

SKRIPSI
ANALISIS PEMBEBANAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN
BENDUNGAN LAU SIMEME

Disusun Oleh :

JOY MORGAN MANALU
188110111



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA

2022

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

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

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PEMBEBANAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN
BENDUNGAN LAU SIMEME

SKRIPSI

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

Disusun Oleh:

JOY MORGAN MANALU
188110111

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. H. Irwan, MT.
NIDN: 0004045901

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik



Dr. R. R. S. Syah, S. Kom, M. Kom
NIDN: 01050588004

Ketua Prodi Teknik Sipil



Hermansyah, ST, MT
NIDN: 0106088004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah ini :

Nama : Joy Morgan Manalu

NPM : 188110111

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Pembebanan Struktur Atas Jembatan Bendungan Lau
Simeme.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab apabila kelak dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar (skripsi plagiat) maka saya bersedia menerima sanksi terhadap pelanggaran dari pernyataan tersebut.

Medan, Juni 2022



Joy Morgan Manalu

188110111

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Joy Morgan Manalu

NIM : 188110111

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas *Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)* atas karya saya yang berjudul Analisis Pembebanan Struktur Atas Jembatan Bendungan Lau Simeme.

Beserta Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalti Noneksklusif* ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, Juni 2022



Joy Morgan Manalu

188110111

KATA PENGANTAR

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

Adapun Tujuan dari penyusunan Laporan Penelitian ini adalah sebagai salah satu syarat dalam Sidang Sarjana pada Fakultas Teknik di Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

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.

Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir (skripsi) ini adalah sebagai salah satu syarat untuk kelulusan pada Program Strata-1 di jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Tentunya keberhasilan dalam menyusun tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih serta rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua serta keluarga besar, yang telah mendukung, memberikan semangat, dan memberikan doa yang terbaik kepada saya.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc. selaku Rektor Universitas Medan Area.

3. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
 4. Bapak Hermansyah, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area
 5. Bapak Ir. H. Irwan, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, yang telah membimbing dan memberikan nasihat serta perhatiannya yang luar biasa dari awal Tugas Akhir ini di kerjakan hingga selesai
 6. Seluruh dosen dan staf pegawai Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area, yang telah membantu seluruh prosedur Tugas Akhir
 7. Bapak Fachrizal serta staf Karyawan PT. WIKA (persero) Tbk, yang telah memberikan tempat dan arahan kepada kami selama penelitian Tugas Akhir dilaksanakan
 8. Seluruh teman-teman Program Teknik Sipil Angkatan 2018. Akhir kata saya mengucapkan maaf dan banyak terima kasih dan berharap Tugas Akhir (skripsi) ini dapat bermanfaat bagi semua pihak
- Terlepas dari kelemahan dan kekurangan yang ada, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata saya ucapkan terima kasih dan semoga Allah senantiasa melimpahkan Rahmad -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. Amin

Medan, April 2022

Joy Morgan Manalu

1881100111

ABSTRAK

Berapa hasil kontrol gelagar pada jembatan tersebut dengan menggunakan SAP2000 Apakah jembatan tersebut aman kemudian mengetahui hasil perhitungan kontrol jembatan dan memahami kontrol perhitungan jembatan dalam penelitian ini menggunakan metode LRFD atau *Load And Resistance Factor Design* dan juga penelitian ini menggunakan software SAP2000 kontrol lendutan dengan $f = 0,279$ $cm \leq 1,076$ cm dan Untuk Sayap $32,14 > 9,65$ Untuk Badan $42,89 < 95,50$ dan V_u Max $39539 < 75330$ $P_n = 63048,5 > 46489$ kg $\phi R_n = 81280,8$ $\lambda 12,5$ bagi gelagar memanjang $\lambda_{max} 181 < 200$ $\lambda l_k/r = 600 / 10,4$ $58 \phi R_n = 114626,0$ kg $\lambda = 14 < 12,99$ $\lambda_{max} = 181 < 200$ gelagar induk Kontrol pada gelagar melintang ialah : $M_n = 46590$ kgm < 46428 kgm V_u Max = 39539 Kontrol pada gelagar memanjang $P_n = 58665,6$ kg $< 46489,0$ kg (Gaya Tarik) $P_n 84943,39$ kg > 1204 kg (Gaya Tekan) Kontrol pada gelagar induk $P_n 81345,6$ kg $< P_u 26065$ kg (Gaya Tarik) $P_n 113275,10 > 6105$ kg (Gaya Tekan)

Kata Kunci : *Load And Resistance Factor Design* (LRFD), SAP2000, kontrol gelagar, gaya tekan, gaya tarik.



ABSTRACT

What are the results of the girder control on the bridge using SAP2000 Is the bridge safe Then find out the results of bridge control calculations and understand the bridge control calculations. In this study using the LRFD or Load And Resistance Factor Design method and also this research using SAP2000 software to control deflection with $f = 0.279 \text{ cm} \leq 1.076 \text{ cm}$ and For Wing $32.14 > 9.65$ For Body $42.89 < 95.50$ and $V_u \text{ Max } 39539 < 75330$ $P_n = 63048.5 > 46489 \text{ kg}$ $\phi R_n = 81280.8$ $\lambda 12.5$ for elongated girder $\lambda_{\text{max}} 181 < 200$ $\lambda \text{ lk/r} = 600 / 10.4 58$ $\phi R_n = 114626.0 \text{ kg}$ $\lambda = 14 < 12.99$ $\lambda_{\text{max}} = 181 < 200$ main girders The controls for cross girders are: $M_n = 46590 \text{ kgm} < 46428 \text{ kgm}$ $V_u \text{ Max} = 39539$ Control on the longitudinal girder $P_n = 58665.6 \text{ kg} < 46489.0 \text{ kg}$ (Tensile) $P_n 84943.39 \text{ kg} > 1204 \text{ kg}$ (Compressive Force) Control on the main girder $P_n 81345.6 \text{ kg} < P_u 26065 \text{ kg}$ (Tensile) $P_n 113275, 10 > 6105 \text{ kg}$ (Pressing Force)

Keywords : *Load And Resistance Factor Design (LRFD), SAP2000, girder control, compressive force, tensile force.*



DAFTAR ISI

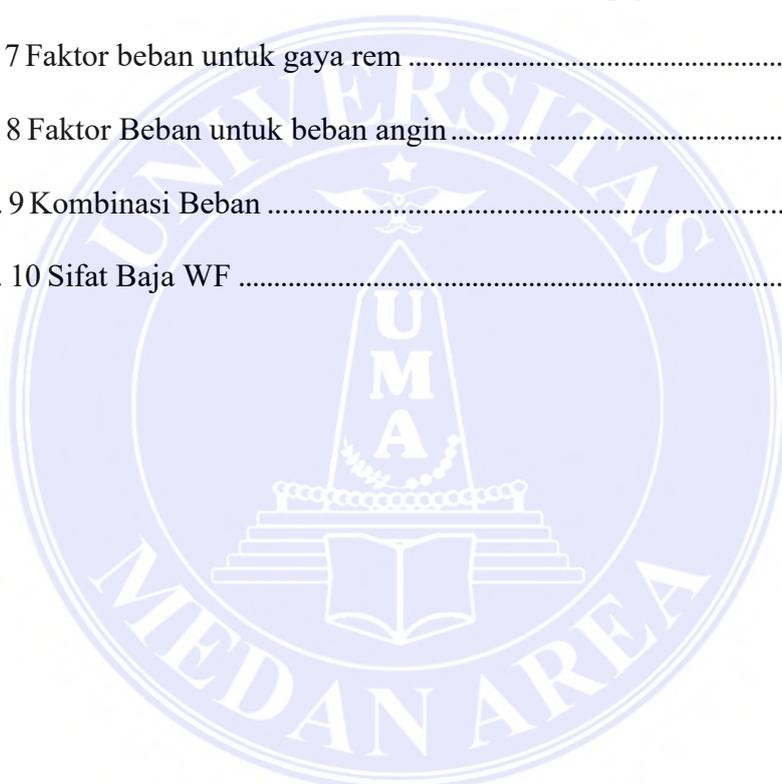
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud Dan Tujuan.....	2
1.3.1 Maksud	2
1.3.2 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.1.1 Bagian – bagian jembatan	7
2.2 Bagian – Bagian Struktur Jembatan	7
2.2.1 Plat Lantai Kendaraan	7

2.2.2 Gelagar Induk	8
2.2.3 Gelagar Memanjang	8
2.2.4 Gelagar Melintang	9
2.2.5 Ikatan Angin	10
2.2.6 Konstruksi Perletakan/Landasan dan Tumpuan	11
2.3 Pembebanan	19
2.3.1 Beban Primer	20
2.3.2 Beban Sekunder	29
2.4 Teori Desain Srtuktur Baja Metode LRFD	33
2.5 Dasar Perencanaan <i>Load Resistance Design LRFD</i>	37
2.6 Metode Pelaksanaan Jembatan	42
2.6.1 <i>Full Temporary Support</i>	43
2.6.2 <i>Semi Temporary Support</i>	43
2.6.3 <i>Full Cantilever</i>	43
2.6.4 <i>Semi Cantilever</i>	44
2.6.5 Pelaksanaan Pemasangan Gelagar	45
2.6.6 Pelaksanaan Pemasangan Diafragma	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1 Lokasi penelitian	47
3.2 Pengumpulan Data	47
3.2.1 Data Umum	47

3.3 Kerangka Pikir	49
BAB IV ANALISAN DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Tahap Pekerjaan Jembatan Dengan SAP2000	52
4.2 Kontrol Gelagar Jembatan	61
4.2.1 Kontrol Profil Gelagar Melintang	61
4.2.2 Kontrol Gelagar Memanjang.....	64
4.2.3 Kontrol Gelagar Induk	69
4.3 Pembahasan.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Muller Breslaw	13
Tabel 2. 2 Faktor Beban untuk berat sendiri.....	21
Tabel 2. 3 Faktor beban untuk beban mati tambahan	21
Tabel 2. 4 Faktor Beban lajur “D”.....	25
Tabel 2. 5 Faktor beban untuk beban truk “T”	26
Tabel 2. 6 Faktor beban untuk beban trotoar atau untuk pejalan kaki	29
Tabel 2. 7 Faktor beban untuk gaya rem	30
Tabel 2. 8 Faktor Beban untuk beban angin.....	32
Tabel 2. 9 Kombinasi Beban	33
Tabel 2. 10 Sifat Baja WF	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen – komponen pada jembatan	5
Gambar 2. 2 Jembatan Tipe K- <i>truss</i>	6
Gambar 2. 3 Kontruksi Perletakan Sendi	11
Gambar 2. 4 Bantalan Elastomer	14
Gambar 2. 5 Potongan Elastomer	15
Gambar 2. 6 Beban Lajur “D”	25
Gambar 2. 7 Pembebanan Truk “T”	26
Gambar 2. 8 Faktor beban dinamis Untuk BGT Untuk pembebanan Lajur “D” ..	28
Gambar 2. 9 Faktor Pembebanan untuk pejalan kaki	29
Gambar 2. 10 Grafik Gaya rem per lajur 2,75m	31
Gambar 2. 11 Kecepatan angin V_w	32
Gambar 2. 12 Diagram Regangan Tegangan	36
Gambar 2. 13 Diagram Regangan Tegangan	37
Gambar 2. 14 Penampang lintang batang- batang tarik	41
Gambar 2. 15 Penampang Batang Lentur	43
Gambar 2. 16 Metode <i>Full Temporary Support</i>	45
Gambar 2. 17 Metode <i>semi temporary support</i>	46
Gambar 2. 18 Metode Cantilever	46
Gambar 2. 19 Metode <i>Semi Cantilever</i>	47
Gambar 3. 1 Peta lokasi bendungan lau simeme Sibiru-biru Kab. Deli Serdang ..	50
Gambar 3. 2 Data Bestek Jembatan	51
Gambar 3. 3 Data Bestek Jembatan	51
Gambar 3. 4 Data Bestek Jembatan	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan adalah suatu struktur yang digunakan untuk menghubungkan dua tempat dimana terdapat halangan berupa jurang, laut, sungai, bangunan, atau halangan lainnya. Jembatan ini terdiri dari rangka baja yang memiliki Panjangnya 26m dan memiliki lebar 4m

Jembatan ini digunakan untuk sebagai laju nya alat kendaraan berat untuk membawa dan mengirim material yang akan dipakai untuk proyek pembangunan bendungan lau simeme.

Sehingga penelitian ini ingin mengetahui perhitungan jembatan tersebut yang dimana sering kendaraan berat melewati tersebut. Dengan seringnya truk tersebut melewati jembatan tersebut kontrol jembatan dapat menahan beban yang diterima dengan jembatan tersebut hanya memiliki satu jalur yang dimana membutuhkan nilai atau besar kontrol pada jembatan yang memumpuni terutama pada gelagar jembatan tersebut yang sebagai menahan beban dari atas jembatan. Kemudian peneliti ingin mengetahui kontrol pada jembatan tersebut. Sehingga peneliti meneliti diawali dengan pengumpulan data sekunder berupa gambar *soft drawing* dan spesifikasi teknis jembatan.

Kemudian dilakukan perhitungan pembebanan sesuai dengan SNI 1729:2019 baik beban mati, hidup, angin maupun gempa. Karena luasnya lingkup penelitian maka dalam penelitian ini difokuskan hanya akan menganalisis pada gelagar jembatan saja dengan menggunakan SAP2000.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan nilai pemaparan di latar belakang, permasalahan yang muncul adalah sebagai berikut:

1. Faktor- faktor apa saja mempengaruhi jembatan tersebut?
2. Bagaimana perhitungan pada bagian kontrol pada jembatan terutama pada gelagar jembatan tersebut?
3. Apakah jembatan tersebut dapat direncanakan menggunakan SAP2000?

1.3 Maksud Dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pembebanan pada kontrol profil baja, tebal gelagar yang diperlukan serta memahami perletakan yang diperlukan dalam struktur jembatan.

1.3.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui analisa pembebanan kontrol profil baja, dan juga mengetahui ketebalan gelagar yang diperlukan dalam perencanaan jembatan

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah di penelitian ini ialah:

1. Bangunan struktur atas jembatan menggunakan baja bertipe baja WF 200,250,450
2. Struktur atas jembatan didalam penelitian saya berfokus pada Gelagar.
3. Material yang dipakai dalam penelitian saya ini ialah menggunakan Baja A36 , $f_y = 310$ Mpa.

4. Penelitian ini hanya membahas tentang kontrol gelagar jembatan tersebut.
5. Jembatan dalam penelitian saya ini ialah Jembatan.
6. Peraturan pembebanan yang dipakai ialah SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan baja struktural.
7. Penelitian ini hanya menghitung dimensi profil baja yang dipakai pada pembangunan jembatan
8. Penelitian ini merancang kembali jembatan tersebut menggunakan aplikasi software SAP2000

1.5 Manfaat Penelitian

Adanya Penelitian ini diharapkan dapat memudahkan perhitungan pembebanan dalam pengerjaan analisis pembebanan struktur atas yang dimana struktur atas jembatan menggunakan baja WF 200,250,450. Dengan diketahuinya besar kontrol pembebanan struktur atas, dapat diketahui besar dimensi dan kontrol pada gelagar pada jembatan tersebut

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Jembatan Sulawesi I sudah saatnya untuk ditingkatkan dari segi kapasitas yang ada dan konstruksi jembatan yang masih menggunakan kayu. Karenanya dibangun jembatan baru di sisi timur dari yang sudah ada dan disebut jembatan Sulawesi II dengan panjang 63,5 m. pada saat di rencanakan dan dibangun jembatan ini di tahun 2016 masih menggunakan peraturan pembebanan jembatan RSNI 2005, seiring dengan waktu, standart tersebut perlu diperbarui sesuai dengan kondisi terkini menggunakan SNI 1725:2016. Perhitungan analisa struktur jembatan Sulawesi II menggunakan program SAP 2000 V19. Sedangkan, perhitungan penulangan pelat lantai prategang pada Jembatan Sulawesi II ini menggunakan metode Bittner. Berdasarkan hasil analisa struktur menggunakan program SAP 2000 yaitu momen akibat beban sendiri adalah 6421.140 kg.m, momen akibat beban mati adalah 11713.134 kg.m, momen akibat beban hidup adalah 58640.708 kg.m sedangkan analisis perhitungan penulangan pelat lantai menggunakan metode Bittner didapatkan desain yang lebih rapat jarak penulangannya dan diameter tulangan yang lebih besar yaitu arah memanjang jembatan menggunakan diameter 16 \emptyset – 100 mm dan arah melintang jembatan diambil diameter 16 \emptyset –150 mm. Hasil analis perhitungan beton prategang didapat gaya prategang awal (F_0) diperoleh sebesar 77398.224 kg . Desain prategang menggunakan kabel sistem VSL dengan ASTM A-416 Grade 270 dan diperoleh tipe angkur E5-31 dan \emptyset selongsong 12.540 mm. Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah tendon sebanyak 5 buah dengan jumlah strand tiap tendon sebanyak 31 *strand*

<https://ojs.uniskabjm.ac.id/index.php/jurnalkacapuri/article/view/1437/123>

2.2 Umum

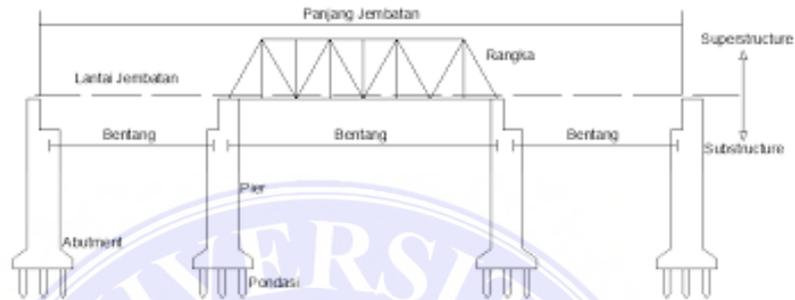
Jembatan merupakan struktur yang perlu direncanakan dengan baik agar dapat berfungsi dengan optimal.

Jembatan memiliki keunggulan tidak dibutuhkannya alat berat untuk merakitnya. Kayu dan baja yang digunakan sebagai jembatan terdiri dari bagian-bagian kecil sehingga cukup dibawa dengan truk dan dirakit dengan tangan tanpa menggunakan katrol. Jembatan jenis ini cukup kuat untuk dilewati oleh tank. Jembatan kemudian digunakan dalam proyek konstruksi untuk penggunaan yang bersifat sementara.

Jembatan tidak dirancang untuk seluruh kemungkinan beban dan kondisi ekstrem seperti kondisi yang timbul dalam keadaan perang. Namun, setiap aksi atau pengaruh yang mungkin terjadi dan dapat diramalkan sebelumnya secara rasional harus dipertimbangkan dalam desain/perencanaan, termasuk metode pelaksanaan.

Beban-beban yang diperhitungkan adalah beban yang digunakan sesuai dengan fungsi jembatan pada jembatan jalan raya. Untuk jembatan jalan raya beban dikelompokkan menjadi 3 kelompok beban yaitu berat sendiri gelagar, beban mati tambahan, dan beban hidup. Untuk beban mati tambahan yang di analisis yaitu beban pelat beton (*deck slab*), aspal, dan diafragma sedangkan untuk beban hidup untuk fungsi jalan raya adalah beban D yang terdiri dari beban terdistribusi (*load distribution*) dan beban *Knife Edge Load* (KEL) berdasarkan "Pembebanan Untuk Jembatan "SNI 1725:2016".

Jembatan merupakan komponen infrastruktur yang sangat penting karena berfungsi sebagai penghubung dua tempat yang terpisah akibat beberapa kondisi. Komponen-komponen yang membentuk jembatan diantaranya adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Komponen – komponen jembatan

Sumber: Jembatan beton prategang

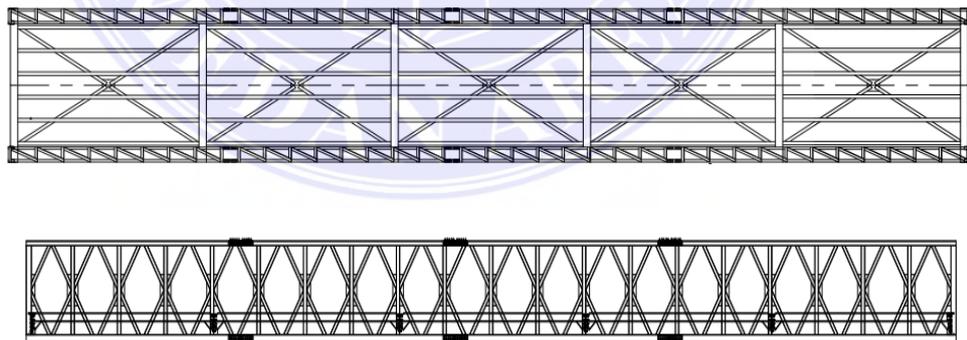
1. Girder atau gelagar merupakan balok yang membentang secara memanjang maupun melintang yang berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban yang bekerja dari atas jembatan dan meneruskannya ke bagian struktur bawah jembatan.
2. Abutment atau lebih dikenal dengan perletakan jembatan berfungsi sebagai pendukung struktur jembatan sekaligus 6 penerima beban dari gelagar dan meneruskannya ke tanah dasar.
3. Railing atau tiang sandaran pada jembatan berfungsi sebagai pembatas dan keperluan keamanan untuk pengguna jembatan.
4. Plat lantai jembatan merupakan bagian dari struktur atas jembatan dimana merupakan tempat kendaraan untuk lewat. Secara fungsi, plat lantai jembatan merupakan struktur pertama yang menerima beban dan meneruskannya kegelagar utama.

2.1.1 Bagian – bagian jembatan

Pada dasarnya semua jembatan terdiri dari dua bagian utama, yaitu struktur bagian atas atau super struktur dan struktur bagian bawah atau sub struktur. Dalam hal ini yang akan dibahas lebih lanjut adalah struktur bagian atas. Struktur bagian atas dari jembatan itu sendiri meliputi :

1. Lantai trotoir dan kendaraan
2. Gelagar memanjang
3. Gelagar melintang
4. Gelagar induk
5. Ikatan angin
6. Pipa sandaran
7. Plat simpul
8. Peletakan / sandaran

2.3 Bagian – Bagian Struktur Jembatan



Gambar 2.2 Jembatan Tipe K Truss

Sumber : Data Proyek

2.2.1 Plat Lantai Kendaraan

Plat lantai kendaraan merupakan komponen jembatan tempat berpijaknya keadaan.

Lantai kendaraan pada umumnya dipikul atau ditopang oleh gelagar-gelagar memanjang yang letaknya searah dengan bentang jembatan. Gelagar memanjang dipikul oleh gelagar melintang.

Perhitungan pembebanan plat lantai kendaraan meliputi :

1. Pembebanan Plat Lantai

2. Pembebanan trotoar

2.2.2 Gelagar Induk

Gelagar induk merupakan komponen utama yang berfungsi untuk mendistribusikan beban secara longitudinal yang biasanya di desain untuk menahan lendutan. Biasanya di pasang di kedua sisi jembatan dan terletak kearah memanjang.

2.2.3 Gelagar Memanjang

Gelagar memanjang adalah komponen profil baja yang dipasang arah memanjang jembatan, berfungsi sebagai tumpuan lantai kendaraan dan menyalurkan beban-beban yang diterimanya pada gelagar melintang. Gelagar memanjang selalu menerima beban dari lantai kendaraan dan selanjutnya beban tersebut akan diteruskan kepada gelagar melintang. Beban yang diterima oleh gelagar memanjang terdiri dari :

1. Beban mati lantai kendaraan Untuk beban mati lantai kendaraan diambil pengaruh beban lantai yang membebani gelagar memanjang.

2. Beban lajur "D" Dalam perhitungan kekuatan gelagar-gelagar, beban hidup yang harus dipertimbangkan adalah beban "D" atau beban jalur.

Beban "D" terdiri dari beban terbagi rata "q" tanpa koefisien kejut dasar

beban garis ‘P’ yang harus dikalikan dengan koefisien kejut. Setelah gelagar memanjang ditentukan, maka harus dikontrol terhadap tegangan dan lendutan yang terjadi. Rumus-rumus yang digunakan untuk kontrol tegangan dan lendutan adalah:

1. Lendutan

$$f_{ada} = \frac{5 \cdot Qu \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \quad (1)$$

Dimana :

f = besar lendutan yang terjadi

q = beban mati (kg/cm)

L = panjang gelagar (cm)

I_x = momen inersia (cm⁴)

2. Besarnya lendutan maksimum akibat beban mati dan beban hidup adalah :

$$F = \frac{1}{360} \cdot L \quad (2)$$

2.2.4 Gelagar Melintang

Gelagar melintang selalu terdiri dari suatu profil I atau profil tersusun. Ada berapa beban yang bekerja pada gelagar melintang yaitu beban mati, beban hidup lajur ‘D’. Gelagar melintang, berupa baja profil yang terletak di bawah lantai kendaraan, gunanya sebagai pemikul lantai kendaraan. Posisi melintang dibawah lantai kendaraan. Beban yang bekerja gelagar melintang adalah :

1. Beban Mati Terdiri dari berat lantai kendaraan, trotoar dan berat sendiri gelagar melintang.
2. Beban hidup Beban yang harus diperhitungkan yaitu beban “D” yang terdiri dari beban terbagi rata “q” tanpa koefisien kejut dan beban garis “P” yang harus dikalikan dengan koefisien kejut. Setelah gelagar melintang ditentukan, maka harus dikontrol terhadap tegangan dan lendutan yang terjadi. Rumus-rumus yang digunakan untuk kontrol tegangan dan lendutan adalah :

1. Lendutan

$$f_{ada} = \frac{5 \cdot Qu \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot Ix} + \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot Ix} \quad (3)$$

Dimana :

f = besar lendutan yang terjadi

q = beban mati (kg/cm)

L = panjang gelagar (cm)

Ix = momen inersia (cm⁴)

2. Besarnya lendutan maksimum akibat beban mati dan beban hidup adalah :

$$\bar{f} = \frac{1}{240} \cdot L \quad (4)$$

2.2.5 Ikatan Angin

Ikatan Angin Ikatan angin/diafragma adalah elemen struktur yang berfungsi untuk memberikan ikatan antara gelagar sehingga akan memberikan kestabilan pada masing-masing gelagar dalam arah horisontal. Pengikat tersebut dilakukan dalam bentuk pemberian stressing pada

diafragma dan gelagar sehingga dapat bekerja sebagai satu kesatuan. Selain itu agar mendapatkan kekakuan dalam arah melintang dan untuk menjaga kemungkinan geser/torsi, perlu adanya ikatan (*bracing*). Ikatan angin terdiri dari 2 yaitu :

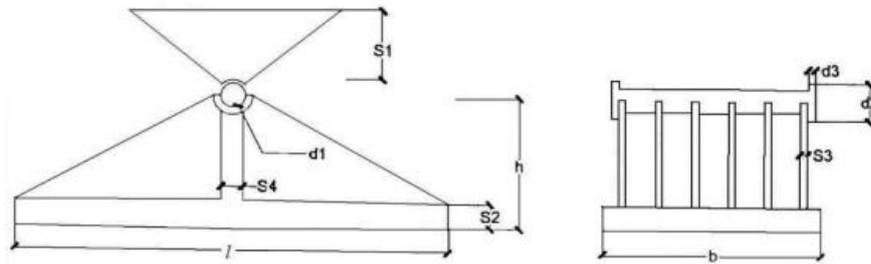
1. Ikatan angin atas yang berfungsi sebagai pengaku bidang horizontal untuk menghantarkan gaya-gaya horizontal dan menahan tekuk batang atas.
2. Ikatan angin bawah yang memiliki fungsi untuk meneruskan gaya-gaya akibat tekanan angin ke landasan dan terus ke pondasi tanah, dan fungsi lainnya untuk memberikan kekuatan pada konstruksi pada arah horizontal.

Ikatan angin dapat terletak diatas, ditengah atau dibawah. Ikatan angin yang terletak diatas disebut ikatan angin atas, yang terletak ditengah disebut ikatan angin tengah sedangkan yang terletak dibawah disebut ikatan angin bawah.

2.2.6 Konstruksi Perletakan/Landasan dan Tumpuan

Konstruksi perletakan adalah merupaka komponen utama yang berfungsi untuk mendistribusikan beban bangunan atas ke bangunan bawah. Konstruksi perletakan harus mengalihkan gaya- gaya tegak dan mendatar yang bekerja pada jembatan kepada pangkal jembatan dan pondasi. Untuk mengatasinya kedua macam gaya tersebut dapat dipasang dua macam tumpuan yaitu tumpuan rol atau sendi.

1. Perletakan Sendi



Gambar 2.3 Kontruksi Perletakan Sendi
(Sumber: Ir. H.J. Struyk, Dkk: Jembatan.)

Untuk menghitung perletakan sendi digunakan rumus- rumus sebagai berikut:

1. Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$\ell = L + 40 \quad (5)$$

Dimana:

L = Panjang jembatan (m)

ℓ = Panjang perletakan (cm)

2. Tebal Bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot P_u \cdot \ell}{b \cdot \phi \cdot f_y}} \quad (6)$$

Dimana:

P_u = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

ϕ = Faktor resistansi untuk sendi rol 0,90

$$F_y = \text{Mutu baja st 52} = 240 \text{ Mpa} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

3. Selanjutnya untuk ukuran S2, S3, h dan W dapat direcanakan dengan melihat tabel Muller Breslaw, sebagai berikut :

Tabel 2.1 Tabel Muller Breslaw

$\frac{h}{s_2}$	$\frac{h}{a \cdot s_3}$	W
3	4	$0,2222 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
4	4,2	$0,2251 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
5	4,6	$0,2286 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
6	5	$0,2315 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$

Sumber: H.J. Struyk, K.H.C.w. Van Der Veen, Soemargono, Jembatan: 249

4. Jumlah rusuk (a), maka S2 dan S3 dapat diambil dengan table diatas, dimana W adalah momen tahanan, perbandingan h/ S2 hendaknya dipilih antara 3 dan 5, tebal S4 biasanya diambil = h/6, dan S5 = h/4

$$M_{max} = \frac{1}{8} \cdot P_u \cdot \ell \rightarrow W = \frac{M_{max}}{\phi \cdot f_y} \quad (7)$$

5. Jari- Jari garis tengah sendi

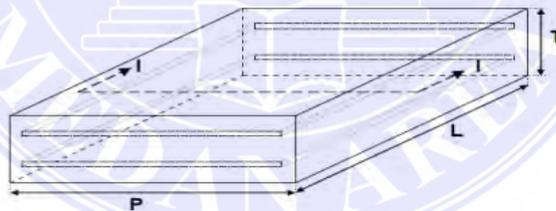
$$r = \frac{1}{2} \cdot d_1 \quad (8)$$

$$= \frac{0,8 \cdot P}{\phi \cdot f_y \cdot \ell} \quad (9)$$

2. Perancangan Bantalan Perletakan Elastomer

Perletakan elastomer merupakan material yang memiliki sifat karet asli, karet vulkanisasi, atau karet sintetis yang meregang apabila diberi tegangan dan berdeformasi secara cepat dan dapat kembali ke dimensi semula. Bantalan elastomer memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:

1. Terdiri dari dua atau lebih lapisan elastomer dan pelat baja yang bekerja secara komposit.
 2. Tipikal beban maksimum pada arah vertikal sebesar 5000 kN
 3. Membutuhkan modifikasi untuk dapat menahan gaya memanjang jembatan
 4. Membutuhkan modifikasi untuk dapat menahan gaya melintang jembatan
 5. Tipikal perpindahan maksimum sebesar 50 mm f. Memungkinkan perputaran g.
- Baik untuk menahan beban gempa sebagai peredam (*buffer*)



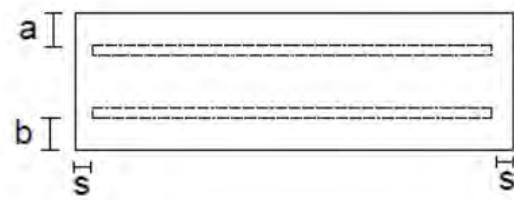
Gambar 2.4 Bantalan Elastomer
(Sumber: SNI 3967:2008)

Dimana:

P = panjang bantalan

L = lebar bantalan

T = tinggi bantalan.



Gambar 2.5 Potongan elastomer
(Sumber: SNI 3967:2008)

dimana:

a = tebal cover atas;

b = tebal cover bawah;

s = tebal cover samping.

Beban yang harus dihitung diterima oleh bantalan adalah beban hidup ditambah beban mati rencana.

3. Kontrol Elastomer

1. Faktor Bentuk

$$S = \frac{A_r}{P \cdot t_e} \quad (10)$$

Dimana :

A_r = Luas permukaan terikat

P = Keliling permukaan terikat

t_e = Tebal efektif lapisan elastomer

Syarat perletakan laminasi: $4 < S < 12$ (ok)

2. Persyaratan Perencanaan

1. Regangan geser tekan ϵ_c

$$\delta_a = \frac{H_a \cdot t}{A_r \cdot G} \quad (11)$$

$$\delta_b = \frac{H_b \cdot t}{A_r \cdot G} \quad (12)$$

Dimana :

$\delta_a = \delta_b =$ Simpangan geser max. tangensial pada permukaan tumpuan dalam arah dimensi a dan b akibat gerakan struktur dan gaya tangensial.

$A_r =$ seluruh luas daerah untuk lapis tak terikat

$G =$ modulus geser (Mpa)

$t =$ tebal total elastomer (cm)

$H_a = P$ gempa longitudinal (kg)

$H_b = P$ gempa transversal (kg)

➤ $A_{eff} =$ luas daerah efektif perletakan

$$= \left(1 - \frac{\delta_a}{a} - \frac{\delta_b}{b}\right) \quad (13)$$

Dimana :

$A =$ Seluruh luas daerah untuk lapis tak terikat

$a =$ Panjang perletakan

$b =$ lebar perletakan

$$\text{➤ } \epsilon_c = \frac{V_{max}}{3 \cdot A_{eff} \cdot G \cdot (1 + 2 \cdot S^2)} \quad (14)$$

Dimana : $\epsilon_c =$ regangan geser

$V_{max} =$ tegangan geser maksimum

A_{eff} = luas daerah efektif perletakan

$$\text{➤ } \epsilon_{sc} = 6 \cdot S \cdot \epsilon_c \quad (15)$$

Dimana :

ϵ_{sc} = regangan geser tekan

S = faktor bentuk

2. Regangan geser torsi (ϵ_{sr})

Gaya vertikal V_{max} bekerja pada pusat luasan Elastomer dan momen = 0, maka :

$$\alpha_a = \alpha_b = 0$$

$$\epsilon_{sr} = 0$$

3. Regangan geser tangensial (ϵ_{sh})

$$\epsilon_{sh} = \frac{\delta a}{t} \quad (16)$$

Dimana :

ϵ_{sh} = Regangan geser tangensial

δa = simpangan geser max. tangensial pada permukaan tumpuandalam arah dimensi a dan b akibat gerakan struktur dan gaya tangensial.

t = tebal total elastomer (cm)

- Untuk membatasi distorsi tangensial dan agar ujung perletakan menggelinding seminimum mungkin atas kecenderungan pelat baja untuk melentur, syarat yang harus dipenuhi adalah (BMS pasal 8.3.6.3) ; nilai regangan geser maksimum ijin

$$A_{eff} \geq 0,9 \cdot A_r \text{ dan } \epsilon_{sh} \leq 0,7 \quad (17)$$

- Syarat untuk menjamin bahwa regangan geser total yang berkembang tidak berlebihan berdasarkan BMS pasal 8.3.6.1 adalah :

$$\epsilon_{sh} + \epsilon_{sr} + \epsilon_{sc} \leq \frac{2,6}{\sqrt{G}} = \frac{2,6}{\sqrt{1,2}} \quad (18)$$

Dimana :

ϵ_{sh} = Regangan geser tangensial

ϵ_{sr} = Regangan geser torsi

ϵ_{sc} = Regangan geser tekan

3. Persyaratan Tegangan Rata – rata

$$\frac{V_{max}}{A_{eff}} \leq \frac{2 \cdot b \cdot G \cdot S}{3 \cdot t} \quad (19)$$

Dimana :

V_{max} = tegangan geser maksimum

A_{eff} = luas daerah efektif perletakan

b = lebar perletakan

G = modulus geser (Mpa)

S = faktor bentuk

t = tebal total elastomer (cm)

➤ Persyaratan tebal minimum pelat baja

Syarat 1:

$$t_s \geq 3 \text{ mm}$$

dimana:

t_s = tebal plat baja (mm)

Syarat 2 :

$$t_s \geq \frac{3.V_{max}.t_1}{A_r.F_y} \quad (20)$$

Dimana :

t_s = tebal plat baja (mm)

t_1 = Tebal lapisan dalam

V_{max} = tegangan geser maksimum

A_r = seluruh luas daerah untuk lapis tak terikat

F_y = tegangan leleh baja

➤ **Persyaratan penahan perletakan kombinasi beban**

$$H' < 0,1 \cdot [V_{max} + 3 A_{eff} \cdot 0,001] \quad (21)$$

Dimana:

H' = Beban gempa horizontal terbesar

V_{max} = tegangan geser maksimum

A_{eff} = luas daerah efektif perletakan

Beban Permanen :

$$\frac{V_{max}}{A_{eff}} \geq 2 \quad (22)$$

2.4 Pembebanan

Peraturan khusus untuk pembebanan jembatan di setiap negara kemungkinan akan berbeda antara negara yang satu dengan negara lainnya seperti JIS di Jepang, AASHTO di Amerika Serikat, BI di Inggris. Di Indonesia peraturan tentang pembebanan jembatan jalan raya telah dikemas dalam peraturan SNI T-02-2005. Pada perencanaan jembatan ini, semua

beban dan gaya yang bekerja pada konstruksi dihitung berdasarkan: “SNI T-02-2005.” Beban-beban yang dipakai dalam perhitungan adalah :

2.4.1 Beban Primer

Beban primer adalah beban utama dalam perhitungan tegangan perencanaan jembatan. Beban primer terdiri dari :

a. Beban Berat Sendiri

Berat sendiri adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural ditambah dengan elemen non struktural yang dianggap tetap.

Tabel 2.2 Faktor Beban untuk berat sendiri

Jangka Waktu	Faktor Beban	
Tetap	Bahan	$K \cdot U_{MS}$
	Baja, Aluminium	1,1
	Beton Pracetak	1,2
	Beton dicor ditempat	1,3
	Kayu	1,4

Sumber: Peraturan SNI T-02-2005

b. Beban Mati

Beban mati tambahan adalah berat seluruh badan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural dan mungkin besarnya berubah selama umur jembatan.

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	Kendaraan	K. ^{UMA}
Tetap	Keadaan Umum	2,4
	Keadaan Khusus	1,4

(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

Rumus-rumus yang akan digunakan untuk menghitung beban-beban

tersebut adalah sebagai berikut :

- Gelagar induk
 - Berat sendiri gelagar induk, (faktor beban = 1,1)

$$G1 = (20 + 3 \cdot L) \cdot B \cdot L$$

(20 dan 3 adalah konstan)

L = Panjang jembatan

B = Lebar jembatan
 - Berat Sendiri Gelagar Memanjang (faktor beban = 1,1)

$$G2 = (n \times G \times L \times 1,1)$$

N = jumlah gelagar Memanjang.

G = Berat per gelagar Memanjang.
 - Berat sendiri gelagar melintang, (faktor beban = 1,1)

$$G3 = (n \times G \times L \times 1,1)$$

n = jumlah gelagar melintang.

G = berat per gelagar Melintang

- Berat lantai kendaraan, (faktor beban = 1,3)

$$G4 = (t \times b \times L \times (q=2500))$$

t = tebal jalan

b = lebar jalan

- Berat lantai trotoir, (faktor beban = 1,3)

$$G5 = (t \times (q=2500) \times 2(2 \text{ buah trotoir}) \times L)$$

t = tebal trotoar

- Berat sendiri pipa sandaran, (faktor beban = 1,1)

$$G6 = (q_u \times n(\text{jumlah pipa sandaran}) \times L \times 1,1)$$

q_u = berat pipa sandaran

- Berat sendiri ikatan angin atas, (faktor beban = 1,1)

$$G7 = (n \cdot a) \times L \times a (\text{jmlh ikatan angin atas})$$

n = (jumlah ikatan angina atas)

a = lebar jembatan

- Berat sendiri ikatan angin bawah, (faktor beban = 1,1)

$$G8 = (n \cdot a) \times L \times a \times 1,1$$

n = jumlah ikatan angin bawah

a = lebar jembatan

- Berat sendiri aspal, (faktor beban = 1,3)

$$G9 = ((t=0.07) \times b \times L \times (q=2240)) \times 1,3$$

t = tebal aspal

Jadi Berat Total :

$$G^U_{total} = G1 + G2 + G3 + G4 + G5 + G6 + G7 + G8 + G9 \quad (23)$$

Beban mati yang dipikul oleh tiap gelagar induk :

$$G = \frac{G_{total}}{2} \quad (24)$$

(2 adl jmlh g. Induk kiri dan kanan)

Beban mati, yang diterima tiap titik buhul :

$$P_1 = \frac{G}{n} \quad (25)$$

n = jumlah titik buhul (setengah dari sisi ujung kiri dan kanan jadi 1 ditambah dengan simpul pada bagian tengah jadi $\frac{1}{2}+n = \text{tengah} + 1/2$)

Beban mati yang diterima tiap titik buhul tepi :

$$P_2 = \frac{P_1}{n} \quad (2 \text{ adalah jumlah titik buhul tepi}). \quad (26)$$

c. Beban Lajur “D”

Beban lajur “D” bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur “D” yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri.

Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT).

1. Beban Terbagi Rata (BTR). Beban Terbari Rata (BTR) mempunyai intensitas q dengan satuan kPa, dimana besarnya q bergantung pada panjang otal yang dibebani L sebagai berikut : $L < 30 \text{ m}$; $q = 9.0 \text{ kPa}$

$$L > 30 \text{ m} ; q = 9.0 [0.5 + 15 / L] \text{ kPa} \quad (27)$$

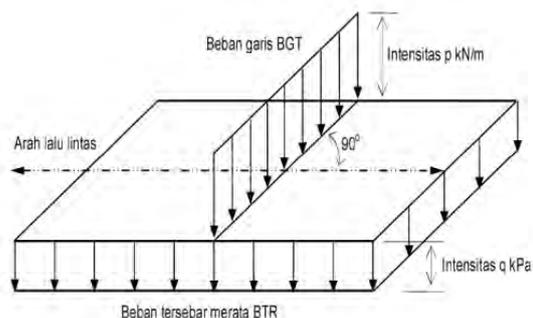
2. Beban Garis Terpusat BGT)

Beban garis BGT dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas $P = 49.0 \text{ kN/m}$. Penyebaran beban “D” pada arah melintang harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen yang maksimum Penyusunan komponen BTR dan BGT dari beban “D” pada arah melintang harus sama. Beban “D” harus ditempatkan pada dua jalur lalu lintas rencana yang berdekatan untuk lebar lebih besar Dari 5,5 m dan bekerja dengan intensitas 100% selebar 5,5 m dan sisa jalan bekerja 50 %.

Tabel 2.4 Faktor Beban lajur “D”

Jangka Waktu	Faktor Beban
Transien	1,8

(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)



Gambar 2.6 Beban Lajur “D”
(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

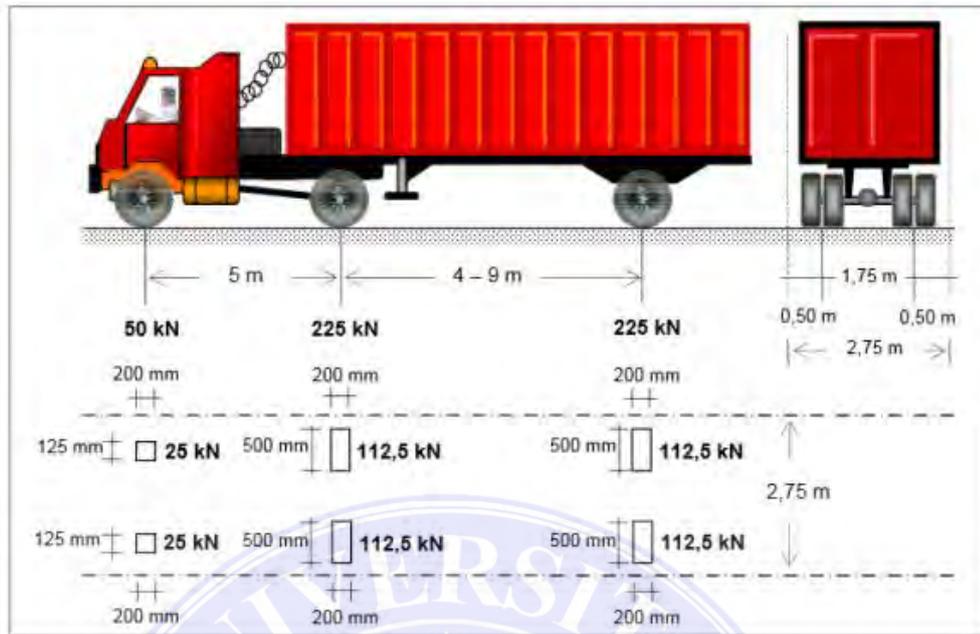
d. Beban truk “T”

Beban truk “T” adalah suatu beban kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Tiap as terdiri dari dua bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat. Ukuran-ukuran serta kedudukan seperti pada gambar diatas. Jarak antara 2 as tersebut bisa diubah-ubah antara 4.0 m sampai 9.0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

Tabel 2.5 Faktor beban untuk beban truk “T”

Jangka Waktu	Faktor Beban
Transien	1,8

(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)



Gambar 2.7 Pembebanan Truk "T"
(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

Dimana:

$$b_1 = 12,5 \text{ cm}$$

$$b_2 = 50,00 \text{ cm}$$

$$m_s = \text{muatan rencana sumbu} = 22,5 \text{ ton}$$

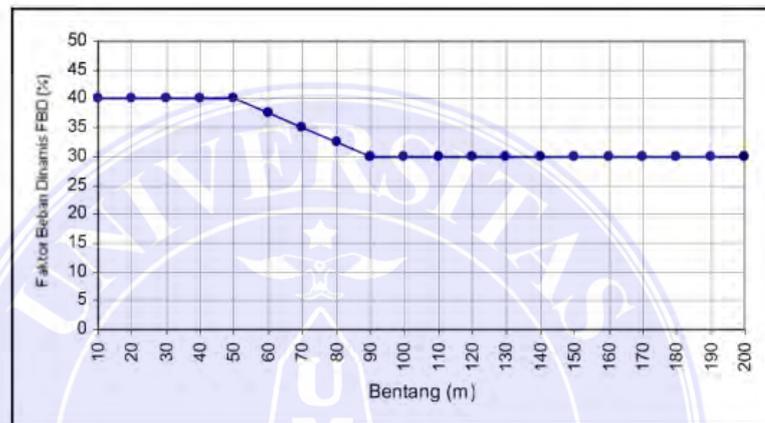
e. Faktor beban dinamis

Faktor beban dinamis (FBD) merupakan merupakan iteraksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan. Besarnya FBD tergantung pada frekuensi dasar dari suspensi kendaraan, biasanya antara 2 smpa 5 Hz untuk kendaraan berat untu kendaraan berat dan frekuensi dari getaran lentur jembatan, biasanya dinyatakan sebagai beban statis ekivalen.

Untuk beban truk "T" FBD diambil 30%. Harga FBD yang harus diperhitungkan digunakan pada seluruh bagian bangunan yang berada

diatas permukaan tanah. Untuk bagian bangunan bawah dan pondasi yang berada dibawah garis permukaan FBD yang harus diambil sebagai peralihan linier dari harga pada garis permukaan tanah sampai.

Untuk truk “T” nilai FBD adalah 0.3. Untuk “BGT” nilai FBD diberikan dalam gambar berikut :



Gambar 2.8 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan Lajur “D”
(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

f. Beban trotoar/pejalan kaki

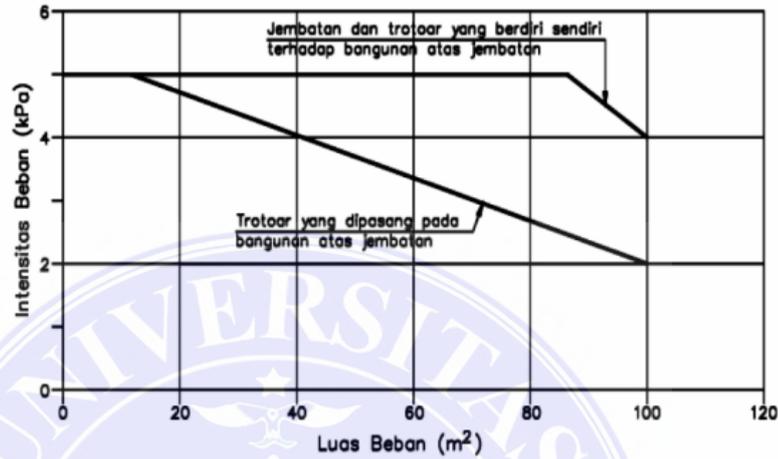
Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyebrangan yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk memikul 5 kPa = 500 kg/m².

Luas yang dibebani adalah luas yang terkait dengan elemen bangunan yang ditinjau untuk jembatan diambil secara bersamaan pada keadaan batas limit.

Apabila memungkinkan digunakan untuk kendaraan ringan atau ternak, maka trotoar harus direncanakan untuk bisa memikul beban hidup terpusat sebesar 20 KN

Jangka Waktu	Faktor Beban
Transien	1,8

(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)



Gambar 2.9 Faktor Pembebanan untuk pejalan kaki
(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

g. Gaya Sentrifugal

Jembatan yang berada pada tikungan harus memperhitungkan bekerjanya suatu gaya horizontal radial yang dianggap bekerja pada tinggi 1,8 m diatas lantai kendaraan. Gaya horizontal tersebut harus sebanding dengan beban lajur D yang dianggap ada pada semua jalur lalulintas tanpa dikalikan dengan faktor beban dinamis.

Beban lajur D tidak boleh direduksi bila panjang jembatan lebih dari 30 m. Untuk kondisi ini $q = 9\text{kPa}$. Pembebanan lalulintas 70% dan faktor pembesaran diatas 100% BGT dan BTR berlaku untuk gaya sentrifugal.

2.4.2 Beban Sekunder

Beban sekunder adalah merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan.

Yang termasuk dalam beban sekunder beban diantaranya adalah :

1. Gaya Rem

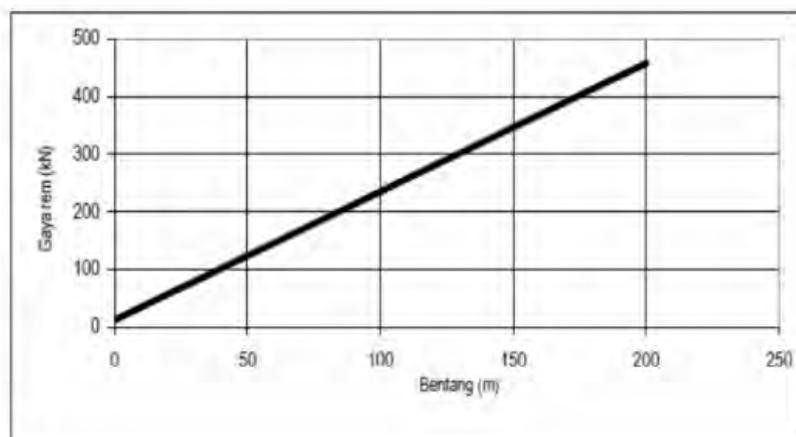
Bekerjanya gaya rem di arah memanjang jembatan akibat gaya rem dan traksi, harus ditinjau untuk kedua jurusan lalu lintas. Pengaruh ini diperhitungkan senilai 5% dari beban “D” yang dianggap ada pada semua jalur lalu lintas tanpa dikalikan dengan koefisien kejut atau faktor beban dinamis yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada, dan dalam satu jurusan. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter diatas permukaan lantai kendaraan. Beban lajur D tidak boleh direduksi bila panjang jembatan lebih dari 30 m. Untuk kondisi ini $q = 9\text{kPa}$. Pembebanan lalu lintas 70% dan faktor pembesaran diatas 100% BGT dan BTR berlaku untuk gaya rem.

Tabel 2.7 Faktor beban untuk gaya rem

Jangka Waktu	Faktor Beban
Transien	1,8

(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

Hubungan antara besar gaya rem yang diperhitungkan dengan panjang bentang jembatan digambarkan seperti ini :



Gambar 2.10 Grafik Gaya rem per lajur 2,75m
(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

2. Beban Angin

Kondisi angin pada suatu tempat merupakan beban yang akan bekerja pada struktur jembatan tertentu dan menjadi faktor yang diperhitungkan pada rencana pembebanan. Faktor beban akibat beban angin menurut SNI T-02-2005 sebesar 1,0 pada daya layan dan 1,2 pada daya ultimate. Gaya nominal ultimate dari gaya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angin rencana seperti berikut :

$$T_{ew2} = 0.0006 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b \text{ (KN)} \quad (28)$$

Dimana :

V_w = Kecepatan angin rencana (m/dt) untuk keadaan batas yang ditinjau .

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

A_b = Luasan koefisien bagian samping jembatan (m^2)

Apabila suatu kendaraan sedang berada diatas jembatan, beban garis merata tambahan arah horizontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan dengan rumus :

$$Tew_1 = 0.0012 \cdot Cw \cdot (Vw)^2 \cdot Ab \quad (29)$$

Jangka Waktu	Faktor Beban
Transien	1,2

(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

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

(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

3. Kombinasi beban

Kombinasi beban pada umumnya didasarkan pada beberapa kemungkinan tipe beban yang berbeda dari aksi yang bekerja secara bersamaan. Aksi rencana ditentukan dari aksi nominal yaitu dengan mengalikan faktor beban. Seluruh pengaruh aksi rencana harus mengambil faktor beban yang sama. Apakah itu tetap atau dikurangi. Disini paling berbahaya (maksimum) harus dijadikan acuan dalam perencanaan pembebanan.

Kombinasi pembebanan didasarkan pada batas dayan layan dan batas daya ultimit. Batas daya layan adalah kemampuan material elemen

struktur menahan beban yang bekerja. Batas layan ultimit adalah kemampuan material elemen struktur menahan beban dengan mengalikan dengan faktor beban sehingga tegangan pada material setara dengan tegangan leleh.

Kombinasi beban pada keadaan batas ultimit terdiri dari jumlah pengaruh aksi tetap dan satu pengaruh aksi sementara. Sebagai ringkasan dari kombinasi beban yang lazim diberikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2.9 Kombinasi Beban

Aksi	Kombinasi Beban						Catatan
	1	2	3	4	5	6	
Aksi Tetap	X	X	X	X	X	X	1
Berat Sendiri							
Aksi Transient	X	0	0	0			
Beban Lajur "D"							
Beban Truk "T"							
Gaya Rem	X	0	0	0	0		2
Gaya Trotoar		X					
Beban Angin	0		0	X		0	

(Sumber: Peraturan SNI T-02-2005)

Keterangan :

1. Dalam keadaan batas ultimit pada bagian tabel ini, aksi dengan tanda "X" untuk kombinasi tertentu adalah memasukan faktor harga beban ultimate penuh. Nomor dengan tanda "0" memasukkan harga yang sudah diturunkan besarnya sama dengan beban daya layan.

2. Beberapa aksi tetap berubah menurut waktu secara perlahan-lahan. Kombinasi beban untuk aksi demikian dan minimum untuk menemukan keadaan yang paling berbahaya. Tingkat keadaan batas dari gaya sentrifugal dan gaya rem tidak terjadi secara bersamaan. Untuk faktor beban ultimate terkurangi untuk beban lalu lintas vertikal kombinasi dengan gaya rem.

2.5 Teori Desain Srtuktur Baja Metode LRFD

Sifat mekanis baja struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum seperti tabel berikut :

- Tegangan leleh Tegangan leleh untuk perencanaan (f_y) tidak boleh diambil melebihi nilai yang diberikan tabel berikut.
- Tegangan putus Tegangan putus untuk perencanaan (f_u) tidak boleh diambil melebihi nilai yang diberikan tabel berikut. Sifat mekanis baja struktural

(Sumber: *Amon dkk, 1996*)

Tabel 2.10 Sifat Baja WF

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: *Amon dkk, 1996*)

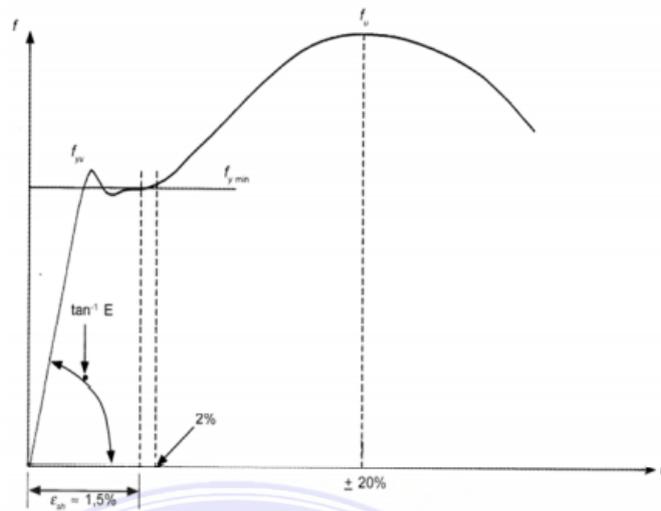
Sifat Mekanis Struktural Baja Wf dari suatu material adalah kemampuan bahanbahan tersebut untuk memberikan perlawanan ketika diberi beban pada bahan tersebut. Atau dapat kita katakan adalah sifat mekanik bahan dalam kekuatan untuk menanggung beban yang datang dari luar. Sifat penting dari baja WF adalah kekuatan tarik.

Pada saat regangan awal, dimana baja WF tidak berubah bentuk dan menyebabkan regangan pada saat beban regangan tadi dilepas, baja WF akan kembali ke bentuk aslinya. Regangan ini disebut regangan elastis karena sifat bahan masih elastis. Perbandingan antara tegangan dengan regangan dalam keadaan elastis disebut “Modulus Elastisitas/ Young Modulus”.

Ada 3 jenis tekanan yang terjadi pada baja WF, yaitu:

1. Tegangan, dimana baja masih dalam keadaan elastis;
2. Tegangan leleh, dimana baja mulai rusak/leleh; dan
3. Tegangan plastis, tegangan maksimum baja, dimana baja mencapai kekuatan maksimum.

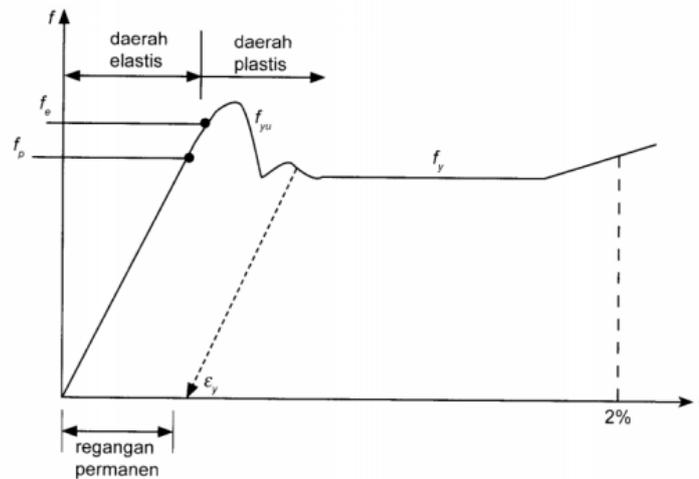
Kekerasan Baja adalah resistensi dari baja dengan jumlah kekuatan yang dapat menembus permukaan baja. Ketangguhan baja adalah hubungan antara jumlah energi yang dapat diserap oleh baja sampai baja tersebut putus. Sifat mekanis baja merupakan yang sangat penting dalam desain konstruksi. Sifat ini di peroleh dari uji tarik baja, uji melibatkan pembebanan tarik sampel baja dan bersama ini dilakukan pembebanan dan panjangnya sehingga diperoleh tegangan dan regangannya.



Gambar 2.12 Diagram Regangan Tegangan
(Sumber: Perencanaan Struktur Baja dengan Menggunakan Metode LRFD: Agus Setiawan)

Hasil uji ini di tunjukan dalam diagram regangan dan tegangan. Titik f_y (Titik Limit Perporcional) pada diagram hubungan linear antara tegangan dan regangan, apabila dilakukan pembebanan tidak melewati titik ini baja masih bersifat elastis artinya apabila beban dihilangkan maka baja masih dapat kembali keadaan semula, tetapi apa bila dibebankan terus sampai melampaui titik tersebut maka baja tidak bersifat elastis lagi melainkan bersifat plastis sehingga baja tidak dapat kembali ke keadaan sebelum pembebanan.

Ada dua filosofi yang digunakan dalam perencanaan struktur baja yaitu perencanaan berdasarkan tegangan kerja/ Allowabel Stress Design (ASD) dan perencanaan konstruksi batas/ Load And Resistance Factor Design (LRFD)



Gambar 2.13 Diagram Regangan Tegangan
(Sumber: Perencanaan Struktur Baja dengan Menggunakan Metode LRFD: Agus Setiawan)

Berdasarkan grafik tersebut maka ada beberapa hal yang mendasari penulis menerapkan metode LRFD dalam penyelesaian skripsi yaitu :

1. Rasional LRFD selalu menarik perhatian, dan menjadi suatu perangsang yang menjanjikan penggunaan bahan yang lebih ekonomis dan lebih baik untuk beberapa kombinasi beban dan konfigurasi structural. LRFD juga cenderung memberikan struktur yang lebih aman bila di bandingkan dengan ASD dalam mengkombinasikan beban-beban hidup dan mati dan memperlakukan mereka dengan cara yang sama.
2. LRFD akan memudahkan pemasukan informasi baru mengenai beban-beban dan variasi-variasi bila informasi tersebut telah diperoleh. Pengetahuan kita mengenai beban-beban beserta variasi mereka masih jauh dari mencukupi. Bila dikehendaki, pemisahan pembebanan dari resistensya akan memungkinkan perubahan yang satu tanpa perlu mempengaruhi yang lainnya.
3. Perubahan-perubahan dalam berbagai factor kelebihan beban dan faktor resistensi lebih muda dilakukan ketimbang mengubah tegangan ijin dari ASD.

4. LRFD membuat desain dalam segala macam material lebih muda dipertautkan. Variabilitas beban-beban sebenarnya tidak berkaitan dengan material yang digunakan dalam desain

2.6 Dasar Perencanaan Load Resistance Design LRFD

Suatu desain struktur harus menyediakan cadangan kekuatan yang diperlukan untuk menanggung beban layanan yakni struktur harus memiliki kemampuan terhadap kemungkinan kelebihan beban (*overload*). Kelebihan beban dapat terjadi akibat perubahan fungsi struktur dan dapat juga terjadi akibat terlalu rendahnya taksiran atas efek-efek beban yang mungkin akan terjadi. Di samping itu, harus ada kemampuan terhadap kemungkinan kekuatan material yang lebih rendah (*under strength*).

Terjadinya penyimpangan dalam dimensi batang, meskipun dapat mengakibatkan suatu batang memiliki kekuatan yang lebih rendah dibanding dengan yang telah diperhitungkan. Secara umum, persamaan untuk persyaratan keamanan dapat ditulis sebagai berikut :

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i \quad (30)$$

Dimana :

ϕ = faktor resistensi (faktor reduksi kekuatan)

R_n = kekuatan nominal (kekuatan)

Dimana ruas kiri dari persamaan tersebut mewakili resistensi, atau kekuatan dari komponen atau sistem, sedangkan sisi kanan mewakili beban yang diharapkan akan ditanggung. Pada sisi kekuatan, harga nominal resistensi R_n

dikalikan dengan faktor resistensi (reduksi kekuatan) ϕ untuk mendapatkan kekuatan design. Pada sisi beban dari persamaan diatas, berbagai faktor-faktor kelebihan beban γ ; untuk mendapatkan jumlah $\sum \gamma; Q$; dari beban-beban terfaktor. Karena struktur jembatan ini secara umum terdiri dari gaya aksial untuk rangka dan gaya lentur untuk gelagar- gelagar lantai kendaraan, maka dapat diuraikan sebagai berikut :

a. Stabilitas Batang Tarik

Berdasarkan beba tarik yang bekerja, mutu baja dan jenis profil, dapat ditentukan profil yang kuat namun cukup hemat. Proses pemilihan ukuran profil seperti dimaksudkan diatas dinamakan perencanaan batang tarik.

Perencanaan batang tarik yang baik harus ditinjau dari beberapa segi yakni:

1. Tegangan (*Stress*)

Ukuran profil harus dipilih sedemikian rupa sehingga tegangan yang terjadi kurang atau sama dengan tegangan tarik ijin. Dari perbandinga tegangan tarik ijin dapat diketahuui hemat tidaknya sebuah perencanaan. Semakin dekat dengan tegangan yang terjadi dengan tegangan ijinnya, maka perencanaan semakin ekonomis

2. Pelayanan (*Serviceability*)

Struktur tidak diperkenankan menunjukan prilaku yang mengawatirkan pemakai, misalnya defleksi yang berlebihan, bergetarnya elemen struktur oleh kendaraan yang bergetar dan sebagainya. Dalam hal ini kelangsinganya harus dibatasi.

3. Sifat Keliatan (*Ductility*)

Hal ini merupakan persyaratan yang sangat penting. Tanpa daktilitas yang baik tidak akan terjadi distribusi yang menyebabkan hitungan menjadi sederhana khususnya pada perencanaan plastis. Sifat ini diketahui dari percobaan tarik.

4. Ketahanan (*Durability*)

Ketahanan dari cuaca panas dan dingin, korosi atau suhu yang meningkat perlu diperhatikan. Khusus untuk batang tarik, stabilitas (*stability*) tidak perlu ditinjau karena baik *local buckling* maupun *torsional buckling*, tidak mungkin terjadi pada batang ini. Persyaratan keamanan struktur yang diberikan dalam LRFD

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u \quad (31)$$

Dimana:

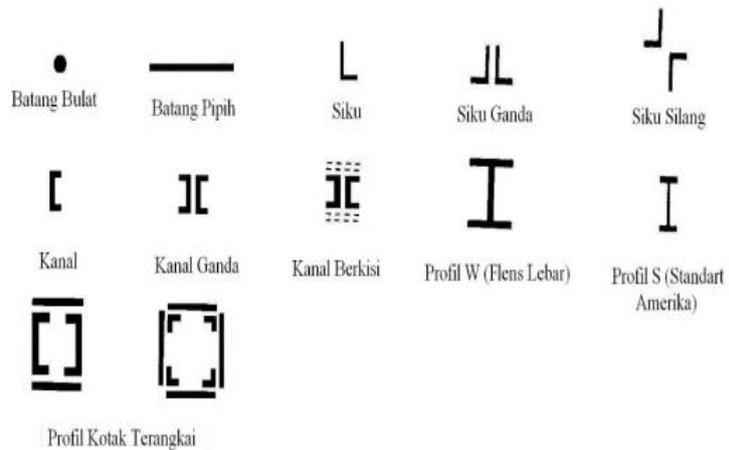
ϕ_t = faktor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

T_n = kekuatan nominal batang tarik

T_u = beban terfaktor pada batang tarik

Kekuatan desain $\phi_t \cdot T_n$ menurut LRFD lebih kecil disbanding dengan yang didasarkan pada pelelehan pada penampang bruto:

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g = 0,90 \cdot F_y \cdot A_g \quad (32)$$



Gambar 2.14 Penampang lintang batang- batang tarik
(Sumber: Perencanaan Struktur Baja dengan Menggunakan Metode LRFD: Agus Setiawan)

b. Stabilitas Batang Tekan

Batang tekan merupakan batang dari suatu rangka batang yang menerima tekan searah panjang batang. Beban yang cenderung membuat batang bertambah pendek akan menghasilkan tegangan tekan pada batang tersebut. Pada rangka batang, umumnya batan tepi atas adalah batang tekan.

Batang tekan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga menjamin stabilitasnya (tidak ada bahaya tekuk). Persyaratan kekuatan dalam desain faktor dan resistensi menurut LRFD adalah

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u \quad (33)$$

Dimana :

$\phi_c = 0,85$; faktor resistensi untuk batang tekan

P_n = kekuatan nominal batang tekan

P_u = beban layan terfaktor

Kekuatan nominal P_n dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr} \quad (34)$$

Dimana :

A_g = luas penampang bruto batang tekan

F_{cr} = tegangan kritis

Nilai F_{cr} tergantung pada parameter λ_c sebagai berikut :

i. Untuk $\lambda_c \leq 1,5$

$$F_{cr} = (0,658\lambda^2 c) F_y \quad (35)$$

ii. Untuk $\lambda_c \leq 1,5$

$$F_{cr} = \frac{(0,887)}{\lambda^2} F_y \quad (36)$$

Untuk memberikan keamanan batang dari bahaya tekuk maka LRFD memberikan spesifikasi tersendiri untuk parameter kerampingan yaitu :

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2.E}} \quad (37)$$

Dimana :

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

K = factor panjang efektif

L = panjang batang

$$r = \text{radius girasi} = \sqrt{\frac{I}{A_g}} \quad (38)$$

$$r_y = \text{radius girasi} = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} \quad (39)$$

$$r_x = \text{radius girasi} = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} \quad (40)$$

I = momen inersia

E = modulus elastisitas baja

c. Stabilitas Batang Lentur

Tegangan pada penampang bisa dihitung dengan perhitungan rumus lentur sederhana bila beban-beban bekerja pada salah satu arah utama. Bila suatu penampang yang paling tidak memiliki satu sumbu simetri dan dibebani melalui pusat gesernya sehingga mengalami momen lentur dalam arah sembarang, komponen M_{xx} dan M_{yy} pada arah utama dapat diperoleh, sehingga tegangan dihitung sebagai berikut:

$$f = \frac{M_{xx}}{S_x} = \frac{M_{yy}}{S_y} \quad (41)$$

Dimana:

f = Tegangan lentur

S = modulus elastisitas

2.7 Metode Pelaksanaan Jembatan

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

Metode pelaksanaan jembatan rangka baja dapat dibedakan menjadi 2 yaitu *Temporary Support* dan *Cantilever*. Dimana secara lebih rinci adalah sebagai berikut.

1. *Full Temporary Support*
2. *Semi Temporary Support*
3. *Full Cantilever*
4. *Semi Cantilever*

2.7.1 *Full Temporary Support*

Full Temporary Support merupakan metode jembatan rangka yang dapat diterapkan apabila kondisi sungai memungkinkan untuk dipasang perancah dengan jumlah yang banyak. Kondisi sungai yang memungkinkan untuk dipasang perancah dalam artian kedalaman sungai dapat dijangkau perancah/*temporary support*.

Pada metode *Full temporary support* setiap buhul dapat dipasang perancah.

2.7.2 *Semi Temporary Support*

Semi Temporary Support merupakan metode pelaksanaan jembatan rangka yang dapat diterapkan apabila metode *full temporary support* tidak memungkinkan untuk dilakukan.

Semi Temporary Support digunakan karena kedalaman sungai tidak memungkinkan untuk dipasang perancah, sehingga pemasangan perancah tidak pada setiap buhul akan tetapi bisa loncat dari beberapa titik sampai pada tempat yang bisa untuk dipasang perancah. Pada proses pelaksanaan setelah dipasang perancah maka dilakukan pemasangan reng per perbatang, seperti terlihat pada gambar berikut.

2.7.3 *Full Cantilever*

Full Cantilever adalah metode pelaksanaan jembatan rangka dengan menggunakan pemberat pada bagian ujung atau *counter weight*. Pada tahapan awal rangka dipasang didarat, setelah selesai pada bagian ujung ditambah beban pemberat dengan tujuan sebagai penyeimbang kantilever pada saat

ereksi. Kemudian tahapan terakhir adalah proses *erection* dimana jembatan yang telah dirangkai diluncurkan menggunakan *Link set*, seperti terlihat pada gambar berikut.

2.7.4 *Semi Cantilever*

Semi Cantilever adalah metode pelaksanaan jembatan rangka yang dapat digunakan selain *Full cantilever*.

Semi cantilever digunakan apabila bentang jembatan terlalu panjang dan kondisi sungai memungkinkan untuk dipasang perancah. Perbedaan antara kedua metode ini adalah pada penggunaan perancah dimana pada *Full cantilever* tidak menggunakan perancah akan tetapi pada gambar berikut.

Ada 4 (empat) metode yang dapat digunakan untuk pekerjaan pemasangan/ penyetelan perangkat jembatan rangka baja yaitu:

1. Pemasangan dengan cara memakai perancah.
2. Pemasangan dengan cara cantilever (pemasangan konsol sepotong demi sepotong).
3. Pemasangan dengan cara peluncuran.
 - a. Bentang tunggal.
 - b. Bentang lebih dari satu.
4. Kombinasi dari ketiga cara di atas.

2.7.5 Pelaksanaan Pemasangan Gelagar

Gelagar jembatan itu sendiri mempunyai fungsi sebagai pemikul beban bergerak (kendaraan mobil, kereta api, dan manusia). Gelagar ini dapat dibuat dari beton, baja, atau kayu. Tetapi dalam metode pelaksanaan ini membahas menggunakan gelagar beton. Penggunaan dari bentuk gelagar yang dilaksanakan sebagai pekerjaan yang ini perlu diperhitungkan kemiringan sudutnya yang diberikan dalam persamaan trigonometri. Dalam perencanaan pembangunan jembatan ini diperlukan perencanaan awal yang matang, salah satunya adalah perencanaan gelagar. Pekerjaan pemasangan gelagar dilaksanakan setelah pekerjaan pondasi jembatan selesai. Pelaksanaan pekerjaan pemasangan gelagar terdiri dari:

Menurunkan gelagar dan plat dari kendaraan truk trailer menggunakan crane. Untuk perakitan gelagar jembatan ini dibutuhkan suatu daerah persiapan yang mempunyai panjang sebesar bentang gelagar. Sebagai tambahan diperlukan pula daerah untuk menyimpan balok-balok beton yang nantinya berfungsi sebagai penopang sementara gelagar.

Kemudian dengan menggunakan crane gelagar diletakkan pada posisi memanjang di atas alat bantuan tumpuan, lalu dilakukan penyatuan gelagar, dengan menggunakan metode *stressing* atau *post tension*. Metode *stressing* dilakukan apabila kekuatan beton sudah memenuhi persyaratan sesuai dengan initial jacking force yang telah di-approval. Langkah-langkah *stressing* adalah sebagai berikut:

1. Masukkan *Strand*.
2. *Setting* angkur balok.
3. *Stressing*.
4. Potong *strand*.
5. *Grouting* dan *patcing*.
6. *Finishing*.

Metode *post tension* dilakukan dengan menggabungkan beberapa segmen balok untuk kemudian disatukan dengan menggunakan perekat lalu di-*stressing*.

1. *Install Strand* Ke Dalam *Ducting*.
2. Pemberian Epoxi pada Permukaan Segmen.
3. Proses *Stressing*.

Pekerjaan selanjutnya adalah *erection*, dengan cara meluncurkan gelagar tersebut pada posisi bentangan jembatan dengan menggunakan bantuan 2 unit crane dimana 1 crane sebagai penarik dan 1 unit crane lagi membantu mengangkat/pegangan belakang.

2.7.6 Pelaksanaan Pemasangan Diafragma

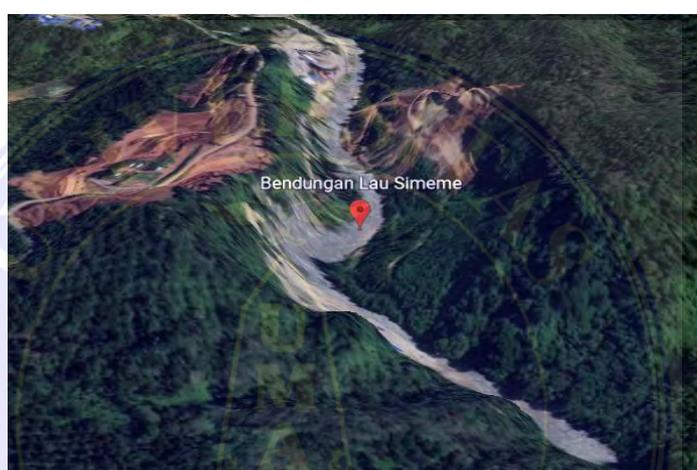
Diafragma adalah elemen struktur yang berfungsi untuk memberikan ikatan antara gelagar sehingga akan memberikan kestabilan pada masing-masing gelagar dalam arah horisontal. Pengikat tersebut dilakukan dalam bentuk pemberian *stressing* pada diafragma dan gelagar sehingga dapat bekerja sebagai satu kesatuan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi penelitian

Lokasi penelitian pembangunan bendungan Lau Simeme, terletak di Desa Kuala Dekah Kecamatan Sibiru-biru yang secara administratif terletak di Wilayah Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 3. 1 Peta lokasi bendungan lau simeme Sibiru-biru Kab. Deli Serdang

Sumber: *Google Earth*, 2022

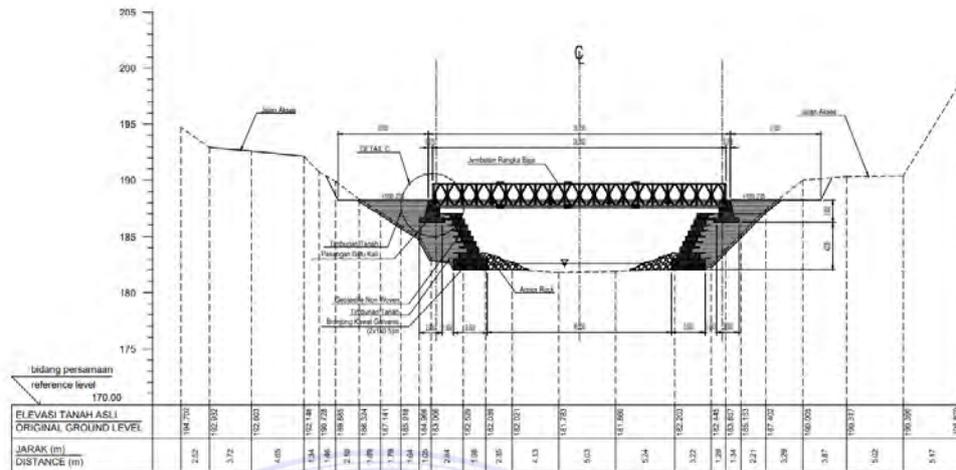
3.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan penulis hanya data sekunder. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi perusahaan berupa data bestek jembatan, data material, data beban yang bekerja sebagai berikut :

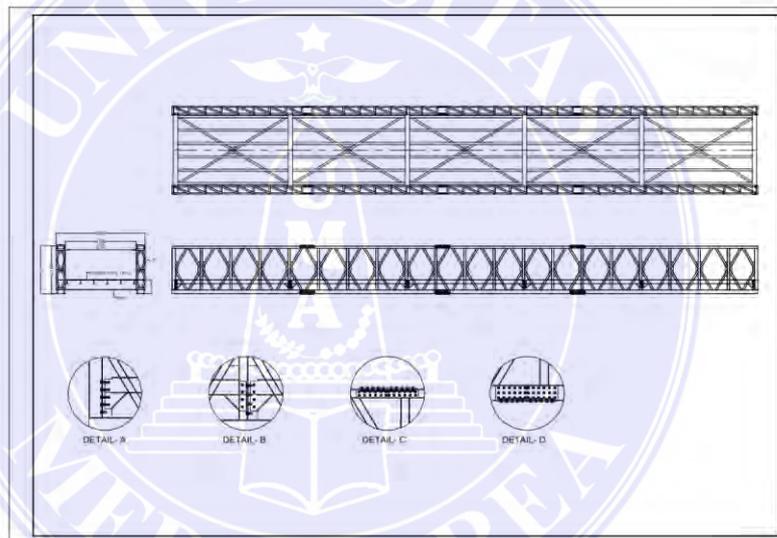
3.2.1 Data Umum

1) Data Bestek

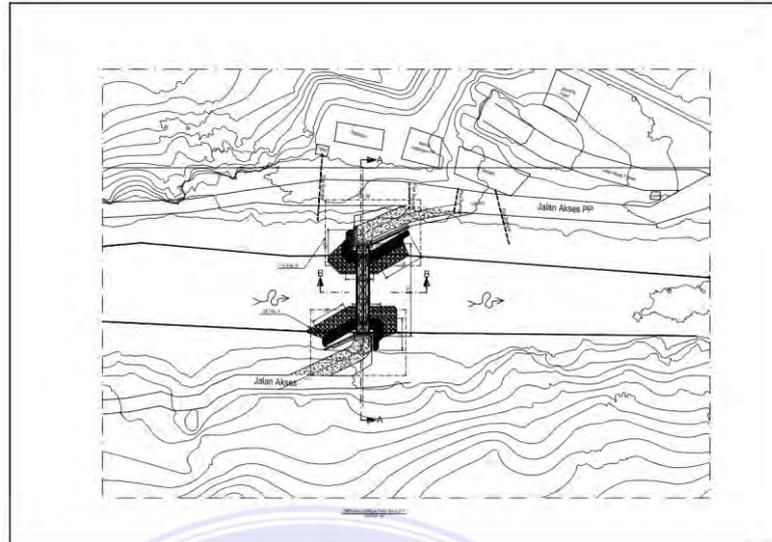
Data ini diperoleh dari proyek pembangunan jembatan Bendungan Lau Simeme Kabupaten Deli Serdang sebagai berikut :



Gambar 3.2 Data Bestek Jembatan
Sumber: Data Proyek

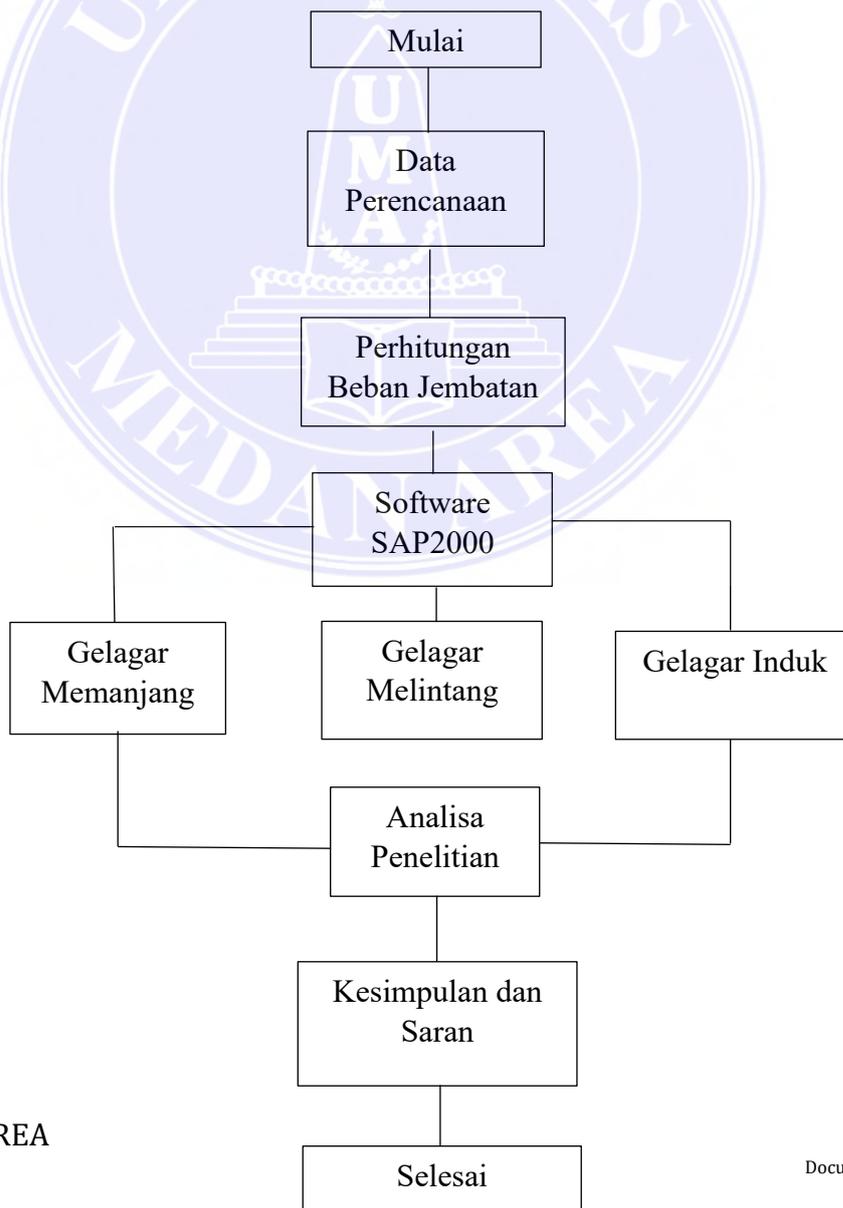


Gambar 3.3 Data Bestek Jembatan
Sumber: Data Proyek



Gambar 3.4 Denah Jembatan
Sumber: Data Proyek

3.3 Kerangka Pikir



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan

1. Faktor yang mempengaruhi jembatan tersebut ialah :

- Faktor curah hujan

Yang dimana pada lokasi penelitian tersebut memiliki curah hujan sangat tinggi jika terjadi hujan dikarenakan pada daerah tersebut terletak pada bagian dataran tinggi.

- Faktor dari alat berat

Yang dimana pada lokasi penelitian tersebut sering dilalui oleh buldozer dan juga truck yang dimana memberikan tekanan pada daerah sekitar jembatan tersebut.

2. Perhitungan yang digunakan dalam menghitung kontrol pada gelagar jembatan tersebut memakai metode LRFD dan dilanjutkan perhitungan selanjutnya ialah seperti perhitungan lendutan, penampang profil dan sejenisnya.

3. Jembatan ini dapat direncanakan menggunakan SAP2000 yang dimana berubah jembatan rangka baja sehingga dapat digunakan aplikasi software tersebut.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perencanaan yang dilakukan pada jembatan rangka dengan tipe *K-Truss* dan berdasarkan kesimpulan diatas, maka penulis memberikan saran:

1. Untuk perencanaan Jembatan rangka baja di Di Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara bisa direncanakan dengan menggunakan rangka baja tipe *K-truss* sebagai salah satu alternatif dengan alasan bahwa jembatan rangka baja tipe *K-truss* bisa memberikan hasil perencanaan yang ekonomis dan kuat
2. untuk perencanaan sambungan pada jembatan sebaiknya menggunakan metode yang lebih moderen dan pada perencanaan jembatan ini penulis memilih metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) dengan alasan metode ini adalah metode yang sering dipakai karena memiliki kelebihan (struktur lebih aman dan ekonomis) dibandingkan metode yang lain.
3. Dalam merencanakan sambungan harus dihitung dengan baik dan sesuai dengan rumus yang ditetapkan dalam metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) sehingga tidak menimbulkan kerusakan atau kegagalan pada struktur jembatan yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional, 2016. *Pembebanan untuk jembatan (SNI 1725:2016)*. Jakarta: BSN.

Badan Standarisasi Nasional, 2016. *Perencanaan jembatan terhadap beban gempa (SNI 2833:2016)*. Jakarta: BSN.

Departemen Pekerjaan Umum, 2007. *Pelatihan Ahli Perencanaan Teknis Jembatan (Bridge Design Engineer) BDE - 05 = Perencanaan Pondasi Jembatan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Badan Standarisasi Nasional, 2004. *Perencanaan struktur beton untuk jembatan (RSNI T-12-2004)*. Jakarta: BSN.

Setiawan, A., 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Jakarta: ERLANGGA.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan (SNI 2833:2008)*. Jakarta: BSN.

Badan Standarisasi Nasional, 2019. *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2019)*. Jakarta: BSN.

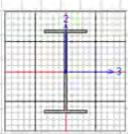
Rohayah., Abdurrahman., & Eka Purnamasari, (2018). ANALISA PEMBEBANAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETON PRATEGANG PADA JEMBATAN SULAWESI II DI BANJARMASIN MENGGUNAKAN SNI 1725:2016

LAMPIRAN

Steel Stress Check Data AISI-LRFD93

File
AISI-LRFD93 STEEL SECTION CHECK
 Combo : DSTL1
 Units : N, m, C

Units: N, m, C



Frame : 3 Design Sect: BD.250.125.6.9
 X Mid : 12.500 Design Type: Beam
 Y Mid : 4.000 Frame Type: Moment Resisting Frame
 Z Mid : 0.000 Sect Class: Compact
 Length : 5.000 Major Axis: 0.000 degrees counterclockwise from local 3
 Loc : 2.500 RLLF : 1.000

Area : 0.004 SMajor : 3.114E-04 rMajor : 0.103 AMMajor: 0.002
 IMajor : 3.893E-05 SHMinor : 4.694E-05 rMinor : 0.028 AMMinor: 0.002
 IMinor : 2.934E-06 ZMajor : 3.519E-04 E : 2.000E+11
 Ixy : 0.000 ZMinor : 7.240E-05 Fy : 31000000.00

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Pu	Mu33	Mu22	Mu2	Mu3	Tu
2.500	-6105.504	31654.167	-0.438	-6648.681	-0.666	-0.143

PNM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
	0.686	0.018	0.668	0.000	0.950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
	-6105.504	172682.432	1016118.000

MOMENT DESIGN

Moment	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	31654.167	47354.841	0.850	1.000	1.000	1.000	0.500	1.147
Minor Moment	-0.438	19645.150	0.850	1.000	1.000	1.000	1.000	

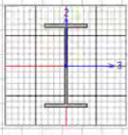
SHEAR DESIGN

Shear	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	6648.681	251100.000	0.025	OK	0.000
Minor Shear	0.666	313875.000	2.123E-06	OK	0.000

Steel Stress Check Data AISI-LRFD93

File
AISI-LRFD93 STEEL SECTION CHECK
 Combo : DSTL1
 Units : N, m, C

Units: N, m, C



Frame : 29 Design Sect: GP.200.100.5.5.8
 X Mid : 12.500 Design Type: Beam
 Y Mid : 3.000 Frame Type: Moment Resisting Frame
 Z Mid : 0.000 Sect Class: Compact
 Length : 5.000 Major Axis: 0.000 degrees counterclockwise from local 3
 Loc : 3.000 RLLF : 1.000

Area : 0.003 SMajor : 1.761E-04 rMajor : 0.082 AMMajor: 0.001
 IMajor : 1.761E-05 SHMinor : 2.672E-05 rMinor : 0.023 AMMinor: 0.001
 IMinor : 1.336E-06 ZMajor : 2.002E-04 E : 2.000E+11
 Ixy : 0.000 ZMinor : 4.139E-05 Fy : 31000000.00

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Pu	Mu33	Mu22	Mu2	Mu3	Tu
3.000	4648.887	10896.846	3.248	36.112	0.204	-0.020

PNM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
	0.571	0.003	0.567	0.000	0.950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

Axial	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
	4648.887	78627.983	728748.000

MOMENT DESIGN

Moment	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	10896.846	19216.803	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.010
Minor Moment	3.248	11181.353	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

SHEAR DESIGN

Shear	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	36.112	184100.000	0.000	OK	0.000
Minor Shear	0.204	223200.000	0.000	OK	0.000

Steel Stress Check Data AISC-LRFD93

File

AISC-LRFD93 STEEL SECTION CHECK

Combo : DSTL1

Units : N, m, C

Units: N, m, C

Frame : 23 Design Sect: GH.450.200.9.14

X Mid : 15.000 Design Type: Beam

Y Mid : 2.000 Frame Type: Moment Resisting Frame

Z Mid : 0.000 Sect Class: Compact

Length : 4.000 Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3

Loc : 0.500 RLLF : 1.000

Area : 0.009 SMajor : 0.001 rMajor : 0.185 AMajor : 0.004

IMajor : 3.226E-04 SMInor : 1.869E-04 rMInor : 0.045 AMInor : 0.005

IMInor : 1.869E-05 SMajor : 0.002 E : 2.000E+11

Ixy : 0.000 ZMInor : 2.885E-04 Fy : 310000000.00

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	FORCES	MOMENTS					
0.500	Pu	Mu33	Mu22	Uu2	Uu3	Tu	
	-7699.713	-53993.845	475.870	-4391.893	1016.736	2.559	

PHI DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation (H1-1b)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
	0.127	0.002	0.119	0.006	0.950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-7699.713	2401648.222	2622042.000

MOMENT DESIGN

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	-53993.845	452395.431	0.850	1.000	1.000	1.000	1.000	1.002
Minor Moment	475.870	78227.289	0.850	1.000	1.000	1.000	0.125	

SHEAR DESIGN

	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major Shear	4391.893	677970.000	0.006	OK	0.000
Minor Shear	1016.736	781200.000	0.001	OK	0.000





DENAH BALOK & BRACING JEMBATAN BAILEY

