

**ANALISIS JEMBATAN SEMBAYAT BARU II MENGGUNAKAN
STRUKTUR BUSUR BAJA PADA STA 0+400 - STA 0+493**

TUGAS AKHIR

**Sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik (S1)**



DISUSUN OLEH:

HAYKAL WILDAN TAMIMI

1553010025

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS JEMBATAN SEMBAYAT BARU II MENGGUNAKAN
STRUKTUR BUSUR BAJA PADA STA 0+400 – STA 0+493**

Disusun oleh :

Haykal Wildan
NPM. 1553010025

**Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur
Pada Tanggal 15 November 2019**

Pembimbing :

1. Pembimbing Utama



Ir. Wahyu Kartini, MT.
NPT. 3 6304 94 0031 1

2. Pembimbing Pendamping


Sumaidi, S.T., M.T.
NPT. 3 7909 05 0204 1

Tim Penguji:

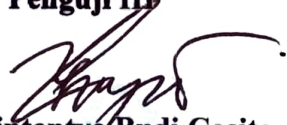
1. Penguji I


Dr. Ir. Made D. Astawa, MT.
NIP. 19530919 198601 1 00 1

2. Penguji II


Sumaidi, S.T., M.T.
NPT. 3 7909 05 0204 1

3. Penguji III


Cintantya Budi Casita, S.T., M.T.
NPK. 172 19931025 069

**Mengetahui, Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur**


Dr. Dra. Jariyah M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

ANALISIS JEMBATAN SEMBAYAT BARU II MENGUNAKAN BUSUR BAJA PADA STA +400 – STA +493

Oleh:

HAYKAL WILDAN TAMIMI

1553010025

ABSTRAK

Perencanaan struktur jembatan perlu mempertimbangkan desain yang tepat agar material yang digunakan menjadi efektif. Saat ini jembatan Sembayat Baru II di Kabupaten Gresik didesain menggunakan jembatan busur beton dengan panjang bentang 93 m dengan sistem *through arch* (lantai kendaraan berada di bawah). Penggunaan material beton dinilai kurang mampu menahan gaya tarik besar yang terjadi pada gelagar lantai dan batang penggantung. Dalam tugas akhir ini akan membahas tentang bagaimana menganalisis stabilitas struktur dan sambungan pada jembatan busur agar menghasilkan struktur yang kuat namun efisien dari segi material. Pada perencanaan ini, batang penggantung menggunakan sistem kabel dalam konfigurasi diagonal agar dapat mengurangi momen lentur akibat beban luar. Jembatan harus mampu menahan beban lateral yang terjadi, oleh karena itu tumpuan pada jembatan menggunakan *pot bearing*. Tahapan awal analisis adalah perhitungan struktur sekunder, kemudian perhitungan gelagar memanjang dan gelagar melintang. Setelah itu, analisis menggunakan program bantu untuk mengeluarkan gaya-gaya dalam pada struktur utama jembatan. Hasil dari perencanaan ini adalah gelagar memanjang menggunakan profil WF 600.300.14.23, gelagar melintang menggunakan profil WF 1000.500.30.45, ikatan angin atas menggunakan profil WF 350.350.12.19, ikatan angin bawah menggunakan profil WF 250.250.14.14, ikatan rem menggunakan profil WF 300.300.10.15, gelagar lengkung menggunakan profil *box* 900.600.27 dengan rasio kapasitas 0,72 dan gelagar lantai menggunakan profil *box* 900.600.23 dengan rasio kapasitas 0,7. Pada analisis struktur jembatan perlu diperhitungkan *accidental load* yaitu kabel diasumsikan mengalami putus pada kabel yang mengalami reaksi terbesar dimana pada perencanaan ini terdapat 2 kabel. Sehingga hal tersebut menghasilkan rasio kapasitas gelagar lantai menurun menjadi 0,83 dan gelagar lengkung menjadi 0,986.

Kata kunci : *arch bridge*, jembatan Sembayat, profil *box*, sambungan, *pot bearing*, stabilitas struktur

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ANALISIS JEMBATAN SEMBAYAT BARU II MENGGUNAKAN STRUKTUR BUSUR BAJA PADA STA 0+400 – STA 0+493”. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan tugas akhir pada program Strata-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pembangunan “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Yang Maha Esa.
2. Kedua orang tua karena telah memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan *study*, bimbingan mental, doa, serta kasih sayang yang selalu tercurah.
3. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Ibu Ir. Wahyu Kartini, MT, selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
6. Bapak Sumaidi, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.

7. Bapak Dr. Ir. Made D. Astawa, MT., atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
8. Ibu Fithri Estikamah, ST, MT, selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
9. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
10. Keluarga besar Universitas Pembangunan “Veteran” Jawa Timur, khususnya teman-teman seperjuangan, atas semua dukungan, semangat, serta kerjasamanya. Khususnya Armet yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas-tugas perkuliahan dan juga Guruh yang telah membantu dalam tugas akhir ini.
11. Seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Sipil, FT-UPN yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis.
12. Dan pihak-pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu atas bantuan yang diberikan demi terciptanya tugas akhir ini.

Kami menyadari proposal tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan proposal tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Surabaya, 5 Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat.....	4
1.6. Lokasi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Umum	6
2.2. Komponen Jembatan	8
2.2.1. Sistem Lengkung	8
2.2.2. Batang Penggantung (<i>Hanger</i>).....	10
2.2.3. Ikatan Angin (<i>Bracing</i>).....	12
2.3. Bantalan (<i>Bearings</i>).....	12
2.4. Sambungan	13
2.4.1. Sambungan Baut.....	14
2.4.2. Sambungan Las	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1. Diagram Alir Perencanaan.....	17
3.2. Studi Literatur.....	18
3.3. Pengumpulan Data Sekunder	18
3.3.1. Data Gambar Eksisting.....	18
3.3.2. Gambar Rencana	19
3.3.3. Data Umum Jembatan Eksisting	19
3.3.4. Data Topografi dan Layout Jembatan	19
3.3.5. Data Tanah.....	20
3.4. Preliminary Design	20
3.4.1. Mutu Bahan:	20
3.4.2. Gelagar	20
3.4.3. Konfigurasi Batang Penggantung.....	20
3.4.4. Konfigurasi Ikatan Angin.....	21
3.4.5. Tebal Pelat Lantai Kendaraan	21
3.4.6. Dimensi Busur	22
3.4.7. Konfigurasi Perletakan Jembatan.....	22
3.5. Pembebanan.....	23
3.5.1. Beban Mati	23
3.5.2. Beban Lajur “D”.....	23
3.5.3. Beban Truk “T”	24
3.5.4. Beban Pejalan Kaki	25
3.5.5. Beban Angin.....	25
3.5.6. Beban Rem	26

3.5.7. Beban Temperatur	26
3.5.8. Beban Gempa	27
3.6. Perhitungan Struktur Sekunder.....	28
3.6.1. Concrete Barrier	28
3.6.2. Pelat Lantai	29
3.7. Perhitungan Gelagar	30
3.7.1. Gelagar Memanjang	30
3.7.2. Gelegar Melintang	30
3.7.3. Gelagar Lantai Kendaraan	31
3.7.4. Gelagar Lengkung	31
3.8. Perhitungan Ikatan Angin.....	31
3.9. Perhitungan Batang Penggantung (<i>Hanger</i>).....	32
3.10. Perhitungan Sambungan	32
3.10.1. Sambungan Baut.....	32
3.10.2. Sambungan Las	34
BAB IV ANALISIS STRUKTUR.....	35
4.1. Perhitungan <i>Concrete Barrier</i>	35
4.1.1. <i>Preliminary Design</i>	35
4.1.2. Perhitungan Pembebanan	36
4.1.3. Perhitungan Penulangan	36
4.2. Perhitungan Pelat Lantai Kendaraan	39
4.2.1. <i>Preliminary Design</i>	39
4.2.2. Perhitungan pembebanan.....	40
4.2.3. Perhitungan Penulangan Pelat Lantai	41

4.2.4. Perhitungan Gaya Geser Pons	43
4.3. Perhitungan Kerb	43
4.3.1. Preliminary Design	44
4.3.2. Perhitungan Pembebanan	44
4.3.3. Perhitungan Penulangan	45
4.4. Perhitungan Gelagar Memanjang	47
4.4.1. Perhitungan Pembebanan	48
4.4.2. Kontrol Lendutan.....	49
4.4.3. Kontrol Local Buckling.....	50
4.4.4. Kontrol Lateral Buckling.....	50
4.4.5. Kontrol Gaya Geser	53
4.4.6. Perhitungan Sambungan	54
4.5. Perhitugan Gelagar Melintang.....	57
4.5.1. Perhitungan Pembebanan	58
4.5.2. Perhitungan Gelagar Melintang Sesudah Komposit.....	62
4.5.3. Kontrol Lendutan.....	63
4.5.4. Kontrol Local Buckling.....	65
4.5.5. Kontrol Gaya Geser	66
4.5.6. Perhitungan Shear Connector	66
4.5.7. Sambungan Gelagar Melintang-Gelagar Lantai Kendaraan.....	67
4.6. Analisis Struktur Menggunakan Program Bantu.....	71
4.6.1. Perhitungan Beban Mati Tambahan	71
4.6.2. Perhitungan Beban Hidup.....	71
4.6.3. Perhitungan Beban Angin (EU).....	75

4.6.4. Perhitungan Beban Rem (TB)	78
4.6.5. Perhitungan Beban Temperatur (TG).....	79
4.6.6. Perhitungan Beban Gempa (EQ)	79
4.6.7. Kombinasi Pembebanan	83
4.6.8. Hasil <i>Output</i>	84
4.7. Perhitungan Ikatan Angin Bawah.....	92
4.7.1. Perhitungan Batang Tarik.....	93
4.7.2. Perhitungan Batang Tekan	96
4.8. Perhitungan Ikatan Angin Atas.....	97
4.8.1. Perhitungan Batang Tarik.....	98
4.8.2. Perhitungan Batang Tekan	102
4.9. Perhitungan Ikatan Rem	104
4.9.1. Perhitungan Batang Tarik.....	105
4.9.2. Perhitungan Batang Tekan	108
4.10. Perhitungan Gelagar Lantai Kendaraan.....	110
4.10.1. Perhitungan Batang Tarik.....	111
4.10.2. Kontrol Momen Lentur.....	113
4.10.3. Kontrol Torsi	114
4.10.4. Rekapitulasi Perhitungan.....	115
4.10.5. Kontrol Interaksi Batang Menahan Gaya Torsi, Geser, dan Aksial	115
4.11. Perhitungan Gelagar Lengkung	116
4.11.1. Perhitungan Batang Tekan	117
4.11.2. Kontrol Momen Lentur.....	120

4.11.3. Kontrol Torsi	121
4.11.4. Rekapitulasi Perhitungan	122
4.11.5. Kontrol Stabilitas Portal Akhir	122
4.12. Perhitungan Batang Penggantung	123
4.13. Kontrol Lendutan	124
4.14. <i>Accidental Load</i>	125
4.14.1. Perencanaan Kabel Putus	125
4.14.2. Hasil Analisa Elemen Struktur Kondisi <i>Accidental Load</i>	125
4.15. Perencanaan <i>Pot Bearings</i>	129
4.16. Interpretasi Data	131
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	137
5.1. Kesimpulan	137
5.2. Saran	138
DAFTAR PUSTAKA	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Jembatan Sembayat Baru II di Kabupaten Gresik pada STA 0+400 - STA 0+493	5
Gambar 1.2. Jembatan Eksisting Sembayat Baru II.....	5
Gambar 2.3. Sistem Lengkung Diperkaku	9
Gambar 2.4. Perbandingan Performa pada Konfigurasi <i>Hanger</i>	11
Gambar 2.5. (a) <i>bracing</i> tipe K, (b) <i>bracing</i> tipe <i>diamond</i> , (c) <i>bracing</i> tipe <i>vierendeel</i>	12
Gambar 2.6. <i>Pot Bearings</i>	13
Gambar 2.7. Jenis-Jenis Sambungan.....	16
Gambar 3.8. Diagram Alir Perencanaan	17
Gambar 3.9. Potongan Memanjang Jembatan Sembayat Baru II	18
Gambar 3.10. Potongan Memanjang Jembatan Rencana.....	19
Gambar 3.11. Konfigurasi Ikatan Angin Atas	21
Gambar 3.12. Konfigurasi Ikatan Angin Bawah.....	21
Gambar 3.13. Konfigurasi Ikatan Rem	21
Gambar 3.14. Konfigurasi <i>Pot Bearings</i>	22
Gambar 3.15. Beban lajur “D”	24
Gambar 2.16. Ilustrasi Beban Hidup “T”	24
Gambar 3.17. Bentuk Tipikal Respon Spektra di Permukaan Tanah	28
Gambar 3.18. Tata Letak Baut	34
Gambar 4.19. <i>Preliminary Design Concrete Barrier</i>	35
Gambar 4.20. Gaya yang Bekerja pada <i>Concrete Barrier</i>	36

Gambar 4.21. Penulangan <i>Concrete Barrier</i>	39
Gambar 4.22. Potongan Melintang Pelat Lantai	39
Gambar 4.23. Faktor Momen Pelat Lantai.....	40
Gambar 4.24. Ilustrasi Gaya Geser Pons	43
Gambar 4.25. Potongan Melintang Gelagar Memanjang	47
Gambar 4.26. Gaya Geser Akibat Beban Mati dan Beban Lajur “D”	53
Gambar 4.27. Gaya Geser Akibat Beban Mati dan Beban Truk “T”	53
Gambar 4.28. Detail Pelat Sambungan pada Gelagar Memanjang.....	54
Gambar 4.29. Geser Blok pada Sambungan Gelagar Memanjang.....	56
Gambar 4.30. Detail Sambungan pada Gelagar Memanjang.....	57
Gambar 4.31. Potongan Gelagar Melintang.....	57
Gambar 4.32. Pembebanan Gelagar Melintang Sebelum Komposit.....	58
Gambar 4.33. Momen Maksimum Gelagar Melintang Sebelum Komposit	59
Gambar 4.34. Pembebanan Gelagar Melintang Sesudah Komposit	59
Gambar 4.35. Momen Maksimum Gelagar Melintang Setelah Komposit.....	59
Gambar 4.36. Pembebanan Gelagar Melintang oleh Beban Lajur “D”	60
Gambar 4.37. Momen Maksimum Gelagar Melintang Akibat Beban Lajur “D” ...	60
Gambar 4.38. Pembebanan Gelagar Melintang oleh Beban Truk “T”	61
Gambar 4.39. Momen Maksimum Akibat Beban Truk “T”	61
Gambar 4.40. Distribusi Tegangan Gelagar Melintang Setelah Komposit.....	62
Gambar 4.41. Transformasi Pelat Beton	63
Gambar 4.42. Skema Pembebanan Gelagar Melintang oleh beban lajur “D”	64
Gambar 4.43. Detail Sambungan pada Gelagar Melintang.....	67
Gambar 4.44. Geser Blok pada Sambungan Gelagar Melintang	69

Gambar 4.45. Detail Gelagar Melintang	70
Gambar 4.46. <i>Input</i> Beban Mati Tambahan pada Pemodelan Struktur	71
Gambar 4.47. Skema Beban BTR dan BGT pada Pemodelan Struktur.....	72
Gambar 4.48. <i>Input</i> Beban Lajur “D” pada Program.....	73
Gambar 4.49. Posisi Beban Truk pada Potongan Melintang Jembatan	73
Gambar 4.50. Penempatan Truk Konvoi.....	74
Gambar 4.51. <i>Input</i> Beban Dinamis Truk pada Program.....	74
Gambar 4.52. Titik Buhul Ikatan Angin Atas	77
Gambar 4.53. <i>Input</i> Beban Angin pada Pemodelan Struktur.....	78
Gambar 4.54. <i>Input</i> Beban Rem pada Struktur	78
Gambar 4.55. Grafik Respon Spektra	81
Gambar 4.56. <i>Input</i> Skala Gempa pada Program SAP2000	83
Gambar 4.57. Mode ke-1 sampai dengan Mode ke-12	86
Gambar 4.58. Mode ke-13 sampai dengan Mode ke-24	87
Gambar 4.59. Garis Pengaruh Momen Gelagar Lengkung.....	88
Gambar 4.60. Garis Pengaruh Aksial Gelagar Lengkung.....	88
Gambar 4.61. Garis Pengaruh Momen Gelagar Lantai.....	88
Gambar 4.62. Garis Pengaruh Aksial Gelagar Lantai.....	89
Gambar 4.63. Diagram Momen Akibat Truk.....	89
Gambar 4.64. Diagram Momen Akibat Beban Lajur “D”	89
Gambar 4.65. Diagram Momen Lateral	89
Gambar 4.66. Garis Pengaruh <i>Frame 216</i>	90
Gambar 4.67. Diagram Gaya Aksial <i>Envelope</i>	91
Gambar 4.68. Diagram Momen <i>Envelope</i>	91

Gambar 4.69. Tampak Atas Ikatan Angin Bawah	92
Gambar 4.70. Detail Sambungan Ikatan Angin Bawah	92
Gambar 4.71. Geser Blok pada Sambungan Ikatan Angin Bawah	95
Gambar 4.72. Tampak Atas Ikatan Angin Atas	97
Gambar 4.73. Detail Sambungan Ikatan Angin Atas	98
Gambar 4.74. Geser Blok pada Sambungan Ikatan Angin Bawah	100
Gambar 4.75. Detail Ikatan Angin Atas	104
Gambar 4.76. Tampak Atas Ikatan Rem	104
Gambar 4.77. Detail Sambungan pada Ikatan Rem	105
Gambar 4.78. Geser Blok pada Sambungan Ikatan Rem	107
Gambar 4.79. Potongan Melintang Jembatan	110
Gambar 4.80. Detail Gelagar Lantai Kendaraan	116
Gambar 4.81. Tampak Samping Jembatan	116
Gambar 4.82. Detail Gelagar Lengkung	123
Gambar 4.83. Lendutan Hasil Analisis	124
Gambar 4.84. Skema Kabel Putus	125
Gambar 4.85. Lendutan Akibat <i>Accidental Load</i>	129
Gambar 4.86. Denah <i>Pot Bearings</i>	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tipe Jembatan Bentang Panjang Menurut Barker dan Puckett.....	7
Tabel 4.2. Reaksi Gaya Geser dan Momen Maksimum	61
Tabel 4.3. Perhitungan Beban Angin pada Struktur Busur	77
Tabel 4.4. Data Penyelidikan Tanah	79
Tabel 4.5. Nilai Parameter Percepatan dan Koefisien Situs.....	81
Tabel 4.6. Nilai Respon Spektra	82
Tabel 4.7. Kombinasi Pembebanan Statis.....	83
Tabel 4.8. Kombinasi Pembebanan Dinamis	83
Tabel 4.9. Rasio Partisipasi Massa.....	84
Tabel 4.10. <i>Base Shear</i>	85
Tabel 4.11. Analisis Garis Pengaruh Momen dan Aksial pada <i>Frame 216</i>	91
Tabel 4.12. Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Profil Gelagar Lantai Kendaraan	115
Tabel 4.13. Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Profil Gelagar Lengkung.....	122
Tabel 4.14. Hasil Analisis Gelagar Lantai Kendaraan Saat Kondisi <i>Accidental Load</i>	125
Tabel 4.15. Hasil Analisis Gelagar Lengkung Saat Kondisi <i>Accidental Load</i> ...	126
Tabel 4.16. Perbandingan Reaksi Gaya pada Kabel Sebelum dan Saat Kondisi <i>Accidental Load</i>	127