

**ANALISA LENDUTAN RANGKA BATANG AKIBAT BEBAN TETAP
DAN SEMENTARA TERHADAP JEMBATAN RANGKA
(Studi Kasus : Jembatan Desa Petapahan Kec. Gunung Toar Kab. Kuantan
Singingi)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau*



Oleh

FELDI KURNIAWAN

133110021

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU 2020**

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahil'alamina, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya berupa akal, pikiran serta kesehatan jasmani dan rohani kepada penulis sehingga tetap bersemangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan harapan. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi besar Muhammad SAW, berkat perjuangan beliau kita bisa menikmati manisnya ilmu pengetahuan hingga saat ini.

Melalui proses yang panjang akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA LENDUTAN RANGKA BATANG AKIBAT BEBAN TETAP DAN SEMENTARA TERHADAP JEMBATAN RANGKA (Studi Kasus : Jembatan Desa Petapahan Kec. Gunung Toar Kab. Kuantan Singingi)”** yang disusun sebagai persyaratan mengikuti kurikulum akademis pada Program Studi Teknik Sipil, Teknik Universitas Islam Riau sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Isi dari penelitian ini adalah Analisa Lendutan Rangka Batang Akibat Beban Tetap Dan Sementara Terhadap Jembatan Rangka dengan Kombinasi Pembebanan sesuai Menurut SNI 1725-2016

Mengingat keterbatasan akan kemampuan yang penulis miliki, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan untuk dunia pendidikan pada umumnya.

Pekanbaru, Desember 2020

Penulis

FELDI KURNIAWAN

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahrabbi' alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISA LENDUTAN RANGKA BATANG AKIBAT BEBAN TETAP DAN SEMENTARA TERHADAP JEMBATAN RANGKA (Studi Kasus : Jembatan Desa Petapahan Kec. Gunung Toar Kab. Kuantan Singingi)”**. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, dorongan dan motivasi dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi SH., MCL. selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Mursyidah, M.Sc. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri ST, MT. selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik dan Universitas Islam Riau dan selaku penguji I pada penelitian tugas akhir ini.
5. Bapak Akmar Efendi, S.kom, M.kom. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati, ST., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan sekaligus sebagai Penguji Tugas Akhir.
7. Ibu Sapitri ST. MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono., MMT. selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan sekaligus Pembimbing Tugas Akhir
9. Ibu Sri Hartati Dewi, ST, MT, selaku penguji II pada penelitian tugas akhir ini.

10. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau .
11. Bapak dan Ibu Dosen, staff Tata Usaha serta karyawan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Untuk kedua orang tua tercinta Bapak Muhammad Nasir, S.Pd.i dan ibu Anarkale, S.sos (Almh) orang yang paling hebat di dunia ini, orang yang selalu tidak pantang menyerah dalam memberikan do'a, bantuan dan dukungan, kasih sayang, pengorbanan dan semangat di setiap langkah perjalanan dalam menuntut ilmu, sekaligus orang yang banyak mengetahui keluh kesahku pada saat menyusun tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan limpahan rahmat serta pahala yang berlipat ganda di dunia dan akhirat dikemudian hari. Amin Ya Rabbal Alamin.



Pekanbaru, Desember 2020

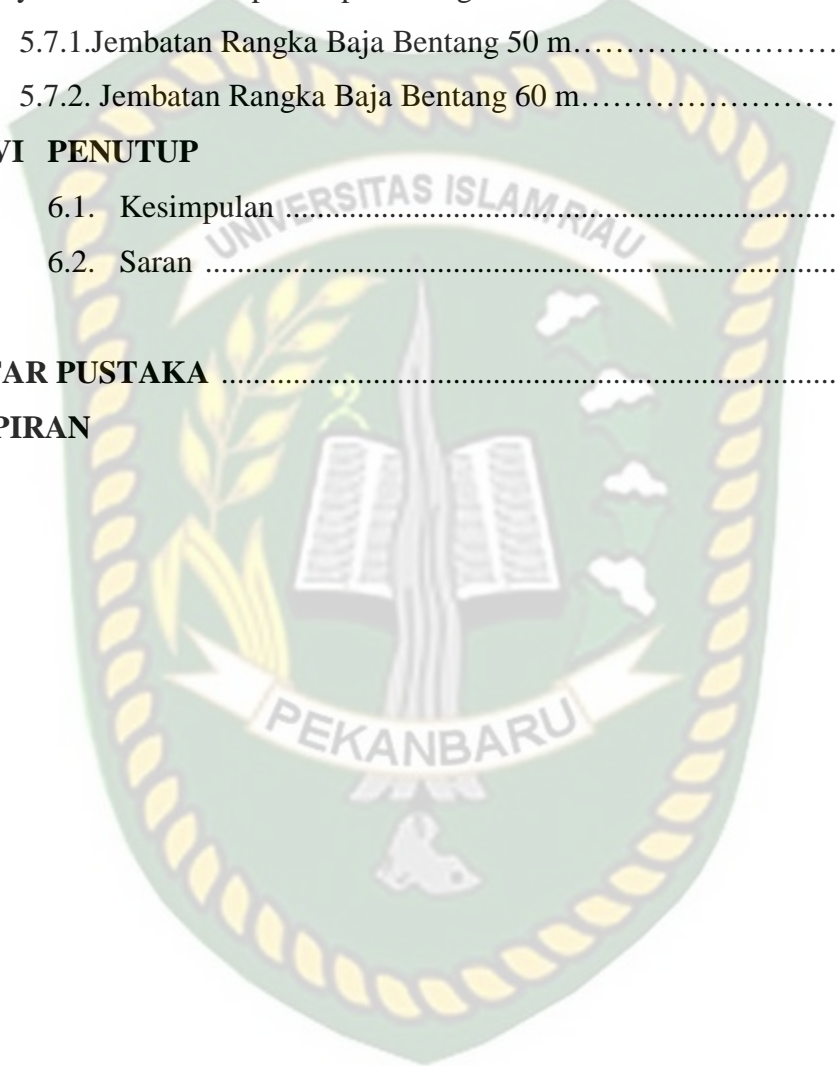
FELDI KURNIAWAN

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	4
2.2. Penelitian Terdahulu	4
2.3. Keaslian Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Jembatan	9
3.2. Spesifikasi Jembatan Menurut Mina Marga	9

3.3. Komponen Struktur Jembatan	11
3.3.1. Struktur Atas (<i>Superstructure</i>).....	11
3.3.2. Struktur Bawah (<i>Substructures</i>).....	11
3.3.3. Pondasi (<i>Foundation</i>).....	12
3.4. Jembatan Rangka Baja	12
3.4.1. Tipe Pemodelan Jembatan Rangka Baja.....	13
3.5. Pembebanan Pada Jembatan	17
3.5.1. Beban Primer.....	17
3.5.2. Beban Sekunder	21
3.5.3. Beban Khusus.....	26
3.6. Beban Kombinasi	26
3.7. Pengaruh Beban Dinamik.....	29
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1. Jenis Penelitian	31
4.2. Objek Penelittian	31
4.3. Tahapan Penelitian	32
4.4. Tahapan Pengimputan Data	35
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Data Jembatan.....	36
5.2. Pembebanan.....	37
5.3. Beban Struktur Sendiri	38
5.3.1. Beban Struktur Tambahan.....	38
5.3.2. Beban Hidup/Lalu Lintas	39
5.4. Beban Angin.....	41
5.5. Hasil Beban Angin Pada Jembatan Rangka Baja.....	46
5.5.1. Jembatan Rangka Baja Bentang 50 m.....	46
5.5.2. Jembatan Rangka Baja Bentang 60 m.....	48

5.6. Lendutan Struktur Jembatan Rangka Baja.....	50
5.6.1.Jembatan Rangka Baja Bentang 50 m.....	50
5.6.2. Jembatan Rangka Baja Bentang 60 m.....	56
5.7. Gaya Aksial Terhadap Kecepatan Angin.....	62
5.7.1.Jembatan Rangka Baja Bentang 50 m.....	62
5.7.2. Jembatan Rangka Baja Bentang 60 m.....	63
BAB VI PENUTUP	
6.1. Kesimpulan	65
6.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Berat isi Beban Mati.....	18
Tabel 3.2.	berat isi air	19
Tabel 3.3.	Faktor Beban Untuk Berat Sendiri.....	19
Tabel 3.4.	Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan	20
Tabel 3.5.	Kecepatan angin rencana, V_w	22
Tabel 3.6.	Koefisien Seret, C_w	22
Tabel 3.7.	Faktor Beban Akibat Beban Angin.....	25
Tabel 5.1.	<i>Displacement</i> (Lendutan) Maksimum arah X.....	51
Tabel 5.2.	Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 50 m Sumbu X.....	52
Tabel 5.3.	<i>Displacement</i> (Lendutan) Maksimum arah Y.....	52
Tabel 5.4.	Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 50 m Sumbu Y.....	54
Tabel 5.5.	<i>Displacement</i> (Lendutan) Maksimum arah Z.....	54
Tabel 5.6.	Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 50 m Sumbu Z.....	56
Tabel 5.7.	<i>Displacement</i> (Lendutan) Maksimum arah X.....	56
Tabel 5.8.	Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 60 m Sumbu X.....	58
Tabel 5.9.	<i>Displacement</i> (Lendutan) Maksimum arah Y.....	58
Tabel 6.0.	Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 50 m Sumbu Y.....	59
Tabel 6.1.	<i>Displacement</i> (Lendutan) Maksimum arah Z.....	60
Tabel 6.2.	Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 60 m Sumbu Z	61
Tabel 6.3.	Nilai Gaya Aksial pada Kombinasi Pembebanan terhadap Kecepatan Angin Bentang 60 m	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Jembatan Tipe <i>Allan Truss</i>	13
Gambar 3.2	Jembatan Tipe <i>Bailey Bridge</i>	14
Gambar 3.3	Jembatan Tipe <i>Lattice Truss</i>	14
Gambar 3.4	Jembatan Tipe <i>Fink Truss</i>	14
Gambar 3.5	Jembatan Tipe <i>Pratt Truss</i>	15
Gambar 3.6	Jembatan Tipe <i>Waddell Truss</i>	15
Gambar 3.7	Jembatan Tipe <i>Warren Truss</i> pada <i>Anderson Hill Road Bridge</i>	16
Gambar 3.8	Tipe Jembatan Rangka	17
Gambar 3.10	Bidang Jembatan Yang Diterpa Angin	23
Gambar 3.11	Bidang Jembatan Yang Diterpa Angin.....	23
Gambar 3.12	Beban Akibat Angin (PEW) Yang Dipikul Lantai Jembatan	24
Gambar 3.13	Luas Ekuivalen Bagian Samping Kendaraan (<i>Ab</i>)Faktor beban Akibat beban angina dapat dilihat pada Tabel 3.5...	24
Gambar 3.14	Kombinasi Pembebanan dan Faktor Beban (SNI 1725-2016).	27
Gambar 3.15	Pendekatan Aksi Beban angin pada <i>Deck</i> Jembatan (Walther, 1988)	30
Gambar 3.16	Koefisien Bentuk C_T , C_N , dan C_M (Walther, 1988).....	30
Gambar 4.1	Denah Lokasi Jembatan	31
Gambar 4.2	Bagan Alir Tahapan Penelitian	34
Gambar 5.1	Denah Atas Jembatan Bentang 60 m	36
Gambar 5.2	Denah Bawah Jembatan Bentang 60 m.....	36
Gambar 5.3	Tampak Samping Jembatan Bentang 60 m	36
Gambar 5.4	Denah Atas Jembatan Bentang 50.....	37
Gambar 5.5	Denah Bawah Jembatan Bentang 50 m	37
Gambar 5.6	Tampak Samping Jembatan Bentang 50 m	37
Gambar 5.21	Berat Isi air	39
Gambar 5.22	Gambar Beban pejalan kaki (TP)	40
Gambar 5.23	Jembatan Bentang 50 m.....	41
Gambar 5.24	Jembatan Bentang 60 m	42

Gambar 5.25 Nilai Beban Angin (TEW) Pada Bentang 50 m	43
Gambar 5.26 Nilai Beban Angin (TEW) Pada Bentang 60 m	43
Gambar 5.27 Gambar Kendaraan Truk	44
Gambar 5.28 Nilai Beban Angin Pada Kendaraan yang bekerja Tegak Lurus Terhadap Jembatan	45
Gambar 5.29 Nilai Beban Angin Pada Kendaraan pada Tampak Samping Jembatan	46
Gambar 5.1 Deformed Shape (Gaya Lendutan) dengan pengaruh Beban Kombinasi Layan 1	47
Gambar 5.2 Deformed Shape (Gaya Lendutan) dengan pengaruh Beban angin Saja (Tampak Depan)	47
Gambar 5.3 Deformed Shape (Gaya Lendutan) dengan pengaruh Beban angin Saja (3 Dimensi)	48
Gambar 5.4 Deformed Shape (Gaya Lendutan) dengan pengaruh beban angina saja (2 Dimensi)	48
Gambar 5.5 Deformed Shape (Gaya Lendutan) dengan pengaruh beban angin saja (Tampak Depan)	49
Gambar 5.6 Deformed Shape (Gaya Lendutan) dengan pengaruh gaya angin (3 Dimensi)	50
Gambar 5.7 Nilai Lendutan Arah X	51
Gambar 5.8 Nilai Lendutan Arah Y	53
Gambar 5.9 Nilai Lendutan Arah Z	55
Gambar 5.10 Nilai Lendutan Arah X	57
Gambar 5.11 Nilai Lendutan Arah Y	59
Gambar 5.12 Nilai Lendutan Arah Z	61
Gambar 5.13 Gambar Tampak Bawah Bentang 50 m	59
Gambar 5.14 Gambar Tampak Atas Bentang 50 m	63
Gambar 5.15 Gambar Tampak Samping Kanan Bentang 50 m.....	63
Gambar 5.16 Gambar Tampak Samping Kiri Bentang 50 m.....	63
Gambar 5.17 Gambar Tampak Bawah Bentang 60 m	65
Gambar 5.18 Gambar Tampak Atas Bentang 60 m	65

Gambar 5.19 Gambar Tampak Samping Kanan Bentang 60 m.....	65
Gambar 5.20 Gambar Tampak Samping Kiri Bentang 60 m.....	65
Gambar A.1 Pemodelan Strktur Jembatan	A-1
Gambar A.2 <i>Grid System</i> Data	A-2
Gambar A.3 Tampilan Grid	A-2
Gambar A.4 <i>Define Material</i>	A-3
Gambar A.5 <i>Material Property</i> Data	A-3
Gambar A.6 <i>Material Property</i>	A-4
Gambar A.7 Pemodelan Perletakan Struktur Sendi	A-5
Gambar A.8 Pemodelan Perletakan Struktur Rol	A-5
Gambar A.9 Pemodelan Lantai Jembatan	A-6
Gambar A.10 Jenis Beban yang Bekerja Pada Jembatan	A-7
Gambar A.11 Berat Jenis Material	A-8
Gambar A.12 Memblok Area yang akan di Input Beban	A-9
Gambar A.13 Cara Melakukan Pengimputan Beban	A-9
Gambar A.14 Pengimputan Beban Mati Tambahan Pada Lantai Jembatan	A-10
Gambar A.15 Jembatan Bentang 50 m	A-12
Gambar A.16 Jembatan Bentang 60 m	A-12
Gambar A.17 Beban Angin Pada Struktur (EWs)	A-14
Gambar A.18 Beban Angin Pada Kendraan (EWI)	A-14
Gambar A.19 Distribusi Beban Trotoar pada Jembatan	A-15
Gambar A.20 Distribusi Beban Lantai pada Jembatan	A-15
Gambar A.21 Distribusi Beban Terpusat pada <i>joint</i> Jembatan setiap Jarak Meter	A-17
Gambar A.21 Distribusi Beban Terpusat pada Struktur Jembatan arah Kanan Sumbuh Y	A-18
Gambar A.21 Distribusi Beban Terpusat pada Struktur Jembatan Arah Kiri Sumbuh Y	A-18
Gambar A.19 Distribusi Beban Angin pada Kendraan	A-19

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. ANALISA DATA

A.1. Pemodelan Struktur Jembatan Rangka Baja	A-1
A.1.1 Data Grid.....	A-1
A.1.2 Material Struktur	A-3
A.1.3 Material Struktur Baja.....	A-4
A.1.4 Pemodelan Struktur Bawah Jembatan	A-5
A. 1.5 Pemodelan Lantai Jembatan.....	A-5
A.2. Pembebanan	A-6
A.3. Analisa Beban yang Diinput pada Software SAP2000....	A-7
A.3.1 Beban Struktur Sendiri.....	A-7
A.3.2 Beban Struktur Tambahan	A-7
A.3.3 Beban Hidup/Lalu Lintas.....	A-10
A.4. Penginputan Beban	A-14
A.4.1 Input Beban Mati Pada Trotoar	A-14
A.4.2 Input Beban Mati Tambahan Pada Lantai Jembatan .	A-15
A.4.3 Input Beban Tiang Lampu Jalan.....	A-16
A.4.4 Input Beban Angin Pada Struktur Jembatan.....	A-17
A.4.5. Input Beban Angin Pada Struktur Jembatan.....	A-19

LAMPIRAN B. GAMBAR PELENGKAP

LAMPIRAN C. KELENGKAPAN ADMINISTRASI DAN SURAT-SURAT

DAFTAR NOTASI

Ab	: Luas equivalen bagian samping jembatan ($h \times l$) (m).
C_w	: Koefisien seret (Tabel 3.4).
K	: Koefisien kejut
L	: Panjang bentang (m)
T	: $C_T qhl$
N	: $C_N qhl$
M	: $C_M qhl$
V_w	: kecepatan angin rencana (m/s) untuk keadaan batas yang ditinjau.



**ANALISA LENDUTAN RANGKA BATANG AKIBAT BEBAN TETAP DAN SEMENTARA
TERHADAP JEMBATAN RANGKA
(Studi Kasus : Jembatan Desa Petapahan Kec. Gunung Toar Kab. Kuantan Singingi)**

FELDLKURNIAWAN

133110021

Abstrak

Jembatan Rangka merupakan struktur yang umum digunakan dalam pembuatan konstruksi jembatan yang ada di Indonesia. Jembatan rangka baja memiliki beberapa bentuk salah satunya adalah jembatan rangka (truss bridge). Jembatan rangka (truss bridge) tersusun dari batang-batang yang dihubungkan satu sama lain. Berdasarkan RSNI-T-03-2005, Lendutan pada jembatan dibatasi tidak boleh melebihi $l/800$ panjang bentang.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa nilai lendutan, dan batasan ijin yang diijinkan sesuai RSNI-T-03-2005 yang terjadi pada rangka batang akibat beban kombinasi dengan kecepatan angin rencana maksimum dalam 10 tahun terakhir (2010-2019) yang diambil dari NOAA(National Oceanic and atmospheric Administration) sebesar 103,6 m/s.

Dari hasil analisa terhadap nilai lendutan yang terjadi pada jembatan rangka baja, didapat nilai setiap bentang jembatan sebagai berikut :Pada bentang 50 m, batasan lendutan yang diijinkan sebesar 0,0625 m. Jadi pada sumbu X, terdapat 2 kombinasi pembebanan yang nilai lendutannya melebihi batasan ijin, pada sumbu Y, untuk keseluruhan kombinasi pembebanan memenuhi batasan ijin lendutan dan pada sumbu Z, tidak memenuhi batasan ijin lendutan.Pada bentang 60 m, batasan lendutan yang diijinkan sebesar 0,075 m. Jadi pada sumbu X, memenuhi batasan ijin, pada sumbu Y, untuk keseluruhan kombinasi pembebanan memenuhi batasan ijin lendutan dan pada sumbu Z, terdapat 3 kombinasi pembebanan yang memenuhi batasan ijin lendutan, yaitu Kuat 4, ekstrim 2 dan Layan 4.

Kata kunci : *Truss Brige, NOAA, RSNI-T-03-2005, Beban Kombinasi, angin rencana, batasan ijin.*

**ANALYSIS OF FIXED AND TEMPORARY LOAD FRAMEWORK DUE TO FIXED
AND TEMPORARY LOAD ON FRAME BRIDGE**

**(Case Study: Petapahan Village Bridge, Gunung Toar District, Kuantan Singingi
Regency)**

FELDI KURNIAWN

133110021

Abstract

The frame bridge is a structure commonly used in the manufacture of bridge construction in Indonesia. Steel-frame bridges have several forms, one of which is a truss bridge. The truss bridge is composed of rods connected to each other. According to RSNI-T-03-2005, deflection on the bridge is limited to not exceeding $l / 800$ span length.

This research was conducted to analyze the value of deflection, and the permissible limits according to the RSNI-T-03-2005 which occurred in the trusses due to the combined load with the maximum design wind speed in the last 10 years (2010-2019) taken from NOAA (National Oceanic) and atmospheric Administration) of 103.6 m / s.

From the analysis of the deflection value that occurs on the steel frame bridge, the value of each bridge span is as follows: At a span of 50 m, the allowable deflection limit is 0.0625 m. So on the X-axis, there are 2 load combinations whose deflection values exceed the allowable limit, on the Y-axis, for the entire loading combination meets the deflection permit limit and on the Z-axis, it does not meet the deflection permit limit. At a span of 60 m, the allowable deflection limit is 0.075 m. So on the X axis, it fulfills the permit limits, on the Y axis, for the whole load combination meets the deflection permit limit and on the Z axis, there are 3 load combinations that meet the deflection permit limits, namely Strong 4, extreme 2 and Service 4.

Keywords: Truss Brige, NOAA, RSNI-T-03-2005, Combined Loads, plan winds, permit limits..

**ANALISA LENDUTAN GAYA BATANG AKIBAT BEBAN TETAP DAN SEMENTARA
TERHADAP JEMBATAN RANGKA
(Studi Kasus : Jembatan Desa Petapahan Kec. Gunung Toar Kab. Kuantan Singingi)**

FELDL KURNIAWAN

133110021

Abstrak

Jembatan Rangka merupakan struktur yang umum digunakan dalam pembuatan konstruksi jembatan yang ada di Indonesia. Jembatan rangka baja memiliki beberapa bentuk salah satunya adalah jembatan rangka (truss bridge). Jembatan rangka (truss bridge) tersusun dari batang-batang yang dihubungkan satu sama lain. pengaruh statik dari angin sebagaimana biasa digunakan dalam perencanaan bangunan maupun jembatan yang fleksibel yang disebut juga pengaruh aerodinamik dari angin. Dalam menganalisis pengaruh angin dinamik, terdapat beberapa metode yang digunakan yaitu Metode Bina Marga SNI 1725-2016. Berdasarkan pada penelitian terdahulu, menunjukkan bahwa pengaruh angin dapat menyebabkan ketidakstabilan pada seluruh struktur jembatan karena sifat fleksibel dari strukturnya.

Penelitian ini menganalisis dan merencanakan jembatan dalam menahan pengaruh beban dinamis akibat kecepatan angin agar jembatan tidak mengalami kegagalan, kecepatan angin rencana maksimum dalam 10 tahun terakhir diambil dari NOAA(National Oceanic and atmospheric Administration) didapat kecepatan angin tertinggi sebesar 103,6 m/s.

Dari hasil analisa terhadap nilai lendutan yang terjadi pada jembatan rangka baja, didapat nilai setiap bentang jembatan sebagai berikut :Pada bentang 50 m, batasan lendutan yang diijinkan sebesar 0,0625 m. Jadi pada sumbu X, terdapat 2 kombinasi pembebanan yang nilai lendutannya melebihi batasan ijin, pada sumbu Y, untuk keseluruhan kombinasi pembebanan memenuhi batasan ijin lendutan dan pada sumbu Z, tidak memenuhi batasan ijin lendutan.Pada bentang 60 m, batasan lendutan yang diijinkan sebesar 0,075 m. Jadi pada sumbu X, memenuhi batasan ijin, pada sumbu Y, untuk keseluruhan kombinasi pembebanan memenuhi batasan ijin lendutan dan pada sumbu Z, terdapat 3 kombinasi pembebanan yang memenuhi batasan ijin lendutan, yaitu Kuat 4, ekstrim 2 dan Layan 4.

Kata kunci : *Truss Brige, fleksibel, beban dinamik, SNI 1725-2016, Bina Marga, NOAA,*

**STYLE DEVELOPMENT ANALYSIS DUE TO FIXED AND TEMPORARY LOAD
ON FRAME BRIDGE**

**(Case Study: Petapahan Village Bridge, Gunung Toar District, Kuantan Singingi
Regency)**

FELDI KURNIAWN
133110021

Abstract

The frame bridge is a structure commonly used in the manufacture of bridge construction in Indonesia. Steel-frame bridges have several forms, one of which is a truss bridge. The truss bridge is composed of rods connected to each other. The static effect of wind as commonly used in the design of flexible buildings and bridges is also called the aerodynamic effect of wind. In analyzing the effects of dynamic winds, there are several methods used, namely the Bina Marga SNI 1725-2016 method. Based on previous research, it shows that the influence of wind can cause instability in the entire bridge structure due to the flexible nature of the structure.

This research analyzes and plans the bridge to withstand the effects of dynamic loads due to wind speed so that the bridge does not fail, the maximum design wind speed in the last 10 years is taken from NOAA (National Oceanic and atmospheric Administration), the highest wind speed is 103.6 m/s.

From the analysis of the deflection value that occurs on the steel frame bridge, the value of each bridge span is as follows: At a span of 50 m, the allowable deflection limit is 0.0625 m. So on the X-axis, there are 2 load combinations whose deflection values exceed the allowable limit, on the Y-axis, for the entire loading combination meets the deflection permit limit and on the Z-axis, it does not meet the deflection permit limit. At a span of 60 m, the allowable deflection limit is 0.075 m. So on the X axis, it meets the permit limits, on the Y axis, for the entire load combination meets the deflection permit limit and on the Z axis, there are 3 load combinations that meet the deflection permit limits, namely Strong 4, extreme 2 and Service 4

Keywords: *Truss Brige, flexible, dynamic load, SNI 1725-2016, Bina Marga, NOAA*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jembatan merupakan sarana transportasi yang penting bagi kehidupan manusia karena dapat menghubungkan satu daerah dengan daerah lainnya yang dipisah oleh sungai, jurang, laut atau halangan lainnya. Berdasarkan UU 38 Tahun 2004, bahwa jalan dan jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemeran pembangunan antar pulau. Dalam perencanaannya, sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitekural yang meliputi aspek lalu lintas, aspek teknis, aspek estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007). Pemilihan jenis konstruksi jembatan akan mempengaruhi kekuatan, kenyamanan maupun keamanan pada konstruksi jembatan tersebut.

Rangka baja merupakan struktur yang umum digunakan dalam pembuatan konstruksi jembatan yang ada di Indonesia. Jembatan rangka baja memiliki beberapa bentuk salah satunya adalah jembatan rangka (*truss bridge*). Jembatan rangka (*truss bridge*) tersusun dari batang-batang yang dihubungkan satu sama lain. Jembatan ini biasanya digunakan untuk bentang 20 m sampai 375 m. penggunaan jembatan dengan material baja memberikan dampak ekonomis dari segi biaya dibandingkan jembatan dari material beton dan dari segi kekuatan, material baja memerlukan volume bahan yang lebih sedikit dari pada material beton.

Namun, pada struktur jembatan terdapat suatu permasalahan dalam menerima pengaruh yang dapat memberikan perubahan yang signifikan pada jembatan yaitu beban dinamik dari kecepatan angin. Pengaruh dari angin terhadap struktur dapat digolongkan menjadi dua. Pengaruh pertama adalah pengaruh statik dari angin sebagaimana biasa digunakan dalam perencanaan bangunan maupun jembatan, dan pengaruh yang kedua adalah pengaruh dinamik dari angin terhadap struktur

yang fleksibel yang disebut juga pengaruh aerodinamik dari angin. Dalam menganalisis pengaruh angin dinamik, terdapat beberapa metode yang digunakan yaitu Metode Bina Marga. Berdasarkan pada penelitian terdahulu, menunjukkan bahwa pengaruh angin dapat menyebabkan ketidakstabilan pada seluruh struktur jembatan karena sifat fleksibel dari strukturnya. Efek yang ditimbulkan dari aliran angin diketahui sebagai *flutter* yang telah menyebabkan runtuhnya *Tamaco Narrows Bridge* di Amerika pada tahun 1940. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, Penulis ingin meneliti Analisa Lendutan Rangka Batang Akibat Beban tetap Dan Sementara Terhadap Jembatan Rangka dengan Kombinasi Pembebanan. Jembatan Desa Petapahan Kec. Gunung Toar ini adalah diatas sungai Sei Taluk Kuantan yang akan menghubungkan Desa Siberoba dengan Desa Lubuk Terontang merupakan akses terpenting bagi jalur Desa tersebut, Jembatan yang saya teliti ini merupakan Jembatan akses pertama yang di bangun di kec. Gunung Toar. maka diperlukan adanya pembangunan jembatan baru yang diharapkan dapat melayani arus lalu lintas yang melintasinya.

1.2. Rumusan Masalah

Berikut ini merupakan rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Seberapa besar Beban tetap Dan Sementara pada Jembatan Rangka.
2. Bagaimana pengaruh Beban tetap Dan Sementara terhadap kekuatan jembatan Rangka
3. Bagaimana Pengaruh Kombinasi Pembebanan Pada Jembatan.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Menghitung kecepatan angin yang bekerja pada jembatan bentang 50 m dan 60 m.
2. Menganalisa nilai lendutan yang terjadi pada rangka akibat dari berbagai kombinasi pembebanan dari hasil Output SAP2000 dan batasan ijin yang diperbolehkan oleh RSNI-T-03-2005.
3. Menganalisa nilai gaya aksial yang diakibatkan oleh Kombinasi pembebanan yang terjadi pada rangka batang pada setiap bentang.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui kecepatan angin yang bekerja pada jembatan bentang 50 m dan 60 m.
2. Mengetahui nilai lendutan yang terjadi pada rangka akibat dari berbagai kombinasi pembebanan dari hasil Output SAP2000 dan batasan ijin yang diperbolehkan oleh RSNI-T-03-2005.
Mengetahui nilai gaya aksial yang diakibatkan oleh Kombinasi pembebanan yang terjadi pada rangka batang pada setiap bentang.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Jembatan yang akan diteliti merupakan jembatan rangka baja dan Metode yang digunakan yaitu Metode Bina Marga dengan Kombinasi Pembebanan sesuai Menurut SNI 1725-2016
2. Jenis jembatan yang akan diteliti adalah jembatan bentang pendek dengan 3 bentang jembatan yang ditopang dengan 2 buah tiang dan panjang bentang jembatan dari ke-3 bentang yaitu 50 m sebanyak 2 bentang jembatan dan terletak ditepi dan pajang bentang 60 m yang terletak ditengah.
3. Tidak melakukan analisa dari segi biaya dan waktu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam menyelesaikan penelitian pada tugas akhir ini, penulis akan meninjau beberapa penelitian, buku, dan jurnal yang berkaitan dengan judul skripsi yang akan penulis buat.

Tinjauan pustaka berisikan tentang penelitian-penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian yang akan dilakukan untuk memberikan solusi bagi penelitian yang sedang dilakukan dalam permasalahan yang tidak terpecahkan demi mendapatkan hasil penelitian yang memuaskan.

2.2 Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka memuat uraian sistematis tentang pustaka dan hasil-hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu serta memiliki hubungan yang erat dengan penelitian yang sedang dilakukan yang dapat membantu memberikan solusi untuk memecahkan masalah pada penelitian yang sedang dilakukan.

Subali (2015), dalam penelitiannya yang berjudul Analisa Pengaruh Angin Dinamik Pada Jembatan Selat Sunda. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor kestabilan jembatan bentang panjang terhadap pengaruh akan beban angin dinamik atau sering disebut juga *flutter*. Dalam melakukan perhitungan *flutter speed* dengan menggunakan program dalam menentukan kestabilan jembatan. Model yang digunakan adalah model jembatan yang kedua dengan bentang tengah 2016 m dan bentang samping 792 m berdasarkan kondisi jembatan yang direncanakan. Dengan menggunakan program yang dapat menganalisa fenomena *flutter* pada jembatan Selat Sunda. Hasil analisis jembatan Selat Sunda dengan menggunakan program *Flutter Analysis* didapatkan frekuensi horisontal pertama, dengan mode simetri horisontal kedua anti-simetri dan frekuensi horisontal sebesar 0.03676 Hz. Mode vertikal yang terjadi pertama simetri demikian juga dengan yang kedua frekuensi vertikal sebesar 0.06590 Hz. Hasil perhitungan untuk frekuensi torsional 0.1386 Hz jembatan Selat Sunda, mode asimetri. Hasil

flutter speed yang didapat adalah sebesar 193 m/s dengan penggunaan *Flutter Analysis Computer Program* dan pada perhitungan penggunaan Selat Sunda Design & Construction adalah sebesar 93 m/s.

Hadi (2015), Jembatan Kapuas 1 dibangun pada tahun 1980 – 1981, merupakan urat nadi provinsi Kalimantan Barat dan menjadi tumpuan pembangunan kota Pontianak karena secara geografis provinsi Kalimantan Barat terbelah oleh sungai Kapuas. Seiring dengan tingkat pertambahan dan kepadatan penduduk kota Pontianak yang pesat mengakibatkan pengguna jembatan Kapuas 1 yang semakin banyak dan padat. Hal ini berpengaruh pada lendutan yang terjadi pada struktur akibat peningkatan beban yang diderita oleh jembatan Kapuas 1. Selain itu faktor perencanaan jembatan Kapuas 1 yang saat itu menggunakan peraturan VOSB 1963 dan PBI 1971 menjadi ukuran untuk melakukan reanalisa mengingat terus majunya ilmu pengetahuan. Di dalam analisa dilakukan observasi lapangan dengan tujuan mendapatkan data yang sebenarnya dilapangan berupa data survey lalu lintas, foto-foto jembatan Kapuas 1 dan ukuran dimensi profil. Jembatan Kapuas 1 Pontianak terdiri dari 7 bentang dengan panjang tiap bentang adalah 60 m. Fokus analisa diambil pada elemen bangunan atas rangka induk jembatan Kapuas bentang pertama dengan kemiringan jembatan 7,5%, dengan pembatasan pada analisa gempa, reduksi baja, pengaruh susut tidak diperhitungkan. Berdasarkan data survey lalu lintas dilapangan didapatkan LHR sebesar 53859 smp, dengan data ini mengindikasikan bahwa jembatan tersebut melebihi kapasitas LHR perencanaan sehingga harus dibebani dengan pembebanan 100%. Kemudian berdasarkan hasil perhitungan kekuatan struktur atas dengan RSNI T 02-2005, yang mana setara dengan AISC-LRFD99, didapat angka perpindahan hasil deformasi akibat beban ultimit adalah 0,121214 m lebih besar dari yang diijinkan yakni 1/800 dari panjang bentang 60 m yaitu 0,075 m. Mengingat secara keseluruhan kondisi kekuatan Jembatan Kapuas 1 melewati batas ijin lendutan sehingga mengakibatkan overstress dan umurnya saat ini adalah 32 tahun yaitu telah melewati 50% umur perencanaan jembatan maka ditakutkan akan terjadi kelelahan jika terus menerus dibebani beban maksimum dan hampir statis. Namun hasil ini bukan merupakan hasil akhir karena perlu

dilakukan penelitian bangunan bawah jembatan sehingga diketahui kondisi jembatan Kapuas 1 secara utuh.

Sukamta (2013), dalam penelitiannya yang berjudul Kajian Aliran Angin Permukaan Terhadap Stabilitas Aerodinamik Lantai Jembatan Bentang Panjang. Dalam penelitian ini, Stabilitas jembatan panjang terhadap pengaruh angin sangat dipengaruhi oleh bentuk lantai tersebut. Aliran angin pada permukaan penampang lantai jembatan dibahas pada tulisan ini. Studi kasus dilakukan pada Jembatan *Cable Stayed* Suramadu. Pengujian dilakukan terowongan angin untuk mengetahui pengaruh penambahan *fairing* kecil yang ditempatkan pada kedua sisi plat lantai. Semua pengujian dilakukan pada kondisi aliran angin laminar. Beberapa tipe *fairing* diperiksa untuk mengetahui peningkatan stabilitas aerodinamik. Tes visualisasi dilakukan untuk mengetahui aliran angin di permukaan model. Penelitian ini memperlihatkan aliran angin pada permukaan atas jembatan dikontrol oleh *fairing* sedangkan aliran dibagian bawah permukaan lantai jembatan dikontrol oleh tepi sudut bawah *box girder*. Stabilitas lantai jembatan sangat dipengaruhi bentuk *fairing*.

Salam (2020) berdasarkan hasil laporan struktur tower BTS 30 M yang beralamat di Jl.Karya Bersama RT. 001/RW29 Kel, Rejosari Kec, Tenayan Raya Pekanbaru akan direncanakan tower rangka baja setinggi 30 m dengan data yang telah terkumpul seperti beban mati sesuai jenis material yang digunakan, beban hidup yaitu beban pekerja dan beban alat sebesar 1 kN/m², dan beban angin yang direncanakan dengan kecepatan anginnya sebesar 120 km/jam (33,3 m/s), didapat data yang sudah diolah di software SAP 2000 yaitu maka beban merata angin adalah $P = 69.5 \text{ kg/m}^2$. Setelah dihitung dengan data pembebanan tersebut , didapat jenis rangka baja yang akan digunakan yaitu :

- 1) Kolom elevasi 0.00-5.00m memakai profil siku L.200.200.20, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.120.120.12.
- 2) Kolom elevasi 5.00-11.00m memakai profil siku L.175.175.15, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.100.100.10.
- 3) Kolom elevasi 11.00-17.00m memakai profil siku L.150.150.15, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.90.90.7.

- 4) Kolom elevasi 17.00-23.00m memakai profil siku L.120.120.12, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.80.80.6.
- 5) Kolom elevasi 23.00-26.00m memakai profil siku L.100.100.10, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.70.70.6.
- 6) Kolom elevasi 26.00-30.00m memakai profil siku L.100.100.100, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.70.70.6.
- 7) Pondasi tiang pancang 20x20 cm yaitu K-400 dan mutu baja F_y 400 Mpa. Kedalaman pada 9.00 atau pada tanah keras, perlu adanya test beban (atau loading test) atau PDA test untuk mengetahui daya dukung ultimate yang sebenarnya.
- 8) Mutu besi beton, $f_y = 320$ Mpa
- 9) Mutu Rangka Baja U41

Maka, struktur ini aman terhadap pengaruh angin yang terjadi pada tower rangka baja.

Salam (2020) berdasarkan hasil laporan struktur tower BTS 25 M yang beralamat di Jl.Dr. Sutomo Gg. Koramil Kel, suka Mulya Kec, Sail Kota Pekanbaru akan direncanakan tower rangka baja setinggi 25 m dengan data yang telah terkumpul seperti beban mati sesuai jenis material yang digunakan, beban hidup yaitu beban pekerja dan beban alat sebesar 1 kN/m^2 , dan beban angin yang direncanakan dengan kecepatan anginnya sebesar 120 km/jam (33,3 m/s), didapat data yang sudah diolah di *software* SAP 2000 yaitu maka beban merata angin adalah $P = 69.5 \text{ kg/m}^2$ Setelah dihitung dengan data pembebanan tersebut, didapat jenis rangka baja yang akan digunakan yaitu :

- 1) Kolom elevasi 0.00-5.00m memakai profil siku L.200.200.20, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.120.120.12.
- 2) Kolom elevasi 5.00-11.00m memakai profil siku L.175.175.15, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.100.100.10.
- 3) Kolom elevasi 11.00-17.00m memakai profil siku L.150.150.15, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.90.90.7.
- 4) Kolom elevasi 17.00-23.00m memakai profil siku L.120.120.12, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.80.80.6.

- 5) Kolom elevasi 23.00-26.00m memakai profil siku L.100.100.10, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.70.70.6.
- 6) Kolom elevasi 26.00-30.00m memakai profil siku L.100.100.100, untuk batang diagonal dan horizontal memakai profil L.70.70.6.
- 7) Pondasi tiang pancang 20x20 cm yaitu K-400 dan mutu baja F_y 400 Mpa. Kedalaman pada 9.00 atau pada tanah keras, perlu adanya test beban (atau loading test) atau PDA test untuk mengetahui daya dukung ultimate yang sebenarnya.
- 8) Mutu besi beton, $f_y = 320$ Mpa
- 9) Mutu Rangka Baja U41

Maka, struktur ini aman terhadap pengaruh angin yang terjadi pada tower rangka baja.

2.3. Keaslian Penelitian

Pada penelitian ini penulis melakukan penelitian tentang Analisa Lentutan Rangka Batang Akibat Beban Tetap Dan Sementara Terhadap Jembatan Rangka. Penelitian ini dilakukan pada jembatan di daerah Desa Petapahan Kecamatan Gunung Toar Kabupaten Kuantan Singingi. Penelitian ini akan merujuk pada peraturan SNI SNI 1725-2016 tentang jembatan yang aman akan pengaruh dari kecepatan angin. Jenis jembatan yang akan diteliti merupakan jembatan rangka baja (*truss bridge*) dengan bentang 50 m sebanyak 2 buah dan bentang 60 sebanyak 1 dan terdapat 2 buah pilar yang menopang jembatan.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. Jembatan

Jembatan merupakan sarana transportasi jalan raya yang sangat penting untuk menghubungkan dua daerah yang terpisah atau sulit dijangkau karena adanya rintangan seperti sungai, rawa, danau, laut, lembah ataupun rintangan lainnya. Menurut Struyk dan Veen (1990), jembatan adalah suatu konstruksi yang digunakan untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada pada kontur yang lebih rendah. Seiring berkembangnya waktu, keberadaan jembatan terus mengalami perkembangan dari bentuk sederhana sampai bentuk yang paling kompleks, dan juga bahan yang digunakan mulai dari kayu, bambu, beton dan baja.

3.2. Spesifikasi Jembatan Menurut Bina Marga

Menurut bina marga (Modul *Bridge Design*, 1997) didasarkan pada unsur-unsur jembatan, seperti dimensi (panjang, lebar, dan tinggi), penulangan dan rincian lain yang diperlukan. Berikut ini beberapa spesifikasi jembatan standar antara lain :

1. Tipe bangunan atas, bagian-bagiannya dan macam bahan konstruksi beton bertulang, beton pratekan, baja, bentuk I dan bentuk T.
2. Jembatan menurut kelasnya :
 - a. Jembatan Kelas Standar (A/I) merupakan jembatan kelas standar dengan perencanaan 100% muatan T dan 100% muatan D. dalam hal ini lebar jembatan adalah $(1,00 + 7,00 + 1,00)$ meter.
 - b. Jembatan Kelas Sub Standar (B/II) merupakan jembatan kelas standar dengan perencanaan 70% muatan T dan 70% muatan D. dalam hal ini lebar jembatan adalah $(0,50 + 6,00 + 0,50)$ meter.
 - c. Jembatan Kelas Low Standar (C/III) merupakan jembatan kelas standar dengan perencanaan 50% muatan T dan 50% muatan D. dalam hal ini lebar jembatan adalah $(0,50 + 3,50 + 0,50)$ meter.
3. Menurut panjang bentangnya antara lain :

- a. $L = 5 \text{ m} - 25 \text{ m}$ untuk gelagar beton bertulang dengan bentuk T, dengan selang beda panjang setiap 1 m. panjang *consule* masing-masing 0,30 m dari ujung ke as perletakan sudah termasuk dalam panjang bentang.
 - b. $L = 5 \text{ m} - 25 \text{ m}$ untuk gelagar komposit, dengan selang beda panjang setiap 2 m. panjang *consule* masing-masing 0,30 m dari ujung gelagar ke as perletakan sudah termasuk dalam panjang bentang.
 - c. $L = 22 - 40 \text{ m}$ untuk gelagar beton pratekan tipe I atau tipe T dengan selang beda panjang setiap 3 m. panjang *consule* masing-masing 0,30 m dari ujung-ujung gelagar ke as merupakan perletakan belum termasuk dalam panjang bentang tersebut.
4. Sambungan gelagar baja : memakai pelat dan baut pada satu atau dua tempat pergelagarnya dengan mengingat akan panjang bentang dan pemakaian potongan panjang profil 6 m atau 12 m,
 5. Dimensi gelagar mempunyai hubungan antara bentang gelagar, tinggi, lebar, tebal badan, tebal sayap bervariasi dan dapat dilihat dalam tabel masing-masing tipe gelagar-gelagar standar.
 6. Jumlah gelagar beton T atau gelagar komposit:
 - a. Jembatan kelas A = 8 gelagar, serta
 - b. Jembatan kelas B = 6 gelagar
 masing-masing berjarak 1,80 m satu dengan yang lainnya.
 7. Pelat lantai kendaraan merupakan beton bertulang tebal 20 cm (khusus untuk lantai jembatan pada gelagar beton pratekan tipe I dengan penambahan panel pelat beton dasar sebagai acuan dengan tebal 7-8 cm).
 8. Diafragma berfungsi sebagai pengikat antar gelagar dan letak tergantung pada panjang dan ukuran gelagar.
 9. Perletakan digunakan jenis elastomer laminasi.
 10. Pembebanan merupakan pedoman perencanaan jembatan jalan raya SKBI-1.3.28.1987 yaitu kelas A dan kelas B 100% beban D (beban garis ditambah beban kejut) dan 100% beban T.

11. Metode perhitungan merupakan analisis tegangan kerja antara tegangan-tegangan yang terjadi mendekati tegangan yang diijinkan seekonomis mungkin. Peninjauan tegangan pada kondisi sebelum komposit dan sesudah komposit.

3.3. Komponen Struktur Jembatan

Elemen struktur utama jembatan terdiri atas konstruksi bangunan atas (*superstructure*) dan konstruksi bangunan bawah (*substructure*) yang terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut :

3.3.1. Struktur Atas (*Superstructure*)

Struktur atas jembatan merupakan bagian yang menerima beban langsung yang meliputi berat sendiri, beban mati, beban mati tambahan, beban lalu lintas kendaraan, gaya rem, beban pejalan kaki, dan lain-lain Struktur atas jembatan umumnya terdiri dari :

1. Trotoar
 - a. Sandaran dan tiang sandaran
 - b. Peninggian trotoar (*kerb*)
 - c. Lantai trotoar
2. Lantai kendaraan
3. Gelagar induk
4. Balok diafragma
5. Ikatan pengaku (ikatan angin dan ikatan melintang)
6. Tumpuan (Bearing)
7. Drainase

3.3.2. Struktur Bawah (*Substructures*)

Struktur bawah jembatan berfungsi untuk memikul seluruh beban struktur atas dan beban lain yang ditimbulkan oleh tekanan tanah, aliran air dan hanyutan, tumbukan, gesekan pada tumpuan dan sebagainya. Struktur bawah jembatan umumnya meliputi :

1. Pangkal Jembatan (Abutmen)

- a. Dinding belakang (*Back wall*)
 - b. Dinding penahan (*Retaining wall*)
 - c. Dinding sayap (*Wing wall*)
 - d. Oprit, plat injak (*Approach slab*)
 - e. Konsol pendek untuk jacking (*Corbel*)
 - f. Tumpuan (*Bearing*)
2. Pilar Jembatan (*Pier*)
 - a. Kepala pilar (*Pier head*)
 - b. Pilar (*Pier*), yang berupa dinding, kolom atau portal
 - c. Konsol pendek untuk jacking (*Corbel*)
 - d. Tumpuan (*Bearing*)

3.3.3. Pondasi (*Foundation*)

Pondasi jembatan berfungsi untuk meneruskan seluruh beban jembatan ke tanah dasar. Jenis pondasi abutmen atau *pier* jembatan diantaranya :

1. Pondasi setempat (*Spread footing*)
2. Pondasi sumuran (*Caisson*)
3. Pondai tiang (*Pile Foundation*)
 - a. Tiang pancang kayu (*Log Pile*)
 - b. Tiang pancang baja (*Steel Pile*)
 - c. Tiang pancang beton (*Reinforced Concrete Pile*)
 - d. Tiang Pancang Beton Prategang (*Prestressed Concrete Pile*)
 - e. Tiang Pancang Komposit (*Composite Pile*)

3.4. Jembatan Rangka Baja

Dalam buku Struktur (Schodek, 1998), dijelaskan bahwa struktur rangka adalah susunan elemen-elemen linear yang membentuk segitiga atau kombinasi segitiga, sehingga menjadi bentuk rangka yang tidak dapat berubah bentuk apabila diberi beban *eksternal* tanpa adanya perubahan bentuk pada satu atau lebih batangnya. Struktur dari gabungan segitiga ini merupakan bentuk yang stabil. Setiap deformasi yang terjadi pada struktur stabil adalah minor dan diasosiasikan

dengan perubahan panjang batang yang diakibatkan oleh gaya yang timbul di dalam batang sebagai akibat dari beban eksternal.

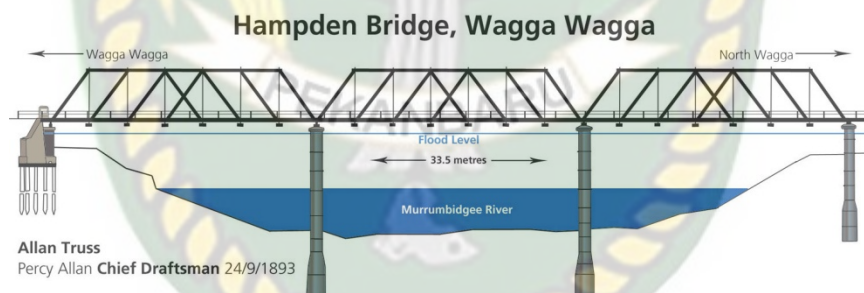
Jembatan rangka baja adalah salah satu jenis jembatan yang konstruksinya berupa rangka yang tersusun atas batang-batang baja yang sedemikian rupa sehingga membentuk suatu rangkaian batang baja.

3.4.1. Tipe Pemodelan Jembatan Rangka Baja

Pada jembatan rangka baja, terdapat beberapa tipe pemodelan jembatan rangka baja sebagai berikut :

1. *Allan Truss*

Jembatan ini dirancang oleh Percy Allan yang dalam desainya, jembatan ini menggunakan *ironbark* Australia untuk kekuatannya. Salah satu jembatan tipe ini adalah *Hampden Bridge (Wagga-Wagga)*, *Newsouth Wales*, Australia yang merupakan proyek pertama dari jembatan truss Allan. Pada awalnya jembatan ini dirancang sebagai jembatan baja.



Gambar 3.1 Jembatan Tipe *Allan Truss*

2. *Bailey Bridge*

Bailey Bridge dibangun di atas Sungai Meurthe, Perancis, yang dirancang untuk penggunaan militer. Elemen *pre-fabrikations* dan rangka batang standar dapat dengan mudah dikombinasikan dalam berbagai konfigurasi untuk beradaptasi dengan kebutuhan di lokasi. Dalam gambar dibawah dapat diperhatikan penggunaan *pre-fabrikations* dua kali lipat untuk beradaptasi dengan rentang dan persyaratan beban.



Gambar 3.2 Jembatan Tipe *Bailey Bridge*

3. *Lattice Truss (Town's Lattice Truss)*

Lattice Truss merupakan sebuah jenis jembatan tertutup. sebagian besar jembatan ini menggunakan elemen ringan, sehingga dapat meringankan tugas konstruksi. Elemen *Lattice truss* biasanya bisa dari kayu, besi, atau baja.



Gambar 3.3 Jembatan Tipe *Lattice Truss*

4. *Fink Truss*

Fink Truss T dirancang oleh Albert Fink dari Jerman pada 1860-an. Jenis jembatan ini dipopulerkan pada Jalan rel Baltimore dan Ohio.



Gambar 3.4 Jembatan Tipe *Fink Truss*

5. *Pratt Truss*

Pratt Truss memiliki anggota batang berbentuk vertikal dan diagonal yang melandai turun ke arah tengah, kebalikan dari *Truss Howe*. Model ini dapat dibagi lagi dengan menciptakan pola yang berbentuk Y dan K. *Truss Pratt* diciptakan pada tahun 1844 oleh Thomas dan Kaleb Pratt. *Truss* ini praktis untuk digunakan dengan rentang hingga 250 kaki dan merupakan konfigurasi umum untuk jembatan kereta api.



Gambar 3.5 Jembatan Tipe *Pratt Truss*

6. *Waddell Truss*

Waddell "A" truss (1898 bridge). Jembatan ini dirancang oleh John Alexander Rendah Waddell. Bentuknya yang sederhana memudahkan pemasangan pada tapak. Hal itu dimaksudkan untuk digunakan sebagai jembatan kereta api.



Gambar 3.6 Jembatan Tipe *Waddell Truss*

7. *Warren (non-polar) Truss*

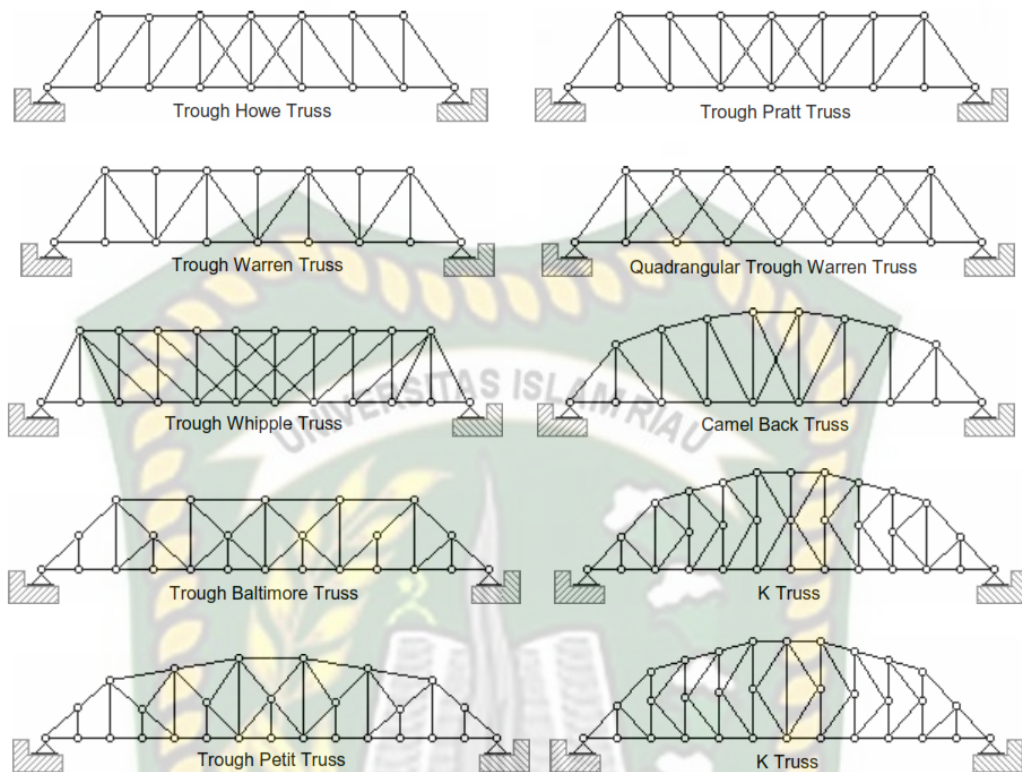
Tipe jembatan ini dipatenkan oleh James Warren dan Willoughby Theobald Monzani pada tahun 1848 di Britaniya raya. Tipe jembatan ini tidak memiliki batang vertikal pada bentuk rangkanya melainkan bentuk segitiga sama kaki atau sama sisi. Sebagian batang diagonalnya mengalami gaya tekan (*compression*) dan sebagian lainnya mengalami tegangan tarik (*Tension*).

Contoh jembatan dengan tipe *Warren* adalah Anderson Hill Road Bridge, Adams County, Ohio, Amerika Serikat. Dibangun pada tahun 1921 dan direhab pada tahun 2007, jembatan ini memiliki panjang total 91,9 *feet* dan lebar 15,1 *feet*. Rata-rata dilalui oleh 400 kendaraan dalam satu harinya.



Gambar 3.7 Jembatan Tipe *Warren Truss* pada *Anderson Hill Road Bridge*

Dan berikut ini merupakan jenis tipe jembatan rangka yang dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3.8 Tipe Jembatan Rangka

3.5. Pembebanan Pada Jembatan

Dalam pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPJJR, 1987), dicantumkan bahwa pembebanan yang harus diperlihatkan dalam merencanakan suatu jembatan sehingga pada pembebanan diberikan suatu faktor pengali beban kerja. Berikut ini pembebanan untuk perancangan struktur jembatan adalah :

3.5.1. Beban Primer.

Beban primer adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Beban primer sesuai dengan PPJJR-1987 meliputi sebagai berikut :

1. Beban Mati

Beban mati jembatan merupakan kumpulan berat setiap komponen struktural dan nonstruktural. Setiap komponen ini harus dianggap sebagai suatu kesatuan aksi yang tidak terpisahkan pada waktu menerapkan faktor beban

normal dan faktor beban berkurang. Perencana jembatan harus menggunakan keahliannya di dalam menentukan komponen-komponen tersebut. (SNI 1725-2016). Berikut ini merupakan berat isi untuk beban mati pada jembatan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Berat isi Beban Mati

No.	Bahan	Berat Isi (kN/m ³)	Kerapatan Massa (kg/m ³)
1.	Lapisan permukaan beraspal (<i>bituminous wearing surface</i>)	22,0	2245
2.	Besi tuang (<i>cast iron</i>)	71,0	7240
3.	Timbunan tanah dipadatkan (<i>compacted sand, silt or clay</i>)	17,2	1755
4.	Kerikil dipadatkan (<i>rolled gravel, macadam or ballast</i>)	18,8-22,7	1920-2315
5.	Beton aspal (<i>asphalt concrete</i>)	22,0	2245
6.	Beton ringan (<i>low density</i>)	12,25-19,6	1250-2000
7.	Beton	22,0-25,0	2320
		$22 + 0,022 f_c'$	$2240-2,29 f_c'$
8.	Baja (<i>steel</i>)	78,5	7850
9.	Kayu (ringan)	7,8	800
10.	Kayu keras (<i>hard wood</i>)	11,0	1125

(Sumber SNI 1725-2016)

Pengambilan kerapatan massa yang besar, aman untuk suatu keadaan batas akan tetapi tidak untuk keadaan yang lainnya. Untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan faktor beban berkurang. Akan tetapi, apabila kerapatan massa diambil dari suatu jajaran nilai, dan nilai yang sebenarnya tidak bisa ditentukan dengan tepat, perencana harus memilih di antara nilai tersebut yang memberikan keadaan yang paling kritis. Adapun faktor beban yang digunakan untuk berat sendiri dapat dilihat pada Tabel 3.2.

No	Jenis Material	Massa Jenis	Satuan
1	Alumunium	2712	Kg/m ³
2	Air	1000	Kg/m ³
3	Baja	7850	Kg/m ³
4	Bambu	300 – 400	Kg/m ³
5	Balsa	170	Kg/m ³
6	Batu Alam	2600	Kg/m ³
7	Batu Belah	1500	Kg/m ³
8	Batu Karang	700	Kg/m ³
9	Batu Pecah	1450	Kg/m ³
10	Besi Cor	6800 – 7800	Kg/m ³
11	Besi Tuang	7250	Kg/m ³
12	Besi Tempa	7750	Kg/m ³
13	Beton	2200	Kg/m ³
14	Beton Bertulang	2400	Kg/m ³
15	Emas	19.300	Kg/m ³
16	Granit	2691	Kg/m ³
17	Gypsum Padat	2787	Kg/m ³
18	Kardus	689	Kg/m ³
19	Kayu Kelas I	0,9	Ton/m ³
20	Kayu Kelas II	0,6 – 0,9	Ton/m ³

Tabel 3.9 berat isi air

Tabel 3.2 Faktor Beban Untuk Berat Sendiri

Tipe Beban	Faktor Beban (γ_{MS})			
	Keadaan Batas Layan (γ_{MS}^S)		Keadaan Batas Ultimit (γ_{MS}^U)	
	Bahan		Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja	1,00	1,10	0,90
	Aluminium	1,00	1,10	0,90
	Beton pracetak	1,00	1,20	0,85
	Beton dicor ditempat	1,00	1,30	0,75
	Kayu	1,00	1,40	0,70

(Sumber SNI 1725-2016)

2. Beban Mati Tambahan/Utilitas (MA)

Berdasarkan pada SNI 1725-2016, Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen nonstruktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Dalam hal tertentu, nilai faktor beban mati tambahan yang berbeda dengan ketentuan pada Tabel 3.3 boleh digunakan dengan persetujuan instansi yang berwenang.

Faktor beban mati tambahan diambil berdasarkan pada yang tercantum dalam Tabel 3.3 sebagai berikut :

Tabel 3.3 Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan

Tipe Beban	Faktor Beban (γ_{MA})			
	Keadaan Batas Layan (γ_{MA}^S)		Keadaan Batas Ultimit (γ_{MA}^U)	
	Keadaan		Biasa	Terkurangi
Tetap	Umum	1,00 ⁽¹⁾	2,00	0,70
	Khusus (terawasi)	1,00	1,40	0,80

Catatan ⁽¹⁾ : Faktor beban layan sebesar 1,30 digunakan untuk berat utilitas

(Sumber SNI 1725-2016)

3. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan bergerak/lalu lintas dan/atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan. Beban hidup pada jembatan harus ditinjau dan dinyatakan dalam dua macam yaitu:

a. Beban " T "

Beban T merupakan beban terpusat untuk besar lantai kendaraan. Beban T (beban truk) adalah satu kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Beban ini digunakan untuk perhitungan lantai jembatan kendaraan.

b. Beban " D "

Beban D merupakan jalur untuk perhitungan kekuatan gelagar-gelagar jembatan. Beban "D" atau beban jalur adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata sebesar "q" ton per meter panjang jalur per jalur dan beban garis "P" ton per jalur lalu lintas.

4. Beban Kejut

Beban kejut dimaksudkan untuk memperhitungkan pengaruh-pengaruh getaran dan pengaruh dinamis lainnya. Tegangan-tegangan pada beban hidup

akibat beban garis "P" harus dikalikan dengan koefisien kejut yang akan memberikan hasil maksimum. Sedangkan beban lainnya seperti beban "q" dan "T" tidak dikalikan dengan koefisien kejut. Rumus koefisien kejut adalah :

$$K = 1 + \frac{20}{(50+L)} \quad (3.1)$$

Dimana :

K = Koefisien kejut

L = Panjang bentang (m)

3.5.2. Beban Sekunder

Beban sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Umumnya beban sekunder menimbulkan tegangan-tegangan yang relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan beban primer. Beban sekunder biasanya tergantung dari bahan yang digunakan, panjang bentangan dan keadaan setempat dari jembatan. Beban sekunder sesuai dengan PPJJR-1987 adalah sebagai berikut :

1. Beban Angin

Pengaruh beban angin pada jembatan ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horisontal terbagi rata pada bidang vertikal jembatan dalam arah tegak lurus sumbu memanjang yang bernilai 150 Kg/m². Jumlah luas bidang vertikal bangunan atas jembatan yang dianggap terkena angin ditetapkan sebesar presentase tertentu terhadap luas sisi jembatan dan luas bidang vertikal beban hidup (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Gaya nominal ultimit dan daya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angina rencana sebagai berikut.

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \text{ [kN]} \quad (3.1)$$

Dimana :

V_w = kecepatan angina rencana (m/s) untuk keadaan batas yang ditinjau. Kecepatan angin rencana harus diambil seperti yang diberikan dalam Tabel 3.3.

C_w = Koefisien seret (Tabel 3.4).

Ab = Luas equivalen bagian samping jembatan ($h \times l$) (m).

Kecepatan angin rencana dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.4 Kecepatan angin rencana, V_w

Keadaan Batas	Lokasi	
	Sampai 5 km dari pantai	>5 km dari pantai
Daya Layan	30 m/s	25 m/s
Ultimit	35 m/s	30 m/s

(Sumber RSNI T-02-2005)

Koefisien seret dapat dilihat pada Tabel 3.4 sebagai berikut.

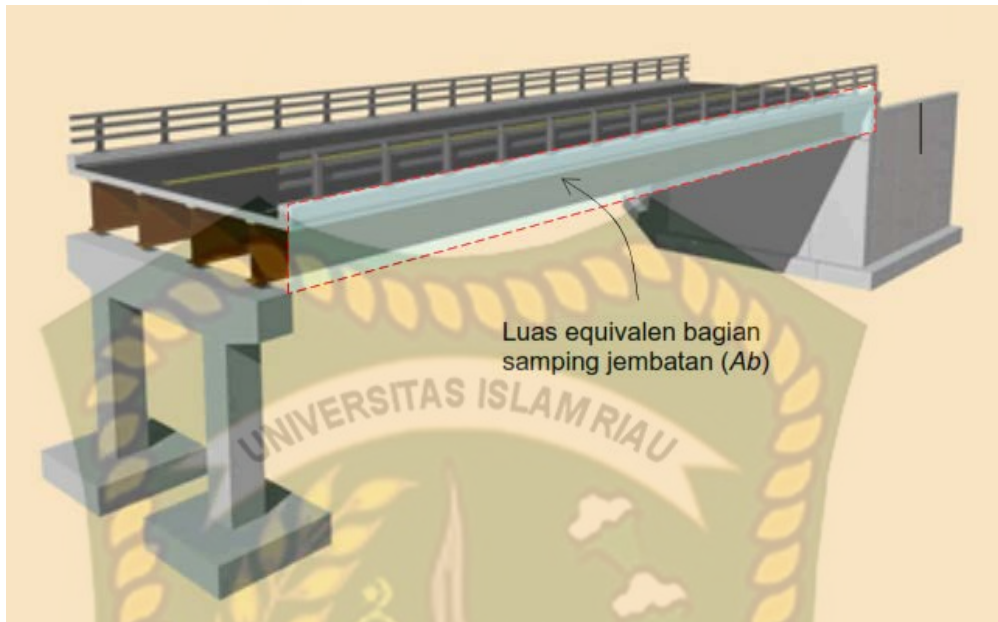
Tabel 3.5 Koefisien Seret, C_w

Tipe Jembatan	C_w
Bangunan atas massif (1), (2)	
$b/d = 1,0$	2,1 (3)
$b/d = 1,0$	1,5 (3)
$b/d \geq 1,0$	1,25 (3)
Bangunan atas rangka	1,2

Catatan (1) b = lebar keseluruhan jembatan dihitung dari sisi luar sandaran.
 d = tinggi bangunan atas, termasuk tinggi bagian sandaran yang massif
 (2) Untuk harga antara b/d bias diinterpolasi linear
 (3) Apabila bangunan atas mempunyai superelevasi C_w harus dinaikkan sebesar 3% untuk setiap derajat superelevasi, dengan kenaikan maksimum 2,5%.

(Sumber RSNI T-02-2005)

Luas equivalen bagian samping jembatan (Ab) adalah luas total bagian yang masif dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan, seperti yang dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 3.10 Bidang Jembatan Yang Diterpa Angin

Untuk jembatan rangka luas ekuivalen ini dianggap 30% dari luas yang dibatasi oleh batang-batang bagian terluar. Angin harus dianggap bekerja secara merata pada seluruh bangunan atas.



Gambar 3.11 Bidang Jembatan Yang Diterpa Angin

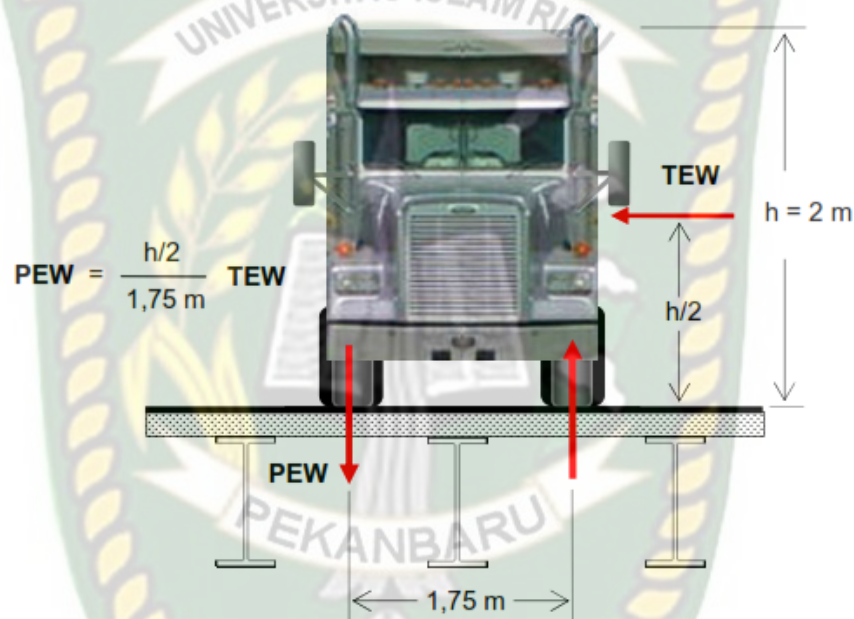
Apabila suatu kendaraan sedang berada diatas jembatan, beban angin merata tambahan arah horisontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti pada rumus berikut.

$$T_{EW} = 0,0012 C_w (V_w)^2 A_b \text{ [kN]} \quad (3.2)$$

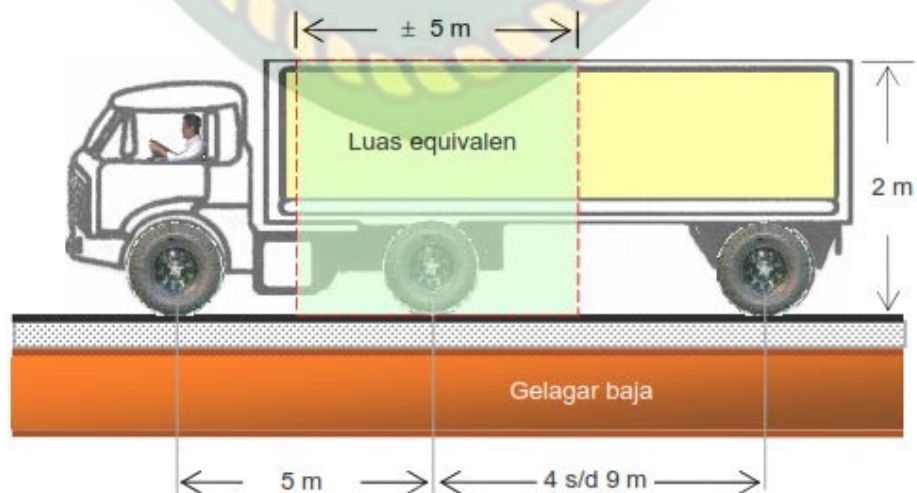
Dimana :

$$C_w = 1,2$$

A_b = luas bagian samping kendaraan (m^2).



Gambar 3.12 Beban Akibat Angin (PEW) Yang Dipikul Lantai Jembatan



Gambar 3.13 Luas Ekuivalen Bagian Samping Kendaraan (A_b)

Faktor beban akibat beban angin dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.6 Faktor Beban Akibat Beban Angin.

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	$K_{S;;EW;}$	$K_{U;;EW;}$
Transien	1,0	1,2

(Sumber RSNI T-02-2005)

2. Gaya Akibat Perbedaan Suhu

Untuk menentukan besarnya gaya akibat perbedaan suhu dilakukan peninjauan terhadap timbulnya tegangan-tegangan struktural. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan bentuk akibat perbedaan suhu antara bagian-bagian jembatan, baik yang menggunakan bahan yang sama maupun dengan bahan yang berbeda. Perbedaan suhu ditetapkan sesuai dengan data perkembangan suhu setempat

3. Gaya Rem

Peninjauan terhadap pengaruh gaya-gaya, dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem harus dilakukan. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5 % dari beban "D" tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada dalam satu jurusan. Gaya rem dapat dianggap bekerja horisontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 m di atas permukaan lantai kendaraan.

4. Gaya Akibat Gempa Bumi

Untuk perencanaan jembatan-jembatan yang akan dibangun pada daerah yang diperkirakan terdapat pengaruh-pengaruh gempa bumi, harus dilakukan dengan menghitung pengaruh-pengaruh gempa tersebut. Pengaruh-pengaruh gempa bumi pada suatu jembatan dihitung senilai dengan pengaruh gaya horisontal pada konstruksi akibat beban mati.

3.5.3. Beban Khusus

Beban khusus merupakan beban-beban khusus untuk perhitungan tegangan pada perencanaan jembatan. Beban khusus meliputi gaya sentrifugal, gaya tumbuk pada jembatan layang, gaya dan beban selama pelaksanaan, gaya aliran air.

Beban yang bekerja pada struktur jembatan disesuaikan pada peraturan *Bridge Management System* (BMS, 1992), yang meliputi beban tetap yang terdiri dari beban sendiri dan beban mati tambahan.

3.6. Beban Kombinasi

Pada sebuah perencanaan struktur, baik gedung, jalan, maupun jembatan, perencana harus menyelidiki beban yang terjadi di struktur tersebut, baik beban sendiri maupun beban hidup/beban yang berasal dari benda yang bergerak. Untuk setiap beban yang bekerja pada struktur, digunakan kombinasi pembebanan. Menurut SNI 1725-2016 “Faktor beban harus dipilih sedemikian rupa untuk menghasilkan kondisi ekstrim akibat beban yang bekerja. Untuk setiap kombinasi pembebanan harus diselidiki kondisi ekstrem maksimum dan minimum. Dalam kombinasi pembebanan dimana efek salah satu gaya mengurangi efek gaya yang lain, maka harus digunakan faktor beban terkurangi untuk gaya yang mengurangi tersebut. Untuk beban permanen, harus dipilih faktor beban yang menghasilkan kombinasi pembebanan kritis. Jika pengaruh beban permanen adalah meningkatkan stabilitas atau kekuatan komponen jembatan, maka perencana harus memperhitungkan pengaruh faktor beban terkurangi (minimum)”.

Faktor beban untuk setiap beban pada kombinasi pembebanan ditentukan seperti pada gambar berikut :

Keadaan Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW _s	EW _L	BF	EU _n	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	γ_p	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat II	γ_p	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat III	γ_p	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat IV	γ_p	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-
Kuat V	γ_p	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Ekstrem I	γ_p	γ_{EQ}	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-
Ekstrem II	γ_p	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	1,00
Daya Layan I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Daya Layan II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-
Daya Layan III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Daya Layan IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-
Fatik (TD dan TR)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan : - γ_p dapat berupa $\gamma_{MS}, \gamma_{MA}, \gamma_{TA}, \gamma_{PR}, \gamma_{PL}, \gamma_{SH}$, tergantung beban yang ditinjau
- γ_{EQ} adalah faktor beban hidup kondisi gempa

Gambar 3.14 Kombinasi Pembebanan dan Faktor Beban (SNI 1725-2016)

Untuk menentukan perhitungan hasil beban pada kombinasi yaitu menggunakan daya layan 1. Kenapa menggunakan kombinasi daya layan 1 karena Kombinasi pembebanan yang berkaitan dengan operasional jembatan

Untuk setiap kombinasi pembebanan memiliki perbedaan kondisi ekstim. Beban-beban ekstim tersebut ditentukan pada setiap keadaan batas sebagai berikut :

Kuat I : Kombinasi pembebanan yang memperhitungkan gaya-gaya yang timbul pada jembatan dalam keadaan normal tanpa memperhitungkan beban angin. Pada keadaan batas ini, semua gaya nominal yang terjadi dikalikan dengan faktor beban yang sesuai.

$$: 1 \text{ MS} + 1 \text{ MA} + 1,8 \text{ TT} + 1,8 \text{ TD} + 1,8 \text{ TB} + 1,8 \text{ TP.}$$

Kuat II : Kombinasi pembebanan yang berkaitan dengan penggunaan jembatan untuk memikul beban kendaraan khusus yang ditentukan pemilik tanpa mempertimbangkan beban angin.

$$: 1 \text{ MS} + 1 \text{ MA} + 1,4 \text{ TT} + 1,4 \text{ TD} + 1,4 \text{ TB} + 1,4 \text{ TP.}$$

Kuat III : Kombinasi pembebanan dengan jembatan dikenai beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 120 km/jam.

$$: 1 \text{ MS} + 1 \text{ MA} + 1,40 \text{ EW}_s.$$

- Kuat IV : Kombinasi pembebanan untuk memperhitungkan kemungkinan adanya rasio beban mati dengan beban hidup yang besar.
: 1 MS + 1 MA.
- Kuat V : Kombinasi pembebanan berkaitan dengan operasional normal jembatan dengan memperhitungkan beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 126 km/jam.
: 1 MS + 1 MA + 0,4 EW_S + 1 EW_L.
- Ekstrim I : Kombinasi pembebanan gempa. Faktor beban hidup γ_{EQ} yang mempertimbangkan bekerjanya beban hidup pada saat gempa berlangsung harus ditentukan berdasarkan kepentingan jembatan.
: 1 MS + 1 MA.
- Ekstrim II : berkurang dengan beban yang timbul akibat tumbukan kapal, tumbukan kendaraan, banjir atau beban hidrolika lainnya, kecuali untuk kasus pembebanan akibat tumbukan kendaraan (TC). Kasus pembebanan akibat banjir tidak boleh dikombinasikan dengan beban akibat tumbukan kendaraan dan tumbukan kapal.
: 1 MS + 1 MA + 0,5 TT + 0,5 TD + 0,5 TB + 0,5 TP.
- Layan I : Kombinasi pembebanan yang berkaitan dengan operasional jembatan dengan semua beban mempunyai nilai nominal serta memperhitungkan adanya beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 126 km/jam. Kombinasi ini juga digunakan untuk mengontrol lendutan pada gorong-gorong baja, pelat pelapis terowongan, pipa termoplastik serta untuk mengontrol lebar retak struktur beton bertulang; dan juga untuk analisis tegangan tarik pada penampang melintang jembatan beton segmental. Kombinasi pembebanan ini juga harus digunakan untuk investigasi stabilitas lereng.
: 1 MS + 1 MA + 1 TT + 1 TD + 1 TB + 1 TP + 0,3 EW_S + 1 EW_L.
- Layan II : Kombinasi pembebanan yang ditujukan untuk mencegah terjadinya pelelehan pada struktur baja dan selip pada sambungan akibat beban kendaraan.
: 1 MS + 1 MA + 1,3 TT + 1,3 TD + 1,3 TB + 1,3 TP.

Layan III : Kombinasi pembebanan untuk menghitung tegangan tarik pada arah memanjang jembatan beton pratekan dengan tujuan untuk mengontrol besarnya retak dan tegangan utama tarik pada bagian badan dari jembatan beton segmental.

$$: 1 MS + 1 MA + 0,8 TT + 0,8 TD + 0,8 TB + 0,8 TP.$$

Layan IV : Kombinasi pembebanan untuk menghitung tegangan tarik pada kolom beton pratekan dengan tujuan untuk mengontrol besarnya retak.

$$: 1 MS + 1 MA + 0,7EW_s.$$

Fatik : Kombinasi beban fatik dan fraktur sehubungan dengan umur fatik akibat induksi beban yang waktunya tak terbatas.

$$: 0,75 TT + 0,75 TD + 0,75 TB + 0,75 TP.$$

3.7. Pengaruh Beban Dinamik

Pengaruh beban dinamik yang terjadi pada jembatan biasanya disebabkan oleh efek yang timbul akibat aliran angin. Efek tersebut dikenal sebagai *flutter* yang telah menyebabkan runtuhnya *Tacoma Narrow Bridge* di Amerika Tahun 1940. Akibat dari adanya *flutter*, maka timbul gaya yang bekerja pada gelagar dan bersifat periodik. Menurut trein (2007), *Flutter* didefinisikan sebagai fenomena instabilitas aerodinamik yang disebabkan oleh aliran (dalam hal ini angin) dan bersifat *self-excited*. Analisis beban angin dapat dilakukan sederhana dengan menjabarkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur jembatan berupa :

1. Komponen gaya horizontal (T)
2. Komponen gaya vertikal (N)
3. Momen torsi (M)

Yang besarnya tergantung pada faktor :

1. Intensitas angin (q)
2. Bentuk penampang struktur lantai jembatan (C_T , C_N , dan C_M)
3. Sudut singgung angin terhadap lantai jembatan.

Beban yang bekerja pada dek jembatan akan seperti pada Gambar 3.26, penentuan besarnya nilai koefisien C_T , C_N , dan C_M dilakukan dengan

mengadakan pengujian terhadap beberapa tampang dengan menggunakan wind tunnel. Sehingga besar beban pada struktur menjadi.

$$T = C_T qhl \quad (3.3)$$

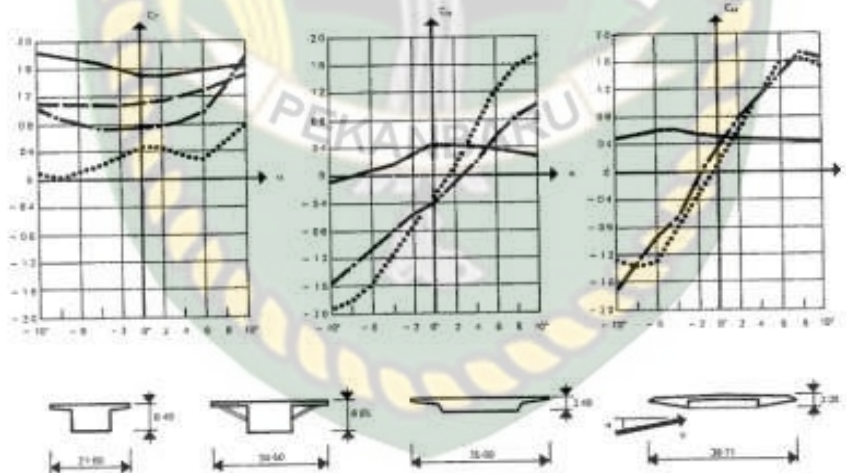
$$N = C_N qhl \quad (3.4)$$

$$M = C_M qhl \quad (3.5)$$



Gambar 3.15 Pendekatan Aksi Beban angin pada *Deck* Jembatan (Walther, 1988)

Hasil pengujian pada empat jembatan dapat dilihat pada Gambar 3.27 dibawah ini dengan krva untuk setiap koefisien telah digambarkan sebagai fungsi sudut singgung angin terhadap lantai jembatan (Walther, 1988).



Gambar 3.16 Koefisien Bentuk C_T , C_N , dan C_M (Walther, 1988)

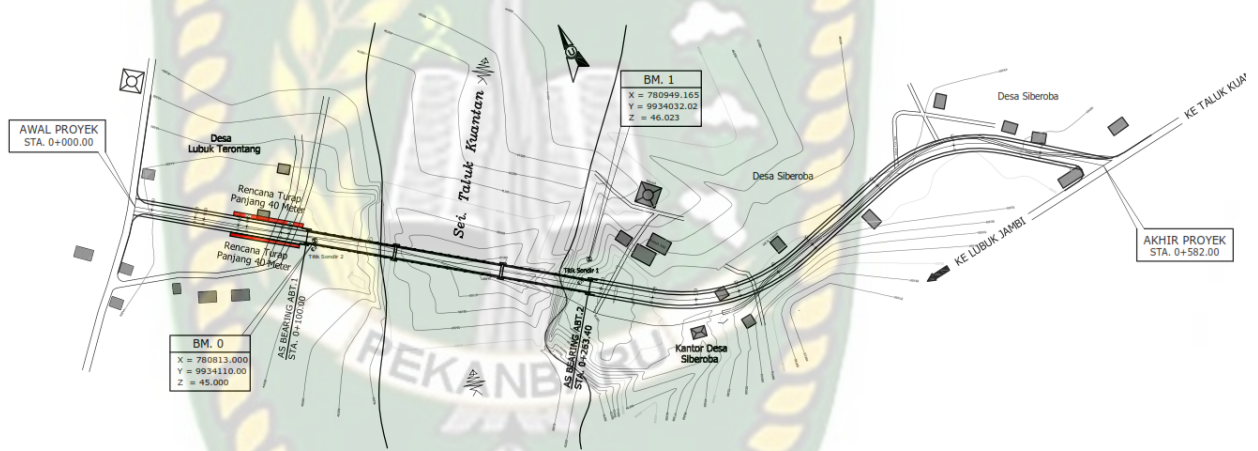
BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan digunakan adalah penelitian lapangan (*field research*) dan penelitian dokumen (*library research*) yaitu peneliti langsung terjun ke lokasi lapangan melakukan pengamatan dan membaca buku, jurnal, peraturan dan sebagainya yang berhubungan dengan jembatan.

4.2. Objek Penelitian



Gambar 4.1 Denah Lokasi Jembatan

Dalam penelitian ini, penulis menganalisis konstruksi jembatan rangka baja bentang pendek. Berikut ini data-data jembatan yang akan di analisis, yaitu :

1. Jenis Jembatan : Konstruksi Baja
2. Bentang Total Jembatan : 160 m (2 x 50 m & 1 x 60 m)
3. Lebar jembatan : 7,60 m
4. Lebar lantai kendaraan : 6,00 m
5. Lebar trotoar : 2 x 0,50 m
6. Jarak gelagar memanjang : 1,141 m

7. Jarak gelagar melintang : 4,995 m (Bentang 50 m) & 5,995 m (Bentang 60 m)
8. Material Struktur Baja : JIS G3101 SS400 (Japanese Industrial Standard)
9. Material Beton :

Dan data-data struktur jembatan yang digunakan dalam penelitian ini , yaitu :

1. Gelagar Memanjang : IWF 396x150x7x11
2. Gelagar Melintang : IWF 835x300x14x14
3. Struktur Rangka Utama : IWF 396x300x10x13,
IWF 396x199x7x11,
IWF 396x250x10x11,
IWF 396x350x11x13,
& IWF 396x400x13x14.
4. Ikatan Angin Melintang : IWF 300x150x6,5x9
5. Ikatan Angin Silang : IWF 196x99x4,5x7

4.3. Tahapan Penelitian

Adapun sebelum mendapatkan hasil dari penelitian, perlu beberapa tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang telah di tentukan sebelumnya. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah :

1. Mulai

Sebelum melakukan penelitian, yang harus penulis lakukan terlebih dahulu adalah melakukan studi literatur untuk memperdalam ilmu-ilmu yang berhubungan dengan topik penelitian.

2. Pengumpulan Data

Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005 data yang penulis lakukan dalam menyusun dan meneliti topik ini adalah dengan mengumpulkan

data-data yang berkaitan dengan penelitian yaitu mengambil data perencanaan jembatan yang sedang dilaksanakan di Kabupaten Taluk Kuantan. Penulis mengambil data jembatan rangka baja bentang pendek dan juga data kecepatan angin yang terdapat di lokasi tersebut.

3. Analisa Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, selanjutnya dilakukan pengolahan data dan dibantu dengan SAP2000. Di dalam software ini akan dilakukan pemodelan material Secara garis besar ada tiga material pokok yang digunakan pada proyek Perencanaan Jembatan Rangka Sei Gunung Toar ini, yaitu Beton, Baja tulangan dan Baja profile. struktur jembatan melakukan perhitungan dan pengimputan pembebanan struktur yang bekerja pada jembatan, dan melakukan analisis struktur untuk mendapatkan hasil dari rumusan masalah yang telah di buat.

4. Metode Analisa Data angin

Data angin yang diperoleh dari BMKG jembatan desa petapahan kec. Gunung Toar Kab. Kuantan Singingi Dalam menganalisis struktur jembatan rangka baja, struktur tersebut akan diberikan pengaruh beban angin yang akan di bebaskan dengan pengaruh 30% luasan pada sisi samping jembatan berdasarkan RSNI-T-02-2005 pasal 7.5.3.

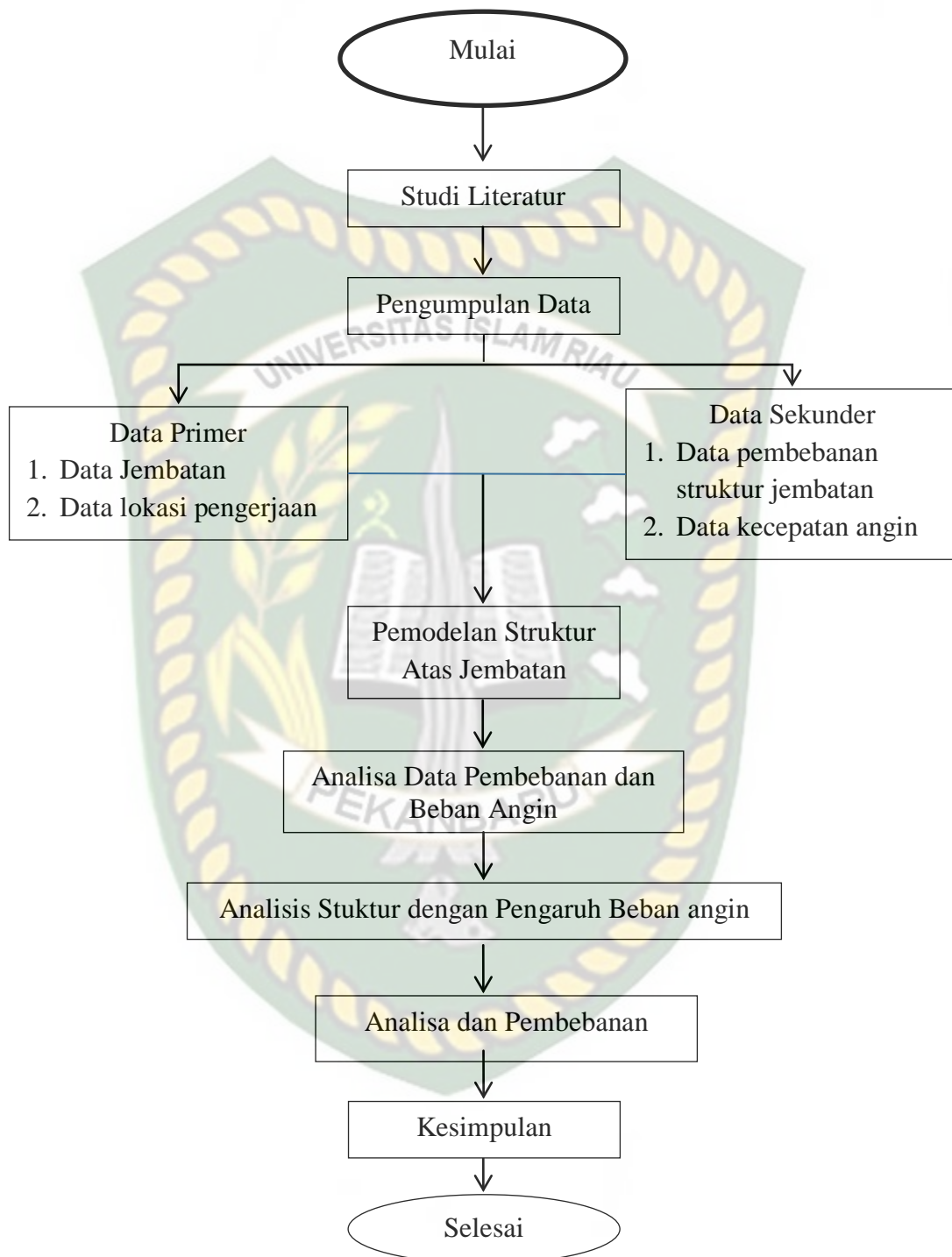
5. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan analisa data dengan bantuan software SAP2000, maka akan didapat hasil dari perhitungan tersebut. Kemudian hasil dari analisa data tersebut akan disimpulkan berupa hasil pembebanan yang terjadi pada jembatan rangka baja, baik itu beban struktur itu sendiri, maupun beban dinamik yang terjadi pada jembatan rangka baja.

6. Kesimpulan

Setelah didapat hasil dari analisa data, maka dibuat suatu kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang telah di tulis.

Dan berikut ini merupakan bagan alir pada tahapan pelaksanaan penelitian yang dapat dilihat pada Gambar *flowchart* berikut :



Gambar 4.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian

4.4. Tahapan Pengimputan Data

Berikut ini merupakan tahapan dalam proses pengimputan jembatan rangka baja kedalam program SAP2000 ver.20, sebagai berikut :

1. Melakukan pemodelan struktur jembatan pada SAP2000 sesuai dari data yang telah didapatkan.
2. Melakukan pengimputan data material dan jenis rangka baja yang digunakan pada jembatan sesuai dengan gambar kerja yang didapat.
3. Melakukan perhitungan pembebanan struktur dan pengimputan pembebanan ke program SAP2000 seperti beban mati, beban hidup, beban angin dan beban kombinasi.
4. Melakukan analisis struktur terhadap jembatan setelah proses pengimputan pembebanan untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap jembatan.
5. Setelah dilakukan analisis struktur, maka didapat hasil dari SAP2000 berupa lendutan yang terjadi pada jembatan, serta gaya aksial yang terjadi pada setiap *Truss* jembatan apakah mengalami gaya tarik atau gaya tekan

BAB V

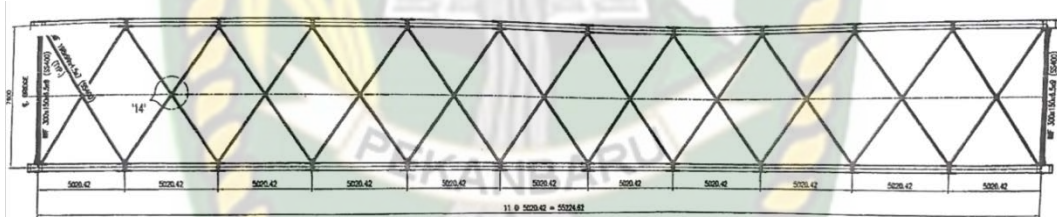
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan dan analisis struktur yang dilakukan pada jembatan rangka baja dibuat dengan bantuan *software* SAP2000. Pemodelan dilakukan pada jembatan dengan bentang 50 m dan 60 meter. Pemodelan pada jembatan rangka baja hanya menghitung struktur atas jembatan dengan mengabaikan struktur bawah jembatan dan pembejana gempa.

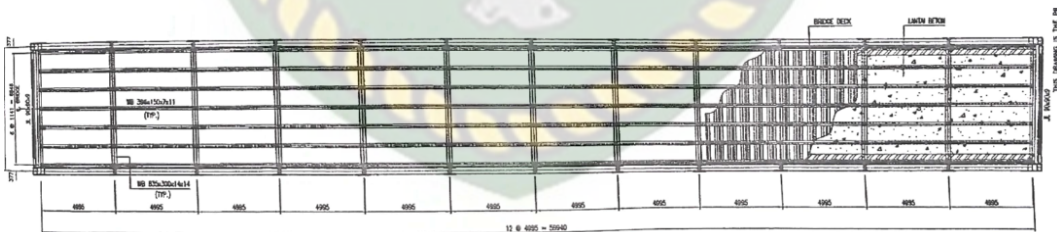
Hasil yang diteliti berupa nilai lendutan jembatan yang diakibatkan oleh beban kombinasi yang dipengaruhi oleh beban angin pada jembatan rangka baja dan pengaruh jembatan terhadap beban angin.

5.1. Data Jembatan

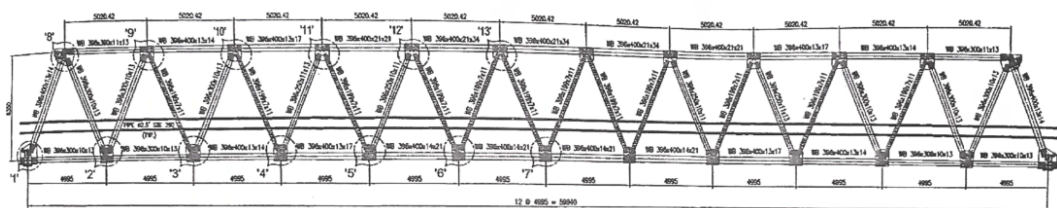
Berikut merupakan gambar jembatan yang ditinjau bentang 50 m dan 60 m, yaitu :



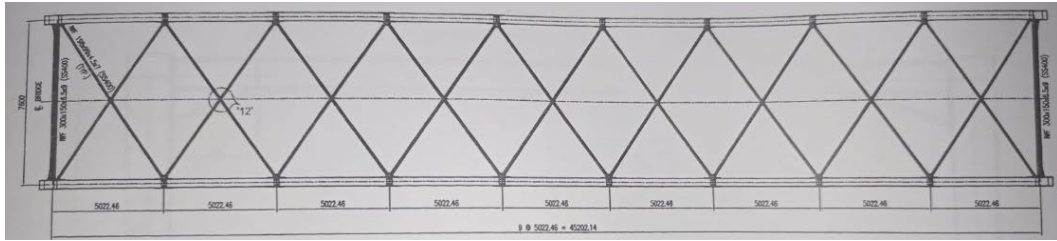
Gambar 5.1 Denah Atas Jembatan Bentang 60 m



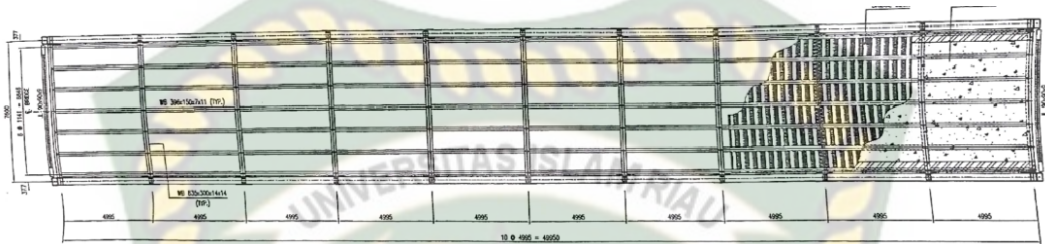
Gambar 5.2 Denah Bawah Jembatan Bentang 60 m



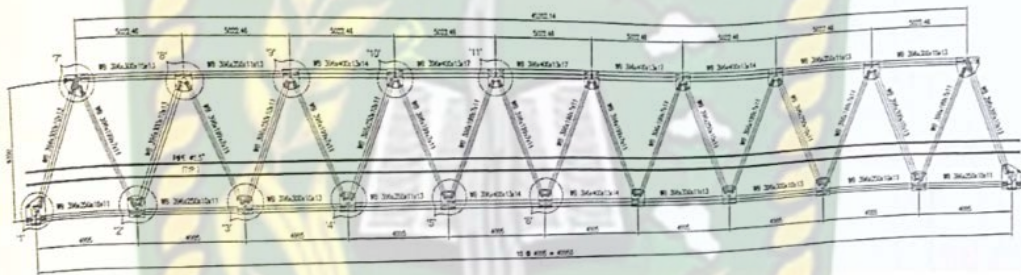
Gambar 5.3 Tampak Samping Jembatan Bentang 60 m



Gambar 5.4 Denah Atas Jembatan Bentang 50 m



Gambar 5.5 Denah Bawah Jembatan Bentang 50 m



Gambar 5.6 Tampak Samping Jembatan Bentang 50 m

5.2. Pembebanan

Jenis beban yang bekerja pada jembatan meliputi :

1. Berat sendiri jembatan (MS)
2. Beban mati perkerasan (MA)
3. Beban transien, meliputi :
 - a. Gaya akibat rem (TB)
 - b. Beban kendaraan (truk) (TT)
 - c. Beban pejalan kaki (TP)
 - d. Beban angin pada struktur (EWs)
 - e. Beban angin pada kendaraan (EWI)

Beban gempa (tidak dimodelkan karena hanya menghitung struktur atas jembatan dan struktur bawah jembatan dianggap aman).

5.3. Beban Struktur Sendiri

Beban ini merupakan berat sendiri struktur jembatan yang akan dihitung otomatis oleh *software* SAP2000 yang memiliki fungsi structural untuk menahan beban. Beban Mati struktur jembatan memiliki berat beban sesuai dengan material baja yang digunakan dan bentuk penampangnya sesuai standar internasional yang telah ditetapkan.

5.3.1. Beban Struktur Tambahan

Beban ini merupakan berat elemen non struktural yang secara permanen membebani struktur jembatan, seperti trotoar, berat lantai jembatan (Lapisan aspal dan genangan air) dan lainnya.

a. Beban mati tambahan akibat Trotoar (MS)

Berikut ini ukuran trotoar yang dibuat pada jembatan dengan ukuran :

1. Lebar = 50 cm = 0,50 m
2. Tinggi = 47 cm = 0,47 m
3. W = 25 kN/m³
4. Berat (Q) = 50 m x 47 m x 25 kN/m³
= 5,875 kN/m → (MS)

b. Beban mati tambahan pada lantai jembatan (MA)

1. Lapisan Aspal + Overlay = 0,10 m x 22 kN/m³ = 2,20 kN/m²
2. Genangan air hujan = 0,05 m x 10 kN/m³ = 0,50 kN/m

Total beban mati tambahan pada lantai jembatan = 2,70 kN/m²

Dimana, nilai 10 kN/m³ merupakan nilai berat isi Air Murni.

No	Jenis Material	Massa Jenis	Satuan
1	Alumunium	2712	Kg/m ³
2	Air	1000	Kg/m ³
3	Baja	7850	Kg/m ³
4	Bambu	300 – 400	Kg/m ³
5	Balsa	170	Kg/m ³
6	Batu Alam	2600	Kg/m ³
7	Batu Belah	1500	Kg/m ³
8	Batu Karang	700	Kg/m ³
9	Batu Pecah	1450	Kg/m ³
10	Besi Cor	6800 – 7800	Kg/m ³
11	Besi Tuang	7250	Kg/m ³
12	Besi Tempa	7750	Kg/m ³
13	Beton	2200	Kg/m ³
14	Beton Bertulang	2400	Kg/m ³
15	Emas	19.300	Kg/m ³
16	Granit	2691	Kg/m ³
17	Gypsum Padat	2787	Kg/m ³
18	Kardus	689	Kg/m ³
19	Kayu Kelas I	0,9	Ton/m ³
20	Kayu Kelas II	0,6 – 0,9	Ton/m ³

Gambar 5.7 Berat Isi air

Nilai Berat isi air : 1000 kg/m³

Nilai 1 kg = 10 N = 0,0001 kN

Nilai 1 N = 0,0001 kN

Jadi, berat isi air : 1000 kg/m³ = kN/m³

: 1000 kg/m³ x 0,0001 = 10 kN/m³

c. Beban mati tambahan pada trotoar (MA)

1. Tiang listrik setiap jarak 25 m = 5 kN → (MA)

5.3.2. Beban Hidup/Lalu Lintas

Merupakan beban yang bekerja pada jembatan yang telah direncanakan dari awal sesuai dengan data-data seperti jenis kendaraan yang akan melalui jembatan, pengaruh angin terhadap jembatan, dan juga beban orang pejalan kaki.

a. Gaya akibat rem (TB)

Panjang Bentang Jembatan :

1. Bentang 50 m → T_{TB} = 250 kN

2. Bentang 60 m → T_{TB} = 250 kN

3. Bentang 160 m → T_{TB} = 250 + 2,5 x (160 – 80) = 570 kN

Untuk pengaruh gaya rem yang bekerja di jembatan, diambil nilai 5% dari beban lajur “D”.

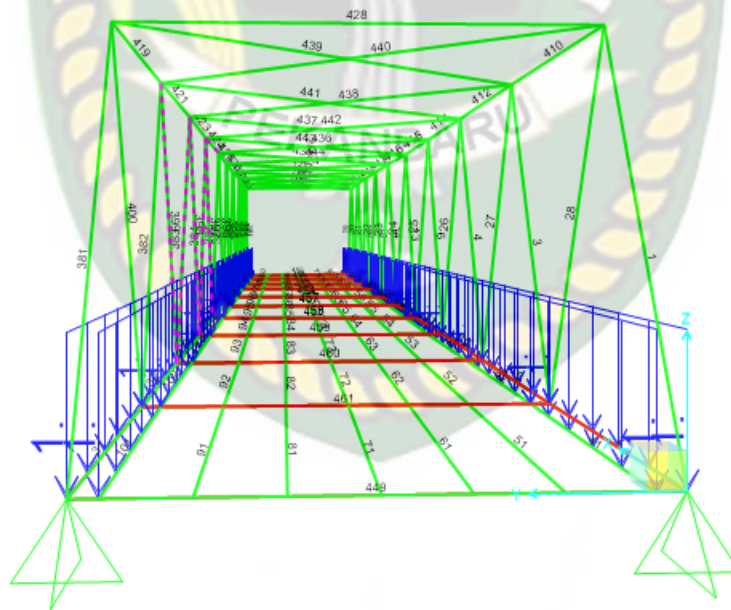
Maka, $5\% \times T_D = [0,05 \times (q \times b_1 \times Lt + 3 \times P \times b_1)] \times 1$

1. Bentang 50 m = $[0,05 \times (9 \times 7,6 \times 50 + 3 \times 49 \times 7,6)] \times 1$
= 226,86 kN
2. Bentang 60 m = $[0,05 \times (9 \times 7,6 \times 60 + 3 \times 49 \times 7,6)] \times 1$
= 161,06 kN
3. Bentang 160 m = $[0,05 \times (9 \times 7,6 \times 160 + 3 \times 49 \times 7,6)] \times 1$
= 603,06 kN

Jadi, nilai nilai gaya akibat rem di setiap bentang adalah :

1. Bentang 50 m $\rightarrow T_{TB} = 2,29$ kN
2. Bentang 60 m $\rightarrow T_{TB} = 2,23$ kN
3. Bentang 160 m $\rightarrow T_{TB} = 1,91$ kN

b. Beban pejalan kaki (TP)



Gambar 5.8 Gambar Beban pejalan kaki (TP)

$$A \leq 10 \text{ m}^2 \quad \rightarrow q = 5 \text{ kPa}$$

$$10 \text{ m}^2 \leq A \leq 100 \text{ m}^2 \quad \rightarrow q = 5 - 0,033 \times (A-10) \text{ kPa}$$

$$A > 100 \text{ m}^2 \quad \rightarrow q = 2 \text{ kPa}$$

$$\text{Panjang beban ekuivalen} \quad \rightarrow Le = 12,800 \text{ m}$$

$$b_2 = 50 \text{ m}$$

$$A = 2 \times (0,5 \times 12,800)$$

$$A = 12,8 \text{ m}^2$$

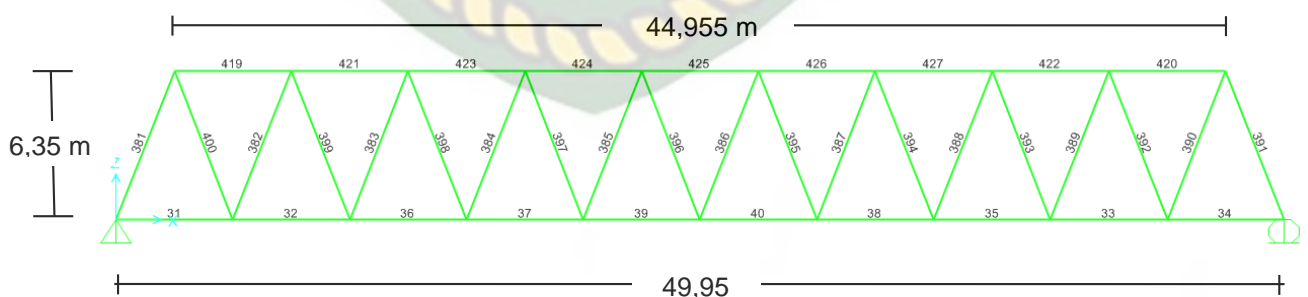
$$q = 2 \text{ kPa}$$

$$Q_{TP} = q \times b_2 = 2 \times 50 = 1 \text{ kN/m}$$

5.4. Beban Angin

Dalam menghitung beban angin, dibutuhkan data kecepatan angin dengan kecepatan maksimum (dalam penelitian ini mengacu pada data kecepatan angin dalam 10 tahun terakhir di Kabupaten Kuantan Singingi, Riau) dan perhitungannya mengacu pada peraturan SNI 1725-2016 dengan faktor-faktor sebagai berikut :

- Koefisien seret (C_w) diambil nilai = 1,20
- Kecepatan angin rencana (V_w) = 103,6 m/s (data kec. Angin maksimum dalam 10 tahun terakhir (2010–2019), diambil dari NOAA (*National Oceanic and atmospheric Administration*) Amerika dari situs <https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/dataproduct>).
- Luas bidang samping jembatan (A_b) = 364,792 m² (untuk bentang 60 m) & 301,45 m² (untuk bentang 50 m)

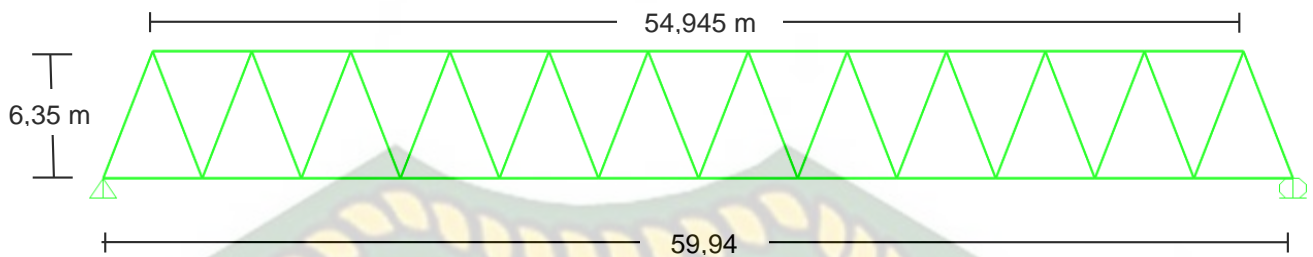


Gambar 5.9 Jembatan Bentang 50 m

Luas Samping Jembatan (A_b) bentang 50 m :

$$A_b : \frac{\text{Atas} + \text{Bawah}}{2} \times t$$

$$: \frac{44,955+49,95}{2} \times 6,35 = 301,45 \text{ m}^2$$



Gambar 5.10 Jembatan Bentang 60 m

Luas Samping Jembatan (Ab) bentang 60 m :

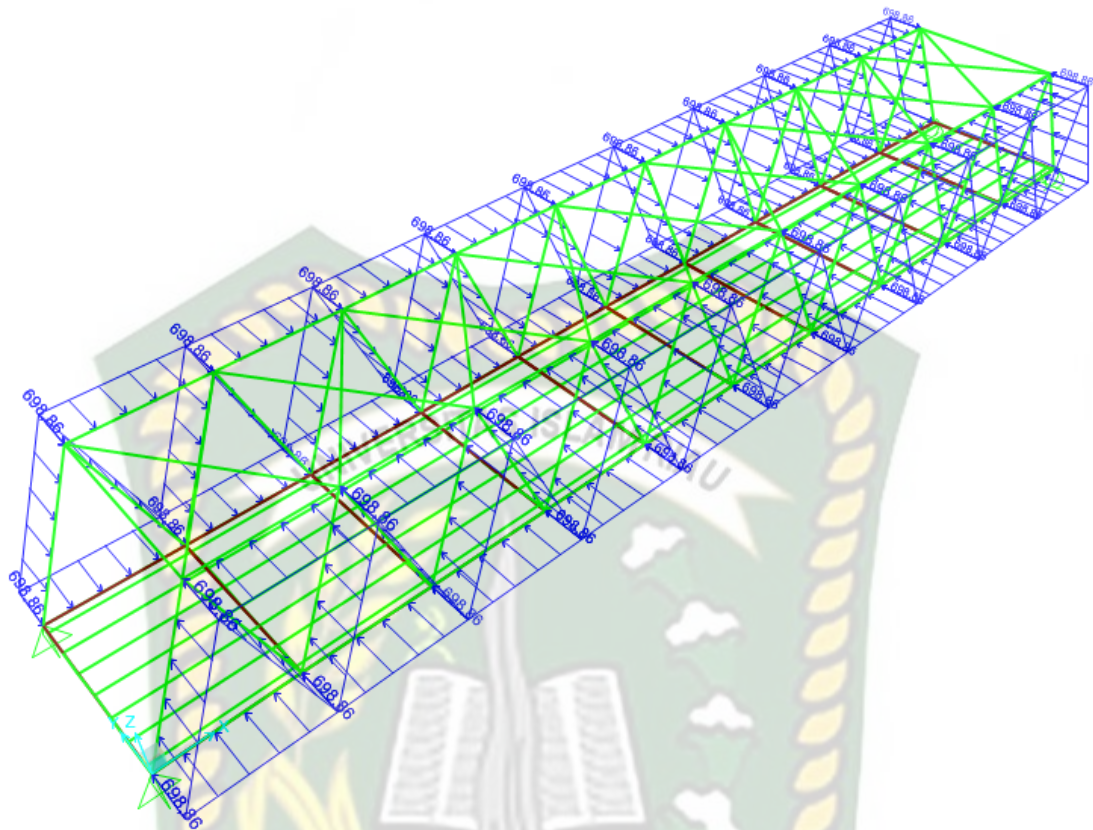
$$\begin{aligned} \text{Ab} &: \frac{\text{Atas}+\text{Bawah}}{2} \times t \\ &: \frac{54,945+59,94}{2} \times 6,35 = 364,792 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

1. Beban angin terhadap struktur

Dalam Memenentukan beban angin, data yang digunakan berupa data kecepatan angin yang diambil dari NOAA (*National Oceanic and atmospheric Administration*) Amerika dari situs <https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/dataproduct>, dan untuk perhitungannya sendiri mengacu pada perturan SNI 1725-2016 tentang Pembebanan untuk jembatan dan RSNI T-02-2005.

- a. Untuk bentang 50 m, maka nilai beban angin pada jembatan (dikali 30% dari luas bentang yang terkena angin)

$$\begin{aligned} T_{EW} &= 0,0006 \times C_w \times (V_w)^2 \times (30\% \text{ Ab}) \\ &= 0,0006 \times 1,20 \times (103,6)^2 \times (30\% \times 310,45) \\ &= 698,857 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

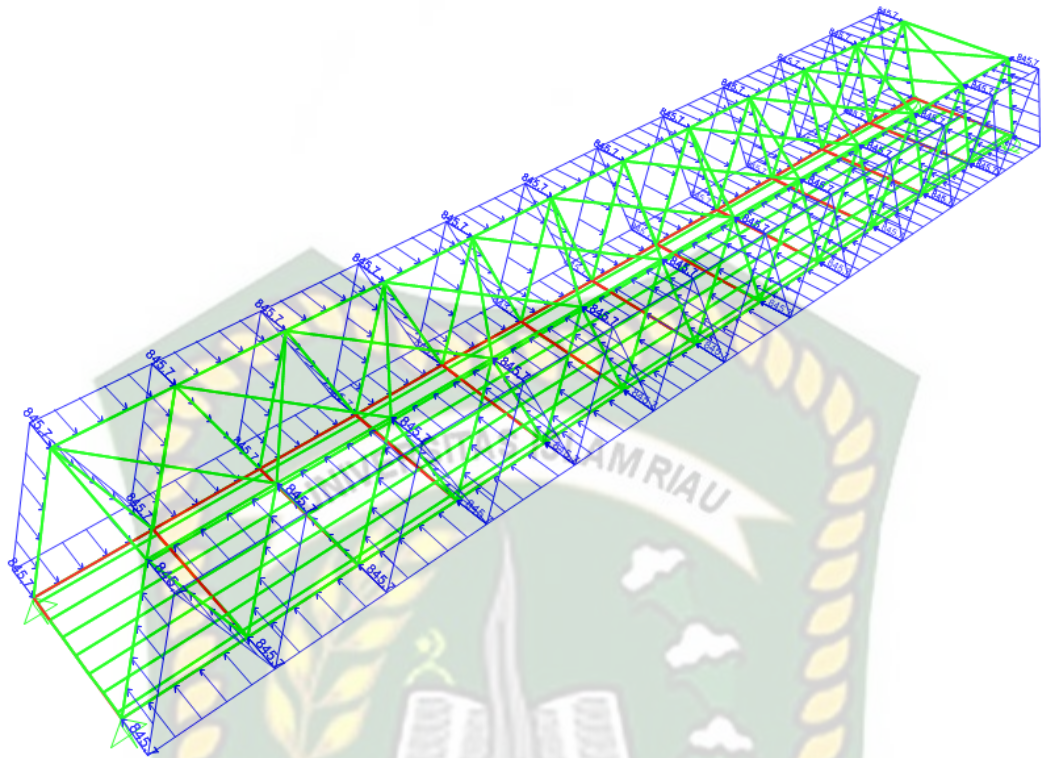


Gambar 5.11 Nilai Beban Angin (T_{EW}) Pada Bentang 50 m

Pada gambar 5.11 diatas jembatan bentang 50 m, terlihat posisi beban angin yang menimpa Struktur Jembatan secara Horisontal pada bidang rangka Jembatan yang menekan jembatan dari sisi arah luar sebesar 698,857 kN/m².

- b. Untuk bentang 60 m, maka nilai beban angin pada jembatan (dikali 30% dari luas bentang yang terkena angin)

$$\begin{aligned}
 T_{EW} &= 0,0006 \times C_w \times (V_w)^2 \times (30\% \times A_b) \\
 &= 0,0006 \times 1,20 \times (103,6)^2 \times (30\% \times 364,792) \\
 &= 845,7 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$



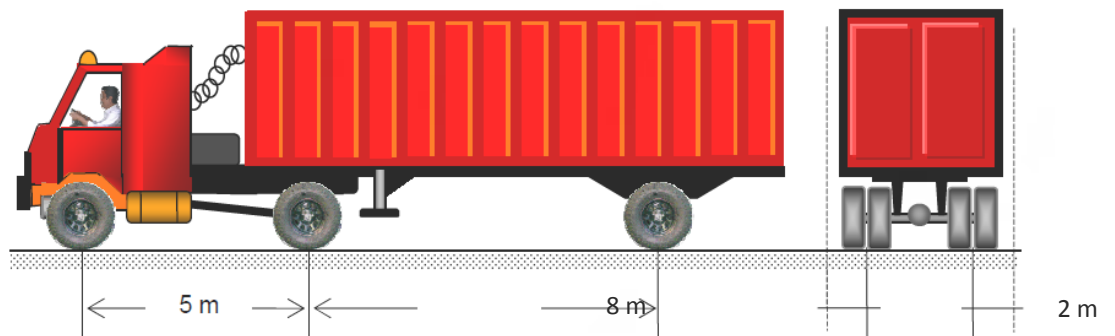
Gambar 5.12 Nilai Beban Angin (T_{EW}) Pada Bentang 60 m

Pada gambar 5.12 jembatan bentang 60 m, terlihat posisi beban angin yang menimpa Struktur Jembatan secara Horizontal pada bidang rangka Jembatan yang menekan jembatan dari sisi arah luar sebesar $845,7 \text{ kN/m}^2$.

2. Beban angin pada kendaraan

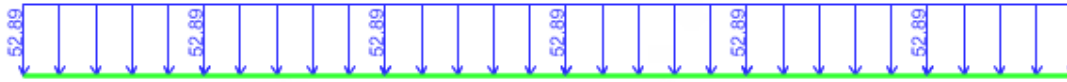
Pada kendaraan yang berada diatas jembatan, beban angin bekerja searah tegak lurus jembatan dan jembatan harus memikul gaya akibat tekanan angin pada kendaraan.

Dimana :



Gambar 5.27 Gambar Kendaraan Truk

sebesar 52,89 kN/m. Karena beban merata terjadi akibat gerakan kendaraan yang selalu berbeda-beda mengakibatkan menggunakan beban merata.



Gambar 5.14 Nilai Beban Angin Pada Kendaraan pada Tampak Samping Jembatan

5.5. Hasil Beban Angin Pada Jembatan Rangka Baja

Hasil gaya pada jembatan rangka baja, didapat dari kombinasi pembebanan maksimum dan juga pengaruh beban angin. Berdasarkan dari peraturan RSNI-T-02-2005 pasal 7.6.3 untuk luasan beban angin yang mengenai rangka jembatan baja dianggap 30% dari luasan yang dibatasi oleh batang-batang bagian terluar. Analisa telah dilakukan oleh bantuan *software* SAP2000 yang dapat dilihat berdasarkan panjang bentang sebagai berikut:

1. Beban angin terhadap struktur

- a. Untuk bentang 50 m, maka nilai beban angin pada jembatan (dikali 30% dari luas bentang yang terkena angin)

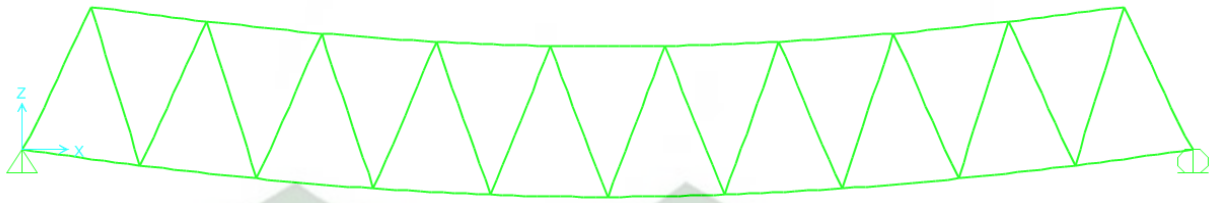
$$\begin{aligned} T_{EW} &= 0,0006 \times C_w \times (V_w)^2 \times (30\% \text{ } A_b) \\ &= 0,0006 \times 1,20 \times (103,6)^2 \times (30\% \times 301,45) \\ &= 698,857 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- b. Untuk bentang 60 m, maka nilai beban angin pada jembatan (dikali 30% dari luas bentang yang terkena angin)

$$\begin{aligned} T_{EW} &= 0,0006 \times C_w \times (V_w)^2 \times (30\% \text{ } A_b) \\ &= 0,0006 \times 1,20 \times (103,6)^2 \times (30\% \times 364,792) \\ &= 845,704 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

5.5.1. Jembatan Rangka Baja Bentang 50 m

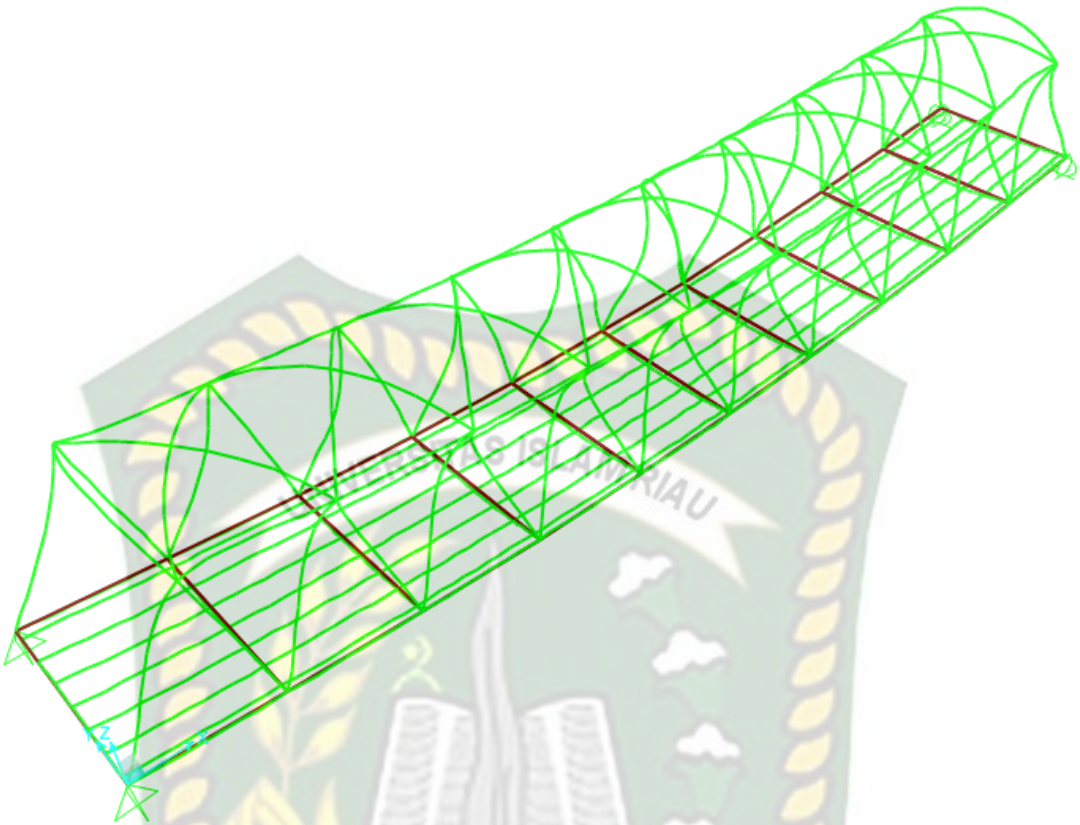
Berikut ini hasil dari kombinasi pembebanan struktur jembatan rangka baja bentang 50 m.



Gambar 5.15 *Deformed Shape* (Gaya Lendutan) dengan pengaruh Beban Kombinasi Layan 1



Gambar 5.16 *Deformed Shape* (Gaya Lendutan) dengan pengaruh Beban angin Saja (Tampak Depan)



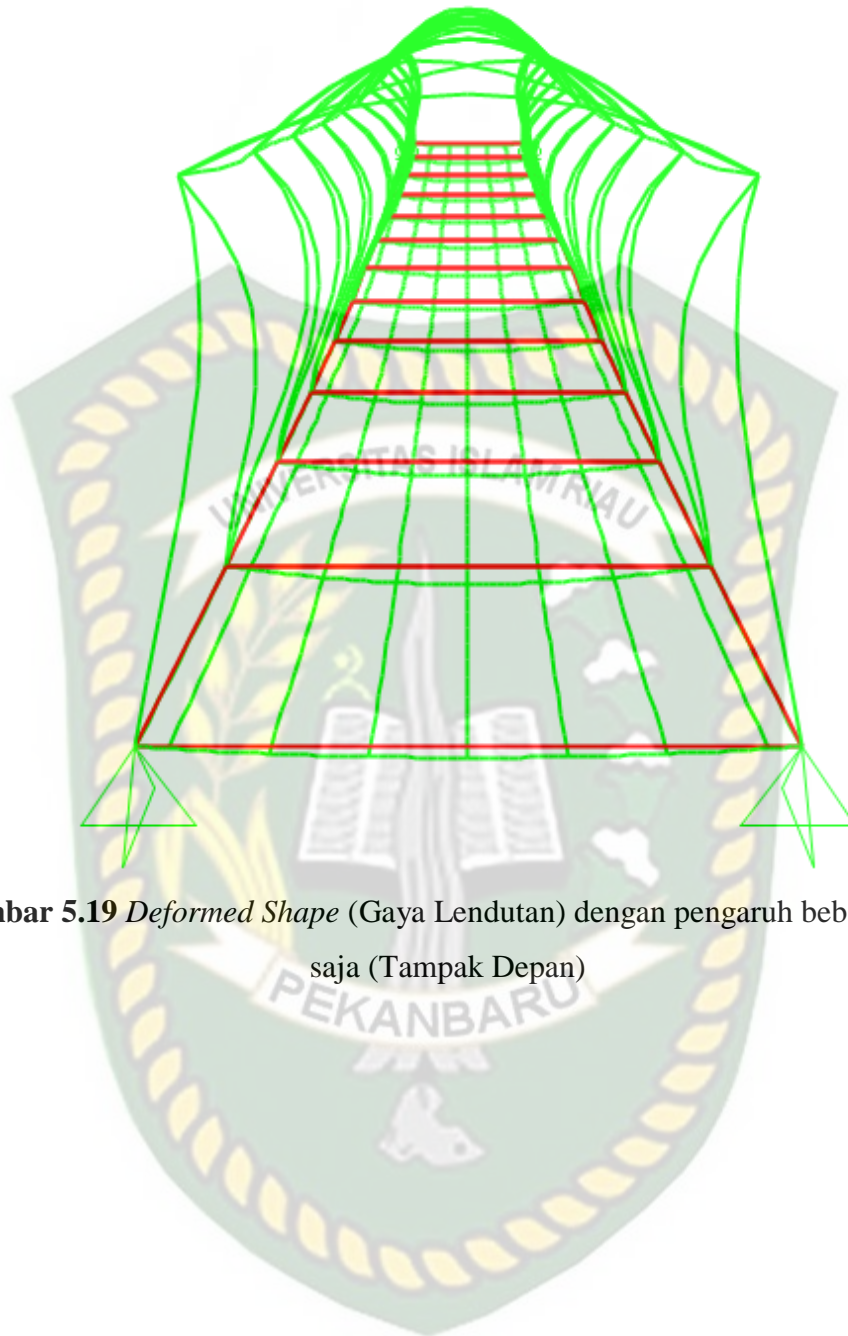
Gambar 5.17 *Deformed Shape* (Gaya Lendutan) dengan pengaruh Beban angin Saja (3 Dimensi)

5.5.2. Jembatan Rangka Baja Bentang 60 m

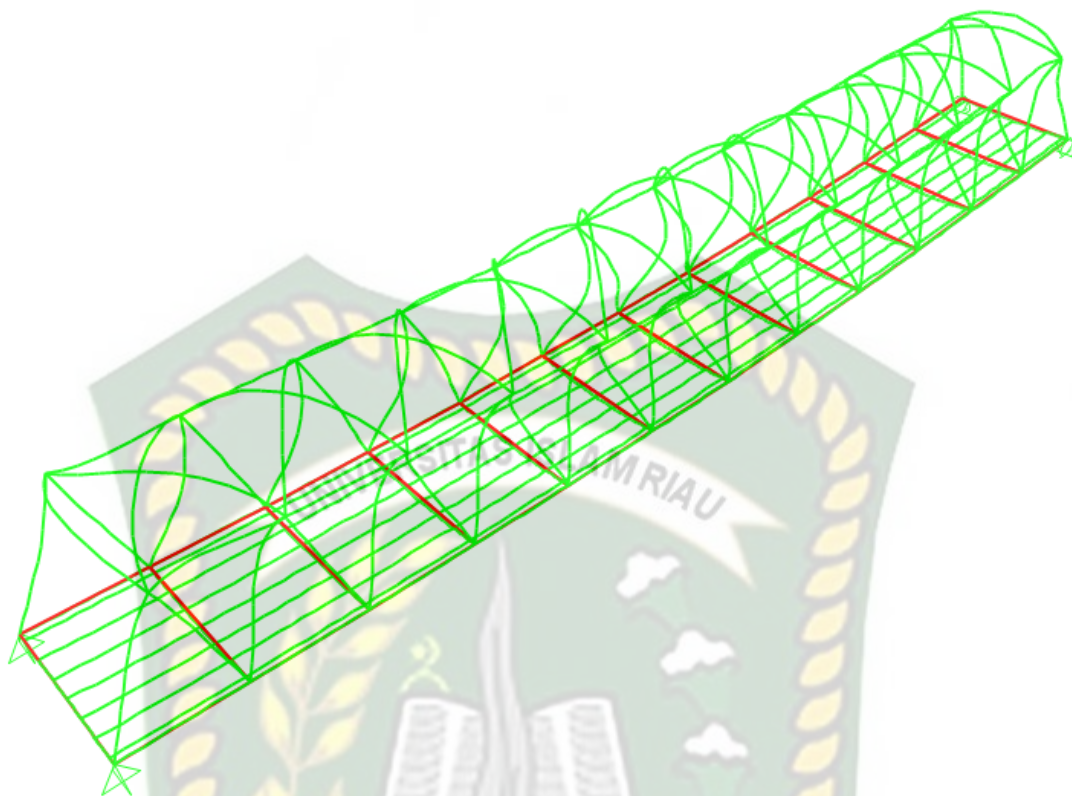
Berikut ini hasil dari kombinasi pembebanan struktur jembatan rangka baja bentang 60 m.



Gambar 5.18 *Deformed Shape* (Gaya Lendutan) dengan pengaruh beban angin saja (2 Dimensi)



Gambar 5.19 *Deformed Shape* (Gaya Lendutan) dengan pengaruh beban angin saja (Tampak Depan)



Gambar 5.20 *Deformed Shape* (Gaya Lendutan) dengan pengaruh gaya angin (3 Dimensi)

5.6. Lendutan Struktur Jembatan Rangka Baja

Dari analisa yang telah dilakukan dengan bantuan *software* SAP2000, didapat hasil akibat dari berbagai kombinasi pembebanan pada Rangka Batang terhadap lendutan struktur, sebagai berikut :

5.6.1. Jembatan Rangka Baja Bentang 50 m

Pada jembatan bentang 50 m, dari hasil analisa SAP2000 terhadap berbagai kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725-2016 maka didapat hasil nilai lendutan terhadap arah X, arah Y, dan arah Z yang dapat dilihat pada Tabel 5.1, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3.

Tabel 5.1. *Displacement* (Lendutan) Rangka Batang Maksimum arah X

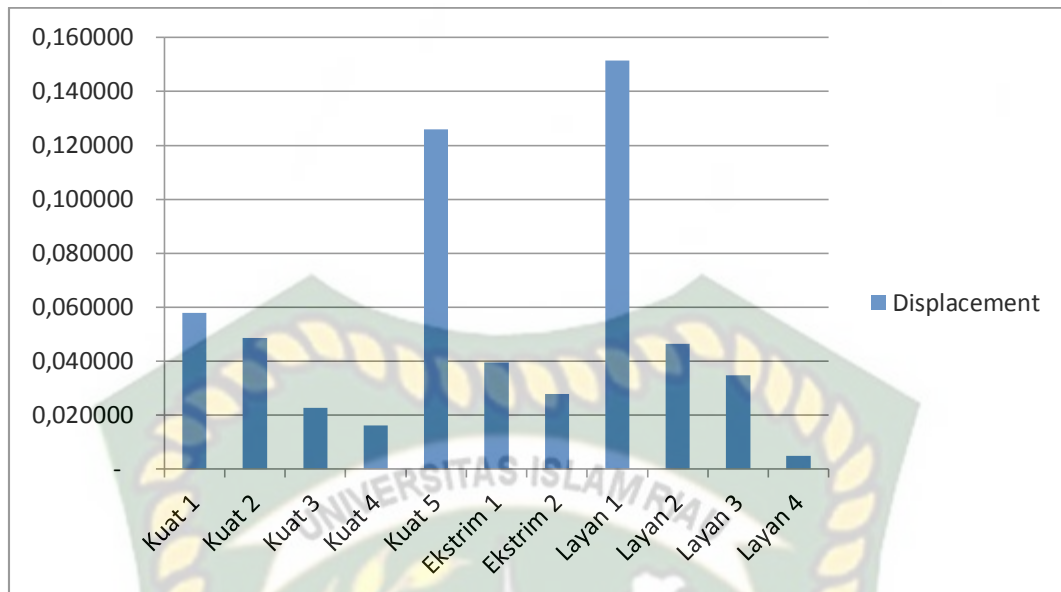
Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m)
<i>A</i>	<i>B</i>

A	B
Kuat 1 (pembebanan jembatan dalam keadaan normal tanpa memperhitungkan beban angin)	0,05797
Kuat 2 (pembebanan memikul beban kendaraan khusus)	0,048696
Kuat 3 (pembebanan beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 120 km/jam.)	0,02270
Kuat 4 (pembebanan untuk memperhitungkan kemungkinan adanya rasio beban mati dengan beban hidup yang besar.	0,016231
Kuat 5 (pembebanan operasional normal jembatan)	0,126003
Ekstrim 1 (pembebanan gempa)	0,039475
Ekstrim 2	0,027826
Layan 1 (pembebanan yang berkaitan dengan operasional jembatan dengan semua beban mempunyai nilai nominal	0,151526

serta memperhitungkan adanya beban angin)	
Layan 1 (pembebanan yang berkaitan dengan operasional jembatan dengan semua beban mempunyai nilai nominal serta memperhitungkan adanya beban angin)	0,046377
Layan 2 (pembebanan yang ditujukan untuk mencegah terjadinya pelelehan pada struktur baja)	0,034782
Layan 3 (pembebanan untuk menghitung tegangan tarik)	0,004965
Layan 4 (pembebanan untuk menghitung tegangan tarik kolom beton)	

Sumber : Hasil Output SAP2000

Dari tabel 5.1, dari setiap kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725-2016, maka didapat hasil nilai lendutan yang terjadi pada rangka jembatan, yaitu pada Kombinasi pembebanan Layan 1 memiliki nilai terbesar sebesar 0,151526 m dan pada kombinasi pembebanan Layan 4 memiliki nilai terkecil sebesar 0,004965 m. Dan untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.21.



Gambar 5.21 Nilai Lendutan Arah X

Dari grafik diatas, dapat diketahui perbedaan yang cukup besar dari pembebanan kombinasi dari beban kombinasi 1 (satu) dengan beban kombinasi yang lainnya terhadap nilai *displacement* (lendutan) pada arah X dari seluruh beban kombinasi. Pembebanan terbesar terjadi pada beban kombinasi Layan 1 sebesar 0,151526 m dan pembebanan terkecil terjadi pada beban kombinasi Layan 4 sebesar 0,004965 m.

Berdasarkan RSNI-T-03-2005, Lendutan pada jembatan dibatasi tidak boleh melebihi $l/800$ panjang bentang.

$$: l/800 = 50 \text{ m}/800 = 0,0625 \text{ m}$$

Tabel 5.2. Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 50 m Sumbu X

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m) Rangka batang	Batasan Ijin (m)	Keterangan
Kuat 1	0,05797	0,0625	Aman
Kuat 2	0,048696	0,0625	Aman
Kuat 3	0,02270	0,0625	Aman
Kuat 4	0,016231	0,0625	Aman

Kuat 5	0,126003	0,0625	Tidak Aman
Ekstrim 1	0,039475	0,0625	Aman
Ekstrim 2	0,027826	0,0625	Aman
Layan 1	0,151526	0,0625	Tidak Aman
Layan 2	0,046377	0,0625	Aman
Layan 3	0,034782	0,0625	Aman
Layan	0,004965	0,0625	Aman

Tabel 5.3. *Displacement* (Lendutan) Rangka Batang Maksimum arah Y

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m)
	Rangka Batang
A	B
Kuat 1	0,02552
Kuat 2	0,01985
Kuat 3	0,00291
Kuat 4	0,00135
Kuat 5	0,01610
Ekstrim 1	0,01419
Ekstrim 2	0,00742
Layan 1	0,01891
Layan 2	0,01844
Layan 3	0,01135
Layan 4	0,04470

Sumber : Hasil Output SAP2000

Beban Kombinasi :

Kuat 1 : 1 MS + 2,69 MA + 168 TT + 5,9 TD + 2,3 TB + 1,0197 TP

Kuat 2 : 1 MS + 2,69 MA + 168 TT + 5,9 TD + 2,3 TB + 1,0197 TP

Kuat 3 : 1 MS + 2,69 MA + 845, 704 EW_s

Kuat 4 : 1 MS + 2,69 MA

Kuat 5 : 1 MS + 2,69 MA + 845, 704 EW_s + 52,888 EW_L

Ekstrim 1 : 1 MS + 2,69 MA

Ekstrim 2 : 1 MS + 2,69 MA + 168 TT + 5,9 TD + 2,3 TB + 1,0197 TP.

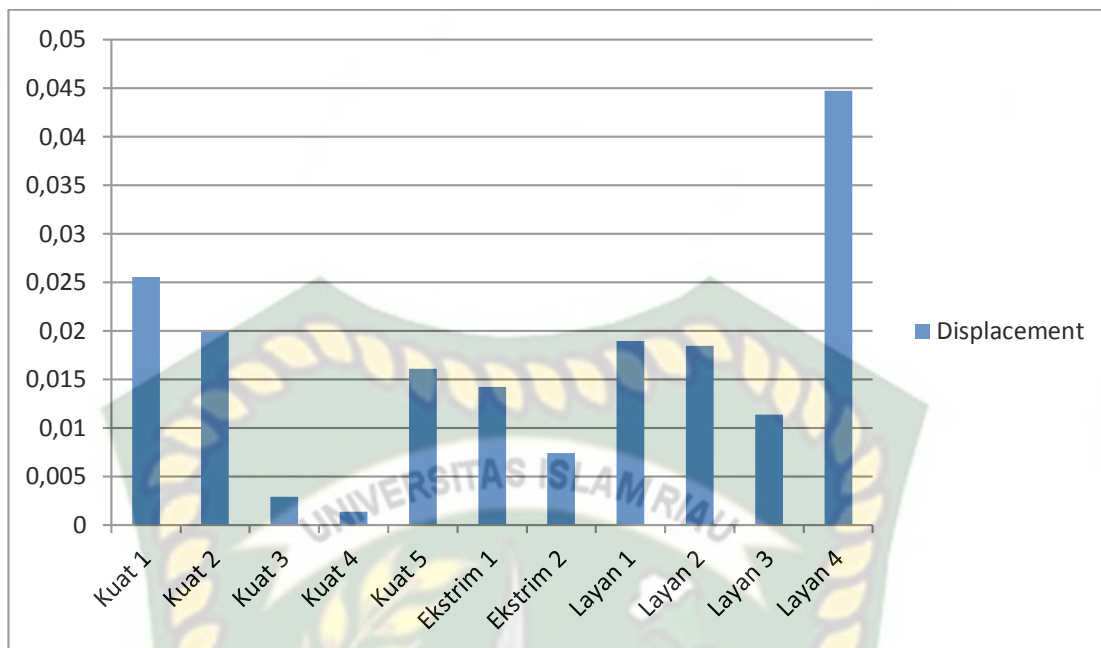
Layan 1 : 1 MS + 2,69 MA + 168 TT + 5,9 TD + 2,3 TB + 1,0197 TP +
845, 704 EW_s + 52,888 EW_L

Layan 2 : 1 MS + 2,69 MA + 5,9 TD + 2,3 TB + 11,0197 TP.

Layan 3 : 1 MS + 2,69 MA + 168 TT + 5,9 TD + 2,3 TB + 1,0197 TP

Layan 4 : 1 MS + 2,69 MA + 845, 704 EW_s

Dari tabel 5.3, dari setiap kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725-2016, maka didapat hasil nilai lendutan yang terjadi pada rangka jembatan, yaitu pada Kombinasi pembebanan Layan 4 memiliki nilai terbesar sebesar 0,04470 m dan pada kombinasi pembebanan Kuat 4 memiliki nilai terkecil sebesar 0,001350 m. Dan untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22 Nilai Lendutan Arah Y

Dari grafik diatas, dapat diketahui perbedaan yang cukup besar dari pembebanan kombinasi dari beban kombinasi 1 (satu) dengan beban kombinasi yang lainnya terhadap nilai *displacement* (lendutan) pada arah X dari seluruh beban kombinasi. Pembebanan terbesar terjadi pada beban kombinasi Layan 4 sebesar 0,04470 m dan pembebanan terkecil terjadi pada beban kombinasi Kuat 4 sebesar 0,00135 m.

Berdasarkan RSNI-T-03-2005, Lendutan pada jembatan dibatasi tidak boleh melebihi $l/800$ panjang bentang.

$$: l/800 = 50 \text{ m}/800 = 0,0625 \text{ m}$$

Tabel 5.4. Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 50 m Sumbu Y

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m) Rangka batang	Batasan Ijin (m)	Keterangan
Kuat 1	0,02552	0,0625	Aman
Kuat 2	0,01985	0,0625	Aman
Kuat 3	0,00291	0,0625	Aman
Kuat 4	0,00135	0,0625	Aman

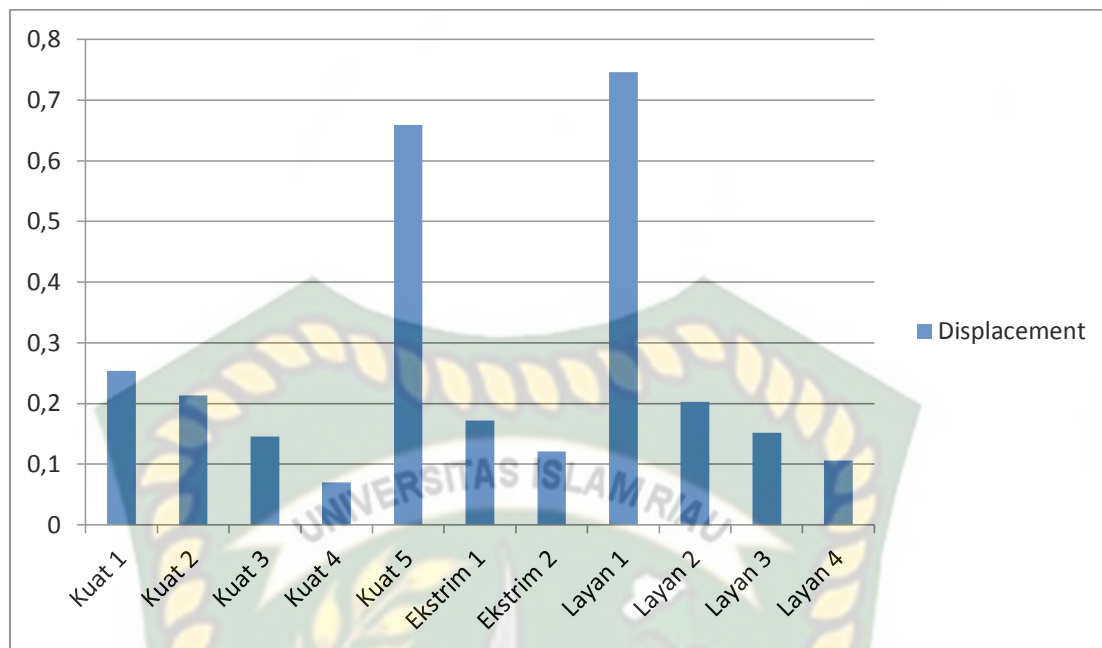
Kuat 5	0,01610	0,0625	Aman
Ekstrim 1	0,01419	0,0625	Aman
Ekstrim 2	0,00742	0,0625	Aman
Layan 1	0,01891	0,0625	Aman
Layan 2	0,01844	0,0625	Aman
Layan 3	0,01135	0,0625	Aman
Layan 4	0,04470	0,0625	Aman

Tabel 5.5. *Displacement* (Lendutan) Rangka Batang Maksimum arah Z

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m)
	Min
A	B
Kuat 1	0,2539
Kuat 2	0,21295
Kuat 3	0,14532
Kuat 4	0,06992
Kuat 5	0,65906
Ekstrim 1	0,17223
Ekstrim 2	0,12083
Layan 1	0,74613
Layan 2	0,20272
Layan 3	0,15154
Layan 4	0,10571

Sumber : Hasil Output SAP2000

Dari tabel 5.5, dari setiap kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725-2016, maka didapat hasil nilai lendutan yang terjadi pada rangka jembatan, yaitu pada Kombinasi pembebanan Layan 1 memiliki nilai terbesar sebesar 0,74613 m dan pada kombinasi pembebanan Kuat 4 memiliki nilai terkecil sebesar 0,006992 m. Dan untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.23.



Gambar 5.23 Nilai Lendutan Arah Z

Dari grafik diatas, dapat diketahui perbedaan yang cukup besar dari pembebanan kombinasi dari beban kombinasi 1 (satu) dengan beban kombinasi yang lainnya terhadap nilai *displacement* (lendutan) pada arah X dari seluruh beban kombinasi. Pembebanan terbesar terjadi pada beban kombinasi Layan 1 sebesar 0,74613 m dan pembebanan terkecil terjadi pada beban kombinasi Kuat 4 sebesar 0,006992 m.

Berdasarkan RSNI-T-03-2005, Lendutan pada jembatan dibatasi tidak boleh melebihi $l/800$ panjang bentang.

$$: l/800 = 50 \text{ m}/800 = 0,0625 \text{ m}$$

Tabel 5.6. Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 50 m Sumbu Z

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m) Rangka batang	Batasan Ijin (m)	Keterangan
Kuat 1	0,2539	0,0625	Tidak Aman
Kuat 2	0,21295	0,0625	Tidak Aman
Kuat 3	0,14532	0,0625	Tidak Aman
Kuat 4	0,06992	0,0625	Tidak Aman

Kuat 5	0,65906	0,0625	Tidak Aman
Ekstrim 1	0,17223	0,0625	Tidak Aman
Ekstrim 2	0,12083	0,0625	Tidak Aman
Layan 1	0,74613	0,0625	Tidak Aman
Layan 2	0,20272	0,0625	Tidak Aman
Layan 3	0,15154	0,0625	Tidak Aman
Layan 4	0,10571	0,0625	Tidak Aman

5.6.2. Jembatan Rangka Baja Bentang 60 m

Berikut ini adalah nilai *displacement* (lendutan) maksimum dari beban kombinasi terhadap yang dapat dilihat pada tabel 5.4, Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 berdasarkan arah sumbu.

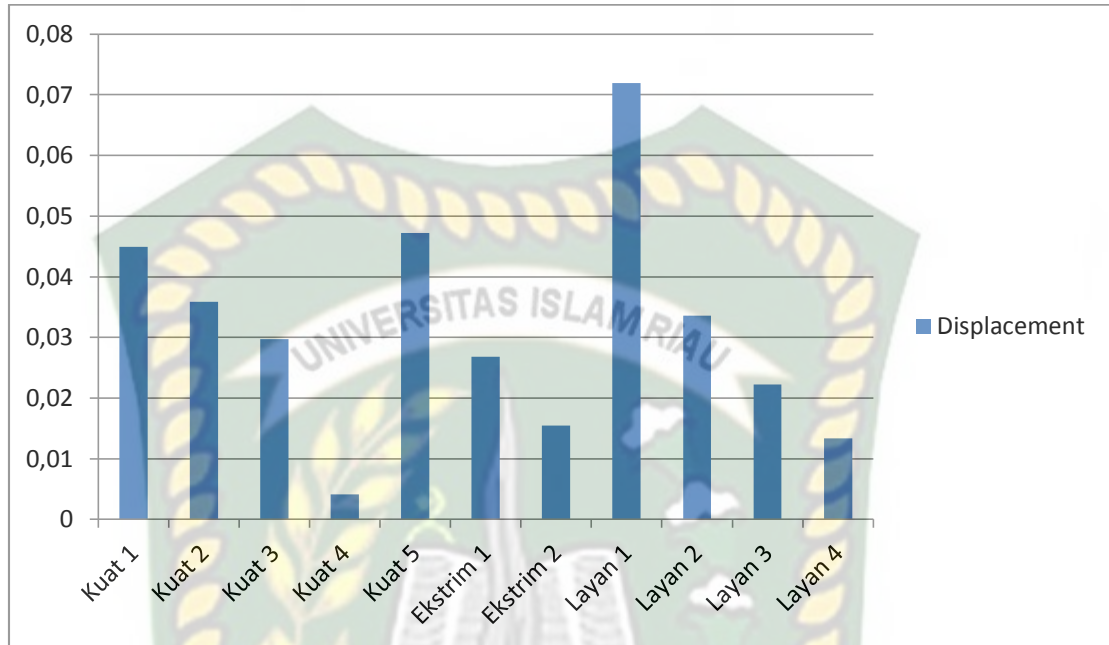
Tabel 5.7. *Displacement* (Lendutan) Rangka Batang Maksimum arah X

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m) Rangka Batang
Kuat 1	0,044941
Kuat 2	0,035871
Kuat 3	0,029693
Kuat 4	0,004129
Kuat 5	0,047217
Ekstrim 1	0,026802
Ekstrim 2	0,015465
Layan 1	0,071906
Layan 2	0,033604
Layan 3	0,022267
Layan 4	0,013340

Sumber : Hasil Output SAP2000

Dari tabel 5.7, dari setiap kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725-2016, maka didapat hasil nilai lendutan yang terjadi pada rangka jembatan, yaitu pada Kombinasi pembebanan Layan 1 memiliki nilai terbesar sebesar 0,071906

dan pada kombinasi pembebanan Kuat 4 memiliki nilai terkecil sebesar 0,004129 m. Dan untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.24.



Gambar 5.24 Nilai Lendutan Arah X

Dari grafik diatas, dapat diketahui perbedaan yang cukup besar dari pembebanan kombinasi dari beban kombinasi 1 (satu) dengan beban kombinasi yang lainnya terhadap nilai *displacement* (lendutan) pada arah X dari seluruh beban kombinasi. Pembebanan terbesar terjadi pada beban kombinasi Layan 1 sebesar 0,071906 m dan pembebanan terkecil terjadi pada beban kombinasi Kuat 4 sebesar 0,004129 m.

Berdasarkan RSNI-T-03-2005, Lendutan pada jembatan dibatasi tidak boleh melebihi $l/800$ panjang bentang.

$$: l/800 = 60 \text{ m}/800 = 0,075 \text{ m}$$

Tabel 5.8. Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 60 m Sumbu X

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m)	Batasan Ijin (m)	Keterangan
Kuat 1	0,044941	0,075	Aman
Kuat 2	0,035871	0,075	Aman

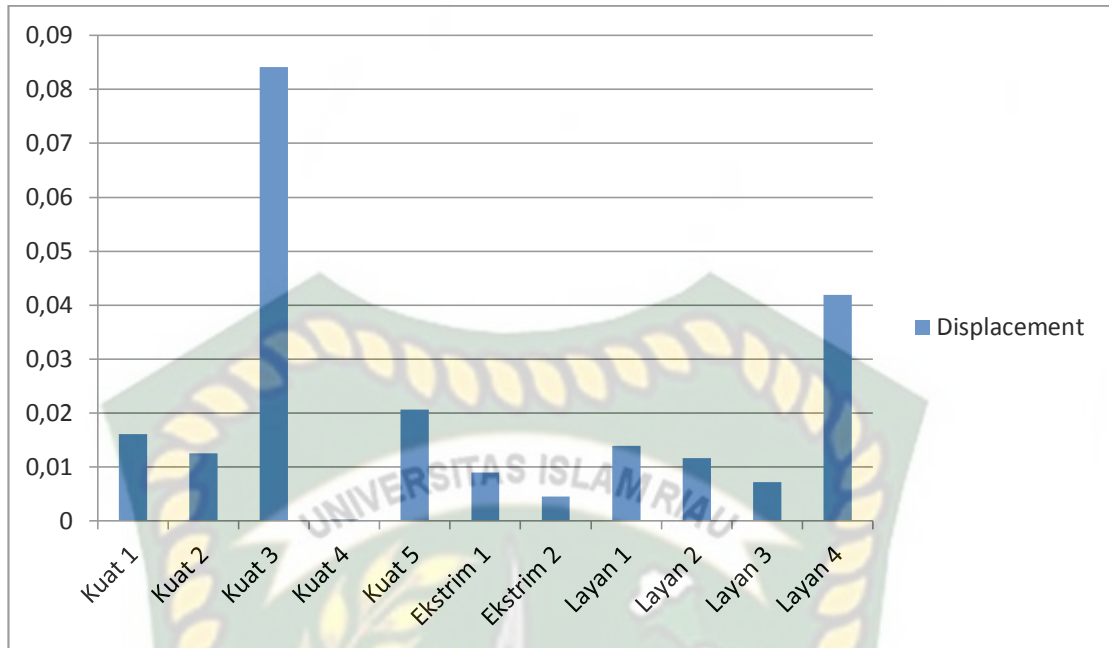
Kuat 3	0,029693	0,075	Aman
Kuat 4	0,004129	0,075	Aman
Kuat 5	0,047217	0,075	Aman
Ekstrim 1	0,026802	0,075	Aman
Ekstrim 2	0,015465	0,075	Aman
Layan 1	0,071906	0,075	Aman
Layan 2	0,033604	0,075	Aman
Layan 3	0,022267	0,075	Aman
Layan 4	0,013340	0,075	Aman

Tabel 5.9. *Displacement* (Lendutan) Rangka Batang Maksimum arah Y

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m)
Kuat 1	0,016063
Kuat 2	0,012494
Kuat 3	0,084131
Kuat 4	0,000285
Kuat 5	0,020582
Ekstrim 1	0,008925
Ekstrim 2	0,004464
Layan 1	0,013911
Layan 2	0,011602
Layan 3	0,007141
Layan 4	0,041930

Sumber : Hasil Output SAP2000

Dari tabel 5.9, dari setiap kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725-2016, maka didapat hasil nilai lendutan yang terjadi pada rangka jembatan, yaitu pada Kombinasi pembebanan Kuat 3 memiliki nilai terbesar sebesar 0,084131 dan pada kombinasi pembebanan Kuat 4 memiliki nilai terkecil sebesar 0,000285 m. Dan untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.25.



Gambar 5.25 Nilai Lendutan Arah Y

Dari grafik diatas, dapat diketahui perbedaan yang cukup besar dari pembebanan kombinasi dari beban kombinasi 1 (satu) dengan beban kombinasi yang lainnya terhadap nilai *displacement* (lendutan) pada arah X dari seluruh beban kombinasi. Pembebanan terbesar terjadi pada beban kombinasi Kuat 3 sebesar 0,084131 m dan pembebanan terkecil terjadi pada beban kombinasi Kuat 4 sebesar 0,000285 m.

Berdasarkan RSNI-T-03-2005, Lendutan pada jembatan dibatasi tidak boleh melebihi $l/800$ panjang bentang.

$$: l/800 = 60 \text{ m}/800 = 0,075 \text{ m}$$

Tabel 5.10. Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 50 m Sumbu Y

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m)	Batasan Ijin (m)	Keterangan
Kuat 1	0,016063	0,075	Aman
Kuat 2	0,012494	0,075	Aman
Kuat 3	0,084131	0,075	Tidak Aman
Kuat 4	0,000285	0,075	Aman
Kuat 5	0,020582	0,075	Aman
Ekstrim 1	0,008925	0,075	Aman

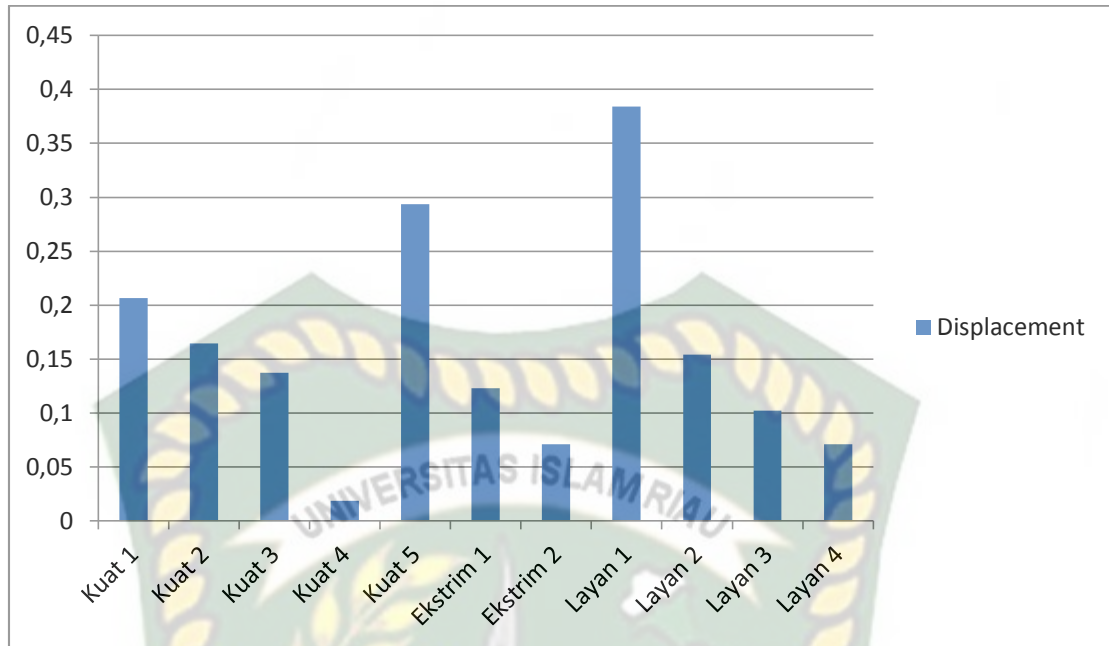
Ekstrim 2	0,004464	0,075	Aman
Layan 1	0,013911	0,075	Aman
Layan 2	0,011602	0,075	Aman
Layan 3	0,007141	0,075	Aman
Layan 4	0,041930	0,075	Aman

Tabel 5.11. *Displacement* (Lendutan) Rangka Batang Maksimum arah Z

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m)	
	Max	Min
A	B	C
Kuat 1	-	0,20633
Kuat 2	-	0,16464
Kuat 3	0.039145	0,13727
Kuat 4	-	0,01870
Kuat 5	-	0,29350
Ekstrim 1	-	0,12294
Ekstrim 2	-	0,07082
Layan 1	-	0,38405
Layan 2	-	0,15421
Layan 3	-	0,10209
Layan 4	0,01046	0,07111

Sumber : Hasil Output SAP2000

Dari tabel 5.11, dari setiap kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1725-2016, maka didapat hasil nilai lendutan yang terjadi pada rangka jembatan, yaitu pada Kombinasi pembebanan Layan 1 memiliki nilai terbesar sebesar 0,38405 dan pada kombinasi pembebanan Kuat 4 memiliki nilai terkecil sebesar 0,01870 m. Dan untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.26.



Gambar 5.26 Nilai Lendutan Arah Z

Dari grafik diatas, dapat diketahui perbedaan yang cukup besar dari pembebanan kombinasi dari beban kombinasi 1 (satu) dengan beban kombinasi yang lainnya terhadap nilai *displacement* (lendutan) pada arah X dari seluruh beban kombinasi. Pembebanan terbesar terjadi pada beban kombinasi Layan 1 sebesar 0,38405 m, dan pembebanan terkecil terjadi pada beban kombinasi Kuat 4 sebesar 0,01870 m.

Berdasarkan RSNI-T-03-2005, Lendutan pada jembatan dibatasi tidak boleh melebihi $l/800$ panjang bentang.

$$: l/800 = 60 \text{ m}/800 = 0,075 \text{ m}$$

Tabel 5.12. Batasan Lendutan terhadap hasil analisa pada Jembatan bentang 60 m Sumbu Z

Beban Kombinasi	Nilai Lendutan (m)	Batasan Ijin (m)	Keterangan
Kuat 1	0,20633	0,075	Tidak Aman
Kuat 2	0,16464	0,075	Tidak Aman
Kuat 3	0,13727	0,075	Tidak Aman
Kuat 4	0,01870	0,075	Aman
Kuat 5	0,29350	0,075	Tidak Aman

Ekstrim 1	0,12294	0,075	Tidak Aman
Ekstrim 2	0,07082	0,075	Aman
Layan 1	0,38405	0,075	Tidak Aman
Layan 2	0,15421	0,075	Tidak Aman
Layan 3	0,10209	0,075	Tidak Aman
Layan 4	0,07111	0,075	Aman

5.7. Gaya Aksial Terhadap Kecepatan Angin

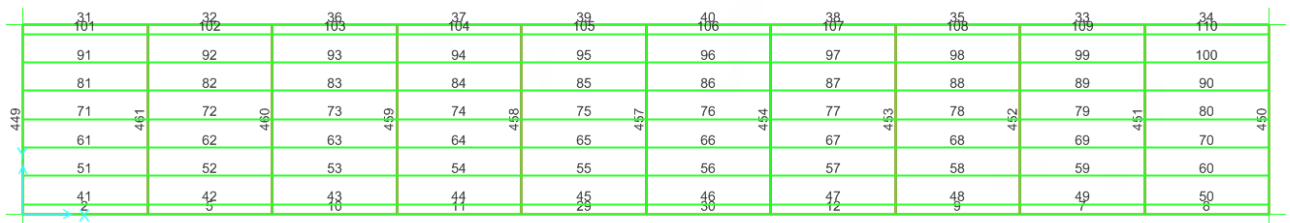
5.7.1. Jembatan Rangka Baja Bentang 50 m

Berikut ini hasil gaya aksial pada jembatan rangka baja akibat pembebanan kombinasi terhadap kecepatan angin, sebagai berikut:

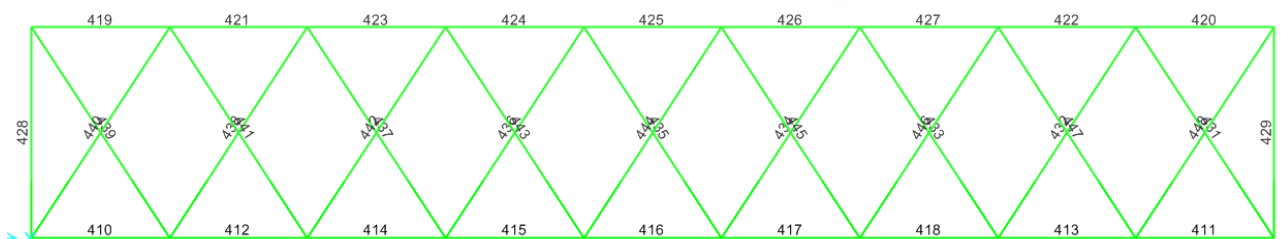
Tabel 5.13. Nilai Gaya Aksial pada Kombinasi Pembebanan terhadap Kecepatan Angin bentang 50 m

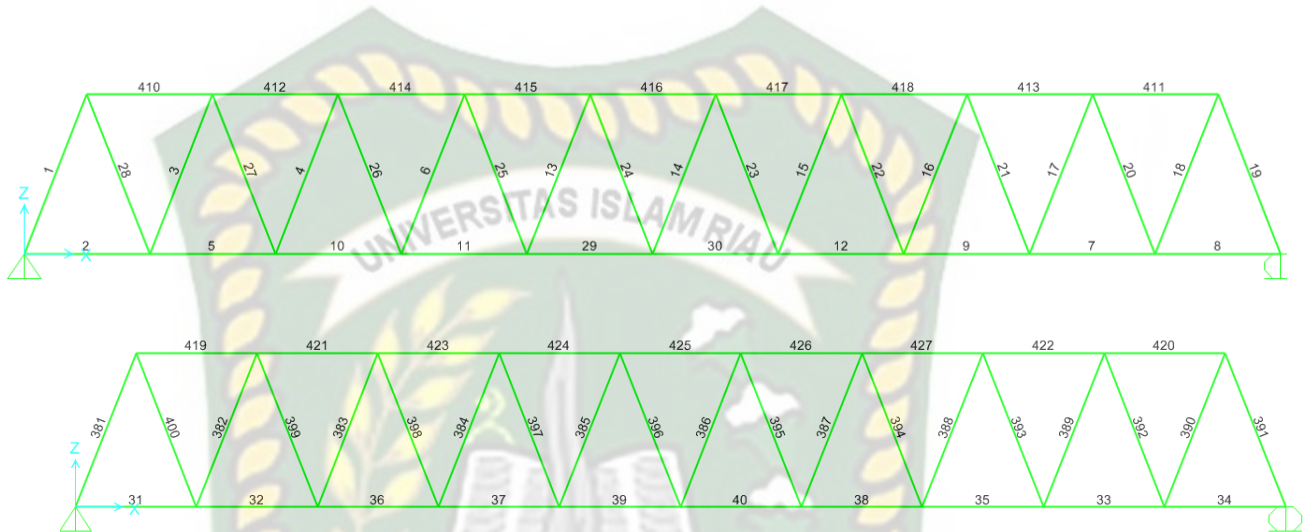
Beban Kombinasi	Gaya Aksial (KN)	Keterangan	Truss
Kuat 3	138,098	Gaya Tekan	432
	-(138,098)	Gaya Tarik	447
Kuat 5	1653,457	Gaya Tekan	461-7
	-(1653,457)	Gaya Tarik	461-2
Layan 1	1768,214	Gaya Tekan	461
	-(1768,195)	Gaya Tarik	451

Dari tabel 5.13 dapat dilihat bahwa pada kombinasi pembebanan Layan 1 memiliki nilai gaya aksial yang lebih besar terhadap kombinasi pembebanan yang lain.



Gambar 5.27 Gambar Tampak Bawah Bentang 50 m



Gambar 5.28 Gambar Tampak Atas Bentang 50 m**Gambar 5.29** Gambar Tampak Samping Kanan Bentang 50 m**Gambar 5.30** Gambar Tampak Samping Kiri Bentang 50 m

5.7.2. Jembatan Rangka Baja Bentang 60 m

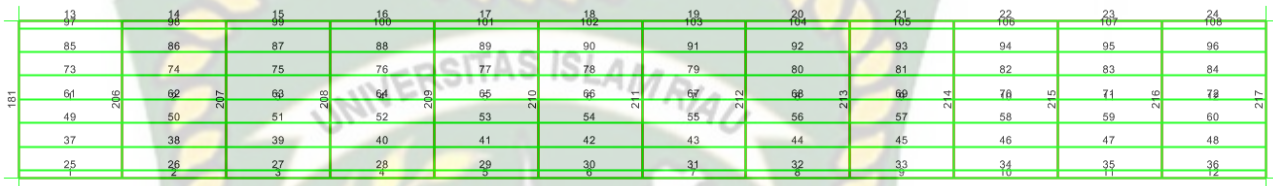
Penentuan beban kombinasi yang akan digunakan dapat dilihat dari tabel kombinasi pembebanan dan faktor beban (Bab 3 : 27), dapat dilihat dari tabel bahwa beban kombinasi yang terdapat pengegaruh beban angin pada struktur jembatan adalah Kuat 3, Kuat 5, Daya Layan 1 dan Daya Layan 4 Berikut ini hasil gaya aksial pada jembatan rangka baja akibat pembebanan kombinasi terhadap kecepatan angin, sebagai berikut:

Tabel 5.14. Nilai Gaya Aksial pada Kombinasi Pembebanan terhadap Kecepatan Angin Bentang 60 m

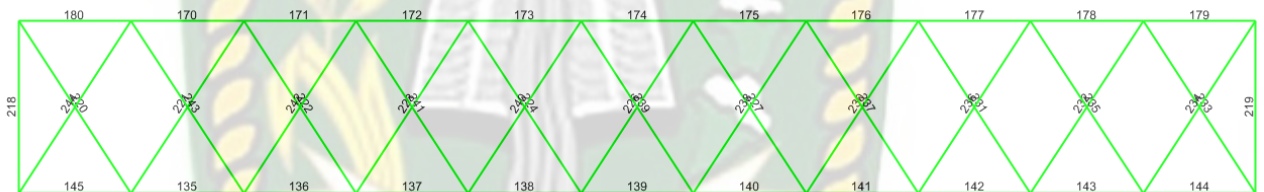
Beban Kombinasi	Gaya Aksial (KN)	Keterangan	Truss
Kuat 3	243,486	Gaya Tekan	220
	-(243,486)	Gaya Tarik	244
Kuat 5	698,533	Gaya Tekan	206-1
	-(698,533)	Gaya Tarik	206-8

Layan 1	829,613 -(833,324)	Gaya Tekan Gaya Tarik	206-8 206-1
---------	-----------------------	--------------------------	----------------

Dari tabel 5.14 dapat dilihat bahwa pada kombinasi pembebanan Layan 1 memiliki nilai gaya aksial yang lebih besar terhadap kombinasi pembebanan yang lain.



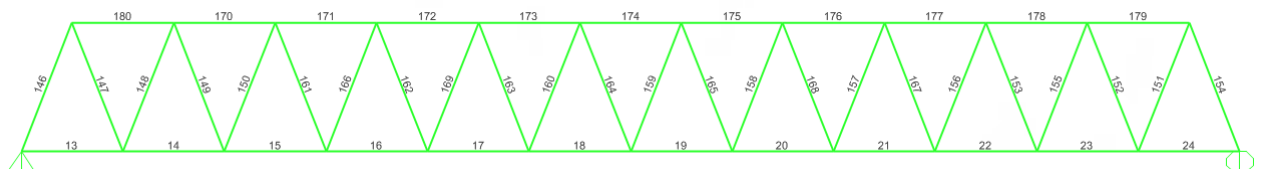
Gambar 5.31 Gambar Tampak Bawah Bentang 60 m



Gambar 5.32 Gambar Tampak Atas Bentang 60 m



Gambar 5.33 Gambar Tampak Samping Kanan Bentang 60 m



Gambar 5.34 Gambar Tampak Samping Kiri Bentang 60 m

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa yang telah dilakukan dengan bantuan *software* SAP2000 pada BAB V, dapat diambil kesimpulan pada struktur jembatan rangka baja, adalah :

1. Dari hasil pendataan kecepatan angin 10 tahun terakhir (2010-2019) pada wilayah Kabupaten Kuantan Singingi, Riau, didapat kecepatan angin tertinggi sebesar 103,6 m/s. Setelah dihitung didapat beban angin yang menimpa struktur rangka baja sebesar 30% dari luasan rangka baja untuk bentang 50 m yaitu 698,86 kN/m² dan untuk bentang 60 m yaitu 845,7 kN/m².
2. Dari hasil analisa terhadap nilai lendutan yang terjadi pada jembatan rangka baja, didapat nilai setiap bentang jembatan sebagai berikut :
 - a. Pada bentang 50 m, batasan lendutan yang diijinkan sebesar 0,0625 m. Jadi pada sumbu X, terdapat 2 kombinasi pembebanan yang nilai lendutannya melebihi batasan ijin, pada sumbu Y, untuk keseluruhan kombinasi pembebanan memenuhi batasan ijin lendutan dan pada sumbu Z, tidak memenuhi batasan ijin lendutan.
 - b. Pada bentang 60 m, batasan lendutan yang diijinkan sebesar 0,075 m. Jadi pada sumbu X, memenuhi batasan ijin, pada sumbu Y, untuk keseluruhan kombinasi pembebanan memenuhi batasan ijin lendutan dan pada sumbu Z, terdapat 3 kombinasi pembebanan yang memenuhi batasan ijin lendutan, yaitu Kuat 4, ekstrim 2 dan Layan 4.
3. Berdasarkan dari hasil gaya aksial pada jembatan rangka baja akibat pembebanan kombinasi terhadap kecepatan angin, sebagai berikut::
 - a. Untuk bentang jembatan 50 m, pada kombinasi pembebanan Kuat 3 sebesar 138,098 kN (Gaya Tekan) terjadi pada Truss 432 dan – (138,098) kN (Gaya Tarik) terjadi pada truss 447 .

- b. Untuk bentang jembatan 50 m, pada kombinasi pembebanan Kuat 5 sebesar 1653,457 kN (Gaya Tekan) terjadi pada Truss 461-7 dan – (1653,457) kN (Gaya Tarik) terjadi pada truss 461-2.
- c. Untuk bentang jembatan 50 m, pada kombinasi pembebanan Layan 1 sebesar 1768,214 kN (Gaya Tekan) terjadi pada Truss 461 dan – (1768,195) kN (Gaya Tarik) terjadi pada truss 451 .
- d. Untuk bentang jembatan 60 m, pada kombinasi pembebanan Kuat 3 sebesar 243,486 (Gaya Tekan) terjadi pada Truss 220 dan -(243,486) kN (Gaya Tarik) terjadi pada truss 244 .
- e. Untuk bentang jembatan 60 m, pada kombinasi pembebanan Kuat 5 sebesar 698,533 kN (Gaya Tekan) terjadi pada Truss 432 dan – (698,533) kN (Gaya Tarik) terjadi pada truss 206-8 .
- f. Untuk bentang jembatan 60 m, pada kombinasi pembebanan Layan 1 sebesar 829,613 kN (Gaya Tekan) terjadi pada Truss 206-8 dan - (833,324) kN (Gaya Tarik) terjadi pada truss 206-1 .

6.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, adapun saran yang dapat diambil yaitu :

1. Untuk menentukan jenis jembatan yang akan digunakan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kondisi daerah tersebut.
2. Dan juga diperlukan penelitian lebih mendalam terhadap pengaruh angin yang dapat menyebabkan kegagalan struktur jembatan rangka baja agar dapat tahan terhadap pengaruh angin.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Standar Pembebanan Jembatan*. SNI 1725-2016. Jakarta.
- Bridge Management System. *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan*. BMS 1992. Departemen PU Bina Marga
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan dan Jalan Raya (PPPJJR)*. Jakarta.
- Hadi, Siswoyo. (2015). *Re-Analisis Bangunan Atas Jembatan Kapuas 1 Dengan Menggunakan Program*. Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjung Pura. Vol. 1 : No.1.
- Hidayat, Irpan. (2011). *Analisa Konstruksi Jembatan Cable Stayed Menggunakan Metode Kantilever (Studi Kasus Jembatan Suramadu)*. Thesis S2, Universitas Indonesia, Depok.
- Ito, M. (1993). *Wind Design of Cable Supported Bridges in Japan*. International Seminar on Utilization of Large Boundary Layer Wind Tunnel, Japan.
- Salam, Abdullah. (2020). *BTR TOWER 30M Dengan Menggunakan Program SAP2000*. Pekanbaru.
- Standar Nasional Indonesia. (2005). *Jembatan Pembebanan untuk (RSNI T-02-2005)*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.7
- STRUYK, H.J, VEEN, K.H.C.W. Van der, SOEMARGONO. (1990). *Jembatan (Cet. ke-3)*. Jakarta.
- Sukamta. (2013). *Kajian Aliran Angin Permukaan Terhadap Stabilitas Aerodinamik Lantai Jembatan Bentang Panjang*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTeks 7). Universitas Sebelas Maret (UNS).

Supriyadi, B. & Muntohar, A.S. (2007). *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Trein, C. A. (2009), '*Study on the unsteady pressure characteristics of bluff bodies ocusing on flutterstabilization of long-span bridges*', PhD thesis, Kyoto University.

Walther, R.,(1988). *Cable Stayed Bridges*. London: Thomas Telford.

Xanthakos, Petros P. *Theory and Design of Bridge*, Wiley Publication, 1994

