

BAB 2

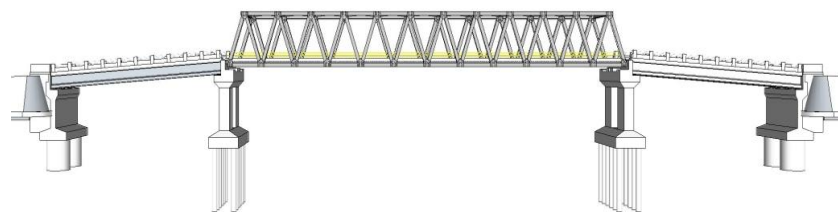
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jembatan

Jembatan rangka baja adalah jenis jembatan yang dibangun menggunakan baja, di mana elemen-elemen strukturnya saling terhubung membentuk sistem rangka yang berfungsi mendistribusikan beban yang bekerja di seluruh struktur jembatan. Seiring dengan kemajuan teknologi dan kebutuhan konstruksi, jembatan rangka baja telah dirancang dalam berbagai bentuk dan konfigurasi.

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007:16), jembatan adalah struktur yang memungkinkan jalan melintasi rintangan fisik seperti sungai, jalur air, lembah, atau jalan lain dengan perbedaan elevasi. Secara umum, fungsi utama jembatan adalah untuk memastikan kelancaran arus lalu lintas. Oleh karena itu, proses perencanaan dan perancangan memerlukan pertimbangan berbagai aspek, termasuk kebutuhan transportasi, persyaratan teknis, serta nilai estetika dan arsitektur. Ketiga aspek tersebut meliputi: aspek lalu lintas, aspek teknis, dan aspek estetika.

Pada mulanya jembatan hanya dipakai untuk menghubungkan dua tempat terpisah dengan jarak yang relatif pendek. Seiring dengan perkembangannya, jembatan dapat dipakai untuk menghubungkan tempat terpisah pada jarak yang berjauhan bahkan sampai menyeberangi laut. Dengan demikian meningkatnya teknologi dan fasilitas pendukung seperti komputer, bentangan bukan merupakan kendala lagi. Jembatan merupakan suatu infrastruktur yang dapat menyatukan daerah/tempat yang terpisah. Jembatan tipe Warren murni merupakan tipe jembatan rangka baja yang umum digunakan, dimana jembatan ini memiliki tiga komponen yang saling membentuk segitiga sama sisi (DR. Ir. Bambang Supriyadi dan Agus Setyo Muntohar, ST., 2007 : 18).



Gambar 2. 1 Jembatan Tipe Warren Truss
(Sumber : Kreteria Perencanaan Jembatan dan Pembebanan hal 3)



2.2 Kreteria Desain Jembatan

Kriteria desain menjelaskan secara singkat mengenai peraturan-peraturan, standar-standar yang digunakan, asumsi pembebanan, jenis dan mutu bahan/material struktur, sistem struktur atas dan struktur bawah/pondasi, analisa/modelisasi struktur, anggapan-anggapan yang digunakan.

2.2.1 Prinsip-Prinsip Perencanaan

Suatu jembatan yang baik adalah jembatan yang memiliki atau telah memenuhi kriteria kriteria desain yang menjadi dasar dari pembuatan sebuah jembatan. Jembatan direncanakan untuk mudah dilaksanakan serta memberikan manfaat bagi pengguna lalu lintas sesuai dengan pokok-pokok perencanaan :

- Kekuatan dan Stabilitas Struktur** : Unsur-unsur tersendiri harus mempunyai kekuatan memadai untuk menahan beban ULS (Ultimate Limit State) - keadaan batas ultimate, dan struktur sebagai kesatuan keseluruhan harus berada stabil pada pembebanan tersebut. Beban ULS didefinisikan sebagai beban yang mempunyai 5% kemungkinan terlampaui selama umur struktur rencana.
- Kenyaman dan Keamanan** : Bangunan bawah dan pondasi jembatan harus berada tetap dalam keadaan layan pada beban SLS (Serviceability Limit State) - keadaan batas kelayanan. Hal ini berarti bahwa struktur tidak boleh mengalami retakan, lendutan atau getaran sedemikian sehingga masyarakat menjadi khawatir atau jembatan menjadi tidak layak untuk penggunaan atau mempunyai pengurangan berarti dalam umur kelayanan. Pengaruh-pengaruh tersebut tidak diperiksa untuk beban ULS (Ultimate Limit State), tetapi untuk beban SLS (Serviceability Limit State) yang lebih kecil dan lebih sering terjadi dan didefinisikan sebagai beban-beban yang mempunyai 5% kemungkinan terlampaui dalam satu tahun.
- Kemudahan (pelaksanaan dan pemeliharaan)** : Pemilihan rencana harus mudah dilaksanakan. Rencana yang sulit dilaksanakan dapat menyebabkan pengunduran tak terduga dalam proyek dan peningkatan biaya, sehingga harus dihindari sedapat mungkin.
- Ekonomis** :Rencana termurah sesuai pendanaan dan pokok-pokok rencana lainnya adalah umumnya terpilih. Penekanan harus diberikan pada biaya umur total struktur yang mencakup biaya pemeliharaan, dan tidak hanya pada biaya permulaan konstruksi.



- e. Keawetan dan kelayakan jangka panjang : Bahan struktural yang dipilih harus sesuai dengan lingkungan, misalnya jembatan rangka baja yang digalvanisasi tidak merupakan bahan terbaik untuk penggunaan dalam lingkungan laut agresif garam yang dekat pantai.

2.2.2 Parameter Perencanaan

Dalam merencanakan jembatan dibutuhkan parameter untuk dapat menentukan tipe bangunan atas, bangunan bawah dan pondasi, lokasi/letak jembatan, material.

2.2.2.1 Umur Rencana Jembatan

Umur rencana jembatan standar adalah 50 tahun dan jembatan khusus adalah 100 tahun. Umur rencana untuk jembatan permanen minimal 50 tahun. Umur rencana dipengaruhi oleh material/bahan jembatan dan aksi lingkungan yang mempengaruhi jembatan. Jembatan dengan umur rencana lebih panjang harus direncanakan untuk aksi yang mempunyai periode ulang lebih panjang.

Tabel 2. 1 Hubungan antara periode ulang dengan umur rencana

No	Umur Rencana	Periode Ulang (Tahun)	
		Keadaan Batas Layan	Keadaan Batas Ultimate
1	50	20	1000
2	100	20	2000

(Sumber : Kriteria Perencanaan Jembatan dan Pembebanan Hal.3)

2.2.2.2 Geometrik

Lebar jembatan ditentukan berdasarkan kebutuhan kendaraan yang lewat setiap jam, makin ramai kendaraan yang lewat maka diperlukan lebar jembatan lebih besar.

Tabel 2.2 Penentuan Lebar Jembatan

LHR	Lebar Jembatan (m)	Jumlah Jalur
LHR < 2000	3,5-4,5	1
2000 < LHR < 3000	4,5-6,0	2
3000 < LHR < 8000	6,0-7,0	2
8000 < LHR < 20000	7,0-14,0	4
LHR > 20000	> 14,0	> 4

(Sumber : Kriteria Perencanaan Jembatan dan Pembebanan Hal.3)

Untuk memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jembatan, maka lebar lantai jembatan ditentukan sebagai berikut:



- Lebar jembatan minimum jalan nasional kelas A adalah $l+7+ l$ meter
- Kelas B = $0,5 + 6,0 + 0,5$ meter
- Tidak boleh lebih kecil dari lebar jalan.
- Memenuhi standar lebar lajur lalu lintas sebesar n (2,75 - 3,50) m, dimana n = jumlah lajur lalu lintas.

2.2.2.3 Kemiringan Oprit Jembatan

Kemiringan melintang lantai jembatan adalah 2%. Kemiringan memanjang jembatan adalah tanjakan atau turunan pada saat melalui jembatan. Perbandingan kemiringan dari tanjakan serta turunan tersebut disyaratkan sebagai berikut:

- Perbandingan 1 : 30 untuk kecepatan kendaraan > 90 km/jam
- Perbandingan 1 : 20 untuk kecepatan kendaraan 60 s/d 90 km/jam
- Perbandingan 1 : 10 untuk kecepatan kendaraan < 60 km/jam

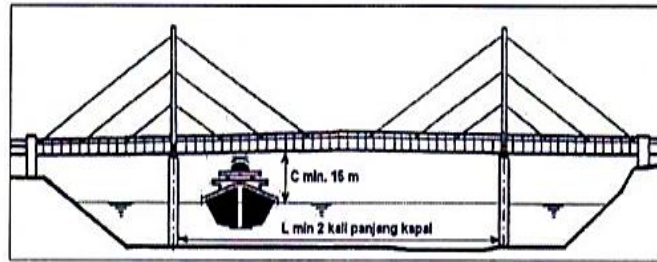
Jembatan pada ruas jalan nasional dengan kemiringan memanjang jembatan maksimum adalah 1 : 20 atau 5%. Ketentuan tersebut di atas menyatakan bahwa semakin besar kecepatan kendaraan, maka semakin landai pula tanjakan atau turunan yang diberikan pada jembatan. Hal ini memang diberikan dengan tujuan agar pada saat kendaraan akan masuk ke badan Jembatan kendaraan tersebut tidak "jumping", yang secara otomatis akan memberikan beban kejut tumbukan vertikal pada struktur jembatan. Struktur Jembatan tidak diperhitungkan terhadap beban tumbukan akibat jumping kendaraan.

2.2.2.4 Ruang Bebas Vertikal dan Horizotal

Ruang bebas adalah jarak jagaan yang diberikan untuk menghindari rusaknya struktur atas jembatan karena adanya tumbukan dari benda-benda hanyutan atau benda yang lewat di bawah jembatan. Clearance (ruang bebas) vertikal diukur dari permukaan air banjir sampai batas paling bawah struktur atas jembatan. Besarnya clearance bervariasi, tergantung dari jenis sungai dan benda yang ada di bawah jembatan. Nilai ruang bebas di bawah jembatan ditentukan sebagai berikut: $C = 0,5$ m ; untuk jembatan di atas sungai pengairan $C = 1,0$ m ; untuk sungai alam yang tidak membawa hanyutan. $C = 1,5$ m ; untuk sungai alam yang membawa hanyutan ketika banjir $C = 2,5$ m ; untuk sungai alam yang tidak diketahui kondisinya. $C = 5,1$ m ; untuk jembatan jalan layang. $C \geq 15$ m; untuk jembatan di atas laut dan di atas sungai yang digunakan untuk alur

pelayaran. jenis sungainya, jalan : 5 m, laut 15 m). Horizontal clearance ditentukan berdasarkan kemudahan navigasi kapal ditentukan US Guide Specification, horizontal clearance minimum adalah :

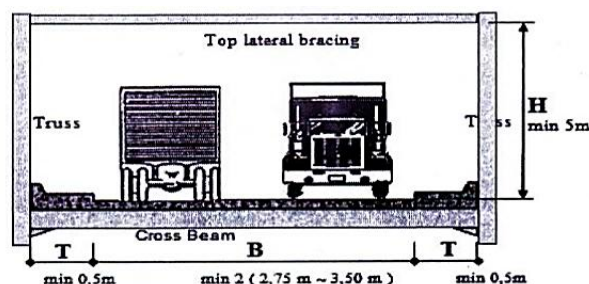
- 3 kali panjang kapal rencana, atau
- kali lebih besar dari lebar channel



Gambar 2. 2 Clearance pada Jembatan
 (Sumber : Kriteria Perencanaan Jembatan dan Pembebanan Hal.5)

2.2.2.5 Tinggi Jembatan

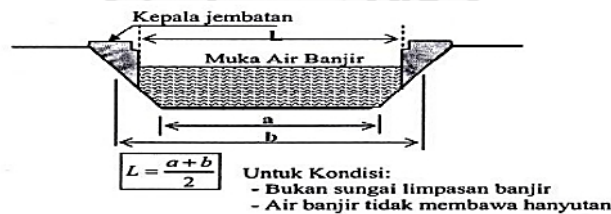
Pemberian syarat bidang datar dari permukaan jalan yang menghubungkan antara jalan dengan jembatan dilakukan untuk meredam energi akibat tumbukan dari kendaraan yang akan melewati jembatan. Bila hal ini tidak diberikan, dikhawatirkan akan berakibat pada rusaknya struktur secara perlahan-lahan akibat dari tumbukan kendaraan-kendaraan terutama kendaraan berat seperti truk atau kendaraan berat lainnya. Energi kejut yang diberikan pada struktur akan meruntuhkan struktur atas, seperti gelagar dan juga lantai kendaraan. Tentu saja untuk mengurangnya maka diberikan jarak berupa jalan yang datar mulai dari kepala jembatan sejauh minimum 5 meter ke arah jalan yang diberi struktur pelat injak untuk pembebanan peralihan dari jalan ke jembatan.



Gambar 2. 3 Porongan melintang Jembatan
 (Sumber : Kriteria Perencanaan Jembatan dan Pembebanan Hal.6)

2.2.2.6 Penentuan Bentang

Ada 2 (dua) cara dalam menentukan bentang dalam pembangunan jembatan, yaitu untuk sungai yang merupakan limpasan banjir dan sungai yang bukan limpasan banjir. Hal tersebut dilakukan karena berdasar pada apakah alur sungai itu akan membawa hanyutan-hanyutan berupa material dari banjir dari suatu kawasan, atau sungai tersebut hanyalah digunakan sebagai aliran sungai biasa yang tentunya tidak membawa hanyutan-hanyutan besar dari banjir. Material-material yang dibawa pada saat banjir sangat beraneka ragam tentunya, baik jenis maupun ukurannya sangatlah bervariasi. Oleh sebab itu, pada sungai yang dijadikan limpasan banjir penentuan bentang akan sedikit lebih panjang dibandingkan dengan sungai yang bukan limpasan banjir.



Gambar 2.7. Bentang jembatan untuk bukan sungai limpasan



Gambar 2. 4 Bentang Jembatan Untuk Sungai Limpasan Banjir

(Sumber : Kriteria Perencanaan Jembatan dan Pembebanan Hal.3)

2.3 Pembebanan

Dalam perancangan jembatan ini, semua beban dan gaya yang bekerja pada struktur dianalisis dan dihitung sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1725:2016 tentang Pembebanan Jembatan. Jenis beban yang digunakan dalam perhitungan meliputi:

Tabel 2.3 ringkasan aksi-aksi rencana

Pasal No	Aksi		Lamanya Waktu	Faktor Beban Pada Keadaan Bebas		
	Nama	Simbol		Daya Layan	Ultimit	
					Normal	Terkurangi
5.2	Beban Sendiri	Pms	Tetap	1,0	*(3)	*(3)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

5.3	Beban Mati Tambahan	Pma	Tetap	1,0/1,3	2,0/1,4	0,7/0,8
5.4	Penyusutan & Rangkak	Psr	Tetap	1	1	N/A
5.5	Prategang	Prp	Tetap	1	1	N/A
5.6	Tekanan Tanah	Pta	Tetap	1	*(3)	*(3)
5.7	Beban Pelaksanaan Tetap	Ppl	Tetap	1	1,25	0,8
6.3	Beban Lalu Lintas "D"	Ttd	Tran	1	1,8	N/A
6.4	Beban Truk "T"	Ttt	Tran	1	1,8	N/A
6.7	Gaya Rem	Ttb	Tran	1	1,8	N/A
6.8	Gaya Sentrifugal	Ttr	Tran	1	1,8	N/A
6.9	Beban trotoar	Ttp	Tran	1	1,8	N/A
6.10	Beban Tumbukan	Ttc	Tran	*(3)	*(3)	N/A
7.2	Penurunan	Pes	Tetap	1	N/A	N/A
7.3	Temperatur	Tet	Tran	1	1,2	0,8
7.4	Aliran / Benda Hanyut	Ter	Tran	1	*(3)	N/A
7.5	Hidro / Daya Apung	Teu	Tran	1	1	1
7.6	Angin	Tew	Tran	1	1,2	N/A
7.7	Gempa	Teq	Tran	N/A	1	N/A



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 Universitas Islam Indragiri

8.1	Gesekan	Tiv	Tran	1	1,3	0,8
8.2	Getaran	Tvi	Tran	1	N/A	N/A
8.3	Pelaksanaan	Tcl	Tran	*(3)	*(3)	*(3)

(Sumber : SNI 1725 -2016; hal : 14)

2.3.1 Beban Primer

Beban primer adalah beban utama yang digunakan sebagai dasar perhitungan tegangan dalam desain struktur jembatan. Beban-beban ini terdiri dari:

2.3.1.1 Beban Berat Sendiri

Adapun beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau.

Tabel 2. 4 Faktor Beban Sendiri

Jangka Waktu	Faktor Beban		
	Bahan	$K U; MS;$	
		Biasa	Terkurang
Tetap	Baja Aluminium	1,1	0,9
	Beton Pracetak	1,2	0,85
	Beton di cor ditempat	1,3	0,75
	Kayu	1,4	0,7

(Sumber : SNI 1725 -2016; hal : 14)

2.3.1.2 Beban Mati

Beban mati tambahan mengacu pada berat total elemen non-struktural yang berkontribusi terhadap beban pada jembatan. Beban ini tidak permanen dan dapat berubah selama masa pakai jembatan..

Tabel 2. 5 Berat isi untuk beban mati

No	Bahan	Berat/Satuan Isi (kN/m^3)	Kerapatan massa (kg/m^3)
1	Campuran aluminium	26,7	2720
2	Lapisan permukaan beraspal	22,0	2240
3	Besi Tuang	71,0	2700
4	Timbunan tanah dipadatkan	17,2	760
5	Kerikil dipadatkan	18,2-22,7	1920-2320
6	Aspal Beton	22,0	2244



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

7	Beton Ringan	12,25-19,6	1250-2000
8	Beton	22,0-25,6	2240-2560
9	Beton Prategang	25,0-26,0	2560-2640
10	Beton Betulang	23,5-25,5	2400-2600
11	Timbal	111	11400
12	Lempung Lepas	12,5	1280
13	Batu Pasang	23,5	2400
14	Neoprin	11,3	1150
15	Pasir Kering	16,7-17,2	1600-1760
16	Pasir Basah	18,0-18,8	18,0-18,8
17	Lumpur Lunak	17,2	1760
18	Baja	77,0	7850
19	Kayu Ringan	7,8	800
20	Kayu Keras	11	1120
21	Air murni	9,8	1000
22	Air Garam	10,0	1025
23	Besi tempa	75,5	7680

(Sumber : RSNI T-02-2005, hal :11)

2.3.1.3 Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas adalah beban yang dihasilkan oleh kendaraan yang disalurkan ke perkerasan jalan melalui interaksi antara permukaan ban dan permukaan jalan. Beban ini bersifat dinamis dan terjadi berulang kali sepanjang umur jalan..

a. Beban Lajur “TD”

Berdasarkan ketentuan dalam SNI 1725:2016, beban lajur jenis “TD” merupakan gabungan antara beban merata (BTR) dan beban terpusat (BGT).

Tabel 2. 6 Faktor Beban lajur “TD”

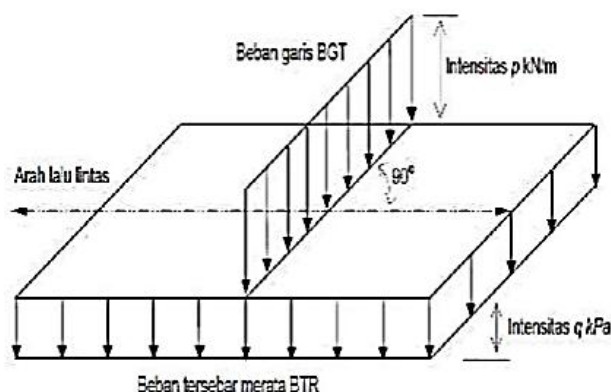
Jangka Waktu	Faktor Beban	
	Ys;:TD	Yu;:TD
Transien	1,0	1,8

(Sumber : SNI 1725-2016;hal : 39)

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2. 5 Beban lajur “D”
(Sumber : SNI 1725-2016; hal : 39)

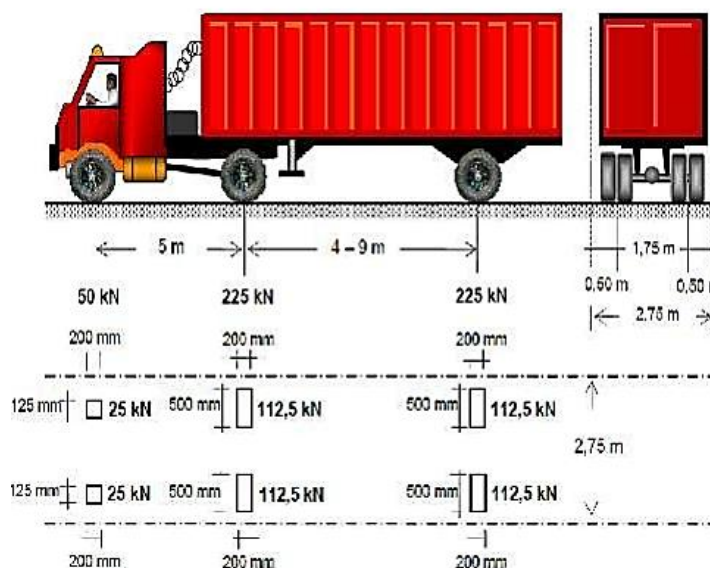
b. Beban Lajur “TT”

Merujuk pada SNI 1725:2016, pemuatan truk tipe “TT” dilakukan dengan mendistribusikan beban dari masing-masing as roda menjadi dua beban yang terdistribusi merata dan besarnya sama. Jarak antar ketiga as roda dapat divariasikan antara 4,0 meter dan 9,0 meter, untuk mendapatkan dampak maksimum pada struktur jembatan dalam arah memanjang.

Tabel 2.7 Faktor Beban lajur “T”

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	Ks;:TT	Ku;:TT
Transien	1,0	1,8

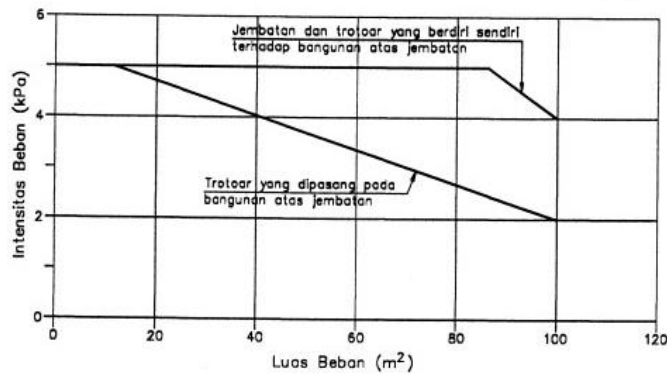
(Sumber : SNI 1725-2016, hal: 41)



Gambar 2. 6 Pembebanan Truk “TT” (500 kN)
(Sumber : SNI 1725-2016, hal:41)

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

c. Beban Pejalan Kaki (TP)



Gambar 2. 7 Beban Pejalan Kaki
(Sumber : SNI 1725-2016, hal:46)

Semua komponen trotoar yang lebih lebar dari 500 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 trotoar dapat dinaiki maka beban pejalan kaki tidak perlu dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban 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 dipertimbangkan.

Tabel 2. 8 Faktor Beban Pejalan Kaki

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	Ks::TP;	K u::TP
Transien	1,0	1,8

(Sumber : SNI 1725-2016, hal:46)

d. Gaya Rem

Pengaruh gaya longitudinal di sepanjang jembatan akibat gaya pengereman perlu dipertimbangkan secara cermat. Gaya ini dihitung sebesar 5% dari beban mati (beban "D") tanpa memperhitungkan koefisien kejut, yang berlaku untuk semua lajur lalu lintas dalam satu arah, dan 25% dari berat truk rencana. Gaya pengereman diasumsikan bekerja secara horizontal sepanjang sumbu jembatan dengan titik penerapan pada ketinggian 1,80 meter di atas permukaan lantai kendaraan. Beban lajur tipe D tidak berkurang jika bentang jembatan melebihi 30 meter, dengan menggunakan rumus: $q = 9\text{kPa}$



Tabel 2. 9 Faktor Beban akibat gaya rem

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	Ks;:TB	Ku;:TB
Transien	1,0	1,8

(Sumber : SNI 1725-2016, hal:46)

2.3.2 Beban Sekunder

Beban sekunder adalah beban sementara yang secara konsisten diperhitungkan dalam analisis tegangan untuk setiap desain struktur jembatan. Beberapa jenis beban yang termasuk dalam kategori beban sekunder meliputi:

2.3.2.1 Beban Gempa

Desain jembatan harus meminimalkan kemungkinan keruntuhan akibat gempa bumi, meskipun kerusakan signifikan dan gangguan pada fungsi layanan masih mungkin terjadi. Dalam beberapa keadaan, penggantian sebagian atau seluruh elemen struktur mungkin diperlukan. Tingkat kinerja yang lebih tinggi, seperti kinerja operasional pascagempa bumi, dapat ditentukan oleh otoritas yang berwenang.

Gaya seismik dihitung sebagai gaya horizontal yang diperoleh dari perkalian koefisien respons elastis (C_{sm}) dan berat struktur ekuivalen, yang kemudian dimodifikasi oleh faktor modifikasi respons (R_d), sebagai berikut:

$$E_Q = \frac{C_{SM}}{R_D} \times W_t$$

Dimana:

E_Q adalah gaya gempa horizontal statis (kg)

C_{sm} adalah koefisien respons gempa elastis

R_d adalah faktor modifikasi respons

W_t adalah berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kg)

Koefisien respons elastis (C_{sm}) diperoleh melalui analisis peta percepatan batuan dasar dan spektrum percepatan yang relevan dengan wilayah gempa dan periode perulangan gempa yang direncanakan. Koefisien percepatan yang dihasilkan dari peta gempa kemudian dikalikan dengan faktor amplifikasi yang memperhitungkan kondisi tanah hingga kedalaman 30 meter di bawah struktur jembatan.



2.3.2.2 Beban Angin

Gaya nominal maksimum yang timbul akibat beban layanan jembatan akibat pengaruh angin bergantung pada kecepatan angin desain, yang dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 2. 10 Faktor beban angin

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	Ks;:EW	Ku;:EW
Transien	1,0	1,2

(Sumber : SNI 1725-2016, hal:56)

- a. Gaya nominal ultimit dan daya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angin rencana yang dijelaskan sebagai berikut:

$$TEW = 0,0006 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan pengertian :

V_w adalah Kecepatan angin rencana (m/s)

C_w adalah koefisien seret

A_b adalah luas koefisien bagian samping jembatan (m^2)

- b. Untuk jembatan rangka luas ekivalen ini dianggap 30 % dari luas yang dibatasi oleh batang-batang bagian terluar

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

$$TEW = 0,0006 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan pengertian = 1,2

Tabel 2. 11 Koefisien seret C_w

Tipe Jembatan	C_w
Bangunan Atas Masif	
b/d=1,0	2.1
b/d = 2	1.5
b/d >= 6	1.25
Bangunan Atas Rangka	1.2



Catatan :

b= Lebar Keseluruhan Jembatan di hitung dari sisi luar sandaran

d= Tinggi Bangunan atas,termasuk tinggi bagian sandaran yang masif

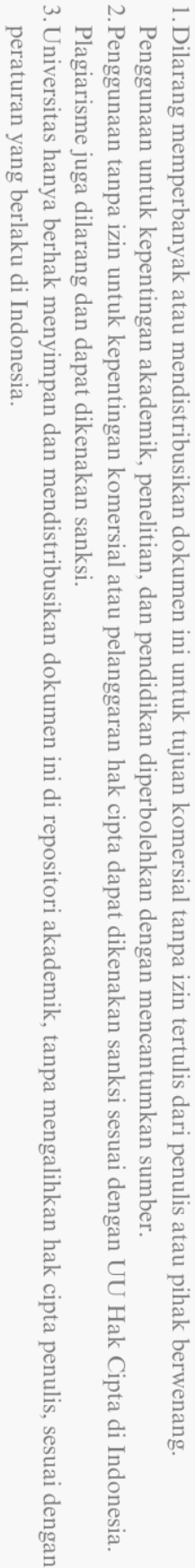
(Sumber : SNI 1725-2016, hal:56)

2.3.2.3 Kombinasi Beban

Kombinasi beban pada kondisi batas ultimit terdiri dari jumlah efek aksi permanen dan satu jenis aksi sementara. Ringkasan kombinasi beban yang umum digunakan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. 12 Kombinasi Beban Umum dan Ultimit

Aksi	Kelayanan						Ultimit					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Aksi Permanen :												
-Berat Sendiri												
-Beban Mati												
Tambahan												
-Susut rangkai												
- Pratekan	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- Pengaruh beban tetap pelaksanaan												
- Tekanan tanah												
- Penurunan												
Aksi Transien :												
Beban "D"	x	o	o	o	o		x	o	o	o	o	
Beban "T"												
Gaya Rem	x	o	o	o	o			x				
Beban Pejalan Kaki		x							x			
Gesekan Perletakan	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o		o
Pengaruh Suhu	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o		o
Aliran / Hanyutan	o		o	x	o	o	o		x	o		o
Beban Angin			o	o	x	o	o		o	x		o
Aksi Khusus :												



(Sumber SNI 1725-2016,hal 11)

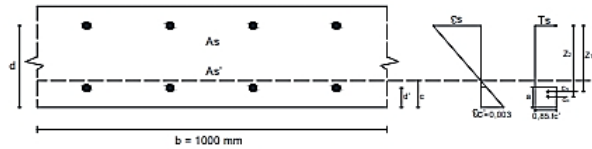
- a. Dalam kondisi batas kemampuan layan yang tercantum dalam tabel ini, tindakan yang ditandai dengan "X" untuk kombinasi tertentu dimasukkan menggunakan faktor beban kemampuan layan penuh. Tindakan yang ditandai dengan "0" dimasukkan dengan faktor beban kemampuan layan yang dikurangi.
- b. Dalam kondisi batas ultimit yang tercantum dalam tabel ini, tindakan yang ditandai dengan "X" untuk kombinasi tertentu dimasukkan menggunakan faktor beban ultimit penuh. Tindakan yang ditandai dengan "0" dimasukkan dengan nilai yang dikurangi sama dengan beban kemampuan layan.
- c. Beberapa tindakan terus berubah secara bertahap seiring waktu. Oleh karena itu, kombinasi beban untuk tindakan-tindakan ini harus dianalisis menggunakan nilai desain maksimum dan minimum untuk menentukan dampak yang paling kritis..

Struktur atas jembatan merupakan komponen yang secara langsung menerima beban dari lalu lintas kendaraan, beban pejalan kaki, dan beban mati, kemudian menyalurkan beban tersebut ke struktur bawah jembatan.

Pelat dek kendaraan merupakan elemen jembatan yang memberikan tumpuan langsung bagi kendaraan yang melintas. Dalam proposal tesis ini, pelat dek kendaraan direncanakan terbuat dari beton. Sebagai komponen yang berfungsi sebagai permukaan jalan jembatan, pelat dek harus memiliki ketebalan minimum (t_s) yang memenuhi persyaratan berikut: $t_s \geq 200 \text{ mm}$.

a. Beban pada pelat lantai terdiri dari beban mati, yang meliputi berat aspal, berat pelat lantai, dan berat air hujan; dari beban-beban ini diperoleh nilai QDLult. Sementara itu, beban hidup berasal dari kendaraan yang bergerak, terutama beban truk (T).

- b. Beban pada trotoar meliputi beban mati, yang terdiri dari berat lapisan trotoar, berat struktur trotoar itu sendiri, dan berat air hujan. Sementara itu, beban hidup meliputi beban yang timbul dari aktivitas pejalan kaki. Penulangan plat lantai kendaraan dan Trotoar.



Gambar 2. 8 Tulangan Rangkap pada plat lantai
(Sumber : Akh.Taufik, Perencanaan struktur atas Jembatan Baja hal, 23)

Dimana :

d = tebal plat lantai – selimut beton – $\frac{1}{2}$ D tulangan

$A_s = (1/4 \times \pi \times D^2 \times b) / \text{jarak yang direncanakan}$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \dots \dots \dots (2.3)$$

Rumus tegangan tekan pada seret beton :

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \dots \dots \dots (2.4)$$

Rumus tegangan tekan pada seret baja :

$$C_s = A_s' (f_s' - 0,85 \cdot f_c) \dots \dots \dots (2.5)$$

Rumus kekuatan momen yang terjadi:

$$M_n = C_c \cdot Z_1 + C_s \cdot Z_2 \dots \dots \dots (2.6)$$

Rumus kekuatan momen rencana:

$$M_r = \phi \cdot M_n, \text{ dimana } \phi = 0,8 \dots \dots \dots (2.7)$$

Kekuatan momen rencana (ϕM_n) harus lebih besar atau sama dengan momen luar pada rencana (M_u)

$$M_r = \phi M_n > M_u \dots \dots \dots (2.8)$$

M_u diperoleh dengan pendekatan aplikasi sap 2000

2.4.2 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Melintang

Dalam desain struktur jembatan, terdapat balok memanjang dan balok melintang. Balok memanjang berfungsi untuk menopang beban yang disalurkan dari pelat lantai kendaraan, sedangkan balok melintang berperan dalam mendistribusikan beban dari balok memanjang ke struktur utama jembatan. Dalam desain ini, balok dirancang sebagai girder komposit menggunakan profil baja tipe WF, dan diasumsikan berfungsi sebagai balok dengan dua tumpuan. Perhitungan momen dilakukan berdasarkan kondisi setelah sistem komposit terbentuk.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Penulangan gelagar

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

$$b_E \leq \frac{L}{4} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$b_E \leq b_o \dots\dots\dots (2.10)$$

$$b_E \leq b_f + 16 \cdot t_s \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

b_E = Lebar efektif pada beton

L = Panjang gelagar

b_o = Jarak antara gelagar

b_f = Lebar profil Baja

t_s = tebal plat lantai

Elastisitas :

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

$$E_{\text{Baja}} = 2100000 \text{ kg/cm}^2 = 210000 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} \dots\dots\dots (2.12)$$

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

Kontrol kelangsingan profil :

Untuk tekuk flens

$$\lambda_f = \frac{B}{2 \cdot t_f} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \dots\dots\dots (2.14)$$

Syarat : $\lambda_f \leq \lambda_p$ (berdasarkan SNI – 03 – 2005, HAL 31)

Untuk tekuk local badan balok

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w} = \frac{H - 2(r + t_f)}{t_w} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \dots\dots\dots (2.16)$$

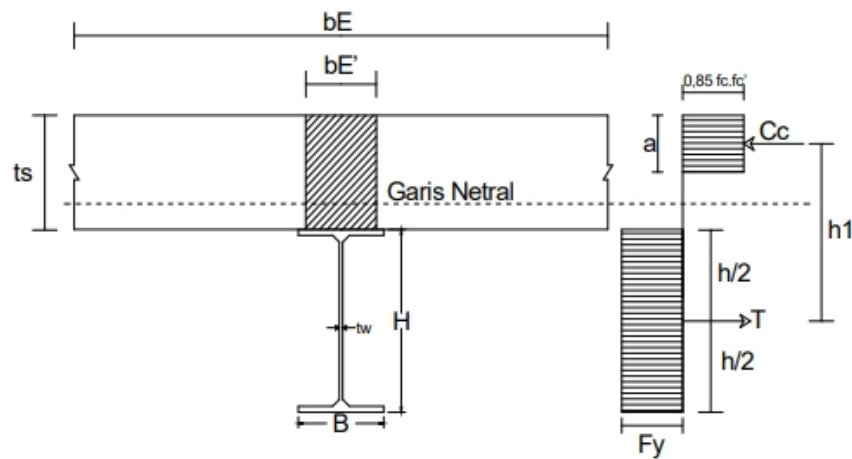
Syarat : $\lambda_f \leq \lambda_p$

Dimana :

B = tebal profil baja (mm)

H = tinggi profil baja (mm)
 Tw = tebal web (mm)
 Tf = tebal flens (mm)
 Fy = mutu baja (mpa)
 Fc = mutu beton (mpa)

(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.85)



Gambar 2. 9 Distribusi tegangan plastis pada kekuatan momen nominal
 (Sumber : Akh.Taufik, Perencanaan struktur atas Jembatan Baja hal, 26)

Kontrol kekuatan penampang

$$Ya = \frac{\Sigma A.Y}{\Sigma A} \dots \dots \dots (2.17)$$

$$Yb = t + h - Ya \dots \dots \dots (2.18)$$

Misalkan $Ya < \text{tebal plat beton}$ maka garis netral terletak pada plat beton.

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

$$a = \frac{As.fy}{0.85.fc'.bE} \dots \dots \dots (2.19)$$

Tebal plat beton 250 mm $> a = 92,744$ mm, maka plat beton mampu mengimbangi gaya tarik $As . fs$ yang timbul pada baja.

Tegangan tekan pada serat beton:

$$Cc = 0.85.fc'.a.bE \dots \dots \dots (2.20)$$

Tegangan Tarik seret baja

$$T = As.fy \dots \dots \dots (2.21)$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah

$$Mn = Cc . h1 \dots \dots \dots (2.22)$$



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

kontrol kekuatan penampang :

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u \dots\dots\dots (2.23)$$

Dimana :

ϕ_b = factor 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

Besarnya lendutan maksimum akibat beban mati dan beban hidup adalah :

$$f = 1360 f = \frac{1}{360} \cdot L \dots\dots\dots (2.24)$$

(sumber : C.G. Salmon,,”struktur baja II”, hal : 393)

Lendutan

Kontrol lendutan menggunakan Momen area a/ Luasan momen

$$\delta = \frac{M}{EI} \dots\dots\dots (2.25)$$

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

Dimana :

f = besar lendutan yang terjadi

I_x = momen inersia (cm⁴)

E = modulus elastisitas bahan baja (MPa)

Kontrol kekuatan geser

$$V_n = 0,55 \times d \times t_w \times f_y \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana :

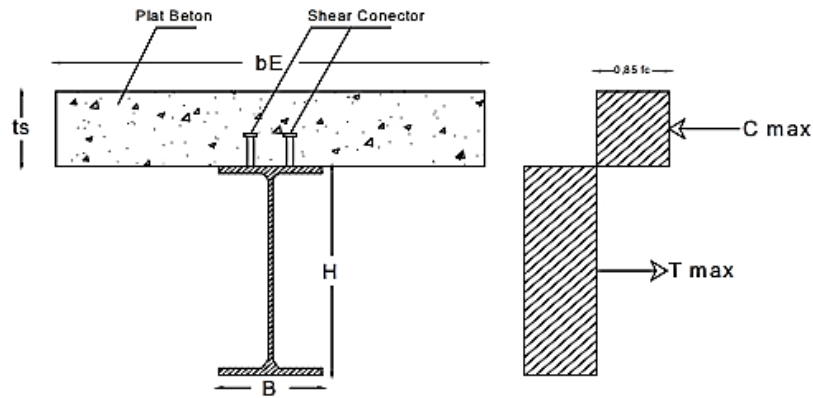
V_n = kuat geser nominal plat badan (kg)

f_y = tegangan leleh (Mpa)

d = tinggi profil baja (cm)

t_w = tebal web baja (cm)

Shear Konektor



Gambar 2. 10 Perencanaan Shear conector
(Sumber : Akh.Taufik, Perencanaan struktur atas Jembatan Baja hal, 28)

Untuk perhitungan gaya geser horizontal (V_h) menggunakan rumus:

$$C_{max} = 0,85 \times f'_c \times b_E \times t_s \dots \dots \dots (2.27)$$

$$T_{max} = A_s \times f_y \dots \dots \dots (2.28)$$

Dimana :

- C_{max} = gaya geser pada beton
- T_{max} = gaya geser yang ditimbulkan oleh profil baja
- f'_c = kuat tekan beton (Mpa)
- f_y = tegangan leleh profil baja (Mpa)
- b_E = lebar slab efektif (cm)
- t_s = tebal slab (cm)
- A_s = luas penampang lintang baja (cm)

Dari dua rumus diatas diambil nilai gaya geser yang lebih kecil, perhitungan kekuatan stud dan jumlah stud

$$Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \cdot E_c \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c} \dots \dots \dots (2.29)$$

Dimana :

- Q_n = kekuatan geser stud (kg)
- A_{sc} = luas satu stud (cm²)
- E_c = modulus elastisitas beton (Mpa)

Jumlah stad

$$n = V_h / Q_n \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana :

- n = Jumlah stud



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.299)

2.4.3 Perencanaan Gelagar Induk

Gelagar utama adalah elemen struktural utama yang terpasang di kedua sisi jembatan dan memanjang sepanjang jembatan. Komponen ini berfungsi untuk mendistribusikan semua beban yang bekerja pada jembatan, yang kemudian disalurkan melalui gelagar melintang. Dalam menganalisis desain gelagar utama, berbagai jenis beban harus dipertimbangkan dengan cermat, termasuk :

a. Beban Mati

Terdiri dari berat sendiri gelagar induk, gelagar memanjang, gelagar melintang, plat lantai kendaraan, trotoar, ikatan angin dan sandaran

b. Beban Hidup Pejalan kaki (trotoar)

c. Beban “D”

Beban hidup yang ditinjau yaitu beban terbagi merata dan beban garis.

d. Gaya rem

e. Beban Gempa

f. Beban Akibat angin

Angin harus dianggap bekerja secara merata pada seluruh bangunan atas

Beban yang bekerja ada dua macam :

T_{EW1} = Gaya Akibat Tekanan Angin Pada Beban Hidup

T_{EW2} = Gaya Akibat Tekanan Angin Pada Sisi rangka Jembatan.

g. Kombinasi Pembebanan

2.4.4 Perencanaan Ikatan Angin

Pengikat angin merupakan salah satu komponen struktural jembatan, yang utamanya bertanggung jawab untuk memberikan stabilitas dan kekakuan terhadap gaya horizontal. Komponen-komponen ini dapat ditempatkan di bagian atas, tengah, atau bawah struktur. Pengikat yang terletak di bagian atas disebut pengikat atas, yang di tengah disebut pengikat tengah, dan yang di bagian bawah disebut pengikat bawah.

2.4.5 Perencanaan Sambungan

Sambungan dalam suatu sistem struktur merupakan unsur yang tidak dapat diabaikan, sebab kegagalan pada bagian ini berpotensi menyebabkan kegagalan total pada keseluruhan struktur. Syarat-syarat sambungan :

a. Harus kuat, aman tetapi cukup hemat.



- b. Ditempat yang mudah terlihat, seharusnya dibuat seindah mungkin.
- c. Mudah dalam pelaksanaan pemasangan di lapangan.
- d. Pada satu titik sambungan sebaiknya dihindari penggunaan alat penyambung yang berbeda-beda.

Klasifikasi Sambungan :

- a. Sambungan momen kaku pada struktur rangka kaku diasumsikan memiliki kekakuan yang cukup untuk mempertahankan sudut antar elemen struktur yang terhubung. Deformasi pada pelat penghubung harus dirancang agar tidak memengaruhi distribusi gaya internal atau deformasi keseluruhan struktur.
- b. Sambungan tidak kaku (sambungan semi-kaku) dalam struktur sederhana umumnya dianggap sebagai sambungan bebas momen pada kedua ujung elemen struktur. Jenis sambungan ini dirancang untuk memungkinkan titik putus guna menghasilkan rotasi yang diperlukan pada titik sambungan. Namun, sambungan ini tidak boleh menghasilkan momen lentur yang signifikan pada elemen struktur yang terhubung.

2.4.5.1 Perencanaan Sambungan Baut

Jenis sambungan yang diterapkan pada struktur jembatan ini adalah sambungan semi-kaku (sambungan pasak). Dalam desain jembatan tipe K-Truss, sambungan dirancang menggunakan baut mutu tinggi tipe A490. Persyaratan keselamatan yang ditentukan dalam metode LRFD untuk sambungan ini dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$\phi R_n \geq P_u \dots\dots\dots (2.31)$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 131)

Dimana :

ϕ = factor resistansi (untuk konektor harga itu berkaitan dengan tipe kejadian, seperti 0,75 untuk retakan dalam tarik, 0,65 untuk geser pada baut berkekuatan tinggi, dan 0,75 untuk tumpu baut pada sisi lubang)

R_n = kekuatan satu penyambung

P_u = Beban terfaktor pada satu penyambung

- a. Kekuatan Geser Desain Untuk Baut

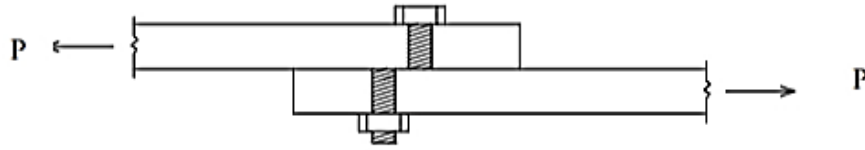
Kekuatan desain ϕR_n bila terdapat ulir pada bidang geser menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132) adalah :

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,65 \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b\end{aligned}$$



Gambar 2. 11 Kegagalan Geser baut

(Sumber : Akh.Taufik, Perencanaan struktur atas Jembatan Baja hal, 45)

b. Kekuatan Tumpuan Desain Untuk Baut

Kekuatan desain ϕR_n , berdasarkan kekuatan tumpu pada lubang baut menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 134) dibagi menjadi beberapa kategori :

1. Untuk kondisi baut biasa (lubang standar atau lubang beralur pendek, jarak ujung tidak kurang dari 1,5 D, dengan jarak baut dari pusat ke pusat tidak kurang dari 3 D, dengan dua atau lebih pada garis gaya), berlaku persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$, harga untuk baut terhadap sisi lubang

d = diameter nominal baut (bukan pada bagian ulir)

t = ketebalan bagian yang disambung (misalnya pelat)

F_u = kekuatan tarik baja untuk membentuk bagian yang disambung

2. Untuk lubang beralur pendek yang tegak lurus terhadap arah trasmisi beban, jarak ujung tidak kurang dari 1,5 D, dengan jarak baut dari pusat ke pusat tidak kurang dari 3 D, dengan dua atau lebih pada garis gaya, berlaku persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (2,0 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \quad (2.69)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$, harga untuk baut terhadap sisi lubang

3. Untuk baut yang paling berdekatan dengan pinggir dimana kondisi 1 dan 2 tidak terpenuhi, berlaku persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (L \cdot t \cdot F_u)$$

Dimana : $\phi = 0,75$, harga untuk baut terhadap sisi lubang

L = jarak ujung pada garis gaya, dari pusat suatu standar atau lubang berukuran lebih, atau dari pertengahan lebar lubang beralur pendek, sampai pinggiran bagian yang disambung

4. Bila perpanjangan lubang lebih besar dari 0,25 dapat dipergunakan persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (3,0 \cdot d \cdot t \cdot F_u)$$

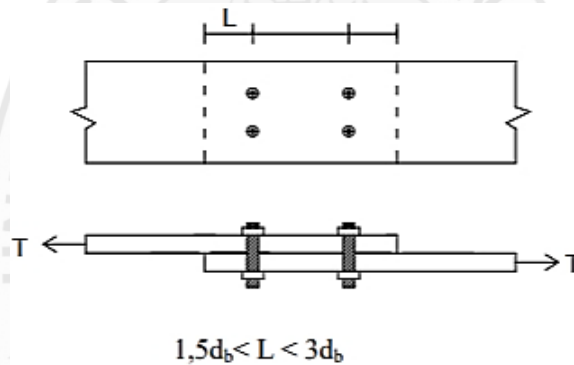
Dimana :

$\phi = 0,75$, harga untuk baut terhadap sisi lubang

c. Jarak minimum Baut Pada Garis Transmisi gaya

Untuk jarak minimum L dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 135) :

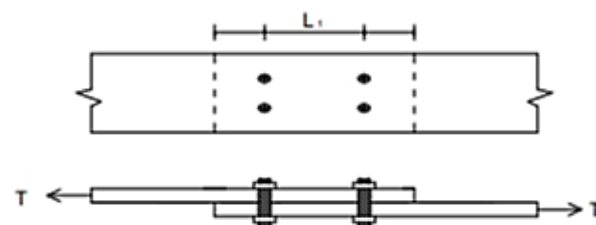
$$L \geq \frac{R_n}{F_{u,t}} \dots \dots \dots (2.32)$$



Gambar 2. 12 Jarak Baut dari pusat penyambung sampai ke pinggir luas berdekatan (Sumber : Akh.Taufik, Perencanaan struktur atas Jembatan Baja hal, 47)

Berikutnya, menambahkan setengah diameter baut ($d_b/2$) ke persamaan akan menghasilkan jarak minimum antara pusat lubang baut:

$$\text{Jarak antara baut} \geq \frac{R_n}{F_{u,t}} + \frac{D_b}{2} \dots \dots \dots (2.33)$$



Gambar 2. 13 Jarak baut dari pusat sampai ke pusat (Sumber : Akh.Taufik, Perencanaan struktur atas Jembatan Baja hal, 47)

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Karena R_n pada persamaan ini merupakan kekuatan nominal yang disyaratkan, yang nilainya setara dengan beban factor P , yang bekerja pada satu baut dibagi dengan faktor resistensi ϕ , maka persamaan terdapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Jarak antara baut} \geq \frac{R_n}{\phi \cdot F_u \cdot t} + \frac{D_b}{2} \dots \dots \dots (2.33)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$, harga untuk kegagalan tarik atau sisi lubang pada pelat

P = beban terfaktor yang bekerja pada satu baut

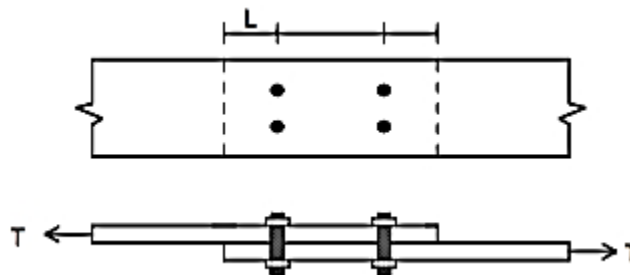
F_u = kekuatan tarik dari bahan pelat

D_b = diameter lubang baut Jarak minimum baut dalam satu garis lebih disukai sebesar $3 \times$ diameter baut dan tidak boleh kurang dari $2 \frac{2}{3} \times$ diameter baut

d. Jarak Ujung minimum pada Arah Transmisi Gaya

Jarak minimum L dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan :

$$L \geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} \dots \dots \dots (2.34)$$



Gambar 2. 14 Jarak dari pusat penyambung sampai Kepinggir Luas berdekatan

(Sumber : Akh.Taufik, Perencanaan struktur atas Jembatan Baja hal, 48)

Apabila kekuatan nominal yang disyaratkan merupakan beban terfaktor dibagi dengan faktor resistensi ϕ , maka persamaan tersebut dirumuskan sebagai berikut :

$$L \geq \frac{R_n}{\phi \cdot F_u \cdot t} \dots \dots \dots (2.35)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$, harga untuk kegagalan tarik atau sisi lubang pada pelat

P = beban terfaktor yang bekerja pada satu baut

F_u = kekuatan tarik dari bahan pelat

t = ketebalan pelat

e. Perhitungan Baut (n)

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Dalam perencanaan sambungan, jumlah baut yang diperlukan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut : Jumlah baut untuk sambungan (n)

$$n = \frac{P_u}{\phi \cdot R} \dots \dots \dots (2.36)$$

n = jumlah baut

P_u= Beban terfaktor yang bekerja pada satu baut (kg)

R= kekuatan (geser dan tumpu desain baut akan diambil hasil dari persamaan kuat desain baut yang nialinya lebih kecil), (kg)

f. Menentukan tebal plat simpul (t)

Untuk menghitung tebal plat simpul digunakan rumus :

$$t > \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L} \dots \dots \dots (2.37)$$

Dimana:

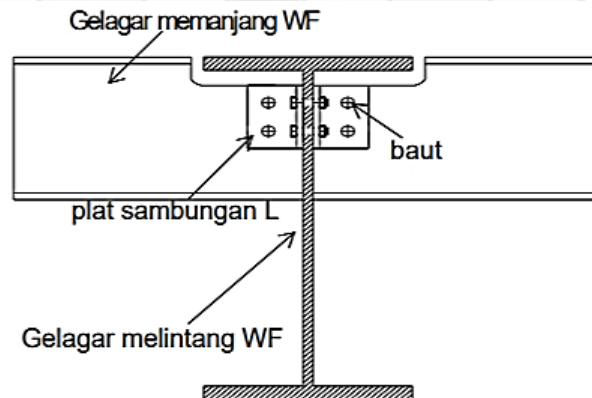
P = beban terfaktor (cm)

ϕ = factor retesistensi (0,75)

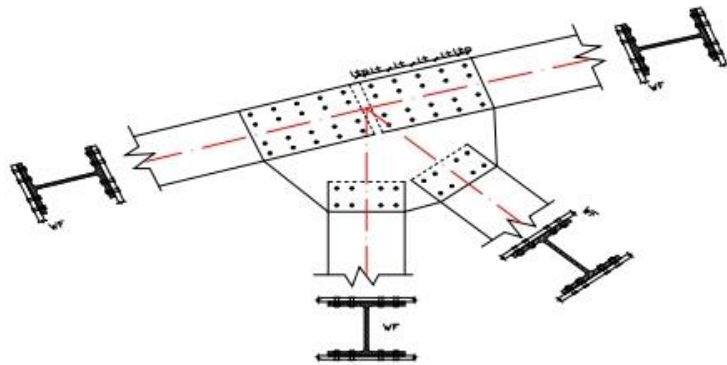
F_u = kekuatan tarik dari bahan pelat (kg/cm²)

L = jarak ujung minimum (cm)

t = tebal plat simpul (cm)



Gambar 2. 15 Sambungan Melintang dan Memanjang
(Sumber : Akh.Taufik, Perencanaan struktur atas Jembatan Baja hal, 43)



Gambar 2. 16 Sambungan Plat simpul gelagar induk
(Sumber : Akh.Taufik, Perencanaan struktur atas Jembatan Baja hal, 58)

2.4.5.2 Perencanaan Sambungan Las

Ukuran las tumpul penetrasi penuh untuk sambungan tipe - T atau sambungan sudut adalah tebal bagian yang menumpu pada bagian yang lain. Panjang efektif las tumpul adalah jumlah dari panjang las ukuran penuh. Sementara itu, luas efektif las tumpul adalah perkalian panjang efektif dengan tebal rencana leher. Las sudut yang memikul gaya rencana per satuan panjang las, V_w harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

$$v_w \leq \phi v_w \dots\dots\dots (2.38)$$

Gaya rencana per satuan panjang, V_w adalah jumlah vektor gaya rencana per satuan.

Kekuatan nominal las sudut per satuan panjang harus dihitung sebagai berikut:

$$V_w = 0,6 \cdot f_{uw} t_f k_r \dots\dots\dots (2.39)$$

Dimana:

ϕ = faktor reduksi kekuatan

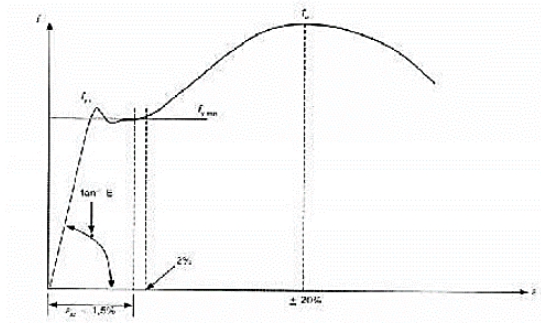
f_{uw} = kekuatan nominal las sudut per satuan panjang (MPa).

t_f = lebar rencana leher (mm)

k_r = faktor reduksi untuk memperhitungkan panjang hubungan lebih yang di las, L_w . Untuk semua jenis hubungan lain, $k_r = 1,0$

2.4.6 Desain Struktur dengan Metode LRFD

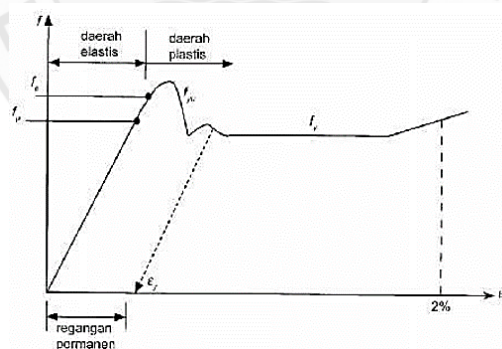
Sifat mekanis baja memainkan peran krusial dalam desain konstruksi. Sifat-sifat ini ditentukan melalui uji tarik, yang melibatkan pemberian beban tarik pada sampel baja. Selama proses pengujian, besarnya beban dan perubahan panjang spesimen dicatat, yang memungkinkan adanya hubungan antara tegangan dan regangan material



Gambar 2. 17 Kurva Hubungan Tegangan (f) vs Regangan (ϵ)
(Sumber : Perencanaan Struktur Baja dengan Menggunakan Metode LRFD (Agus Setiawan, hal 19)

Hasil uji tarik disajikan dalam bentuk diagram tegangan-regangan. Titik f_y atau titik batas proporsional pada diagram menunjukkan batas hubungan linear antara tegangan dan regangan. Selama beban tidak melebihi titik ini, baja tetap berada dalam keadaan elastis, artinya jika beban dihilangkan, material dapat kembali ke bentuk semula. Namun, jika beban melebihi titik ini, baja memasuki fase plastis, di mana sifat elastisnya hilang dan terjadi deformasi permanen, sehingga baja tidak dapat kembali ke kondisi semula sebelum dibebani.

Ada dua pendekatan utama yang digunakan dalam perencanaan struktur baja, yaitu metode perencanaan berdasarkan tegangan izin atau Allowable Stress Design (ASD), dan metode perencanaan berdasarkan batas kekuatan atau Load and Resistance Factor Design (LRFD).



Gambar 2. 18 Kurva Tegangan – Regangan
(sumber : Perencanaan Struktur Baja dengan menggunakan Metode LRFD (agusSetiawan, hal 19)

Berdasarkan grafik tersebut maka ada beberapa hal yang mendasari penulis menerapkan metode LRFD dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini, antara lain:

- Pendekatan rasional yang ditawarkan oleh metode LRFD sangat menarik karena menjanjikan pemanfaatan material yang lebih efisien dan optimal untuk berbagai



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

kombinasi beban dan konfigurasi struktural. Lebih lanjut, LRFD cenderung menghasilkan struktur yang lebih aman daripada metode ASD, terutama ketika menggabungkan beban mati dan beban hidup, yang ditangani secara konsisten.

- b. Metode LRFD memberikan fleksibilitas dalam mengakomodasi informasi baru mengenai jenis beban dan variabilitasnya ketika data tersebut tersedia. Mengingat keterbatasan pengetahuan terkini mengenai beban dan variabilitasnya, pemisahan kapasitas pembebanan dan resistansi dalam pendekatan LRFD memungkinkan perubahan pada satu aspek tanpa memengaruhi aspek lainnya.
- c. Penyesuaian faktor beban lebih dan faktor resistansi dalam metode LRFD dapat dilakukan lebih mudah daripada perubahan nilai tegangan izin dalam metode ASD.
- d. Metode LRFD memfasilitasi integrasi desain yang lebih konsisten di berbagai jenis material. Hal ini karena variabilitas beban tidak secara langsung bergantung pada jenis material yang digunakan dalam desain. 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.

Selain itu, kemungkinan kekurangan kekuatan material juga harus diperhitungkan. Penyimpangan dimensi pada elemen struktural, sekecil apa pun, dapat mengakibatkan kekuatan yang lebih rendah daripada yang dirancang semula. Secara umum, persamaan yang mewakili persyaratan keselamatan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i \quad (2.40)$$

Dimana :

ϕ = faktor resistensi (faktor reduksi kekuatan)

R_n = kekuatan nominal (kekuatan)

Dalam persamaan ini, ruas kiri merepresentasikan kapasitas atau kekuatan suatu komponen atau sistem struktur, sementara ruas kanan menunjukkan total beban yang diperkirakan akan diterima oleh struktur. Pada sisi kapasitas, nilai kekuatan nominal (R_n) dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan (faktor resistansi) untuk mendapatkan nilai kekuatan desain. Sementara itu, pada sisi beban, berbagai faktor pengali beban

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

lebih diterapkan untuk mendapatkan total beban terfaktor ($\sum \gamma \cdot Q$). Mengingat struktur jembatan ini umumnya memikul gaya aksial pada elemen rangka dan gaya lentur pada balok lantai kendaraan, pembahasan lebih lanjut dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.4.6.1 Batang Tarik

Persyaratan keamanan struktur yang diberikan dalam LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 95) adalah :

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u \dots \dots \dots (2.41)$$

Dimana :

- ϕ_t = faktor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik
- T_n = kekuatan nominal batang tarik
- T_u = beban terfaktor pada batang tarik

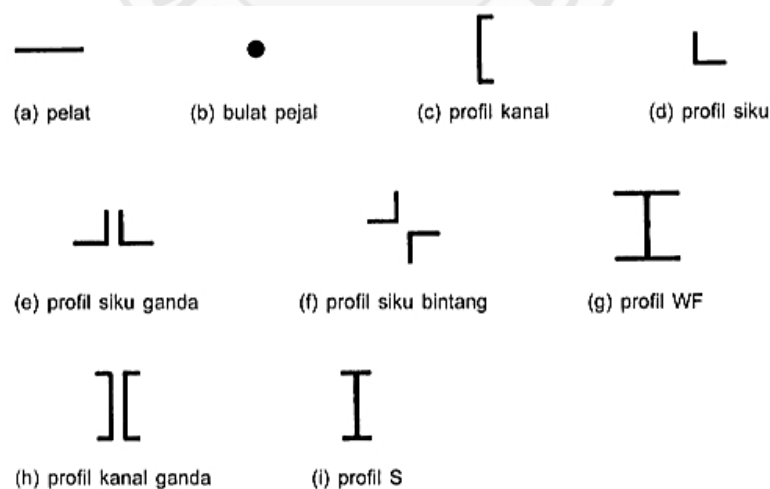
Kekuatan desain $\phi_t \cdot T_n$ menurut LRFD lebih kecil dibanding dengan yang didasarkan pada pelelehan pada penampang bruto sebagai berikut :

$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g = 0,90 \cdot F_y \cdot A_g$ (0,9 = Faktor reduksi kuat tarik leleh) Atau pada retakan pada penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_u \cdot A_e = 0,75 \cdot F_u \cdot A_e$$
 (0,75 = Faktor reduksi kuat tarik fraktur)

Dimana :

- A_g = Luas Penampang kotor
- A_e = Luas penampang bersih
- F_y = Tegangan leleh material
- F_u = Tegangan tarik putus



Gambar 2. 19 Penampang Batang-batang Tarik



(Sumber : Agus Setiawan, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, 2008: 29)

2.4.6.2 Batang Tekan

Persyaratan kekuatan dalam desain factor dan resistensi menurut LRFD (CG.

Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, 1992 : 342) adalah:

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u \dots\dots\dots (2.42)$$

Dimana :

ϕ_c = 0,85 (factor resistensi untuk batang tekan)

P_n = kekuatan nominal batang tekan

P_u = beban layan terfaktor

Kekuatan nominal P_n dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Dimana :

A_g = luas penampang bruto batang tekan

F_{cr} = tegangan kritis

Nilai F_{cr} tergantung pada parameter λ_c

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, 1992 : 342)

sebagai berikut :

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

$$F_{cr} = (0,658\lambda^2 c) f_y \dots\dots\dots (2.43)$$

b. Untuk $\lambda_c \geq 1,5$

$$F_{cr} = \frac{0,887}{\lambda^2 c} \dots\dots\dots (2.45)$$

Untuk memberikan keamanan batang dari bahaya tekuk maka LRFD memberikan spesifikasi tersendiri untuk parameter kerampingan (CG.Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, 1992 : 340)

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 E}} \dots\dots\dots (2.46)$$

Dimana:

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

K = factor panjang efektif

L = panjang batang

R = radius girasi $\sqrt{\frac{I}{A_g}}$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

$$R_y = \text{radius girasi} \sqrt{\frac{I_y}{A_g}}$$

$$R_x = \text{radius girasi} \sqrt{\frac{I_x}{A_g}}$$

I = momen inersia

E = modulus elastisitas baja (210.000 Mpa)

2.4.6.3 Kuat Tekan Nominal Akibat Lentur

Tekuk lentur umumnya merupakan faktor penentu kekuatan elemen struktur yang dibebani beban tekan aksial murni. Hingga saat ini, pembahasan elemen struktur tekan sebagian besar berfokus pada perilaku struktur yang gagal akibat tekuk lentur. Fenomena tekuk ini menyebabkan defleksi terhadap sumbu lemah, yaitu sumbu dengan rasio kelangsingan tertinggi. Oleh karena itu, setiap elemen struktur tekan berpotensi mengalami kegagalan struktural akibat tekuk lentur. (Agus Setyawan, Perancangan Struktur Baja dengan Metode LRFD, 2008: hlm. 66).

Menurut RSNI T - 03 – 2005; halaman 19 Kuat tekan nominal akibat tekuk-lentur, N_n , dari komponen struktur tekan dengan elemen-elemen penampangnya mempunyai rasio lebar-tebal, λ_c , lebih kecil dari yang ditentukan sebagai berikut :

$$N_n = (0,66^{\lambda_c^2}) A_g f_y \dots \dots \dots (2.47)$$

$$N_n = \frac{0,88}{\lambda_c} A_g \cdot f_y \dots \dots \dots (2.48)$$

$$\lambda_c = \frac{l_k}{r_n} \sqrt{\frac{I_y}{E}} \dots \dots \dots (2.49)$$

$$L_k = k c L \dots \dots \dots (2.50)$$

Dimana :

A_g = luas penampang bruto, (mm)

f_y = tegangan leleh, (MPa)

λ_c = parameter kelangsingan

$k c$ = faktor panjang tekuk untuk komponen struktur jembatan rangka (mm).

E = modulus elastisitas bahan baja, (MPa)

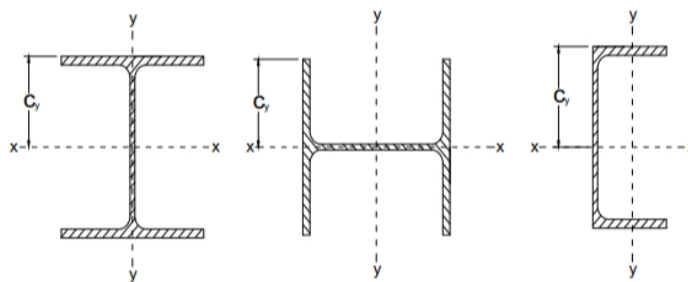
Garis putus menunjukkan posisi kolom pada saat tertekuk						
Harga K teoretis	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
K desain	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Keterangan	 jepit  sendi  rol tanpa rotasi  ujung bebas					

Gambar 2. 20 Faktor Panjang efektif

(Sumber :Agus Setiawan, Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, 2008: 57)

2.4.6.4 Batang Lentur

Tegangan pada penampang umumnya dapat dihitung menggunakan rumus lentur sederhana, terutama ketika beban bekerja sejajar dengan salah satu sumbu utama penampang. Jika suatu penampang memiliki setidaknya satu sumbu simetri dan dibebani melalui pusat gesernya, yang mengakibatkan momen lentur dalam arah acak, maka komponen momen lentur terhadap sumbu utama, yaitu M_{xx} dan M_{yy} , dapat ditentukan. Dengan demikian, tegangan pada penampang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:



Gambar 2. 21 Penampang batang lentur

(sumber : Agus Setiawan, Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, 2008: 82)

$$f = \frac{M_x C_y}{I_x} + \frac{M_y C_x}{I_y} \dots\dots\dots (2.51)$$

Dimana :

f = tegangan lentur

M_x, M_y = Momen Lentur Arah x dan y

S_x, S_y = Modulus Penampang Arah x dan y

I_x, I_y = Momen Inersia arah x dan y



C_x, C_y = Jarak dari titik berat ke tepi serat arah x dan y

2.5 Perencanaan Struktur Bawah

Struktur bawah (*sub structure*) yang berupa pondasi, merupakan struktur yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban dari struktur atas ke dalam lapisan tanah. Dalam menentukan jenis pondasi yang sesuai kita perlu mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Keadaan tanah, seperti parameter tanah, daya dukung tanah, dll
- b. Jenis struktur atas (fungsi bangunan)
- c. Anggaran biaya yang dibutuhkan
- d. Waktu pelaksanaan yang direncanakan

2.5.1 Parameter tanah

Sebelum menentukan jenis pondasi yang akan digunakan, terlebih dahulu harus diketahui kondisi tanah tempat bangunan akan didirikan. Untuk keperluan tersebut, maka dilakukan penyelidikan tanah (*soil investigation*). Penyelidikan yang dilakukan terdiri dari penyelidikan lapangan (*field test*) dan penyelidikan laboratorium (*laboratory test*).

Penyelidikan tanah dimaksudkan untuk mengetahui kondisi geoteknik, baik keadaan, jenis dan sifat-sifat yang menjadi parameter dari tanah pondasi rencana. Yang dimaksud dengan kondisi geoteknik adalah :

- a. Struktur dan penyebaran tanah serta batuan
- b. Sifat fisis tanah
- c. Sifat teknis tanah/batuan
- d. Kapasitas dukung tanah terhadap pondasi yang diperbolehkan sesuai dengan tipe pondasi yang akan digunakan.

2.5.2 Analisis Daya Dukung tanah

Perhitungan daya dukung tanah sangat diperlukan guna mengetahui kemampuan tanah sebagai perletakan/pemakaian struktur pondasi. Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah dalam mendukung beban baik berat sendiri struktur pondasi maupun beban struktur atas secara keseluruhan tanpa terjadinya keruntuhan. Nilai daya dukung tersebut dibatasi oleh suatu daya dukung batas (*ultimate bearing capacity*), yang merupakan keadaan saat mulai terjadi keruntuhan.



Sebelum kita menentukan jenis pondasi yang akan digunakan, kita harus menentukan daya dukung ijin (q_u) yang merupakan hasil bagi dari daya dukung batas (q_{ult}) dengan safety factor.

2.5.3 Pemilihan Tipe Pondasi

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah di lokasi perencanaan yang telah dilakukan dimana jembatan ini akan dibangun, telah ditemukan bahwa lapisan tanah keras terletak pada kedalaman tertentu. Sehingga dalam hal ini diputuskan untuk menggunakan jenis pondasi tiang pancang.

Analisa daya dukung tiang tunggal ditentukan berdasarkan dibawah ini

Kekuatan karakteristik beton

$$\sigma_b = 0.33 \times f'c : f'c = \text{kekuatan karakteristik beton}$$

$$P_{tiang} = \sigma_b \times A_{tiang}$$

Dimana :

$$P_{tiang} = \text{Kekuatan pikul tiang yang diijinkan}$$

$$\sigma_b = \text{Tegangan tekan tiang terhadap penumbukan}$$

$$A_{tiang} = \text{Luas penampang tiang pancang}$$

Kekuatan karakteristik beton

Perhitungan Pall untuk tiang bor diambil dari rumus Pall tiang pancang dengan reduksi sebesar 30% karena kehilangan keseimbangan tekanan tanah sewaktu dilakukan pengeboran yang mengakibatkan berkurangnya daya dukung. Pada perhitungan akan ditinjau dalam tiga rumus perhitungan daya dukung tanah

Perhitungan tiang pancang didasarkan pada tahanan ujung dan hambatan pelek, persamaan daya dukung yang diijinkan adalah :

$$Q_{tiang} = \frac{A_{tiang} \times q_c}{3} + \frac{0 \times f_c}{5} \dots \dots \dots (2.52)$$

a. Tahanan Ujung (*End Bearing*)

$$Q_{tiang1} = \frac{q_c \times A}{f_{k1}} \dots \dots \dots (2.53)$$

Dimana :

$$q_c = \text{Conus resistance}$$

$$A = \text{Luas penampang tiang pancang}$$

$$f_{k1} = \text{Faktor keamanan} = 3$$

b. Tahanan Batang (*Friction File*)



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

$$Q_{tiang2} = \frac{f_c \times Keliling}{fk_2} \dots\dots\dots (2.54)$$

Dimana :

f_c = Total Friction

O = Keliling tiang pancang

fk_2 = Faktor keamanan = 5

c. Daya Dukung Total

$$Q_{tiang} = Q_{tiang1} + Q_{tiang2} \dots\dots\dots (2.55)$$

Dimana :

Q_{tiang} = Daya dukung total

Q_{tiang1} = Daya dukung tahanan ujung

Q_{tiang2} = Daya dukung tahanan batang

1. Data N-SPT

Berdasarkan daya dukung tiang yang diijinkan (R_a) dapat diperoleh rumus sebagai berikut :

$$R_a = \frac{1}{SF} \cdot R_u = \frac{1}{SF} (R_p + R_f) \dots\dots\dots (2.56)$$

dimana :

SF = Safety Factor (angka keamanan) = 3,0

R_u = daya dukung batas pada tanah pondasi (ton)

R_p = daya dukung terpusat tiang (ton)

R_f = gaya geser pada dinding tiang (ton)

$$R_u = q_d \cdot A + O \sum l_i \cdot f_i \dots\dots\dots (2.57)$$

dimana :

q_d = daya dukung terpusat tiang (ton)

A = luas penampang tiang (cm^2) = $30 \times 30 = 900 \text{ cm}^2$

O = keliling penampang tiang (cm) = $4 \times 30 = 120 \text{ cm}$

l_i = tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang

f_i = besarnya gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (ton/m^2)

Dari ke 3 hasil analisa diatas yang akan dipakai adalah nilai yang terkecil.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

2.5.4 Perencanaan Pile cap pada Abutmen

Menentukan jumlah tiang pancang jumlah tiang pancang yang dibutuhkan untuk menahan beban dihitung sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan tiang} = \frac{Nu}{\text{Daya dukung tiang tunggal}} \dots\dots\dots (2.58)$$

dimana :

Nu = Gaya normal yang dialami satu titik pondasi yang telah ditentukan (Ton)

Menghitung efisiensi kelompok tiang

Efisiensi kelompok tiang dalam satu pile cap dihitung sebagai berikut :

$$Eff = 1 - \frac{\varphi}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right] \dots\dots\dots (2.59)$$

dimana :

m = Jumlah baris

n = Jumlah tiang

φ = Arc tan (d/s), dalam derajat

d = Diameter tiang

s = Jarak antar tiang

Syarat jarak tiang as - as :

$$2,5 D \leq S \leq 3 D \text{ atau } S \leq \frac{1,57 \times d \times m \times n}{m+n-2} \dots\dots\dots (2.60)$$

Syarat jarak tiang ke tepi : $S \geq 1,25 D$

Perhitungan Beban Maksimum untuk Kelompok Tiang yang Menerima Beban Eksentris (Beban Normal Sentris dan Momen)

$$P_{max} = \frac{\sum Pv}{n} \pm \frac{M_x \cdot Y_{max}}{n_y \sum y^2} \pm \frac{M_y \cdot X_{max}}{n_x \sum x^2} \dots\dots\dots (2.61)$$

dimana :

P_{max} = Beban maksimum yang diterima 1 tiang pancang

$\sum Pv$ = Jumlah beban vertikal

n = Banyaknya tiang pancang

M_x = Momen arah X

M_y = Momen arah Y

X_{max} = absis maksimum (jarak terjauh) tiang ke pusat berat kelompok tiang

y_{max} = Ordinat maksimum (jarak terjauh) tiang ke pusat berat



kelompok tiang

N_x = banyak tiang dalam satu baris arah x

N_y = banyak tiang dalam satu baris arah y

$\sum y^2$ = Jumlah kuadrat jarak jauh arah Y (absis – absis) tiang

$\sum x^2$ = Jumlah kuadrat jarak jauh arah X (ordinat – ordinat) tiang

$P_{\max}$ didapat dari hasil output SAP2000, dibandingkan P_{eff}

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai perencanaan jembatan yaitu sebagai berikut:

Afufik Hidayat (2016) melakukan penelitian tentang perencanaan struktur atas jembatan rangka baja tipe K-truss dengan metode LRFD pada Jembatan Kalilantang yang terletak di Kelurahan Pandanrejo, Kecamatan Bumianji, Kota Baru. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan tebal pelat lantai kendaraan dan pelat trotoar, dimensi baja WF yang digunakan, dan jumlah baut pada setiap titik sambungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tebal pelat lantai kendaraan sebesar 250 mm, sedangkan tebal pelat trotoar mencapai 550 mm. Dimensi baja WF yang digunakan untuk gelagar memanjang sebesar 300x150x6,5x9 mm, untuk gelagar melintang 400x300x10x16 mm, dan untuk gelagar utama 400x400x13x21 mm. Selanjutnya, kapasitas desain struktur jembatan rangka baja K-truss mencapai 726.537,803 kg, nilai tertinggi berdasarkan perhitungan: $P_n = A_g \times F_{cr}$

Santi Yatnikasari (2021) melakukan penelitian “*Alternatif Perencanaan Jembatan Rangka Baja dengan Metode LRFD di jembatan gelatik Kota Samarinda*” Berdasarkan hasil analisa dari data dan perencanaan yang penulis lakukan, maka dapat disimpulkan bahwa dimensi plat dan tulangan yang dipakai pada lantai kendaraan dan trotoir pada perencanaan jembatan rangka baja adalah: A. Plat Lantai Trotoir : Panjang lantai kendaraan = 39 m Lebar lantai kendaraan = 0,5 m Jumlah trotoir rencana = 2 Dipakai tulangan pokok = 18–100 mm Dipakai tulangan bagi = 8 – 100 mm B. Plat Lantai Kendaraan : Panjang lantai kendaraan = 39 m Lebar lantai kendaraan = 7 m Dipakai plat beton = 0,2 m Dipakai tulangan pokok = 18–100 mm Dipakai tulangan bagi = 8 – 100 mm C. Dimensi profil baja (WF) yang dipakai dalam perencanaan gelagar memanjang, gelagar melintang, dan gelagar induk : a. Dimensi Gelagar Memanjang : WF 12 x 31 b. Dimensi Gelagar Melintang : WF 27 x 145 c. Dimensi Gelagar Induk : WF 300 x 300 x



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

12 x 12 D. Dimensi perencanaan profil ikatan angin pada jembatan rangka : a. Dimensi Ikatan Angin Atas Diagonal : L 75 x 75 x 10 b. Dimensi Ikatan Angin Vertikal : WF 5 x 16 c. Dimensi Ikatan Angin Bawah : L 90 x 90 x 11 E. Dimensi baut yang dipakai dalam perencanaan sambungan : a. Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang : Dipakai baut dengan dimensi = 19 mm Tebal Plat simpul = 10 mm b. Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk : Dipakai baut dengan dimensi = 19 mm Tebal Plat simpul = 10 mm c. Sambungan Batang Gelagar Induk : Dipakai baut dengan dimensi = 22,23 mm Tebal Plat simpul = 10 mm d. Sambungan Ikatan Angin Atas dan Bawah : Dipakai baut dengan dimensi = d19 mm

Risky Amaliya Putri melakukan penelitian “Perencanaan Jembatan Rangka Baja bentang 50m” Proses pengolahan data dari perencanaan jembatan guna mendapatkan hasil perhitungan struktur dari jembatan itu sendiri dapat dijelaskan sebagai berikut : 1. Dari data spesifikasi jembatan mulai dilakukan perhitungan struktur dari bangun atas jembatan yang memiliki urutan perhitungan sebagai berikut : a. Perhitungan sandaran. b. Perhitungan trotoar c. Perhitungan pelat lantai kendaraan d. Perhitungan gelagar membujur e. Perhitungan gelagar melintang sebelum komposit f. Perhitungan gelagar melintang setelah komposit g. Perhitungan ikatan angin h. Perhitungan rangka induk 2. Setelah perhitungan struktur bangunan atas telah selesai dan dikontrol hasilnya maka perhitungan dilanjutkan pada perhitungan struktur bangunan bawah jembatan dengan urutan perhitungan sebagai berikut : a. Perhitungan pelat injak b. Perhitungan abutment c. Perhitungan pondasi 3. Selanjutnya setelah perhitungan stuktur telah selesai maka dilanjutkan dengan pembuatan gambar perencanaan dari jembatan tersebut. 4. Lalu pembuatan persyaratan teknis yang digunakan. 5. Kemudian dilakukan perhitungan engineering estimate jembatan dan pembuatan kurva s. Adapun hasil dari penelitian tersebut 1. Pada perencanaan ini digunakan gelagar melintang dengan perifr WF 800 x 300 x 16 x30 dan gelagar membujur menggunakan profil WF 350 x350 x 13 x 13, sedangkan rangka induk menggunakan profil WF 400 x 400 x 20 x 35. 2. Pada perencanaan akhir didapat lendutan rangka induk sebesar 7,41 cm dimana lebih kecil dari pada lendutan yang diijinkan sebesar 10 cm. 3. Untuk perencanaan bangunan bawah jembatan didapatkan pondasi mini pile sebagai pondasi dengan kedalam 5 meter, dimana pada tiap abutmentnya terdapt mini pile sejumlah 55 buah. 4. Anggaran biaya



yang direncanakan dalam perhitungan ini adalah sebesar Rp 5.543.070.300, dengan durasi pengerjaan selama 172 hari.

M Denial Fahmi (2016) melakukan penelitian “*Perencanaan Abutment dan Timbunan di belakang Abutmen Serta Perbaikan Tanah pada Jembatan Kereta api jalur Ganda Di Kali Lamong*” Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah merencanakan abutment jembatan dan timbunan di belakang abutmen yang stabil dan tidak longsor, serta sistem pengamanan jembatan lama agar tidak terpengaruh saat pelaksanaan konstruksi jembatan baru. Dalam perencanaan Tugas Akhir ini dapat diperoleh kesimpulan yaitu: 1. Tinggi awal timbunan (Hinitial) yang harus diletakkan sebelum pemampatan terjadi adalah 4,3m. 2. Total Settlement (Sc) yang harus dihilangkan adalah sebesar 1,755 m. Untuk menghilangkan 90% dari total settlement ($U\% = 90\%$) diperlukan waktu 12 minggu. Metode perbaikan tanah yang digunakan untuk mempercepat pemampatan adalah dengan cara pola pemasangan PVD segi tiga, jarak pemasangan 1 m. Dari perhitungan daya dukung tanah dengan metode Luciano de Court didapat kedalaman tiang untuk menahan beban yang ada sedalam 29 m dengan memakai tiang pancang berdiameter 50 cm sebanyak 15 tiang pancang.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.