

**ANALISIS PERENCANAAN JEMBATAN PENYEBERANGAN  
ORANG (JPO) DENGAN STRUKTUR KOMPOSIT  
MENGUNAKAN METODE LRFD**

**SKRIPSI**

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

Disusun oleh:

**RAMADHANI SYAPUTRA TANJUNG  
178110019**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITA 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 25/5/23

Access From (repository.uma.ac.id)25/5/23

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS PERENCANAAN JEMBATAN PENYEBERANGAN ORANG (JPO) DENGAN STRUKTUR KOMPOSIT MENGUNAKAN METODE LRFD

## SKRIPSI

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

Disusun oleh:

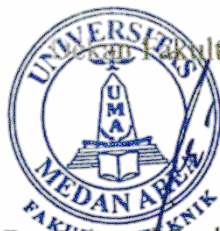
Ramadhani Syaputra Tanjung  
178110019

Disetujui,

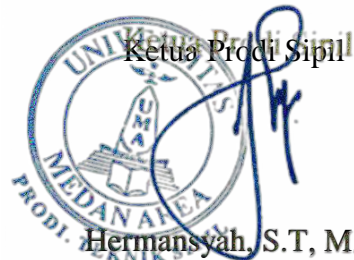
Pembimbing

Hermansyah, S.T, M.T  
NIDN: 0106088004

Mengetahui,



Dr. Kurniati Syah, S.Kom, M.T  
NIDN: 0105058804



Hermansyah, S.T, M.T  
NIDN: 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 25/5/23

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

Access From (repository.uma.ac.id)25/5/23

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RAMADHANI SYAPUTRA TANJUNG  
NIM : 178110019  
Judul : Analisis Perencanaan Jembatan Penyeberangan Orang  
(JPO) Dengan Struktur Komposit Menggunakan Metode  
LRFD.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika kemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Medan, 24 Februari 2023

Yang membuat pernyataan,



Ramadhani Syaputra Tanjung  
NPM: 178110019

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

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

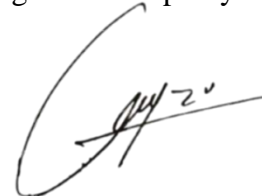
Nama : Ramadhani Syaputra Tanjung  
NPM : 178110019  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Karya : Skripsi

Dengan pengembang 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 Perencanaan Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) Dengan Struktur Komposit Menggunakan Metode LRFD. Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, megalith media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan (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.

Medan, 24 Februari 2023

Yang membuat pernyataan,



Ramadhani Syaputra Tanjung  
NPM: 178110019

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunianya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi serta penulis mengucapkan syukur telah diberikan pengetahuan, kesehatan, pengalaman, dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas dan menjadi sumbangan pemikiran kepada pembaca khususnya para mahasiswa Universitas Medan Area.

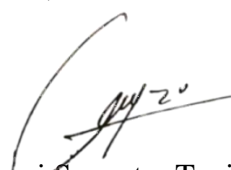
Penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan., M.Eng., M.Sc, Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah., S.Kom., M.Kom., Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah., S.T., M.T, Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area, dan sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi.
4. Bapak Jhoni P. Tambunan., S.T., beserta staff dan pekerja Proyek Pembangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit GrandMed Lubuk Pakam.
5. Syahrul Efendi Tanjung (Ayah) dan Almh. Siti Hajar Marpaung (Ibu) yang penulis cintai dan selalu memberi semangat serta mendukung penulis dalam proses pengerjaan skripsi.

6. Eka Purnama Sari Tanjung (kakak) dan Ade Firmansyah Tanjung (abang) dan seluruh keluarga penulis yang tidak pernah berhenti untuk memberi semangat penulis serta memberi saran kepada penulis dalam proses pengerjaan skripsi.
7. Aulia Putri Ananda, Yusrivan Fikri Wardana Barus, Redyka dan Muhammad Aldino yang selalu mendukung penulis dalam proses pengerjaan skripsi dan bimbingan skripsi.
8. Rekan-rekan mahasiswa Universitas Medan Area, khususnya Program Studi Teknik Sipil angkatan 2017 yang mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.
9. Seluruh pihak yang membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya.

Penulis sudah menyajikan skripsi ini dengan baik, namun penulis merasa masih banyak kekurangan, sehingga penulis meminta masukannya demi perbaikan di masa yang akan datang dan mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca.

Medan, 24 Februari 2023

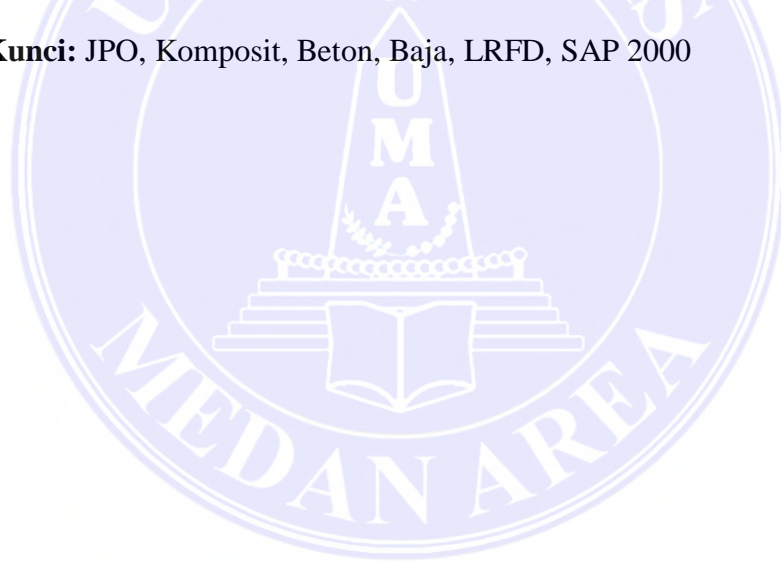
  
Ramadhani Syaputra Tanjung  
NPM: 178110019



## ABSTRAK

Pada penelitian ini akan membahas tentang jembatan penyeberangan orang (JPO) yang mana akan di lakukan pembangunan pada Rumah Sakit GrandMed Lubuk Pakam - Deli Serdang sebagai fasilitas pejalan kaki untuk akses cepat penyeberangan dari gedung utama Rumah Sakit GrandMed ke gedung yang akan di bangun yaitu Gedung Radio *Therapy* dengan struktur komposit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perencanaan jembatan penyeberangan orang (JPO) sesuai RSNI T-03-2005 dan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725:2016. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode LRFD (*Load and Resitance Factor Design*) dan juga menggunakan software SAP 2000 v.22. Jembatan yang direncanakan memiliki panjang bentang total sepanjang 20 meter, Pada balok baja utama yang digunakan untuk arah X adalah profil IWF 400 x 200 x 8 x 13 dan balok baja utama yang digunakan untuk arah Y adalah profil IWF 150 x 75 x 5 x 7, Sedangkan Balok baja untuk diafragma yang digunakan adalah profil IWF 125 x 60 x 6 x 8 dan untuk baja yang digunakan pada kolom adalah profil *H-Beam* 200 x 200 x 8 x 12. Berdasarkan hasil penelitian perencanaan struktur jembatan penyeberangan orang (JPO) dianalisis sampai mempunyai kekuatan dengan stress rasio tidak lebih dari 1 dan lendutan rencana < lendutan ijin, sehingga memenuhi syarat ketahanan dan aman untuk di gunakan.

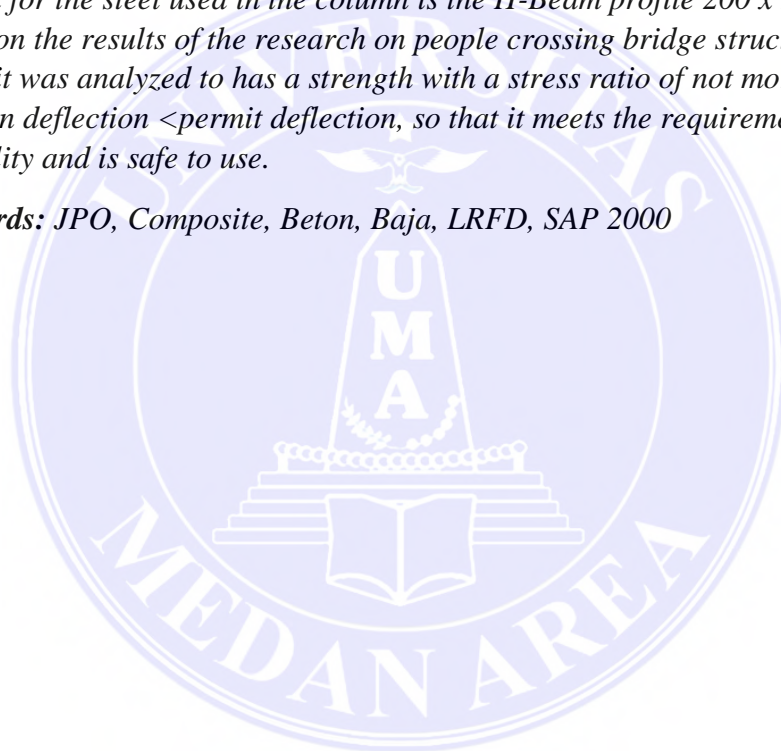
**Kata Kunci:** JPO, Komposit, Beton, Baja, LRFD, SAP 2000



## ABSTRACT

*This research will discuss the pedestrian bridge (JPO) which will be built at the GrandMed Lubuk Pakam Hospital - Deli Serdang as a pedestrian facility for fast crossing access from the main GrandMed Hospital building to the building to be built, namely the Radio Therapy Building with a composite structure. This study aims to analyze the planning of people crossing bridges (JPO) according to RSNI T-03-2005 and Loading for Bridges SNI 1725:2016. In this study the method used is the LRFD (Load and Resistance Factor Design) method and also uses SAP 2000 v.22 software. The planned bridge has a total span length of 20 meters. The main steel beams used for the X direction are IWF profiles 400 x 200 x 8 x 13 and the main steel beams used for the Y direction are IWF profiles 150 x 75 x 5 x 7, Meanwhile, the steel beam for the diaphragm used is the IWF profile 125 x 60 x 6 x 8 and for the steel used in the column is the H-Beam profile 200 x 200 x 8 x 12. Based on the results of the research on people crossing bridge structure planning (JPO) it was analyzed to have a strength with a stress ratio of not more than 1 and a design deflection < permit deflection, so that it meets the requirements for durability and is safe to use.*

**Keywords:** JPO, Composite, Beton, Baja, LRFD, SAP 2000





## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Perumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.1.1 Fasilitas Penyeberangan.....	5
2.2 Jembatan Penyeberangan Orang .....	7
2.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penggunaan Jembatan Penyeberangan.....	9

2.3 Definisi Metode Desain Faktor Beban dan Tahanan ( LRFD ) .....	10
2.4 Pemilihan Struktur Jembatan .....	11
2.4.1 Struktur Atas Jembatan .....	11
2.4.1.1 Blok Lantai Jembatan.....	12
2.4.1.2 Gelagar .....	12
2.4.1.3 Tiang Sandaran dan Trotoar .....	12
2.4.2 Struktur Bawah Jembatan .....	13
2.4.2.1 Pangkal Jembatan ( <i>Abutment</i> ).....	13
2.4.2.2 Pilar Jembatan .....	13
2.4.2.3 Pondasi .....	13
2.5 Sifat Bahan Baja .....	14
2.6 Sifat Bahan Beton.....	17
2.7 Desain Penampang .....	18
2.7.1 Balok Castella.....	18
2.7.1.1 Pemotongan Balok Castella.....	19
2.7.1.2 Cara Penyambungan Kembali .....	20
2.7.1.3 Kekuatan Balok Castella .....	21
2.8 Pembebanan.....	22
2.8.1 Beban Primer .....	23
2.8.2 Beban Sekunder.....	25
2.8.3 Aksi Transien.....	26
2.9 Teori Desain Struktur Baja .....	26
2.10 Struktur Komposit .....	29
2.10.1 Tinjauan Umum.....	29

2.10.2 Deck Baja .....	30
2.10.3 Dasar-Dasar Desain Deck Baja .....	31
2.11 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Melintang .....	32
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
3.1 Persiapan .....	36
3.2 Pendekatan Penelitian .....	36
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	36
3.4 Data Perencanaan Struktur Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) .....	37
3.5 Gambar Perencanaan .....	37
3.6 Lokasi Penelitian .....	38
3.7 Diagram Alir Penelitian .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1 Data – data perencanaan JPO .....	40
4.1.1 Dimensi .....	40
4.1.2 Mutu Material .....	40
4.1.3 Profil (Material) di Gunakan .....	42
4.2 Pembebanan dan Kombinasi .....	42
4.2.1 Beban Mati ( $D_L$ ) .....	42
4.2.2 Beban Hidup ( $L_L$ ) .....	43
4.2.3 Beban Angin ( $W_L$ ) .....	43
4.2.4 Kombinasi Berdasarkan Metode LRFD .....	44
4.3 Output Hasil Run Analisis Dengan Bantuas Software Struktur .....	45

4.3.1 Gaya-Gaya Dalam Yang Terjadi Pada Elemen Struktur	
Rangka Atap .....	45
4.3.2 Analisa Kapasitas Elemen Batang Struktur .....	46
4.4 Cek Manual Ketahanan Profil Terhadap Reaksi Akibat	
Pembebanan.....	47
4.4.1 Gording ( $\phi$ 60,5x2,3) .....	47
4.4.2 Kuda-Kuda Atap ( $\phi$ 101,6x4) .....	48
4.4.3 Kolom Rangka Atap ( $\phi$ 114,3x4,5) 1552,261 mm <sup>2</sup> .....	50
4.4.4 Balok Utama Bentang (WF Honeycomb 400x200x8x13)....	51
4.4.5 Balok Utama Bentang 4,5m (WF 150x75x5x7) .....	57
4.4.6 Balok Anak Bentang 4,5m (WF 125x60x6x8) .....	60
4.4.7 Kolom Utama Tinggi 4 meter ( H-Beam 200x200x8x12 )...	62
4.5 Perhitungan <i>Shear Connector</i> .....	65
4.6 Hasil dan Pembahasan .....	65
4.6.1 Hasil .....	65
4.6.2 Pembahasan .....	66
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

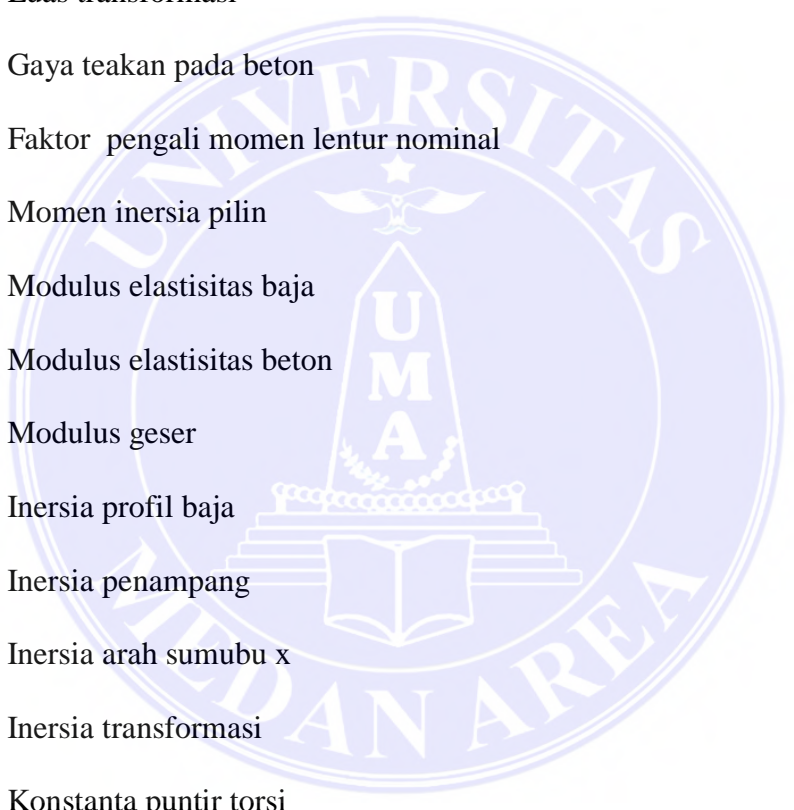
Gambar 2.1 Profil <i>Castellated</i> .....	18
Gambar 2.2 Pola pemotongan balok I.....	19
Gambar 2.3 Setelah pemotongan balok I.....	19
Gambar 2.4 Geometrik hasil potongan .....	19
Gambar 2.5 Balok diputar 180° .....	20
Gambar 2.6 Dilas membentuk balok Castella segi enam.....	20
Gambar 2.7 Pola penataan balok Castella segi enam.....	21
Gambar 3.1 Potongan memanjang jembatan penyeberangan orang (JPO) .....	37
Gambar 3.2 Potongan melintang jembatan penyeberangan orang (JPO) .....	38
Gambar 3.3 Lokasi Penelitian .....	38
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian .....	39
Gambar 4.1 Gambar JPO .....	40
Gambar 4.2 Tampilan Hasil Bidang Momen Akibat Kombinasi Beban Mati + Hidup + Angin pada SAP 2000.....	45
Gambar 4.3 Tampilan Hasil Bidang Torsi dan Aksial Akibat Kombinasi Beban Mati + Hidup + Angin pada SAP 2000.....	45
Gambar 4.4 Tampilan Hasil Bidang Geser Akibat Kombinasi Beban Mati + Hidup + Angin pada SAP 2000.....	46
Gambar 4.5 Tampilan preferensi desain rangka baja pada SAP 2000 .....	46
Gambar 4.6 Tampilan hasil Run pada SAP 2000 .....	47



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Tipe Jembatan .....	11
Tabel 2.2 Jenis <i>abutment</i> jembatan .....	13
Tabel 2.3 Sifat mekanis baja structural .....	15
Tabel 2.4 Berat isi untuk beban mati (kN/m <sup>3</sup> ) .....	22
Tabel 2.5 Berat isi untuk beban mati .....	23
Tabel 2.6 Faktor beban Lajur “D” .....	25
Tabel 2.7 Faktor untuk beban mati tambahan .....	26
Tabel 4.1 Data Profil (Material) .....	42
Tabel 4.2 Data Berat Railing Pada JPO .....	43
Tabel 4.3 Hasil Output Reaksi Gording pada SAP 2000 .....	47
Tabel 4.4 Hasil Output Reaksi Kuda-Kuda Atap pada SAP 2000 .....	48
Tabel 4.5 Hasil Output Reaksi Kolom Rangka pada SAP 2000 .....	50
Tabel 4.6 Profil <i>Honeycomb</i> .....	51
Tabel 4.7 Profil <i>Honeycomb</i> .....	51
Tabel 4.8 Hasil Output Reaksi Balok Utama Bentang 4,5m .....	57
Tabel 4.9 Profil Balok Utama Bentang 4,5m .....	57
Tabel 4.10 Hasil Output Reaksi Balok Anak Bentang 4,5m .....	60
Tabel 4.11 Profil Balok Anak Bentang 4,5m .....	60
Tabel 4.12 Hasil Output Reaksi kolom utama tinggi 4 meter .....	62
Tabel 4.13 profil kolom utama tinggi 4 meter .....	62

## DAFTAR NOTASI



$A$	= Luas penampang
$A_c$	= Luas pelat beton
$A_s$	= Luas profil baja
$A_w$	= Luas kotor pelat badan
$A_{sc}$	= Luas stud connector
$A_{tr}$	= Luas transformasi
$C$	= Gaya tekanan pada beton
$C_b$	= Faktor pengali momen lentur nominal
$C_w$	= Momen inersia pilin
$E$	= Modulus elastisitas baja
$E_c$	= Modulus elastisitas beton
$G$	= Modulus geser
$I_s$	= Inersia profil baja
$I_o$	= Inersia penampang
$I_x$	= Inersia arah sumbu x
$I_{tr}$	= Inersia transformasi
$J$	= Konstanta puntir torsi
$M_A$	= Momen pada $1/4$ bentang tak terkekang
$M_B$	= Momen pada tengah bentang tak terkekang
$M_C$	= Momen pada $3/4$ bentang tak terkekang
$M_n$	= Momen nominal
$M_p$	= Momen plastis
$M_u$	= Momen ultimit

$M_{max}$  = Momen maksimum pada bentang yang ditinjau

$N$  = Jumlah penghubung geser

$Q_n$  = Kekuatan stud connector

$R_n$  = Tahanan nominal

$S_x$  = Modulus penampang elastis

$T$  = Gaya tarik pada profil baja

$V_c$  = Kuat geser yang disumbangkan oleh beton

$V_h$  = Gaya geser horizontal

$V_u$  = Gaya geser ultimit

$Z_x$  = Modulus penampang plastis

$a$  = Sumbu netral plastis

$b_E$  = Lebar efektif balok komposit

$b_o$  = Jarak antar balok

$d$  = Tinggi profil baja

$d_1$  = Jarak dari pusat berat balok ke pusat berat plastis

$f_r$  = Tegangan sisa

$f_u$  = Tegangan putus baja

$f_y$  = Tegangan leleh baja

$f'_c$  = Kekuatan tekan beton

$l$  = Panjang bentang

$n$  = Rasio modulus

$p_{II}$  = Beban hidup terpusat

$q_{dl}$  = Beban mati terbagi rata

$q^{II}$  = Beban hidup terbagi rata

$r_y$  = Jari-jari girasi

$t_s$  = Tebal slab

$y$  = Lengan momen

$y_a$  = Jarak dari pusat berat komposit ke bawah balok

$\alpha$  = Koefisien muai panjang

$\phi$  = Faktor reduksi

$\mu$  = Angka poisson

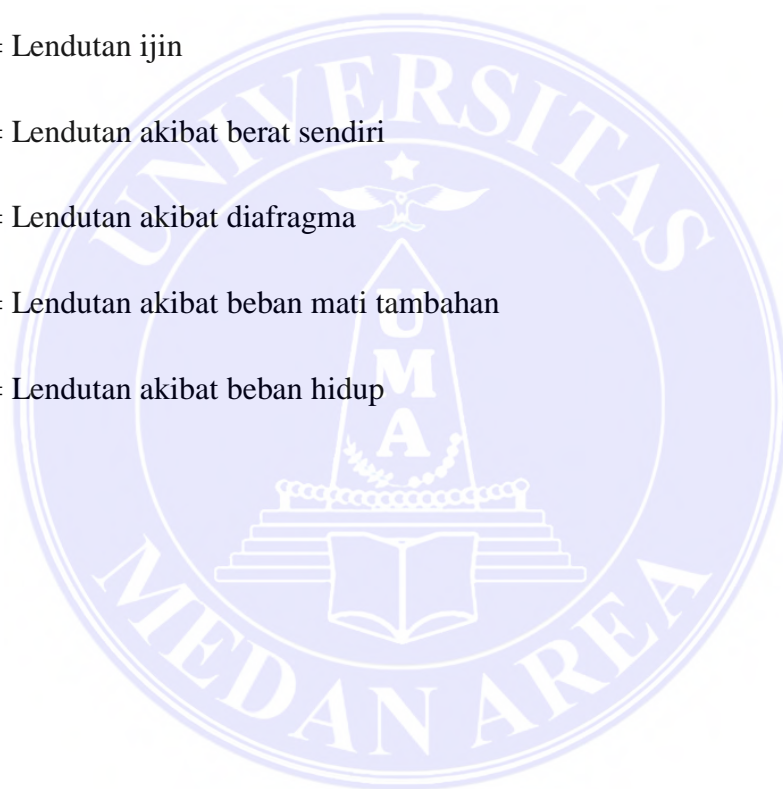
$\delta_{ijin}$  = Lendutan ijin

$\delta_{MS}$  = Lendutan akibat berat sendiri

$\delta_d$  = Lendutan akibat diafragma

$\delta_{MA}$  = Lendutan akibat beban mati tambahan

$\delta_{II}$  = Lendutan akibat beban hidup



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada Rumah Sakit GrandMed Lubuk Pakam - Deli Serdang akan di lakukan Pembangunan Gedung Radio *Therapy* , dimana akan ada juga di lakukan pembangunan jembatan penyeberangan orang (JPO) sebagai fasilitas pejalan kaki untuk akses cepat penyeberangan dari gedung utama Rumah Sakit GrandMed ke gedung yang akan di bangun yaitu Gedung Radio *Therapy* yang memiliki jarak yang cukup dekat. Fasilitas ini sangat bermanfaat terutama pada pasien yang sedang sakit, sehingga apabila ada pasien yang sedang darurat bisa dengan cepat melakukan tindakan dengan memanfaatkan jembatan penyeberangan orang (JPO).

Melalui skripsi ini penulis mencoba untuk melakukan analisis konstruksi jembatan penyeberangan orang (JPO) yang akan di bangun. Pada tipe jembatan yang akan di rencanakan yaitu jembatan balok (*The Beam Bridge*), dimana jembatan akan menggunakan struktur komposit. Struktur komposit adalah suatu struktur yang tersusun dari dua material yang berbeda yaitu beton dan baja. Masing-masing material atau material memiliki kekuatan tersendiri. Perpaduan material beton dan baja membentuk struktur komposit yang ekonomis dan efektif melalui hasil kerjasama yang tercipta dari kekuatan lekat kedua material.

Maka dari itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian pada jembatan penyeberangan orang (JPO) yang akan dibangun pada Rumah Sakit GrandMed Lubuk Pakam - Deli Serdang. Sehingga penulis akan melakukan penelitian



dengan judul “Analisis Perencanaan Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) Dengan Struktur Komposit Menggunakan Metode LRFD”.

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud penelitian ini adalah membandingkan suatu tipe konstruksi jembatan penyeberangan orang (JPO) berdasarkan data-data yang didapat dari hasil survey pada Pembangunan Gedung Radio *Therapy* Rumah Sakit GrandMed Lubuk Pakam - Deli Serdang dan dengan menggunakan metode LRFD.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa perencanaan jembatan penyeberangan orang (JPO) pada pembangunan Pembangunan Gedung Radio *Therapy* Rumah Sakit GrandMed Lubuk Pakam - Deli Serdang.

## 1.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana menentukan jenis pembebanan yang akan di gunakan dalam desain.
- 2) Merencanakan profil yang akan dipakai pada struktur atas jembatan.
- 3) Bagaimana syarat kestabilan profil menurut metode LRFD (*Load And Resistance Factor Design*).

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dari perencanaan jembatan penyeberangan orang (JPO) yang akan dibahas pada penelitian ini adalah “Menganalisa jembatan penyeberangan orang (JPO) menggunakan metode LRFD (*Load And Resistance Factor Design*)” dan tidak membahas perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah Memberi wawasan dan pengetahuan dalam bidang struktur khususnya jembatan penyeberangan orang (JPO) dengan metode LRFD dan memberikan suatu hasil perencanaan dari metode LRFD bahwa metode tersebut lebih optimum untuk di terapkan pada perencanaan jembatan penyeberangan orang (JPO).



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk masalah penelitian terdahulu diambil dari jurnal maupun skripsi yang pernah dilakukan seperti tabel berikut ini :

- a) Her Afriyandi dan Torang Sitorus (Jurnal, 2016) dari Departemen Teknik Sipil, Staff Pengajar Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, tentang “Perencanaan Jembatan Komposit Metode LRFD (*Load And Resistance Factor Design*)”. Dalam penelitian tersebut, Metode yang digunakan adalah LRFD dan beban yang digunakan untuk merancang jembatan ini mengacu pada Peraturan RSNI T-02-2005. RSNI T-02-2005 merupakan peraturan terbaru dari BMS 1992 karena beban lalu lintas di lapangan meningkat dari waktu ke waktu.
- b) Muhammad Ferdian Ramadianto, Sugeng Riyanto, Qomariah (Volume 8 Nomor 2 Tahun 2014) dari Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, tentang “Perencanaan Jembatan Penyeberangan Orang Dengan Struktur Baja *Castellated* Dan Struktur Beton Prategang *Voided Slab*”. Dalam penelitian tersebut, Data perencanaan sesuai dengan spesifikasi pra perencanaan jembatan, melakukan survey lapangan untuk menentukan desain gambar jembatan yang telah direncanakan sebelumnya, kemudian merancang beban pada jembatan. Data yang dimuat dan gambar pra-rencana dimasukkan dalam desain teknik rinci, terutama dalam analisis struktur jembatan. Setelah itu

dibuat gambar konstruksi dengan mengacu pada hasil analisis struktur jembatan, kemudian disusun rencana kerja dengan berpedoman pada gambar konstruksi sebagai pedoman bagi kontraktor untuk bekerja di lapangan.

- c) Her Afriyandi (Skripsi, 2016) dari Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, tentang “Perencanaan Jembatan Komposit Metode LRFD”. Dalam penelitian tersebut, Hasil analisa dan perhitungan jembatan dapat diperoleh beban ultimit yang dapat di tahan oleh balok komposit, momen ultimit yang terjadi akibat adanya beban ultimit, dan juga untuk mengetahui besarnya lendutan sehingga jembatan aman digunakan.

### 2.1.1 Fasilitas Penyeberangan

Menurut Fruin (1971) dalam Hilmi, Novita Rosyida (2006) dalam perencanaan fasilitas bagi pejalan kaki, termasuk fasilitas penyeberangan haruslah memperhatikan tujuh sasaran utama yaitu: keselamatan (*safety*), keamanan (*security*), kemudahan (*convenience*), kelancaran (*continuity*), kenyamanan (*comfort*), keterpaduan sistem (*system coherence*), dan daya tarik (*attractiveness*). Ketujuh faktor tersebut saling berhubungan (*inter-related*) dan saling tumpang tindih (*overlapping*). Berubahnya salah satu faktor akan mempengaruhi perubahan faktor yang lain.

O’Flaherty (1997) dalam Setyawan (2006) mengelompokkan fasilitas penyeberangan jalan menjadi dua jenis yaitu:

- a) Penyeberangan sebidang (*at-grade crossing*) merupakan tipe fasilitas penyeberangan yang paling banyak digunakan karena biaya pengadaan dan operasionalnya relatif murah. Bentuk paling umum adalah berupa *uncontrolled crossing* (penyeberangan tanpa pengaturan), *Light-controlled crossing* (penyeberangan dengan lampu sinyal) dan *person-controlled crossing* (penyeberangan yang diatur oleh manusia).
- b) Penyeberangan tidak sebidang (*segregated crossing*) berupa pemisahan ketinggian antara pejalan kaki dan kendaraan pertama kali diperkenalkan oleh Leonardo da Vinci yang merencanakan kota dengan sistem jalan raya berganda (*double network streets*) dimana para pejalan kaki berada di level atas dan kendaraan berada di level bawah.

Allos (1983) dan Bruce (1965) menyatakan bahwa jembatan penyeberangan mempunyai lebih banyak keunggulan dari pada penyeberangan bawah tanah. Pembangunannya lebih mudah dan lebih murah. Selain itu, penyeberangan bawah tanah sering mengalami masalah antara lain: keamanan, ventilasi, pencahayaan dan drainase. Akan tetapi penyeberangan bawah tanah lebih mampu melindungi pejalan kaki dari cuaca panas dan hujan daripada jembatan penyeberangan (Setyawan, 2006).

Penelitian ini juga akan membahas tentang fasilitas penyeberangan yaitu jembatan penyeberangan orang (JPO), yang akan di rencanakan pada “Proyek Pembangunan Gedung Radio Therapy Rumah Sakit GrandMed Lubuk Pakam - Deli Serdang”. Fasilitas ini di bangun sebagai penyeberangan dari gedung menuju gedung yang lainnya. Dimana akan sangat bermanfaat bagi pejalan kaki, khususnya bagi para pasien yang sedang sakit.



## 2.2 Jembatan Penyeberangan Orang

Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) merupakan salah satu sarana penyeberangan dan juga merupakan kebutuhan manusia saat melintasi jalur lalu lintas atau lainnya. JPO adalah yang letaknya bersilangan dengan jalan raya, jalur kereta api, dan juga jalan tol atau juga yang lainnya. Letaknya berada di atas objek tersebut, dan hanya diperuntukkan bagi pejalan kaki yang melintas (menyeberang).

Sejarah jembatan dan peradaban manusia bisa dikatakan mengikuti perkembangan zaman. Manusia membagi jembatan menjadi lima jenis: balok, kantilever, lengkungan, kabel suspensi, dan rangka batang. Empat jenis jembatan pertama berasal dari kehidupan sebelum masehi. Misalnya, jembatan yang melintasi sungai disebut jembatan gelagar sederhana. Perkembangan jembatan mengalami kemajuan karena ditemukannya material baru seperti kayu dan batu yang dipadukan dengan besi untuk membuat jembatan menjadi lebih kuat. Jembatan lengkung pertama dibangun di atas Sungai Severn di Inggris pada tahun 1776. Jembatan gelagar baja dibangun di *Dublin Drogheda Railway* pada tahun 1824.

Beban pada jembatan penyeberangan merupakan beban harmonik. Beban harmonik ini didasarkan pada interaksi antara beban pada jembatan penyeberangan, karena beban manusia adalah beban harmonik. Pembebanan harmonik ini didasarkan pada interaksi antara beban pada satu kaki dan kaki yang tidak dibebani saat berjalan. Model beban pada penelitian ini direpresentasikan secara matematis dengan amplitudo maksimum di tengah dan diasumsikan

frekuensinya sama dengan frekuensi fundamental jembatan. Model beban dinamis, yang sering dimodelkan secara matematis menggunakan deret *Fourier* (Ellis, 2004), mungkin tidak sesederhana deret karena efek tumit manusia saat berjalan, sehingga ada waktu transien dalam model beban. Dalam model pembebanan ini (Ellis, 2004) pengaruh tumit manusia dihitung sebesar 1,12, tetapi harus ditekankan bahwa nilai ini sangat dipengaruhi atau bervariasi dari orang ke orang.

Model jembatan dilakukan pada jembatan baja komposit menggunakan program ANSYS (Fugueiredo et al., 2008). Dalam model ini, balok baja dimodelkan sebagai balok 3D, pelat beton dimodelkan sebagai elemen cangkang, dan pemodelan juga dimodelkan sebagai struktur komposit antara beton dan baja. Pemodelan jembatan juga memperhatikan perbedaan eksentrisitas pelat dan balok. Setiap node dalam model memiliki enam derajat kebebasan (DOF) dalam ruang. Analisis dinamis pemodelan numerik jembatan dengan panjang yang berbeda. Untuk tujuan perhitungan praktis, analisis domain waktu linier dilakukan dalam penelitian ini. Respon dinamis jembatan penyeberangan ditentukan oleh frekuensi alami, penurunan, kecepatan, dan percepatan yang disebabkan oleh manusia yang berjalan dengan berat.

Fugueiredo dkk. (2008) menyimpulkan bahwa standar perancangan jembatan penyeberangan (ISO, 1989) menghasilkan nilai tidak aman karena didasarkan pada model beban yang disederhanakan. Getaran yang terdeteksi dari jembatan jenis ini dapat mencapai tingkat yang tinggi, yang berarti ketidaknyamanan bagi pengguna jembatan, terutama keselamatan.

## 2.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penggunaan Jembatan

### Penyeberangan

Menurut O'Flaherty (1997) dalam Setyawan (2006) faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan fasilitas penyeberangan tidak sebidang, diurutkan berdasarkan yang terpenting menurut pejalan kaki adalah:

- a) Jarak (*directness of route*)
- b) Kemudahan (*ease of negotiation*)
- c) Estetik (*interest of specific features*)
- d) Pertimbangan lingkungan (*general environmental appeal*)
- e) Keselamatan (*safety*)

Menurut Hartanto (1986) dalam Setyawan (2006), pejalan kaki enggan menggunakan jembatan karena malas dan capai serta kondisi jembatan yang tidak menyenangkan semisal, ketinggian jembatan, sempit dan terjalnya tangga, kondisi kotor dan suram, serta adanya pengemis. Pejalan kaki lebih memilih mengambil resiko tertabrak kendaraan karena merasa lebih cepat dan praktis karena tidak perlu naik turun tangga. Hal lain yang mendorong penyeberangan sebidang adalah adanya median jalan yang dapat dimanfaatkan sebagai *refuge island* pada saat menyeberang.

Hal tersebut berarti jembatan penyeberangan hanya akan digunakan jika rutanya lebih singkat dari pada melalui penyeberangan sebidang. Hal ini diperkuat dengan penjelasan dari Bruce (1965), Hartanto (1986), TRRI (1991) dan O'Flaherty (1997) dimana untuk meningkatkan penggunaan jembatan penyeberangan perlu diaplikasikan pagar pembatas di tepi jalan dan atau di tengah jalan sehingga jika memilih menggunakan penyeberangan sebidang harus

menempuh rute yang lebih panjang atau malah sama sekali tidak mungkin dilakukan (Setyawan, 2006).

### 2.3 Definisi Metode Desain Faktor Beban dan Tahanan ( LRFD )

LRFD adalah singkatan dari *Load and Resistance Factor Design*. LRFD pada dasarnya memiliki kekuatan yang mirip dengan ASD, membandingkan beban atau gaya internal dengan hambatan atau kekuatan. Yang membedakan adalah faktor. Dalam ASD, beban tidak dikalikan dengan faktor, tetapi resistansi nominal berkurang. Sedangkan pada LRFD, beban dinaikkan satu faktor dan resistansi nominal diturunkan, tetapi tidak seperti ASD.

Batang batang struktur rangka harus memiliki kekuatan dan ketahanan yang cukup sehingga dapat berfungsi selama umur layanan struktur tersebut. Dalam mendesain batang tarik baja harus memberikan keamanan dan menyediakan cadangan kekuatan yang diperlukan untuk menanggung beban layanan, yakni harus memiliki kemampuan terhadap kemungkinan kelebihan beban atau kekurangan kekuatan. Kelebihan beban dapat terjadi akibat perubahan fungsi balok, terlalu rendahnya taksiran atas efek beban karena penyederhanaan yang berlebihan dalam Analisis strukturnya, dan akibat variasi dalam prosedur konstruksinya.

Baru-baru ini, berdasarkan konsep probabilitas, pengembangan dan desain struktur baja telah bergeser ke prosedur desain yang lebih masuk akal. Konsep desain pertama kali di adopsi oleh *American Institute of steel construction* (AISC). Desain ini memberikan keamanan struktur yang menjamin penghematan secara menyeluruh dengan memperhatikan variabel-variabel desain yaitu faktor beban dan ketahanan struktur dengan menggunakan *criteria probabilistic*. Metode

ini dikenal dengan desain factor beban dan tahanan (*Load and Resistance Factor Design*) atau metode LRFD, namun di Indonesia kebanyakan digunakan desain tegangan ijin, *Allowable Stress Design* (metode ASD). Metode ASD menitik beratkan pada baban layanan (beban kerja) dan tegangan yang dihitung secara elastic dengan cara membandingkan tegangan terhadap harga batas yang diijinkan.

## 2.4 Pemilihan Struktur Jembatan

### 2.4.1 Struktur Atas Jembatan

Adapun pun cara lain bahan yg dipakai kan buat struktur atas jembatan menggunakan bentang yang di perlukan.

Tabel 2.1 Jenis tipe jembatan

No	Tipe jembatan	Bentang (m)
1	Jembatan komposit I Gelagar + plat beton	6 - 24
2	Jembatan beton bertulang Gelagar beton (konv) balok T	6 - 26
3	Jembatan beton bertulang Gelagar beton (konv) box	12 - 28
4	Jembatan Gelagar prategang I	10 - 36
5	Jembatan Gelagar pratekan T terbalik	14 - 24
6	Jembatan pratekan T	18 - 44
7	Jembatan pratekan V	16 - 36

Sumber : Buku ajar teknik sipil UNDIP, 2016



### 2.4.1.1 Balok Lantai Jembatan

Lantai jembatan berfungsi sebagai lantai untuk lalu lintas dan merupakan balok yang disusun untuk menopang beban. Biasanya dipasang pada arah melintang jembatan, di atas girder (rasuk). Untuk membuat balok geladak jembatan menjadi lebih baik, dapat diberikan lapisan keausan permukaan berupa aspal atau beton. Jika diberi aspal, balok geladak harus tersusun rapat tanpa meninggalkan celah.

### 2.4.1.2 Gelagar

Jembatan akan menopang semua beban yang bekerja pada jembatan. Seperti disebutkan sebelumnya, izin jembatan tidak boleh dilampaui. Untuk mengurangi/meminimalkan defleksi, Anda dapat menambahkan balok sebagai pengaku sekaligus penyeimbang beban. Untuk jembatan dengan bentang lebih dari 8 meter, untuk memperkuat konstruksi jembatan perlu dipasang tambatan angin. Perannya adalah untuk menahan gaya yang disebabkan oleh tekanan angin. Lokasi jangkar angin biasanya di bagian bawah balok.

### 2.4.1.3 Tiang Sandaran dan Trotoar

Sandaran adalah jembatan penuh untuk keselamatan, membuat struktur lebih kaku. Tergantung pada rencananya, mungkin ada trotoar atau tidak. Pada umumnya lebar trotoar minimal untuk dua orang ( $\pm 100-150$  cm). Stanchions umumnya dirancang/dibangun pada ketinggian  $\pm 90-100$  cm di atas permukaan perkerasan, dan perkerasan dibangun 20-25 cm di atas lantai.

Satu hal yang harus diwaspadai adalah saluran/pipa jembatan untuk mengalirkan genangan air di jembatan, apalagi jika lantai menjadi lapisan yang aus.

## 2.4.2 Struktur Bawah Jembatan

### 2.4.2.1 Pangkal Jembatan (*Abutment*)

Jenis *abutment* yang dipilih dilihat dari tinggi badan *abutment* tersebut.

Bentuk alternatif *abutment* tertera sebagai berikut :

Tabel 2.2 Jenis *abutment* jembatan

Jenis <i>abutment</i>	Tinggi (m)
Pangkal tembok penahan kantilever	0 - 8
Pangkal tembok penahan gravitasi	3 - 4
Pangkal tembok penahan kontrafort	6 - 20
Pangkal kolom "Spill Through"	0 - 20
Pangkal balok cap tiang sederhana	0 - 20
Pangkal tanah bertulang	5 - 15

Sumber : Buku ajar teknik sipil UNDIP, 2016

### 2.4.2.2 Pilar Jembatan

Pilar jembatan adalah struktur beton bertulang yang bertumpu pada pondasi tiang pancang di tengah sungai, atau berfungsi sebagai penopang antara bentang tepi dan bentang tengah bangunan atas jembatan (SNI 2541, 2008). Pilar dapat berupa susunan rangka pendukung (*trestle*), yaitu tudung beton bertulang yang bertindak sebagai balok melintang (*cross beam*), dengan kepala tiang tertanam di tudung, atau susunan kolom (*pile cap*), menggunakan sistem tiang pancang terpisah. Pilar adalah untuk meneruskan gaya vertikal dan horizontal dari bangunan atas ke pondasi.

### 2.4.2.3 Pondasi

Pondasi adalah bagian penting dari struktur yang menopang bangunan di atasnya dan tembus ke lapisan tanah. Namun pengertian lain menyatakan bahwa

pondasi adalah suatu struktur yang diperhitungkan sedemikian rupa sehingga menjamin stabilitas suatu bangunan di bawah bebannya sendiri. Saat memilih jenis fondasi, metode digunakan berdasarkan faktor-faktor berikut:

- a) Kedalaman harus cukup untuk menghindari perubahan drastis dari bawah pondasi.
- b) Itu harus dicegah dari gerakan terbalik, berputar, berguling atau pergeseran tanah.
- c) Korosi atau kerusakan akibat zat berbahaya di dalam tanah harus dihindari. Konstruksinya harus memenuhi standar lingkungan. Metode pemasangan harus seekonomis mungkin.

Fungsi pondasi adalah menerima beban dari bangunan bawah dan saluran ke tanah, adapun beberapa yang dapat membedakan pondasi yaitu, sebagai berikut :

- a) Pondasi langsung: ketika lapisan dasar sudah hitung beban yang dapat dipikulnya, pada lokasi tanah lokal yang dangkal. Beberapa contoh jenis pondasi langsung adalah pondasi tapak, pondasi jalur/memanjang, pondasi rakit dan pondasi sumuran.
- b) Pondasi dalam: digunakan ketika lapisan tanah cukup keras bawa beban cukup dalam sehingga beban harus dipandu oleh struktur penerus yang juga disebut struktur pondasi tiang dan sumur.

## 2.5 Sifat Bahan Baja

Sifat baja yang terpenting pada penggunaannya menjadi bahan konstruksi merupakan kekuatannya yang tinggi, yaitu kemampuan buat berdeformasi secara

konkret baik pada tegangan juga regangan dan sifat homogenitas yaitu keseragaman yang tinggi.

Menurut tegangan leleh dan tegangan putusnya, RSNI T-03-2005 mengklasifikasikan mutu menurut materil baja sebagai lima kelas mutu dan sifat mekanis baja struktural yang dipakai pada perencanaan wajib memenuhi persyaratan minimum yang diberikan dalam tabel 2.3

Tabel 2.3 Sifat mekanis baja struktural

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, $f_u$ [MPa]	Tegangan leleh minimum, $f_y$ [MPa]	Peregangan minimum [%]
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber : RSNI T-03-2005 halaman 7, 2016

Dalam perencanaan struktur baja, RSNI T-03-2005 mengambil beberapa sifat-sifat mekanik pada material baja yang sama yaitu:

Modulus elastisitas (E) = 200.000 MPa

Modulus geser (G) = 80.000 MPa

Angka poisson ( $\mu$ ) = 0,3

Koefisien pemuaiian ( $\alpha$ ) =  $12 \times 10^{-6}$  per °C

Material baja menjadi bahan konstruksi sudah dipakai semenjak lama mengingat beberapa keunggulannya dibandingkan material yang lain. Beberapa keunggulan baja menjadi material konstruksi, diantaranya yaitu:

1. Mempunyai kekuatan yang tinggi, sebagai akibatnya bisa mengurangi berukuran struktur dan mengurangi juga berat sendiri berdasarkan struktur. Hal ini relatif menguntungkan bagi struktur-struktur jembatan yang panjang, gedung yang tinggi atau bangunan-bangunan yang berada dalam syarat tanah yg buruk.
2. Keseragaman dan keawetan yg tinggi, misalnya hal nya material beton bertulang yang terdiri berdasarkan aneka macam macam bahan penyusun, material baja jauh lebih seragam/sejenis dan memiliki taraf keawetan yang jauh lebih tinggi bila mekanisme perawatan dilakukan secara semestinya.
3. Sifat kenyal, baja memiliki konduite yang relatif dekat menggunakan asumsi-asumsi yang dipakai buat melakukan analisa, karena baja bisa berperilaku kenyal sampai tegangan yg relatif tinggi mengikuti aturan hooke. Momen inersia berdasarkan suatu profil baja juga bisa dihitung dengan pasti sehingga memudahkan pada melakukan proses analisa struktur.
4. Daktilitas baja relatif tinggi, lantaran suatu batang baja yang mendapat tegangan tarik yang tinggi akan mengalami regangan tarik relatif besar sebelum terjadi keruntuhan.
5. Beberapa keuntungan lain pemakaian baja menjadi material konstruksi merupakan kemudahan penyambungan antar elemen yang satu dengan lainnya memakai alat sambung las atau baut.

Selain keuntungan yang di sebutkan tersebut, material baja juga mempunyai beberapa kekurangan, terutama menurut sisi pemiliharaan. Konstruksi baja yang



berafiliasi eksklusif menggunakan udara atau air, secara periodik wajib dicat. Perlindungan terhadap bahaya kebakaran juga wajib sebagai perhatian yang serius, karena material baja akan mengalami penurunan kekuatan secara drastis dampak kenaikan temperatur yang relatif tinggi, disamping baja juga adalah konduktor panas yang baik, sebagai akibatnya nyala barah pada suatu bangunan justru bisa menyebar menggunakan lebih cepat. Kelemahan lain menurut struktur baja merupakan kasus tekuk yang adalah fungsi menurut kelangsingan suatu penampang.

## 2.6 Sifat Bahan Beton

Beton bisa digunakan menggunakan mencampurkan bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya, menggunakan secukupnya bahan perekat berupa semen dan air menjadi bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Semen berfungsi menjadi pengikat, agregat menjadi bahan pengisi, dan air menjadi bahan penyatu bahan-bahan tersebut.

Kekuatan tekan beton dipengaruhi sang pengaturan perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air dan aneka macam jenis bahan campur. Kekuatan beton relatif tinggi, menggunakan pengolahan spesifik bisa mencapai 700 kg/cm. Kuat tekan beton nisbi tinggi dibanding menggunakan bertenaga tariknya, yaitu bertenaga tarik beton antara 9-15% bertenaga tekannya. Selain itu, beton adalah bahan yang bersifat getas.

Berbeda menggunakan baja, moduIus elastisitas beton merupakan berubah-ubah berdasarkan kekuatan. Modulus elastisitas jua beragantung pada umur beton,

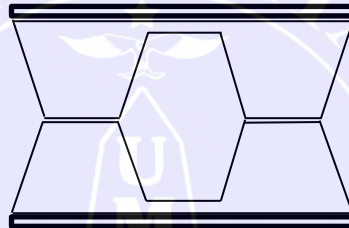


sifat- sifat menurut agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan berukuran benda uji.

## 2.7 Desain Penampang

### 2.7.1 Balok *Castella*

Identifikasi material dilakukan dalam rangka pengenalan karakteristik dan mencari properti penampang yang berpengaruh dalam Analisis desain. Penampang yang diidentifikasi adalah penampang *Castellated* kerana penampang ini adalah jenis penampang yang digunakan.



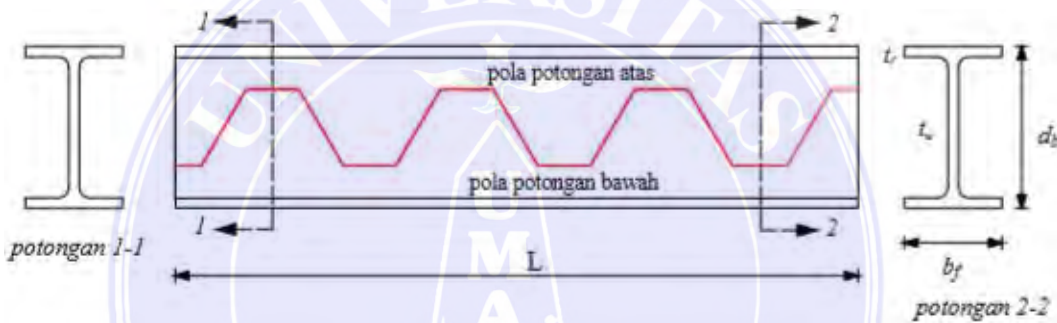
Gambar 2.1 profil *Castellated*  
(Sumber; dokumentasi di lapangan)

Balok Castella adalah balok yang dibentuk dengan cara memotong balok WF (*Wide Flange*) secara zigzag dengan membentuk sudut. Tujuan dari "*Castella Beam*" adalah untuk mengurangi berat dan menambah profil, pada prinsipnya dengan meningkatkan modulus penampang ( $S$ ) dan momen inersia ( $I$ ) profil, sehingga pada akhirnya akan menghasilkan kekuatan dan kekakuan yang lebih besar daripada profil asli. Balok castella ini dihasilkan dengan memotong profil WF atau I dengan pola serpentine di sepanjang garis netral menggunakan las sepanjang balok. Setengah bagian dipelintir sampai ujungnya bertemu dengan ujung setengah lainnya, kemudian disambung dengan pengelasan. Buat profil balok lebih tinggi dari balok asli dengan lubang sarang lebah di tengahnya. Pengelasan digunakan sebagai penyambung karena pengelasan merupakan bagian

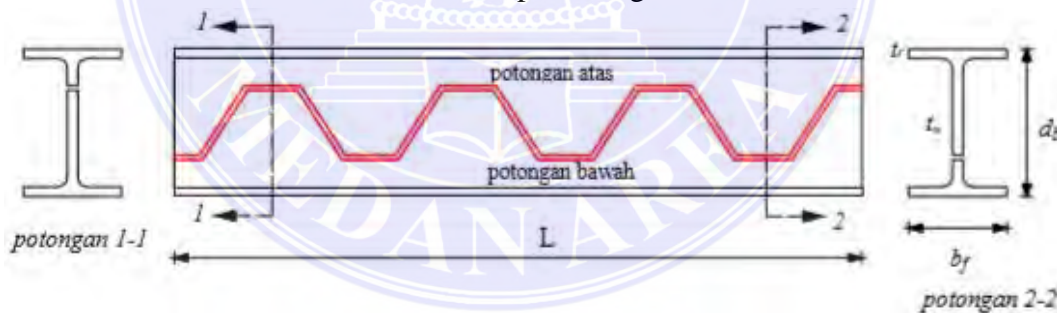
dari struktur, dan jika dilas dengan baik akan menghasilkan sambungan yang lebih kuat dari pada bahan yang disambung. Selain itu, penggunaan pengelasan akan meningkatkan efisiensi penggunaan material, sehingga mengurangi berat konstruksi dan mempercepat fabrikasi dan pemasangan.

### 2.7.1.1 Pemotongan Balok Castella

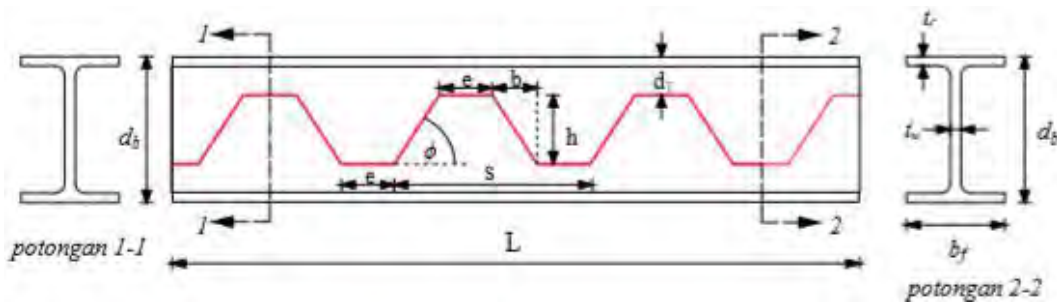
Pola untuk pemotongan balok dan geometri badan potong akan membantu menentukan nilai bagian yang akan dipotong dan jumlah balok yang digunakan untuk menghitung kekuatan balok, seperti yang ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 2.2 Pola pemotongan balok I



Gambar 2.3 Setelah pemotongan balok I



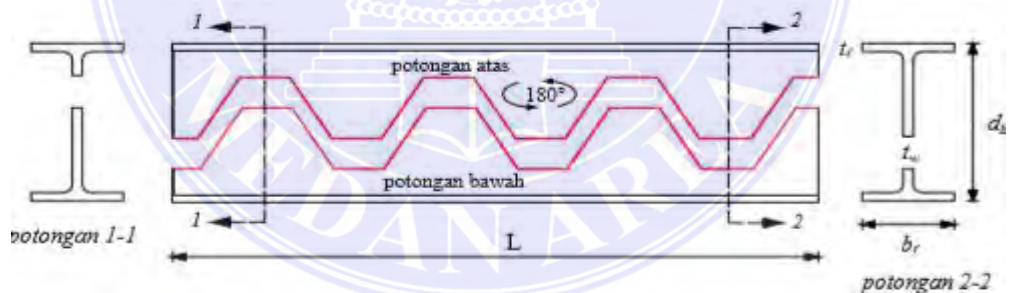
Gambar 2.4 Geometrik hasil potongan  
Sumber; *Design of Welded Structures*, 2014

### 2.7.1.2 Cara Penyambungan Kembali

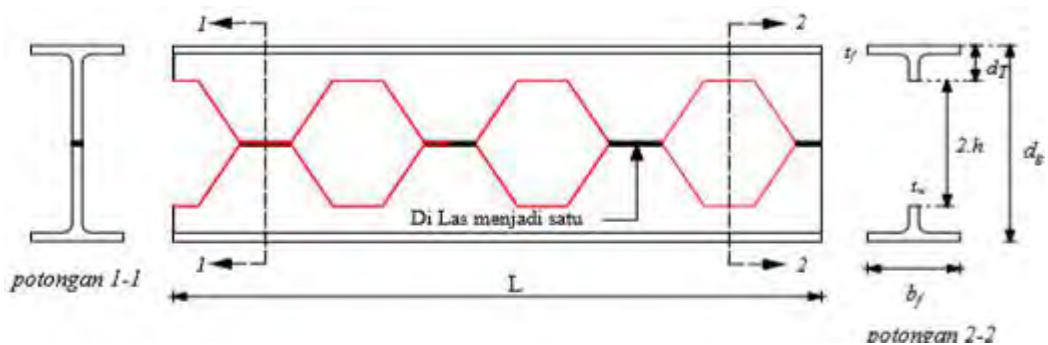
Untuk membuat balok *castella*, yaitu dengan memutar salah satu bagian dan menumpuk atau memasang kembali bagian atas masing-masing bagian berkontur dengan las, untuk mendapatkan balok dengan profil yang lebih tinggi dari aslinya, dengan lubang seperti sarang lebah di tengahnya.

Saat membuat pemotongan, pertama-tama pertimbangkan ukuran  $e$  dan  $b$  dan sudut kemiringan bagian untuk menghindari ketidakakuratan saat menumpuk atau menyambung kembali.

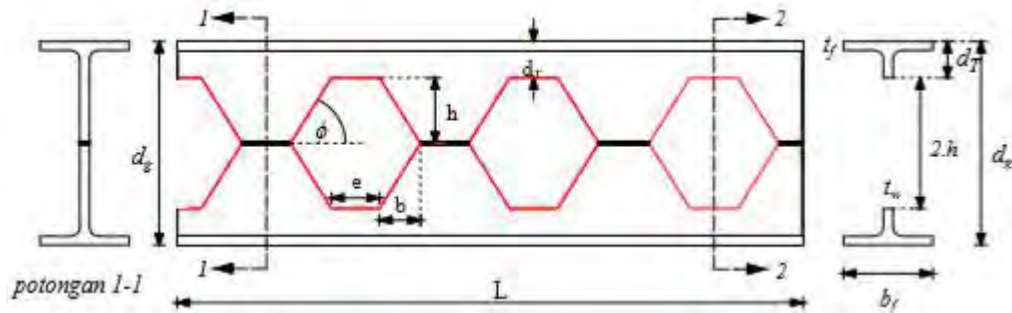
Jika  $e$  dapat disesuaikan untuk mendapatkan lubang sarang lebah yang dapat memberikan jarak lubang yang cukup untuk proses pengelasan. Namun, meningkatkan jarak  $e$  meningkatkan tegangan lentur di bagian T karena aksi gaya transversal  $V$  atau gaya geser  $V$ . Oleh karena itu, nilai  $e$  harus sedemikian rupa sehingga tegangan lentur yang dihasilkan masih dalam kisaran yang diijinkan.



Gambar 2.5 Balok diputar 180°



Gambar 2.6 Dilas membentuk balok Castella segi enam



Gambar 2.7 Pola penataan balok Castella segi enam  
 Sumber; *Design of Welded Structures*, 2014

Biasanya, sudut berkisar antara  $45^\circ$  hingga  $70^\circ$ , sedangkan sudut yang biasa digunakan di lapangan adalah  $= 45^\circ$  dan  $= 60^\circ$ . Sudut harus sedemikian rupa sehingga tegangan geser horizontal sepanjang garis netral badan profil tidak melebihi tegangan geser yang diijinkan.

### 2.7.1.3 Kekuatan Balok Castella

Dalam desain balok *castella*, *flensa* memikul sebagian besar beban lentur, sehingga pengurangan luas badan profil tidak menjadi masalah dari sudut pandang lentur. Namun gaya lintang ( $V$ ) yang dianggap dipikul oleh badan profil harus ditinjau lebih lanjut. Dua bagian T atas dan bawah pada setiap badan yang berlubang menahan gaya geser vertikal.

Garis lintang di tengah bentang memiliki nilai minimum sehingga tidak mempengaruhi kekuatan balok. Ketika mendekati tumpuan dengan gaya transversal besar ( $V$ ), tegangan lentur utama akibat gaya transversal pada penampang T harus disertakan saat menghitung tegangan lentur utama akibat beban balok. Diasumsikan titik belok momen akibat gaya transversal penampang T atas dan bawah terjadi di tengah penampang badan terbuka ( $e/2$ ). Gaya geser vertikal total atau gaya lateral total kemudian dibagi rata antara dua bagian T.



## 2.8 Pembebanan

Sebelum melakukan analisis perhitungan struktur jembatan seseorang perencana wajib mencermati beban-beban yang akan bekerja yang disesuaikan menggunakan peraturan yg berlaku. Peraturan pembebanan yang tersedia sangatlah banyak, sebagai akibatnya menyulitkan perencana buat memilih peraturan mana yang wajib dia pakai. Peraturan-peraturan tadi antara lain AASHTO, PPPJIR 1989, BMS 1992, & RSNI 2005. Pada tugas akhir ini peraturan pembebanan yg dipakai menjadi acuan merupakan peraturan RSNI 2005. Beban yg bekerja dalam jembatan adalah kombinasi menurut beberapa macam aksi planning pembebanan. Aksi planning pembebanan digolongkan kedalam aksi permanen dan transien.

Table 2.4 Berat isi untuk beban mati ( $\text{kN/m}^3$ )

No	Bahan	Berat/Satuan isi ( $\text{kN/m}^3$ )	Kerapatan Masa ( $\text{kg/m}^3$ )
1	Campuran aluminium	26.7	2720
2	lapisan permukaan beraspal	22.0	2240
3	Besi tuang	71.0	7200
4	Timbunan tanah dipadatkan	17.2	1760
5	Krikil dipadatkan	18.8 – 22.7	1920 - 2320
6	Aspal beton	22.0	2240
7	Beton ringan	12.25 – 19.6	1250 - 2000
8	Beton	12.0 – 25.0	2240 - 2560
9	Beton prategang	25.0 – 26.0	2560 - 2640
10	Beton bertulang	23.5 – 25.5	2400 - 2600
11	Timbal	111	11400
12	Lempung lepas	12.5	1280
13	Batu pasangan	23.5	2400
14	Neoprin	11.3	1150
15	Pasir kering	15.7 – 17.2	1600 - 1760
16	Pasir basah	18.0 – 18.8	1840 - 1920
17	Lumpur lunak	17.2	1760
18	Baja	77.0	7850
19	Kayu (ringan)	7.8	800
20	Kayu (keras)	11.0	1120
21	Air murni	9.8	1000
22	Air garam	10.0	1025

Sumber : RSNI T-02-2005 halaman 10

### 2.8.1 Beban Primer

Merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan dalam perencanaan jembatan. Yang termasuk beban primer adalah :

a. Beban Mati

Adalah beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatanyang ditinjau termasuk unsur tambahan yang tetap menyatu dengannya. Penentuan beban mati termasuk digunakan nilai berat isi untuk bahan bangunan tersebut, yaitu :

Table 2.5 Berat isi untuk beban mati

No.	Bahan	Berat isi (kN/m <sup>3</sup> )	Kerapatan Massa (kg/m <sup>3</sup> )
1	Lapisan permukaan beraspal ( <i>bituminous wearing surfaces</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	22,45
6	Beton ringan ( <i>low density</i> )	12,25-19,6	1250-2000
7	Beton $f'c$ 35 MPa $35 < f'c < 105$ MPa	22,0-25,0 $22 + 0.002 f'c$	2320 $2240 + 2,29 f'c$
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 halaman 13

b. Beban Hidup

Semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan bergerak/lalu lintas dan/atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan (SNI



1725:2016 pasal 3.5). Beban hidup yang paling dominan pada struktur jembatan penyeberangan orang (JPO) yaitu beban hidup pejalan kaki.

Semua komponen trotoar yang lebih lebar dari 600 mm harus direncanakan untuk memikul beban pejalan kaki dengan intensitas 5 kPa dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada masing-masing lajur kendaraan. Jika ada kemungkinan trotoar berubah fungsi di masa depan menjadi lajur kendaraan, maka beban hidup kendaraan harus diterapkan pada jarak 250 mm dari tepi dalam parapet untuk perencanaan komponen jembatan lainnya. Dalam hal ini, faktor beban dinamis tidak perlu di pertimbangkan (SNI 1725:2016 pasal 8.9).

1. Beban D

Beban Lajur “D” terdiri atas beban terbagi rata (BTR) yang di gabungkan dengan beban garis (BGT). Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas  $q$  kPa dengan besaran  $q$  tergantung pada panjang total yang di bebani  $I$  di Lihat dari persamaan ( 2.1 ) dan ( 2.2 )

$$\text{Jika } I \leq 30 \text{ m ; } q = 9,0 \text{ kPa} \dots\dots\dots( 2.1 )$$

$$\text{Jika } I \geq 30 \text{ m ; } q = 9,0 \left( 0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ kPa} \dots\dots\dots( 2.2 )$$

Keterangan :

$q$  adalah intensitas beban terbagi rata dalam arah memanjang jembatan (kPa).

$I$  adalah panjang total jembatan yang di bebani (meter).

Dimana :

$$1 \text{ Kpa} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Beban garis terpusat (BGT) dengan intensitas  $p$  kN/m harus ditempatkan akan tegak lurus dari arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas  $p$  adalah 49 KN/m (SNI 1725:2016 halaman 39).

Distribusi beban hidup dalam arah melintang digunakan untuk memperoleh momen dan geser dalam arah longitudinal pada Gelagar jembatan. Hal itu dilakukan dengan mempertimbangkan beban “D” tersebar pada seluruh lebar balok (tidak termasuk parapet, kerb dan trotoar) dengan intensitas 100% untuk panjang terbebani yang sesuai (SNI 1725:2016 halaman 40).

Table 2.6 Faktor beban Lajur “D”

Tipe beban	Jembatan	Faktor	beban $\gamma_{TD}^u$
	Beton	1,00	1,80
Transien	Boks Girder	1,00	2,00
	Baja		

Sumber: SNI 1725:2016 halaman 39

### 2.8.2 Beban Sekunder

Beban sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang harus selalu diperhatikan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan struktur jembatan. Adapun beban sekunder pada perencanaan jembatan penyeberangan orang ( JPO) tersebut :

#### a. Beban Angin

Gaya nominal ultimata dan gaya layan jembatan akibat angin tergantung dari kecepatan angin rencana dilihat dari persamaan (2.3).

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$V_w$  = kecepatan angin rencana (m/det) untuk keadaan batas yang ditinjau

$C_w$  = koefisien seret (untuk bangunan atas rangka  $C_w = 1,2$ )

$A_b$  = luas koefisien bagian samping jembatan ( $m^2$ )

### 2.8.3 Aksi Transien

Aksi transien merupakan aksi akibat pembebanan semnetara dan bersifat berulang ulang. Adapun aksi transien pada JPO ini, yaitu :

a. Beban pejalan kaki

Semua elemen berdasarkan trotoar atau jembatan penyeberangan yang langsung memikul pejalan kaki wajib direncanakan buat beban nominal 5 kPa. Jika trotoar memungkinkan dipakai buat beban ringan, maka trotoar wajib direncanakan buat sanggup memikul beban hidup terpusat sebanyak 20 kN.

Tabel 2.7 Faktor untuk beban mati tambahan

Jangka waktu	Faktor Beban	
	$K_s;;TP$	$K_u;;TP$
Transien	1,0	1,8

Sumber : SNI 1725:2016 halaman 24, 2016

## 2.9 Teori Desain Struktur Baja

Karena struktur jembatan biasanya terdiri dari gaya aksial pada rangka dan gaya lentur pada gelagar-gelagar lantai kendaraan, Hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Stabilitas batang tarik (*Tension*)

Persyaratan keamanan struktural yang diberikan dalam LRFD yaitu (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 95) dilihat dari persamaan (2.4).

$$\phi_t T_n \geq T_u \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$\phi_t$  = faktor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

$T_n$  = kekuatan nominal batang tarik

$T_u$  = beban terfaktor pada batang tarik

**b. Stabilitas Batang Tekan**

Persyaratan kekuatan dalam desain faktor dan resistensi menurut LRFD yaitu (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 342) dilihat dari persamaan (2.4).

$$\phi_c P_n \geq P_u \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$\phi_c$  = 0,85

$P_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$P_u$  = beban layanan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan dilihat dari persamaan (2.6)

$$P_n = A_g \cdot F_{cr} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

$A_g$  = luas penampang bruto batang tekan

$F_{cr}$  = tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $\lambda_c$  (CG. Salmon, JE. Jhonson, Struktur Baja Desain dan Perilaku, JiIid I, 1992 : 340) sebagai berikut :  
Untuk  $\lambda_c \leq 1,5$  dilihat dari persamaan (2.7).

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y \dots\dots\dots (2.7)$$

Untuk  $\lambda_c \geq 1,5$  dilihat dari persamaan (2.8).

$$F_{cr} = \left( \frac{0,887}{\lambda_c^2} \right) F_y \dots\dots\dots (2.8)$$

Untuk memberikan keamanan batang terhadap bahaya tekukan, LRFD menyediakan spesifikasinya sendiri untuk parameter ramping (CG. Salmon, JE. Jhonson. Desain dan Perilaku Struktur Baja, Volume I, 1992: 338) diLihat dari persamaan (2.9).

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 E}} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

$\frac{K.L}{r}$  = rasio kerampingan efektif

K = faktor panjang efektif

I = panjang batang

r = radius girasi =  $\sqrt{\frac{I}{Ag}}$

I = momen inersia

E = modulus elastisitas baja

### c. Stabilitas Batang Lentur

Ketika beban bekerja di salah satu arah utama, tegangan pada penampang melintang tipikal dapat dihitung dengan rumus lentur sederhana. Jika segmen memiliki setidaknya satu sumbu simetri dan dibebani melalui pusat gesernya, sehingga mengalami momen lentur ke segala arah, komponen  $M_{xx}$  dan  $M_{yy}$  pada arah utama dapat diperoleh, sehingga tegangan dilihat dari persamaan (2.10).

$$f = \frac{M_{xx}}{S_{xx}} = \frac{M_{yy}}{S_{yy}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

$f$  = tegangan lentur

$S$  = modulus penampang

## 2.10 Struktur Komposit

### 2.10.1. Tinjauan Umum

Konstruksi komposit adalah suatu sistem konstruksi dimana terdapat kerja sama monolith antara dua macam bahan yang berbeda, yaitu beton dan baja. Aksi komposit terjadi bila dua batang stuktur penumpu beban seperti sistem lantai beton dan balok baja penyangganya dihubungkan secara menyeluruh dan mengalami defleksi sebagai satu kesatuan. Pada kerjasama ini diharapkan terjadi interaksi penuh antara baja dan beton dengan memasang alat penghubung geser atau Shear Connector. Faktor yang penting pada aksi komposit ialah lekatan antara beton dan baja harus tetap ada. (Salmon, 1995:347)

Keuntungan memakai konstruksi komposit adalah :

- 1) Berkurangnya luas baja yang dipakai mencapai 20% - 30%
- 2) Kapasitas penampang meningkat dalam menerima beban dan untuk Gelagar tunggal, bentang Gelagar dapat lebih panjang.



- 3) Struktur lebih tahan pada lingkungan agresif.
- 4) Pelaksanaan konstruksi lebih praktis dan efisien.

Sedangkan kekurangan konstruksi komposit adalah :

- 1) Pengaruh kontinuitas, penampang tidak seluruhnya efektif (pada balok menerus) dapat menjadi diskontinuitas.
- 2) lendutan jangka panjang.

Sistem struktur komposit dibentuk oleh interaksi antara komponen baja dan struktur beton, masing-masing dioptimalkan untuk sifat dasar material. Berikut ini adalah sifat-sifat penting dari struktur baja dan beton.

Sifat-sifat penting dari struktur baja:

- 1) Kekuatan yang tinggi.
- 2) Modulus elastisitas yang tinggi.
- 3) Daktilitas yang tinggi.

Sifat-sifat penting dari struktur beton:

- 1) Ketahanan yang baik terhadap api.
- 2) Mudah dibentuk.
- 3) Relatif murah.

### 2.10.2. Deck Baja

Konstruksi komposit plat lantai terdiri dari sebah slab beton cetak ditempat yang solid, yang ditempatkan diatas dan saling dihubungkan dengan gelagar baja. Slab beton tersebut juga sering dicetak diatas baja dan slab itu sendiri ditumpu oleh penampang baja profil. Aksi komposit antara deck baja dan pelat beton dapat terbentuk melalui :

- 1) lekatkan kimiawi dan friksi antara kedua material

- 2) Kekuatan pasif dari profil deck yang beraksi seperti pratekan (tergantung pada ketebalan pelat dan bentuk profil.

Deck baja juga memiliki beberapa kelebihan, dimana kelebihan deck baja sebagai berikut:

- 1) Mengurangi kebutuhan volume beton
- 2) Mengurangi kebutuhan volume besi tulangan
- 3) Instalasinya mudah dan cepat
- 4) Transportasi mudah dan ringan
- 5) Biaya lebih ekonomis
- 6) Berat deck lebih ringan

Deck baja juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu sebagai berikut:

- 1) Melemahkan gaya inersia
- 2) Pemasangan harus di kerjakan oleh seseorang berpengalaman/profesional

### **2.10.3. Dasar-Dasar Desain Deck Baja**

Desain dari beberapa sistem konstruksi, kerusakan deck baja di kelompokkan berdasarkan pada model kerusakan yang terjadi pada deck baja tersebut. Dua kerusakan utama yang terdapat pada deck baja diantaranya kerusakan bentang gelombang dan kerusakan akibat lendutan.

Kerusakan bentangan gelombang adalah tipe kerusakan yang sering terjadim ciri-ciri kerusakannya berupa bentuk patahan diagonal pada penampang beton yang ditandai dengan sleep gelombang antara deck baja dan beton. Secara cepat kerusakan sleep gelombang dapat mempengaruhi kapasitasnya.

Perencanaan pelat komposit dalam beberapa cara berbeda dengan

perencanaan pelat lantai beton bertulang, pelat komposit memakai tulangan yang bersirip permukaannya, satu hal yang perlu diperhatikan bahwa luasan penampang dari lantai baja yang berfungsi sebagai tulangan di distribusikan pada sebagian tinggi pelat melalui suatu cara yang tergantung pada bentuk dari lantai baja tersebut. Hal yang lebih penting lagi adalah kenyataan bahwa hasilnya lantai baja-beton tersebut berfungsi sebagai perkuatan pelat seluruhnya tergantung pada ikatan antara kedua material pada kedua permukaan.

Berdasarkan alasan ini, untuk memperkuat ikatan tersebut berbagai alat yang dikenal sebagai alat penyalur gaya geser, biasanya berupa tonjolan-tonjolan (gerigi) yang mempunyai jarak yang cukup dekat sekali. Di samping itu alat ini juga harus dapat melawan kecenderungan terpisahnya lantai baja dan beton dalam arah vertikal.

## **2.11 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Melintang**

Proses pelaksanaan pada jembatan untuk mempercepat dan mengurangi pemakaian peraca, metode pelaksanaan yang digunakan menggunakan steel deck dan sistem *cantilever* pada konstruksi rangkanya.

Dalam Perencanaan jembatan terdapat balok memanjang dan melintang. Balok memanjang menerima beban dari plat lantai kendaraan. Sedangkan balok melintang meneruskan beban yang diterima balok memanjang ke struktur utama. Dalam perencanaan ini direncanakan sebagai gelagar komposit memakai baja WF dan dianggap sebagai balok dengan dua tumpuan. Momen yang diperhitungkan adalah pada saat sesudah komposit.

a. Perhitungan gelagar

Lebar efektif pelat beton (  $bE$  ) untuk gelagar interior ( plat menumpu pada kedua sisi ) :

$$bE \leq \frac{L}{4} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$bE \leq b_o \dots\dots\dots (2.16)$$

$$bE \leq b_f + 16 t_s \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

$bE$  = lebar efektif beton

$L$  = panjang gelagar

$B_o$  = jarak antar gelagar 25

$B_f$  = lebar profil

$t_s$  = tebal plat lantai

1. Elastisitas :

$$E_{beton} = 4700 \sqrt{f'c}$$

$$E_{baja} = 2100000 \text{ kg/cm} = \text{Mpa}$$

$$n \frac{E_s}{E_c} = \dots\dots\dots (2.18)$$

(Sumber : CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid III, 1992 : 582 )

2. Kontrol kekuatan panampang

$$Y_a = \frac{\sum A.Y}{\sum A} \dots\dots\dots (2.19)$$

$$Y_b = t + h - Y_a \dots\dots\dots (2.20)$$

Misalkan  $Y_a <$  tebal plat beton maka garis netral terletak pada plat beton.

Berdasarkan persamaan keseimbangan Gaya  $C = T$ , maka diperoleh :

$$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot E} \dots \dots \dots (2.21)$$

Tebal plat beton 250 mm  $>$   $a = 92,744$  mm, maka plat beton mampu mengimbangi gaya tarik  $A_s \cdot f_s$  yang timbul pada baja.

Tegangan tekan pada serat beton :

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot E \dots \dots \dots (2.22)$$

Tegangan tarik pada serat baja :

$$T = A_s \cdot f_y \dots \dots \dots (2.23)$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah :

$$M_n = C_c \cdot h_f \dots \dots \dots (2.24)$$

Kontrol kekuatan penampang :

$$f_b \cdot M_n \geq M_u \dots \dots \dots (2.25)$$

Dimana :

$\phi_b$  = faktor resistensi untuk lentur ( 0,9 )

$M_n$  = Momen nominal ( kgm )

$M_u$  = Momen ultimit ( kgm )

$T$  = Tegangan tarik pada serat baja

$C_c$  = Tegangan tekan pada serat beton

3. Kontrol lendutan menggunakan Momen area/ Luasan momen

$$d = \frac{M}{EI} \dots \dots \dots (2.26)$$

(sumber : Ir. V Sunggono kh, buku Teknik Sipi, halaman ; 83)



Dimana :

$f$  = besar lendutan yang terjadi

$I_x$  = momen inersia ( $\text{cm}^4$ )

$E$  = modulus elastisitas bahan baja (MPa)

4. Kontrol kekuatan geser

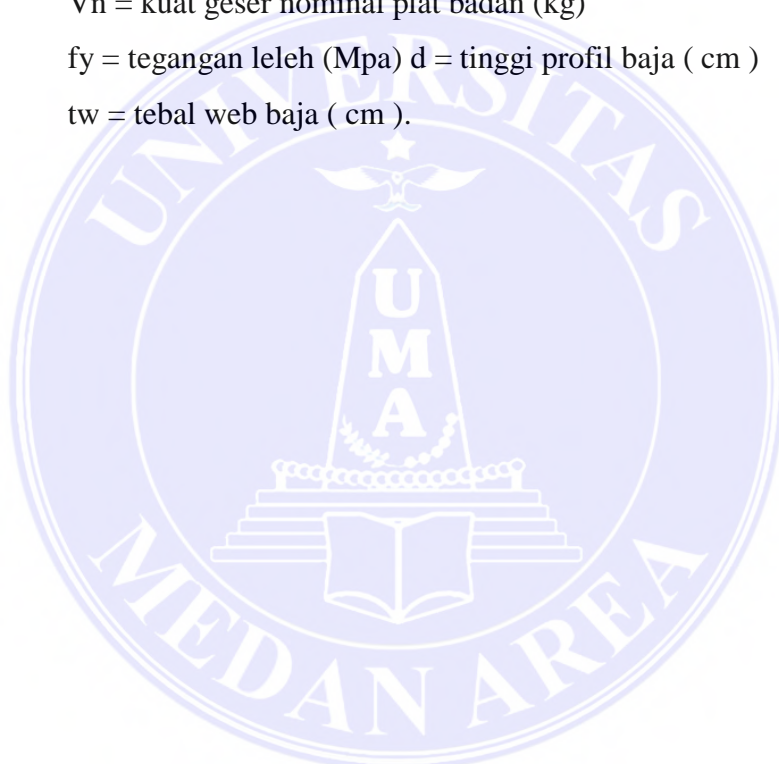
$$V_n = 0,55 \times d \times t_w \times f_y \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimana :

$V_n$  = kuat geser nominal plat badan (kg)

$f_y$  = tegangan leleh (Mpa)  $d$  = tinggi profil baja ( cm )

$t_w$  = tebal web baja ( cm ).



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Persiapan**

Tahap persiapan adalah langkah pertama dari analisis yang akan dilaksanakan, beberapa di antaranya dirancang agar lebih efektif pada saat menganalisis dan setuju untuk melanjutkan topik analisis yang telah ditentukan.

Adapun tahap persiapan ini meliputi kegiatan sebagai berikut :

1. Studi pustaka terkait materi desain dan determinasi.
2. Pengumpulan data dan sumber informasi.
3. Melengkapi penyusunan proposal.
4. Pra survey lokasi penelitian.
5. Menyusun perencanaan jembatan penyeberangan orang (JPO) sesuai tujuan penelitian.

#### **3.2 Pendekatan Penelitian**

Dalam perencanaan jembatan penyeberangan orang (JPO) digunakan pendekatan kuantitatif, dengan metode LRFD (*Load And Resistance Factor Design*).

#### **3.3 Teknik Pengumpulan Data**

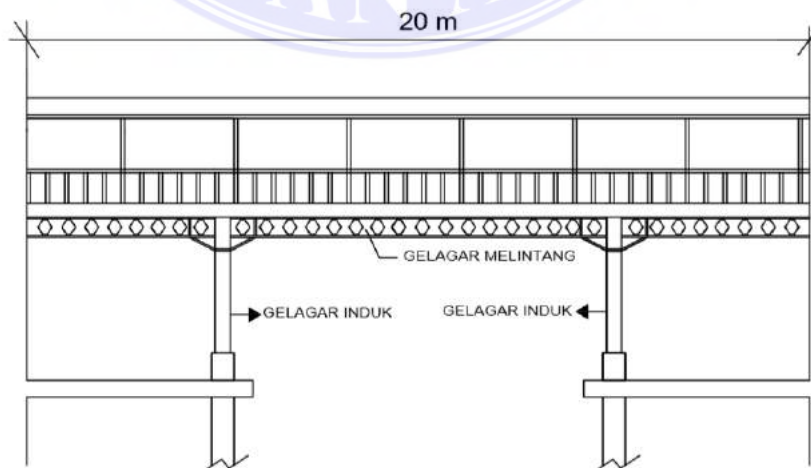
Dalam hal ini pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi secara langsung ke lokasi. Dimana pada saat di lokasi melakukan pengukuran dan mencari narasumber.

### 3.4 Data Perencanaan Struktur Jembatan Penyeberangan Orang (JPO)

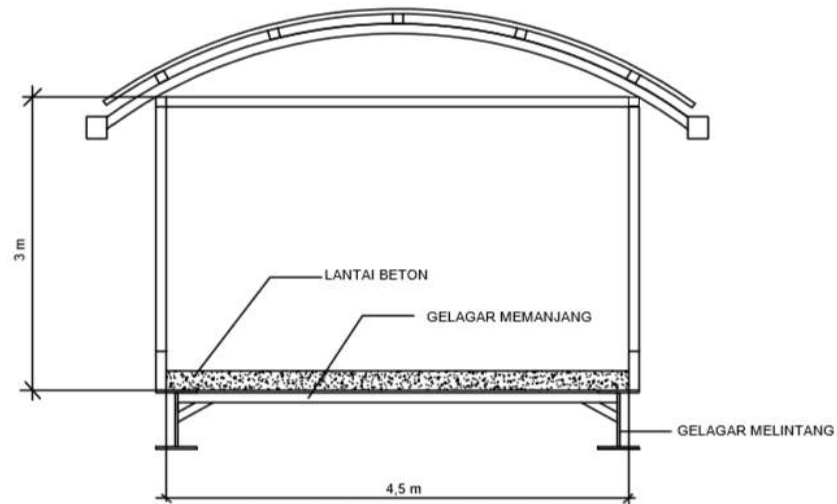
Adapun data-data dari jembatan penyeberangan orang (JPO) yang akan direncanakan di Rumah Sakit GrandMed Lubuk Pakam - Deli Serdang. Berikut adalah data-data perencanaan :

1. Panjang Jembatan : 20 Meter
2. Lebar Lantai : 4,5 Meter
3. Tipe Jembatan : Jembatan Balok (*The Beam Bridge*)
4. Jarak Antar Gelagar Melintang : 10 Meter
5. Jarak Antar Gelagar Memanjang : 1,6 Meter
6. Tebal Pelat Beton : 0,2 Meter
7. Mutu Bahan
  - Mutu Baja Tulangan : Wire Mesh – M10
9. Mutu Beton ( $f'c$ ) :  $f'c$  25
10. Mutu Baja : BJ 41
  - Tegangan Putus Minimum : 410 MPa
  - Tegangan leleh Minimum : 250 MPa

### 3.5 Gambar Perencanaan



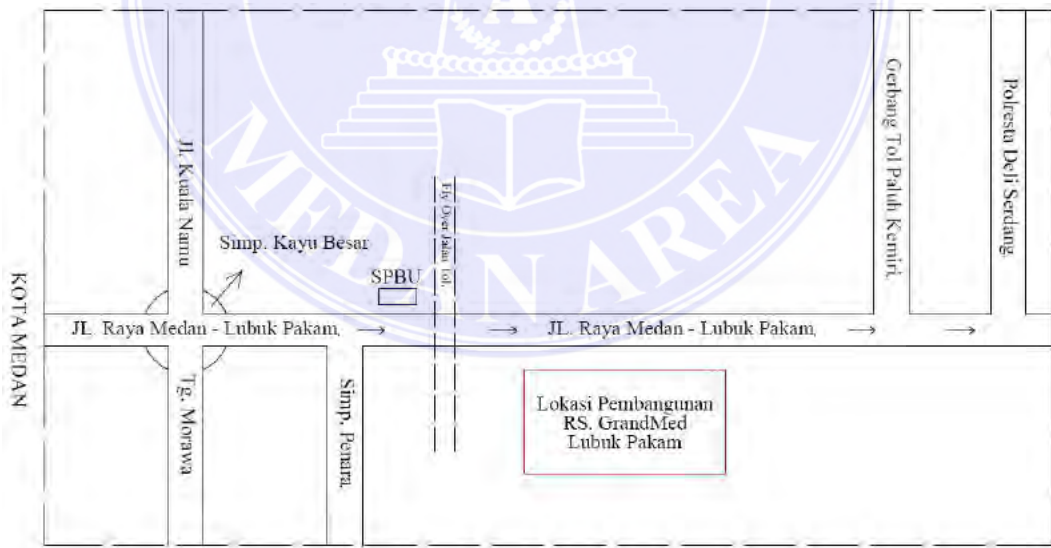
Gambar 3.1 Potongan Memanjang Jembatan Penyeberangan Orang (JPO)  
(sumber; Dokumentasi di lapangan)



Gambar 3.2 Potongan Melintang Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) (sumber; Dokumentasi di lapangan)

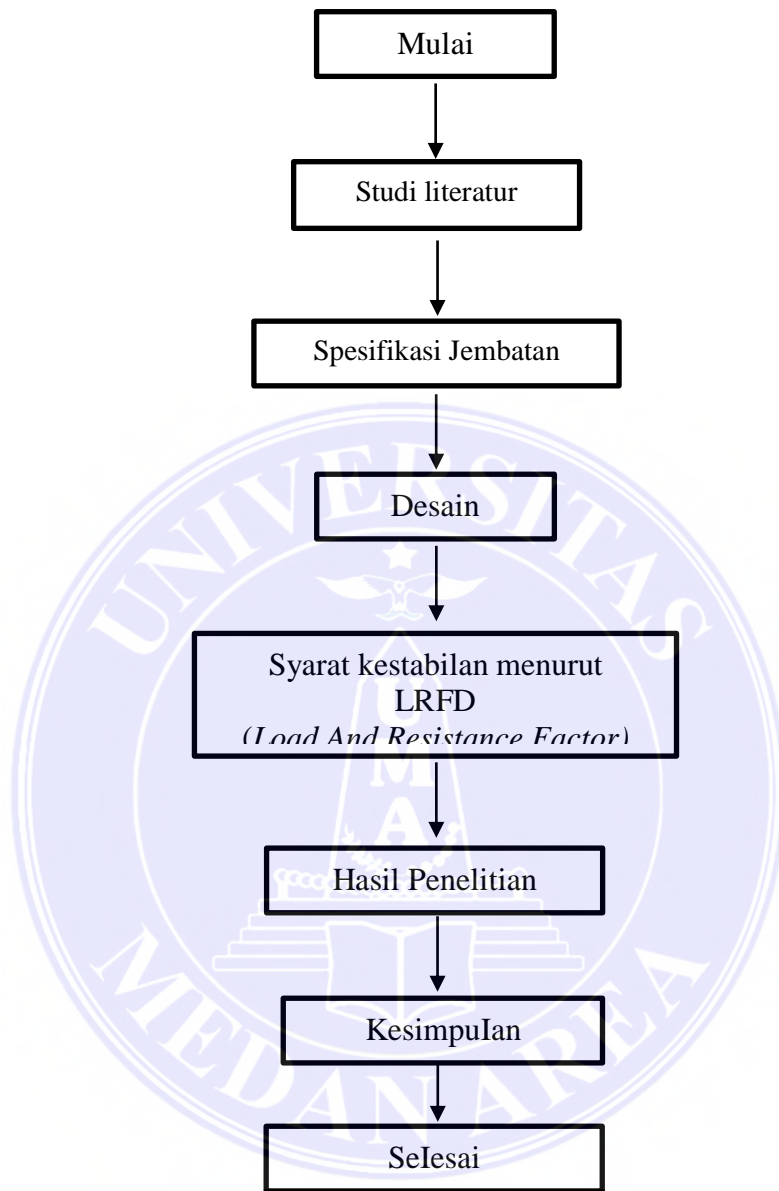
### 3.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang akan dilakukan yaitu bertempat di Rumah Sakit GrandMed-Lubuk Pakam yang dilaksanakan oleh PT. Prima Abadi Jaya. Adapun denah lokasi penelitian yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.3 Denah Lokasi Penelitian

### 3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perencanaan jembatan penyeberangan orang (JPO) dengan struktur komposit menggunakan metode LRFD (Load and Resistance Factor Design) dan juga menggunakan SAP 2000 versi 22, serta sesuai dengan SNI 1725:2016 maka dalam perhitungan kontrol penampang dengan metode LRFD, struktur jembatan penyeberangan orang (JPO) dianalisis sampai mempunyai kekuatan dengan stress rasio tidak lebih dari 1 dan lendutan rencana < lendutan ijin, sehingga memenuhi syarat batas terhadap tahanan momen lentur, tahanan aksial, tahanan geser, kontrol interaksi geser dan momen lentur serta kontrol interaksi aksial tekan dan momen lentur, maka dari analisis yang dilakukan untuk profil-profil pada jembatan penyeberangan dapat dipakai dan kuat serta mampu menerima beban hidup, beban mati, dan beban angin.

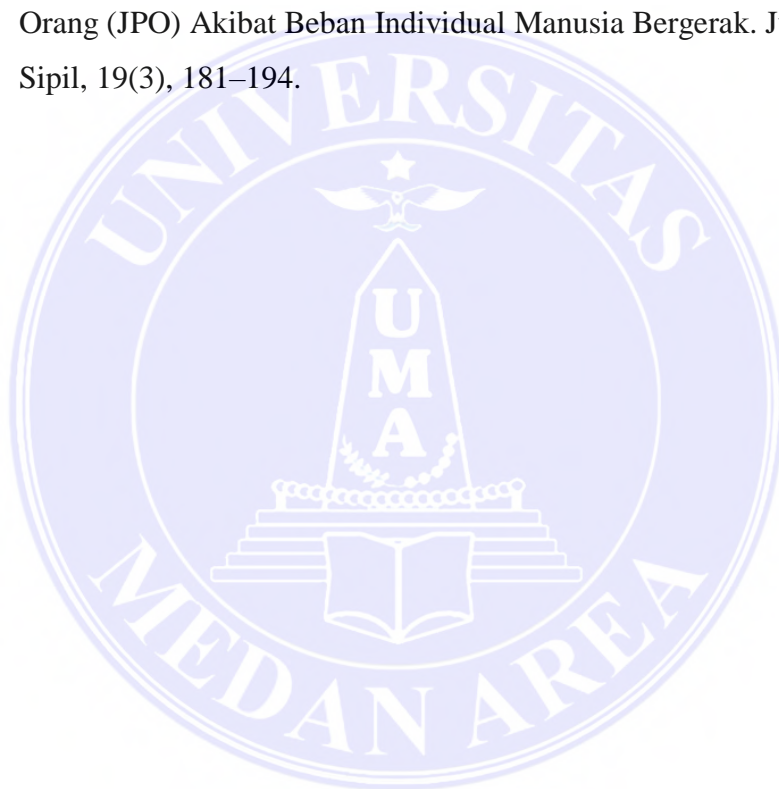
#### 5.2 Saran

Walaupun pada profil-profil baja yang digunakan pada analisa struktur sudah aman, tetapi perlu dilakukan analisa lebih detail lagi pada sambungan maupun efek masing-masing kelemahan pada profil yang diakibatkan dari sistem sambungan yang dilakukan, agar bisa dilakukan perkuatan pada titik-titik kelemahan yang diakibatkan oleh sambungan-sambungan pada profil baja tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adryana, Vivin Novi., Warsito., dan Bambang Suprpto. 2018. “Studi Perencanaan Struktur Jembatan Rangka Baja Pada Jembatan Ake Toduku Halmahera Barat”. Malang: Universitas Islam Malang. Diunduh di <https://123dok.com/document/y8rx44wq-studi-perencanaan-struktur-jembatan-rangka-jembatan-toduku-halmahera.html>
- Afriyandi, Her., dan Torang Sitorus. 2016. “Perencanaan Jembatan Komposit Metode LRFD”. Medan: Universitas Sumatera Utara. Diunduh di <https://text-id.123dok.com/document/zwkol1vz-perencanaan-jembatan-komposit-metode-lrfd-load-and-resistance-factor-design-1.html>
- Badan Stadarisasi Nasional. 2005. “Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan”. RSNi T-03-2005. Departamen Pekerjaan Umum.
- Badan Stadarisasi Nasional. 2016. “Pembebanan untuk Jembatan”. SNI 1725:2016. Departamen Pekerjaan Umum.
- Dewobroto, Wiryanto. 2016. “Struktur Baja”, edisi kedua. Depok: Universitas Pelita Harapan.
- Fakhrur Rozi, Muhammad. 2014. “Pengaruh Panjang Daerah Shear Connector Pada Balok Komposit Terhadap Kuat Lentur”. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil. Vol. 2, No. 2 : 4.
- Ramadianto, Muhammad Ferdian., Sugeng Riyanto., dan Qomariah. 2014. “Perencanaan Jembatan Penyeberangan Orang Dengan Struktur Baja Castellated Dan Struktur Beton Prategang Voided Slab”. Malang: Politeknik Negeri Malang. Diunduh di <http://prokons.polinema.ac.id/index.php/PROKONS/article/view/68>
- Rhamat Alhafuz, Dkk. 2013. “Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Desa Manyang Kecamatan Lhoksukon Kabupaten Aceh Utara”. Jurnal Teknik Sipil . Vol. 5, No. 2 : 2.
- SE Menteri PUPR. 2018. “Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki”. PD 03-2017-B. Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Setiawan, Agus. 2013. “Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD”. Jakarta: Erlangga.

- Salmon, C.G., dan Johnson, J.E. 1992. “Struktur Baja 1, Desain dan Prilaku”. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka utama Utama.
- Salmon, C.G., dan Johnson, J.E. 1996. “Struktur Baja 2, Desain dan Prilaku”. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka utama Utama.
- Very, E.A. 2016. “Perencanaan Struktur Baja Castella Menggunakan Metode Load And Resistance Factor Design ( LRFD) Pada Struktur Gable Frame Di Pembangunan Pasar Modern Pelaihari, Banjarmasin”. Malang: Institute Teknologi Nasional Malang.
- Wahyuni, E. 2012. Studi Kelakuan Dinamis Struktur Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) Akibat Beban Individual Manusia Bergerak. Jurnal Teknik Sipil, 19(3), 181–194.



## Lampiran 1



Medan, 15 Februari 2021

Nomor : 34/PAJ/RMH/2021  
Lampiran :-  
Pihal : Surat Selesai Mahasiswa Penelitian Tugas Akhir

**Kepada Yth:**  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area  
Di

Medan

Dengan Hormat:

Berdasarkan Surat Nomor : 015/FT.1/01.10/11/2021 perihal permohonan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada Proyek Pembangunan Gedung Radiotherapy Dan Rawat Inap Rumah Sakit GranMed Lubuk Pakam dalam tujuan untuk memenuhi persyaratan akademis dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Kami Menjelaskan bahwa mahasiswa yang bersangkutan dibawah:

Nama : Ramadhani Syaputra Tanjung  
Tempat Dan Tanggal Lahir : Ajamu, 04 Desember 1999  
NPM : 178110019  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Sipil

Yang bersangkutan telah selesai melaksanakan penelitian untuk tugas akhir yang berjudul "ANALISIS PERENCANAAN JEMBATAN PENYEBERANGAN ORANG (JPO) DENGAN STRUKTUR BAJA CASTELLATED DAN STRUKTUR BETON BERTULANG MENGGUNAKAN METODE LRFD (*LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN*)". Terhitung mulai Tanggal 08 Februari 2021 – 13 Februari 2021.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya,

PT. Prima Abadi Jaya Medar  
  
Achimat Syahriza, S.T.  
Site Manager



Medan, 15 Februari 2021

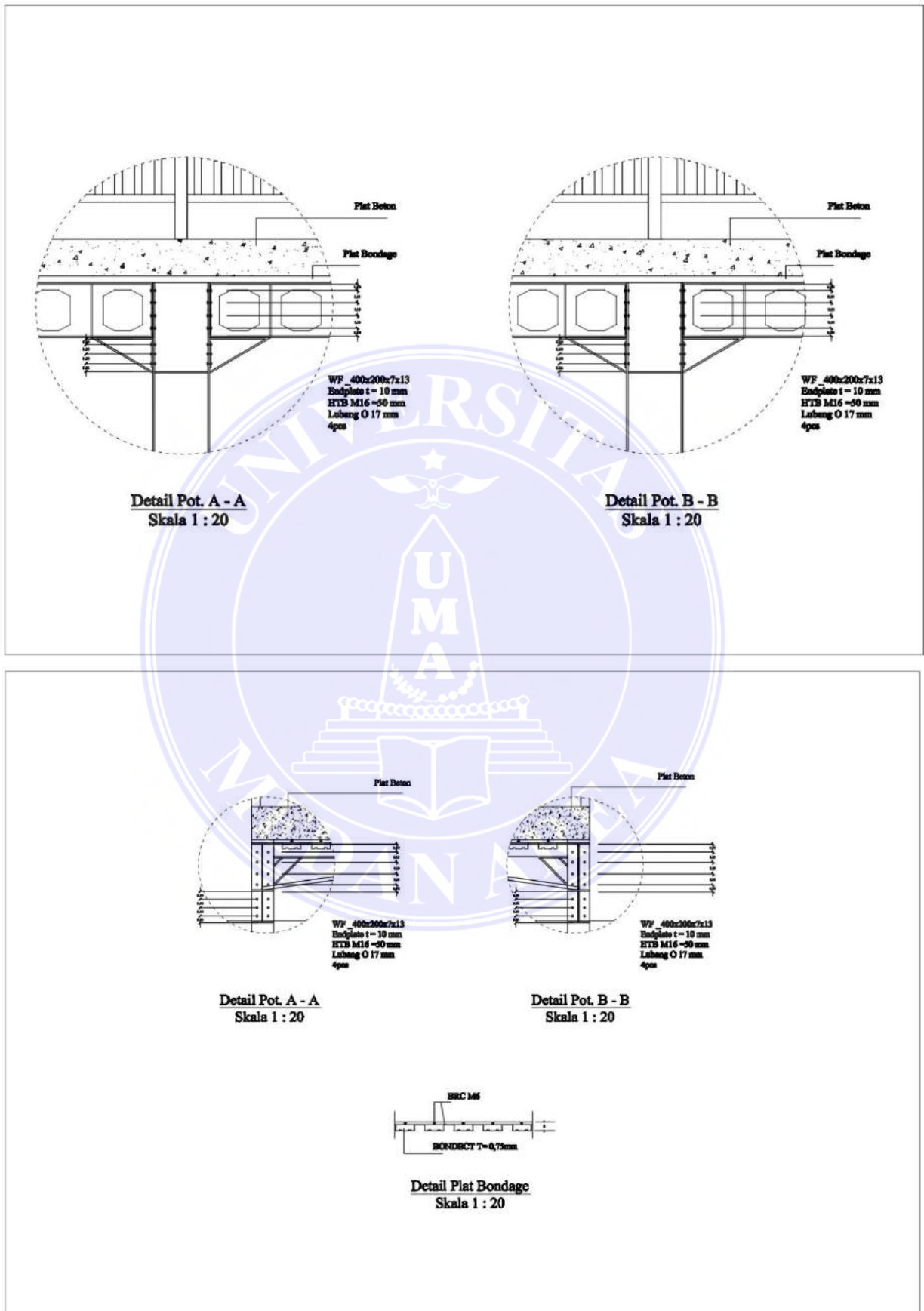


*Lampiran 2*





### Lampiran 3



*Lampiran 4*

