

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERILAKU STRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE WARREN DENGAN VARIASI BEBAN KENDARAAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



RIFQI KELANA

03011282126060

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERILAKU STRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE *WARREN* DENGAN VARIASI BEBAN KENDARAAN

TUGAS AKHIR

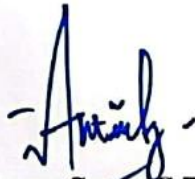
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh :

RIFQI KELANA

03011282126060

**Palembang, Mei 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,**



Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

**Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,**



Dr. H. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Perilaku Struktur Jembatan Rangka Baja Tipe Warren dengan Variasi Beban Kendaraan**”. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
4. Bapak Anthony Costa, S.T, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan.
6. Seluruh dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu sebagai bekal di masa depan serta semua staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan juga staf Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Budi Setiyono, S.T., dan Ibu Ana Puji Rahayu, S.T., M.T., sebagai orang tua dari penulis serta Ananda Ghaitsaa Kaliila sebagai adik dari penulis yang tiada hentinya memberikan dukungan dalam bentuk apapun beserta doa selama masa perkuliahan.
8. Anasthasia Angelica, S.Kep., yang selalu memberikan semangat sekaligus sebagai pengingat bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir, terima kasih telah membersamai dan memberikan warna dalam masa perkuliahan penulis.
9. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2021 dan segenap tim Laboratorium Survey dan Pemetaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya serta beberapa mentor yang terlibat dalam penulisan tugas akhir ini

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Mei 2025

Rifqi Kelana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
HALAMAN ABSTRAK	xvii
HALAMAN ABSTRACT	xviii
HALAMAN RINGKASAN	xix
HALAMAN SUMMARY	xx
PERNYATAAN INTEGRITAS	xxi
HALAMAN PERSETUJUAN	xxii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xxiii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xxiv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Jembatan	6

2.2	Jenis-Jenis Jembatan.....	7
2.3	Jenis-Jenis Jembatan Rangka Baja	10
2.4	Struktur Atas Jembatan.....	12
2.5	Persyaratan Umum Perencanaan Struktur Baja.....	15
2.5.1	Umur Rencana Jembatan.....	15
2.5.2	Dasar Umum Perencanaan	15
2.5.3	Perencanaan Berdasarkan Beban dan Kekuatan Terfaktor (PBKT)	16
2.5.4	Perencanaan Berdasarkan Batas Layan (PBL).....	17
2.5.5	Metode Analisis	17
2.6	Sifat dan Karakteristik Material Baja	18
2.7	Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan.....	18
2.8	Pembebanan.....	22
2.8.1	Beban Permanen.....	23
2.8.2	Beban Lalu Lintas	25
2.8.3	Beban Aksi Lingkungan.....	31
2.8.4	Beban Gempa	35
2.9	Kegagalan Struktur	40
2.10	Variasi Beban Kendaraan	41
BAB 3.....		42
METODOLOGI PENELITIAN		42
3.1	Umum	42
3.2	Studi Literatur.....	42
3.3	Alur Penelitian.....	43
3.4	Preliminary Design.....	44
3.5	Pemodelan Struktur	45
3.6	Pembebanan Struktur Atas Jembatan	49

3.7	Analisis Gaya Pada Stuktur Atas Jembatan.....	49
3.8	Analisis Kekakuan dan Kekuatan pada Struktur Atas Jembatan.....	49
3.9	Perbandingan Hasil Analisis Perilaku Struktur Atas Jembatan Akibat Variasi Pembebanan.....	50
3.10	<i>Timeline</i> Penelitian	50
BAB 4		51
HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Tinjauan Umum.....	51
4.2	Analisis Pembebanan Jembatan	52
4.2.1	Berat Sendiri (MS)	52
4.2.2	Beban Mati Tambahan/Utilitas (MA)	53
4.2.3	Beban Lalu Lintas	54
4.2.4	Beban Akibat Variasi Kendaraan.....	56
4.2.5	Beban Temperatur.....	60
4.2.6	Beban Angin (EW).....	61
4.2.7	Beban Gempa (EQ).....	65
4.3	Analisis Kekuatan pada Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Menggunakan Program <i>Midas Civil</i> 2022	65
4.3.1	Analisis Gaya Dalam Pada Struktur Atas Jembatan	65
4.3.2	Analisis Lendutan Akibat Pembebanan pada Struktur Atas Jembatan	82
4.4	Analisis Rasio Baja Pada Elemen Struktur Atas Jembatan	94
4.4.1	Profil H Beam 175 x 175 x 7,5 x 11	94
4.4.2	Profil H Beam 400 x 400 x 16 x 24	97
4.4.3	Profil WF 700 x 300 x 13 x 24.....	99
4.4.4	Profil H Beam 250 x 250 x 9 x 14	102
BAB 5		105

KESIMPULAN DAN SARAN	105
5.1 Kesimpulan.....	105
5.2 Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA.....	107
LAMPIRAN.....	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jembatan Rangka Baja	7
Gambar 2.2 Jembatan Pelengkung	8
Gambar 2.3 Jembatan <i>Cable Stayed</i>	8
Gambar 2.4 Jembatan Gantung	9
Gambar 2.5 Jembatan Beton	9
Gambar 2.6 <i>Warren Truss Bridge</i>	10
Gambar 2.7 <i>Pratt Truss Bridge</i>	11
Gambar 2.8 <i>Howe Truss Bridge</i>	11
Gambar 2.9 <i>K Truss Bridge</i>	12
Gambar 2.10 Gelagar U <i>Girder</i>	13
Gambar 2.11 Pelat Lantai Jembatan	13
Gambar 2.12 Diafragma Jembatan	14
Gambar 2.13 Perletakan Jembatan	14
Gambar 2.14 Trotoar dan Tiang Sandaran	15
Gambar 2.15 Beban Lajur "D"	28
Gambar 2.16 Pembebanan Truk "T" (500 kN)	29
Gambar 2.17 Faktor Beban Dinamis untuk Beban T untuk Pembebanan Lajur "D"	30
Gambar 2.18 Gradien Temperatur Vertikal pada Bangunan Atas Beton dan Baja	33
Gambar 2.19 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (PGA) untuk Probabilitas Terlampai 7% dalam 75 Tahun	36
Gambar 2.20 Peta Respon Spektra Percepatan 0,2 Detik di Batuan Dasar untuk Probabilitas Terlampai 7% dalam 75 Tahun	36
Gambar 2.21 Peta Respon Spektra Percepatan 1 Detik di Batuan Dasar untuk Probabilitas Terlampai 7% dalam 75 Tahun	37
Gambar 2.22 Bentuk Tipikal Respon Spektra pada Permukaan Tanah	39
Gambar 2.23 Konfigurasi Beban Sumbu	41
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	43

Gambar 3.2 Pemodelan 3D Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Tipe <i>Warren</i> pada <i>Software Midas Civil 2019</i>	45
Gambar 3.3 Tampak Depan Jembatan Rangka Baja Tipe <i>Warren</i>	46
Gambar 3.4 Tampak Samping Jembatan Rangka Baja Tipe <i>Warren</i>	46
Gambar 3.5 Tampak Atas Jembatan Rangka Baja Tipe <i>Warren</i>	47
Gambar 3.6 Tampak Bawah Jembatan Rangka Baja Tipe <i>Warren</i>	47
Gambar 3.7 Dimensi Profil Batang Atas, Batang Bawah, dan Batang Diagonal .	48
Gambar 3.8 Dimensi Profil <i>Bracing</i>	48
Gambar 3.9 Dimensi Profil <i>Stringer</i>	48
Gambar 3.10 Dimensi Profil <i>Cross Girder</i>	49
Gambar 4.1 Sketsa Pembebanan Untuk Beban Lajur “D”	55
Gambar 4.2 Konfigurasi Beban Sumbu	57
Gambar 4.3 <i>Applied Load</i> Kombinasi 1 Pada Jembatan.....	58
Gambar 4.4 <i>Applied Load</i> Kombinasi 2 Pada Jembatan.....	58
Gambar 4.5 <i>Applied Load</i> Kombinasi 3 Pada Jembatan.....	59
Gambar 4.6 <i>Applied Load</i> Kombinasi 4 Pada Jembatan.....	59
Gambar 4.7 <i>Applied Load</i> Kombinasi 5 Pada Jembatan.....	60
Gambar 4.8 Penyebaran Beban Angin Struktur Pada Jembatan	62
Gambar 4.9 Penyebaran Beban Angin Struktur dari Arah Kanan	64
Gambar 4.10 Penyebaran Beban Angin Struktur dari Arah Kiri	64
Gambar 4.11 Hasil Penggambaran Respon Spektra	65
Gambar 4.12 Penomoran Elemen Struktur Pada Jembatan	66
Gambar 4.13 Momen dan Gaya Geser Ultimit Terbesar Berdasarkan Kombinasi Pembebanan SNI 1725 Tahun 2016.....	69
Gambar 4.14 Momen dan Gaya Geser Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 1	70
Gambar 4.15 Momen dan Gaya Geser Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 2	71
Gambar 4.16 Momen dan Gaya Geser Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 3	72
Gambar 4.17 Momen dan Gaya Geser Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 4	73

Gambar 4.18 Momen dan Gaya Geser Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 5	74
Gambar 4.19 Gaya Aksial Ultimit Terbesar Pada Elemen Nomor 44 Keadaan Kuat 1	78
Gambar 4.20 Gaya Aksial Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 1 Pada Elemen Nomor 21	79
Gambar 4.21 Gaya Aksial Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 2 Pada Elemen Nomor 79	79
Gambar 4.22 Gaya Aksial Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 3 Pada Elemen Nomor 115	80
Gambar 4.23 Gaya Aksial Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 4 Pada Elemen Nomor 115	80
Gambar 4.24 Gaya Aksial Ultimit Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 5 Pada Elemen Nomor 115	81
Gambar 4.25 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 64 Akibat Beban Sendiri Jembatan.....	83
Gambar 4.26 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 128 Akibat Beban <i>Steel Deck</i>	83
Gambar 4.27 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 128 Akibat Beban Lantai Kendaraan	84
Gambar 4.28 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 285 Akibat Beban Trotoar.....	84
Gambar 4.29 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 128 Akibat Beban Genangan Air Hujan	85
Gambar 4.30 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 4 Akibat Beban <i>Haindrail</i>	85
Gambar 4.31 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 128 Akibat Beban Lajur	86
Gambar 4.32 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 44 Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 1	87
Gambar 4.33 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 44 Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 2	87

Gambar 4.34 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 44 Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 3.....	88
Gambar 4.35 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 44 Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 4.....	88
Gambar 4.36 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 44 Akibat Variasi Kendaraan Kombinasi 5.....	89
Gambar 4.37 Lendutan Maksimum Pada Nodal Nomor 125 Keadaan Kuat 1.....	91
Gambar 4.38 Penomoran Komponen Struktur Pada Jembatan.....	94
Gambar 4.39 Grafik <i>Result Ratio</i> Profil HB 175 x 175 x 7,5 x 11	95
Gambar 4.40 Komponen Nomor 119 Pada Jembatan.....	95
Gambar 4.39 Grafik <i>Result Ratio</i> Profil HB 400 x 400 x 16 x 24	97
Gambar 4.40 Komponen Nomor 24 Pada Jembatan.....	98
Gambar 4.39 Grafik <i>Result Ratio</i> Profil WF 700 x 300 x 13 x 24.....	100
Gambar 4.40 Komponen Nomor 82 Pada Jembatan.....	100
Gambar 4.39 Grafik <i>Result Ratio</i> Profil HB 250 x 250 x 9 x 14	102
Gambar 4.40 Komponen Nomor 190 Pada Jembatan.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat mekanis baja struktural.....	18
Tabel 2.2 Kombinasi pembebanan dan faktor beban	21
Tabel 2.3 Berat isi untuk beban mati	23
Tabel 2.4 Faktor beban untuk berat sendiri.....	24
Tabel 2.5 Faktor beban untuk beban mati tambahan	25
Tabel 2.6 Jumlah lajur lalu lintas rencana.....	26
Tabel 2.7 Faktor beban akibat beban lajur "D"	27
Tabel 2.8 Faktor beban untuk beban truk "T"	28
Tabel 2.9 Faktor beban dampak dari temperatur/suhu.....	31
Tabel 2.10 Temperatur jembatan rata-rata normal.....	31
Tabel 2.11 Sifat bahan rata-rata dampak dari temperatur	32
Tabel 2.12 Parameter T ₁ dan T ₂	33
Tabel 2.13 Nilai V ₀ dan Z ₀ untuk berbagai macam kondisi permukaan suhu	34
Tabel 2.14 Tekanan angin dasar.....	34
Tabel 2.15 Penjelasan peta gempa	35
Tabel 2.16 Klasifikasi Situs	37
Tabel 2.17 Faktor perluasan untuk PGA dan 0,2 detik (FPGA/Fa).....	38
Tabel 2.18 Besarnya nilai faktor perluasan untuk periode 1 detik (Fv).....	39
Tabel 2.19 Faktor modifikasi respon (R) untuk hubungan di antara elemen struktur	40
Tabel 2.20 Dimensi kendaraan rencana	41
Tabel 3.1 Data struktur perencanaan.....	44
Tabel 3.2 <i>Timeline</i> penelitian.....	50
Tabel 4.1 Dimensi Kendaraan Rencana	56
Tabel 4.2 Variasi Beban Kendaraan.....	57
Tabel 4.3 Perhitungan Beban Angin Struktur (Angin Tekan)	62
Tabel 4.4 Perhitungan Beban Angin Struktur (Anign Hisap)	63
Tabel 4.5 Rekapitulasi Nilai Momen Ultimit Akibat Kombinasi Pembebanan SNI 1725 Tahun 2016.....	67

Tabel 4.6 Rekapitulasi Nilai Gaya Geser Ultimit Akibat Kombinasi Pembebanan SNI 1725 Tahun 2016	68
Tabel 4.7 Rekapitulasi Momen Ultimit Akibat Variasi Kendaraan	75
Tabel 4.8 Rekapitulasi Gaya Geser Ultimit Akibat Variasi Kendaraan	75
Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai Gaya Aksial Ultimit Akibat Kombinasi Pembebanan	77
Tabel 4.10 Rekapitulasi Gaya Aksial Ultimit Akibat Variasi Kendaraan	81
Tabel 4.11 Rekapitulasi Lendutan Akibat Variasi Kendaraan	90
Tabel 4.12 Rekapitulasi Lendutan Jembatan Akibat Kombinasi Pembebanan....	92

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Dimensi Profil Baja untuk Pemodelan Jembatan.....	111
Lampiran 2. Sketsa Pembebanan Untuk Variasi Kendaraan Kombinasi 1	112
Lampiran 3. Sketsa Pembebanan Untuk Variasi Kendaraan Kombinasi 2.....	113
Lampiran 4. Sketsa Pembebanan Untuk Variasi Kendaraan Kombinasi 3.....	114
Lampiran 5. Sketsa Pembebanan Untuk Variasi Kendaraan Kombinasi 4.....	115
Lampiran 6. Sketsa Pembebanan Untuk Variasi Kendaraan Kombinasi 5.....	116
Lampiran 7. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Layan 1.....	117
Lampiran 8. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Layan 2.....	117
Lampiran 9. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Layan 3.....	118
Lampiran 10. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Layan 4.....	118
Lampiran 11. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Fatik	119
Lampiran 12. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Kuat 1	119
Lampiran 13. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Kuat 2.....	120
Lampiran 14. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Kuat 3.....	120
Lampiran 15. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Kuat 4.....	121
Lampiran 16. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Kuat 5.....	121
Lampiran 17. Diagram Momen Ultimit Dalam Keadaan Ekstrem	122
Lampiran 18. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Layan 1	122
Lampiran 19. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Layan 2	123
Lampiran 20. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Layan 3	123
Lampiran 21. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Layan 4	124
Lampiran 22. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Fatik	124
Lampiran 23. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Kuat 1	125
Lampiran 24. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Kuat 2	125
Lampiran 25. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Kuat 3	126
Lampiran 26. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Kuat 4	126
Lampiran 27. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Kuat 5	127
Lampiran 28. Diagram Gaya Geser Ultimit Dalam Keadaan Ekstrem	127
Lampiran 29. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Layan 1	128
Lampiran 30. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Layan 2	128

Lampiran 31. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Layan 3	129
Lampiran 32. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Layan 4	129
Lampiran 33. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Fatik	130
Lampiran 34. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Kuat 1	130
Lampiran 35. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Kuat 2	131
Lampiran 36. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Kuat 3	131
Lampiran 37. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Kuat 4	132
Lampiran 38. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Kuat 5	132
Lampiran 39. Gaya Aksial Ultimit Dalam Keadaan Ekstrem.....	133
Lampiran 40. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Layan 1	133
Lampiran 41. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Layan 2	134
Lampiran 42. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Layan 3	134
Lampiran 43. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Layan 4	135
Lampiran 44. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Fatik	135
Lampiran 45. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Kuat 1	136
Lampiran 46. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Kuat 2	136
Lampiran 47. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Kuat 3	137
Lampiran 48. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Kuat 4	137
Lampiran 49. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Kuat 5	138
Lampiran 50. Lendutan Maksimum Dalam Keadaan Eksrem	138
Lampiran 51. <i>Steel Checking Result</i> Profil HB 175.175.7,5.11.....	139
Lampiran 52. <i>Steel Checking Result</i> Profil HB 400.400.16.24.....	140
Lampiran 53. <i>Steel Checking Result</i> Profil WF 700.300.13.24	141
Lampiran 54. <i>Steel Checking Result</i> Profil HB 250.250.9.14.....	142
Lampiran 55. Lembar Asistensi Tugas Akhir	143
Lampiran 56. Hasil Seminar Sidang Sarjana/ Ujian Tugas Akhir	145
Lampiran 57. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	146
Lampiran 58. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir.....	147

ANALISIS PERILAKU STRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE *WARREN* DENGAN VARIASI BEBAN KENDARAAN

Rifqi Kelana¹⁾, Anthony Costa²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: klanarifqi9@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: anthonymcosta@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Jembatan rangka baja terutama tipe *warren* memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mendistribusikan beban secara merata ke seluruh komponen jembatan. Pada penelitian ini digunakan 5 variasi beban kendaraan sebagai variasi pembebanan lalu lintas yang terdiri dari 3 tipe kendaraan yaitu mobil penumpang, bus, serta truk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta membandingkan perilaku struktur yang dialami oleh jembatan rangka baja tipe *warren* jika diberi variasi beban kendaraan. Pemodelan beserta analisis pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan program MIDAS CIVIL yang berpedoman pada SNI 1725:2016, SNI 2833:2016, RSNI-t-03-2005, serta AISC 360-10. Parameter perilaku struktur yang dianalisis berupa gaya dalam, lendutan, dan rasio kapasitas baja. Selain variasi beban kendaraan diberikan juga kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016 yang terdiri dari keadaan batas kuat sampai dengan keadaan batas layan. Berdasarkan kombinasi pembebanan yang diatur dalam SNI 1725:2016 hasil analisis menunjukkan bahwa gaya dalam terbesar dihasilkan pada kombinasi pembebanan keadaan kuat I, yaitu gaya geser ultimit sebesar 432,81 kN dan gaya aksial ultimit sebesar 1490,4 kN. Sedangkan hasil analisis berdasarkan variasi beban kendaraan menunjukkan bahwa gaya dalam terbesar dihasilkan oleh urutan kendaraan bus-mobil penumpang-mobil penumpang untuk gaya geser ultimit sebesar 58,457 kN dan urutan kendaraan mobil penumpang-bus-mobil penumpang untuk gaya aksial ultimit sebesar 146,933 kN. Hasil analisis perilaku struktur terhadap lendutan dan rasio kapasitas baja yang diakibatkan oleh variasi beban kendaraan serta kombinasi pembebanan menunjukkan tidak ada nilai lendutan maupun rasio kapasitas baja yang melewati batas izin keamanan.

Kata kunci: Jembatan, Rangka *Warren*, Perilaku Struktur, Variasi Beban Kendaraan, *Midas Civil*.

Palembang, Mei 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,



Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

STRUCTURAL BEHAVIOR ANALYSIS OF WARREN TRUSS BRIDGE WITH VARIATION OF VEHICLE LOADS

Rifqi Kelana¹⁾, Anthony Costa²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: k1anarifqi9@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: anthonycosta@ft.unsri.ac.id

Abstract

Warren truss bridge has a very good ability to distribute loads evenly to all bridge components. In this study, 5 variations of vehicle loads were used as a variation of traffic loading consisting of 3 types of vehicles, namely passenger cars, buses, and trucks. This study aims to analyze and compare the structural behavior experienced by the warren type steel frame bridge when given a variation of vehicle loads. Modeling and analysis in this study were carried out with the help of the MIDAS CIVIL program which is guided by SNI 1725: 2016, SNI 2833: 2016, RSNI-t-03-2005, and AISC 360-10. The structural behavior parameters analyzed were internal force, deflection, and steel capacity ratio. In addition to the variation of vehicle loads, a loading combination based on SNI 1725:2016 is also given, which consists of a strong limit state to a service limit state. Based on the loading combination regulated in SNI 1725:2016, the analysis results show that the largest internal force is generated in the loading combination of strong state 1, namely the ultimate shear force of 432.81 kN and the ultimate axial force of 1490.4 kN. While the results of the analysis based on the variation of vehicle loads show that the largest internal force is generated by the bus-passenger car-passenger car vehicle sequence for the ultimate shear force of 58.457 kN and the passenger car-bus-passenger car vehicle sequence for the ultimate axial force of 146.933 kN. The results of the analysis of structural behavior towards deflection along with the steel capacity ratio caused by variations in vehicle loads and loading combinations show that neither the deflection value nor the steel capacity ratio exceeds the safety limit.

Keywords: Bridge, Warren Truss, Structure Behavior, Vehicle Load Variation, Midas Civil.

Palembang, Mei 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,



Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

RINGKASAN

ANALISIS PERILAKU STRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE WARREN DENGAN VARIASI BEBAN KENDARAAN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 21 Mei 2025

Rifqi Kelana; Dimbing oleh Anthony Costa, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxiv + 106 halaman, 73 gambar, 34 tabel, 58 lampiran

Jembatan rangka baja terutama tipe *warren* memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mendistribusikan beban secara merata ke seluruh komponen jembatan. Pada penelitian ini digunakan 5 variasi beban kendaraan sebagai variasi pembebanan lalu lintas yang terdiri dari 3 tipe kendaraan yaitu mobil penumpang, bus, serta truk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta membandingkan perilaku struktur yang dialami oleh jembatan rangka baja tipe *warren* jika diberi variasi beban kendaraan. Pemodelan beserta analisis pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan program MIDAS CIVIL yang berpedoman pada SNI 1725:2016, SNI 2833:2016, RSNI-t-03-2005, serta AISC 360-10. Parameter perilaku struktur yang dianalisis berupa gaya dalam, lendutan, dan rasio kapasitas baja. Selain variasi beban kendaraan diberikan juga kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016 yang terdiri dari keadaan batas kuat sampai dengan keadaan batas layan. Berdasarkan kombinasi pembebanan yang diatur dalam SNI 1725:2016 hasil analisis menunjukkan bahwa gaya dalam terbesar dihasilkan pada kombinasi pembebanan keadaan kuat 1, yaitu gaya geser ultimit sebesar 432,81 kN dan gaya aksial ultimit sebesar 1490,4 kN. Sedangkan hasil analisis berdasarkan variasi beban kendaraan menunjukkan bahwa gaya dalam terbesar dihasilkan oleh urutan kendaraan bus-mobil penumpang-mobil penumpang untuk gaya geser ultimit sebesar 58,457 kN dan urutan kendaraan mobil penumpang-bus-mobil penumpang untuk gaya aksial ultimit sebesar 146,933 kN. Hasil analisis perilaku struktur terhadap lendutan beserta rasio kapasitas baja yang diakibatkan oleh variasi beban kendaraan serta kombinasi pembebanan menunjukkan tidak ada nilai lendutan maupun rasio kapasitas baja yang melewati batas izin keamanan.

Kata kunci: Jembatan, Rangka *Warren*, Perilaku Struktur, Variasi Beban Kendaraan, *Midas Civil*.

SUMMARY

STRUCTURAL BEHAVIOR ANALYSIS OF WARREN TRUSS BRIDGE WITH VARIATION OF VEHICLE LOADS

Scientific papers in form of Final Projects, May 21st, 2025

Rifqi Kelana; Guided by Advisor Anthony Costa, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xxiv + 106 pages, 73 images, 34 tables, 58 attachments

Warren truss bridge has a very good ability to distribute loads evenly to all bridge components. In this study, 5 variations of vehicle loads were used as a variation of traffic loading consisting of 3 types of vehicles, namely passenger cars, buses, and trucks. This study aims to analyze and compare the structural behavior experienced by the warren type steel frame bridge when given a variation of vehicle loads. Modeling and analysis in this study were carried out with the help of the MIDAS CIVIL program which is guided by SNI 1725: 2016, SNI 2833: 2016, RSNI-t-03-2005, and AISC 360-10. The structural behavior parameters analyzed were internal force, deflection, and steel capacity ratio. In addition to the variation of vehicle loads, a loading combination based on SNI 1725:2016 is also given, which consists of a strong limit state to a service limit state. Based on the loading combination regulated in SNI 1725:2016, the analysis results show that the largest internal force is generated in the loading combination of strong state 1, namely the ultimate shear force of 432.81 kN and the ultimate axial force of 1490.4 kN. While the results of the analysis based on the variation of vehicle loads show that the largest internal force is generated by the bus-passenger car-passenger car vehicle sequence for the ultimate shear force of 58.457 kN and the passenger car-bus-passenger car vehicle sequence for the ultimate axial force of 146.933 kN. The results of the analysis of structural behavior towards deflection along with the steel capacity ratio caused by variations in vehicle loads and loading combinations show that neither the deflection value nor the steel capacity ratio exceeds the safety limit.

Keywords: Bridge, Warren Truss, Structure Behavior, Vehicle Load Variation, Midas Civil.

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifqi Kelana

NIM : 03011282126060

Judul : Analisis Perilaku Struktur Jembatan Rangka Baja Tipe *Warren* dengan Variasi Beban Kendaraan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Mei 2025



Rifqi Kelana
NIM. 03011282126060

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Perilaku Struktur Jembatan Rangka Baja Tipe Warren dengan Variasi Beban Kendaraan**” yang disusun oleh Rifqi Kelana, 03011282126060 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Mei 2025.

Palembang, Mei 2025

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

1. Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

( - 24/5)

Anggota:

2. Dr. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010

()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifqi Kelana

NIM : 03011282126060

Judul : Analisis Perilaku Struktur Jembatan Rangka Baja Tipe *Warren* dengan Variasi Beban Kendaraan

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Mei 2025



Rifqi Kelana
NIM. 03011282126060

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Rifqi Kelana
Jenis Kelamin : Laki-Laki
E-mail : klanarifqi9@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Negeri 11 Indralaya	-	-	SD	2008- 2014
SMP Negeri 1 Indralaya	-	-	SMP	2014 - 2017
SMA Negeri 1 Indralaya	-	IPA	SMA	2017 - 2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021- 2025

Riwayat Organisasi:

Nama Organisasi	Jabatan	Periode
Asisten Laboratorium Survey dan Pemetaan	Asisten	2023-2024
UKM Basket Universitas Sriwijaya	Anggota	2022-2024

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Rifqi Kelana

NIM. 03011282126060

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan dibidang transportasi bisa dikategorikan menjadi salah satu prioritas dalam upaya pemerintah guna membantu pertumbuhan pada wilayah tertinggal. Transportasi jalur darat adalah jalur transportasi paling efisien jika dibandingkan dengan jalur lainnya. Akan tetapi ketika terdapat beberapa kendala dalam sebuah rute jalan sehingga diperlukan struktur jembatan sebagai penghubung diantara rute jalan yang terpisah tersebut. Jembatan menjadi peran krusial sebagai akses ataupun sarana penghubung 2 wilayah yang terpisah dikarenakan adanya kendala rintangan seperti sungai, danau, rawa, lembah, jalan raya, rel kereta api, dan perlintasan lainnya (Widiantoro, 2020).

Seiring dengan kemajuan inovasi dan teknologi saat ini terdapat berbagai macam jenis ataupun tipe jembatan. Kemajuan itu bahkan diperlihatkan oleh beberapa material yang digunakan perencana dalam merencanakan strukturnya sampai mendapatkan material yang optimal serta efisien guna menopang berat yang direncanakan. Struktur yang umum digunakan dalam desain struktur jembatan diantaranya adalah struktur baja, struktur baja komposit beton, struktur beton prategang dan struktur beton bertulang (Widiantoro, 2020).

Secara umum tipe jembatan rangka baja lebih menguntungkan dibandingkan dengan tipe jembatan lainnya, hal itu disebabkan oleh batang-batang utama rangka baja menahan gaya aksial tekan atau gaya aksial tarik, konstruksi jembatan rangka baja memiliki bobot lebih ringan, bentang jembatan rangka baja tergolong lebih panjang, pelaksanaan pekerjaan dilapangan lebih mudah jika dibandingkan dengan tipe jembatan lain. Kekakuan potongan melintang jembatan rangka relatif lebih besar dikarenakan tinggi rangka yang dimiliki. Bagian utama rangka batang terbuat dari elemen-elemen yang tidak terlalu besar sehingga perpindahan ke lokasi pembangunan jembatan menjadi lebih efektif. Struktur bangunan atas jembatan rangka baja terdiri dari beberapa bagian batang utama pembentuk rangka batang gelagar induk, gelagar melintang, gelagar memanjang, ikatan angin terdiri dari ikatan angin atas dan ikatan angin bawah, ikatan- ikatan pengaku dan sistem lantai

kendaraan yang membentuk suatu kesatuan struktur yang kaku sehingga tercipta jalur lalu lintas yang aman dan nyaman (Lilu, 2019).

Berdasarkan hal tersebut, ada sejumlah hal yang perlu dipertimbangkan dalam merencanakan struktur atas pada jembatan rangka baja, seperti panjang jembatan, jarak antar rangka, tipe rangka dan lain sebagainya. Perbedaan panjang bentang pada jembatan tentu saja berdampak pada perilaku struktur secara signifikan. Semakin panjang bentang jembatan yang direncanakan tentu akan mengakibatkan berat yang ditanggung akan bertambah besar pada struktur atas jembatan. Begitu pula sebaliknya untuk bentang jembatan yang tidak terlalu panjang akan mengurangi berat yang dihasilkan. Panjang bentang menjadi faktor yang harus diperhitungkan secara teliti dalam analisis perilaku struktur atas jembatan untuk menanggung semua beban yang bekerja tanpa terjadinya kegagalan struktural.

Jembatan tipe rangka baja terdiri atas beberapa tipe yang telah dikenal yaitu diantaranya jembatan rangka baja tipe *warren*, jembatan rangka baja tipe *pratt*, jembatan rangka baja tipe *howe*. Saat ini di Indonesia tipe jembatan rangka baja yang paling umum digunakan adalah tipe *warren truss*. Jembatan rangka baja tipe *warren* merupakan susunan konfigurasi rangka batang yang terdiri dari beberapa kombinasi berbentuk segitiga. Konfigurasi segitiga pada rangka batang tidak dapat berubah bentuk, dengan demikian bentuk segitiga merupakan bentuk konfigurasi yang stabil. Jembatan rangka baja tipe *warren* sangatlah baik dalam mendistribusikan beban secara merata ke beberapa elemen jembatan sehingga jembatan rangka baja tipe *warren* mampu menahan beban lebih baik bila dibandingkan dengan tipe *pratt* ataupun *howe*. Selain itu, jika dibandingkan dengan jembatan tipe *pratt* atau *howe* jembatan rangka baja tipe *warren* memiliki bobot yang ringan dan perakitan yang sederhana sehingga dapat diaplikasikan pada bangunan yang berdimensi besar dengan biaya yang lebih efisien (Sugara et al., 2022). Oleh karena itu, dari beberapa tipe jembatan rangka baja yang telah ditemukan penulis memilih untuk menggunakan tipe *warren* dalam mendesain dan menganalisis perilaku struktur jembatan.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas penulis tertarik untuk melakukan analisis terhadap perilaku struktur atas jembatan rangka baja dengan

variasi pembebanan. Pada saat ini dengan kemajuan inovasi dan teknologi muncul berbagai jenis kendaraan dengan berbagai macam beban sehingga memberikan dampak yang berbeda-beda terhadap struktur jembatan. Maka dari itu penulis memilih beban kendaraan sebagai variasi pembebanan dengan tujuan untuk menganalisis perbandingan perilaku struktur atas jembatan akibat kombinasi pembebanan yang diberikan. Perencanaan struktur jembatan ini dilakukan dengan bantuan *software Midas Civil*, program ini membantu penulis untuk mendesain, membuat, memodifikasi, menganalisis, dan mengoptimalkan model jembatan. Perencanaan struktur ini dilakukan untuk mengetahui perilaku struktur dari jembatan ketika diberikan pembebanan baik beban statik maupun beban dinamik dengan merujuk pada SNI 1725:2016 mengenai pembebanan untuk jembatan dan SNI 2833:2016 mengenai standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan serta RSNI T-03-2005 mengenai perencanaan struktur baja untuk jembatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah seperti berikut:

1. Bagaimana merencanakan struktur atas jembatan rangka baja tipe *warren* dengan standar pembebanan untuk jembatan SNI 1725:2016, standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan SNI 2833:2016 serta sesuai perencanaan struktur baja untuk jembatan RSNI T-03-2005?
2. Bagaimana hasil analisis perilaku struktur atas jembatan rangka baja tipe *warren* ketika diberi variasi beban kendaraan?
3. Bagaimana hasil analisis kegagalan struktur atas jembatan rangka baja tipe *warren* ketika diberi variasi beban kendaraan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas, didapatkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan struktur atas jembatan rangka baja tipe *warren* sesuai dengan standar pembebanan untuk jembatan SNI 1725:2016, standar perencanaan

ketahanan gempa untuk jembatan SNI 2833:2016 dan sesuai perencanaan struktur baja untuk jembatan RSNI-T-03-2005

2. Menganalisis perilaku struktur atas jembatan rangka baja tipe *warren* akibat variasi beban kendaraan
3. Menganalisis dan mengidentifikasi jenis kegagalan struktur atas jembatan rangka baja tipe *warren* akibat variasi beban kendaraan

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan permasalahan serta uraian yang telah dipaparkan pada tujuan dari penelitian di atas, penelitian ini mempunyai ruang lingkup sebagai berikut:

1. Struktur jembatan yang dijadikan objek penelitian adalah jembatan rangka baja dengan tipe *warren*
2. Jembatan rangka baja tipe *warren* dengan panjang bentang sebesar 30 meter
3. Lebar struktur atas jembatan rangka baja tipe *warren* untuk penelitian ini sebesar 9 meter
4. Pemodelan dan analisis struktur pada penelitian ini menggunakan *software* Midas Civil
5. Penelitian ini hanya menganalisis struktur atas jembatan rangka baja dengan tipe *warren* dalam aspek struktural
6. Pembebanan yang dianalisa berupa beban mati, beban hidup, dan beban lingkungan
7. Peraturan mengacu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1725 tahun 2016 mengenai pembebanan untuk jembatan dan SNI 2833 tahun 2016 mengenai standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan serta Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) 03 tahun 2005 mengenai perencanaan struktur baja untuk jembatan.
8. Kelas jembatan direncanakan sebagai jembatan permanen kelas A dengan lebar total jembatan 9 m (lebar trotoar 1 m dan lebar jalan 7 m yang menggunakan beban lalu lintas BM – 100) 100 % sesuai dengan pembebanan pada Spesifikasi Pembebanan untuk Jembatan & Jalan Raya No 12/1970.
9. Kendaraan yang digunakan sebagai variasi pembebanan meliputi 3 jenis kendaraan yaitu mobil penumpang, bus, dan truk.

10. Pada penelitian ini variasi beban kendaraan yang digunakan adalah sebanyak 5 variasi yang terdiri atas berbagai kombinasi kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Steel. (2010). Specifications for Structural Steel Buildings. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 612. <https://doi.org/10.1061/taceat.0001170>
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 2833:2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. 1–70.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2015). SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural Badan Standardisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 289. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). RSNI T-03-2005 Perencanaan struktur baja untuk jembatan Badan Standardisasi Nasional ICS. *Badan Standardisasi Nasional*, 5.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 1725:2016 Standar pembebanan untuk jembatan*.
- Caley, D. H., & Trimurtiningrum, R. (2023). Studi Perencanaan Struktur Atas Jembatan Semending Tuban Dengan Menggunakan Struktur Rangka Baja. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 492–506.
- Chiadighikaobi, P. C., Hasanzadeh, A., Hematibahar, M., Kharun, M., Mousavi, M. S., Stashevskaya, N. A., & Adegoke, M. A. (2024). Evaluation of the mechanical behavior of high-performance concrete (HPC) reinforced with 3D-Printed trusses. *Results in Engineering*, 22(February), 102058. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102058>
- Erzag, A. N., Sentosa, L., & Putra, B. H. R. (2024). PERBANDINGAN VDF JEMBATAN TIMBANG TANJUNG BALIK TERHADAP VDF MDPJ 2017 BERDASARKAN BEBAN AKTUAL. *Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 4247(October 2023), 103–110.
- Ghulam, B. R., & Desmaliana, E. (2021). *ANALISIS DINAMIK JEMBATAN PELENGKUNG (STUDI KASUS : JEMBATAN PALU IV)*. 20(10), 1–14.
- Karnawan, M. G. A. (2021). *Monitoring Kinerja Struktur Atas Jembatan Sardjito I Akibat Beban Fatik pada Sisa Masa Layan Menggunakan Midas Civil 2019*. 63.

- Khaidir. (2023). *Analisis Jembatan I Girder Baja Komposit Terhadap Wilayah Karang Baru Aceh Tamiang*.
- Lilu, D. F. (2019). Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Camel Back Truss Dengan Menggunakan Metode LRFD Di Weutu Kota Atambua, Kab. Belu. Provinsi NTT. *E-Journal Perencanaan Jembatan Rangka Baja*, 3(02), 17–24.
- Manangi, S. R., Sendow, T., & Rumanyar, A. (2019). Analisis Perhitungan Luas Tulangan Gelagar Jembatan Penampang Persegi dan Penampang T Menurut Metode BMS 1992. *Jurnal Sipil Statik*, 7(7), 1–10.
- Muhammad Andi Arif, Moh. Azhar, & Sempurna Bangun. (2024). Analysis of the Capacity of a Warren Type Steel Frame Bridge Using Midas Civil 2019 Software. *International Journal on Livable Space*, 8(1), 29–36. <https://doi.org/10.25105/livas.v8i1.18746>
- Shi, Z., Yu, W., Gu, J., Li, J., & Zhong, M. (2021). Mechanical behaviour of a novel floor system with horizontal K-shaped brace in Long-span High-speed railway steel truss Cable-stayed bridge. *Engineering Structures*, 249(September), 113270. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113270>
- Sugara, Y. A., Wardi, & Naumar, A. (2022). Perencanaan Jembatan Rangka Baja Tipe Warren Truss Di Kota Padang. *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, 2(1), 43–44.
- Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Departemen Pekerjaan Umum. (1997). Direktorat Jenderal Bina Marga. *Nusa Media*, 038, 1–54.
- Tumimomor, J. E. E., Manalip, H., & Mandagi, R. J. . (2020). ANALISIS RESIKO PADA KONSTRUKSI JEMBATAN DI SULAWESI UTARA. *Jurusan Arsitektur*, 6(2), 235–241.
- Vanova, P., Sun, Z., Odinson, O. E., & Jiang, Z. (2023). Dynamic response analysis of a model truss bridge considering damage scenarios. *Engineering Failure Analysis*, 151(June), 107389. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107389>
- Walujodjati, E., & Sauri Al Qurthubi, S. (2023). Analisis Struktur Gelagar Jembatan Steel Box Girder Tipe Komposit Baja-Beton. *Jurnal Konstruksi*,

21(2), 156–165. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.21-2.1331>

Widiantoro. (2020). ANALISIS PERILAKU STRUKTUR JEMBATAN COMPOSITE GIRDER DENGAN BENTANG TERTENTU. *Student Journal GELAGAR*, 3(2), 1–9.