rotasi Vertikal pada Kombinasi <i>Envelope</i> .	145
Gambar 4. 153 Perbandingan <i>Displacement</i> Arah X pada Kombinasi <i>Envelope</i> dan Dominan Angin	145
Gambar 4. 154 Perbandingan Perbedaan Besaran <i>Displacement</i> Arah X pada Tiap Station.....	146
Gambar 4. 155 Perbandingan Pola Rotasi Arah X pada Kombinasi <i>Envelope</i> ...	146
Gambar 4. 156 Perbandingan <i>Displacement</i> Arah Y pada Kombinasi Kuat 3 ..	147
Gambar 4. 157 Perbandingan <i>Displacement</i> Arah Y pada Kombinasi Gravitasi	147
Gambar 4. 158 Perbandingan Perbedaan Besaran <i>Displacement</i> Arah Y pada Tiap Station.....	148
Gambar 4. 159 Perbandingan Pola Rotasi Arah Y pada Kombinasi <i>Envelope</i> ...	148
Gambar 4. 160 Rekapitulasi Hasil <i>Nonlinier Static Analysis</i>	149
Gambar 4. 161 <i>Mode Shape</i> pada 3 Model	151
Gambar 4. 162 Perbandingan Hasil Reaksi Perletakan pada Kombinasi Seismik	152
Gambar 4. 163 Perbandingan Perbedaan Besaran Reaksi Perletakan pada Setiap Station pada Pengaruh Seismik	154

Gambar 4. 164 Perbandingan Distribusi Gaya dan <i>Stress</i> pada <i>Main Cable</i> pada Pengaruh Seismik	155
Gambar 4. 165 Selisih <i>Stress Main Cable</i> 3 Model pada Tiap Station pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	156
Gambar 4. 166 Perbandingan Perbedaan Besaran <i>Stress</i> pada Tiap Station pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	157
Gambar 4. 167 Perbandingan Distribusi <i>Stress Hanger</i> pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	158
Gambar 4. 168 Perbandingan Distribusi Gaya Gelagar pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	159
Gambar 4. 169 Perbandingan <i>Displacement</i> Vertikal pada Kombinasi <i>Envelope</i>	159
Gambar 4. 170 Perbandingan Perbedaan Besaran <i>Displacement</i> Vertikal pada Tiap Station pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	160
Gambar 4. 171 Perbandingan Pola Rotasi Vertikal pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	160
Gambar 4. 172 Perbandingan <i>Displacement</i> Arah X pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	161
Gambar 4. 173 Perbandingan Pola Rotasi Arah X pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	162
Gambar 4. 174 Perbandingan <i>Displacement</i> Arah Y pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	162
Gambar 4. 175 Perbandingan Pola Rotasi Arah Y pada Kombinasi Seismik <i>Envelope</i>	163
Gambar 4. 176 Rekapitulasi Hasil <i>Dynamic Analysis</i>	164