

TUGAS AKHIR

**DESAIN USULAN STRUKTUR ATAS JALAN LINGKAR LUAR
BARAT SURABAYA BERDASARKAN SNI 1729:2020
MENGUNAKAN KONSTRUKSI RANGKA BAJA TYPE WARREN
TRUSS. PADA STA 162.58M+193.5M S/D STA 193.5M+223.3M**



SYAIFULLAH YUSUF

NPM: 22.11.0043

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Oleh :
Syaifullah yusuf
22.11.0043

Tanggal Ujian : 22 Juni 2026

Disetujui oleh :
Dosen Pembimbing,


Dr. Ir. Siswono, MT
NIK: 00301 - LB

Mengetahui



Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Anang Rukuh Adisusilo, S.T., M.T.

NIP: 197802152015041001

Ketua Program Studi Teknik Sipil,


Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

NIK: 93190-ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Desain Usulan Struktur Atas Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya Berdasarkan
Sni 1729:2020 Menggunakan Konstruksi Rangka Baja Type Warren Truss.
Pada Sta 162.58m+193.5m S/D Sta 193.5m+223.3m
Nama : Syaifullah Yusuf
NPM : 22110043

Tanggal Ujian : 22 Juni 2026

Disetujui oleh :

Dosen Penguji I



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T

NIK: 93190-ET

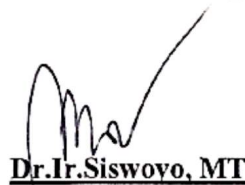
Dosen Penguji II



Dr. Ir. Soerjandani Priantoro, M, M.T.

NIK: 9425-ET

Mengetahui,
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Siswoyo, MT

NIK: 00301 – LB

**DESAIN USULAN STRUKTUR ATAS JALAN LINGKAR LUAR BARAT
SURABAYA BERDASARKAN SNI 1729:2020 MENGGUNAKAN
KONSTRUKSI RANGKA BAJA *TYPE WARREN TRUSS*. PADA STA
162.58M+193.5M S/D STA 193. 5M+223.3M**

ABSTRAK

Jembatan Jalan Lingkar Luar Barat (JLLB) Surabaya merupakan infrastruktur transportasi yang berperan penting dalam mendukung mobilitas dan konektivitas wilayah. Seiring meningkatnya kebutuhan transportasi, diperlukan perencanaan struktur yang lebih efisien dan memenuhi persyaratan keamanan sesuai standar yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang struktur atas Jembatan JLLB menggunakan sistem rangka baja tipe Warren Truss pada bentang 65 meter. Pemilihan Warren Truss didasarkan pada kemampuannya mendistribusikan beban secara efisien melalui elemen-elemen yang dominan menerima gaya aksial sehingga menghasilkan struktur yang ringan, kuat, dan ekonomis. Perencanaan dilakukan berdasarkan SNI yang berlaku Analisis struktur dilakukan menggunakan program SAP2000 dengan mempertimbangkan beban mati, beban mati tambahan, beban lalu lintas, beban rem, beban angin, beban temperatur, dan beban gempa. Hasil analisis digunakan untuk menentukan dimensi profil baja, merencanakan sambungan baut mutu tinggi ASTM A325, serta melakukan kontrol kekuatan dan daya layan struktur. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa seluruh elemen struktur memenuhi persyaratan kekuatan terhadap tarik, tekan, lentur, dan geser berdasarkan metode Load and Resistance Factor Design (LRFD). Selain itu, lendutan yang terjadi masih berada di bawah batas yang diizinkan sehingga memenuhi kriteria pelayanan struktur. Sambungan baut yang direncanakan juga mampu menahan gaya yang bekerja dengan tingkat keamanan yang memadai. Berdasarkan hasil tersebut, penggunaan sistem Warren Truss pada Jembatan JLLB Surabaya dinilai mampu memberikan struktur yang aman, efisien, dan sesuai dengan ketentuan standar perencanaan jembatan baja di Indonesia.

Kata Kunci: Jembatan Baja, Warren Truss, SAP2000, LRFD, Struktur Atas Jembatan.

***Redesign of the Superstructure of the West Outer Ring Road Bridge
(JLLB) Surabaya Based on SNI 1729:2020 Using a Warren Truss Steel
Structure at STA 162+193.5 to STA 193+223.3***

ABSTRAK

The West Outer Ring Road Bridge (JLLB) in Surabaya is an important transportation infrastructure that supports regional connectivity and traffic mobility. Along with the increasing demand for transportation facilities, a more efficient and reliable structural design is required to meet current engineering standards. This study aims to redesign the bridge superstructure using a Warren Truss steel system for a 65-meter span. The Warren Truss configuration was selected because of its efficiency in distributing loads through members primarily subjected to axial forces, resulting in a lightweight, strong, and economical structure. The design process was carried out in accordance with SNI 1725:2016 for Bridge Loading, SNI 1729:2020 for Structural Steel Design Specifications, and SNI 2833:2016 for Seismic Design of Bridges. Structural analysis was performed using SAP2000 software by considering dead loads, additional dead loads, traffic loads, braking loads, wind loads, temperature loads, and earthquake loads. The analysis results were used to determine steel member dimensions, design ASTM A325 high-strength bolted connections, and verify structural strength and serviceability requirements. The results indicate that all structural members satisfy the required strength criteria against tension, compression, bending, and shear based on the Load and Resistance Factor Design (LRFD) method. Furthermore, the calculated deflection remains within the allowable serviceability limits. The designed bolted connections are also capable of resisting the applied forces with adequate safety levels. Therefore, the Warren Truss system is considered a suitable solution for the JLLB Bridge redesign, providing a safe, efficient, and reliable bridge structure that complies with Indonesian steel bridge design standards.

Keywords: *Steel Bridge, Warren Truss, SAP2000, LRFD, Bridge Superstructure.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan Tugas Akhir ini adalah syarat akademik yang wajib diselesaikan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. maka dari itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Anang Dr. Anang Kukuh Adisusilo, S. T. , M. T. , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M. T. , selaku Kepala Prodi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M. T. dan Bapak Dr. Ir. Soerjandani Priantoro, M. M. , M. T. , sebagai dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini
4. Bapak Dr. Ir. Siswoyo, M. T. , selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir ini
5. Seluruh dosen dan staf Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya atas ilmu, pengalaman, dan wawasan yang diberikan selama masa studi.
6. Ayah dan Ibu serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2022, yang selalu memberikan dukungan, doa, serta memberikan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi akademis serta menambah wawasan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Sipil.

Surabaya, 15 Juli 2026

Penulis,

Syaifullah Yusuf

NPM: 22.11.0043

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK.....	iii
BAB I PENDAHULUAN	14
1.1 Latar Belakang	14
1.2 Rumusan Masalah	18
1.3 Maksud dan tujuan perencanaan	18
1.4 Batasan perencanaan	19
1.5 Manfaat Perencanaan	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	20
2.1 Pengertian Jembatan dan Klasifikasi Jembatan	20
2.1.1 Pengertian Jembatan.....	20
2.1.2 Klasifikasi Jembatan	22
2.2 Teori Perencanaan Struktur Atas Jembatan.....	24
2.3 Tipe-tipe jembatan rangka baja.....	25
2.4 Jembatan Warren Truss	26
2.5 Struktur Rangka Batang	27
2.6 Jembatan PCI Girder	27
2.6.1 Pengertian PCI Girder	27
2.6.2 Karakteristik PCI Girder	28
2.6.3 Kelebihan dan kekurangan PCI Girder dan Warren truss	28

2.7 Perbandingan PCI Girder dan warren Truss.....	28
2.8 Metode Erection Struktur Jembatan.....	29
2.8.1 Pengertian Erection.....	29
2.8.2 Tujuan Erection.....	29
2.8.3 Metode Erection PCI Girder.....	29
2.8.4 Metode Erection Warren Truss.....	29
2.8.5 Pertimbangan Pemilihan Warren Truss Berdasarkan Aspek Erection.....	29
2.9 Pembebanan Pada Struktur Jembatan Menurut SNI 1725-2016.....	30
2.9.1 Beban Permanen	30
2.9.2 Beban Lalu Lintas	32
2.9.3 Beban Aksi Lingkungan.....	36
2.10 Perencana Struktur Atas Jembatan Tipe <i>Warren Truss</i>	48
2.10.1 Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang.....	48
2.10.2 Teori Perhitungan Balok.....	52
2.10.3 Rangka Utama dan Ikatan Angin.....	54
2.10.4 Sambungan baut dan las	57
2.10.5 Pelat lantai	61
2.11 Penelitian Terdahulu.....	65
2.12 Kerangka Konseptual Berpikir.....	67
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	70
3.1 Data Perencanaan Struktur Atas Jembatan.....	70
3.2 Diagram Alir Perencanaan.....	71
3.4 Melakukan Studi Pustaka	74
3.5 Pengumpulan Data	74
3.6 (Preliminary Design).....	74
3.7 Struktur Atas.....	74

3.8 Analisa Pembebanan yang Bekerja	75
3.9 Perencanaan Struktur Atas Jembatan	75
3.10 Pemodelan Struktur Menggunakan SAP2000 v.14.....	76
BAB IV DATA ANALISIS DATA	77
4.1 Teknik Pengumpulan Data	77
4.1.1 Data Lalu Lintas.....	77
4.1.2 LHR Tahunan	78
4.1.3 Lalu Lintas Tahun Rencana	80
4.2 Data Tanah.....	82
4.3 Data Geometri.....	86
4.4 Preliminary Design.....	88
4.4.1 Preliminary Pelat Lantai	88
4.4.2 Preliminary Gelagar Memanjang (SNI 1729:2020).....	90
4.4.3 Preliminary Gelagar Melintang (SNI 1729:2020)	91
4.4.4 <i>Preliminary</i> Rangka Induk (SNI 1729:2020)	93
4.4.5 Perhitungan Ikatan Angin.....	95
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	97
5.1 Perencanaan Srtruktur Atas Jembatan.....	97
5.1.1 Perencanaan Pelat Lantai.....	97
5.1.2 Perencanaan Gelagar Memanjang.....	108
5.1.3 Perencanaan Gelagar Melintang	126
5.1.4 Perencanaan Rangka Induk	138
5.1.5 Perencanaan Ikatan Angin.....	176
5.1.6 Perencanaan Sambungan	181
5.1.7 Analisi fatik	198

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	202
6.1 Kesimpulan	202
6.2 Saran.....	203
DAFTAR PUSTAKA.....	204
LAMPIRAN	207

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data laju pertumbuhan penduduk.....	14
Gambar 1. 2 JLLB Kota Surabaya.....	15
Gambar 1. 3 Lokasi JLLB Kota Surabaya	16
Gambar 1. 4 JLLB Kota Surabaya.....	17
Gambar 1. 5 Tabel 1. 1Contoh Jembatan Type Warren Truss	18
Gambar 2. 1 Beban Lajur “D”	33
Gambar 2. 2 Pembebanan Truk	34
Gambar 2. 3 Faktor beban dinamis untuk beban T untuk pembebanan lajur “D”	35
Gambar 2. 4 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	42
Gambar 2. 5 Peta respon spektra percepatan 0.2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	43
Gambar 2. 6 Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	43
Gambar 2. 7 Bentuk tipikal respon spektra di permukaan tanah.....	44
Gambar 2. 8 Kerangka Konseptual Berpikir.....	69
Gambar 3. 1 Potongan memanjang jembatan.....	71
Gambar 3. 2 Denah jembatan	71
Gambar 3. 3 Diagram alir perencanaan	73
Gambar 4. 1 Respon Spectrum Kota Surabaya	85
Gambar 4. 2 Gambar Lokasi JLLB.....	86
Gambar 4. 3 Potongan Melintang Perencanaan JLLB.....	87
Gambar 4. 4 Potongan Memanjang Perencanaan JLLB	88
Gambar 4. 5 Pembebanan Truk	89
Gambar 5. 2 Pembebanan Truk	99
Gambar 5. 3 Detail tulangan pokok dan bagi.....	108
Gambar 5. 4 Denah jembatan	108
Gambar 5. 5 Potongan melintang letak gelagar memanjang dan jaraknya.....	109
Gambar 5. 6 Gambar ikhtisar momen.....	110
Gambar 5. 7 Konfigurasi beban segitiga.....	112
Gambar 5. 8 Lebar efektif pelat.....	116

Gambar 5. 9 Garis netral	117
Gambar 5. 10 Tegangan sebelum komposit	118
Gambar 5. 11 Tegangan sesudah komposit.....	119
Gambar 5. 12 Detail Shear Stud	125
Gambar 5. 13 Detail Shear Stud	125
Gambar 5. 14 Potongan memanjang letak gelagar melintang dan jaraknya	126
Gambar 5. 15 Ikhtiar momen.....	127
Gambar 5. 16 Konfigurasi beban segitiga.....	128
Gambar 5. 17 Beban terpusat	131
Gambar 5. 18 Potongan melintang	139
Gambar 5. 19 Beban sendiri yang bekerja pada gelagar memanjang.....	141
Gambar 5. 20 Beban mati tambahan yang bekerja pada gelagar memanjang.....	143
Gambar 5. 21 Faktor beban dinamis untuk beban T untuk pembebanan lajur “D”	145
Gambar 5. 22 Pembebanan lajur D.....	145
Gambar 5. 23 Pembebanan pejalan kaki.....	146
Gambar 5. 24 Pembebanan railing.....	147
Gambar 5. 25 Pembebanan rem.....	150
Gambar 5. 26 Pembebanan angin tekan dan angin hisap.....	153
Gambar 5. 27 Pembebanan angin kendaraan	155
Gambar 5. 28 Pembebanan gempa arah x dan y.....	159
Gambar 5. 29 Denah sambungan.....	181
Gambar 5. 30 Desain sambungan baut Join A kiri	187
Gambar 5. 31 Desain sambungan baut Join B.....	187
Gambar 5. 32 Desain sambungan baut Join A kanan	188
Gambar 5. 33 Desain sambungan baut Join C kiri	189
Gambar 5. 34 Desain sambungan baut Join C kanan	189
Gambar 5. 35 Desain sambungan ikatan angin	193
Gambar 5. 36 Desain sambungan ikatan angin	194
Gambar 5. 37 Desain sambungan baut gelagar memanjang ke gelagagar melintang	198
Gambar 5. 38 Plot curva S-N	200

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat jenis	30
Tabel 2. 2 Beban Berat untuk Sendiri.....	31
Tabel 2. 3 Beban Mati Tambahan.....	32
Tabel 2. 4 Faktor beban lajur D.....	33
Tabel 2. 5 Temperatur Jembatan Rata-Rata Nominal.....	37
Tabel 2. 6 Temperatur Jembatan Rata rata Nominal	37
Tabel 2. 7 Nilai V0 dan Z0 Untuk Berbagai Variasi Kondisi Permukaan Hulu	38
Tabel 2. 8 Tekanan Angin Dasar	39
Tabel 2. 9 Tekanan Angin Dasar (PB) untuk Berbagai Sudut Serang.....	40
Tabel 2. 10 Komponen Beban Angin yang Bekerja pada Kendaraan	40
Tabel 2. 11 Penjelasan Peta Gempa.....	42
Tabel 2. 12Dimensi lubang nominal, mm.....	57
Tabel 2. 13 Lebar jarak tepi minimum antar baut dengan berbagai ukuran	58
Tabel 2. 14 Kuat Nominal Baut.....	59
Tabel 2. 15 Ketebalan Pelat Minimum	62
Tabel 2. 16 Rasio Tulangan Minimum	63
Tabel 2. 17 Tabel Luas Tulangan susut	64
Tabel 2. 18 Penelitian Terdahulu.....	65
Tabel 4. 1 Data Perencanaan LHR	77
Tabel 4. 2 Nilai EMP Untuk Jalan Tipe 8/2 TT	77
Tabel 4. 3 Analisa Lalu Lintas Satuan Mobil Perhari.....	78
Tabel 4. 4 Seasonal Variation.....	79
Tabel 4. 5 Analisa LHRT	79
Tabel 4. 6 Faktor Laju Pertumbuhan Penduduk.....	80
Tabel 4. 7 Lalu Lintas Harian Rata-Rata Akhir Umur Rencana 20-100 Tahun.....	80
Tabel 4. 8 Teknisi Untuk Ruas Jalan Dalam Sistem Jaringan Jalan Primer	81
Tabel 4. 9 Tabel Boring	82
Tabel 4. 10 Perhitungan N.....	83
Tabel 4. 11 Kelas Situs ditulis	84
Tabel 4. 12 Rekap Beban Truk.....	89

Tabel 4. 13 Rekap hasil perhitungan <i>preliminary design</i>	96
Tabel 4. 14 Element forces frames	118
Tabel 5. 1 Tabel yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata.....	99
Tabel 5. 2 Rekap Beban Truk.....	100
Tabel 5. 3 Tabel bittner momen mxm.....	101
Tabel 5. 4 Tabel bittner momen mym.....	102
Tabel 5. 5 Tabel bittner momen mxm.....	103
Tabel 5. 6 Tabel bittner momen mym.....	104
Tabel 5. 7 Element forces frames	110
Tabel 5. 8 Element forces frames	127
Tabel 5. 9 Element forces frames	135
Tabel 5. 10 Total berat sendiri struktur.....	155
Tabel 5. 11 Paramter spectrum	156
Tabel 5. 12 Variable Spectrum.....	157
Tabel 5. 13 Kombinasi beban.....	160
Tabel 5. 14 Element forces frames	161
Tabel 5. 15 Join displacement	165
Tabel 5. 16 Element forces frames	166
Tabel 5. 17 Join displacement	169
Tabel 5. 18 Element forces frames	169
Tabel 5. 19 Element forces frames	176
Tabel 5. 20 Element forces frames	181
Tabel 5. 21 Element forces frames	190
Tabel 5. 22 Element forces frames	194