

**ANALISIS PLAT LANTAI STRUKTUR ATAS JEMBATAN  
RANGKA BAJA PADA PEMBANGUNAN BENDUNGAN LAU  
SIMEME SIBIRU-BIRU DELI SERDANG**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**MARCHELINO PARDEDE  
188110119**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/6/23

Access From (repository.uma.ac.id)22/6/23

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS PLAT LANTAI STRUKTUR ATAS JEMBATAN**  
**RANGKA BAJA PADA PEMBANGUNAN BENDUNGAN LAU**  
**SIMEME SIBIRU-BIRU DELI SERDANG**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam  
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Sastra Satu  
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:

**MARCHELINO PARDEDE**  
**188110119**

Disetujui Oleh  
Dosen Pembimbing

  
**Ir. Nurmaidah, M.T**  
NIDN: 0108016101

Mengetahui:



Dekan Fakultas Teknik  
**Dr. Rahmat Syah, S.Kom., M.Kom**  
NIDN: 0105058804



Ketua Prodi Studi Teknik Sipil  
**Hermansyah, ST, MT**  
NIDN: 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/6/23

Access From (repository.uma.ac.id)22/6/23

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Delitua, 31 Oktober 2022



Martnelino Pardede

188110119

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Marchelino Pardede  
NPM : 188110119  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Dengan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Analisis Pelat Lantai Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Bedungan Lau Simeme Sibiru – biru Deli Serdang". Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan  
Pada Tanggal : 31 Oktober 2022

Menyatakan



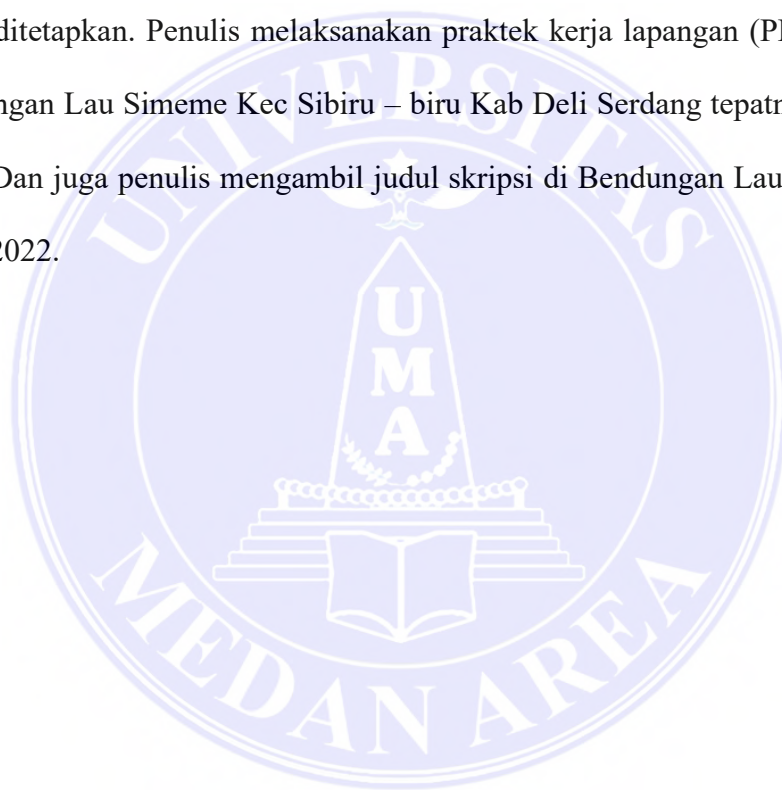
Marchelino Pardede  
188110119

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan. Pada tanggal 12 Juli 2001. Penulis merupakan putra ke 2 (Dua) dari 4 (Empat) bersaudara.

Penulis lulus dari SMA pada tahun 2018 dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis mengikuti seluruh mata kuliah yang sudah ditetapkan. Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di Proyek Bendungan Lau Simeme Kec Sibiru – biru Kab Deli Serdang tepatnya pada tahun 2021. Dan juga penulis mengambil judul skripsi di Bendungan Lau Simeme pada tahun 2022.



## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Kami Ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatnya kami dapat menyelesaikan Laporan Penelitian ini dengan judul “Analisis Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Pada Pembangunan Bendungan Lau Simeme”.

Terimakasih penulis sampaikan kepada ibu Ir. Nurmaidah,MT selaku dosen pembimbing serta bapak Hermansyah,ST,MT. selaku Ka Prodi yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Saya sebagai Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak mengandung kelemahan dan kekurangan, baik dari segi materi, penyajian maupun pemilihan kata-kata. Oleh karena itu, penulis akan sangat menghargai kepada siapa saja yang berkenan memberikan masukan, baik berupa koreksi maupun kritikan yang pada gilirannya dapat penulis jadikan bahan pertimbangan bagi penyempurnaan laporan ini. terlepas dari kelemahan dan kekurangan yang ada, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata saya ucapkan terima kasih dan semoga Tuhan senantiasa melimpahkan Rahmad dan Berkat-Nya kepada kita semua agar kita dapat menjadi insan yang berguna bagi Agama, Bangsa, Negara dan berguna juga bagi orang lain serta diri kita sendiri.

Medan, 31 Oktober 2022

Marchelino Pardede  
188110119

## ABSTRAK

Analisis struktur pelat lantai jembatan rangka baja pada bendungan lau simeme ini memakai konstruksi pelat panel baja pada pelat lantai jembatannya. Dan struktur jembatan bailey mempunyai system panjang per – panel 3.048 meter, dengan bentang adalah kelipatan dari panjang setiap panelnya. Penggunaan jembatan pada proyek ini didasari oleh adanya sungai sehingga dibutuhkan penyebrangan jembatan sederhana oleh sebab itu Jembatan Bailey di rencanakan. Pembebanan pelat lantai jembatan dan perencanaan struktur untuk pelat lantai mengacu pada SNI 1725:2016 (peraturan pembebanan untuk jembatan) dan RSNI T-12-2005 (perencanaan struktur untuk jembatan). Tujuannya adalah untuk mengetahui pembebanan pada pelat lantai jembatan sudah aman atau tidak untuk truk yang melintasi jembatan rangka baja dan nilai lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan diproyek bendungan lau simeme dengan perhitungan struktur pelat lantai jembatan sesuai dengan SNI T – 02 – 2005 (standar pembebanan untuk jembatan) dan SNI 1725-2016. Permasalahan yang diambil adalah analisis struktur pelat lantai jembatan rangka baja. Analisis struktur pelat lantai jembatan rangka baja tersebut meliputi pembebanann yang lewat dari jembatan rangka baja. Beban yang dianalisis meliputi beban hidup, beban lalu lintas, beban gaya angin, beban gaya rem, beban pengaruh temperature, beban gempa dan beban mati. Dari hasil analisis, dihasilkan telah memenuhi syarat kekuatan dan keamanan struktur.

**Kata kunci:** Pelat lantai, jembatan rangka baja

## ABSTRACT

*Analysis of the structure of the steel frame bridge deck slab at the Simeme Lau Dam uses steel panel plate construction on the bridge deck plate. And the bailey bridge structure has a system length per panel of 3,048 meters, with the span of the bridge being a multiple of the length of each panel. The use of the bridge in this project is based on the existence of a river and a simple temporary bridge crossing is needed, therefore the Bailey Bridge is planned. Loading of bridge slabs and structural planning for floor slabs refers to SNI 1725:2016 (loading regulations for bridges) and RSNI T-12-2005 (structural planning for bridges). The aim is to find out whether the loading on the bridge slabs is safe or not for trucks crossing the steel frame bridge and the deflection value that occurs on the bridge slabs that have been carried out at the Simeme Lau Dam project by calculating the structure of the bridge slabs in accordance with SNI T - 02 - 2005 (loading standard for bridges) and SNI 1725-2016. The problem taken is the analysis of the steel frame bridge deck slab structure. The structural analysis of the steel frame bridge deck slab includes the passing loading of the steel frame bridge. The loads analyzed include live loads, traffic loads, wind force loads, brake force loads, temperature effects loads, earthquake loads and dead loads. From the results of the analysis, it is produced that the strength and safety requirements of the structure have been met.*

**Keywords:** Floor slab, steel frame bridge



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>.....</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>.....</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Maksud Penelitian.....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Manfaat Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Jembatan .....	5
2.2.1 Jenis Jembatan Berdasarkan Struktur Atasnya .....	5

2.3	Penjelasan Mengenai Jembatan Rangka Baja Ringan .....	7
2.4	Bagian-bagian Jembatan Rangka Baja.....	7
2.4.1	Pelat Lantai .....	8
2.4.2	Gelagar Jembatan.....	8
2.5	Analisis Perhitungan Pada Struktur Atas Jembatan .....	8
2.5.1	Analisa Pelat Lantai .....	8
2.5.2	Analisa Perhitungan Gelagar Jembatan .....	16
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>49</b>
3.1	Tinjauan Umum .....	49
3.1.1	Data Teknis .....	49
3.1.2	Isi Bronjong .....	49
3.2	Tahap Penyusunan Laporan .....	50
3.2.1	Persiapan .....	50
3.2.2	Pengumpulan Data .....	50
3.2.3	Analisis Pengolahan Data .....	52
3.2.4	Analisa Data kontruksi jembatan.....	52
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>54</b>
4.1	Hasil Analisis .....	54
4.2	Data – Data .....	54
4.3	Pembebanan Pelat Lantai Kendaraan.....	55

4.3.1	Berat Sendiri .....	55
4.3.2	Beban Mati Tambahan.....	56
4.3.3	Beban Lalu Lintas .....	56
4.3.4	Beban Gaya Rem .....	59
4.3.5	Beban Angin .....	59
4.3.6	Beban Gempa.....	60
4.3.7	Beban Temperature .....	61
4.4	Kontrol Profil Melintang WF 450.....	63
4.4.1	Tabel Hasil Analisis Struktur dari SAP2000 .....	63
4.4.2	Kontrol dimensi profil.....	63
4.5	Kontrol Profil Memanjang WF 200.....	67
4.5.1	Tabel Hasil Analisa Struktur SAP2000.....	67
4.5.2	Kontrol Dimensi Batang Tarik .....	67
4.5.3	Kontrol Dimensi Batang Tekan.....	69
4.6	Kontrol Profil Memanjang WF 250.....	73
4.6.1	Tabel Hasil Analisa Struktur SAP2000.....	73
4.6.2	Kontrol Dimensi Batang Tarik .....	73
4.6.3	Kontrol Dimensi Batang Tekan.....	76
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>79</b>
5.1	Kesimpulan .....	79

5.2 Saran .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>81</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat isi untuk beban mati .....	10
Tabel 2.2 Faktor beban untuk berat sendiri.....	11
Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban mati tambahan .....	11
Tabel 2.4 Faktor beban untuk beban truk "T" .....	13
Tabel 2.5 Koefisien Seret ( $C_w$ ) .....	14
Tabel 2.6 Kecepatan Angin Rencana ( $V_w$ ) .....	14
Tabel 2.7 Faktor beban akibat beban angin .....	15
Tabel 2.8 Kombinasi beban dan faktor beban .....	22
Tabel 2.9 berat isi untuk beban mati.....	24
Tabel 2.10 Faktor Beban untuk Berat Sendiri.....	25
Tabel 2.11 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan .....	25
Tabel 2.12 Faktor beban akibat pengaruh pelaksanaan .....	25
Tabel 2.13 Faktor beban lajur "D".....	28
Tabel 2.14 Faktor beban Truk "T" .....	29
Tabel 2.15 Temperatur jembatan rata-rata nominal.....	30
Tabel 2.16 Sifat bahan rata-rata akibat pengaruh temperature .....	31
Tabel 2.17 Nilai $V_o$ dan $Z_o$ untuk berbagai variasi kondisi .....	32
Tabel 2.18 Tekanan Angin Dasar.....	33
Tabel 2.19 Sifat mekanis baja struktural.....	35

Tabel 2.20 Faktor reduksi kekuatan komponen struktur baja.....	36
Tabel 2.21 Baja WF SNI.....	48
Tabel 4.1 Respon Spektrum.....	62



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jembatan balok/gelagar.....	7
Gambar 2.2 Jembatan pelat.....	7
Gambar 2.3 Jembatan pelengkung/busur.....	7
Gambar 2.4 Jembatan rangka.....	7
Gambar 2.5 Jembatan gantung Gambar.....	8
Gambar 2.6 Jembatan calbe stayed.....	8
Gambar 2.7 Pembebanan truk “T”.....	12
Gambar 2.8 Faktor beban dinamis.....	12
Gambar 2.9 Grafik Momen Akibat Berat Sendiri Lantai.....	15
Gambar 2.10 Grafik Momen Akibat Beban Mati Tambahan.....	16
Gambar 2.11 Grafik Momen Akibat Beban Truk dan Beban Angin.....	16
Gambar 2.12 Beban lajur “D”.....	27
Gambar 2.13 Pembebanan truk “T”.....	28
Gambar 2.14 Bagian jembatan yang terkena angin.....	31
Gambar 2.15 Tiga Macam Model Tekuk komponen struktur tekan.....	38
Gambar 2.16 Faktor panjang efektif.....	39
Gambar 2.17 Ilustrasi Tekuk Lokal pada Pelat Sayap dan Pelat Badan.....	41

Gambar 4.1 Jembatan Rangka Baja .....	55
Gambar 4.2 Beban Truk.....	57
Gambar 4.3 Beban Truk Rencana.....	58
Gambar 4.4 Beban Lajur.....	59
Gambar 4.5 Beban Angin .....	61
Gambar 4.6 Beban Gempa.....	61





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jembatan umumnya merupakan fasilitas yang sangat utama sebagai penghubung jalan ke satu daerah ke jalan daerah yang lain melalui jalur darat. Ketika pembangunan jalan dan jembatan harus menyatu dengan lalu lintas kendaraan, Maka harus dikembangkan menjadi sarana penyeberangan. supaya memberi ketenangan dan kenyamanan untuk melewati sungai, danau, tebing dan segala rintangan yang memerlukan jembatan.

Jembatan rangka baja (Jembatan Bailey) adalah jembatan baja ringan bermutu tinggi yang dapat dengan mudah dipindahkan (dipindahkan) sesuai kebutuhan, dan dasarnya digunakan untuk jembatan darurat sementara. Struktur jembatan baja ini memiliki sistem panjang 3 sampai 4 meter per panel dan bentang jembatan merupakan kelipatan dari panjang masing-masing panel jembatan.

Tipe Jembatan Bailey dirancang dan dibangun sangat berguna dalam mendukung pembangunan Proyek Bendungan Lau Simeme, karena bersifat movable. Saat membuat jembatan Bailey dengan metode erection.

Jembatan baja (Bailey Bridge) ini juga sangat penting untuk mendukung pembangunan Bendungan Lau Simeme. Dibutuhkan jembatan baja sederhana untuk alat berat melintasi Sungai dan sangat cepat pemasangannya. Dimana daerah tersebut sangat sulit untuk dapat dilintasi alat berat. Di tempat seperti itu, jalan alternatif biasanya tidak ada dan sulit diakses karena kondisi jalan, sehingga semua aktivitas terhenti sedangkan pembangunan jembatan permanen atau jalan baru membutuhkan waktu yang sangat lama. dan dalam beberapa kasus bahkan berhenti.

Dengan adanya latar belakang tersebut, tujuan saya sebagai penulis dalam penelitian ini adalah untuk memastikan apakah struktur jembatan baja itu sendiri aman terhadap beban yang bekerja di atasnya. Oleh karena itu, judul penelitian ini adalah “Analisis Plat Lantai Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Pada Pembangunan Bendungan Lau Simeme”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun Bahasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini meliputi:

1. Seberapa besarkah beban plat lantai bangunan atas jembatan rangka baja pada Pembangunan Bendungan Lau Simeme?
2. Seberapa besarkah lendutan yang terjadi pada pelat lantai struktur atas jembatan rangka baja pada Pembangunan Bendungan Lau Simeme?

## 1.3 Batasan Masalah

Sesuai dengan rumusan masalah diatas maka batasan masalahnya yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek yang dibahas adalah Struktur Atas Jembatan Bailey Bendungan Lau Simeme
2. Strandard yang digunakan dalam analisis perhitungan profil mengacu pada:
  - a. Standard untuk pembebanan pada jembatan adalah SNI 2847 – 2013 dan SNI 1725 - 2016
  - b. Standard untuk perencanaan pada structur jembatan rangka baja adalah RSNI T – 03 – 2005

#### 1.4 Maksud Penelitian

Adapun maksud dilakukan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pembebanan yang terjadi pada struktur atas jembatan rangka baja
2. Menganalisis dimensi profil pada struktur atas rangka baja

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui besarnya muatan beban pada struktur plat atas jembatan rangka baja pada Pembangunan Bendungan Lau Simeme.
2. Untuk mengetahui tebal plat lantai struktur atas jembatan rangka baja yang aman pada Pembangunan Bendungan Lau Simeme.

#### 1.6 Manfaat Penulisan

1. Bagi penulis, ini berfungsi sebagai bahan untuk penulisan tugas akhir. Hal tersebut merupakan prasyarat untuk menyelesaikan pendidikan mata kuliah Teknik Sipil di Universitas Medan, sehingga mampu menerapkan ilmu yang didapat semasa pendidikan perkuliahan dan pengetahuan baru analisis struktur baja khususnya struktur jembatan. Dan dapat menambah pengetahuan lapangan saya sebagai penulis jika melakukan hal serupa di masa mendatang.
2. Untuk mahasiswa digunakan menjadi informasi tambahan untuk penelitian kedepannya tentang konstruksi jembatan baja.

3. Dan sebagai informasi untuk masyarakat dan orang – orang membutuhkan penelitian ini kedepannya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pada dasarnya jembatan baja ringan ini lebih dapat protitabel dari pada jembatan yang lainnya, konstruksi pada jembatannya jauh lebih ringan dari pada yang lain, bentang jembatan jauh lebih panjang, pelaksanaan dilapangan jauh lebih mudah (Dion, 2020, e-journal Perencanaan Jembatan Rangka Baja). Berdasarkan bentuk dan jenis jembatan, kita dapat mengklasifikasikan beberapa bentuk bangunan atas jembatan yang berkembang hingga saat ini. Salah satunya adalah jembatan rangka baja (Sumber: Jembatan, 2008, Bambang Spuriyadi).

<https://ejournal.itn.ac.id/index.php/gelagar/article/view/2631>

*Jembatan Bailey* adalah jembatan baja yang biasa di peruntukan menjadi jembatan sementara. Tetapi tidak sedikit jembatan ini berubah fungsinya sebagai jembatan yang permanen dengan simulasi pembebanannya dengan analisa struktur dengan menggunakan software SAP2000 (Sabrina Harap dkk, 2016, Jembatan Bailey Girder Kapasitas struktur jembatan). Jembatan baja (jembatan bailey) ringan berkualitas tinggi ditemukan oleh Sir Donald Bailey sebagai jembatan militer (Foss 1983; Batalyon Insinyur Tempur ke-150 2001) pada tahun 1940. Karena jembatan Bailey dapat dirakit dengan sederhana dan cepat dari banyak panel prefabrikasi tunggal yang dapat dengan mudah diangkut; mereka telah banyak digunakan untuk fungsi militer [Department of Army (DOA) 1986]. Jembatan Bailey juga digunakan untuk menggantikan jembatan yang rusak akibat gempa bumi, banjir, atau angin topan dan juga berfungsi sebagai jembatan sementara selama konstruksi struktur permanen.

<https://id.linkedin.com/in/sabrina-harahap-755427130>

Saat merencanakan dan mendesain jembatan, disarankan untuk mempertimbangkan persyaratan transportasi, persyaratan teknis, dan fitur estetika arsitektur seperti: Transportasi, teknis, estetika. (I Gusti Ayu Ekadevi Maharani, 2021, Perencanaan struktur atas jembatan rangka baja). Pada umumnya jembatan merupakan sarana prasarana transportasi yang menghubungkan antar dua bagian jalan yang tidak terhubung atau terputus oleh adanya rintangan seperti lembah, sungai,

<http://repository.untag-sby.ac.id/14128/8/JURNAL.pdf>

## 2.2 Jembatan

Pada dasarnya jembatan itu sendiri beragam kegunaan dan fungsinya berdasarkan tipe-tipe dan bentuk atasnya dan berdasarkan Siswanto (1999), Jembatan bisa dibagi menjadi beberapa type tergantung dari fungsi, letak dan material yang digunakan.

### 2.2.1 Jenis Jembatan Berdasarkan Struktur Atasnya

Jembatan dibagi berdasarkan bentuk struktur atasnya, serupa gambar yang ditunjukkan dibawah ini sebagai berikut:

- 1) Jembatan balok/gelagar
- 2) Jembatan pelat
- 3) Jembatan pelengkung/busur (*arch bridge*)
- 4) Jembatan rangka
- 5) Jembatan gantung (*suspension bridge*)
- 6) Jembatan *calbe stayed*



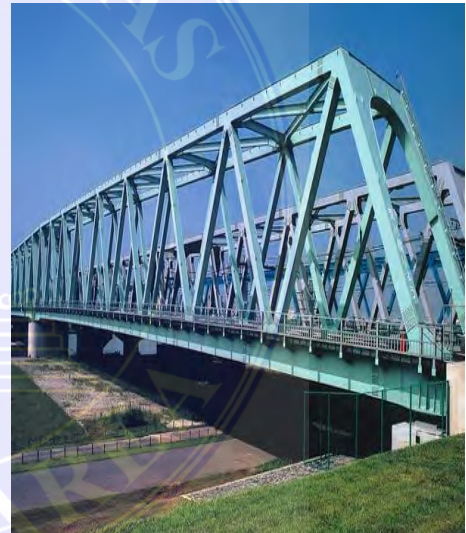
Gambar 2.1 Jembatan balok/gelagar



Gambar 2.2 Jembatan pelat



Gambar 2.3 Jembatan pelengkung/busur



Gambar 2.4 Jembatan rangka



Gambar 2.5 Jembatan gantung Gambar 2.6 Jembatan calbe stayed

(Sumber : Google)

### 2.3 Penjelasan Mengenai Jembatan Rangka Baja Ringan

Jembatan baja ringan atau Jembatan Bailey adalah jembatan yang mudah dipindah (*movable*) sesuai dengan kebutuhannya dan pada umumnya jembatan ini dapat berguna sebagai jembatan yang berfungsi darurat dan bersifat sementara. Pada struktur jembatan rangka baja ini mempunyai panjang per panelnya adalah 3 – 4 meter, dengan bentang jembatan kelipatan dari panjang setiap panel pada jembatan.

### 2.4 Bagian-bagian Jembatan Rangka Baja

Jembatan baja terdiri dari dua komponen utama: bangunan atas dan bangunan bawah. Rinciannya adalah sebagai berikut.

- Struktur : Rangka jembatan, lantai kendaraan, balok memanjang, balok melintang, perletakkan jembatan.
- Substruktur : (kepala jembatan) abutment atau (pilar), pondasi jembatan.



Dan yang dibahas dalam penulisan ini adalah pelat lantai struktur bagian atas pada jembatan rangka baja. Dan yang dibahas dalam penulisan ini adalah pelat lantai struktur bagian atas pada jembatan rangka baja.

#### 2.4.1 Pelat Lantai

Pelat lantai merupakan bagian dari jembatan, yang memikul pembebanan langsung dari muatan yang melintasi di atasnya. Pelat lantai mampu dibangun dari pelat lantai yang dirancang agar sesuai dengan struktur jembatan baja.

Pelat lantai yang digunakan pada jembatan rangka baja ringan ini antara lain adalah pelat panel material baja, yang dihitung sesuai kebutuhan yang dirancang perkelopatan panjang jembatan rangka baja.

#### 2.4.2 Gelagar Jembatan

Umumnya jembatan baja dipasang pada gelagar yang terletak di bawah pelat lantai. Balok-balok tersebut membagi beban pada jembatan dan membagi bentang lantai jembatan untuk meminimalkan dan membantu mengurangi efek lendutan. Dari gelagar tegak lurus satu sama lain memiliki dua bagian, gelagar memanjang dan gelagar melintang.

### 2.5 Analisis Perhitungan Pada Struktur Atas Jembatan

#### 2.5.1 Analisa Pelat Lantai

##### A. Analisa Pembebanan Pelat Lantai

##### 1) Beban Berat Sendiri (MS)

Beban berat sendiri adalah beban gabungan dari berbagai komponen jembatan, yang adalah elemen structural, beserta elemen non structural,

yang memikul bobot dari bangunan itu sendiri bersifat tetap atau permanen.

$$Q_{MS} = h \times W_c \times b$$

Dimana

b = lebar jembatan (m)

h = tebal pelat lantai jembatan (m)

$W_c$  = berat jenis beton bertulang ( $kN/m^3$ )

Tabel 2.1 Berat isi untuk beban mati

No	Bahan	Berat/satuan isi ( $kN/m^3$ )
1	Beton bertulang	23,5 – 25,5
2	Beton ringan	12,5 – 19,6
3	Beton prategang	25,0 – 26,0
4	Beton	22,0 – 25,0
5	Aspal beton	22,0
6	Air	9,8
7	Baja	77,0
8	Besi tempa	75,5
9	Besi tuang	71,0

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

Tabel 2.2 Faktor beban untuk berat sendiri

Jangka waktu	Faktor beban		
	$K_{SMS}$	$K_{UMS}$	
		Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja, aluminium	1,1	0,9
	Beton pracetak	1,2	0,85
	Beton cor ditempat	1,3	0,75
	Kayu	1,4	0,7

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

## 2) Beban Mati Tambahan (MA)

Beban mati tambahan merupakan berat material yang menyebabkan beban non-structural pada jembatan, yang besarnya dapat berubah selama usia jembatan. Penampung air hujan tambahan hingga setinggi 30 mm

$$Q_{MA} = \text{tebal (m)} \times \text{lebar (m)} \times \text{berat jenis (kN/m}^3\text{)}$$

Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban mati tambahan

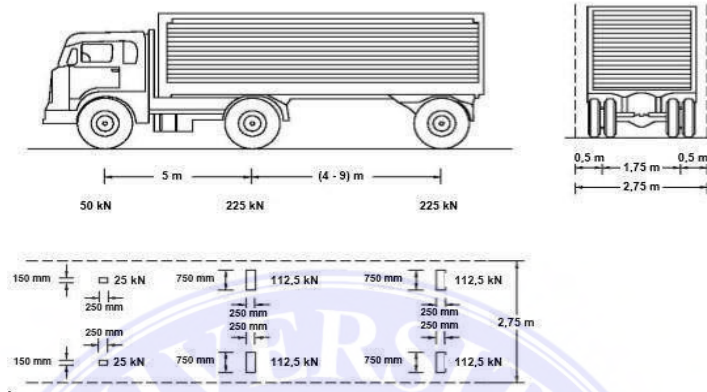
Jarak waktu	Faktor beban		
	$K_{SMS}$	$K_{UMS}$	
		Biasa	Terkurangi
Tetap	Keadaan umum 1,0 (1)	2,0	0,7
	Keadaan khusus 1,0	1,4	0,8

Catatan (1) Faktor beban daya layan 1,3 digunakan untuk berat utilitas

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

### 3) Beban Truk “T” (TT)

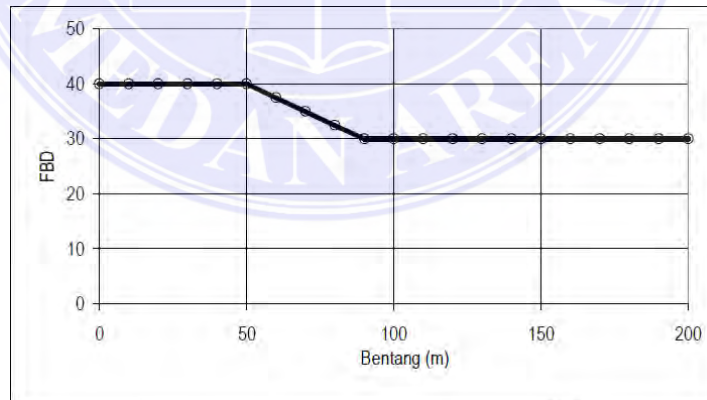
Muatan pembebanan untuk pelat lantai berupa muatan roda dua pada Truk (beban-T) ( $T=112,5 \text{ kN}$ ) dengan truk.



Gambar 2.7 Pembebanan truk “T”  
(Sumber : RSNI T- 02-2005)

Perhitungan Faktor Beban Dinamis (DLA) muatan truk sebesar 40% digunakan dan perhitungan FBD yang dihitung berguna untuk semua denah bangunan di atas tanah.

$$\text{Beban Truk “T” } (P_{TT}) = (1 + \text{DLA}) * T$$



Gambar 2.8 Faktor beban dinamis  
(Sumber : RSNI T- 02-2005)

Faktor beban truk seperti pada Tabel 2.4 digunakan sebagai faktor pengali untuk kombinasi momen.

Tabel 2.4 Faktor beban untuk beban truk “T”

Jangka waktu	Faktor beban	
	KS TT	KU TT
Transien	1,0	1,8

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

#### 4) Beban Angin (EW)

Kekuatan desain utama dari jembatan akibat angin tergantung kecepatan rencana desain ditentukan sebagai berikut (RSNI T-02-2005).

$$T_{EW} = 0.0012 * C_w * (V_w)^2 \quad \text{kN}$$

keterangan

$C_w$  = Koefisien seret

$V_w$  = Kecepatan angin rencana (m/det)

Tabel 2.5 Koefisien Seret ( $C_w$ )

Tipe jembatan	$C_w$
Bangunan atas masif (1), (2)	
• $b/d = 1,0$	2,1 (3)
• $b/d = 2,0$	1,5 (3)
• $b/d \geq 6,0$	1,25 (3)
Bangunan atas rangka	1,2

Catatan (1)  $b$  = lebar keseluruhan jembatan dihitung dari sisi luar

$d$  = tinggi bangunan atas, termasuk tinggi bagian sandaran yang masif

Catatan (2) untuk harga antara dan  $b/d$  bisa diinterpolasi

Catatan (3) apabila bangunan atas mempunyai superelevasi,  $C_w$  harus dinaikkan sebesar 3% untuk setiap derajat superelevasi, dengan kenaikan maksimum 2,5%

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

Tabel 2.6 Kecepatan Angin Rencana ( $V_w$ )

Keadaan Batas	Lokasi	
	s/d 5 km dari pantai	> 5 km dari pantai
Daya layan	30 m/det	25 m/det
Ultimit	35 m/det	30 m/det

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

Bidang vertikal yang ditiup angin pada Gambar 2.7 merupakan bidang samping kendaraan, sehingga transfer beban angin ke lantai jembatan menggunakan rumus:

$$[P_{EW} = (1/2.h / x T_{EW})]$$

Dimana:  $h$  = tinggi kendaraan pada pelat lantai (2 m)

$x$  = sela antara roda kendaraan (1,75 m)

Faktor beban angin seperti pada Tabel 2.7 digunakan sebagai faktor pengali untuk kombinasi momen.

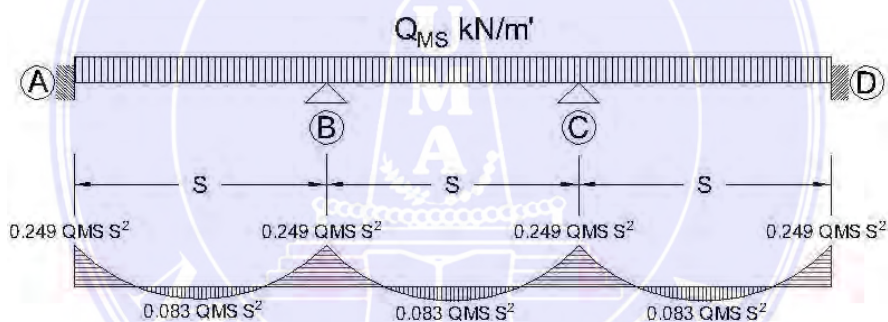
Tabel 2.7 Faktor beban akibat beban angin

Jangka waktu	Faktor beban	
	KS EW	KU EW
Transien	1,0	1,2

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

### B. Momen pada Slab Lantai Kendaraan

#### 1) Akibat beban sendiri (QMS)



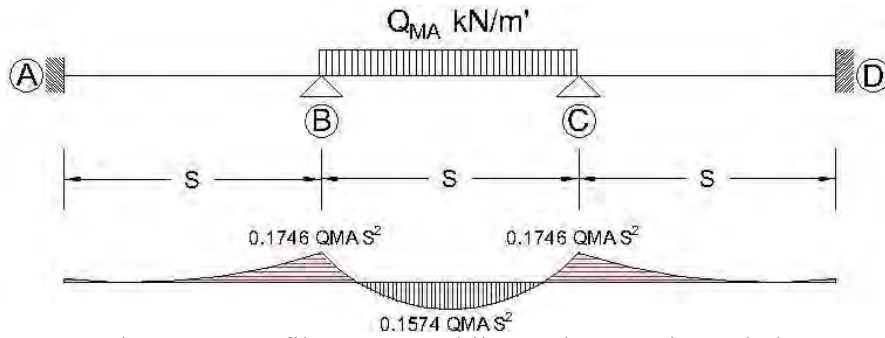
Gambar 2.9 Grafik Momen Akibat Berat Sendiri Lantai

(Sumber : Data Jembatan)

$$\text{Momen tumpuan maksimum} = 0,249 Q_{MS} S^2$$

$$\text{Momen lapangan maksimum} = 0,083 Q_{MS} S^2$$

2) Akibat beban mati tambahan (QMA)

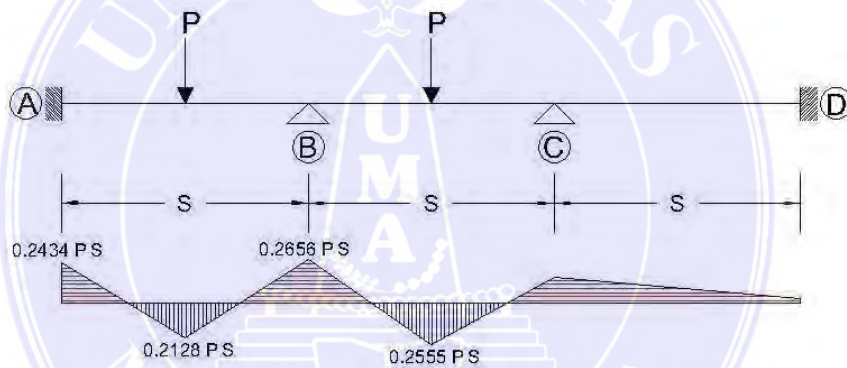


Gambar 2.10 Grafik Momen Akibat Beban Mati Tambahan  
(Sumber : Data Jembatan)

Momen tumpuan maksimum =  $0,1746 Q_{MA} S^2$

Momen lapangan maksimum =  $0,1574 Q_{MA} S^2$

3) Akibat beban truk (T) dan angin (PEW)



Gambar 2.11 Grafik Momen Akibat Beban Truk dan Beban Angin.  
(Sumber : Data Jembatan)

Momen tumpuan maksimum =  $0,2656 P_{EW} S$

Momen lapangan maksimum =  $0,2555 P_{EW} S$

4) Analisa Lentutan

Setelah merencanakan dimensi pelat lantai, tentukan dimensi tulangan yang akan digunakan dan periksa dimensi tulangan terhadap lendutan pelat. Perhitungan total lendutan pelat lantai jembatan tidaklah boleh melebihi nilai lendutan maximum yang dipersyaratkan. Di bawah ini adalah rangkuman langkah-langkah perhitungan kontrol lendutan pelat.



- Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban)

$$M_a = \frac{1}{8} \cdot Q \cdot Lx^2 + \frac{1}{4} \cdot P \cdot Lx$$

- Inersia efektif untuk perhitungan lendutan

$$I_e = \left( \frac{M_{cr}}{M_a} \right) \cdot 3 \cdot I_q + \left[ 1 - \left( \frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr}$$

- Lendutan elastic seketika akibat beban mati dan beban hidup

$$\delta_e = \frac{5}{384} \cdot \frac{Q \cdot Lx^2}{E_c \cdot I_e} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot Lx^3}{E_c \cdot I_e}$$

- Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati

$$\lambda = \frac{\tau}{1 + 50\rho}$$

- Lendutan jangka Panjang akibat rangkai dan susut

$$\delta_q = \frac{5}{384} \cdot \frac{\lambda \cdot Q \cdot Lx^4}{E_c \cdot I_e}$$

- Lendutan total pada plat lantai jembatan

$$\delta_{tot} = \delta_e + \delta_q \text{ (syarat, } \delta_{tot} < \frac{Lx}{240} \rightarrow \text{aman)}$$

## 2.5.2 Analisa Perhitungan Gelagar Jembatan

### ➤ Pembebanan Jembatan

Pembebanan atas jembatan meninjau dari SNI 1725:2016 dan (SNI 2847:2013) adalah revisi dari (RSNI T-02-2005) untuk pengaturan distribusi beban lateral "D" dan elemen peredaran pembebanan "T", pembebanan gabungan, pembebanan seismik, angin dan fatik. Dalam menggunakan (SNI 1725:2016) dan (SNI 2847:2013) terkait erat dengan (SNI 2833:2008) untuk merencanakan

keselamatan seismik jembatan. Penjelasan mengenai beban jembatan adalah sebagai berikut:

➤ Konsep Perencanaan Pembebanan

Jembatan wajib dirancang dengan mempertimbangkan pembangunan dan kondisi batas yang di syaratkan, aspek keselamatan dan pelayanan, dan mempertimbangkan kemudahan inspeksi, efektivitas biaya dan estetika.

Ada empat kendala dalam desain jembatan. Kondisi ini diperlukan untuk membatasi berbagai faktor agar dapat jembatan mencapai tujuan desainnya. Empat batas keadaan itu adalah:

- Keadaan batas daya layan;
- Keadaan batas fatik dan fraktur;
- Keadaan batas kekuatan; dan
- Keadaan batas ekstrem;

Keempat syarat tersebut mempertimbangkan keadaan jembatan menurut banyak aspek kendala yang diperlukan. Perhitungan beban jembatan berdasarkan batasan di atas menghasilkan 12 kombinasi beban yang termasuk dalam (SNI 1725:2016). Bisa merancang bangunan struktur atas, masing-masing faktor beban dan kombinasinya dihitung berdasarkan bagian – bagian pembebanan sebagai berikut:

Beban Permanen:

MS = beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan;

MA = beban mati perkerasan dan utilitas;

PL = gaya-gaya yang terjadi pada struktur jembatan yang disebabkan oleh proses pelaksanaan, termasuk semua gaya yang

terjadi akibat perubahan statika yang terjadi pada konstruksi segmental.

*Beban Transien :*

SH	= gaya akibat susut/rangkak;
TB	= gaya akibat rem;
TR	= gaya sentrifugal;
TC	= gaya akibat tumbukan kendaraan;
TV	= gaya akibat tumbukan kapal;
EQ	= gaya gempa;
BF	= gaya friksi;
TD	= beban lajur "D";
TT	= beban truk "T";
TP	= beban pejalan kaki;
ET	= gaya akibat temperatur gradien;
Eun	= gaya akibat temperatur seragam;
EF	= gaya apung;
Ews	= beban angin pada struktur;
EWL	= beban angin pada kendaraan;

Kedua kelompok beban di atas diperhitungkan berdasarkan faktor dan kombinasi pembebanan sebagai berikut.

➤ Faktor dan Kombinasi Pembebanan

Faktor beban untuk setiap pembebanan dan kombinasi pembebanan harus diambil seperti yang ditentukan pada Tabel 2.8. Setiap kombinasi pembebanan bertujuan untuk memperhitungkan gaya-gaya yang timbul akibat kondisi tertentu,

kombinasi pembebanan beserta penjelasan kondisinya adalah 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.
- Kuat II : Kombinasi pembebanan yang berkaitan dengan penggunaan jembatan untuk memikul beban kendaraan khusus yang ditentukan pemilik tanpa memperhitungkan beban angin.
- Kuat III : Kombinasi pembebanan dengan jembatan dikenai beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 126 km/jam.
- Kuat IV : Kombinasi pembebanan untuk memperhitungkan kemungkinan adanya rasio beban mati dengan beban hidup yang besar.
- Kuat V : Kombinasi pembebanan berkaitan dengan operasional normal jembatan dengan memperhitungkan beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 126 km/jam.
- Ekstrem I : Kombinasi pembebanan gempa. Faktor beban hidup  $\gamma EQ$  yang memperhitungkan bekerjanya beban hidup pada saat gempa berlangsung harus ditentukan berdasarkan kepentingan jembatan.
- Ekstrem II : Kombinasi pembebanan yang meninjau kombinasi antara beban hidup 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.

- 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.
- Layan II : Kombinasi pembebanan yang ditujukan untuk mencegah terjadinya pelelehan pada struktur baja dan selip pada sambungan akibat beban kendaraan.
- 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.
- Layan IV : Kombinasi pembebanan untuk menghitung tegangan tarik pada kolom beton pratekan dengan tujuan untuk mengontrol besarnya retak.
- Fatik : Kombinasi pembebanan fatik dan fraktur sehubungan dengan umur fatik akibat induksi beban yang waktunya tak terbatas.

Tabel 2.8 Kombinasi beban dan faktor beban

Keadaan Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW <sub>s</sub>	EW <sub>L</sub>	BF	EU <sub>n</sub>	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	$\gamma_p$	1,8	1,0	-	-	1,0	0,5/1,2	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat II	$\gamma_p$	1,4	1,0	-	-	1,0	0,5/1,2	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat III	$\gamma_p$	-	1,0	1,4	-	1,0	0,5/1,2	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Kuat IV	$\gamma_p$	-	1,0	-	-	1,0	0,5/1,2	-	-	-	-	-
Kuat V	$\gamma_p$	-	1,0	0,4	1,0	1,0	0,5/1,2	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Ekstrem I	$\gamma_p$	$\gamma_{EQ}$	1,0	-	-	1,0	-	-	-	1,0	-	-
Ekstrem II	1,0	0,50	1,0	-	-	1,0	-	-	-	-	1,0	1,0
Daya Layan I	1,0	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0/1,2	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Daya Layan II	1,0	1,3	1,0	-	-	1,0	1,0/1,2	-	-	-	-	-

Daya Layan III	1,0	0,8	1,0	-	-	1,0	1,0/1,2	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{ES}$	-	-	-
Daya Layan IV	1,0	-	1,0	0,7	-	1,0	1,0/1,2	-	1,0	-	-	-
Fatik (TD dan TR)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan : -  $\gamma_p$  dapat berupa  $\gamma_{MS}$ ,  $\gamma_{MA}$ ,  $\gamma_{TA}$ ,  $\gamma_{PR}$ ,  $\gamma_{PL}$ ,  $\gamma_{SH}$  tergantung beban yang ditinjau

-  $\gamma_{EQ}$  adalah faktor beban hidup kondisi gempa

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

➤ **Beban Permanen**

Massa tiap komponen - komponen bangunan mesti diperhitungkan dengan menggunakan muat dimensi yang ditunjukkan pada gambar dan jenis bahan yang diperuntukan. Beban suatu bangunan merupakan massanya dikalikan dengan percepatan gravitasi ( $g$ ). Percepatan gravitasi yang digunakan adalah  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Kepadatan curah dan kerapatan curah berbagai bahan ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.9 berat isi untuk beban mati

No.	Bahan	Berat isi ( $\text{kN/m}^3$ )	Kerapatan Massa ( $\text{kg/m}^3$ )
1	Lapisan permukaan beraspal (bituminous wearing surfaces)	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 $f_c' < 35 \text{ MPa}$	22,0-25,0	2320
	$35 < f_c' < 105 \text{ MPa}$	$22 + 0,022 f_c'$	$2240 + 2,29 f_c'$
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 Pembebanan untuk Jembatan)

Pembebanan permanen terdiri atas beban berat sendiri (MS), beban tambahan (MA), dan beban akibat aksi pelaksanaan (PL). Bagian – bagian beban yang digunakan untuk ketiga beban tersebut, yaitu:



Tabel 2.10 Faktor Beban untuk Berat Sendiri

Tipe beban	Faktor Beban ( $\gamma_{MS}$ )			
	Keadaan batas layan ( $\gamma^{S_{MS}}$ )	Keadaan batas ultimate ( $\gamma^{U_{MS}}$ )		
	Bahan	Biasa	Terkurangi	
Tetap	Baja	1,00	1,1	0,9
	Aluminium	1,00	1,1	0,9
	Beton Pracetak	1,00	1,2	0,85
	Beton cor ditempat	1,00	1,3	0,75
	Kayu	1,00	1,4	0,70

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

Tabel 2.11 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan

Tipe Beban	Faktor beban ( $\gamma_{MA}$ )			
	Keadaan	Keadaan batas layan ( $\gamma^{S_{MA}}$ )		
		Biasa	Terkurangi	
Tetap	Umum	1,00 <sup>(1)</sup>	2,00	0,70
	Khusus (Terawasi)	1,00	1,40	0,80

Catatan<sup>(1)</sup>: Faktor beban layan sebesar 1,30 digunakan untuk berat utilitas

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

➤ Beban Pelaksanaan

Beban kinerja adalah beban dengan cara sementara yang dapat mempengaruhi struktur atau bagian darinya selama konstruksi. komponen resiko beban akibat pengaruh implementasi adalah sebagai berikut.

Tabel 2.12 Faktor beban akibat pengaruh pelaksanaan

Tipe Beban	Faktor beban ( $\gamma_{PL}$ )		
	Keadaan batas layan ( $\gamma^{S_{PL}}$ )	Keadaan batas layan ( $\gamma^{U_{PL}}$ )	
		Biasa	Terkurangi
Tetap	1,00	1,00	1,00

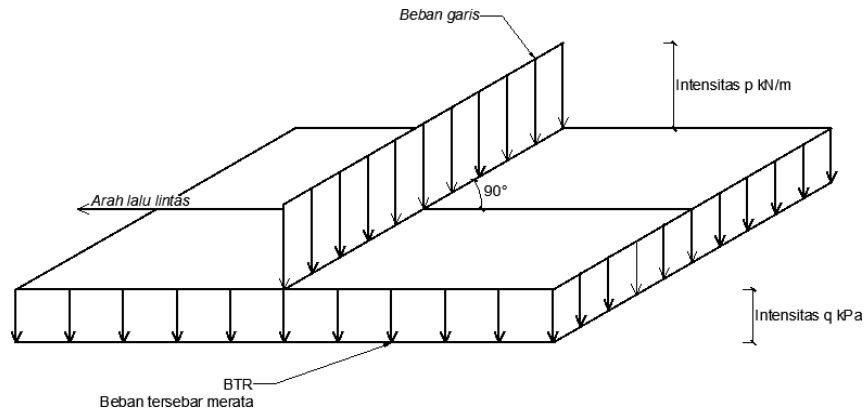
(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

### ➤ Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas pada jembatan harus dihitung dari beban pada lintasan 'D' dan beban pada lintasan 'T'. Beban garis "D" bekerja pada seluruh lebar garis, memberikan jembatan efek yang mirip dengan konvoi mobil sungguhan. Truck-T merupakan kendaraan besar dengan tiga roda yang berpasangan ditempatkan di berbagai posisi dalam lalu lintas desain. Setiap sumbu terdiri dari dua bidang penggerak beban. Dirancang sebagai roda untuk kendaraan berat. Hanya T-track yang digunakan per desain track. kecuali beban jalan 'D' dan beban lintasan 'T', beban pejalan kaki (TP) pada perkerasan juga ditentukan.

#### A. Beban lajur "D"

Beban lajur terdiri dari bobot terdistribusi rata (BTR) yang digabungkan dengan beban garis terpusat (BGT). Beban terdistribusi seragam (BTR) terletak di sepanjang bentang jembatan untuk memusatkan beban garis di tengah bentang dan memungkinkan respons maksimum ke jembatan. Distribusi beban lateral digunakan untuk mendapatkan momen longitudinal dan gaya geser gelagar jembatan. Untuk ini, beban di trek "D" diperhitungkan. Ini didistribusikan di semua lebar balok (tidak termasuk langkan, trotoar, dan trotoar) dengan kekuatan 100% untuk panjang beban yang sesuai.



Gambar 2.12 Beban lajur “D”  
(Sumber : RSNI T- 02-2005)

Beban terbagui rata menaruh intensitas yang sangat besar yaitu  $q$  kPa, dimana besaran  $q$  tergantung pada panjang total jembatan yang dibebani  $L$  seperti berikut:

$$L \leq 30 \text{ m} ; q = 9,0 \text{ kPa}$$

$$L > 30 \text{ m} ; q = 9,0 ( 0,5 + 15/L ) \text{ kPa}$$

dengan:

$q$  : intensitas beban BTR

$L$  : panjang total jembatan yang dibebani

Beban garis terpusat adalah beban garis dengan kekuatan  $p$  kN/m yang terletak tegak lurus dengan arah lalu lintas yang terjadi pada suatu jembatan. Intensitas  $p$  adalah 49,0 kN/m.

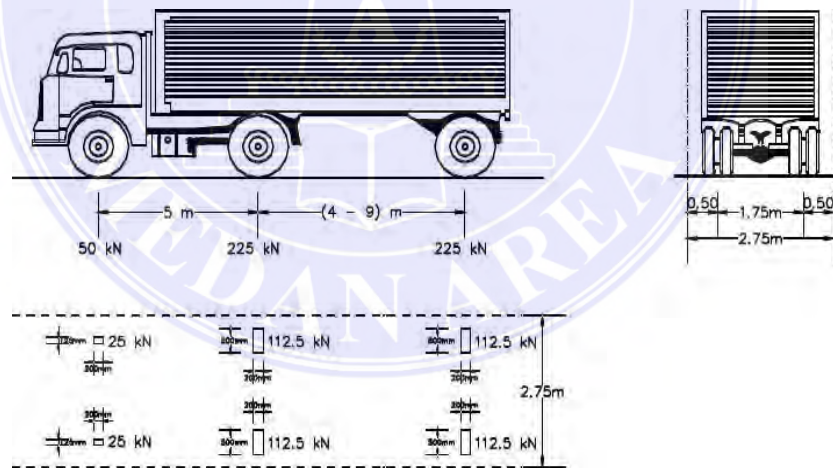
Tabel 2.13 Faktor beban lajur “D”

Tipe Beban	Jembatan	Faktor beban ( $\gamma^{TD}$ )	
		Keadaan batas layan ( $\gamma^{STD}$ )	Keadaan batas ultimate ( $\gamma^U$ ) TD
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks girder baja	1,00	2,00

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

B) Beban truk “T”

Sebuah truk “T” terdiri dari unit-unit traktor yang disusun dan ditimbang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13. Setiap bobot dibagi antara dua beban yang terdistribusi secara merata, area kontak antara roda dan tanah. Jarak antara keduanya dapat bervariasi dari 4,0m hingga 9,0m untuk dampak maksimum pada arah longitudinal jembatan.



Gambar 2.13 Pembebanan truk “T”  
(Sumber : RSNI T- 02-2005)

Tabel 2.14 Faktor beban Truk "T"

Tipe Beban	Jembatan	Faktor beban ( $\gamma_{TD}$ )	
		Keadaan batas layan ( $\gamma_{TT}^S$ )	Keadaan batas ultimate ( $\gamma_{TT}^U$ )
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks girder baja	1,00	2,00

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

### C) Gaya rem

Pengaruh gaya longitudinal pada jembatan akibat pengereman dan gaya yang berlaku harus diperiksa pada kedua arah lalu lintas. Efek ini dihitung dengan menggunakan gaya pengereman sebesar 5% dari asumsi beban truk 'D' yang ada di semua jalur. Diasumsikan bahwa gaya pengereman bekerja secara horizontal sepanjang sumbu jembatan dan catch point berada (1,8 m) di atas pelat lantai jembatan.

### D) Pembebanan pada pejalan kaki

Seluruh bagian jalan dengan lebar melebihi 600 mm wajib dirancang dapat mendukung pembebanan pejalan kaki pakai intensitas 5 kPa dan setiap lajur harus dirancang untuk beban kendaraan.

### ➤ Pengaruh Lingkungan

Langkah-langkah pengaruh lingkungan memperhitungkan efek suhu, angin, banjir, gempa bumi dan faktor alam lainnya. Efek suhu, beban angin, dan beban seismik akan dipertimbangkan sebagai dampak lingkungan untuk tugas akhir ini. Pengaruh suhu terbagi menjadi:

A. Hitung suhu dan gerak sambungan pelat menggunakan perubahan suhu rata-rata jembatan dan tegangan akibat pembatasan gerak. Perubahan

temperatur rata-rata untuk tipe struktur jembatan yang berbeda ditunjukkan pada Tabel II.5. Koefisien ekspansi dan besaran modulus yang menjadi perhitungan gerak dan gaya terkait didapat pada Tabel II.6. Perancang harus menentukan suhu rata-rata jembatan yang diperlukan untuk pemasangan, penempatan, dll. Sambungan ekspansi dan memastikan bahwa suhu ditentukan dalam denah rencana.

B. Fluktuasi suhu di dalam struktur jembatan, atau perbedaan suhu yang disebabkan oleh pemanasan langsung permukaan lantai atas oleh sinar matahari pada siang hari dan pantulan radiasi dari seluruh permukaan jembatan pada malam hari. Gradien suhu lateral mungkin perlu dipertimbangkan untuk tipe jembatan lebar.

Tabel 2.15 Temperatur jembatan rata-rata nominal

Tipe Bangunan Atas	Tipe Bangunan Atas	Temperatur Jembatan Rata-rata Maksimum
Lantai beton di atas gelagar atau boks beton	15° C	40° C
Lantai beton di atas gelagar, boks atau rangka baja	15° C	40° C
Lantai pelat baja di atas gelagar, boks, atau rangka baja	15° C	45° C

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

CATATAN: Lokasi di ketinggian lebih dari 500 m di atas permukaan laut dapat mengurangi suhu minimum rata-rata jembatan sebesar 5°C.

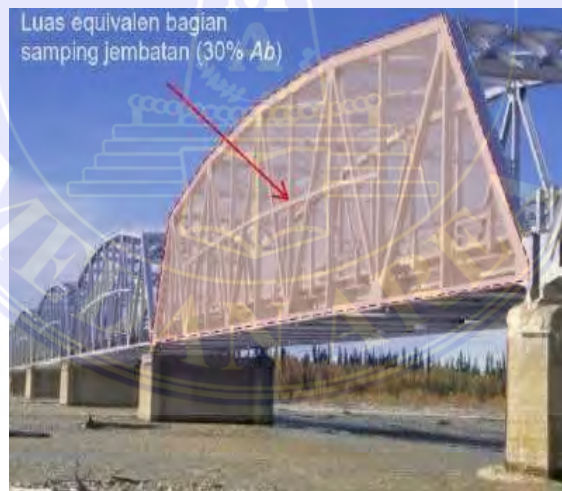
Tabel 2.16 Sifat bahan rata-rata akibat pengaruh temperature

Bahan	Koefisien Perpanjangan Akibat Suhu	Modulus Elastisitas (MPa)
Baja	$12 \times 10^{-6}$ per °C	200.000
Beton:		
Kuat tekan < 30 MPa	$10 \times 10^{-6}$ per °C	25.000
Kuat tekan > 30 MPa	$11 \times 10^{-6}$ per °C	34.000
Alumunium	$24 \times 10^{-6}$ per °C	70.000

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

➤ Beban Angin

Menurut Ir. Thamrin Nasution pada Pembebanan Jembatan, untuk jembatan rangka, luas ekuivalen ini diasumsikan 30% dari luas yang dilingkupi penyangga terluar. Asumsikan bahwa angin bekerja secara merata pada struktur.



Gambar 2.14 Bagian jembatan yang terkena angin (Sumber : Google)

Beban angin diasumsikan dengan kecepatan angin dasar ( $V_s$ ) 90-126 km/jam. Beban angin direncanakan seragam di seluruh area windage. Area yang dipertimbangkan mencakup seluruh bagian begitu juga Sistem lantai dan railing tegak lurus terhadap arah angin. Bagi jembatan atau elemen jembatan dengan

ketinggian diasumsikan lebih dari 10 meter di atas permukaan tanah/air, kecepatan angin asumsi  $V_{DZ}$  dihitung menggunakan rumus berikut:

$$V_{DZ} = 2,5V\left(\frac{V_{10}}{V_B}\right) \ln\left(\frac{Z}{Z_D}\right)$$

Keterangan:

$V_{DZ}$  = kecepatan angin rencana pada elevasi rencana (Km/Jam)

$V_{10}$  = kecepatan angin pada elevasi > 10 m diatas permukaan air / permukaan tanah (m)

$V_B$  = kecepatan angin rencana 90 – 120 Km/Jam

$Z$  = elevasi struktur yang diukur dari permukaan tanah atau permukaan air (m)

$V_o$  = kecepatan gesekan angin yang didasari dari tipe permukaan dihulu jembatan (Km/Jam)

$Z_o$  = Panjang gesekan dihulu jembatan (m)

Nilai kecepatan angin pada elevasi 10 m di atas permukaan tanah/ permukaan air dapat diperoleh dari :

- Grafik kecepatan angin untuk berbagai periode ulang;
- Survai angin pada lokasi jembatan; dan
- Jika tidak ada data yang lebih baik, dapat diasumsikan  $V_{10} = V_B = 90$  s/d 126 km/jam.

Tabel 2.17 Nilai  $V_o$  dan  $Z_o$  untuk berbagai variasi kondisi

• Kondisi i	Lahan Terbuka	Sub urban	Kota
$V_o$ (km/jam)	13,2	17,6	19,3
$Z_o$ (mm)	70	1000	2500

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)



Luas ekuivalen sisi jembatan adalah luas penampang total yang lurus terhadap gandar longitudinal jembatan. Bagi jembatan rangka, luas ekuivalen diasumsikan 30% dari area yang dibatasi oleh rangka luar. Asumsikan bahwa angin bekerja secara merata pada struktur.

Beban angin dihitung untuk kendaraan yang melewati struktur dan jembatan. Beban angin ( $EWS$ ) yang bekerja pada struktur

Diukur dengan rumus:

$$P_D = P_B (V_{DZ}/v)^2$$

Keterangan:

$P_D$  = tekanan angin rencana (MPa);

$P_B$  = tekanan angin dasar yang nilainya ditentukan berdasarkan Tabel

II.11.

Tabel 2.18 Tekanan Angin Dasar

Komponen bangunan atas	Angin tekan (Mpa)	Angin hisap (Mpa)
Rangka, kolom, dan pelengkung	0,0024	0,0012
Balok	0,0024	N/A
Permukaan datar	0,0019	N/A

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

Pembebanan angin ( $EW_L$ ) yang bereaksi pada kendaraan direncanakan memiliki beban permanen sebesar 1,46 N/mm yang bekerja vertikal 1800 mm di atas permukaan jalan.

➤ **Beban gempa**

Jembatan harus dirancang sedemikian rupa sehingga tidak mungkin runtuh dan cenderung terjadi keruntuhan yang signifikan dan gangguannya layanan pada

saat gempa bumi. Beban seismik direncanakan sebagai gaya horizontal yang ditetapkan dengan mengalikan modulus respon kelenturan ( $C_{sm}$ ) bersama bobot struktur ekuivalen, divariasikan dengan factor variasi respon ( $R_d$ ) sesuai dengan formulasi desain. Beban seismik minimum dihitung dengan rumus berikut.

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R_d} W_t$$

Keterangan:

$E_Q$  = gaya gempa horizontal statis (kN);

$C_{sm}$  = koefisien respons gempa elastis;

$R_d$  = faktor modifikasi respon;

$W_t$  = berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup (kN).

Koefisien respons elastis ( $C_{sm}$ ) didapat dari peta percepatan batuan dan spektrum percepatan menurut daerah kejadian gempa dan periode ulang seismik yang direncanakan.

Saat merancang bagian jembatan, beban seismik yang dilakukan adalah beban seismik vertikal yang diperoleh dari maksimum 2 persesuaian antara berikut:

$$P_{EQ} = 0,10 W_t$$

$$P_{EQ} = k_v W_t, \text{ dengan } k_v > 1,00 \text{ } P_{EQ} = \text{beban gempa vertikal};$$

$$k_v = \text{koefisien gempa vertikal};$$

Intensitas seismik vertikal adalah 50% dari intensitas seismik horizontal ( $k_h$ ).

### C. Bagian Struktur Rangka Baja

Desain struktur baja merujuk (RSNI T-03-2005). Elemen yang dimaksud yaitu rangka utama, gelagar memanjang dan melintang, sambungan baut dan sambungan las. Sifat mekanik baja yang digunakan dalam desain menurut (RSNI T-03-2005) ditentukan menurut Tabel 2.22.

Tabel 2.19 Sifat mekanis baja struktural

Jenis baja	Tegangan putus minimum, $f_u$ (MPa)	Tegangan leleh minimum, $f_y$ (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	33
BJ 37	370	240	30
BJ 41	410	250	28
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

(Sumber: SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

Sifat-sifat mekanis lainnya yang diperlukan untuk perancangan ditetapkan sebagai berikut.

Modulus geser ( $G$ ) = 80.000 Mpa

Modulus elastisitas baja ( $E_s$ ) = 200.000 Mpa

Angka poisson ( $\mu$ ) = 0,30

Koefisien muai ( $\alpha$ ) =  $12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Komponen akan mengalami penurunan kekuatan sesuai dengan situasi beban yang direncanakan dengan laju penurunan pada Tabel 2.23.

#### 1) Struktur Tarik

Seluruh yang menyerap gaya aksial terfaktor  $T_u$  harus memenuhi  $T_u \leq \phi \cdot T_n$ . Saat menetapkan resistansi nilai ( $T_n$ ) dari batang tarik, mesti diuji terhadap tiga keadaan keruntuhan, yaitu:

- a. Keadaan leleh dari seluruh penampang kotor.

Jika kondisi leleh menentukan, oleh karena itu resistansi nominal ( $T_u$ ) batang tarik memenuhi persamaan 30.

$$T_n = A_g \cdot f_y$$

Dengan,

$$A_g = \text{Luas penampang efektif} = U \cdot A_n$$

$$A_n = \text{as netto penampang (mm}^2\text{)}$$

- b. faktor dari luas penampang efektif pada sambungan

Beban kerja nominal ( $T_u$ ) dari batang tegangan sesuai dengan kesepakatan saat kondisi putus pada sambungan tertentu.

$$T_n = A_e \cdot f_u$$

Dengan,

$$A_e = \text{luas penampang efektif} = U \cdot A_s$$

$U$  = koefisien reduksi

$f_u$  = tegangan tarik putus (Mpa)

Tabel 2.20 Faktor reduksi kekuatan komponen struktur baja

Situasi Rencana	Faktor Reduksi ( $\phi$ )
a. Lentur	0,90
b. Geser	0,90
c. Aksial tekan	0,85
d. Aksial tarik	
• Terhadap kuat tarik leleh	0,90
• Terhadap kuat tarik fraktur	0,75
e. Penghubung geser	0,75
f. Sambungan baut	0,75
g. Sambungan las	
• Las tumpul penetrasi penuh	0,90
• Las sudut dan las tumpul penetrasi sebagian	0,75

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan)

- c. pergeseran sambungan blok

Batang tipis dibebani tegangan dan dihubungkan oleh pengencang

elastis pada batang tegangan, kadang-kadang disebut H.

## 2) Komponen Struktur Tekan

Ketika komponen struktur tekan dikenai beban tekan aksial, tekuk terjadi di seluruh komponen struktur (tekuk non-lokal).

### a. Tekuk lentur

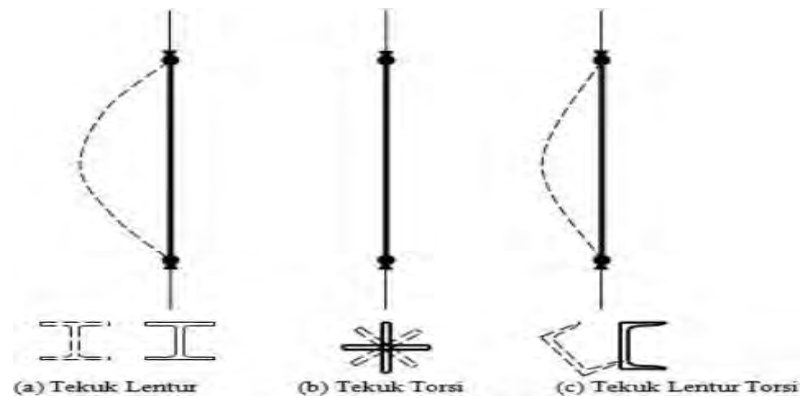
Secara umum, kekuatan suatu komponen di bawah pembebanan tekan aksial murni ditentukan oleh tekuk lentur. Batang tekan yang dibahas sejauh ini adalah batang tekan yang mengalami tekuk lentur. Tekuk lentur menyebabkan defleksi pada sumbu lemah. Batang kompresi dapat patah jika ditekuk.

### b. Tekuk torsi

Tekuk ini disebabkan oleh puntiran sumbu longitudinal strut. Tekuk puntir hanya terjadi pada batang tipis dengan sumbu simetri ganda. Geometri profil canai panas standar umumnya tidak berisiko tekuk torsi, tetapi profil yang dibuat dari lembaran logam tipis harus dipertimbangkan terhadap tekuk torsi. Bagian berisiko tekuk torsi adalah penampang, misalnya. Gambar 2.15.b. Bagian ini dapat terdiri dari empat profil miring yang ditempatkan saling membelakangi.

### c. Tekuk lentur torsi

Ini hasil dari kombinasi lentur dan tekuk torsional. Batangnya melintir saat ditekuk. Tekukan puntir dapat terjadi pada bagian dengan hanya satu sumbu simetri, seperti: B. Profil saluran, T, ski ganda, dan sama kaki tunggal. Selain itu, juga dapat terjadi pada bagian tanpa sumbu simetri. B. Profil Sudut Tunggal Sama Kaki dan Profil Z.



Gambar 2.15 Tiga Macam Model Tekuk komponen struktur tekan  
(Sumber : RSNI T- 02-2005)

Komponen struktur terdiri berupa profil tunggal/komposit yang dihubungkan dengan pelat yang digabungkan.

Persyaratan stabilitas saat menentukan dimensi komponen kompresi sangat diperlukan mengingat risiko tekuk komponen kompresi yang ramping. Anggota yang mengalami kompresi pusat oleh beban elemen  $N_u$  mesti menyanggupi dari persyaratan berikut:

$$N_u < \phi N_n$$

$N_u$  = kuat tekan nominal komponen struktur tekan

$(N) \phi$  = faktor reduksi (lihat Tabel 2.13)

Perbandingan kelangsingan:

- Kelangsingan elemen penampang, lihat Tabel 2.14  $< \lambda_r$
- Kelangsingan komponen struktur tekan

$$\lambda = \frac{Lk}{r} \leq 140$$

Komponen struktur batang tekan dengan rasio lebar ke tebal elemen melintang lebih besar dari nilai  $\lambda_r$  yang diberikan pada Tabel 2.14 harus dirancang menggunakan analisis yang dapat diterima dan masuk akal.

3) Kuat Tekan Nomimal Akibat Tekuk Lentur

Kuat tekan nilai  $N_n$  akibat tekuk lentur, struktur tekan Untuk bagian penampang dengan rasio lebar ketebalan  $\lambda_r$  lebih kecil dari nilai yang diberikan pada Tabel 2.14, ditetapkan sebagai berikut:

$$N_n = (0,66)\lambda_c \cdot A \cdot f_y, \text{ untuk } \lambda_c \leq 1,5$$

$$N_n = \frac{0,88}{\lambda_c^2} \cdot A_g \cdot f_y \text{ untuk } \lambda_c \geq 1,5$$

$$\lambda_c = \frac{L_k \sqrt{f_y}}{r \pi \sqrt{E}} \text{ dan } L_k = KcL$$

dengan :

$A_g$  = adalah luas penampang bruto, dinyatakan dalam milimeter, (mm)

$f_y$  = tegangan leleh, dinyatakan dalam Mega Pascal, (MPa)

$\lambda_c$  = parameter kelangsingan

$Kc$  = faktor panjang tekuk untuk komponen struktur jembatan rangka

$E$  = modulus elastisitas bahan baja, dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa)

	Kolom Tak Bergoyang			Kolom Bergoyang		
Bentuk tekuk						
Faktor panjang efektif (k)	0.70	0.85	1.00	1.2	2.2	2.2
Simbol untuk keadaan penahan ujung	= Rotasi terjepit, translasi terjepit	= Rotasi bebas, translasi terjepit	= Rotasi terjepit, translasi bebas	= Rotasi bebas, translasi bebas	= Rotasi terjepit, translasi bebas	= Rotasi bebas, translasi bebas

Gambar 2.16 Faktor panjang efektif  
(Sumber: RSNI T-03-2005)

4) Komponen Struktur Lentur

Komponen Kuat tekan nominal  $N_n$  akibat lentur tulangan tekan Untuk elemen penampang dengan rasio lebar-ke-tebalan  $\lambda_r \leq$  nilai yang diberikan

pada Tabel 2.14, ditentukan sebagai berikut:

$$M_u < \phi M_n$$

dengan :

$M_u$  = aksi momen lentur akibat gaya (Nmm)  $\phi$  = faktor reduksi (Tabel 2.13)

$M_n$  = kekuatan lentur nominal (Nmm)

Konstruksi balok memakai profil baja WF yang didesain untuk beban lentur searah sumbu kuat (sumbu x) penampang. Pada keruntuhan ini tidak terjadi tekuk lokal. Di pelat sayap profil baja. Kekuatan lentur nominal ( $M_n$ ) dalam keadaan plastis adalah:

$$M_n = M_p = f_y \cdot Z$$

dengan :

$M_p$  = Kuat lentur nominal (Nmm)

$f_y$  = Tegangan leleh baja (MPa)

$Z$  = Modulus penampang plastis ( $\text{mm}^3$ )

Ketika digunakan sebagai balok tekuk, profil baja WF dikenai gaya aksial pada pelat badan dan sayap. Panel bodi dan sayap profil WF dapat melengkung secara lokal jika kelangsingannya ( $\lambda$ ) melebihi batas kelangsingan kompak ( $\lambda_p$ ).

$$\lambda_p = \frac{b}{t_f} \quad (\text{kelangsingan pada pelat sayap})$$

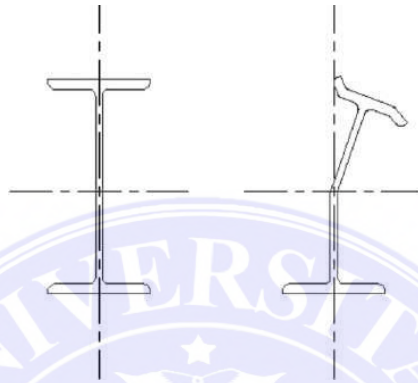
$$\lambda_p = \frac{h}{t_w} \quad (\text{kelangsingan pada pelat badan})$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} \quad (\text{batas kelangsingan pada kompak pelat sayap})$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \quad (\text{batas kelangsingan kompak pelat badan})$$



Tekuk lokal terjadi pada komponen yang bengkok, terutama profil WF ditunjukkan pada Gambar 2.9. Jika localized buckling terjadi, kekuatan lentur nominal ( $M_n$ ) tidak dapat dihitung karena lentur tidak dalam keadaan kegagalan yang ideal. Momen pengenal harus dihitung dari kelangsingan pelat.



Gambar 2.17 Ilustrasi Tekuk Lokal pada Pelat Sayap dan Pelat Badan  
(Sumber : RSNI T-03-2005)

a. Kondisi penampang kompak ( $\lambda \leq \lambda_p$ )

$$M_n = M_p = \phi \cdot Z \cdot f_y$$

• Kondisi penampang tak kompak ( $\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r$ )

$$M_n = \phi M_r (\lambda_r / \lambda)^2$$

Dengan:

$$\lambda_p = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}}$$

$M_p$  = kuat lentur plastis (Nmm)

$M_r$  = kuat lentur batas tekuk, dihitung dengan  $= (f_y - f_r) S$ , (Nmm)

$S$  = modulus penampang elastis ( $\text{mm}^3$ )

$f_r$  = tegangan residual pelat, besarnya 70 MPa (penampang di rol)

atau 115 MPa (penampang dilas)

Tekuk torsi lateral dapat merusak bagian tengah balok. Untuk balok

seperti itu, peringkat kekuatan lentur dipengaruhi oleh panjang tekuk dan jarak ( $L_b$ ) antara dua kekangan lateral. Nilai  $L_b$  untuk berbagai kondisi penempatan bagian fleksibel adalah sebagai berikut.

- Perletakan sendi - rol, tanpa pengaku,  $L_b = L$
- Perletakan sendi - jepit, tanpa pengaku,  $L_b = 0,80 L$
- Perletakan sendi rol, dengan pengaku lateral bentang,  $L_b = 0,50 L$

Ada tiga kemungkinan kondisi untuk rasio  $L_b$  dan  $L_p$ : balok bentang pendek ( $L_b \leq L_p$ ), balok bentang sedang ( $L_r \leq L_b \leq L_p$ ), dan balok bentang panjang ( $L_b > L_r$ ).

Nilai  $L_p$  dan  $L_r$  dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$L_p = 1,76 r_y \frac{\sqrt{E}}{f_y}$$

$$L_r = r_y \left( \frac{X_1}{f_l} \right) \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 f_l^2}}$$

dengan :

$L_p$  = panjang bentang maksimum untuk balok yang mampu menerima lentur plastis (mm)

$L_r$  = panjang minimum untuk balok yang kekuatannya mulai ditentukan kuat lentur kritis tekuk torsi lateral (mm)

$$f_l = (f_y - f_r)$$

$$X_1 = \left( \frac{\pi}{Z_x} \sqrt{\frac{E \cdot G \cdot J \cdot A}{2}} \right)$$

$$X_2 = \left( 4 \left( \frac{Z_x}{G} \right) \frac{l_w}{l_y} \right)$$

dengan :

$r_y$  = jari-jari girasi sumbu lemah (mm)

$I_w$  = konstanta puntir lengkung ( $\text{mm}^4$ )

$J$  = konstanta puntir torsi ( $\text{mm}^4$ )

$G$  = modulus geser elastis baja (MPa)

Nilai kuat tekan lentur nominal berdasarkan tiga kondisi yang telah disebutkan diperhitungkan sebagai berikut :

- Bentang pendek ( $L_b \leq L_p$ )

$$M_n = \phi \cdot Z \cdot f_y$$

- Bentang menengah ( $L_p \leq L \leq L_r$ )

$$M_n = \phi \left[ M_p - (M_p - M_r) \cdot \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right]$$

$M_r = S_x (f_y - f_r)$  dimana  $f_r \approx 70$  MPa

$C_b$  = faktor pengali lentur untuk tekuk lateral

$$C_b = \frac{12,5M_{max}}{2,5M_{max} + 3M_a + 4M_b + 4M_c} \leq 2,3$$

dengan :

$M_{max}$  = lentur maksimum sepanjang  $L$  (Nmm)

$M_a$  = lentur pada titik  $\frac{1}{4} L$

$M_b$  = lentur pada titik  $\frac{1}{2} L$

$M_c$  = lentur pada titik  $\frac{3}{4} L$

- Bentang panjang ( $L_b \geq L_r$ )

Kondisi keruntuhan elastis dengan kuat lentur nominal adalah :

$$M_n = M_{cr} \leq M_p$$

dengan:

$$M_{cr} = \text{kuat lentur kritis} = C_b \frac{\pi E}{L} \sqrt{\frac{E \cdot I_y \cdot G \cdot J + \left(\frac{I_y I_w}{L}\right)}{\pi E}}$$

- b. Kuat geser nominal ( $V_n$ )

$$V_n = 0,60 \cdot f_{yb} \cdot A_b$$

Rumus tersebut biasa digunakan jika memenuhi syarat ;

$$\frac{h}{t_b} \leq \frac{1100}{\sqrt{f_{yb}}}$$

- Lendutan

Lendutan lawan adalah struktur yang bertujuan untuk memberikan struktur jembatan bentuk datar saat melendutkan. Lendutan lawan dilakukan selama tahap konstruksi dengan memberikan balok kurva ke atas yang sesuai dengan besarnya lendutan jembatan. Menurut RSNI T-03-2005, lendutan maksimum struktur balok dengan dua kolom atau balok menerus adalah  $L/800$  bentang. Seperti kantilever, lendutan maksimum adalah  $L/300$  bentang.

#### D. Gelagar Melintang

Gelagar melintang merupakan profil yang posisinya berada dibawah lantai kendaraan untuk menahan beban di atas yang terdiri beban lantai kendaraan.

a. Kontrol lendutan

$$\delta(\text{ijin}) = \frac{L}{360} \quad (\text{SNI 1729:2002 hal 15})$$

lendutan akibat beban baja sendiri

$$\delta = \frac{5 \times q \times L}{384 \times E \times I_x}$$

Keterangan:

$\delta$  = lendutan

$q$  = berat sendiri baja

$L$  = panjang bentang jembatan

$E$  = modulus elastisitas baja

$I$  = momen inersia gelagar jembatan

b. Kontrol penampang profil untuk sayap

$$\frac{bf}{tf} < 0.38 \frac{E}{F_y}$$

Untuk badan control batas penampang compact

$$\frac{H}{tw} < 3.76 \frac{E}{F_y}$$

Keterangan:

$E$  = modulus elastisitas baja

$F_y$  = tegangan leleh minimum

$B_f$  = setengah lebar sayap total

$T$  = ketebalan

$H$  = jarak antara deretan yang berdekatan dari pengencang atau jarak bersih antara sayap – sayap bila las digunakan

c. Kontrol lateral buckling

Dengan syarat penampang kompak :

$$L_P = 1.76 r_y \frac{E}{F_y} \quad (\text{SNI 1729:2015 hal 51})$$

d. Momen nominal

Momen nominal = momen plastis

$$M_n = Z_x \cdot F_y \quad (\text{SNI 1729:2015 hal 50})$$

Kontrol kuat geser

$$\frac{H}{t_w} < 2.24 \frac{E}{F_y} \quad (\text{SNI 1729;2015 hal 73})$$

E. Gelagar memanjang

Gelagar memanjang atau girder merupakan komponen yang menahan pelat lantai jembatan secara memanjang.

a. Kontrol kelangsingan

Adapun kontrol kelangsingan yang ditinjau disini memakai acuan yang tertera pada SNI 1729:2015 Pasal D1 hal 28 dengan  $r = i_x = i_y$ , r adalah radius girasi (mm).

Kontrol terhadap batang tarik

$$P_n = \phi \cdot F_y \cdot A_g \quad (\text{SNI 1729:2015 hal 28})$$

$$\phi = 0.9 \text{ Desain Faktor Beban Ketahanan (DFBK)}$$

$$A_n = 0.85 \times A_g$$

$$U = 1 - \frac{e}{L} \quad (\text{SNI 1729:2015 hal 29 D3.1-2})$$

b. Kontrol block shear

$$A_{gv} = b \times t \times 2$$

$$A_{nv} = A_{gv} - (\phi \text{ lubang baut} \times 2)$$

$$A_{gt} = b \times t \times 2$$

$$A_{nt} = A_{gt} - (\phi \text{ lubang baut} \times 2)$$

c. Kontrol dimensi batang tekan

$$\lambda = \frac{h}{t} \quad (\text{SNI 1729: 2015 tabel B4. 1a hal 17 no.3})$$

$$\lambda_p = 0.45 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

d. Panjang efektif

$K$  = factor panjang efektif = 1 (SNI 1729:2015 lamp7 hal 237)

$$\lambda_{maks} = \frac{Kl}{r} \quad (\text{SNI 1729:2015 pasal E2 hal 35})$$

e. Kontrol terhadap tekuk puntir

$$F_{cr} = \left( \frac{F_{cry} + F_{crz}}{2H} \right) \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 F_{cry} \cdot F_{crz}}{(F_{cry} \cdot F_{crz})^2}} \right]$$

(SNI 1729:2015 pasal E4 hal 36)

Tabel 2.21 Baja WF SNI

Standar Sectional Dimention					sectional		Informative Reference					
Nominal Dimensional	H x b	T1	T2	r	Area	Unit	Geometrical		Radius Of		Modulus of	
					A	Mass	Moment of inertia		Gyration of Area		section	
							Ix	Iy	Ix	Iy	Zx	Zy
Mm x mm	Mm x mm	Mm	Mm	mm	Cm <sup>2</sup>	Kg/m	Cm <sup>4</sup>	Cm <sup>4</sup>	Cm	Cm	Cm <sup>3</sup>	Cm <sup>3</sup>
100 X 100	100 X 100	6	8	8	21.90	17.20	383	134	4.18	2.47	76.5	26.7
125 X 125	125 X 125	6.5	9	9	31.31	23.80	847	293	25.29	3.11	136	47
150 X 75	150 X 75	5	7	7	17.85	14.00	666	49.5	6.11	1.66	88.8	13.2
150 X 100	148 X 100	6	9	9	26.84	21.10	1020	151	6.17	2.37	138	30.1
150 X 150	150 X 150	7	10	10	40.14	31,50	1640	563	6.39	3.75	219	75.1
175 X 175	175 X 175	7.5	11	11	51.21	40.20	2880	984	7.50	4.38	330	112
200 X 100	198 X 99	4.5	7	7	23.18	18.20	1580	114	8.26	2.21	160	23
	200 X 100	5.5	8	8	27.16	21.30	1840	134	8.24	2.22	184	26.8
200 X 150	194 X 150	6	9	9	38.80	30.60						
200 X 200	200 X 200	8	12	12	63.53	49.90	4720	1600	8.26	5.02	472	160



200 X 125	248 X 124	9	8	8	32.68	25,70	3540	255	10.40	2.79	285	41.1
	200 X 125	5	9	9	37.66	29.60	4050	294	10.40	2.79	324	47
250 X 250	250 X 250	9	14	14	92.18	72.40	10800	3650	10.80	6.29	867	292
300 X 150	298 X 149	5.5	8	8	40.80	32.00	6320	442	12.40	3.29	424	59.3
	300 X 150	6.5	9	9	46.78	36.70	7210	508	12.40	3.29	481	67.7
300 X 300	300 X 300	10	15	15	119.80	94.00	20400	6750	15.10	7.51	1360	450
350 X 175	346 X 174	6	9	9	52.68	41.40	11100	792	14.50	3.88	641	91
	350 X 175	7	11	11	63.14	49.60	13600	984	14.70	3.95	775	112
350 X 350	350 X 350	12	16	19	173.90	137.00	47300	13600	15.20	8.88	2300	76
400 X 200	396 X 199	7	11	11	72.16	56.60	20000	1450	16.70	4.48	1010	145
	400 X 200	8	13	13	84.10	66.00	23700	1740	16.8	4.54	1190	174
400 X 400	400 X 400	13	21	21	218.70	172.00	66600	22400	17.5	10.10	3330	1120
450 X 200	450 X 200	9	14	14	96.80	76.00	33500	1870	18.6	4.40	1490	187
500 X 200	500 X 200	10	16	16	114.20	89.60	47800	2140	20.5	4.33	1910	214

(Sumber : Tabel Baja Gunung Garuda)

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tinjauan Umum

Dalam pembuatan laporan akhir proyek ini, data yang digunakan sebagai acuan penyelesaian adalah data sekunder. Data sekunder adalah data tambahan yang digunakan dalam menghasilkan laporan akhir proyek dan tidak berasal dari pengamatan langsung di lapangan. Klasifikasi data sekunder ini meliputi literatur, data jembatan, data struktur, bestek, dan tabel yang berkaitan erat dengan proses komputasi bangunan atas jembatan. Termasuk data sekunder berikut:

##### 3.1.1 Data Teknis

Data yang terkait langsung dengan perhitungan struktur jembatan adalah:

###### a. Data Struktur Jembatan

###### 1) Baja Tulangan

Tipe : Baja ulir untuk  $\emptyset$  16 - 300 mm dan D25 - 300

###### 2) Balok Gelagar

Mutu baja : GRADE 37, (  $F_y = 240$  MPa )

Tipe baja WF: 150,200,250 dan 450

###### 3) *Abutment*

Mutu beton :  $f_c' = 25$  MPa

###### 4) Pondasi *Bronjong* Mutu beton : 25 Mpa

##### 3.1.2 Isi Bronjong

Jembatan Rangka Baja di pembangunan Bendungan Lau Simeme Sibiru -biru kabupaten deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. Struktur pada jembatan bailey

ini terdiri dari struktur rangka baja ( profil WF) dengan bentang 26 m dan 2 *abutment*. Untuk pondasi yang digunakan adalah pondasi bronjong bebatuan kali pada *abutment*.

Sedangkan spesifikasi umum pada jembatan bailey adalah:

- a) Jumlah jalur : 1 jalur
- b) Lebar jembatan : 7 m

### 3.2 Tahap Penyusunan Laporan

#### 3.2.1 Persiapan

Tahap persiapan adalah serangkaian kegiatan yang harus dilakukan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data untuk mengoptimalkan waktu dan tenaga.

Langkah pertama untuk memulai kegiatan ini adalah:

- a) Melengkapi persyaratan manajemen untuk menghasilkan proyek akhir
- b) Menentukan judul dan topik Tugas Akhir
- c) Penyempurnaan data pendukung penulisan Tugas Akhir berupa data sekunder maupun data primer
- d) Memilih sesuatu yang akan diteliti atau proyek yang akan diteliti seperti jembatan
- e) Melakukan survey langsung ke lokasi proyek pembangunan

#### 3.2.2 Pengumpulan Data

Mengumpulkan data ini adalah cara utama untuk menemukan solusi atas masalah yang muncul secara ilmiah. Pengumpulan data membutuhkan peran

instansi yang berwenang sebagai perantara dalam memperoleh data yang dibutuhkan. Di bawah ini adalah beberapa pertimbangan untuk pengumpulan data tertulis yang dilakukan.

- Jenis data yang akan diambil dan tempat untuk mengambil data.
- Jumlah data yang perlu penulis kumpulkan untuk mendapatkan data yang benar

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah:

a) Literatur

Artinya, metode untuk menemukan dan mengumpulkan karya sastra tersebut, diperlukan kajian sastra untuk menghitung pembangunan jembatan ini.

Literatur peraturan yang diperoleh dan digunakan sebagai berikut:

- 1) Standar pembebanan untuk jembatan mengacu pada SNI 1725-2016
- 2) Standar perencanaan struktur jembatan rangka baja mengacu pada RSNI T-03-2005
- 3) Standar ketahanan gempa untuk jembatan mengacu pada SNI 2833:2008

Literatur buku yang diperoleh dan digunakan sebagai berikut:

- 1) Jembatan (Edisi Pertama catatan ke-5) pengarang Dr.Ir.Bambang Supriyadi,2008.
- 2) Buku Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002) pengarang Agus Setiawan

b) Pengumpulan Data

Artinya, metode mengumpulkan dan mengkategorikan data dari disiplin yang diperlukan untuk pemrosesan data dan analisis komputasi. Untuk mengetahui kondisi jembatan yang sebenarnya, kami akan melakukan survei

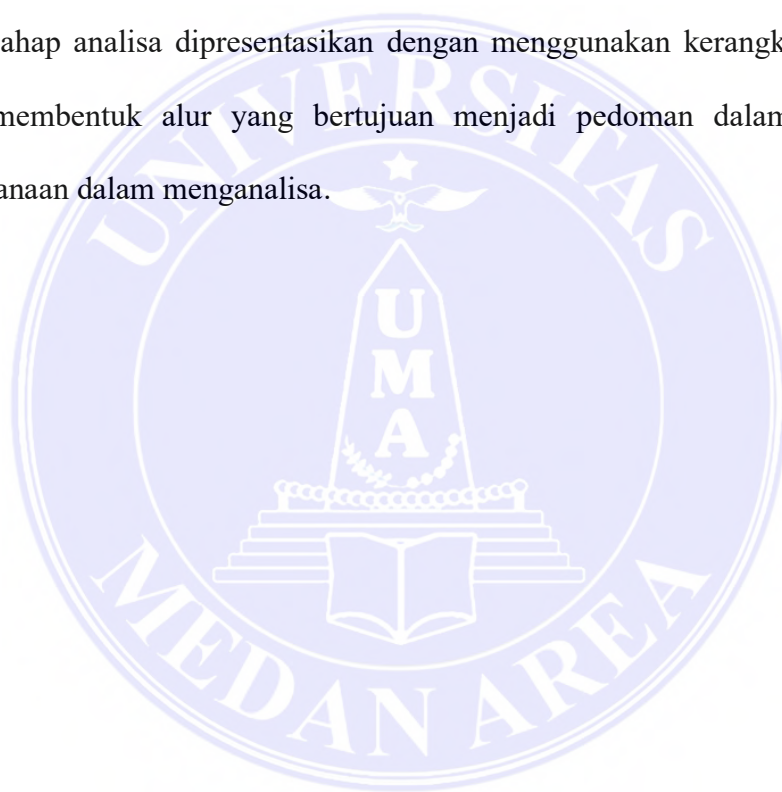
pendahuluan langsung di lokasi, sehingga Anda bisa mendapatkan gambaran kondisi jembatan tersebut.

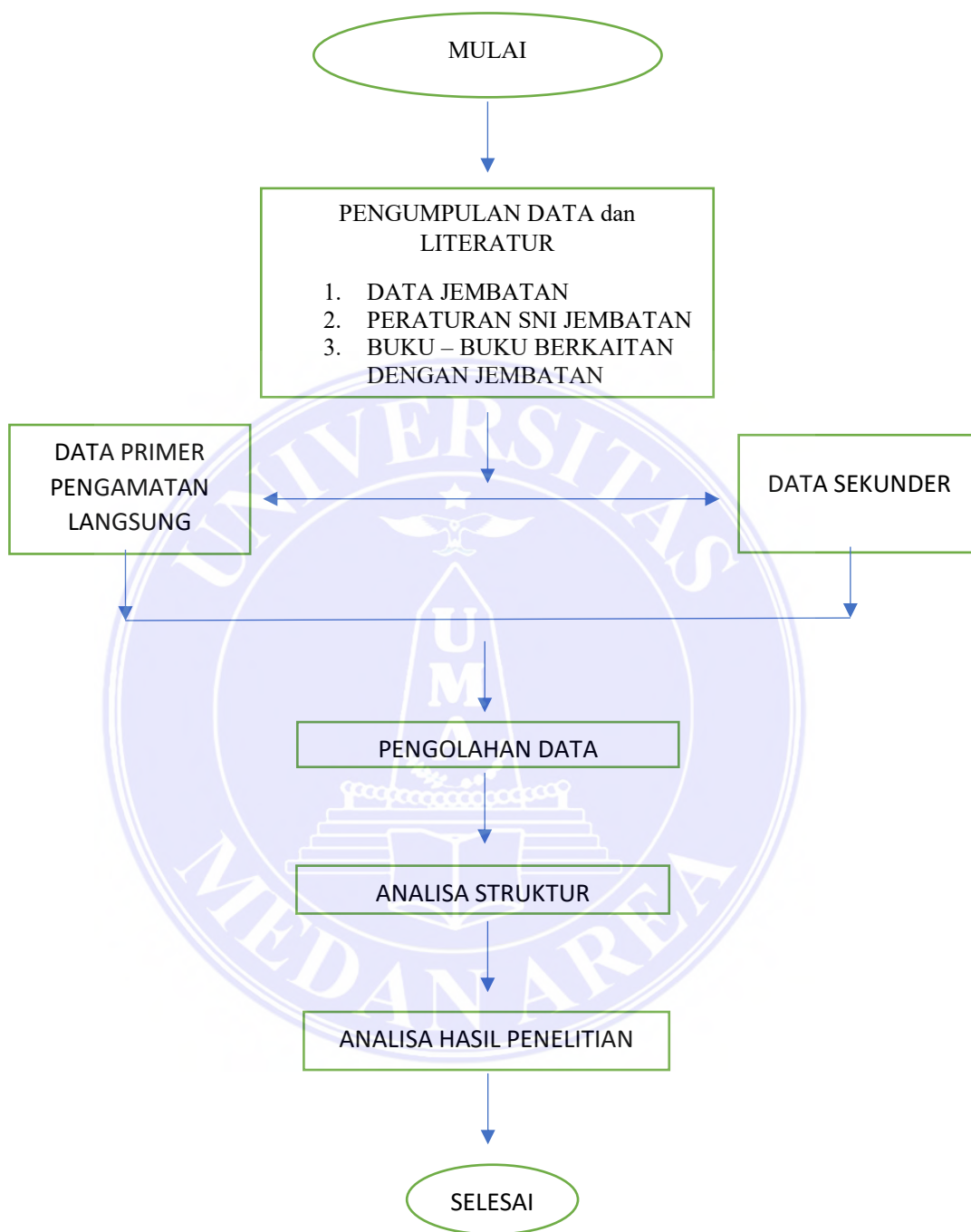
### 3.2.3 Analisis Pengolahan Data

Analisis dan pengolahan data didasarkan pada data yang dibutuhkan. Selain itu, kelompok ini sangat cocok untuk membantu masalah, sehingga penyelesaian masalah yang efektif dan tepat sasaran tercapai.

### 3.2.4 Analisa Data Kontruksi Jembatan

Tahap analisa dipresentasikan dengan menggunakan kerangka acuan dasar yang membentuk alur yang bertujuan menjadi pedoman dalam pelaksanaan perencanaan dalam menganalisa.





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

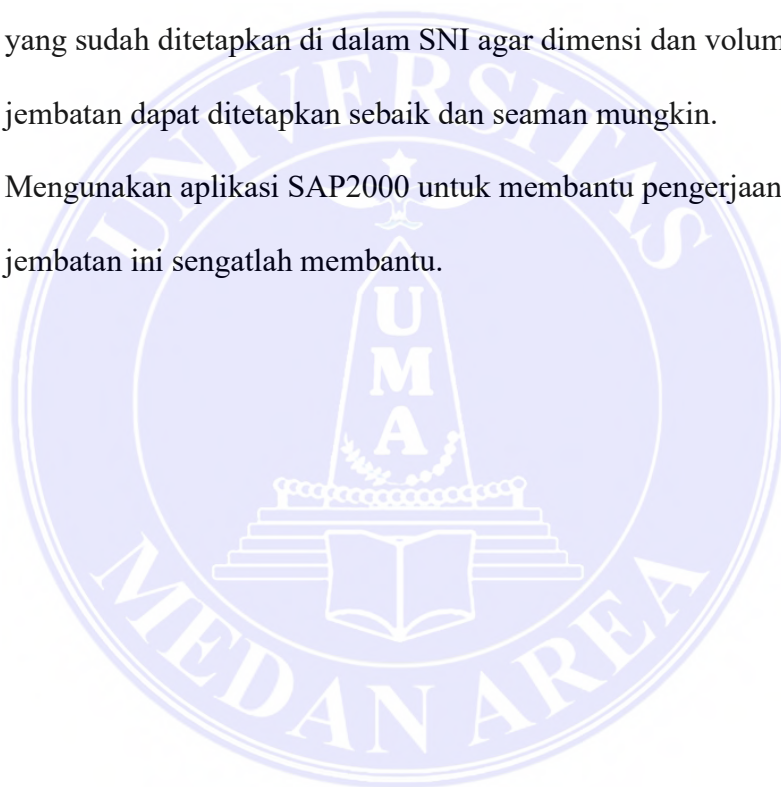
Pada hasil analisis data dan perhitungan yang di lakukan pada pelat lantai jembatan bailey proyek bendungan lau simeme diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan CHECKER PLATE/ pelat checker dengan tebal 20 mm dapat menghemat pembiayaan dan waktu pelaksanaan pembuatan jembatan sehingga lebih efektif daripada penggunaan jembatan beton bertulang dalam Proyek Bendungan Lau Simeme.
2. Adapun profil yang menahan pelat lantai atau pelat checker antara lain WF 450, WF 250, dan WF 200 masih dikategorikan aman.
3. Momen maksimum yang didapat pada profil melintang WF 450 pada jembatan adalah sebagai berikut:  
 $M_u = 332.2 \text{ kN}$  dan  $P_u = 394.7 \text{ kN}$
4. Momen yang terjadi pada profil memanjang WF 250 pada jembatan adalah  
 $M_u = 34.9 \text{ kN}$  dan  $P_u = 49.9 \text{ kN}$ .
5. Momen yang terjadi pada profil memanjang 200 pada jembatan adalah  
 $M_u = 579.8 \text{ kN}$  dan  $P_u = 352.2 \text{ kN}$ .
6. Diasumsikan pembebanan truk muatan sebesar 26 ton atau 254.97 kN pada jembatan ternyata masih dapat menahan beban muatan truk tersebut.
7. Pada hasil analisis SAP nilai lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan adalah  $1.076 \text{ cm} < L/360$  masih aman.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang saya dapat setelah melakukan pengerjaan analisis jembatan bailey ini adalah:

1. Dalam melaksanakan perhitungan analisis sebaiknya data – data yang digunakan haruslah disiapkan terlebih dahulu agar perhitungan sesuai dengan data – data dilapangan.
2. Dalam analisis jembatan sebaiknya mengacu pada peraturan – peraturan yang sudah ditetapkan di dalam SNI agar dimensi dan volume struktur jembatan dapat ditetapkan sebaik dan seaman mungkin.
3. Menggunakan aplikasi SAP2000 untuk membantu pengerjaan pelaksanaan jembatan ini sngatlah membantu.





## Daftar Pustaka


- Sarah Rizki Hafizha. (2021). Analisis Struktur Pelat Lantai Jembatan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi - Inderapura. Skripsi Universitas Medan Area, Medan.
- Andi Syamsudin<sup>1</sup>), E. D. (2015). PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBATAN RANGKA. *Jurnal BENTANG Vol.3 No. 2 Juli 2015*, 48 - 64.
- Andreas Brian V P, A. W. (2017). PENGARUH PENGENCANGAN BAUT TERHADAP FREKUENSI NATURAL PADA. *jembatan rangka baja, sambungan baut, kuat kencang baut, frekuensi natural*, 1 -9 .
- Lilu, D. F. (2019). ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA. *e-journal Perencanaan Jembatan Rangka Baja*, 1 - 14.
- Riyono, W. A. (2012). *TEKNOLOGI JEMBATAN SEMENTARA BERBAHAN DASAR MATERIAL KOMPOSIT*. Bandung : Kementrian Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan.
- Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Semarang: ERLANGGA.
- Supriyadi, B. (2007). *Jembatan*. Yogyakarta: BETA OFFSET .
- UMA, A. k. (2022, april 8). Analisis Pembebanan Konstruksi Jembatan Rangka Baja yang dilakukan Secara bertahap menggunakan Gaya Momen di Tiap batang. *UMA*, 1- 3.
- Yumna Cici Olyvia<sup>1</sup>), B. P. (2015). Analisis Konstruksi Jembatan Busur Rangka Baja Tipe A-half Through Arch. *JRSDD, Edisi Maret 2015, Vol. 3, No. 1, Hal:81 – 90 (ISSN:2303-0011)*, 81 - 90.

## LAMPIRAN


**JIS G3192/TIS 1227-194 (HOT ROLLED H-SECTION)** Metric Size

Standard Sectional Dimension					Sectional		Informative Reference					
Nominal Dimensional	H x B	t1	t2	r	Area	Unit Mass	Geometrical		Radius of		Modulus of	
					A		moment of inertia	gyration of area	Section			
mm x mm	mm x mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
							cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
100 x 100	100 x 100	6	8	10	21.90	17.20	383	134.0	4.18	2.47	76.5	26.7
125 x 125	125 x 125	6.5	9	10	30.31	23.80	847	293.0	5.29	3.11	136.0	47.0
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14.00	666	49.5	6.11	1.66	88.8	13.2
150 x 100	148 x 100	6	9	11	26.84	21.10	1 020	151.0	6.17	2.37	138.0	30.1
150 x 150	150 x 150	7	10	11	40.14	31.50	1 640	563.0	6.39	3.75	219.0	75.1
175 x 175	175 x 175	7.5	11	12	51.21	40.20	2 880	984.0	7.50	4.38	330.0	112.0
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	1 580	114.0	8.26	2.21	160.0	23.0
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	1 840	134.0	8.24	2.22	184.0	26.8
200 x 150	194 x 150	6	9	12	38.80	30.60						
200 x 200	200 x 200	8	12	13	63.53	49.90	4 720	1 600	8.62	5.02	472.0	160.0
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	25.70	3 540	255.0	10.40	2.79	285.0	41.1
	250 x 125	6	9	12	37.66	29.60	4 050	294.0	10.40	2.79	324.0	47.0
250 x 250	250 x 250	9	14	16	92.18	72.40	10 800	3 650	10.80	6.29	867.0	292.0
300 x 150	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.00	6 320	442.0	12.40	3.29	424.0	59.3
	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.70	7 210	508.0	12.40	3.29	481.0	67.7
300 x 300	300 x 300	10	15	18	119.80	94.00	20 400	6 750	13.10	7.51	1 360	450.0
350 x 175	346 x 174	6	9	14	52.68	41.40	11 100	792.0	14.50	3.88	641.0	91.0
	350 x 175	7	11	14	63.14	49.60	13 600	984.0	14.70	3.95	775.0	112.0
350 x 350	350 x 350	12	19	20	173.90	137.00	40 300	13 600	15.20	8.84	2 300	776.0
400 x 200	396 x 199	7	11	16	72.16	56.60	20 000	1 450	16.70	4.48	1 010	145.0
	400 x 200	8	13	16	84.10	66.00	23 700	1 740	16.8	4.54	1 190	174.0
*400 x 400	400 x 400	13	21	22	218.70	172.00	66 600	22 400	17.5	10.10	3 330	1 120
450 x 200	450 x 200	9	14	18	96.80	76.00	33 500	1 870	18.6	4.40	1 490	187.0
500 x 200	500 x 200	10	16	20	114.20	89.60	47 800	2 140	20.5	4.33	1 910	214.0
600 x 200	600 x 200	11	17	22	134.40	106.00	77 600	2 280	24.0	4.12	2 590	228.0
600 x 300	588 x 300	12	20	28	192.50	151.00	118 000	9 020	24.8	6.85	4 020	601.0
*700 x 300	700 x 300	13	24	28	235.50	185.00	201 000	10 800	29.3	6.78	5 760	722.0
*800 x 300	800 x 300	14	26	28	267.40	210.00	292 000	11 700	33.0	6.62	7 290	782.0
*900 x 300	900 x 300	16	28	28	309.8	243.00						


Note : \* Special size for welded beam



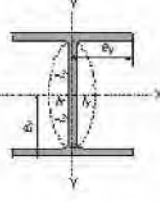
**PT. GUNUNG GARUDA**  
*Steel Is Our Business*  
**Wide Flange I-beam**



**IWF**



**H-BEAM**



Gambar 1 Tabel WF PT. Gunung Garuda