

**EVALUASI PERHITUNGAN BANGUNAN ATAS
JEMBATAN KOMPOSIT**

SKRIPSI

OLEH :

HARSAN INGOT HASUDUNGAN

18.811.0076



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

TAHUN 2020

EVALUASI PERHITUNGAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN KOMPOSIT

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Sipil
Universitas Medan Area*

OLEH :

HARSAN INGOT HASUDUNGAN

18.811.0076



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

TAHUN 2020

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI PERHITUNGAN BANGUNAN ATAS
JEMBATAN KOMPOSIT**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

HARSAN INGOT HASUDUNGAN

18.811.0076

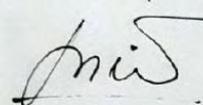
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I



Ir. H. Irwan, MT

Dosen Pembimbing II



Ir. Nuril Mahda Rkt, MT

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Nurmaidah, MT

LEMBAR PERNYATAAN

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

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

Medan, 12 Mei 2020



Harsan Ingot Hasudungan

18.811.0076

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

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

Nama : Harsan Ingot Hasudungan

NPM : 188110076

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul "Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: Maret 2020



Harsan Ingot Hasudungan

18 811 0076

ABSTRAK

Jembatan salah satu bagian dari jalan yang sangat berpengaruh terhadap kelancaran transportasi yang menghubungkan antara jalan Tanjung Selamat dengan jalan Beras Sekata Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang. Terputusnya suatu daerah dari pemerintah akan menghambat kemajuan suatu daerah, karena jembatan merupakan salah satu alat yang sangat vital bagi kelancaran lalu lintas, maka jembatan harus di hitung / didesain cukup kuat dan tahan, tidak mudah rusak sesuai dengan kelas jembatan tersebut. Dalam penelitian perhitungan jembatan ini berpedoman kepada SK SNI 03-2874-2002, SNI T-2004 dan Pembebanan Untuk Jembatan menggunakan SK SNI 1725:2016. Jembatan ini memiliki panjang 24 meter dan lebar total 7,30 meter. Dalam penelitian ini setelah dihitung dimensi profil yang digunakan WF 700.300.15.28 dan diafragma profil WF 350.250.8.12 dapat digunakan dan aman. Hasil Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit berdasarkan SK SNI 03-20874-2002, SNI T-2004 pada evaluasi slab tebal 200 mm, jarak tulangan terhadap sisi luar slab lantai yaitu 35 mm, sehingga lebar efektif slab 165 mm. Momen ultimit rencana $M_u = 54,74$ kNm dan momen lapangan tumpuan ultimit rencana $M_u = 48,63$ kNm. Untuk tulangan lentur negative tulangan yang digunakan arah melintang D25-40 mm dan arah memanjang D19-10, untuk tulangan lentur positif tulangan yang digunakan arah melintang D25-40 mm dan arah memanjang D19-10. Dari perhitungan digunakan *shear connector* dengan diameter D 13-20 dengan Jumlah *shear connector* dari tumpuan sampai $1/4L$ adalah 46 buah jadi satu gelagar didapat = 92 buah *shear connector*. Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa hasil yang didapat dengan perhitungan metode SNI sama dengan hasil gambar perencanaan oleh Dinas PUPR Kabupaten Deli Serdang sehingga analisa kedua metode tersebut aman digunakan.

Kata kunci : Jembatan, Komposit, Baja, Tulangan

ABSTRACT

The bridge is one part of the road that is very influential on the smooth transportation that connects the Tanjung Selamat road whit the Beras Sekata road, Sunggal District, Deli Serdang Regency. The interruption of an area from the government will hamper the progress of an area, because the bridge is one of the most vital tools for smooth traffic, so the bridge must be calculated / designed to be strong enough and resistant, not easily damaged according to the class of the bridge. In this bridge calculation research, it is guided by SNI Decree 1725: 2016. This bridge has length of 24 meters and a total width of 7,30 meters. In this study, after calculating the dimension of the profile used WF 700.300.15.28 and the diaphragm of the WF 350.250.8.12 profile can be used and safe. Evaluation ruselts of building composite bridge evaluation based on SNI Decree 03-20874-2002, SNI T-2004 on the evaluation of 200 meters thick slab, reinforcement distance to the outside of 35 millimeters, so that the effective width of the slab is 165 millimeters. The ultimate moment of your plan = 54,74 kNm and the ultimate moment of the plan for your ultimate plan = 48,63 kNm. For negative reinforcement used transverse direction D25-40 mm and longitudinal direction D19-10 mm, from the calculation used a shear connector with a diameter D13-20 mm widthe number of shear connectors from the pedestal up to 1/4L pieces so one girder is obtained = 92 pieces of shear connector. From the analysis ruselt it is known that the result obtained by the calculation of the SNI method area the same as the result of the planning drawings by the Deli Serdang Regency PUPR service so that the analysis of the two methods is safe to use.

Keywords : Bridge, Composite, Steel, Reinforcement

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang diberi judul “Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit”.

Penyusunan skripsi ini merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I (S1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, motivasi dan doa yang diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area, terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Nurmaidah, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. H.Irwan, MT, Dosen Pembimbing Skripsi I.
5. Bapak Ir. Nuril Mahda Rkt, MT, Dosen Pembimbing Skripsi II
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

7. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya, yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.
8. Serta teman-teman seperjuangan stambuk 2018 Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembang ilmu pengetahuan serta masyarakat luas, khususnya di Indonesia, senantiasa dilindungi dan diberikan rahmat kasih sayang oleh Tuhan Yang Maha Esa kepada kita semua. Aamiin.

Medan, 12 Mei 2020

Penulis

Harsan Ingot Hasudungan

18.811.0076

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metode Pengumpulan Data	3
1.6. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN	
2.1. Umum	5
2.2. Pengertian Jembatan	6
2.3. Bagian – Bagian Konstruksi Jembatan	7

2.3.1. Bangunan Atas Jembatan (<i>Upper Structure</i>)	7
2.3.2. Bangunan Bawah Jembatan	11
2.4. Jembatan Komposit	12
2.4.1. Kelebihan dan Kekurangan Struktur Komposit	15
2.4.2. Metode Pelaksanaan Struktur Komposit	16
2.5. Pembebanan Pada Jembatan	19
2.5.1. Beban Permanen	19
2.5.2. Beban Lalu Lintas	23
2.5.3. Aksi Lingkungan	31
2.6. Perhitungan Bangunan Atas Jembatan	35
2.6.1. Analisa Perhitungan Plat Lantai	35
2.6.2. Analisa Trotoar	38
2.6.3. Analisa Tiang Railing	39
2.6.4. Analisa Girder	42
2.6.5. Analisa Gaya Geser	46
2.6.6. Tegangan Elastis Pada Balok Komposit	47
2.6.7. Kekuatan Lentur	51
2.6.8. Lendutan	54

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian	57
------------------------------	----

3.2. Data Yang Diperlukan	58
3.3. Sumber Data	58
3.4. Tahapan Perencanaan Beban Jembatan	59

BAB IV PEMBAHASAN ANALISA DATA

4.1. Data Teknis Jembatan	61
4.2. Tiang Railing	62
4.3. Perhitungan Slab Trotoar	67
4.4. Analisa Beban Slab Lantai Jembatan	73
4.5. Pembesian Slab lantai	81
4.6. Kontrol Lendutan Slab	88
4.7. Kontrol Tegangan Pons	92
4.8. Perhitungan Gelagar Jembatan	94
4.8.1. Data Konstruksi	94
4.8.2. Section Properties Sebelum Komposit	96
4.8.3. Section Properties Girder Komposit	97
4.8.4. Kondisi Girder Sebelum Komposit	99
4.8.5. Beban Pada Girder Komposit	101
4.8.6. Beban Lajur “D”	102
4.8.7. Gaya Rem (TB)	103
4.8.8. Beban Angin (EW)	103
4.8.9. Beban Gempa (EQ)	104
4.8.10. Tegangan Pada Girder Komposit	105
4.8.11 Lendutan Pada Girder Komposit	108

4.8.12 Gaya Geser Maksimum Pada Girder Komposit	110
4.9. Perhitungan Shear Connector	113
4.10. Perhitungan Balok Diafragma	114
4.11. Perhitungan Sambungan Girder	115
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	123
5.2. Saran	124
DAFTAR PUSTAKA	125
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagian – bagian jembatan	7
Gambar 2.2. Asumsi dalam perhitungan balok lantai	8
Gambar 2.3. Penggunaan lapis aus untuk lantai jembatan	8
Gambar 2.4. Lantai dengan menggunakan kayu atau unip	9
Gambar 2.5. Susunan tiang sandaran dan trotoar	10
Gambar 2.6. Pipan dan drainase pada jembatan	10
Gambar 2.7. Sistem lantai komposit, baja Struktur lantai	18
Gambar 2.8. Penghubung geser dalam komposit	19
Gambar 2.9. Beban lajur “D”	25
Gambar 2.10. Alternatif penampang beban “D” dalam arah memanjang	26
Gambar 2.11. Pembebanan truk “T” (500 kN)	27
Gambar 2.12. Penempatan beban truk untuk kondisi momen negative	29
Gambar 2.13. Faktor Beban Dinamis	30
Gambar 2.14. Pembebanan hidup truk “T” pada lantai jembatan	35
Gambar 2.15. Pembebanan truk “T” terhadap beban angin	36
Gambar 2.16. Beban lajur “D” dan beban garis “KEL”	44
Gambar 2.17. Pembebanan truk “T” dari semi trailer	45
Gambar 2.18. Bidang Geser pons lantai jembatan	47

Gambar 2.19. (a) Regangan dan (b) tegangan (untuk tampang transformasi) ..	48
Gambar 2.20. Penentuan lebar efektif dan tampang tranformasi	50
Gambar 2.21. Bidang lentur jembatan	53
Gambar 2.22. Lendutan akibat getaran jembatan	56
Gambar 3.1. Lokasi penelitian	57
Gambar 3.2. Denah Lokasi Penelitian	57
Gambar 3.3. Bagan Evaluasi perhitungan beban jembantan	59
Gambar 3.4. Bagan Kerangka Berfikir	60
Gambar 4.1. Detail slab trotoar	67
Gambar 4.2. Detail slab trotoar	68
Gambar 4.3. Pembebanan truk “T” TT	74
Gambar 4.4. Pembebanan Angin terhadap garis merata	75
Gambar 4.5. Momen slab jembatan	78
Gambar 4.6. Koefisien momen slab jembatan	78
Gambar 4.7. Kontrol tegangan pons pada slab jembatan	92
Gambar 4.8. Detail Gelagar Jembatan	94
Gambar 4.9. Potongan Melintang Profil	96
Gambar 4.10. Penampang Komposit	98
Gambar 4.11. Tegangan lentur yang terjadi	100
Gambar 4.12. Penampang komposit dan diagram tegangan	105
Gambar 4.13. Detail Posisi Shear Connektor	113
Gambar 4.14. Beban yang bekerja pada sambungan	115

Gambar 4.15. Sambungan diafragma	119
Gambar 4.16. Pembebanan pada sambungan diafragma	120

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat isi untuk beban mati	20
Tabel 2.2 Factor beban untuk berat sendiri	21
Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban mati tambahan	21
Tabel 2.4 Faktor beban akibat tekanan tanah	22
Tabel 2.5 Faktor beban akibat pengaruh pelaksanaan	22
Tabel 2.6 Jumlah lajur lalu lintas rencana	23
Tabel 2.7 Faktor beban untuk beban lajur “D”	24
Tabel 2.8 Faktor beban untuk beban “T”	27
Tabel 2.9 Faktor kepadatan lajur (m)	28
Tabel 2.10 Faktor beban akibat pengaruh prategan	32
Tabel 2.11 Nilai V_o dan Z_o untuk berbagai variasi kondisi permukaan	34
Tabel 2.12 Tekanan angin dasar	34
Tabel 4.1 Momen yang bekerja pada trotoar	67
Tabel 4.2 Beban hidup pada pedestrian	68
Tabel 4.3. PPJT 1992, kecepatan Angin rencana, V_w	75
Tabel 4.4 Temperatur jembatan rata – rata nominal	76
Tabel 4.5 Hasil momen Slab lantai Jembatan	77
Tabel 4.6 Momen Slab	80
Tabel 4.7 Kombinasi – 1	80
Tabel 4.8 Kombinasi – 2	81

Tabel 4.9 Berat total beban mati sebelum komposit	99
Tabel 4.10 Total berat sendiri girder sesudah komposit	101
Tabel 4.11 Total beban mati tambahan	101
Tabel 4.12 Kontrol terhadap kombinasi tegangan	105
Tabel 4.13 kontrol lendutan terhadap kombinasi beban	109
Tabel 4.14 Kombinasi beban girder	110
Tabel 4.15 penentuan jarak baut pada sambungan gelagar memanjang	116

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto Dokumentasi Penelitian

Lampiran 2. Gambar Denah dan Potongan Jembatan Dari Dinas PUPR
Kabupaten Deli Serdang

DAFTAR NOTASIDAN SIMBOL

AS	= Luas baja tulangan (mm)
b	= Lebar (cm)
D	= Diameter (cm)
d	= Tinggi efektif
E	= Gaya gempa (N)
f_c	= Mutu beton (Mpa)
f_y	= Mutu baja (Mpa)
Gg	= Gaya gesek
k	= Koefisien kejut
L	= Panjang/bentang yang ditinjau
M	= Momen
P	= Beban garis (t)
P_a	= Tekanan tanah aktif (t)
P_p	= Tekanan tanah pasif (t)
q	= Beban merata
Q_{dl}	= Beban mati merata (t/m)
Q_{ll}	= Beban hidup merata (t/m)
R_v	= Gaya vertical beban hidup (t)
R_{rt}	= Gaya akibat rem dan traksi (t)
SF	= Factor keamanan
Tb	= Gaya tumbuk
σ_{bc}	= Tegangan baja cor (kg/cm^2)
ρ	= Nilai banding luas tulangan tarik terhadap luas penampang

beton π	= Koefisien 3,14
θ	= Sudut geser tanah ($^{\circ}$)
$\beta 1$	= Faktor penyesuaian tinggi balok tegangan desak beton terhadap jarak garis netral terhadap serat sepi desak beton.
L_{av}	= Panjang bentang rata – rata dari kelompok bentang yang disambungkan secara menerus.
L_{max}	= adalah panjang bentang maksimum dalam kelompok bentang yang disambungkan secara menerus.
V	= kecepatan rencana jalan raya (m/detik).
F	= faktor dengan nilai 4/3 untuk kombinasi beban selain, keadaan batas fatik dan 1.0 untuk keadaan batas fatik.
g	= percepatan gravitasi 9.8 m/detik ² .
R_t	= jari – jari kelengkungan lajur lalu lintas (m).
α	= Adalah koefisien muai temperature (mm/mm/ $^{\circ}C$)
b	= lebar plat lantai yang ditinjau (m)
h	= tebal plat yang ditinjau (m)
W_c	= berat jenis beton (KN/m ³)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jembatan yang merupakan sarana penghubung antara daerah, setiap tahun mengalami perkembangan seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan tingkat perekonomian di sekitar daerah tersebut.

Pesatnya pertumbuhan dan perkembangan pembangunan, ekonomi dan teknologi beberapa dekade ini, menyebabkan terjadi peningkatan volume dan beban kendaraan berat pada jalan dan jembatan. Sehingga banyak jembatan yang dibangun dengan menggunakan desain yang setandar terdahulu tidak dapat melayani kebutuhan lalu lintas saat ini dan memerlukan pembatasan beban, perkutan dan bahkan penggantian total.

Mengingat jembatan berfungsi sebagai penghubung dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan, sehingga jembatan dapat dikatakan bagian dari satu jalan, baik jalan raya atau jalan kereta api. Beberapa lokasi jembatan yaitu jembatan diatas sungai, jembatan di atas saluran irigasi/drainase, jembatan di atas lembah, jembatan di atas jalan yang sudah ada (*viaduct*). Seiring dengan makin berkembangnya teknologi angkutan jalan raya maka konstruksi jembatan harus direncanakan sesuai dengan tuntutan transportasi baik dari segi kecepatan, kenyamanan, maupun keamanan. Disamping itu mengingat keterbatasan dana maka pemilihan jenis konstruksi yang paling ekonomis perlu diusahakan agar biaya pembangunan dapat ditekan serendah mungkin.

Dengan mengambil bahan penelitian jembatan komposit ini maka akan dilakukan evaluasi perhitungan kembali menurut pembebanan dan bangunan atas

untuk jembatan (SNI 1725:2016) yang saat ini sedang sangat trend digunakan pada pembuatan jembatan dunia dengan kondisi komposit yang mengalami berbagai tahapan pembebanan, pembahasan perencanaan. Untuk evaluasi lantai jembatan dilakukan dengan metode perencanaan struktur beton, yaitu metode beban kerja (*working stress method*) dan metode beban batas (*ultimate limit states method*) dengan mengacu kepada SK SNI 03-2874-2002, jembatan (SNI T-12-2004), pembebanan untuk jembatan (SNI 1725:2016).

Karena adanya perhitungan SNI 03-2874-2002, jembatan (SNI T-12-2004), pembebanan untuk jembatan (SNI 1725:2016), maka saya tertarik dalam mengambil judul Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit ini dimana perhitungan ini sudah tidak asing lagi kita dengar sehingga membuat saya tertantang untuk melakukan evaluasi perhitungan kembali agar mendapatkan hasil yang praktis dan ekonomis sesuai dengan peraturan jembatan yang berlaku.

1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit yaitu menghitung kapasitas nominal Bangunan Atas berdasarkan SK SNI 03-2874-2002, SNI T-2004 dan Pembebanan Untuk Jembatan menggunakan SK SNI 1725:2016.

Seangkan tujuan Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit yaitu mengetahui kemampuan kapasitas nominal Bangunan Atas berdasarkan SK SNI 03-2874-2002, SNI T-2004 dan Pembebanan Untuk Jembatan menggunakan SK SNI 1725:2016. Serta Menentukan apakah kondisi Bangunan Atas Jembatan Komposit masih layak fungsi atau tidak dari kemampuan layannya.

1.3. Rumusan Masalah

1. Lokasi jembatan merupakan kelas B yang memiliki volume kendaraan yang cukup tinggi, sehingga dibutuhkan pelat lantai yang mampu menerima beban yang ada.
2. Perencanaan menggunakan struktur komposit, sehingga dibutuhkan gelagar yang sesuai.

1.4. Batasan Masalah

Batasan – batasan masalah dari evaluasi perhitungan bangunan atas jembatan komposit ini diantaranya adalah:

1. Tinjauan hanya mencakup Bangunan Atas (*Upper Structure*).
2. Tidak mendesain ukuran dan jumlah pondasi serta kontrol terhadap bangunan bawah.
3. Evaluasi perhitungan jembatan ini tidak termasuk kemungkinan pembangunan dinding penahan tanah akibat kondisi topografi lapangan.
4. Jembatan yang di evaluasi adalah jembatan dengan sistem komposit gelagar baja dengan bentang 24 meter dan lebar 6 meter.
5. Tidak menganalisa harga satuan dan merencanakan anggaran biaya (RAB) pembangunan.
6. Tidak meninjau metode pelaksanaan proyek secara keseluruhan (realisasi jembatan).

1.5. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan penulis ialah:

1. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil peninjauan dilapangan dengan pengukuran secara langsung. Selanjutnya penulis melakukan studi kepustakaan sebagai bahan referensi pembahasan data.

2. Data Sekunder

Data sekunder penulis terima dari Satuan Kerja Dinas PUPR Kabupaten Deli Serdang yaitu Data Gambar Rencana (Potongan Melintang Jembatan, Potongan Memanjang Jembatan, Dimensi Gelagar, Dimensi Diafragma, dst.).

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1. Umum

Perkembangan transportasi di Indonesia ini semakin pesat, sejalan dengan laju perkembangan teknologi dan industri. Oleh karena itu perlu adanya sarana dan prasarana perhubungan darat, laut dan udara. Prasarana perhubungan darat adalah masalah paling penting untuk diprioritaskan, karena tanpa adanya sarana perhubungan darat kegiatan ekonomi, sosial dan budaya maupun informasi dari suatu daerah akan terhambat.

Pembangunan sarana darat sangat dipengaruhi oleh keadaan topografi daerah yang dibangun. Masalahnya yang sering timbul dalam pembangunan jalan raya adalah trase jalan yang direncanakan terhalang oleh jurang, sungai atau keadaan lain yang menuntut dibangunnya bangunan penghubung seperti jembatan. Jembatan adalah suatu konstruksi yang berguna untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalulintas biasa).

Jembatan yang berada diatas jalan lalulintas biasa dinamakan *viaduct*. Jembatan juga merupakan salah satu alat yang vital bagi kelancaran lalu lintas, maka jembatan harus *didesain* cukup kuat dan tahan, tidak mudah rusak dan perencanaan jembatan ini hendaknya memenuhi persyaratan perencanaan yang harus dapat menerima beban – beban yang berada diatasnya dengan konstruksi permanen dan dapat berumur panjang.

Oleh karena itu, dalam penulisan tugas akhir ini penulis membahas mengenai Analisa Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Komposit “Studi Kasus

Proyek Pembangunan Jembatan Tanjung Selamat Kabupaten Deli Serdang”. Jembatan ini merupakan elemen yang sangat penting dalam transportasi sebagai jalan alternatif dari kecamatan Sunggal menuju kecamatan Pancur Batu dan watas Kota Medan yang memiliki kapasitas volume kendaraan yang cukup tinggi sehingga jembatan yang ada tidak cukup menampung beban yang dilaluinya karena volume kendaraan yang cukup besar. Pada studi tugas akhir ini jembatan direncanakan ulang dengan menggunakan konstruksi jembatan komposit.

2.2. Pengertian Jembatan

Jembatan mempunyai arti penting bagi setiap orang. Akan tetapi tingkat kepentingannya tidak sama bagi setiap orang, sehingga akan menjadi suatu bahan berbeda oleh tiap orang, sebab penglihatan/pandangan masing – masing orang yang melihat berbeda pula. Seseorang yang melintasi jembatan jembatan tiap hari pada saat pergi bekerja, hanya dapat melintasi sungai bila ada jembatan, dan ia menyatakan bahwa jembatan adalah sebuah jalan yang diberi sandaran pada tepinya. Tentunya bagi seseorang pemimpin pemerintah dan dunia bisnis akan memandang hal yang berbeda pula.

Dari keterangan di atas, dapat dilihat bahwa jembatan merupakan suatu sistem transportasi untuk tiga hal, yaitu , merupakan pengontrol kapasitas dari sistem, mempunyai biaya tertinggi per mil dari sistem, jika jembatan runtuh, sistem akan lumpuh.

Bila lebar jembatan kurang lebar untuk menampung jumlah jalur yang diperlukan oleh lalu lintas, jembatan akan menghambat laju lalu lintas dalam hal ini jembatan akan menjadi pengontrol volume dan berat lalu lintas yang dapat dilayani

oleh sistem transportasi. Oleh karena itu, jembatan dapat dikatakan mempunyai fungsi keseimbangan (*balancing*) dari sistem transportasi.

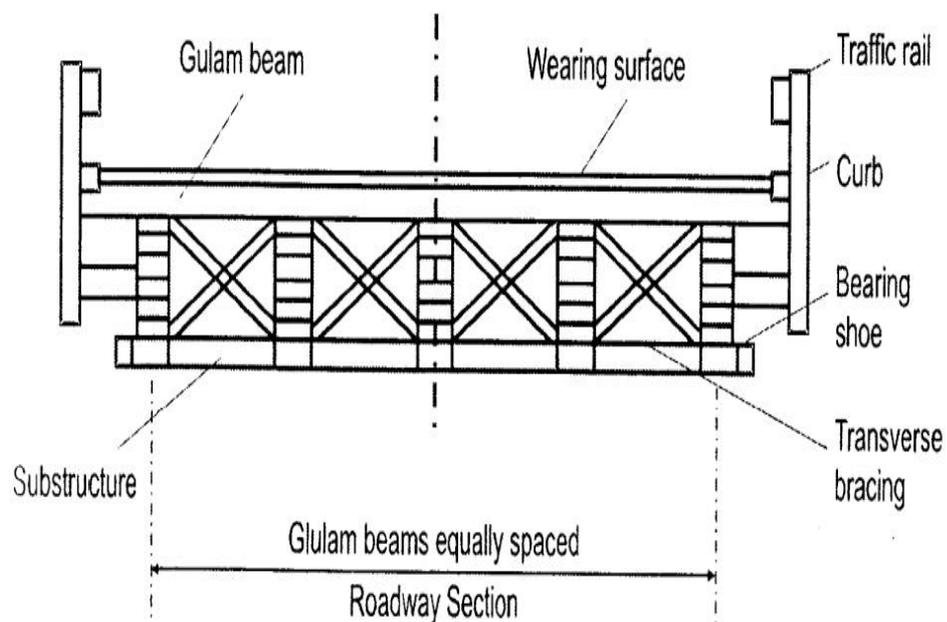
Sumber: Supriyadi dan Muntohar (2017)

2.3. Bagian – Bagian Konstruksi Jembatan

2.3.1. Bagunan Atas Jembatan (*Upper Structure*)

1. Balok Lantai Jembatan

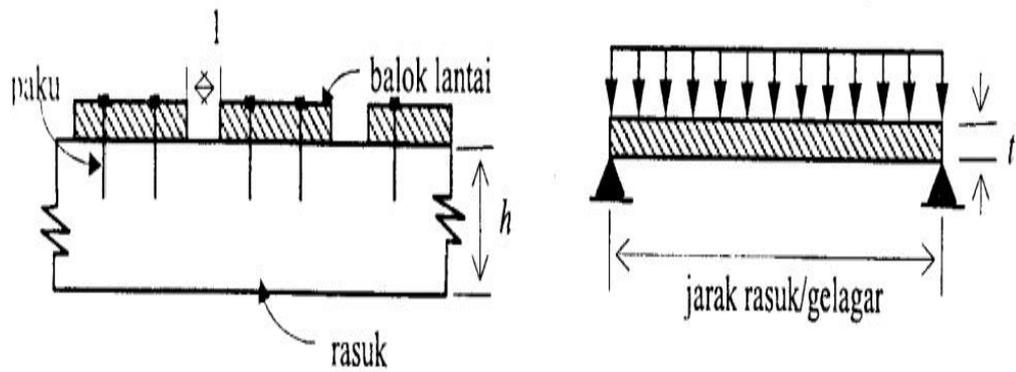
Lantai jembatan berfungsi sebagai lantai untuk lalu lintas, merupakan balok yang disusun sedemikian sehingga mampu mendukung beban. Biasanya dipasang dalam arah melintang jembatan, diatas gelagar (rasuk).



Gambar 2.1 Bagian – bagian jembatan

Sumber: Supriyadi dan Muntohar (2017)

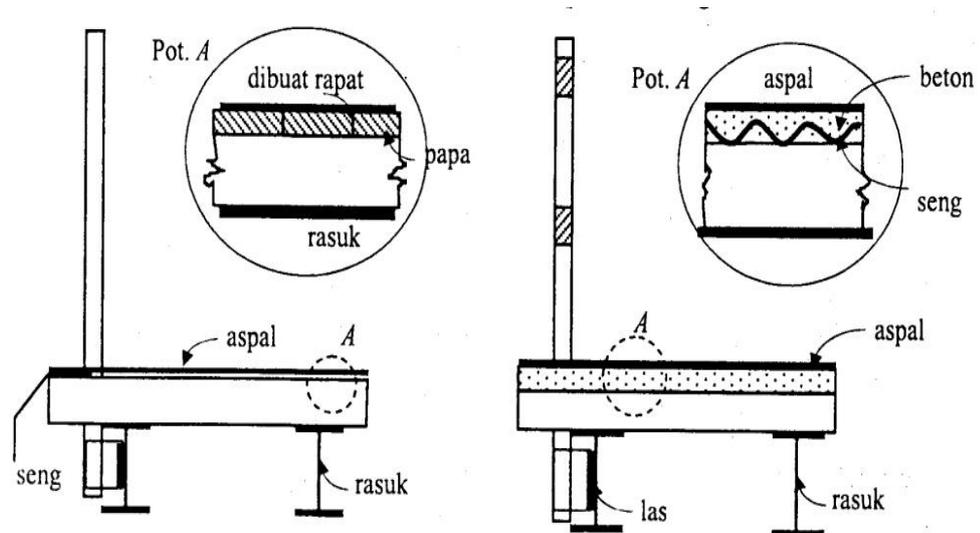
Dalam perhitungan mekanika (perancangan) dibuat penyederhanaan (asumsi) modal, dimana balok lantai didukung oleh tumpuan sederhana, seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.2 Asumsi dalam perhitungan balok lantai

Sumber: Supriyadi dan Muntohar (2017)

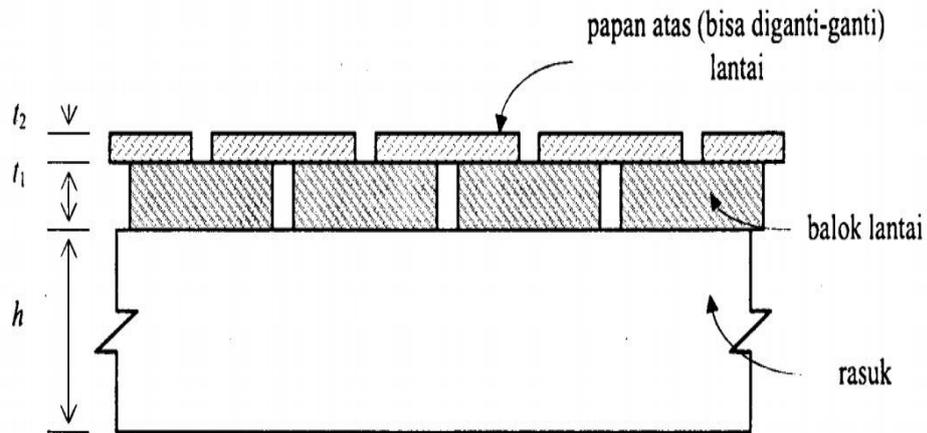
Agar balok lantai jembatan lebih baik, dapat diberi lapis aus permukaan berupa aspal atau beton. Bila diberi aspal, maka balok lantai jembatan harus disusun rapat tanpa spasi, sedangkan bila menggunakan beton dapat dilihat gambar berikut ini.



Gambar 2.3 Penggunaan lapis aus untuk lantai jembatan

Sumber: Supriyadi dan Muntohar (2017)

Bila bahan aspal dan beton sulit didapat atau tidak tersedia, dapat menggunakan papan (kayu) dan besi profil UNP yang disusun diatas balok lantai.



Gambar 2.4 Lantai dengan menggunakan Kayu atau UNP

Sumber: Supriyadi dan Muntohar (2017)

2. Gelagar (Rasuk)

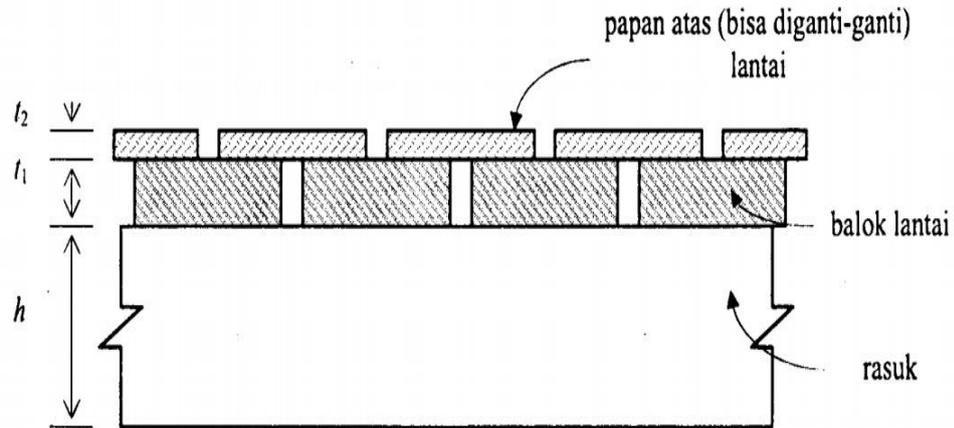
Gelagar jembatan akan mendukung semua beban yang bekerja pada jembatan. Seperti telah dikemukakan bahwa untuk control lendutan ijin jembatan tidak boleh dilampaui. Untuk mengurangi/ memperkecil lendutan dapat menambah balok melintang sebagai perkuatan sekaligus untuk meratakan beban.

Untuk bentang jembatan lebih dari 8 meter guna memperkaku konstruksi jembatan perlu diberi pertambahan angin. Fungsinya adalah untuk menahan gaya akibat tekanan angin. Letak pertambahan angin biasanya dibagian bawah gelagar, yang dibuat bersilang.

3. Tiang Sandaran dan Trotoar

Tiang sandaran merupakan kelengkapan jembatan yang berfungsi untuk keselamatan sekaligus untuk membuat struktur lebih kaku. Sedangkan trotoar bisa dibuat dan bisa tidak tergantung perencanaan. Secara umum, lebar trotoar minimum adalah untuk simpangan 2 orang ($\pm 100 - 150$ cm).

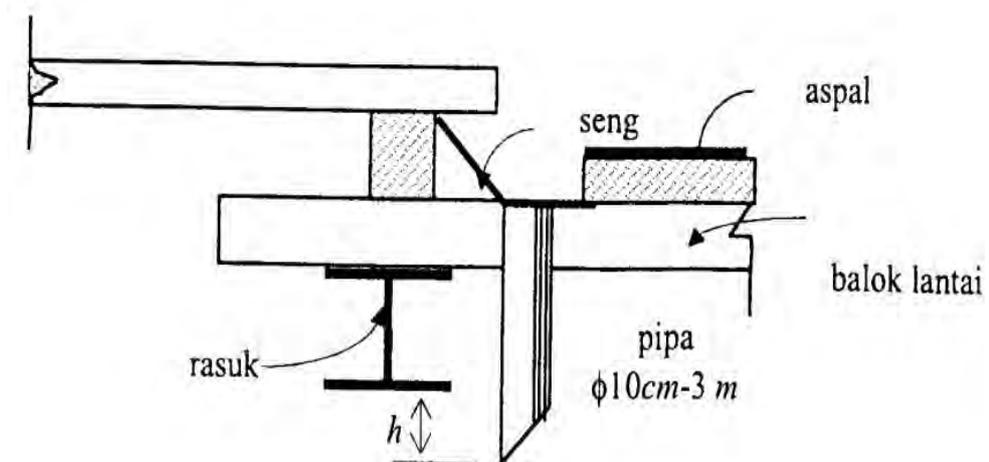
Tiang sandaran umumnya direncanakan/ dibuat dengan tinggi $\pm 90 - 100$ cm dari muka trotoar, dan trotoar dibuat lebih tinggi $20 - 50$ cm dari lantai jembatan.



Gambar 2.5 Susunan tiang sandaran dan trotoar

Sumber: Supriyadi dan Muntohar (2017)

Satu hal yang perlu mendapat perhatian adalah saluran/pipa drainase pada jembatan, guna mendrain genangan yang ada pada jembatan terutama bila lantai diberi lapis aus. Pemasangan pipa drainase dapat dilakukan sebagai berikut.



Gambar 2.6 Pipa drainase pada jembatan

Sumber: Supriyadi dan Muntohar (2017)

2.3.2. Bangunan Bawah Jembatan

Bangunan bawah jembatan merupakan bangunan yang berfungsi sebagai penerima / memikul beban - beban yang diberikan bangunan atas dan kemudian disalurkan kepondasi. Berikut ini adalah komponem – komponem bangunan bawah jembatan.

1. Abudment

Abudment atau kepala jembatan adalah bagian bangunan pada ujung – ujung jembatan, selain sebagai pendukung bagi bangunan atas abudment juga berfungsi sebagai penahan tanah.

2. Pilar

Pilar atau pier merupakan struktur pendukung bangunan atas. Pilar biasa digunakan pada jembatan bentang panjang, posisi pilar berada diantara kedua abudment.

3. Pondasi

Secara umum pondasi dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Pondasi Langsung

Digunakan bila lapisan tanah pondasi yang telah diperhitungkan mampu memikul beban – beban diatasnya terletak pada lokasi yang dangkal dari tanah setempat.

b. Pondasi Dalam

Digunakan apabila lapisan tanah keras yang mampu memikul beban letaknya cukup dalam, sehingga beban harus disalurkan melalaui suatu konstruksi penerus yang juga disebut tiang pancang dan pondasi sumuran.

2.4. Jembatan Komposit

Jembatan komposit adalah jembatan yang mengkombinasikan dua material atau lebih dengan sifat bahan yang berbeda dan membentuk satu kesatuan sehingga menghasilkan sifat gabungan yang lebih baik. Jembatan komposit yang umum digunakan adalah kombinasi antara bahan konstruksi baja dengan beton bertulang, yaitu dengan mengkombinasikan baja sebagai deck (gelagar) dan beton bertulang sebagai plat lantai jembatan.

Perencanaan komposit mengasumsikan bahwa baja dan beton bekerjasama dalam memikul beban yang bekerja, sehingga akan menghasilkan desain profil/elemen yang lebih ekonomis. Selain itu struktur komposit juga mempunyai beberapa keunggulan diantaranya adalah lebih kuat (*stronger*) dan lebih kaku (*stiffer*) daripada struktur non-komposit.

Ada dua jenis tipe jembatan komposit yang umum digunakan sebagai desain, yaitu tipe *multi girder bridge* dan *ladder deck bridge*. Penentuan pemilihan jenis jembatan yang akan digunakan tergantung pada pertimbangan ekonomi dan faktor spesifik dari medan konstruksi seperti akses transportasi menuju lapangan dan jenis dari tiang penyokong yang berada ditengah bentang.

1. *Multi Girder Bridge*

Jembatan dengan *multi girder deck* menggunakan beberapa baja girder memanjang (*longitudinal girder*) yang ukuran dan jenisnya sama disusun dengan jarak yang sama sepanjang lebar jembatan. Komponen atau bagian dari jembatan multi girder adalah sebagai berikut:

a. Girder Utama (*Longitudinal Girder*)

Girder utama pada umumnya menggunakan plate girder profil I, namun untuk jembatan dengan bentang yang kecil memungkinkan juga untuk menggunakan universal beam yaitu baja dengan profil yang memiliki dimensi yang universal dan biasa di pabrikasi oleh berbagai perusahaan baja.

b. Perkuatan (*Bracing*)

Ada tiga jenis perkuatan yang dimiliki oleh *multi girder bridge*. Berikut penjelasannya:

- *Support Bracing*

Support bracing adalah perkuatan yang berada di kedua ujung jembatan yaitu didaerah perletakan, teknis perkuatan dengan biasa menggunakan profil baja L yang disusun melintang menghubungkan antara satu girder dengan girder lainnya. Fungsi dari perkuatan ini adalah untuk stabilitas jembatan dan alat transfer beban horizontal (beban angin dan gaya selip) kebantalan yang menyediakan tahanan transversal yang terletak pada daerah perletakan jembatan.

- *Intermediate Bracing*

Intermediate bracing biasa disebut juga dengan diafragma jembatan yaitu berupa pelat yang menghubungkan antara girder pada arah memanjang jembatan. Fungsi dari diafragma adalah untuk menjaga girder supaya tidak melekuk atau memuntir akibat dari bebanyang dipikul oleh baja girder.

- *Plan Bracing*

Plan bracing biasa disebut dengan ikatan angin adalah ikatan yang menyilang pada bagian bawah jembatan, dua lokasi kemungkinan perletakan plan bracing berada diatas flens atas (terhubung ke cleat pada flens atas) dan dibawah flens atas.

- c. *Crosshead Girders*

Crosshead girders adalah girder yang melintang tambahan yang menghubungkan dua buah girder utama dan berfungsi sebagai perletakan pada tengah bentang *continuous multiple spans*. *Crosshead girders* bukan merupakan komponen yang wajib dimiliki jembatan *multi girder* akan tetapi terkadang dibutuhkan untuk mengurangi jumlah kolom dan bantalan.

- 2. *Ladder Deck Bridges*

Ladder deck bridge adalah modifikasi dari multi girder bridge yaitu dengan hanya menggunakan dua buah girder utama dengan cross girder sebagai support (perkuatan). Konfigurasi jembatan dengan *ladder deck* sangat cocok dan ekonomis bila diaplikasikan pada jembatan bentang pendek dengan lebar jembatan yang memadai untuk jalur lintas dua jalur ganda. Komponen (bagian) dari jembatan *ladder deck* adalah sebagai berikut:

- a. *Gelagar Utama (Main Girder)*

Gelagar utama dalam jembatan ladder deck selalu menggunakan plate girder, karena girder dengan penampang universal walaupun dengan luas penampang maksimum tidak akan cukup kuat, walaupun digunakan untuk bentang yang sederhana.

b. *Cross Girder* (Gelagar Silang)

Cross girder biasanya dipasang dengan jarak 3,5 meter untuk menahan besar beban plat lantai setebal 250 mm.

c. *Cantilever Girder*

Cantilever girder adalah girder tambahan diluar girder utama sebagai bantalan untuk trotoar jalan. Namun bila trotoar jalan tidak terlalu lebar, maka tidak perlu menggunakan cantilever girder karena momen yang timbul masih mampu ditahan oleh plat lantai seperti konfigurasi pada jembatan multi girder.

2.4.1. Kelebihan dan Kekurangan Struktur Komposit

1. Kelebihan dasar yang dihasilkan dari desain struktur komposit adalah sebagai berikut:

- a. Kekuatan lebih seragam pada berbagai arah.
- b. Dapat digunakan untuk meningkatkan kekerasan material.
- c. Luas baja yang digunakan lebih sedikit.
- d. Tinggi konstruksi berkurang, sehingga dapat menghemat biaya.
- e. Bobot ringan dan tahan korosi.

2. Kekurangan jembatan komposit

- a. Desain dan konstruksinya memerlukan spesialis yang sangat mengetahui mengenai desain rekayasa dan disiplin ilmu material.
- b. Walaupun ringan namun hal tersebut juga dapat membuat aerodinamis struktur yang tidak stabil.

2.4.2. Metode Pelaksanaan Struktur Komposit

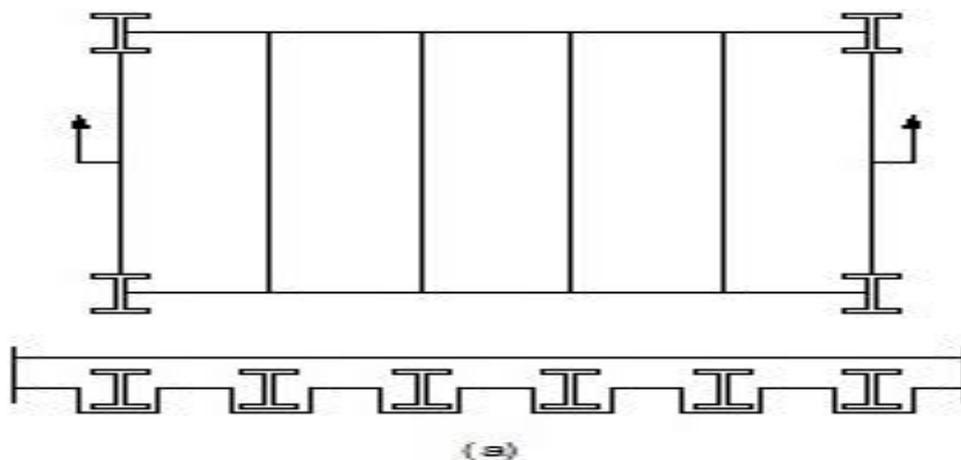
Pancang balok komposit disesuaikan dengan metode yang digunakan dilapangan. Ada dua metode yang biasa digunakan dalam pelaksanaan dilapangan yaitu dengan perancah atau tanpa perancah. Jika tanpa perancah, balok baja akan mendukung beban mati primer selama beton belum mengeras. Beban mati sekunder serta beban-beban lain akan didukung oleh komposit yang akan berfungsi jika beton telah mengeras dan menyatu dengan baja. Bila menggunakan perancah, selama beton belum mengeras beban mati primer akan dipikul oleh pendukung. Setelah beton mengeras dan penunjang dilepas, maka seluruh beban akan didukung oleh balok komposit.

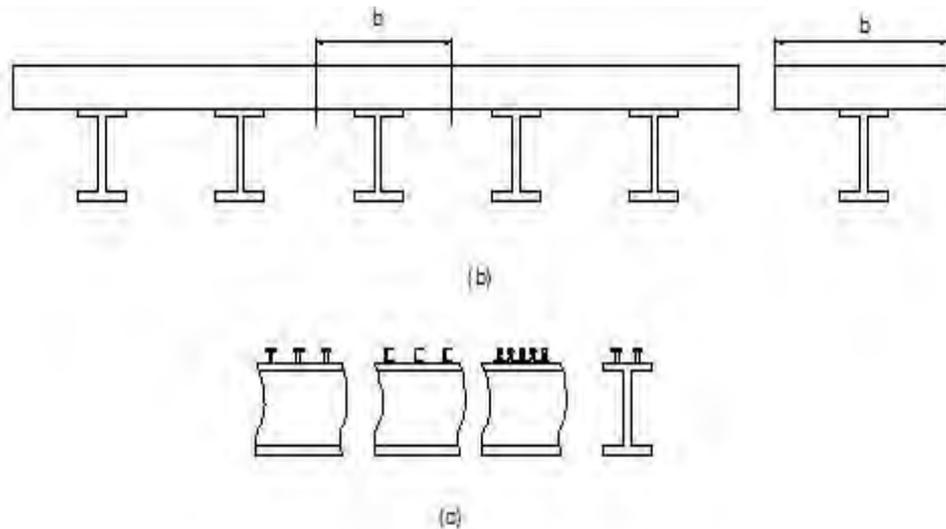
Konstruksi komposit bekerja batang-batang struktural yang merupakan gabungan dari 2 material yaitu baja struktural dan beton bertulang. Dengan kata lain, batang structural yang di bentuk dari 2 atau lebih material disebut komposit. Pada bangunan gedung dan jembatan umumnya berupa komposit dari baja struktural dan beton bertulang yang biasanya dipakai pada elemen balok atau dan kolom . Pada jembatan sebagian besar komposit untuk balok.

Balok komposit dapat direncanakan dalam beberapa bentuk. Versi semula adalah balok yang diselimuti beton (gambar 2.7 a). Alternatif praktis ketika keperluan utama suatu struktur dimaksudkan untuk perlindungan baja dari api, baja struktural diselimuti beton sedemikian sehingga secara rasional beton dioptimalkan untuk kontribusi kekuatan pada balok. Sekarang ini, material yang lebih ringan dan metode yang lebih ekonomis untuk tahan/perlindungan api banyak tersedia sehingga komposit tipe ini baja

diselimuti beton jarang dipakai lagi. Sebagai bentuk “baru” nya adalah perilaku komposit dicapai dengan sambungan/konektor anantara balok baja dengan pelat beton bertulang pada bagian atasnya yang menjadi satu keastuan elemen. Pada suatu sistem lantai dan atap, bagian dari pelat bekerja bersama dengan stiap balok baja untuk membentuk balok komposit yang terdiri dari the rolled shape dengan sayap beton di bagian atas baja. Gambar 2.7 b.

Penyatuan perilaku komposit dimungkinkan hanya jika slippage (geseran) horizontal antara dua material (baja dan beton) tidak terjadi/bisa ditahan. Untuk menahan geseran horizontal antar permukaan ini akan diatasi/dipasang sebuah komponen penghubung/penyambung yang disebut sebagai shear connectors. Tipe shear connectors ini bisa berbentuk headed studs, spiral reinforced steels, or short lengths of small channel shapes, yang dihubungkan dengan las sedemikian memiliki penjangkaran anata baja dan beton. (lihat Gambar 2.7 c). Headed studs paling populer dan banayak dipakai dilapangan. Pada tampang melintang lokasi profil baja boleh dipasang lebih dari satu headed studs tergantung dari lebar sayap memadai atau tidak. Jumlah headed studs tergantung pada spasi yang diijinkan (akan dibahas di bagian 4). Salah satu alasan headed studs populer adalah mudah dipasang.





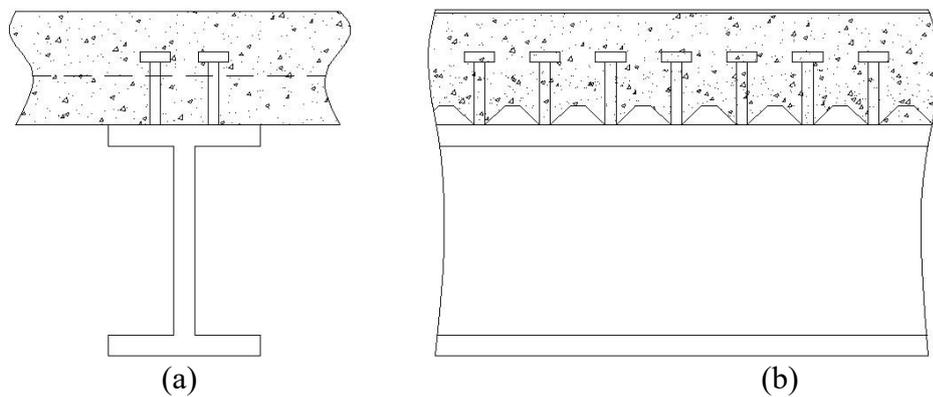
Gambar 2.7 (a) system lantai komposit, (b) baja struktur dan pelat lantai beton , (c) Penghubung geser

Sumber: *Struktur+Jembatan+Komposit.*

Jumlah pasti shear connector disyaratkan untuk meyakinkan bahwa suatu balok benar-benar komposit penuh. Jumlah konektor sedikit lebih kecil dari jumlah pasti sehingga akan slippage kecil masih dibolehkan terjadi antara baja dan beton. Balok dalam keadaan ini disebut balok komposit sebagian (partially composite beam). Partially composite beams (yang lebih efisien daripada fully composite beams) akan dibahas di bagian 7.

Sebagian besar konstruksi komposit pada gedung menggunakan formed steel deck (tanpa bekesting perancah) yang melayani sebagai lantai kerja (formwork) untuk pelat beton dan formed steel deck ditinggalkan (tidak dilepas) setelah beton mengeras (28 hari). Metal deck ini juga berkontribusi pada kekuatan pada pelat lantai, pada perancangan hal ini tidak akan diperhitungkan. Deck ini dapat digunakan dengan tujuan sebagai rusuk (ribs) yang bekerja secara transversal atau parallel balok. Pada sistem lantai yang umum, ribs dipasang tegak lurus terhadap balok lantai dan paralel untuk menopang girder. Shears studs dilaskan pada balok dari atas sampai ke deck.

Karena studs dapat dipasang hanya pada ribs, spasi pada sepanjang studs batang balok dibatasi pada perkalian jumlah spasi ribs. Gambar 2.8 menunjukkan pelat dengan formed steel deck dengan ribs tegak lurus pada sumbu memanjang balok.



Gambar 2.8 (a) Penghubung geser dalam komposit dan (b) penghubung geser dengan dek baja

Sumber: Struktur+Jembatan+Komposit.

Hampir semua jembatan jalan raya yang menggunakan balok2 baja adalah konstruksi komposit dan balok komposit sebagai alternative yang sebagian besar ekonomis. Walaupun lebih kecil, lighter rolled steel beams dapat digunakan sebagai konstruksi komposit.

2.5. Pembebanan Pada Jembatan

2.5.1. Beban Permanen

1. Umum

Massa setiap bagian bangunan harus dihitung berdasarkan dimensi yang tertera dalam menggambar dan berat jenis bahan yang digunakan. Berat dari bagian –bagian bangunan tersebut adalah massa dikalikan dengan

percepatan gravitasi (g). besarnya kerapatan massa dan berat isi untuk berbagai macam bahan diberikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Berat isi untuk beban mati

No.	Bahan	Berat Isi (kN/m ³)	Kerapatan Massa (Kg/M ³)
1	Lapisan permukaan beraspal (bituminous wearing surfaces)	22	2245
2	Besi Tulangan (cas iron)	71	7240
3	Timbunan tanah dipindahkan (compacted sand, sir or clay)	17	1755
4	kerikil dipadatkan (rolled gravel, macadam or ballast)	18.80 - 22.70	1920 - 2315
5	Beton aspal (asphalt concrete)	22	2245
6	Beton ringan (low density)	12.25 - 19.60	1250 - 2000
7	Beton $f_c < 35$ Mpa	22.00 - 25.00	2320
	$35 < f_c < 105$ Mpa	$22 + 0.022 f_c$	$2240 + 2.29f_c$
8	Baja (Steel)	79	7850
9	Kayu ringan	8	800
10	kayu keras (hard wood)	11	1125

Sumber: RSNi 1725:2016

Pengambilan kerapatan massa yang besar, aman untuk suatu keadaan batas akan tetapi tidak untuk keadaan yang lainnya. Untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan faktor beban terkurangi. Akan tetapi, apabila kerapatan massa diambil dari suatu jajaran nilai, dan nilai yang sebenarnya tidak bisa ditentukan dengan tepat, perencanaan harus memilih di antara nilai tersebut yang memberikan keadaan yang paling kritis.

2. Berat Sendiri (MS)

Berat sendiri adalah berat bagian tersebut dan elemen – elemen struktural lain yang dipikulnya, termasuk dalam hal ini adalah berat bahan

dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen nonstruktural yang dianggap tetap.

Tabel 2.2 Factor beban untuk berat sendiri

Tipe Beban	Faktor Beban (γ_{MS})			
	Keadaan Batas Layanan (γ_{MS}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{MS}^U)		
		Bahan	Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja	1.00	1.10	0.90
	Alumanium	1.00	1.10	0.90
	Beton Pracetak	1.00	1.20	0.85
	Beton dicor di tempat	1.00	1.30	0.75
	Kayu	1.00	1.40	0.70

Sumber: RSNI 1725:2016

3. Beban Mati Tambahan / Utilitas (MA)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen nonstructural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Dalam hal tertentu, nilai faktor beban mati tambahan yang berbeda. Hal ini bisa dilakukan apabila instansi tersebut melakukan pengawasan terhadap beban mati tambahan pada jembatan, sehingga tidak dilampaui selama umur jembatan.

Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban mati tambahan

Tipe Beban	FAKTOR BEBAN (MA)			
	Keadaan Batas layanan (γ_{MA}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{MA}^U)		
		Keadaan	Biasa	Terkurangi
Tetap	Umum	1 (1)	2.00	0.70
	Khusus (terawasi)	1.00	1.40	0.80

Catatan (1) : Factor beban layan sebesar 1.3 digunakan untuk berat utilitas

Sumber: RSNI 1725:2016

4. Beban akibat tekanan tanah (TA)

Tekanan tanah lateral pada keadaan batas kekuatan dihitung dengan menggunakan nilai nominal dari γ_s dari nilai rencana dari c serta ϕ_f . Nilai – nilai rencana dari c serta ϕ_f diperoleh dari nilai nominal dengan menggunakan faktor reduksi kekuatan.

Tabel 2.4 Faktor beban akibat tekanan tanah

Tipe Beban	FAKTOR BEBAN (γ_{TA})			
	Keadaan Batas Layanan (γ_{TA}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{TA}^U)		
		Tekanan Tanah	Biasaa	Terkurangi
Tetapan	Tekanan tanah vertikal	1	1.25	0.8
	Tekanan tanah lateral			
	Aktif	1.00	1.25	0.80
	Pasif	1.00	1.40	0.70
	Diam	1.00	(1)	

Catatan (1) : Tekanan tanah lateral dalam keadaan diam biasanya tidak diperhitungkan pada keadaan batas ultimit

Sumber: RSNI 1725:2016.

5. Pengaruh Tetap Pelaksanaan (PL)

Bila pengaruh tetap yang terjadi tidak begitu terkait dengan aksi rencana lainnya, maka pengaruh tersebut harus dimaksudkan dalam batas daya layan dan batas ultimit faktor beban sesuai dengan tabel 2.5.

Tabel 2.5 Faktor beban akibat pengaruh pelaksanaan

Tipe Beban	Faktor Beban (γ_{PL})		
	Keadaan Batas Layanan (γ_{PL}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{PL}^U)	
		Biasa	Terkurangi
Tetapan	1.00	1.00	1.00

Sumber: RSNI 1725:2016

2.5.2. Beban Lalu Lintas

1. Lajur Lalu Lintas Rencana

Jumlah lajur lalu lintas rencana ditentukan dengan mengambil bagian *integer* dari hasil pembagian lebar bersih jembatan (w) dalam mm dengan lebar lajur rencana sebesar 2750 mm. perencana harus memperhitungkan kemungkinan berubahnya lebar bersih jembatan dimasa depan sehubungan dengan perubahan fungsi dari bagian jembatan. Jumlah maksimum lajur lalu lintas rencana harus di susun sejajar dengan sumbu memanjang jembatan.

Tabel 2.6 Jumlah lajur lalu lintas rencana

Tipe Jembatan (1)	Lebar Bersih Jembatan (2) (mm)	Jumlah lajur Lalu Lintas Rencana (n)
Satu Lajur	3000 $w < 5250$	1
	5250 $w < 7500$	2
	7500 $w < 10,000$	3
Dua Arah, tanpa Median	10,000 $w < 12,500$	4
	12,500 $w < 15,250$	5
	$w < 15,250$	6
Dua Arah Dengan Median	5500 $w < 8000$	2
	8250 $w < 10,750$	3
	11,000 $w < 13,500$	4
	13,750 $w < 16,250$	5
	$w < 16,500$	6

Catatan (1) : untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh instansi yang berwenang.

Catatan (2) : Lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kreb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kreb/rintang/median untuk banyak arah.

Sumber: RSNi 1725:2016.

Berdasarkan tabel 2.6, bila lebar bersih jembatan berkisar antara 3000 mm sampai 5000 mm. maka jumlah jalur rencana harus diambil satu lajur lalu

lintas rencana dan lebar jalur rencana harus diambil sebagai lebar jalur lalu lintas.

2. Beban Lajur “D” (TD)

Beban jalur “D” terdiri atas beban berbagai rata (BTR) yang digabungkan dengan beban garis (BGT) seperti terlihat dalam Gambar. Adapun faktor beban yang digunakan untuk beban lajur “D” seperti pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Faktor beban untuk beban lajur “D”

Tipe Beban	Jembatan	Faktor Beban (γ_{TD})	
		Keadaan Batas Layanan (γ_{TD}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{TD}^U)
Transien	Beton	1.00	1.80
	Box Girder Baja	1.00	2.00

Sumber : RSNI 1725:2016.

a. Intensitas Beban “D”

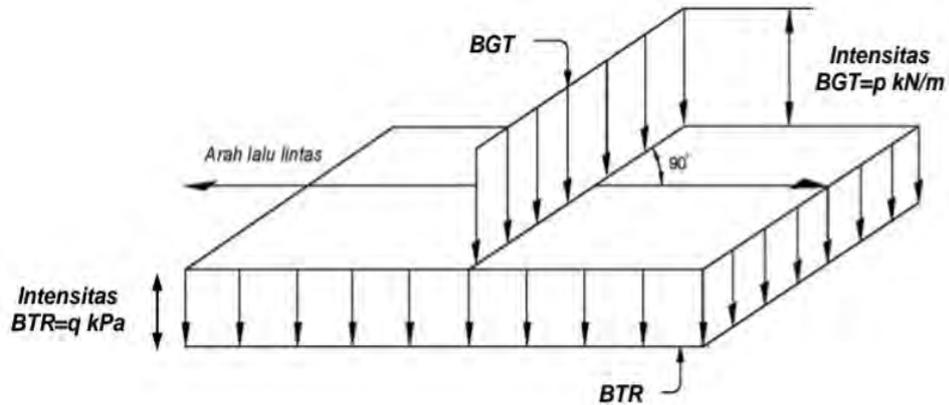
Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas q kPa dengan besaran q tergantung pada panjang total yang dibebani L yaitu seperti berikut :

Jika $L \leq 30$ meter, $q = 9,0$ kPa

Jika $L > 30$ meter, $q = 9,0 (0,5 + 15/L)$ kPa

Keterangan :

q adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan (kPa). L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter).



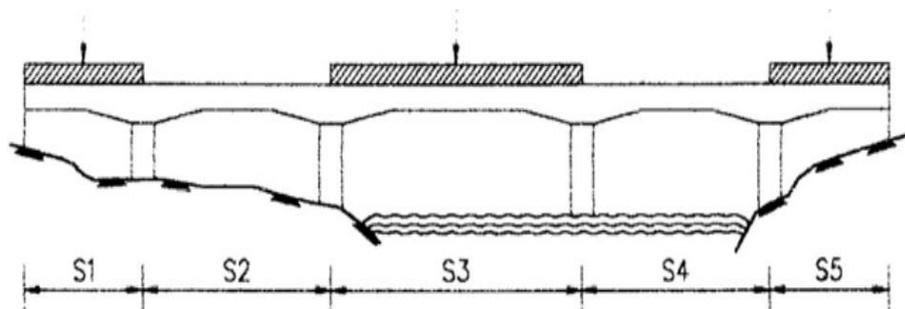
Gambar 2.9 Beban lajur “D”

Sumber: RSNI 1725:2016.

Beban garis terpusat (BGT) dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalulintas pada jembatan besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m.

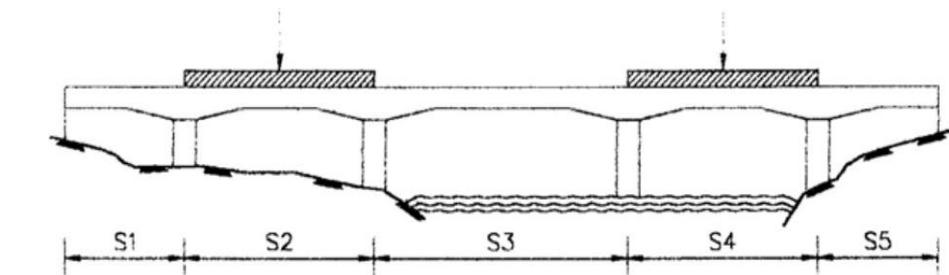
b. Distribusi Beban “D”

Beban “D” harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penyusunan komponen – komponen BTR dan BGT dari beban “D” secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.9. kemudian untuk alternatif penempatan dalam arah memanjang dapat dilihat pada Gambar 2.10.



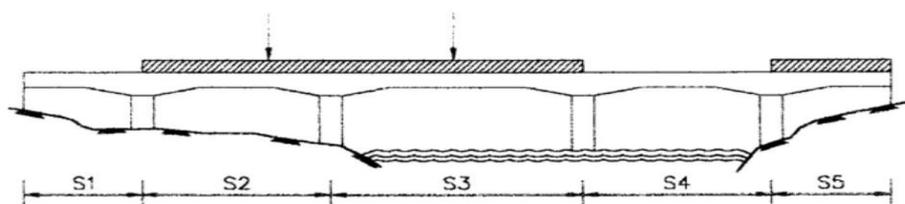
Untuk momen lentur maksimum di bentang 1: Tempatkan BGT di bentang 1
(bentang 5 serupa) ambil L = pengaruh terburuk dari S_1 ; $S_1 + S_3$; atau $S_1 + S_3 + S_5$
Untuk momen lentur maksimum di bentang 3: Tempatkan BGT di bentang 3
ambil L = pengaruh terburuk dari S_3 ; $S_1 + S_3$; atau $S_3 + S_5$

a. MOMEN LENTUR POSITIF – BENTANG 1,3,5



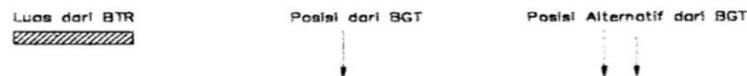
Untuk momen lentur maksimum di bentang 2: Tempatkan BGT di bentang 2
 ambil $L =$ pengaruh terburuk dari S_2 ; atau $S_2 + S_4$
 Untuk momen lentur maksimum di bentang 4: Tempatkan BGT di bentang 4
 ambil $L =$ pengaruh terburuk dari S_4 atau $S_2 + S_4$

b. MOMEN LENTUR POSITIF – BENTANG 2,4



Untuk momen lentur maksimum di pilar 2: Tempatkan BGT di bentang 2 dan 3 ;
 ambil $L =$ pengaruh terburuk dari $S_2 + S_3$ atau $S_2 + S_3 + S_5$

c. MOMEN LENTUR NEGATIF PADA PILAR



Gambar 2.10 Alternatif penempatan beban “D” dalam arah memanjang

Sumber: RSNI 1725:2016

c. Respons Terhadap Beban Lajur “D”

Distribusi beban hidup dalam arah melintang digunakan untuk memperoleh momen dan geser dalam arah longitudinal pada gelagar jembatan.

3. Beban Truk “T” (TT)

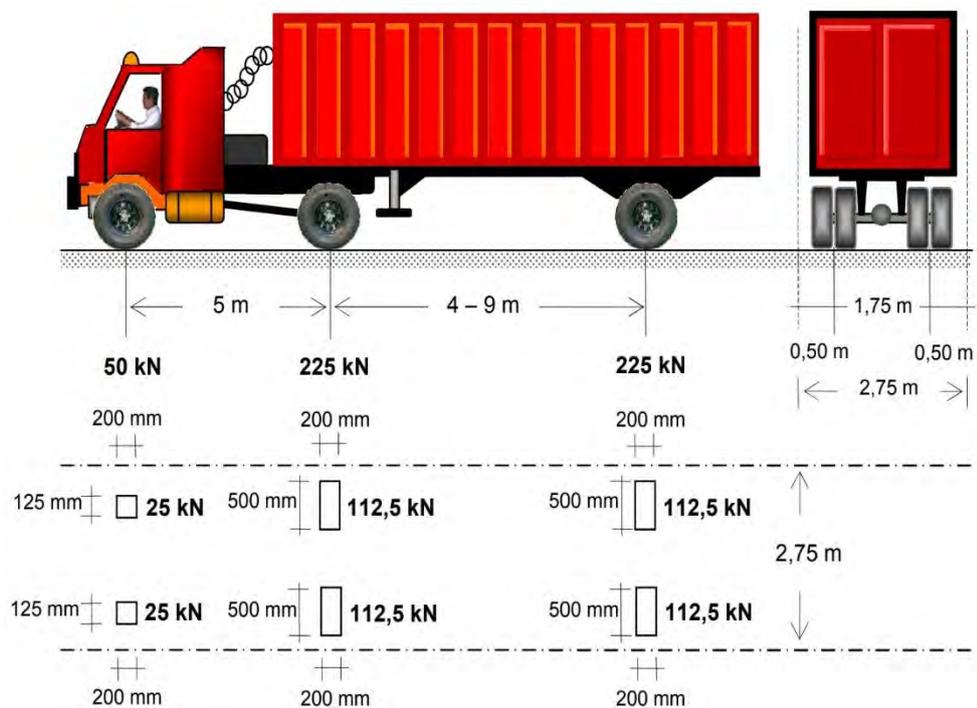
Selain beban “D” terdapat beban lalu lintas yaitu beban truk “T”. Beban truk “T” tidak dapat digunakan dengan beban “D”. Beban truk dapat digunakan untuk perhitungan struktur lantai. Adapun faktor beban untuk beban “T” seperti terlihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Faktor beban untuk beban “T”

Tipe Beban	Jembatan	Faktor Beban (γ_{TT})	
		Keadaan Batas Layanan (γ_{TT}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{TT}^U)
Transien	Beton	1.00	1.80
	Box Girder Baja	1.00	2.00

Sumber : RSNI 1725:2016.

a. Besarnya Pembebanan Truk “T”.



Gambar 2.11 Pembebanan truk “T” (500 kN)

Sumber: RSNI 1725:2016.

Pembebanan truk “T” terdiri atas kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat gandar seperti terlihat dalam gambar 2.11. Berat dari tiap – tiap gandar disebarakan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut bisa diubah – ubah dari 4,0 m sampai dengan 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

b. Posisi dan Penyebaran Pembeban Truk “T” Dalam Arah Melintang.

Kendaraan truk “T” ini harus ditempatkan di tengah – tengah lajur lalu lintas rencana seperti terlihat pada gambar 2.11. Jumlah maksimum lajur lalu lintas rencana dapat dilihat dalam Tabel 2.6, tetapi jumlah kecil bisa digunakan dalam perencanaan apabila menghasilkan pengaruh yang lebih besar. Hanya jumlah lajur lalu lintas rencana dalam nilai bulat harus digunakan. Lajur lalu lintas rencana bisa ditempatkan dimana saja pada lajur jembatan.

c. Penerapan Beban Hidup Kendaraan.

Pengaruh beban hidup harus ditentukan dengan mempertimbangkan setiap kemungkinan kombinasi jumlah jalur yang terisi dikalikan dengan faktor kepadatan lajur yang sesuai untuk memperhitungkan kemungkinan terisinya jalur rencana oleh beban hidup. Jika perencana tidak mempunyai data yang diperlukan maka nilai – nilai pada tabel 2.9.

- Dapat digunakan saat meneliti jika hanya satu jalur terisi.
- Boleh digunakan saat meneliti pengaruh beban hidup jika ada tiga atau lebih lajur terisi.

Tabel 2.9 Faktor kepadatan lajur (m)

Jumlah Lajur Yang Dibebani	Faktor Kepadatan Lajur
1	1.2
≥ 2	1

Sumber: RSNI 1725:2016.

d. Bidang Kontak Roda Kendaraan

Bidang kontak roda kendaraan yang terdiri atas satu atau dua roda di asumsikan mempunyai bentuk persegi panjang dengan panjang 750 mm dan

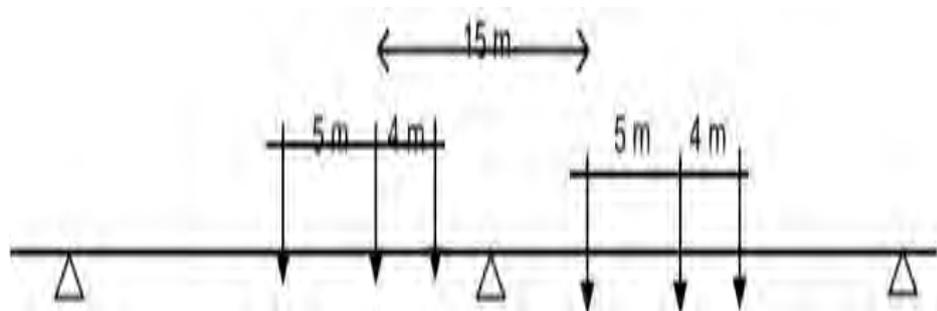
lebar 250 m. tekanan ban harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada permukaan bidang kontak.

e. Penerapan Beban Hidup Kendaraan

Kecuali ditentukan lain, pengaruh beban hidup pada waktu menentukan momen positif harus diambil nilai terbesar dari :

- Pengaruh beban truk dikalikan dengan faktor beban dinamis (FBD), atau
- Pengaruh beban terdistribusi “D” dan beban garis KEL dikalikan FBD.

Untuk momen negatif, beban untuk truk dikerjakan pada dua bentang yang berdampingan dengan jarak gandar tengah truk terhadap gandar depan truk dibelakangnya adalah 15 m dengan jarak antara gandar dan gandar belakang adalah 4 m.



Gambar 2.12 Penempatan beban truk untuk kondisi momen negative maksimum

Sumber: RSNI 1725:2016.

f. Beban Plat Kantilever

Untuk perencanaan pelat kantilever dengan bentang kurang dari 1800 mm dari sumbu gelagar ekterior terhadap tetapi dalam parapet, maka beban roda dapat diganti menjadi beban garis dalam arah memanjang jembatan dengan intensitas 17 kN/m berjarak 250 mm dari tepi dalam parapet.

g. Klasifikasi Pembebanan lalulintas

- Pembebanan lalulintas kurang dari

Dalam keadaan khusus dengan persetujuan instansi yang berwenang pembebanan “D” setelah dikurangi menjadi 70 % bisa digunakan. Pembebanan lalu lintas yang dikurangi hanya berlaku untuk jembatan darurat atau semipermanen.

- Pembebanan lalu lintas yang berlebih (overload)

Faktor pembesaran diatas 100 % tidak boleh digunakan untuk pembebanan truk “T” atau gaya rem pada arah memanjang jembatan.

h. Faktor Beban Dinamis

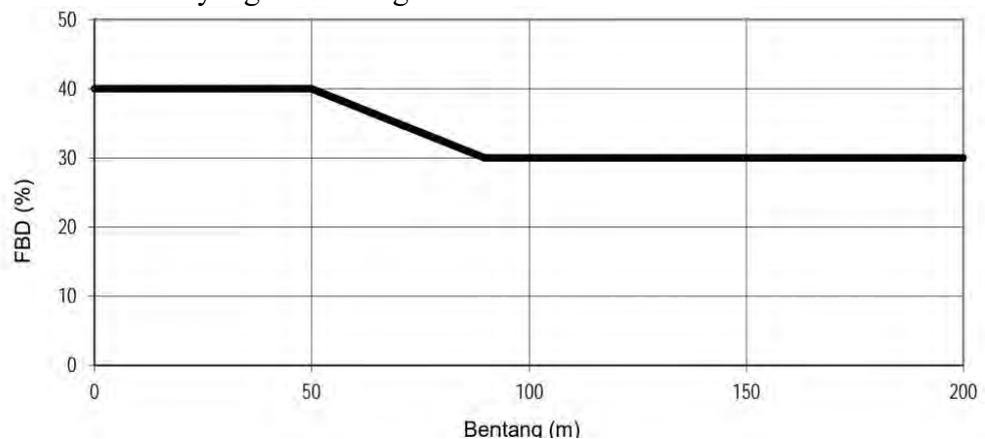
Faktor beban dinamis (FBD) merupakan hasil interaksi antara kendaraan yang bergerak dan jembatan. Besarnya FBD tergantung pada frekuensi dasar dari suspensi kendaraan. Untuk bentang menerus panjang bentang ekuivalen LE diberikan rumus :

$$LE = \sqrt{L_{av} \times L_{max}}$$

Keterangan :

L_{av} = adalah panjang bentang rata – rata dari kelompok bentang yang disambungkan secara menerus.

L_{max} = adalah panjang bentang maksimum dalam kelompok bentang yang disambungkan secara menerus.



Gambar 2.13 Faktor Beban Dinamis
Sumber: RSNI 1725:2016.

i. Gaya Rem (TB)

Gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

- 25 % dari berat gandar truk desain atau.
- 5 % dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR.

j. Gaya Sentrifugal (TR)

untuk tujuan menghitung gaya radial atau efek guling dari beban roda.

Pengaruh gaya sentrifugal pada beban hidup harus diambil sebagai hasil kali dari berat gandar truk rencana dengan faktor C sebagai berikut.

$$C = f \frac{V^2}{g Rt}$$

Keterangan :

V = kecepatan rencana jalan raya (m/detik).

F = faktor dengan nilai 4/3 untuk kombinasi beban selain keadaan batas fatik dan 1.0 untuk keadaan batas fatik.

g = percepatan gravitasi 9.8 m/detik².

Rt = jari – jari kelengkungan lajur lalu lintas (m).

2.5.3. Aksi Lingkungan

1. Gaya Akibat Deformasi

Gaya dalam yang terjadi karena deformasi akibat rangkai dan dan susut harus diperhitungkan dalam perencanaan. Selain itu pengaruh temperatur gradien harus dihitung jika diperlukan. Gaya – gaya yang terjadi akibat adanya pengekangan deforfasi komponen maupun tumpuan serta deformasi pada lokasi dimana beban bekerja harus diperhitungkan dalam perencanaan.

- a. Temperatur Merata (EUn)

$$\Delta T = \alpha L (T_{max \text{ desing}} - T_{min \text{ desing}})$$

Keterangan:

L = Adalah panjang komponen jembatan (mm)

α = Adalah koefisien muai temperature (mm/mm/ °C)

- b. Pengaruh Prategang (PR)

Prategang harus diperhitungkan sebelum (selama pelaksanaan) dan sesudah kehilangan tegangan dalam kombinasinya dengan beban-beban lainnya.

Tabel 2.10 Faktor beban akibat pengaruh prategang

Tipe Beban	Faktor Beban (γ_{PR})	
	Keadaan Batas Layanan (γ^S) _{PR}	Keadaan Batas Ultimit (γ^U) _{PR}
TETAP	1.00	1.00

Sumber: RSNI 1725:2016.

2. Beban Angin

Tekanan angina yang ditentukan pada pasal ini diasumsikan disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan dasar (V_B) sebesar 90 hingga 126 km/jam.

Arah ini harus divariasikan untuk mendapatkan pengaruh yang paling berbahaya terhadap struktur jembatan atau komponen-komponen. Luasan yang tidak memberikan kontribusi dapat diabaikan dalam perencanaan.

Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm diatas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angina rencana, VDZ, harus dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{DZ} = 2,5 V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right)$$

Dimana:

V_{DZ} = kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam),

V_{10} = kecepatan angin pada elevasi 10000 mm diatas permukaan tanah

atau

di atas permukaan air rencana (km/jam)

V_B = kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi

10000 mm,

Z = elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari permukaan air

dimana beban angin dihitung ($Z > 10000$ mm)

V_0 = kecepatan gesekan angin, yang merupakan karakteristik meteorology,

sebagaimana ditentukan dalam tabel 2.10, untuk berbagai macam tipe

permukaan di hulu jembatan (km/jam)

Z_0 = panjang gesekan di hulu jembatan, yang merupakan karakteristik meteorology, ditentukan pada tabel 2.10

V_{10} dapat diperoleh dari:

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

Tabel 2.11 Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan

Kondisi	Lahan Terbuka	Sub Urban	Kota
V_0 (km/jam)	13.2	17.6	19.3
Z_0 (mm)	70	1000	2500

Sumber: RSNI 1725:2016.

- Beban angin pada struktur (EW_s)

Jika dibenarkan oleh kondisi setempat, perencanaan dapat menggunakan kecepatan angin rencana dasar yang berbeda untuk kombinasi pembebanan yang tidak melibatkan kondisi beban angin yang tidak melibatkan kondisi beban angin yang bekerja pada kendaraan.

$$P_D = V_0 \left(\frac{VDZ}{VB} \right)^2$$

Keterangan: P_B = Tekanan angin dasar seperti yang ditentukan dalam tabel 2.12 (MPa)

Tabel 2.12 Tekanan angin dasar

Komponen Bangunan Atas	Angin Tekan (Mpa)	Angin Hisap (Mpa)
Rangka, kolom, dan pelengkung	0,0024	0.0012
Balok	0,0024	N/A
Permukaan datar	0,0019	N/A

Sumber: RSNI 1725:2016.

Gaya total beban angin tidak boleh diambil kurang dari 4,4 kN/mm pada bidang tekan dan 2,2 kN/mm pada bidang hisap pada struktur rangka dan pelengkung, serta tidak kurang dari 4,4 kN/mm pada balok atau gelagar

2.6. Perhitungan Bangunan Atas Jembatan

2.6.1. Analisa Perhitungan Plat Lantai

1. Berat Sendiri (MS)

$$Q_{MS} = b \cdot h \cdot w_c$$

Dimana:

b = lebar plat lantai yang ditinjau (m)

h = tebal plat yang ditinjau (m)

w_c = berat jenis beton (KN/m^3)

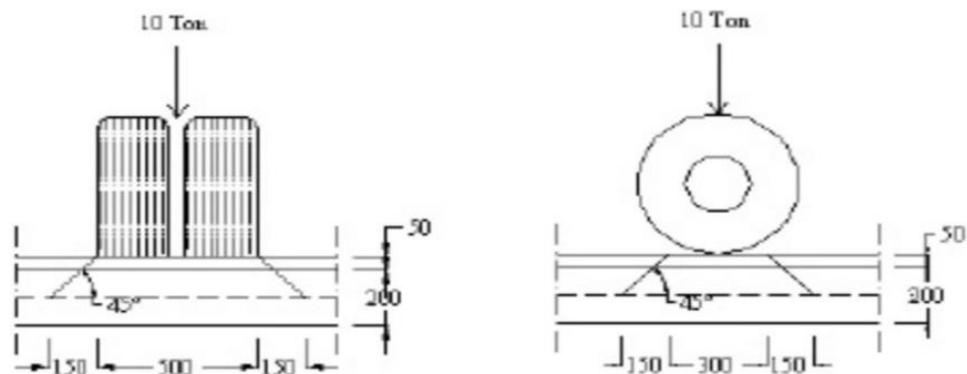
2. Beban Mati Tambahan (MA)

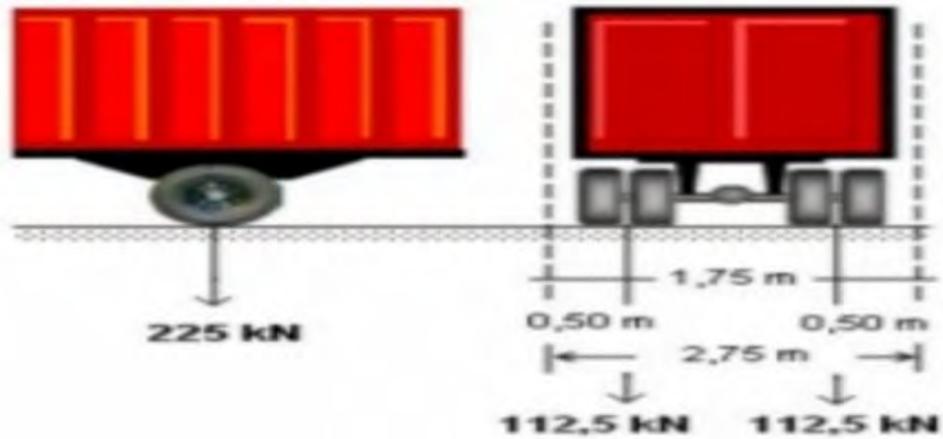
Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang menimbulkan suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non-struktural. Beban Mati tambahan berupa beban lapisan aspal (overlay) + beban air hujan.

3. Beban Truk T

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh truk (beban T) yang besarnya ($T = 100 \text{ kN}$) dan nilai Faktor Beban Dinamis untuk Pembebanan truk diambil, 30% harga FBD yang dihitung digunakan pada seluruh bagian bangunan yang berada diatas permukaan tanah.

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





Gambar 2.14 Pembebanan hidup truk "T" pada lantai jembatan
 Sumber: RSNI 1725:2016 .

4. Beban Angin (EW)

Beban garis merata tambahan arah horizontal pada permukaan lantai jembatan akibat angina yang meniup kendaraan diatas jembatan dihitung dengan rumus:

$$T_{EW} = 0,002 \cdot C_w \cdot (V_w)^2$$

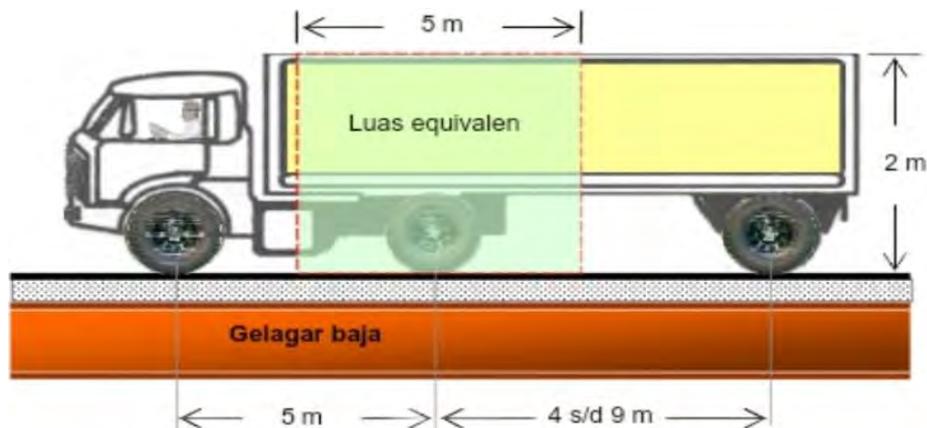
Dimana :

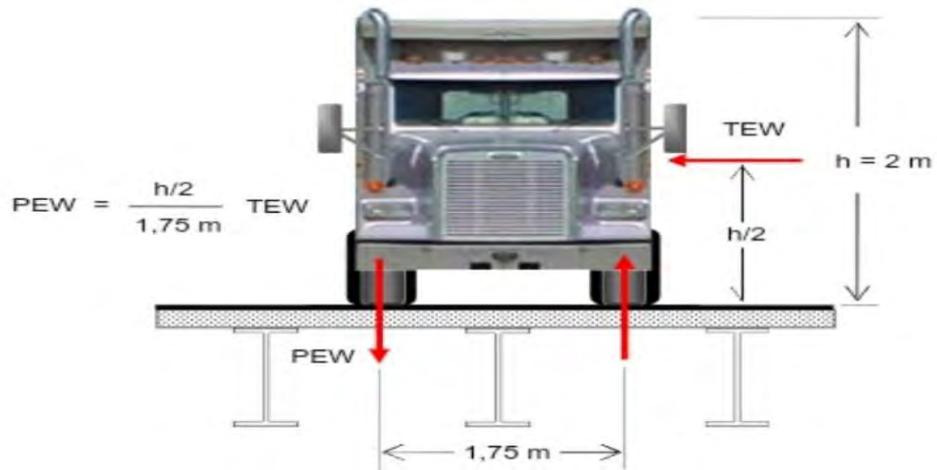
C_w = Koefesien seret (RSNI 2005)

V_w = Kecepatan angin rencana

Transfer beban angina ke lantai kendaraan:

$$P_{EW} = 0,5 \cdot (h/x) \cdot T_{EW}$$





Gambar 2.15 Pembebanan truk “T” terhadap beban angin

Sumber: RSNI 1725:2016 .

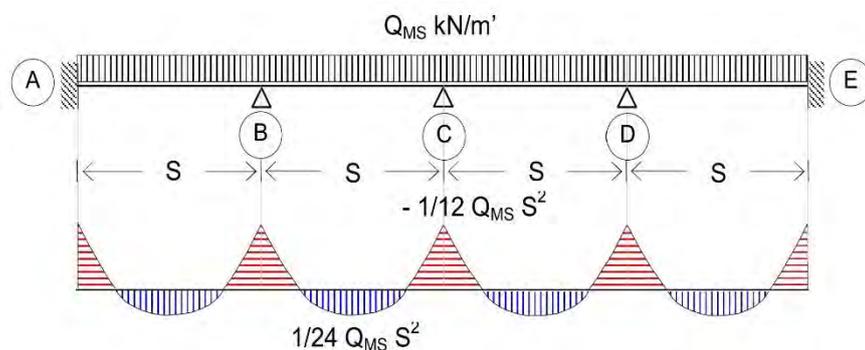
5. Pengaruh Temperatur (ET)

Untuk memperhitungkantegangan maupun deformasi struktur yang timbul akibat pengaruh temperature, diambil perbedaan temperature yang besarnya setengah dari selisih antara temperatur maksimum dan temperature minimum rata-rata pada lantai kendaraan .

$$\Delta T = (T_{\max} - T_{\min})/2$$

6. Momen Pada Slab Lantai Kendaraan

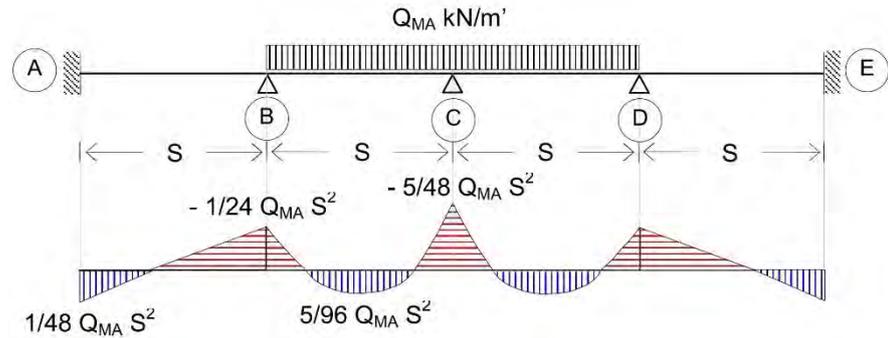
a. Akibat beban sendiri (Q_{MS})



$$\text{Momen tumpuan maksimum} = 1/12 Q_{MS} S^2$$

$$\text{Momen lapangan maksimum} = 1/24 Q_{MS} S^2$$

b. Akibat beban mati tambahan (Q_{MA})



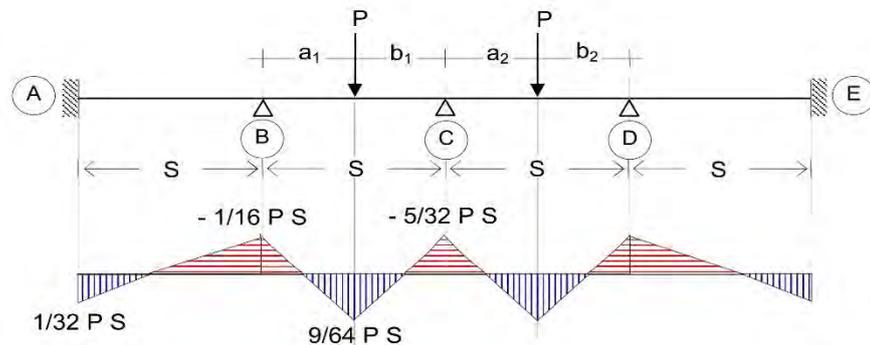
$$\text{Momen tumpuan maksimum} = 5/48 Q_{MA} S^2$$

$$\text{Momen lapangan maksimum} = 5/96 Q_{MA} S^2$$

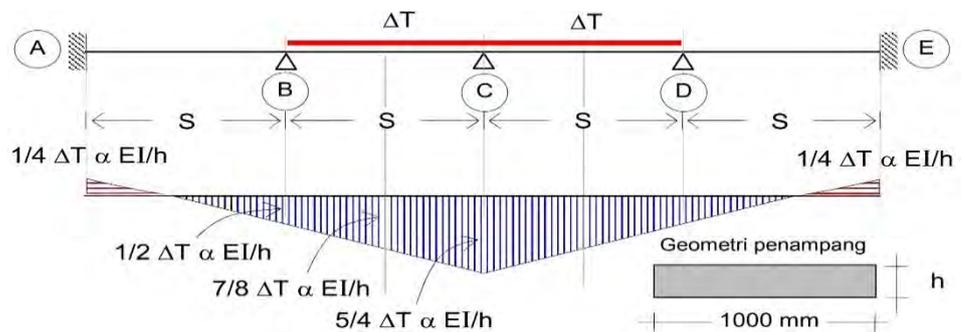
c. Akibat beban truk (T) dan angin (P_{EW})

$$\text{Momen tumpuan maksimum} = 5/32 P_{EW} S$$

$$\text{Momen lapangan maksimum} = 9/64 P_{EW} S$$



d. Akibat temperature



$$\text{Momen tumpuan maksimum} = 1/4 \Delta T \alpha EI/h$$

$$\text{Momen lapangan maksimum} = 7/8 \Delta T \alpha EI/h$$

2.6.2. ANALISA TROTOAR

Berikut tahap perhitungan untuk slab trotoar pada jembatan:

1. Faktor bentuk distribusi tegangan beton

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot \frac{f_{cr}}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_{maks} = 0.75 \rho_b$$

$$R_{maks} = \rho_{maks} \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{\frac{1}{2} \cdot \rho_{maks} \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{cr}}\right)$$

2. Tebal efektif slab beton

$$d = h - d'$$

3. Hitung momen nominal

$$M_n = \frac{M_u}{\phi_r}, \text{ nilai } \phi \text{ untuk lentur} = 0.8$$

4. Faktor tahanan momen

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}, \text{ Harus dipenuhi syarat, } R_n < R_{max}$$

5. Rasio tulangan yang diperlukan

$$\rho = \frac{0.85 \cdot f_{c'}}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{\left(1 - \frac{2R_n}{0.85 \cdot f_{c'}}\right)}\right)$$

6. Rasio tulangan minimum

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y}$$

7. Luas tulangan yang dibutuhkan

$$A = \rho \cdot b \cdot d$$

8. Jarak antara tulangan

$$S = \frac{\frac{1}{4} \times d \times b}{A_s}$$

9. Tulangan bagi pada arah memanjang

$$A_{bg} = 50 \% \cdot A_s$$

2.6.3. Analisa Tiang Railing

Berikut tahapan perhitungan untuk tiang railing pada jembatan.

1. Beban Tiang Railing

- a. Beban horizontal pada railing

$$H_1 = 0,750 \text{ kN/m} \quad (\text{RSNI T-02-2005})$$

- b. Gaya horizontal pada tiang railing

$$H_{TP} = H_1 \cdot L$$

- c. Momen pada tiang railing

$$M_{TP} = H_{TP} \cdot y$$

- d. Faktor beban ultimit

$$K_{TP} = 2.0$$

- e. Momen ultimit rencana

$$M_U = K_{TP} \cdot M_{TP}$$

2. Pembesian Tiang Railing

- a. Tulangan lentur

- Faktor bentuk distribusi tegangan beton

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot \frac{f_{cr}}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_{maks} = 0.75 \rho_b$$

$$R_{maks} = \rho_{maks} \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{\frac{1}{2} \cdot \rho_{maks} \cdot f_y}{0.85 \cdot f_{cr}}\right)$$

- Tebal efektif tiang railing

$$d = h - d'$$

- Hitung momen nominal rencana

$$M_n = \frac{M_u}{\phi'}, \text{ nilai } \phi' \text{ untuk lentur} = 0,8$$

- Faktor tahanan momen

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2}, \text{ Harus dipenuhi syarat, } R_n < R_{max}$$

- Rasio tulangan yang diperlukan

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \cdot f_c'}}\right)$$

- Rasio tulangan minimum

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

- Luas tulangan yang dibutuhkan

$$A = \rho \cdot b \cdot d$$

- Jarak antara tulangan

$$S = \frac{\frac{1}{4} x dt^2 x b}{A_s}$$

b. Tulangan Geser

- Kuat geser beton

$$V_c = \sqrt{f_c'} / 6 \cdot b \cdot d$$

- Luas tulangan geser perlu

$$\phi \cdot V_c$$

- Luas tulangan geser

$$A_v = \pi / 4 \phi^2 \cdot 2$$

- Jarak tulangan geser (senggang)

$$S = A_v \cdot f_y \cdot d / V_s$$

- Jarak tulangan geser (sengkang) yang diperlukan

$$S = A_v \cdot f_y \cdot d / V_s$$

2.6.4. Analisa Girder

1. Berat Sendiri (MS)

Berat sendiri adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen structural yang dipikulnya yang bersipat tetap.

a. Perhitungan Diafragma

Distribusi beban lantai pada balok diafragma adalah sebagai berikut :

$$\text{Gaya geser akibat berat sendiri } V_{MS} = 1/2 \cdot Q_{MS} \cdot S$$

$$\text{Momen akibat beban sendiri } M_{MS} = 1/12 \cdot Q_{MS} \cdot S^2$$

$$\text{Gaya geser akibat beban mati tambahan } V_{MA} = 1/2 \cdot Q_{MA} \cdot S$$

$$\text{Momen akibat beban truk } V_{TT} = 1/2 \cdot P_{TT}$$

$$\text{Gaya geser akibat beban truk } M_{TT} = 1/8 \cdot P_{TT}$$

$$\text{Momen akibat beban sendiri } M_{MS} = 1/12 \cdot Q_{MS} \cdot S^2$$

$$\text{Jumlah balok diafragma sepanjang bentang } n = (b / s + 1)$$

$$\text{Berat 1 diafragma } Q = A \cdot L \cdot W_c$$

$$q \text{ diafragma } q_{\text{diafragma}} = Q / L$$

$$\text{Berat total diafragma } (Q_{\text{tot}}) = n \cdot Q$$



$$Q_{MS} = \text{Beban plat lantai} + \text{Beban girder} + \text{Beban Diafragma}$$

Dimana :

$$\text{Beban diafragma girder } (Q_d) = n_d \cdot (L_d / L)$$

$$\text{Gaya geser akibat berat sendiri } V_{MS} = 1/2 \cdot Q_{MS} \cdot L$$

$$\text{Momen pada girder } M_{MS} = 1/8 \cdot Q_{MS} \cdot L^2$$

b. Perhitungan Girder

$$W_{\text{balok}} = A \cdot L \cdot w_c$$

$$\text{Beban } (Q_{MS}) = A \cdot w \quad (\text{Kn/m})$$

$$\text{Panjang bentang } (L) = 30,6$$

$$\text{Gaya geser } (V_{MS}) = 1/2 \cdot Q_{MS} \cdot L \quad (\text{kN})$$

$$\text{Momen } (M_{MS}) = 1/8 \cdot Q_{MS} \cdot L^2 \quad (\text{kNm})$$

2. Beban Mati Tambahan (MA)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang menimbulkan suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non-struktural. Beban mati tambahan berupa beban lapisan aspal (*overlay*) + beban air hujan.

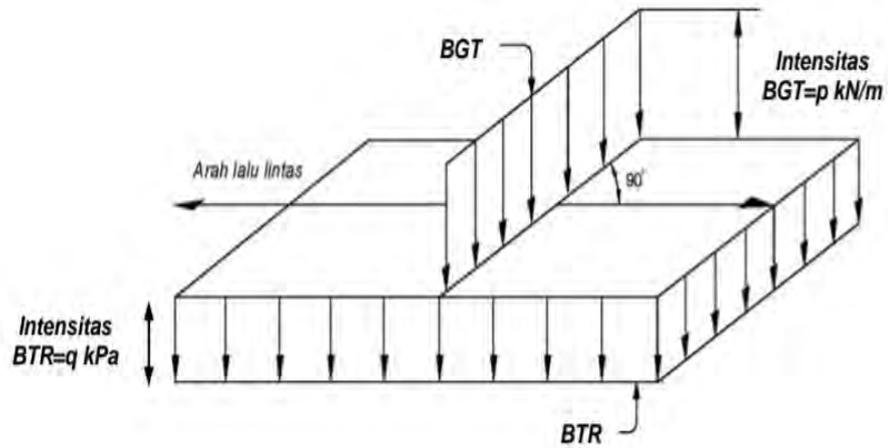
$$\text{Gaya geser akibat beban mati tambahan } V_{MA} = 1/2 \cdot Q_{MA} \cdot L$$

$$\text{Momen akibat beban mati tambahan } M_{MA} = 1/8 \cdot Q_{MA} \cdot L^2$$

3. Beban Lalulintas

a. Beban lajur "D" dan beban garis "KEL"

Beban lajur "D" terdiri dari beban terbagi merata UDL (*Uniformly Distributed Load*) dan beban garis KEL (*Knife Edge Load*).



Gambar 2.16 Beban lajur “D” dan beban garis “KEL”

Sumber: RSNI 1725:2016.

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

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

$$\text{KEL mempunyai intensitas} \quad p = 440 \text{ kN/m}$$

Faktor beban dinamis untuk KEL diambil sebagai berikut :

$$DLA = 0,4 \quad \text{untuk } L \leq 50 \text{ m}$$

$$DLA = 0,4 - 0,0025 \cdot (L - 50) \quad \text{untuk } L > 30 \text{ m}$$

$$DLA = 440 \text{ kN/m} \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

Untuk bentang menerus, digunakan panjang bentang ekuivalen yang dinyatakan dengan rumus :

$$LE = \sqrt{L_{av} \cdot L_{max}}$$

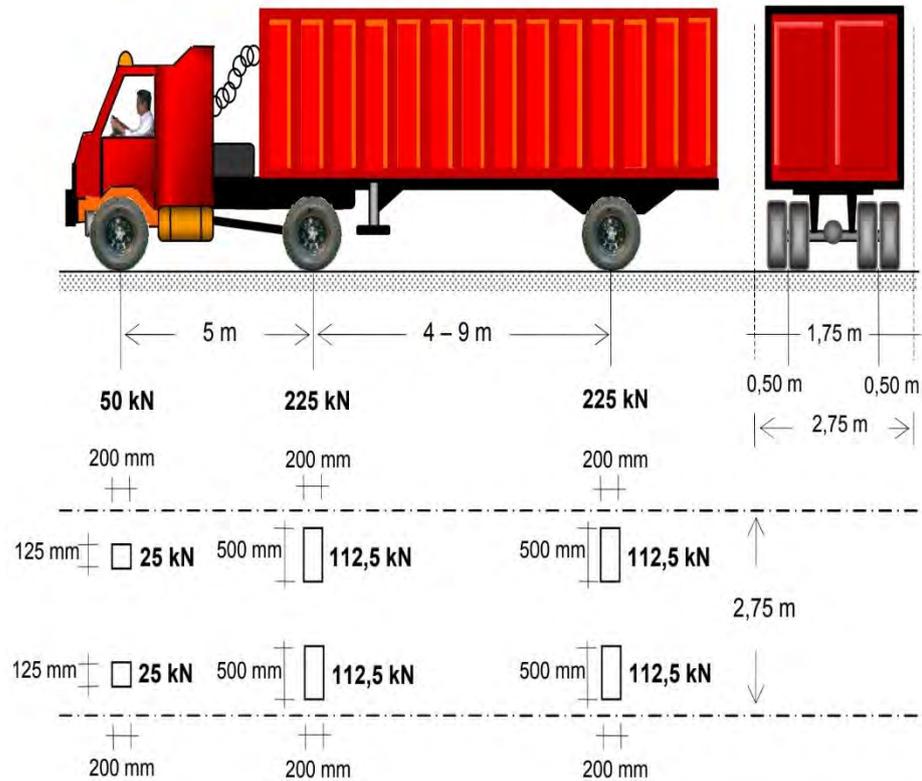
Dimana :

L_{av} = Panjang bentang rata – rata

L_{max} = Panjang bentang maksimum

b. Beban Truk “T” (TT)

Pembebanan truk “T” terdiri dari kendaraan truk semi trailer yang mempunyai susunan dan beban as. Faktor beban dinamis untuk pembebanan truk diambil $DLA = 0,4$.



Gambar 2.17 Pembebanan truk “T” dari semi trailer

Sumber: RSNI 1725:2016

4. Gaya Rem (TB)

Pengaruh dari pengereman dari lalu lintas diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang, dan dianggap berkerja pada permukaan lantai jembatan. besarnya gaya rem arah memanjang jembatan tergantung panjang total jembatan (L_t) sebagai berikut:

$$\text{Gaya rem, } T_{TB} = 250 \text{ kN} \quad \text{untuk } L_t \leq 80 \text{ m}$$

$$\text{Gaya rem, } T_{TB} = 250 + 2,5 \cdot (L_t - 80) \text{ kN} \quad \text{untuk } 80 < L_t < 180 \text{ m}$$

$$\text{Gaya rem, } T_{TB} = 500 \text{ kN} \quad \text{untuk } L_t \geq 180 \text{ m}$$

5. Beban Angin (EW)

Beban garis merata tambahan arah horizontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan diatas jembatan dihitung dengan rumus :

$$T_{EW} = 0,0012 \cdot C_w \cdot (V_w)^2$$

Dimana :

C_w = koefisien seret

V_w = kecepatan angin rencana

Transfer beban angin kelantai kendaraan :

$$P_{EW} = 0,5 \cdot (h/x) \cdot T_{EW}$$

6. Pengaruh Temperatur (ET)

Untuk memperhitungkan tegangan maupun deformasi struktur yang timbul akibat pengaruh temperature, diambil perbedaan temperature yang besarnya setengah dari selisih antara temperature maksimum dan temperature minimum rata – rata pada lantai kendaraan.

$$\Delta T = (T_{\max} - T_{\min}) / 2$$

7. Beban Gempa

Gaya gempa vertical pada girder dihitung dengan menggunakan percepatan vertical kebawah minimal sebesar $0,10 \times g$ (g = percepatan gravitasi) atau dapat diambil 50 % koefisien gempa horizontal statik ekuivalen.

$$K_h = C \cdot S$$

Dimana :

K_h = koefisien beban gempa horizontal

C = koefisien geser dasar untuk wilayah gempa, waktu getar dan kondisi tanah setempat (0,18).

S = faktor tipe struktur yang berhubungan dengan kapasitas penyerapan energy gempa dari struktur.

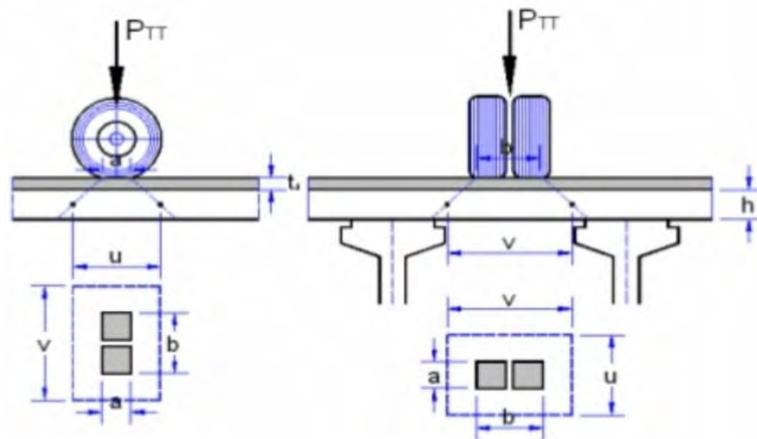
Koefisien beban gempa vertical $K_v = 50 \% \cdot K_h$

Gaya geser akibat beban gempa pada girder $V_{EQ} = 1/2 \cdot Q_{EQ} \cdot L$

Momen akibat beban gempa pada girder $M_{EQ} = 1/8 \cdot Q_{EQ} / L^2$

2.6.5. Analisa Gaya Geser

Gaya geser pada ponds adalah gaya geser yang terjadi akibat adanya beban truk pada roda yang dipul oleh lantai jembatan (Lapis perkerasan). Bagaimana roda truk yang bersentuhan dengan lapis perkerasan disebut bidang geser.



Gambar 2.18 Bidang Geser ponds lantai jembatan

Sumber: RSNI 1725:2016.

Berikut tahapan perhitungan kontrol tegangan geser ponds:

1. Bidang Geser ponds

$$u = a + 2ta + h$$

$$v = b + 2ta + h$$

2. Luas Bidang Geser

$$A_v = 2 (u + h)$$

3. Gaya Geser Ponds

$$P_n = (A_v \cdot P_n)$$

4. Beban Ultimit Roda Truk Pada Slab

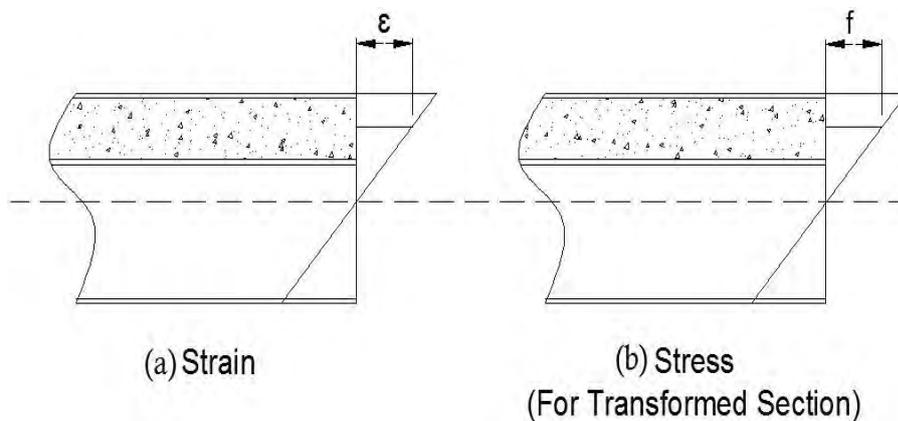
$$P_u = KTT \times PTT \text{ (syarat } P_u < \phi P_n \text{) Aman}$$

2.6.6. Tegangan Elastis Pada Balok Komposit

Meskipun kekuatan rencana pada balok komposit umumnya didasarkan pada kondisi saat runtuh, pengetahuan perilaku pada keadaan beban layan masih penting untuk beberapa alasan. Lendutan selalu diinvestigasi berdasarkan beban layan dan dalam banyak kasus, kekuatan rencana didasarkan pada keadaan limit dari luluh pertama (first yield).

Tegangan lentur dan geser balok yang homogeny material dapat dihitung dengan rumus:

$$f_b = Mc/I \quad \text{dan} \quad f_v = VQ/It$$



Gambar 2.19 (a) Regangan dan (b) tegangan (untuk tampang transformasi)
Sumber: Struktut+Jembatan+Komposit

Balok komposit termasuk tidak homogen sehingga rumus2 di atas tidak sesuai/valid. Untuk dapat menggunakan rumus2 tersebut maka bisa dianggap sebagai tampang transformasi yang bekerja untuk mengkonversi beton menjadi baja yang memiliki efek yang sama dengan beton. Gambar 3 menunjukkan suatu segmen balok komposit dengan diagram tegangan dan regangan bersuperimposed. Persyaratan bahwa regangan pada beton di sembarang titik sama dengan regangan pada baja (yang transformasi dari beton) di sembarang titik:

$$E_c \epsilon = E_s \epsilon \text{ atau}$$

$$f_c / E_c = f_s / E_s$$

$$f_s = (E_s / E_c) \cdot f_c = n \cdot f_c$$

Dimana :

$$E_c = \text{modulus elastic beton}$$

$$n = E_s / E_c = \text{rasio modulus.}$$

ACI mensyaratkan nilai E_c dengan rumus,

$$E_c = w_c^{1.5} (33) \sqrt{f_c'}$$

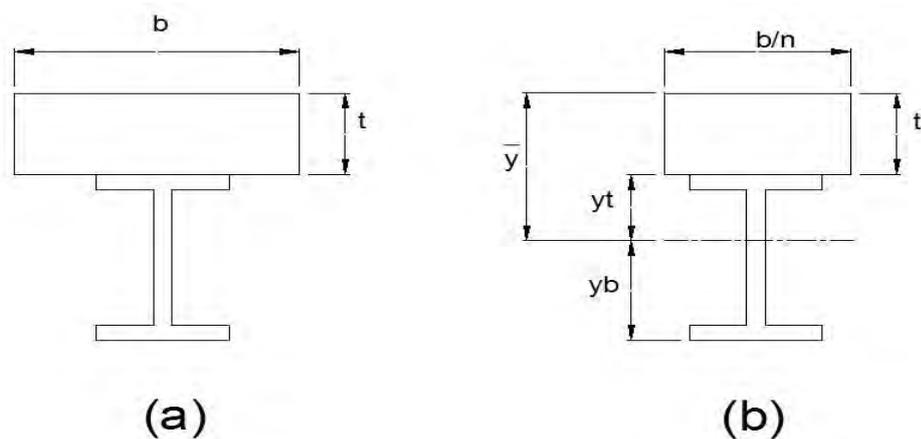
Dimana :

$$W_c = \text{berat satuan beton dalam lb/ft}^3$$

$$f_c' = \text{kuat tekan beton psi}$$

Persamaan 1 dapat diinterpretasikan sebagai berikut: n mm² beton disyaratkan bisa menahan yang sama dengan 1 mm² baja. Untuk menentukan penampang baja yang menahan gaya sama dengan gaya beton maka harus dibagi n .. Dengan demikian A_c diganti dengan A_c/n , atau disebut sebagai luas/penampang transformasi.

Pertimbangan penampang komposit yang ditunjukkan pada Gambar 4.a (penentuan lebar sayap efektif b ketika balok merupakan bagian dari sistem lantai akan dibahas kemudian Peraturan SNI 03 1729 2002, butir 12.4.1 hal 84-85). Untuk mentransformasi tampang beton A_c , harus dibagi nilai n . Cara paling mudah adalah membagi lebar dengan n sedangkan ketebalan pelat tetap/tidak diganti. Dengan demikian hasil “penampang homogen” baja menjadi seperti Gambar 4.b. Perhitungan tegangan, letak garis netral dari struktur komposit dan momen inersianya dapat dihitung. Selanjutnya tegangan lentur dapat dihitung dengan rumus lentur.



Gambar 2.20 Penentuan lebar efektif dan tampang transformasi
 Sumber: *Struktur+Jembatan+Komposit*

Pada bagian permukaan atas baja:

$$f_{st} = M y_t / I_{tr}$$

Pada bagian permukaan bawah baja:

$$F_{sb} = M y_b / I_{tr}$$

Dimman:

M = momen lentur yang bekerja

I_{tr} = momen inersia terhadap garis netral

y_t = jarak dari garis netral ke permukaan atas baja

y_b = jarak dari garis netral ke permukaan bawah baja

Tegangan pada beton bisa dihitung dengan cara yang sama tetapi karena material dianggap sebagai baja, maka hasilnya harus dibagi dengan n .

$$M_{\text{maximum } f_c} = M y_n / n I_{tr}$$

Yang mana y_n = jarak dari garis netral ke permukaan atas pada beton.

Prosedur di atas valid (cocok) hanya untuk momen lentur positif dengan gaya tekan pada bagian atas dan mengabaikan kekuatan tarik beton.

2.6.7. Kekuatan Lentur

Dalam banyak kasus, kuat lentur nominal tercapai ketika seluruh penampang baja luluh dan beton tekan hancur. Hubungan distribusi tegangan pada keadaan tsb pada komposit dinamakan distribusi tegangan plastis. SNI 03 1729 2002 (butir 12.4.2.1.a dan b hal 85) memberikan syarat kuat rencana untuk momen positif, $\Phi_b M_n$:

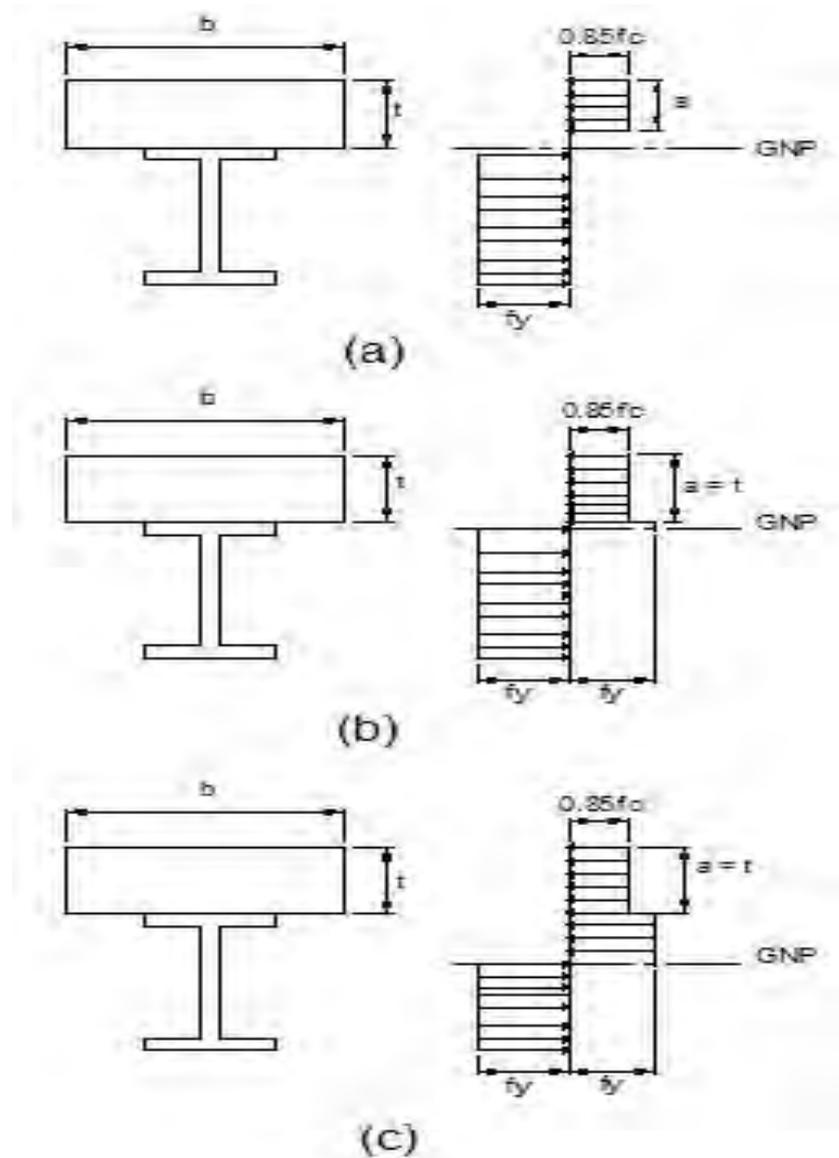
a. Untuk $h/t_w \leq 1680/\sqrt{f_y}$, dengan $\Phi_b = 0,85$ dan M_n dihitung berdasarkan distribusi tegangan plastis pada penampang komposit.

Dimana f_y = tegangan leleh bagian sayap profil baja, MPa

b. Untuk $h/t_w > 1680/\sqrt{f_y}$, dengan $\Phi_b = 0,90$ dan M_n ditentukan berdasarkan superposisi tegangan-tegangan elastis yang memperhitungkan pengaruh tumpuan sementara (perancah)

Karena semua bentuk profil yang di dalam table adalah jenis badan kompak maka pada bahasan ini difokuskan kepada tipe kompak. Ketika suatu balok komposit telah mencapai keadaan batas plastis, maka tegangan akan

didistribusikan dalam salah satu dari tiga keadaan seperti pada gambar 7. Pada gambar tersebut tegangan beton ditunjukkan sebagai tegangan tekan merata sebesar $0,85f_c'$, yang bertahap/perlahan-lahan dari muka atas pelat sampai (gambar 7.a) pada suatu kedalaman yang sama dengan tebal pelat (gambar 7 b) atau lebih dari tebal pelat (gambar 7 c). Distribusi ini disebut sebagai Distribusi Tegangan Equivalent Whitney. Gambar 7.a menunjukkan distribusi yang berhubungan dengan tegangan tarik luluh penuh pada baja dan tegangan tekan parsial/sebagian pada beton, dengan sumbu/garis netral plastis terletak pada beton. Tegangan tarik beton hanya kecil dan tidak dihitung, sehingga tegangan tarik tidak ditunjukkan pada beton. Pada keadaan ini perlu cukup shear connector yang disediakan untuk kepastian perilaku komposit penuh. Pada gambar 7.b, blok tegangan tekan beton berjalan/membesar sampai setebal ketebalan pelat lantai dan garis netral plastis berada pada sayap baja. Sehingga sebagian sayap akan terjadi tegangan tekan. Kemungkinan ketiga adalah letak garis netral di bagian badan baja (gambar 7.c)



Gambar 2.21 Bidang lentur jembatan

Sumber: *Struktur+Jembatan+Komposit*

Pada setiap keadaan yang ditunjukkan gambar 7, kapasitas momen nominal diperoleh dengan menghitung momen kopel yang dibentuk oleh resultante gaya tarik dan tekan. Hal ini dapat diikuti dengan menjumlahkan momen-momen dari resultante-resultante pada titik-titik yang bersesuaian. Karena sambungan (menyatunya) pada baja ke pelat beton, maka lateral torsional buckling tidak menjadi masalah ketika beton telah bekerja sempurna dan aksi komposit tercapai.

Untuk menentukan yang mana 3 kasus keadaan terjadi, maka dihitung resultas gaya tekan yang diambil nilai terkecil dari (butir 12.6.2 – hal 91):

1. $A_s \cdot f_y$
2. $0,85 \cdot f_c' \cdot A_c$
3. ΣQ_n

Dimana :

A_s = luas penampang baja profil

A_c = luas penampang beton (b t untuk gambar 7)

ΣQ_n = total kuat geser pada shear connectors

Setiap kemungkinan dari tiga kasus di atas merepresentasikan suatu gaya horizontal pada permukaan antara baja dan beton. Ketika kemungkinan pertama (kasus 1-gbr 7a) terjadi, baja akan bekerja penuh dan distribusi tegangan seperti gambar 7a. Kemungkinan kedua yang berkaitan dengan beton yang menentukan garis netral terletak di baja (7b atau 7c). Kasus ketiga terjadi hanya ketika jumlah shear connectors yang ada lebih sedikit daripada jumlah yang disyaratkan untuk perilaku full composite, dan menghasilkan perilaku komposit parsial. Parsial komposit akan dibahas di bagian 7. Ketika perilaku komposit penuh terjadi, kondisi-kondisi pada contoh terakhir akan normal. Analisis untuk kasus pada garis netral plastis terletak di tampang baja akan berbeda sedemikian aksi komposit parsial terjadi/tercover.

2.6.8. Lendutan

Karena momen inersia transformasi tampang sangat besar, lendutan pada balok komposit lebih kecil dibandingkan pada balok bukan komposit.

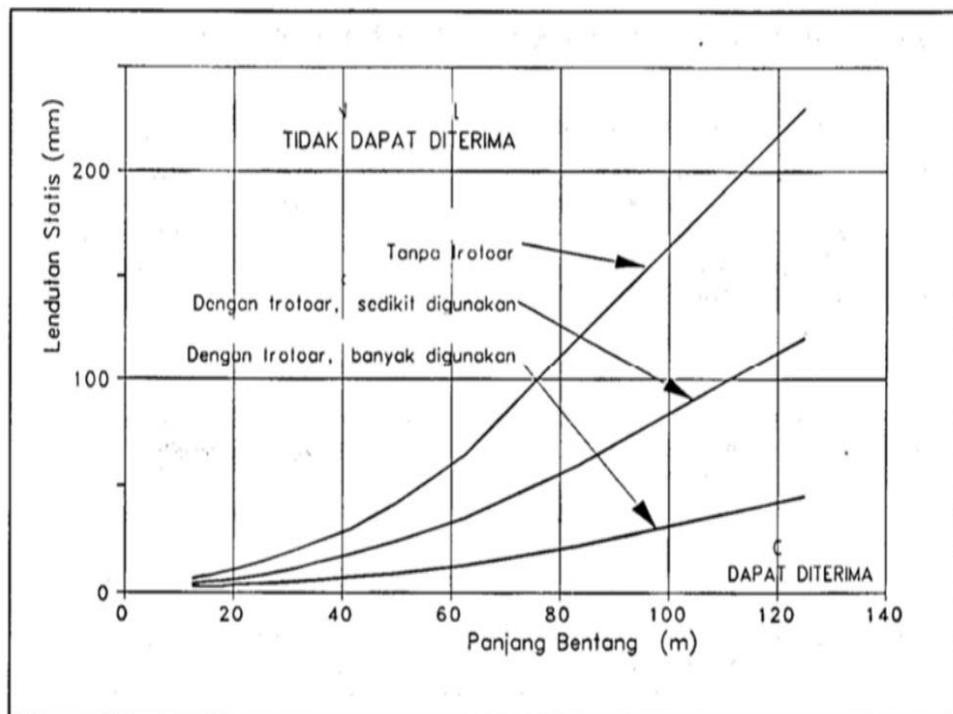
Momen inersia yang lebih besar ini tersedia hanya setelah pelat beton keras. Lendutan yang diakibatkan oleh beban kerja/luar sebelum beton keras harus dihitung dengan momen inersia pada profil baja saja. Suatu tambahan komplikasi beban naik jika balok untuk beban yang berkelanjutan seperti beban partisi (bekesting dll) setelah beton keras. Pada daerah momen positif, beton akan bekerja tekan secara kontinyu dan akan bekerja karena pengaruh fenomena rangkak. Rangkak adalah deformasi yang disebabkan karena beban yang bekerja secara terus menerus (berkelanjutan). Setelah deformasi awal (initial), tambahan deformasi akan berjalan/terjadi secara pelan. Tetapi berlangsung dalam waktu yang panjang.

Efek pada balok komposit adalah meningkatnya kelengkungan (curvature) dan meningkatkan lendutan vertikal. Lendutan dalam jangka panjang hanya dapat diperkirakan. Cara yang umum untuk memperkirakan lendutan adalah mereduksi luas tampang pelat beton pada tampang transformasi sedemikian sehingga momen inersia menjadi lebih kecil dan lendutan akan terhitung menjadi lebih besar. Reduksi luas dihitung menggunakan factor $2n$ atau $3n$ sebagai ganti dari rasio moduli actual sebesar n . Nilai $2n$ akan dipakai pada buku ini. Naikannya defleksi hasil/karena rangkak tidak diperhitungkan dalam SNI.

Untuk konstruksi tanpa perancah, ada 3 momen inersia yang disyaratkan untuk menghitung lendutan jangka panjang:

1. Gunakan I_s , momen inersia pada baja gilas (hot rolled shape) untuk lendutan yang disebabkan oleh beban kerja sebelum beton keras,

2. Gunakan I_{tr} , momen inersia transformasi pada tampang transformasi, dihitung dengan b/n untuk lendutan yang disebabkan oleh beban hidup dan untuk lendutan awal yang disebabkan oleh beban mati yang bekerja setelah beton keras,
3. Gunakan I_{tr} yang dihitung dengan $b/2n$ untuk lendutan jangka panjang yang disebabkan oleh beban mati yang bekerja setelah beton keras.



Gambar 2.22 Lendutan akibat getaran jembatan

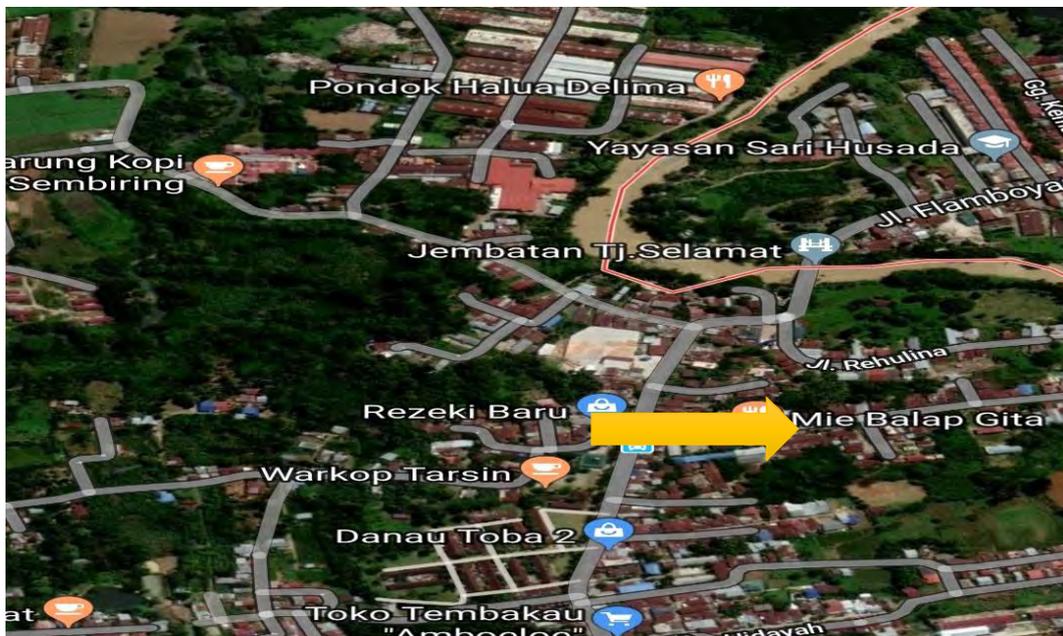
Sumber : RSNI 1725:2016.

BAB III

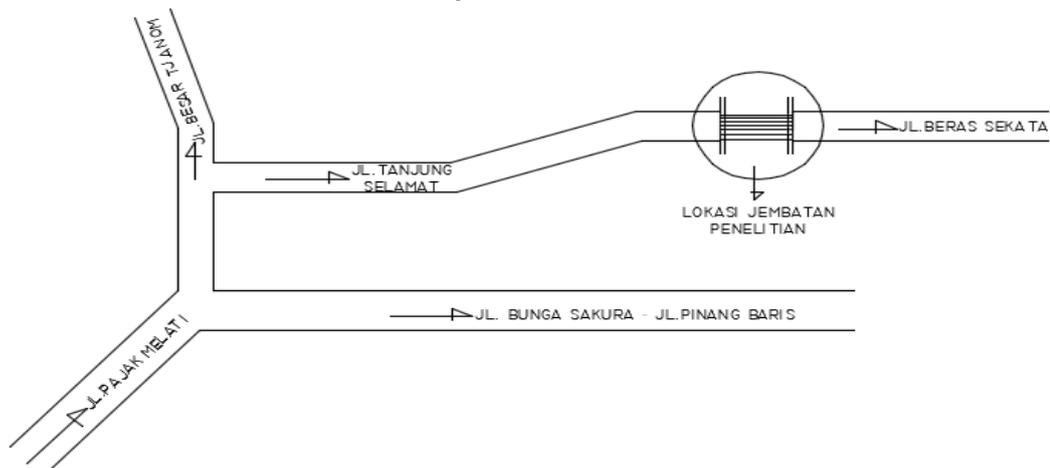
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian evaluasi perhitungan bangunan atas jembatan komposit dilakukan pada pelaksanaan proyek pembangunan Jembatan Tanjung Selamat jalan Kabupaten Deli Serdang seperti terlihat dalam gambar 3.1. dibawah ini. Evaluasi jembatan ini dapat dilakukan dengan mengambil data kelengkapan.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian



Gambar 3.2. Denah Lokasi Penelitian

3.2. Data Yang Diperlukan

Untuk mengevaluasi perhitungan bangunan atas jembatan komposit yang berada di jalan Tanjung Selamat, Kabupaten Deli Serdang ini diperlukan data awal jembatan yang digunakan sebagai patokan desain. Data – data tersebut antara lain :

1. Panjang Jembatan
2. Tinggi jembatan
3. Lebar jembatan

3.3. Sumber Data

Adapun sumber data yang diperoleh pada studi kasus ini adalah sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer merupakan yang diperoleh langsung dilapangan untuk dijadikan data dasar, namun dapat juga dijadikan pengontrol data yang sudah tersedia pada data sekunder. Data – data yang berhubungan dengan data primer meliputi data hasil survey.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh penyusunan berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berhubungan dengan rencana proyek, seperti :

- a. Deskripsi Bangunan

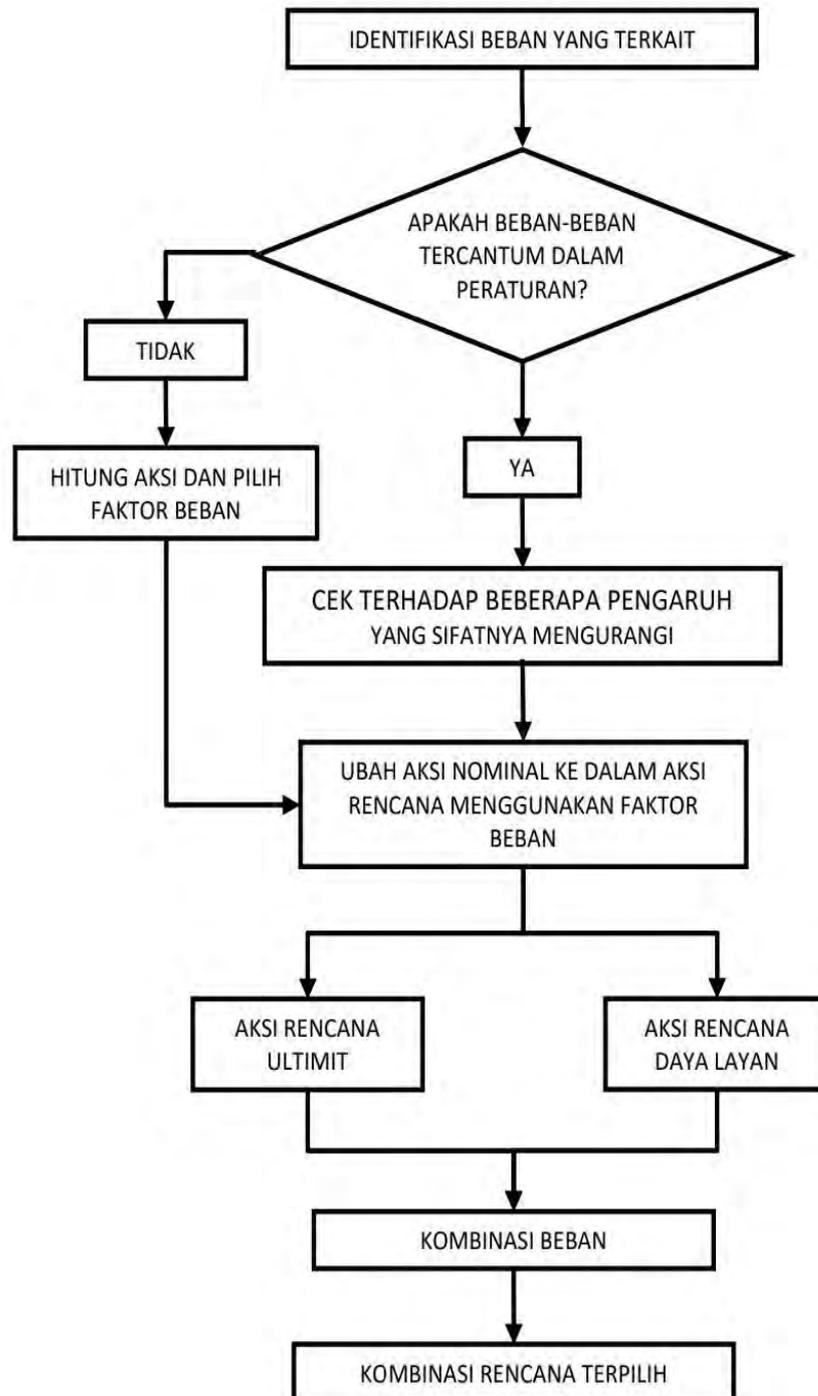
Direncanakan bangunan konstruksi Jembatan Tanjung Selamat ini memiliki panjang 24,00 meter, lebar jembatan 6 meter.

- b. Desain Bangunan

Gambar desain jembatan sebagaimana terlampir pada lampiran.

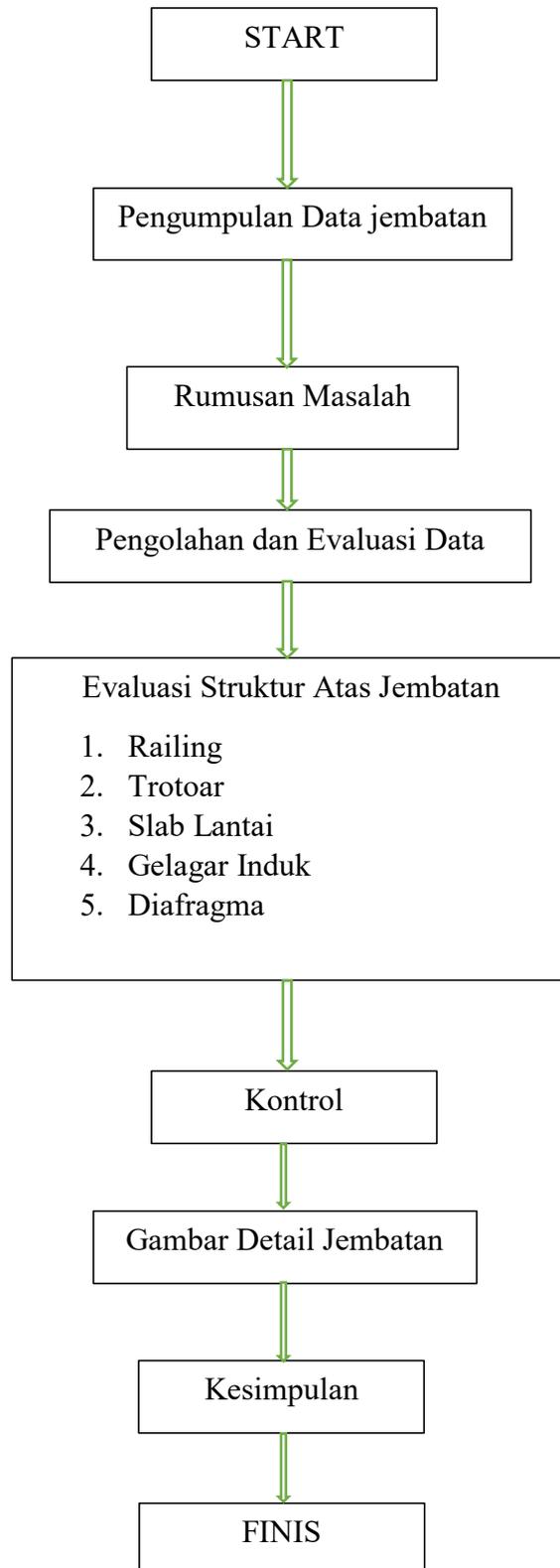
3.4. Tahapan Penelitian Beban Jembatan

1. Alur Analisa Pembebanan Jembatan



Gambar 3.3 Bagan Evaluasi perhitungan beban jembatan

2. Kerangka Berfikir



Gambar 3.4 Bagan Kerangka Berfikir

DAFTAR PUSTAKA

Agus setiawan, Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI2847:2013,
Buku Erlangga, Jakarta 2016.

Agus Setiawan, Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD Edisi Kedua,
Semarang 2013.

Ali Asroni, Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang, MUP, Jakarta 2017.

Amrinsyah Nasution, Buku Analisa dan Desain Struktur Beton Bertulang, Bandung
2013.

Badan Standar Nasional. SNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton pada Jembatan.

Dektorat Jenderal Binamarga, Departemen Pekerjaan Umum. Standar Pembebanan
Untuk Jembatan (SNI 1725:2016).

Dr.Ir.Bambang Supriyadi, Agus Setyo Muntohar,ST, Buku Jembatan Cetakan KE-
IV,Yogyakarta 2014.

Imran, Iswandi dan Zulkifli, Ediansjah. Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang,
ITB Press, Bandung 2018.

Yudha Lesmana, Analisa dan Desain Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729:2015,
Jakarta 2019

Wiyanto Dewobroto, Buku Struktur Baja, “Perilaku, Analisis & Desain – AISC 2010”
Edisi Ke-2, Bandung 2016.

<http://www.staffnew.uny.ac.id/Struktur+Jembatan+Komposit>.

[http://www.ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php?journal=JFTSP&page=article&op=viewFile&path\[\]=9626&path\[\]=8081](http://www.ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php?journal=JFTSP&page=article&op=viewFile&path[]=9626&path[]=8081)

<http://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/arti cle/download/1902/1843>



UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎ (061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax. (061) 7366998 Medan 20223
Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A. ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122
Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 118 /FT.1/01.10/X/2019
Lamp : -
Hal : **Pembimbing Tugas Akhir**

8 Oktober 2019

Yth, Pembimbing Tugas Akhir
Ir. H. Irwan, MT
Ir. Nuril Mahda Rkt, MT
di
Tempat

Dengan hormat, sehubungan telah dipenuhinya persyaratan untuk memperoleh Tugas Akhir dari mahasiswa atas :

N a m a : Harsan Ingot Hasudungon
N P M : 188110076
Jurusan : Teknik Sipil

Maka dengan hormat kami mengharapkan kesediaan saudara :

- 1. Ir. H. Irwan, MT** (Sebagai Pembimbing I)
- 2. Ir. Nuril Mahda Rkt, MT** (Sebagai Pembimbing II)

Adapun Tugas Akhir Skripsi berjudul :

“Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit”

SK Pembimbing ini berlaku selama enam bulan terhitung sejak SK ini diterbitkan. Jika proses pembimbing melebihi batas waktu yang telah ditetapkan, SK ini dapat ditinjau ulang.

Demikian kami sampaikan, atas kesediaan saudara diucapkan terima kasih.



Dekan,

[Signature]
Dr. Faisal Amri Tanjung, SST, MT



UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎(061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax.(061) 7366998 Medan 20223
Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122
Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 67/FT.1/01.10/XI/2019
Lamp : -
Hal : **Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir**

/6 November 2019

Yth, Pimpinan Dinas PUPR Kabupaten Deli Serdang
Jl. Mahoni, Lubuk Pakam 1/11 Kec. Lubuk Pakam Kab. Deli Serdang
Di
Medan

Dengan hormat, kami mohon kesediaan saudara berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

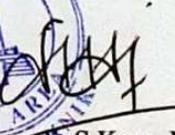
NO	N A M A	N P M	PRODI
1	Harsan Ingot Hasudungan	188110076	Teknik Sipil

Untuk melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu Pimpin.

Perlu kami jelaskan bahwa Pengambilan Data tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi, merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana lengkap pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul :

Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit.

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.

An. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik,

Susilawati, S.Kom, M.Kom

Tembusan :
1. Ka. BAA
2. Mahasiswa
3. File



PEMERINTAH KABUPATEN DELI SERDANG
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG

Jl. Mahonio No. 1 Lubuk Pakam 20514
Telp. (061) 7953806 – Faks. (061) 7956487
Website : www.pu.deliserdangkab.go.id

Lubuk Pakam, 17 Februari 2020

Nomor : 423 / 2337 /DPUPR/DS/2020
Sifat : -
Lampiran : -
Hal : Selesai Pengambilan Data

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Teknik
Universitas Medan Area
di -
Tempat

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area Nomor : 67/F.T.1/01.10/XI/2019 tanggal 16 November 2019 perihal Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir kepada mahasiswa yaitu :

No	Nama	NPM	Prodi
1	Harsan Ingot Hasudungan	188110076	Teknik Sipil

Telah selesai melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data sebagai penunjang Tugas Akhir pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area dengan judul Tugas Akhir "Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit.

Demikian surat keterangan ini di terbitkan untuk kelengkapan persyaratan SK Sidang Meja Hijau

A.n Kepala Dinas Pekerjaan Umum
dan Penataan Ruang Kab. Deli Serdang



Janson Sibahutan, S.P., MT
Nip.197101132003121001

- Tembusan :
1. Kepala Bidang Pembangunan Jalan dan Jembatan DPUPRDS
 2. Ka. Sub. Bag. Umum dan Kepegawaian DPUPRDS
 3. Peninggal

PHOTO DOKUMENTASI PENELITIAN



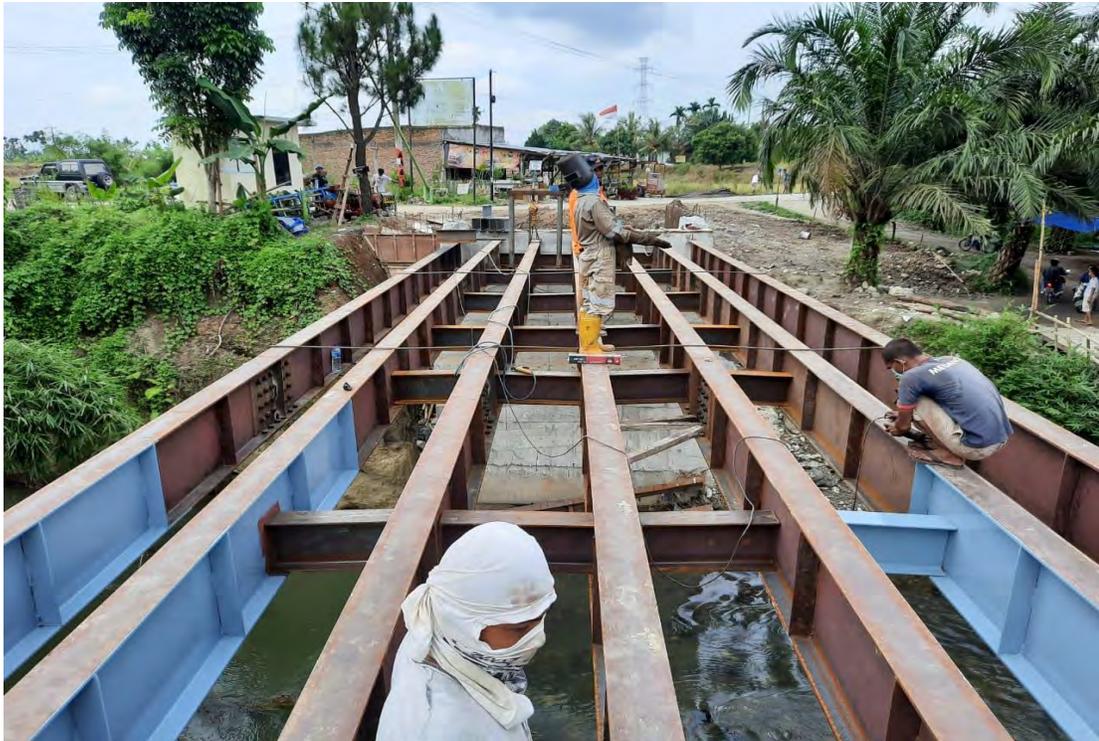
Gambar Perletakan Gelagar



Gambar Pemasangan Diafragma dan Pengelasan dengan Las Listrik



Gambar Pemasangan Stifner dan Pengelasan dengan Las Listrik



Gambar Pengecatan Besi Gelagar dan DiaFragma dengan Cat Mennie



Gambar Pemasangan Shear Connector



Gambar Pemasangan Mal Lantai



Gambar Pemasangan Tulangan Slab Lantai



Gambar Pengecoran Slab Lantai

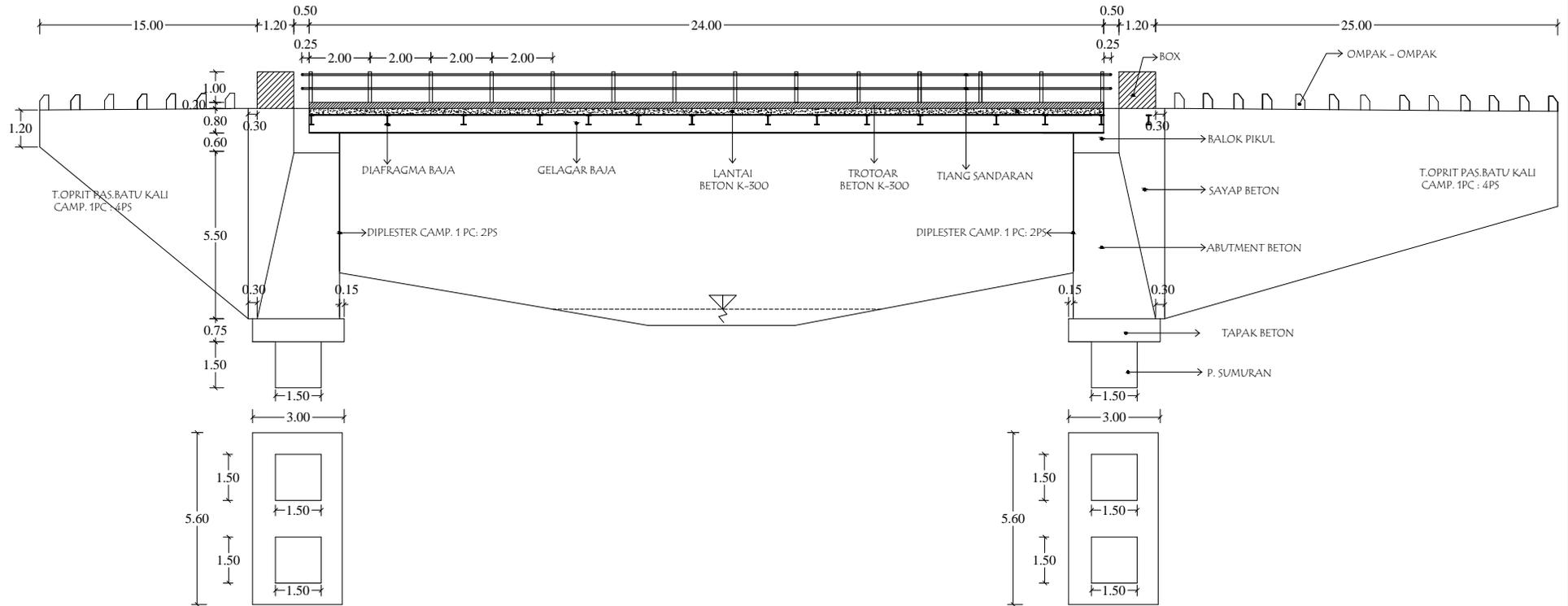


Gambar Jembatan Selesai

**PROGRAM PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN
KEGIATAN PEMBANGUNAN JEMBATAN
TAHUN 2019**



PEMERINTAH KABUPATEN
DELI SERDANG
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN
PENATAAN RUANG
Jalan Mahoni No. 1
Telp. (061) 7953806 - Fax. 7956487

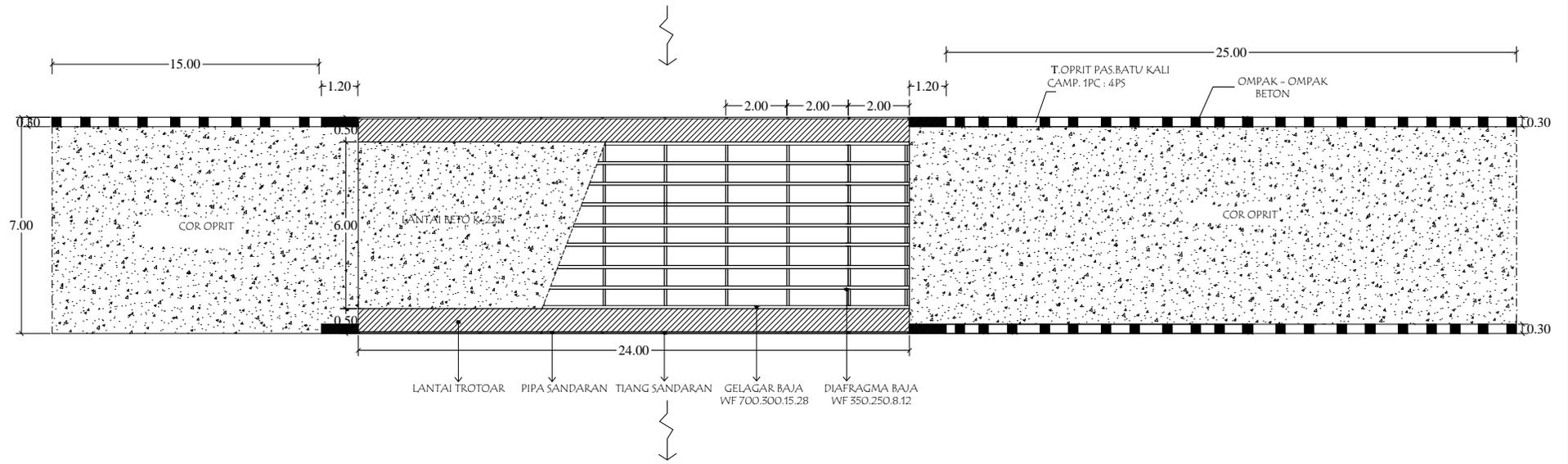


POTONGAN MEMANJANG

**PROGRAM PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN
KEGIATAN PEMBANGUNAN JEMBATAN
TAHUN 2019**



PEMERINTAH KABUPATEN
DELI SERDANG
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN
PENATAAN RUANG
Jalan Mahoni No. 1
Telp. (061) 7953806 - Fax. 7956487

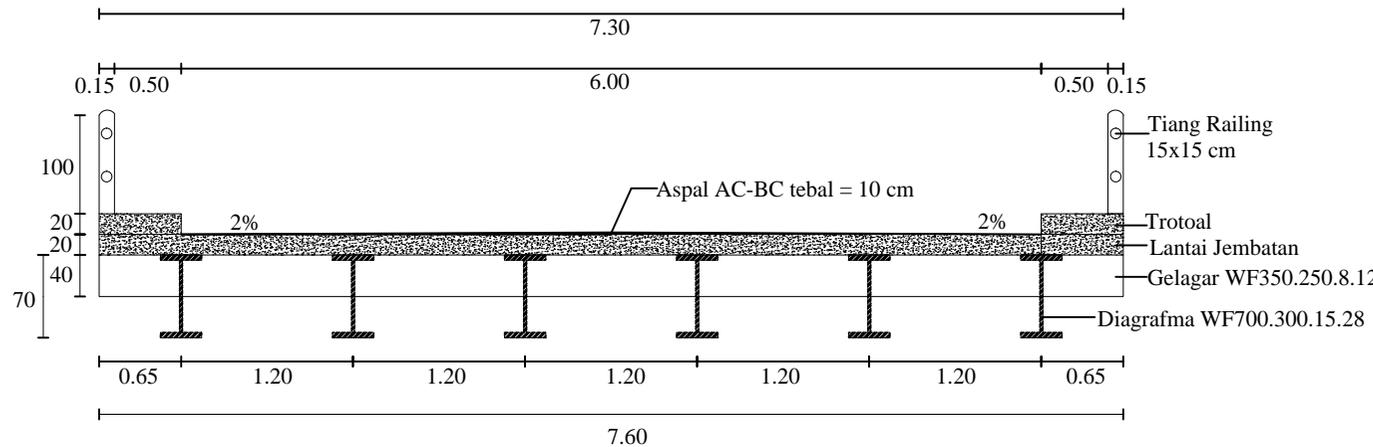


TAMPAK ATAS

**PROGRAM PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN
KEGIATAN PEMBANGUNAN JEMBATAN
TAHUN 2019**



PEMERINTAH KABUPATEN DELI SERDANG
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG
Jalan Mahoni No. 1
Telp. (061) 7953806 - Fax. 7956487



POTONGAN MELINTANG

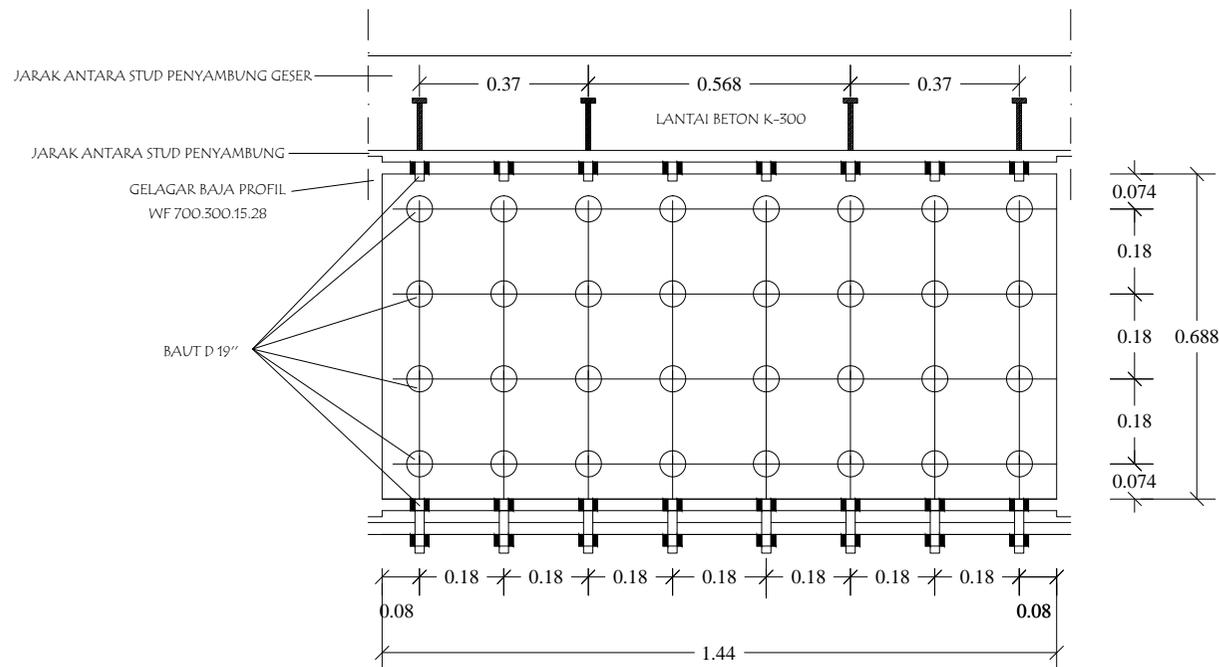
DATA TEKNIS JEMBATAN

Tipe Jembatan	Komposit
Bentang Jembatan	20 m
Lebar Lantai Kendaraan	7,3 m
Lebar Trotoar	0.65
Kelas Jembatan	Kelas B
Tebal Lapisan Aspal	0.10 m
Tebal Pelat Lantai Kendaraan	0.2 m
Mutu Beton	30 Mpa
Mutu Baja	44 Mpa
Jarak Antara Gelagar	1.20 m
BJ Aspal	2200 kg/m
BJ Beton	2500 kg/m
BJ Air	980 kg/m
BJ Pasir	2000 kg/m
Lebar Ban	0.80 m
Jarak Antara Ban	0.20 m
Tebal selimut Beton	5 cm
Tinggi Tiang Sandaran	1.0 m
Jarak Sandaran	2.0 m
Jumlah Sandaran per 2 m	26 buah
Ukuran Sandaran, b	15 cm
d	15 cm
Berat Krib	500 kg/m
h krib	15 cm
Tebal Spesi + Tegel	5 cm

PROGRAM PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN
KEGIATAN PEMBANGUNAN JEMBATAN
TAHUN 2019



PEMERINTAH KABUPATEN DELI SERDANG
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG
Jalan Mahoni No. 1
Telp. (061) 7953806 - Fax. 7956487

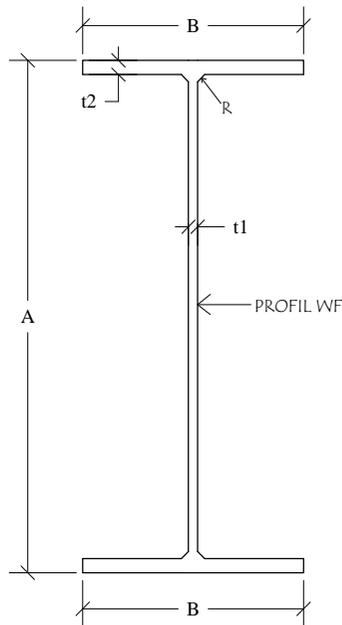


DET. PLAT SAMBUNGAN

**PROGRAM PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN
KEGIATAN PEMBANGUNAN JEMBATAN
TAHUN 2019**



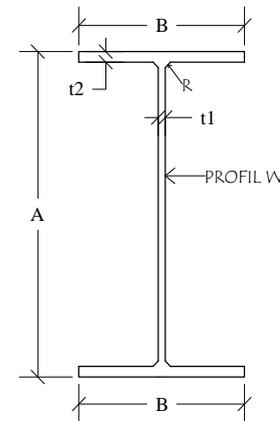
PEMERINTAH KABUPATEN DELI SERDANG
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG
Jalan Mahoni No. 1
Telp. (061) 7953806 - Fax. 7956487



**SIZE AND SECTION PROPERTIES
WF 700.300.15.28**

Depth of Section (A)	708 mm
Flange Width (B)	302 mm
Web Thickness (t1)	15 mm
Flange Thickness (t2)	28 mm
Corner Radius (R)	28 mm
Section Area	273,6 cm ²
Momen of Inertia	237000 cm ⁴
Weight	215 kg/m

GELAGAR WF 700.300.15.28



**SIZE AND SECTION PROPERTIES
WF 350.250.8.12**

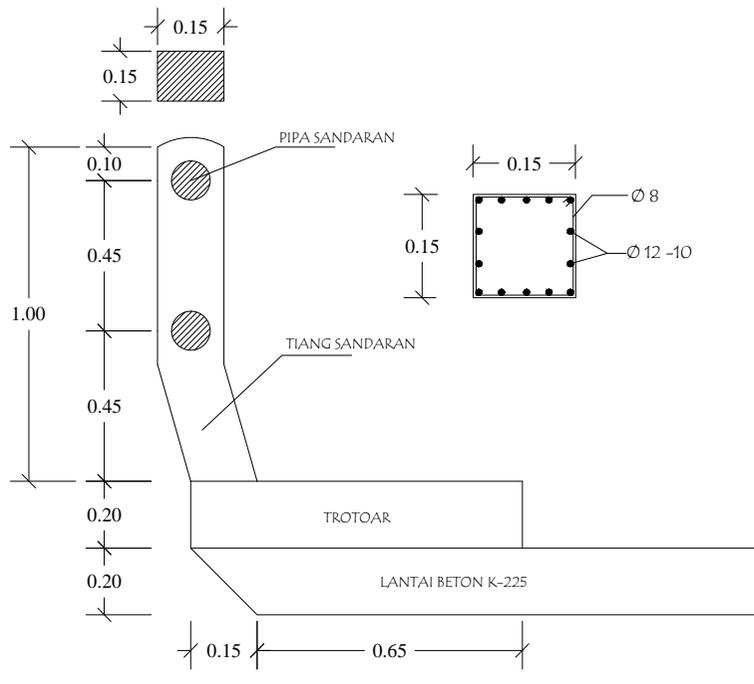
Depth of Section (A)	336 mm
Flange Width (B)	249 mm
Web Thickness (t1)	8 mm
Flange Thickness (t2)	12 mm
Corner Radius (R)	14 mm
Section Area	88.1 cm ²
Momen of Inertia	18500 cm ⁴
Weight	69,2 kg/m

DIAFRAGMA WF 350.250.8.12

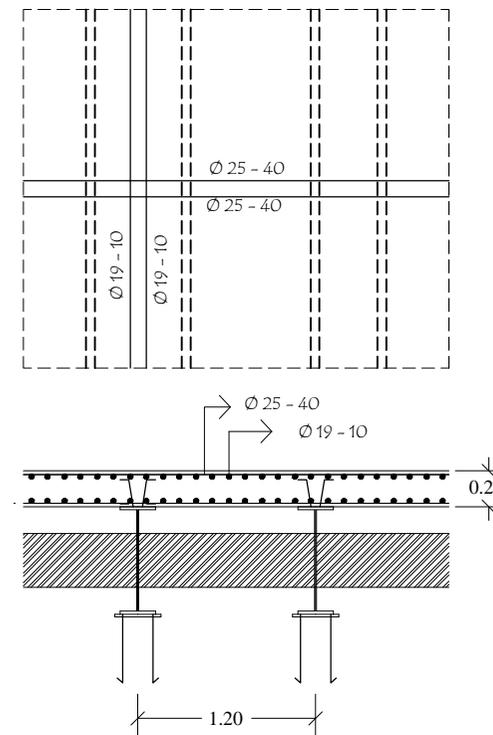
**PROGRAM PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN
KEGIATAN PEMBANGUNAN JEMBATAN
TAHUN 2019**



PEMERINTAH KABUPATEN DELI SERDANG
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG
Jalan Mahoni No. 1
Telp. (061) 7953806 - Fax. 7956487



DET. SANDARAN



DET. PENULANGAN LANTAI

**PROGRAM PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN
KEGIATAN PEMBANGUNAN JEMBATAN
TAHUN 2019**



PEMERINTAH KABUPATEN
DELI SERDANG
DINAS PEKERJAAN UMUM
DAN PENATAAN RUANG
Jalan Mahoni No. 1
Telp. (061) 7953806 - Fax. 7956487

NAMA PEKERJAAN :
PEMBANGUNAN JEMBATAN BATAS DESA
TANJUNG SELAMAT - DESA SEI BERAS SEKATA
KECAMATAN SUNGGAL

NAMA GAMBAR :
KONSTRUKSI

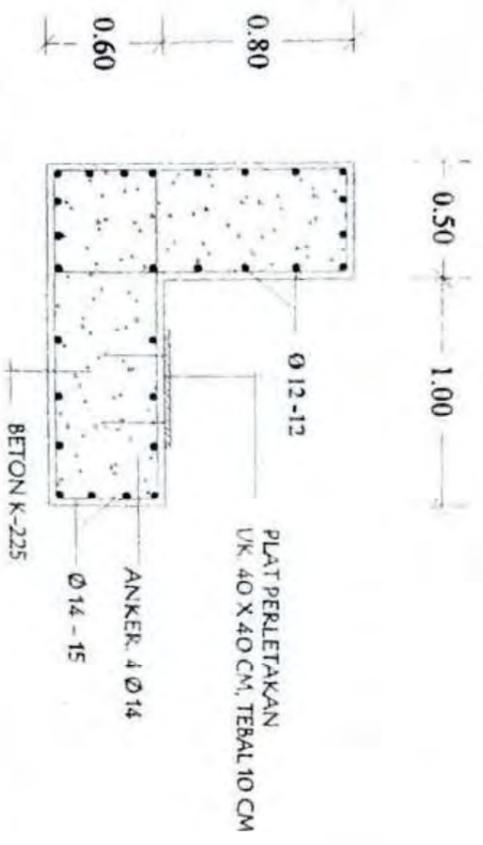
SKALA :	JUMLAH LEMBAR :
NO. LEMBAR :	
NO. LEMBAR :	

DIGANRRAR OLEH :
BEN PERLIAN SARAGIH
NIP. 19920215 301101 1 003
MHD. IKHWAN PASARIBU ST

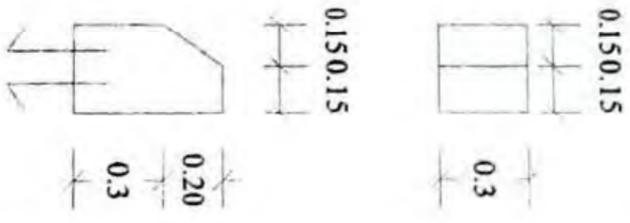
DIPERIKSA
KASI PEMBANGUNAN JEMBATAN
MARLINA SIMANJUNTAK ST
NIP. 19820623 200903 2 003

DIKETAHUI
KABID PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN
AMAT ISMAIL ST
NIP. 19651010 200604 1 022

KEPALA DINAS
RUANG
PENATAAN
J. DONN
RANGONDIA
NIP. 1973 199
LIBERDY
DIBING



DET. PENULLANGAN B. PIKUL



DET. OMPAK-OMPAK