

**ANALISIS STRUKTUR PELAT LANTAI PADA PROYEK
PEMBANGUNAN JEMBATAN
(Studi Kasus : Jembatan Jl. Bilal Ujung Kec. Medan Timur)**

SKRIPSI

NELLY ANJELINA LUMBAN RAJA

188110118



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 4/12/23

Access From (repository.uma.ac.id)4/12/23

**ANALISIS STRUKTUR PELAT LANTAI PADA PROYEK
PEMBANGUNAN JEMBATAN
(Studi Kasus : Jembatan Jl. Bilal Ujung Kec. Medan Timur)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

NELLY ANJELINA LUMBAN RAJA

188110118



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Struktur Pelat Lantai pada Proyek Pembangunan Jembatan (Studi Kasus : Jembatan Jl. Bilal Ujung Kec. Medan Timur)
Nama : Nelly Anjelina Lumban Raja
NPM : 188110118
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh :
Komisi Pembimbing



Samsul A. Rahman Sidik Hasibuan, ST, MT.
Pembimbing



Dr. Rahmatul Ulfah, S.Kom, M.Kom.
Dekan



T. Suci Suci, S.T, M.T.
Dosen Prodi. Teknik Sistem Studi

Tanggal Lulus : 04 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis 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 saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 04 Agustus 2023



Nelly Anjelina Lumban Raja
188110118

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

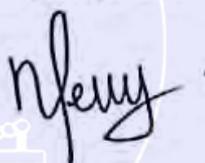
Nama : Nelly Anjelina Lumban Raja
NPM : 188110118
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

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 : Analisis Struktur Pelat Lantai pada Proyek Pembangunan Jembatan (Studi Kasus : Jembatan Jl. Bilal Ujung Kec. Medan Timur). Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 04 Agustus 2023

Yang menyatakan



(Nelly Anjelina Lumban Raja)

RIWAYAT HIDUP

Nelly Anjelina Lumban Raja, Lahir di Pasar Sirongit, Desa Parmonangan, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Sumatera Utara pada tanggal 06 Agustus 2000. Anak ke enam dari delapan bersaudara dari pasangan Bapak Marlen Lumban Raja dan Ibu Nurmi Siallagan. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengan Pertama di SMP N 3 Simanindo dan lulus pada tahun 2015, kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Simanindo dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2018 Penulis melanjutkan pendidikan Strata satu (S-1) disalah satu Universitas Medan Area dan mengambil jurusan teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Serta penulis mengucapkan syukur telah diberikan pengetahuan, kesehatan, pengalaman, dan kesempatan untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul : Analisis Struktur Pelat pada Pembangunan Jembatan (Studi Kasus : Jembatan Bilal Jl. Bilal Ujung Kec. Medan Timur). Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Samsul A. Rahman Sidik Hasibuan, ST, MT, selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, ST., MT. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



(Nelly Anjelina Lumban Raja)

ABSTRAK

Mengingat penggunaan kapasitas jembatan Bilal yang sudah hampir tidak sebanding dengan volume kendaraan yang melintas didapat bahwa pada kondisi tertentu khususnya pada jam sibuk, sering sekali di jumpai kemacetan kendaraan pada jembatan Bilal sangat berdampak pada kehidupan manusia. Mengingat pentingnya penggunaan jembatan Bilal sebagai penghubung antara terusan Pancing-Krakatau maka perlu dilakukan pembangunan pelebaran jembatan yang menjadi solusi kemacetan dan potensi kelebihan beban akibat kendaraan yang melintasi jembatan. Namun untuk mewujudkan hal tersebut dilakukan perencanaan pada struktur jembatan mengingat kondisi *existing* yang tidak dapat menampung arus lalu lintas kendaraan yang melewati jembatan tersebut dan terbatasnya ruang jembatan. Maka dilakukan pelebaran jembatan sebesar 5,1 m untuk mengurangi kemacetan. Penelitian meliputi analisis struktur pelat lantai menggunakan SNI 1725-2016 sebagai acuan dengan menggunakan mutu beton 28 Mpa dan mutu baja 400 Mpa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan Bilal. Metode yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini adalah metode analisis numerik karena melakukan penelitian diawali dari data, memanfaatkan teori yang ada sebagai bahan penjas, kemudian diolah dengan menggunakan landasan teori menjadi hasil penelitian. Kemudian untuk perhitungan lendutan yang didapat bahwa besar lendutan total yang terjadi sebesar 1,8044 mm dengan menggunakan rumus $\delta_{total} = \delta_e + \delta_g$. Untuk besar lendutan yang didapat dari perhitungan masih aman dengan melakukan perbandingan rumus $\delta_{total} = \delta_e + \delta_g < Lx/240$ maka dapat bahwa lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan Bilal masih aman.

Kata Kunci: Analisis Pelat Lantai, Penulangan Pelat lantai, Analisis Lendutan Pelat Lantai Jembatan

ABSTRACT

Considering that the capacity usage of the Bilal Bridge is almost disproportionate to the volume of vehicles passing, it is found that under certain conditions, especially during peak hours, vehicle congestion on the Bilal Bridge is often found to have a huge impact on human life. Considering the importance of using the Bilal Bridge as a link between the Pancing-Krakatau canal, it is necessary to construct a bridge widening which is a solution to congestion and the potential for overload due to vehicles crossing the bridge. However, to make this happen, planning was carried out on the bridge structure considering the existing conditions which could not accommodate the flow of vehicle traffic passing through the bridge and the limited bridge space. So the bridge was widened by 5.1 m to reduce congestion. The research includes analysis of the floor plate structure using SNI 1725-2016 as a reference using concrete quality of 28 Mpa and steel quality of 400 Mpa. This research aims to determine the deflection value that occurs on the floor plate of the Bilal Bridge. The method used to carry out this research is the numerical analysis method because conducting research begins with data, utilizes existing theory as explanatory material, then processes it using a theoretical basis to become research results. Then, to calculate the deflection, it was found that the total deflection that occurred was 1.8044 mm using the formula $\delta_{total} = \delta_e + \delta_g$. For the amount of deflection obtained from the calculation that is still safe by comparing the formula $\delta_{total} = \delta_e + \delta_g < Lx/240$, it can be seen that the deflection that occurs on the floor plate of the Bilal bridge is still safe.

Keywords : Floor Plate Analysis, Floor Plate Reinforcement, Bridge Floor Plate Deflection Analysis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGHANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Umum	4
2.2 Perbedaan dan Persamaan penelitian Terdahulu	7
2.3 Defenisi Jembatan	8
2.4 Klasifikasi Jembatan	9
2.4.1 Jembatan ditinjau dari material yang digunakan.....	9
2.4.2 Jembatan ditinjau dari analisa struktur konstruksi	16
2.4.3 Jembatan ditinjau dari fungsi dan kegunaan	16
2.4.4 Jembatan ditinjau menurut sifat-sifat jembatan	18
2.4.5 Jembatan ditinjau dari bentuk struktur konstruksi	19
2.4.6 Jembatan yang dapat digerakkan	25
2.5 Bagian-Bagian Jembatan	27
2.5.1 Struktur atas jembatan	27
2.5.1.1 Trotoar	27
2.5.1.2 Pelat lantai jembatan	28
2.5.1.3 Gelagar memanjang (<i>girder</i>).....	29
2.5.1.4 Gelagar melintang (<i>diafragma</i>).....	29
2.5.1.5 Ikatan pengaku	30
2.5.1.6 Tumpuan (<i>bearing</i>)	30
2.5.1.4 Pelat injak.....	31
2.5.2 Struktur bawah jembatan	31
2.5.2.1 Pondasi	31
2.5.2.2 Pilar	33
2.5.2.3 <i>Abutment</i>	34

2.6	Pembebanan Jembatan	35
2.6.1	Berat sendiri (MS)	35
2.6.2	Beban mati tambahan/utilitas (Ma)	36
2.6.3	Beban lalu lintas	37
2.6.4	Gaya rem (Tb)	40
2.6.5	Beban angin	41
2.6.7	Beban temperatur	41
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN		43
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian	43
3.2	Pengumpulan Data	43
3.3	Metodologi Penelitian	44
3.4	Tahap Penelitian	45
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Data-Data yang dibutuhkan	47
4.2	Pembebanan Pelat Lantai	48
4.2.1	Beban Sendiri	48
4.2.2	Beban Mati Tambahan	48
4.2.3	Beban Truk	49
4.2.4	Beban Lajur "D"	49
4.2.5	Gaya Rem	50
4.2.6	Gaya Angin	50
4.2.7	Pengaruh Temperatur	51
4.3	Momen Pelat Lantai Jembatan	52
4.4	Kombinasi Pembebanan	54
4.5	Penulangan Pelat Lantai Jembatan	55
4.6	Kontrol Lendutan Pelat	62
4.7	Pembahasan	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	67

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Jembatan Kayu	10
Gambar 2 Jembatan Baja	11
Gambar 3 Jembatan Beton	12
Gambar 4 Jembatan Beton Prategang	13
Gambar 5 Jembatan Komposit	14
Gambar 6 Jembatan Bambu	15
Gambar 7 Jembatan Pasang Batu Kali	15
Gambar 8 Jembatan Rel Kereta Api	17
Gambar 9 Jembatan Darurat	18
Gambar 10 Jembatan Gantung	22
Gambar 11 Jembatan Kabel Penahan	23
Gambar 12 Jembatan Busur	24
Gambar 13 Jembatan Terapung	25
Gambar 14 Trotoar Jembatan	28
Gambar 15 Pelat Lantai Jembatan	28
Gambar 16 Girder	29
Gambar 17 Gelagar Melintang	30
Gambar 18 Pelat Injak	31
Gambar 19 Pondasi	33
Gambar 20 Pilar	34
Gambar 21 <i>Abutment</i>	35
Gambar 22 Lajur "D"	39
Gambar 23 Beban Truk "T"	40
Gambar 24 Peta Lokasi Pelebaran Jembatan Bilal	43
Gambar 25 Bagan Alir	46
Gambar 26 Potongan Jembatan.....	47
Gambar 27 Tampak Depan Tulangan	61
Gambar 28 Tampak Atas Tulangan	62

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Persamaan Dan Perbedaan Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 2	Berat Isi Untuk Beban Mati	36
Tabel 3	Faktor Beban Untuk Berat Sendiri	36
Tabel 4	Lajur Lalu Lintas Rencana	38
Tabel 5	Faktor Beban Untuk Beban T	40
Tabel 6	Momen Pada Pelat Lantai Jembatan	54
Tabel 7	Kombinasi Kuat I.....	54
Tabel 8	Kombinasi Kuat II.....	55
Tabel 9	Kombinasi Kuat III	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin tinggi dan kapasitas jembatan bilal yang sudah hampir tidak sebanding dengan volume kendaraan yang melintas didapat bahwa pada kondisi tertentu khususnya pada jam sibuk, sering sekali di jumpai kemacetan kendaraan pada jembatan bilal dan transportasi sangat berdampak pada kehidupan manusia. Terutama transportasi pada jaman sekarang yang sangat sering digunakan sebagai alat untuk perpindahan suatu barang atau manusia baik melalui transportasi darat, air, dan udara untuk menghemat waktu dan tenaga. Transportasi mampu menunjang perkembangan pembangunan infrastruktur salah satunya adalah pembangunan jembatan. Jembatan adalah struktur yang melewati atau melintasi teluk, sungai, jurang dan halangan yang berada dibawahnya, sehingga jembatan ini bertujuan agar didapatkan rasa aman dan lancar saat melewatinya.

Transportasi menjadi hal yang sangat penting, karena merupakan penunjang kehidupan ekonomi, sosial, politik, budaya. Pengadaan sarana dan prasarana transportasi yang perlu diwujudkan dalam menunjang pembangunan salah satunya prasarana transportasi adalah jembatan. Jembatan difungsikan sebagai penghubung jalan lalu lintas transportasi yang terputus akibat adanya rawa, sungai, selat, danau, jalan, saluran atau rintangan yang lainnya. Selain itu, jembatan juga memiliki fungsi penting dalam mendukung kelancaran kehidupan masyarakat, baik dari segi waktu maupun segi biaya.

Mengingat pentingnya penggunaan jembatan bilal sebagai penghubung antara terusan pancing-krakatau maka perlu dilakukan pembangunan pelebaran jembatan yang menjadi solusi kemacetan dan potensi kelebihan beban akibat kendaraan yang melitasi jembatan. Namun untuk mewujudkan hal tersebut dilakukan perencanaan pada struktur jembatan mengingat kondisi *existing* yang tidak dapat menampung arus lalu lintas kendaraan yang melewati jembatan tersebut dan terbatasnya ruang jembatan. Oleh karena itu, dilakukan pembangunan pelebaran jembatan bilal dengan penambahan selebar 5 meter pada sisi kanan dan kiri jembatan dengan menggunakan struktur pelat lantai beton bertulang.

Analisis struktur merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan struktur yang digunakan untuk memastikan bagaimana alur, distribusi dan dampak beban terhadap struktur yang ditinjau. Perencanaan pembangunan jembatan harus diperhatikan seefektif dan seefisien mungkin, sehingga pembangunan jembatan dapat memenuhi keamanan dan kenyamanan bagi para pengguna jembatan. Maka dapat diketahui bagaimana perilaku struktur dan tingkat keamanannya saat dikenai beban yang diperkirakan akan bekerja. Hal ini yang melatar belakangi penulis mengambil penelitian dengan judul Analisis Struktur Pelat Lantai Pada Proyek Pembangunan Jembatan Bilal.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah berapakah nilai lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan Bilal?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui nilai lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan Bilal.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menambah dan mengembangkan pengetahuan tentang dasar-dasar perhitungan lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan.

1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Struktur jembatan yang ditinjau adalah pelat lantai beton bertulang.
2. Tidak menghitung *deck drain*.
3. Tidak menghitung struktur PC-I Girder.
4. Tidak menghitung gaya gempang yang terjadi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pengertian jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain. Jenis jembatan berdasarkan fungsi, lokasi, bahan konstruksi dan tipe struktur sekarang ini telah mengalami perkembangan pesat sesuai dengan kemajuan jaman dan teknologi, mulai dari yang sederhana sampai pada konstruksi yang mutakhir. Klasifikasi Jembatan terbagi : (1) menurut kegunaannya, (2) menurut jenis materialnya, (3) menurut sistim strukturnya. Secara umum, jembatan mempunyai struktur atas, bangunan bawah dan pondasi. Bangunan atas memikul beban lalu lintas kendaraan yang bergerak di atasnya. Beban tersebut disalurkan ke kepala jembatan yang harus didukung pula oleh pondasi (Tumimomor, J. E., Manalip, H., & Mandagi, R. J. M., 2014).

Army, B. (Maret 2016) melakukan penelitian yang berjudul "*Perilaku Pelat Lantai Jembatan Beton Komposit Pracetak dan Cast in Place Tanpa Tulangan Geser Horizontal Akibat Beban Statis Terpusat*". Dengan tujuan penelitian untuk menyelidiki perilaku beban pelat saat *crack* pertama terjadi, degradasi kekakuan pelat sebelum dan setelah mengalami *crack*, jenis pola retak dibawah pengaruh beban statis. Penggunaan pracetak dapat dilihat melalui pembuatan lantai jembatan beton. Kekakuan pelat secara bertahap akan menurun setelah terjadi retak sampai runtuh. Kekakuan pelat komposit lebih kecil dari

monolit sekitar 60%. Kekuatan geser antara pelat komposit dan monolit adalah 31,47 ton, 33,06 ton untuk muatan tengah dan 4,07 ton dan 42,24 untuk muatan tepi. Pelat komposit yang tidak diperkuat dengan kekuatan geser akan memiliki kekakuan yang lebih kecil dibandingkan pelat monolit karena tidak ada aksi komposit pada sambungan daerah.

Oktavia, A. (2021) telah melakukan penelitian dengan judul "*Optimalisasi Jarak Antar Girder Berdasarkan Perhitungan Tebal Pelat Lantai*". Analisis perhitungan pada momen yang masih tersimpan dalam pelat lantai jembatan, dan menghabiskan momen yang tersimpan tersebut dengan cara mengubah jarak antar girder. Sehingga dapat mengetahui momen sisa yang tersimpan pada pelat lantai dan mengetahui jarak antar girder maksimal kondisi terkritik agar momen sisa menjadi 0 (nol). Penyusunan Data Lapangan menggunakan *Software Microsoft Excel*. Dengan pedoman SNI 1725: 2016, serta beberapa jurnal dan buku sebagai referensi untuk analisa. Berdasarkan hasil perhitungan di dapat, momen sisa yang tersimpan pada plat lantai dengan tebal slab 200 mm adalah 189,906 kNm, pada slab tebal 212 mm adalah 175,612 kNm, pada slab tebal 224 adalah 162,834 kNm, pada slab tebal 236 mm adalah 151,358 kNm, pada slab tebal 248 mm adalah 141,005 kNm dan terakhir pada slab tebal 260 mm adalah 131,624 kNm. Jarak girder maksimum kondisi terkritik dengan momen sisa 0 adalah adalah 5,2 meter; 4,9 meter; 4,7 meter; 4,4 meter; 4,2 meter dan 4 meter.

Hafizha, S. R. (2021), telah melakukan penelitian dengan judul "*Analisis Struktur Pelat Lantai Jembatan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi-Inderapura*" Analisis struktur pelat lantai jembatan ini menggunakan konstruksi beton bertulang pada pelat lantai jembatannya. Pembebanan pelat lantai jembatan

dan perencanaan struktur beton untuk pelat lantai mengacu pada SNI1725:2016 (peraturan pembebanan untuk jembatan) dan RSNI T-12-2004 (perencanaan struktur beton untuk jembatan). Tujuannya adalah untuk mengetahui kebutuhan tulangan lentur pada pelat lantai jembatan dan nilai lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan yang sudah terlaksana diproyek jalan tol tebing tinggi – inderapura dengan perhitungan struktur pelat lantai jembatan sesuai SNI T-02-2005 (standar pembebanan untuk jembatan) dan RSNI T-12-2004 (perencanaan struktur beton untuk jembatan). Permasalahan yang diambil adalah analisis struktur pelat lantai jembatan. Analisis struktur pelat lantai jembatan tersebut meliputi *Deck* slab, *Barrier* tepi, dan *Barrier* tengah. Perencanaannya meliputi tulangan lentur positif dan negatif. Beban yang dianalisis meliputi beban hidup, beban lalu lintas, beban gaya rem, beban pengaruh temperatur, beban gempa dan beban akibat angin. Dari hasil analisis, dihasilkan variasi penulangan untuk masing-masing elemen struktur yang dalam analisis telah memenuhi syarat kekuatan dan keamanan struktur. Untuk pelat lantai jembatan digunakan pelat dengan tebal 250 mm, *barrier* tepi memiliki tebal 250 mm, tinggi 1400 mm, *barrier* tepi memiliki tebal 300 mm, tinggi 800 mm.

2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 merupakan tabel persamaan dan perbedaan antara penelitian saat ini dengan penelitian terdahulu.

Tabel 1 persamaan dan perbedaan penelitian terdahulu

No.	Penulis	Judul	Persamaan	Perbedaan
1	Army, B. (Maret 2016)	Perilaku Pelat Lantai Jembatan Beton Komposit Pracetak dan Cast in Place Tanpa Tulangan Geser Horizontal Akibat Beban Statis Terpusat	Penelitian Army dengan penelitian saat ini adalah tentang bagaimana perilaku atau kinerja pelat lantai jembatan	Penelitian Army dengan penelitian saat ini adalah 1. Study kasus penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu. 2. Pada penelitian Army tidak memperhitungkan lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan
2	Oktavia, A. (2021)	Optimalisasi Jarak Antar Girder Berdasarkan Perhitungan Tebal Pelat Lantai	Penelitian Oktavia dengan penelitian saat ini adalah memperhitungkan dimensi pelat lantai jembatan dengan acuan SNI	Penelitian Oktavia dengan penelitian saat ini adalah : 1. Study kasus penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu sangat berbeda. 2. Pada penelitian Oktavia, peneliti lebih fokus untuk memperhitungkan optimalisasi jarak antara girder daripada perhitungan untuk dimensi tebal pelat lantai jembatan

Lanjutan Tabel 1 persamaan dan perbedaan penelitian terdahulu

3	Hafizha, S. R. (2021)	Analisis Struktur Pelat Lantai Jembatan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi- Inderapura	Penelitian Hafizha dengan penelitian saat ini adalah:	Penelitian Hafizha dengan penelitian saat ini adalah:
			1. Judul penelitian yaitu untuk menganalisis struktur lantai	1. Study kasus penelitian
			2. Menghitung pembebanan, momen dan lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan	2. Mengitung keefektifan penggunaan <i>floor deck</i> /pelat bondek pada pelat lantai jembatan
				3. Tidak menganalisis kinerja yang terjadi pada pelat lantai kendaraan jembatan

2.3 Defenisi Jembatan

Berdasarkan UU 38 Tahun 2004 bahwa jalan dan jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya, serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah.

Jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta

api, jalan raya yang melintang tidak sebidang, dan lain-lain. Dengan adanya jembatan akses mobilisasi apapun menjadi lebih optimal dari segi biaya dan waktu, oleh karena itu peran jembatan menjadi sangat penting manusia.

2.4 Klasifikasi Jembatan

Jenis jembatan berdasarkan fungsi, lokasi, bahan konstruksi, dan tipe struktur sekarang ini telah mengalami perkembangan pesat sesuai dengan kemajuan zaman dan teknologi, mulai dari yang sederhana sampai pada konstruksi yang mutakhir. Menurut Siswanto (1999), jembatan dapat diklasifikasikan menjadi bermacam-macam jenis/tipe menurut fungsi, keberadaan, material yang dipakai, jenis lantai kendaraan dan lain-lain seperti berikut:

2.4.1 Jembatan ditinjau dari material yang digunakan

Klasifikasi jembatan menurut material yang digunakan dibedakan atas bahan yang dominan dipergunakan, terutama bahan sebagai struktur utama bangunan atas, berikut jembatan ditinjau dari material yang digunakan dibedakan menjadi:

1) Jembatan kayu (*log bridge*)

Jembatan kayu adalah jembatan sederhana yang terbuat dari material kayu yang sifatnya tetap dan dapat dikerjakan/dibangun tanpa peralatan modern. Meskipun terlihat sederhana, proses pembuatan struktur jembatan kayu harus memperhatikan dan mempertimbangkan ilmu gaya (mekanika) agar jembatan yang dibuat menjadi lebih kokoh. Jembatan kayu lebih sesuai untuk konstruksi sederhana dengan bentang pendek, karena untuk jembatan dengan bentang yang panjang, material kayu sudah tidak ekonomis.



Gambar 1 Jembatan kayu (Alfiandinata, 2019)

2) Jembatan baja (*steel bridge*)

Jembatan baja adalah jembatan yang terbentuk dari rangka-rangka batang baja yang membentuk rangka segitiga dan memiliki kemampuan untuk mendistribusikan beban ke setiap rangka-rangkanya. Rangka batang tersebut terdiri dari batang tarik dan batang tekan. Desain untuk batang tarik didasarkan atas ijin tegangan tarik dimana tegangan yang terjadi tidak boleh melampaui tegangan ijin.



Gambar 2 Jembatan baja (Alfiandinata, 2019)

3) Jembatan beton (*concrete bridge*)

Jembatan yang terbuat dari material beton pertama kali digunakan pada abad ke 19, industry semen mendominasi setelah tahun 1865, beton banyak digunakan untuk jembatan lengkung dan konstruksi bagian bawah, jembatan beton bertulang pertama kali dibangun setelah ditemukannya teknik pembuatan beton bertulang untuk struktur, yaitu di Prancis pada tahun 1875. Selama beberapa dekade jembatan beton bertulang dibangun untuk jembatan dengan bentang pendek, terutama pada awal tahun 1890 dan semakin meningkat pada abad ke 20. Slab dan gelagar jembatan beton bertulang secara luas digunakan untuk bentang-bentang pendek untuk beberapa dekade.



Gambar 3 Jembatan beton (Alfiandinata, 2019)

4) Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*)

Pada tahun 1928 penggunaan beton prategang modern dikemukakan pertama kali di Prancis, ia mengaplikasikan kawat - kawat baja berkualitas tinggi pada balok prategang dengan system penegangan pra - penegangan

(*pre tensioning*) dan pada tahun 1950 dikembangkan jembatan beton prategang segmental (*cast in place*), jembatan segmental ini bisa disebut juga pracetak (*precast*) atau cetak di tempat (*cast in place*) dengan menggunakan metode konstruksi kantilever yang dikerjakan bentang demi bentang. Konstruksi jembatan beton prategang segmental dapat mencapai panjang bentang 800 ft yaitu 250 meter atau bentang seri 1000 ft yaitu 300 meter. Bila digunakan dalam jembatan *cable stayed* jarak bentang dapat mencapai 1500 ft yaitu 450 meter.



Gambar 4 Jembatan beton prategang (Alfiandinata, 2019)

5) Jembatan komposit (*composite bridge*)

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 bertuang,

yaitu dengan mengkombinasikan baja sebagai *deck* (gelagar) dan beton bertulang sebagai plat lantai jembatan.



Gambar 5 Jembatan komposit (Alfiandinata, 2019)

6) Jembatan bambu

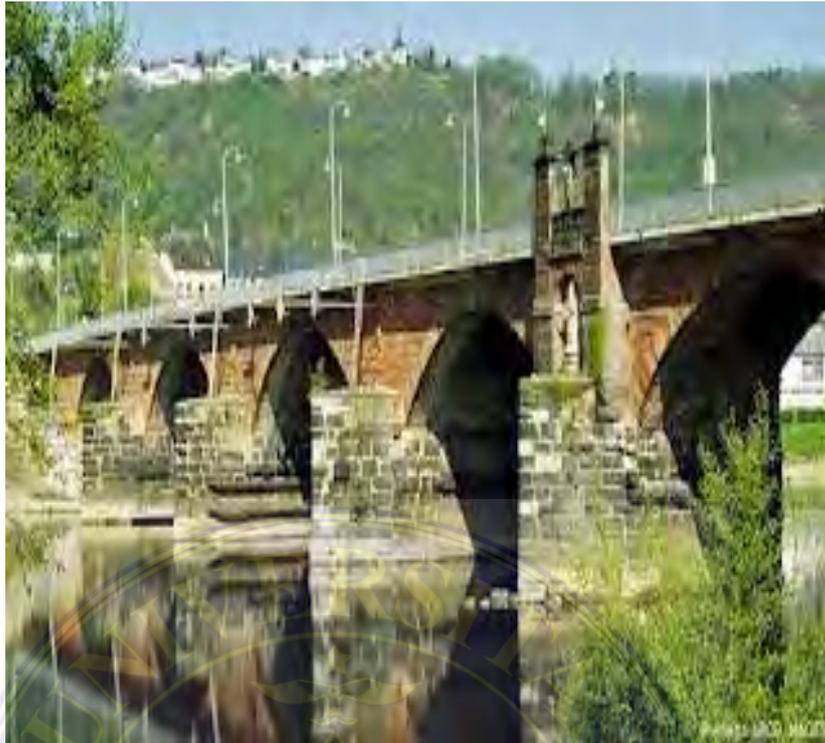
Jembatan Bambu Merupakan jembatan sederhana yang materialnya terbuat dari bambu, seperti yang sudah saya tulis pada jembatan dengan material kayu, jembatan ini cukup dikenal oleh manusia dan banyak dijumpai, pembuatannya juga tidak memerlukan peralatan modern sehingga mudah dirancang oleh manusia dengan peralatan yang seadanya contohnya dibuat seperti anyaman, jembatan dengan material bambu digunakan pada jembatan pendek dan tidak terlalu panjang.



Gambar 6 Jembatan bambu (Alfiandinata, 2019)

7) Jembatan pasangan batu kali/bata

Jembatan pasangan batu dan bata merupakan jembatan yang konstruksi utamanya terbuat dari batu dan bata. Bentuk dari jembatan ini sebagian besar berbentuk struktur lengkung dibagian bentang yang harus menahan beban utama. Namun dengan perkembangan jaman jembatan jenis ini sudah jarang digunakan.



Gambar 7 Jembatan pasangan batu kali (Alfiandinata, 2019)

2.4.2 Jembatan ditinjau dari analisa struktur konstruksi

1) Jembatan statis tertentu

Suatu konstruksi disebut statis tertentu jika bisa diselesaikan dengan syarat-syarat keseimbangan yaitu:

- a) $-\sum V = 0$ (jumlah gaya-gaya vertikal antara aksi (beban) dan reaksi harus sama dengan nol)
- b) $-\sum H = 0$ (jumlah gaya-gaya horisontal antara aksi (beban) dan reaksi sama dengan nol).
- c) $-\sum M = 0$ (jumlah gaya-gaya momen antara aksi (beban) dan reaksi harus sama dengan nol).

2) Jembatan statis tak tentu

Dikatakan statis tak tentu ialah jika suatu struktur tidak bisa diselesaikan dengan hanya pertolongan persamaan keseimbangan, dalam syarat

keseimbangan ada 3 persamaan, apabila sebuah struktur yang mempunyai reaksi perletakan lebih dari tiga, maka reaksi-reaksi perletakan tersebut tidak bisa dihitung hanya dengan 3 persamaan keseimbangan.

2.4.3 Jembatan ditinjau dari fungsi atau kegunaannya

1) Jembatan untuk lalu lintas kereta api

Jembatan yang digunakan untuk menghubungkan rel yang melewati rintangan seperti sungai, jalan untuk dilewati kereta api.



Gambar 8 Jembatan untuk Rel Kereta Api (Algazt Aryad Masagala, 2022)

2) Jembatan untuk lalu lintas biasa atau umum

Jembatan yang digunakan untuk menghubungkan jalan raya yang melintasi sungai atau jalan lain dengan tujuan agar bisa dilintasi oleh kendaraan darat.

3) Jembatan berfungsi ganda

Jembatan dimana sisi atas dan bawah digunakan untuk melintasi dengan objek yang berbeda, seperti jembatan cirahong, bagian atas digunakan untuk rel perlintasan kereta api, sementara dibawah untuk mobil, motor.

4) Jembatan khusus

Jembatan khusus dibuat untuk pipa – pipa perusahaan minyak dari satu daerah ke daerah lain, Karena pipa tersebut tidak selamanya harus tertanam didalam tanah.

2.4.4 Jembatan ditinjau menurut sifat – sifat jembatan

1) Jembatan sementara atau darurat

Diikatan jembatan sementara atau darurat karena jembatan tersebut diperuntukan dan dibangun pada keadaan tertentu, missal jembatan yang sedang di renovasi kemudian dibuatkan jembatan sementara yang terbuat dari material pohon kelapa dengan tujuan agar jembatan tersebut masih bisa difungsikan.



Gambar 9 Jembatan darurat (ARI SANDHYAVITRI, 2020)

2) Jembatan tetap atau permanen

Jembatan dikatakan tetap atau permanen ialah jembatan yang dirancang untuk keberadaannya dapat dimanfaatkan terus atau sesuai umur rencana jembatan atau tidak terikat waktu, jembatan ini berupa jembatan kayu, jembatan baja, jembatan beton bertulang.

3) Jembatan bergerak

Disebut jembatan bergerak karena jembatan tersebut dirancang dapat dipindahkan atau dapat dibuka untuk jalur air yang amat atau watercrafts atau jembatan dapat diputar, dibuka ditutup seperti jembatan yang melintasi sungai atau lautan yang bisa dibuka untuk kapal lewat. Jembatan bergerak biasanya dibuat pada sungai dimana kapal besar yang lewat memerlukan ketinggian yang cukup tetapi pembuatan jembatan dengan pilar sangat tinggi dianggap tidak ekonomis. Ada tiga macam tipe jembatan bergerak yaitu:

- a. jembatan terbuka (*bascule bridges*),
- b. jembatan terangkat vertikal (*vertical lift bridges*),
- c. jembatan berputar (*swing bridges*).

Jembatan terbuka atau *bascule bridges* biasanya digunakan untuk bentang yang tidak terlalu panjang dengan bentang maksimum 100 m. Jembatan terangkat vertikal atau *vertical lift bridges* biasanya digunakan untuk bentang yang lebih panjang yaitu sekitar 175 m, tetapi jarak bersih yang didapat tergantung dari seberapa tinggi jembatan dapat dinaikan. Pada umumnya ketinggian maksimum untuk mendapatkan jarak bersih adalah sekitar 40 m. Jembatan berputar mempunyai keuntungan karena kapal

yang akan lewat tidak dibatasi ketinggiannya. Jembatan berputar dapat digunakan dengan bentang sampai dengan 160 m.

2.4.5 Jembatan ditinjau dari bentuk struktur konstruksi

Struktur jembatan mempunyai berbagai macam tipe, baik dilihat dari bahan strukturnya maupun dari bentuk strukturnya. Masing-masing tipe struktur jembatan cocok digunakan untuk kondisi yang berbeda. Menurut Satyarno (2003), sesuai dengan perkembangan, bentuk jembatan berubah dari yang sederhana menjadi yang sangat kompleks. Secara garis besar terdapat sembilan macam perencanaan jenis jembatan yang dapat digunakan, yaitu:

1) Jembatan gelagar biasa

Jembatan seperti ini digunakan pada jembatan bentang pendek sampai sedang dan beban hidup yang lewat *relative* kecil seperti jembatan penyebrang orang dan sebagainya. Gelagar induk jembatan ini merupakan struktur balok biasa yang menumpu pada kedua abutment dengan susunan struktur. seperti pada jembatan gelagar biasa dengan material kayu dan baja atau beton. Jembatan balok adalah jenis jembatan yang paling sederhana yang dapat berupa balok dengan perletakan sederhana (*simple spans*) maupun dengan perletakan menerus (*continous spans*). Jembatan balok terdiri dari struktur berupa balok yang didukung pada kedua ujungnya, baik langsung pada tanah/batuan atau pada struktur vertikal yang disebut pilar atau pier. Jembatan balok tipe *simple spans* biasa digunakan untuk jembatan dengan bentang antara 15 meter sampai 30 meter dimana untuk bentang yang kecil sekitar 15 meter menggunakan baja (*rolled-steel*) atau

beton bertulang dan bentang yang berkisar sekitar 30 meter menggunakan beton prategang.

2) Jembatan portal

Jembatan portal adalah jembatan rangka baja yang sisi kiri kanan dan atasnya, memiliki konstruksi yang menyambung dari batang satu ke batang lainnya. Struktur portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan yang berfungsi menahan beban sebagai suatu kesatuan lengkap yang berdiri sendiri dengan atau tanpa dibantu oleh diafragma-diafragma horisontal atau sistem-sistem lantai.

3) Jembatan rangka

Jembatan rangka batang mempunyai tipe rangka yang banyak jenisnya. Struktur jembatan jenis ini terbuat dari material baja digunakan untuk bentang jembatan yang relative panjang, biasanya yang umum ditemukan struktur rangka batang dipasang di bagian kiri – kanan. Jembatan rangka dibuat dari struktur rangka yang biasanya terbuat dari bahan baja dan dibuat dengan menyambung beberapa batang dengan las atau baut yang membentuk pola-pola segitiga. Jembatan rangka biasanya digunakan untuk bentang 20 m sampai 375 m.

4) Jembatan gantung

Jembatan gantung merupakan struktur jembatan yang terdiri dari struktur penopang yang berupa tiang, pilar atau menara, struktur jembatan berupa gelagar induk dan gelagar melintang, lantai kendaraan, pejangkar kabel dan kabel penggantung yang membentang sepanjang bentang sejajar dengan arah memanjang jembatan, dimana kabel sebagai struktur utama

yang mentransfer seluruh beban ke bagian bawah jembatan yang berupa abutment, penjangkar kabel dan tiang penopang.

Jembatan gantung terdiri dari dua kabel besar atau kabel utama yang menggantung dari dua pilar atau tiang utama dimana ujung-ujung kabel tersebut diangkurkan pada fondasi yang biasanya terbuat dari beton. Dek jembatan digantungkan pada kabel utama dengan menggunakan kabel-kabel yang lebih kecil ukurannya. Pilar atau tiang dapat terbuat dari beton atau rangka baja. Struktur dek dapat terbuat dari beton atau rangka baja. Kabel utama mendukung beban struktur jembatan dan mentransfer beban tersebut ke pilar utama dan ke ankur. Jembatan gantung merupakan jenis jembatan yang digunakan untuk betang-bentang besar yaitu antara 500 m sampai 2000 m atau 2 km.



Gambar 10 Jembatan Gantung (J Fernando E'S, 2013)

5) Jembatan kabel penahan

Jembatan kabel merupakan suatu pengembangan dari jembatan gantung dimana terdapat juga dua pilar atau tower. Akan tetapi pada jembatan

kabel dek jembatan langsung di hubungkan ke tower dengan menggunakan kabelkabel yang membentuk formasi diagonal, Kalau pada jembatan gantung struktur dek dapat terbuat dari rangka baja maupun beton, pada jembatan kabel umumnya deknya terbuat dari beton. Jembatan kabel ini juga digunakan untuk bentang-bentang besar tetapi tidak sebesar bentang pada jembatan gantung. Besar bentang maksimum untuk jembatan kabel sekitar 500 m sampai 900 m.



Gambar 11 Jembatan Kabel Penahan (sarah hafizah, 2020)

6) Jembatan pelengkung/busur

Jembatan merupakan suatu tipe jembatan yang menggunakan prinsip kestabilan dimana gaya-gaya yang bekerja di atas jembatan di transformasikan ke bagian akhir lengkung atau abutment. Jembatan lengkung dapat dibuat dari bahan batu, bata, kayu, besi cor, baja maupun beton bertulang dan dapat digunakan untuk bentang yang kecil maupun bentang yang besar. Jembatan lengkung tipe closed spandrel deck arch

biasa digunakan untuk bentang hanya sekitar 0.5 m sampai 2 m dan biasa disebut dengan gorong-gorong. Untuk bentang besar jembatan lengkung dapat digunakan untuk bentang sampai 500 m.

7) Jembatan pelat

Jembatan ini merupakan beton bertulang yang antara gelagar induk dan pelat lantai kendaraan dicor bersamaan dan menyatu sebagai balok T.



Gambar 12 Jembatan Busur (Hamzah Alfansuri, 2018)

8) Jembatan kantilever (*cantilever bridges*)

Jembatan kantilever adalah merupakan pengembangan jembatan balok. Tipe jembatan kantilever ini ada dua macam yaitu tipe *cantilever* dan tipe *cantilever with suspended span*. Pada jembatan kantilever, sebuah pilar atau tower dibuat dimasing-masing sisi bagian yang akan disebrangi dan jembatan dibangun menyamping berupa kantilever dari masing-masing pilar atau tower. Pilar atau tower ini mendukung seluruh beban pada lengan kantilever.

9) Jembatan terapung (*floating bridges*)

Jembatan terapung dibuat dengan mengikatkan dek jembatan pada ponton-ponton. Ponton-ponton ini biasanya jumlahnya banyak sehingga jika salah satu ponton terjadi kebocoran maka tidak begitu mempengaruhi atau membahayakan kestabilan jembatan apung secara keseluruhan. Kemudian ponton yang terjadi kebocoran ini dapat diperbaiki. Jembatan terapung pada mulanya banyak digunakan sebagai jembatan sementara oleh militer. Namun kini jembatan terapung banyak digunakan apabila kedalaman air yang akan dibuat jembatan cukup dalam dan kondisi tanah dasar sangat jelek sehingga sangat sulit untuk membuat pondasi jembatan. Saat ini ponton-ponton yang digunakan pada jembatan terapung dapat dibuat dari beton dimana bentang total dapat mencapai sebesar 2 km.



Gambar 13 Jembatan Terapung (J Fernando E'S, 2013)

10) Jembatan kombinasi (*combination bridges*)

Jembatan kombinasi adalah jembatan yang menggunakan lebih dari satu jenis jembatan. Hal ini terutama untuk jembatan dengan bentang sangat besar dimana penggunaan satu jenis jembatan tidak ekonomis.

2.4.6 Jembatan yang dapat digerakkan (umumnya dari baja)

- 1) Jembatan yang dapat berputar diatas poros mendatar, seperti:
 - a) Jembatan angkat seperti yang melintasi lautan, kemudian jembatan bisa diangkat untuk perlintas kapal.
 - b) Jembatan baskul terbuat dari pelat baja, jembatan baskul banyak dijumpai pada truk sebagai pelat injak turunnya kendaraan mobil, motor atau lainnya dari truk.
 - c) Jembatan lipat *strauss* umumnya digunakan untuk pejalan kaki, banyak dijumpai di taman – taman luar negeri, tetapi memungkinkan juga berada di tempat lain, lebar jembatan ini relative kecil, jembatan lipat *strauss* terbuat dari baja, bentuknya seperti jembatan lainnya tetapi ketika dilipat membentuk lingkaran atau setengah lingkaran.
- 2) Jembatan yang dapat berputar diatas poros mendatar dan yang dapat berpindah sejajar mendatar,
- 3) Jembatan yang dapat berputar diatas poros tegak atau jembatan putar,
- 4) Jembatan yang dapat bergeser kearah tegak lurus atau mendatar:
 - a) Jembatan angkat termasuk jembatan yang dapat bergeser ke arah tegak lurus/mendatar dan jembatan yang dapat

diputar pada pros mendatar, jenis jembatan ini seperti yang melintasi lautan, kemudian jembatan bisa diangkat untuk perlintas kapal.

- b) Jembatan beroda karena mempunyai roda yang berdungsi untuk maju mundurnya dari abutment ke pilar atau dari pilar satu ke pilar lainnya, jembatan jenis seperti ini terbuat dari material baja dan banyak dijumpai ketika instalasi girder, ketika launching girder di Tarik ke tengah menggunakan jembatan beroda atau istilah lain dari jembatan beroda adalah bailey.
- c) Jembatan goyah dikatakan goyah karena jembatan ini lentur ketika di injak, jembatannya relative pendek atau sedang sementara lebarnya rata rata 1 meter, jenis jembatan seperti ini biasanya untuk digunakan pejalan kaki melintasi sungai, bentuk nya seperti jembatan gantung.

2.5 Bagian Bagian Jembatan

2.5.1 Struktur atas jembatan

Struktur atas jembatan adalah bagian jembatan yang menerima beban langsung baik dari lalu lintas kendaraan, beban pejalan kaki, dan bahkan beban mati untuk selanjutnya di salurkan ke struktur bawah jembatan. Struktur atas jembatan terdiri dari : gelagar-gelagar induk, struktur tumpuan atau perletakan, struktur lantai jembatan dll.

2.5.1.1 Trotoar

Trotor berfungsi sebagai tempat berjalan bagi para pejalan kaki yang melewati jembatan agar tidak mengganggu lalu lintas kendaraan. Merupakan tempat pejalan kaki yang terbuat dari beton, bentuknya lebih tinggi dari lantai kendaraan atau permukaan aspal. Konstruksi trotoar direncanakan sebagai pelat beton yang diletakkan pada samping lantai jembatan yang diasumsikan sebagai pelat yang tertumpu sederhana pada pelat jalan. Trotoar terbagi atas Sandaran (*Hand Rail*), biasanya dari pipa besi, kayu dan beton bertulang. Tiang Sandaran (*Rail Post*), biasanya dibuat dari beton bertulang untuk jembatan girder beton, sedangkan untuk jembatan rangka tiang sandaran menyatu dengan struktur rangka tersebut. Peninggian Trotoar (*Kerb*). Slab Lantai Trotoar.



Gambar 14 Trotoar jembatan (J Fernando E'S, 2013)

2.5.1.2 Pelat lantai jembatan

Bagian dari konstruksi jembatan yang memikul beban akibat jalur lalu lintas secara langsung untuk selanjutnya disalurkan kepada konstruksi di bawah jembatan. Pelat lantai jembatan memerlukan saluran atau *Deck Drain* untuk mengalirkan air hujan dengan cepat agar tidak terjadi genangan di pelat lantai. Maka dari itu, permukaan pelat lantai diberi kemiringan sebesar 2% kearah kiri dan kanan tepi jalan. Pelat lantai jembatan ditopang oleh gelagar memanjang (*Girder*) dan diperkuat dengan gelagar melintang (*Diafragma*).



Gambar 15 Pelat Lantai Jembatan (J Fernando E'S 2013)

2.5.1.3 Gelagar memanjang (girder)

Girder atau gelagar jembatan merupakan balok yang akan mendukung semua beban yang bekerja pada jembatan kemudian meneruskannya ke struktur bawah jembatan. Girder diletakkan memanjang diantara dua penyangga (abutment dan pilar). Girder jembatan berfungsi sebagai penyalur beban di atas konstruksi jembatan ke bagian bawah yang

disebut *abutment* agar bisa diredam. Tujuan pengiriman beban tersebut adalah menghindari terjadinya persimpangan beban atau gaya.



Gambar 16 Girder (Dokumentasi Proyek, 2023)

2.5.1.4 Gelagar melintang (diafragma)

Diafragma adalah komponen struktur jembatan yang berfungsi memberikan ikatan antara girder satu dengan girder lainnya sehingga memberikan kestabilan masing-masing antar girder sehingga bisa bekerja menjadi suatu kesatuan agar tidak terjadi pergeseran antar gelagar induk. Komponen ini letaknya melintang arah jembatan yang mengikat balok-balok gelagar induk.



Gambar 17 Gelagar Melintang (MM Siagian 2011)

2.5.1.5 Ikatan pengaku (ikatan angin, ikatan melintang)

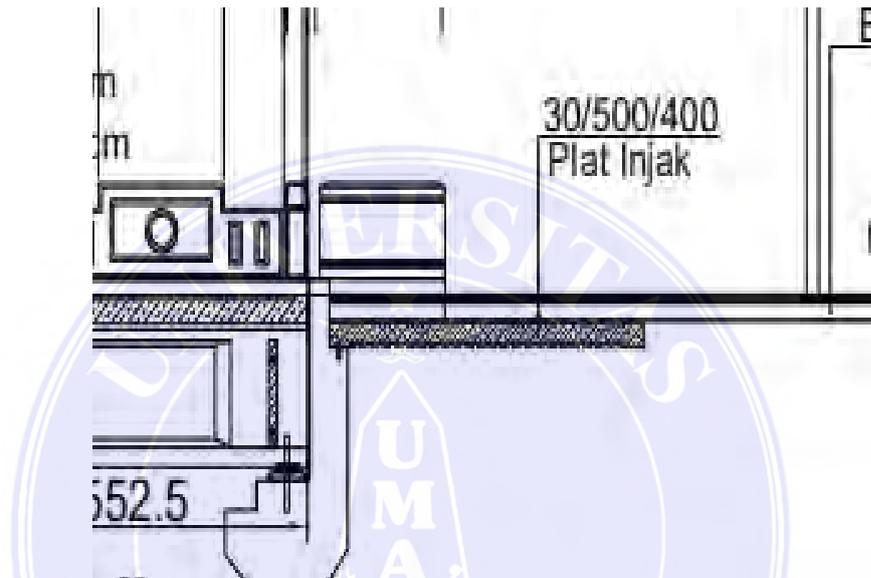
Untuk mendapatkan kekakuan jembatan pada arah melintang dan menjaga torsi maka diperlukan adanya ikatan-ikatan angin tersebut. Ikatan angin pada jembatan berfungsi untuk memberi kekakuan pada jembatan dan meneruskan beban akibat angin kepada portal akhir.

2.5.1.6 Tumpuan (*bearing*)

Bridge bearing merupakan bantalan jembatan yang terbuat dari bahan karet sebagai penyalur beban jembatan. Tujuan penggunaan bantalan karet tersebut adalah untuk mengakomodir gaya yang timbul akibat adanya beban. Gerakan itu sendiri dapat diakibatkan oleh pemuaian, beban hidup, gaya yang ditimbulkan oleh kendaraan, atau getaran akibat aktivitas seismik seperti gempa bumi.

2.5.1.7 Pelat Injak

Pelat injak adalah suatu konstruksi beton pada jalan pendekat di ujung bibir jembatan (oprit) yang berada sebelum konstruksi utama jembatan. Proses pengerjaannya sama dengan pelat lantai jembatan, yaitu proses pembesian, perakitan, bekisting, dan pengecoran.



Gambar 18 Pelat Injak (Dokumentasi Proyek, 2023)

2.5.2 Struktur bawah jembatan

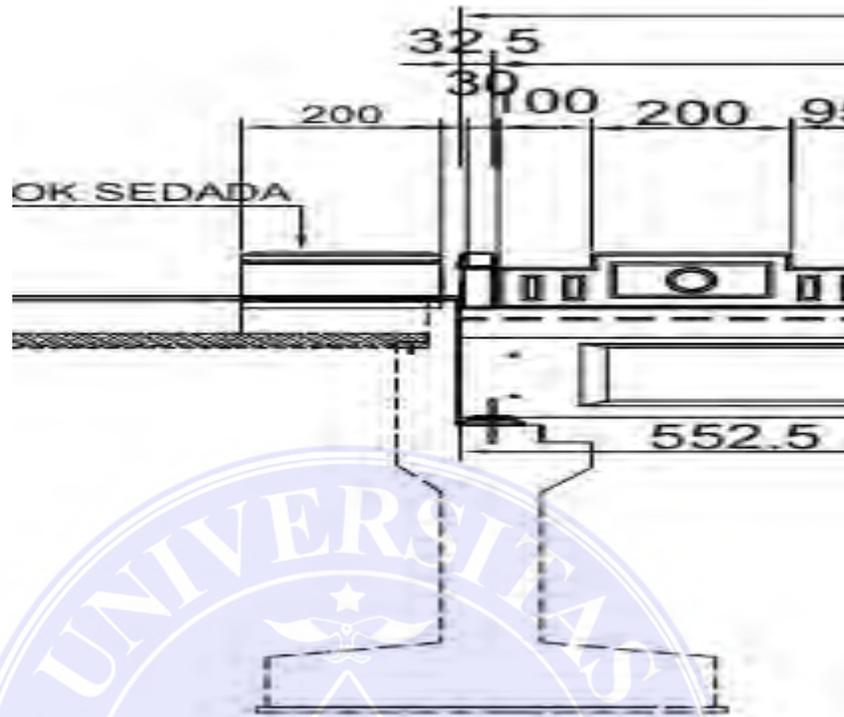
Struktur bawah jembatan memiliki fungsi utama untuk memikul beban-beban pada struktur atas dan juga beban pada struktur bawah itu sendiri untuk disalurkan ke pondasi yang selanjutnya beban-beban tersebut oleh pondasi disalurkan ke tanah dasar.

2.5.2.1 Pondasi

Pondasi berfungsi untuk meneruskan beban-beban di atasnya ke tanah dasar. Pada perencanaan pondasi harus terlebih dahulu melihat kondisi tanahnya. Dari kondisi tanah ini dapat ditentukan jenis pondasi yang akan dipakai. Pembebanan pada pondasi terdiri atas pembebanan vertikal

maupun lateral, dimana pondasi harus mampu menahan beban luar di atasnya maupun yang bekerja pada arah lateralnya. Berdasarkan sistemnya tipe pondasi yang dapat digunakan untuk perencanaan jembatan antara lain :

- a. Pondasi telapak (*Spread footing*), Pondasi telapak digunakan jika lapisan tanah keras (lapisan tanah yang dianggap baik mendukung beban) terletak tidak jauh (dangkal) dari muka tanah. Dalam perencanaan jembatan pada sungai yang masih aktif, pondasi telapak tidak dianjurkan mengingat untuk menjaga kemungkinan terjadinya pergeseran akibat gerusan.
- b. Pondasi sumuran (*Caisson*), Pondasi sumuran digunakan untuk kedalaman tanah keras antara 2-5 m. Pondasi sumuran dibuat dengan cara menggali tanah berbentuk lingkaran berdiameter kurang dari 80 m. penggalian secara manual dan mudah dilaksanakan. Kemudian lubang galian diisi dengan beton siklop (1pc : 2 ps : 3 kr) atau beton bertulang jika dianggap perlu. Pada ujung pondasi sumuran dipasang pier untuk menerima dan meneruskan beban ke pondasi secara merata.
- c. Pondasi Tiang (*Pile Foundation*)
 1. Tiang Pancang Kayu (*Log Pile*)
 2. Tiang Pancang Baja (*Steel Pile*)
 3. Tiang Pancang Beton (*Reinforced Concrete Pile*)
 4. Tiang Pancang Komposit (*Compossite Pile*)



Gambar 19 Pondasi (Dokumentasi Proyek, 2023)

2.5.2.2 Pilar

Pilar adalah komponen struktur jembatan yang terletak diantara kedua kepala jembatan yang berfungsi untuk memikul seluruh beban pada ujung-ujung bentang dan gaya-gaya yang lainnya serta meneruskannya ke fondasi. Pilar bisa tidak hanya bisa digunakan pada jembatan bentang pendek tetapi juga bisa digunakan pada jembatan bentang panjang. Pilar atau *pier* pada sebuah konstruksi jembatan memiliki beberapa bagian yaitu *pier head* atau kepala pilar dan badan pilar. Kepala pilar atau *pier head* memiliki fungsi sebagai pemikul ujung perletakan jembatan, antar *girder* atau gelagar dan *bearing pad* atau *elastomer* sebagai dampalan *girder* ke *pier head*. Sedangkan badan pilar adalah kolom atau

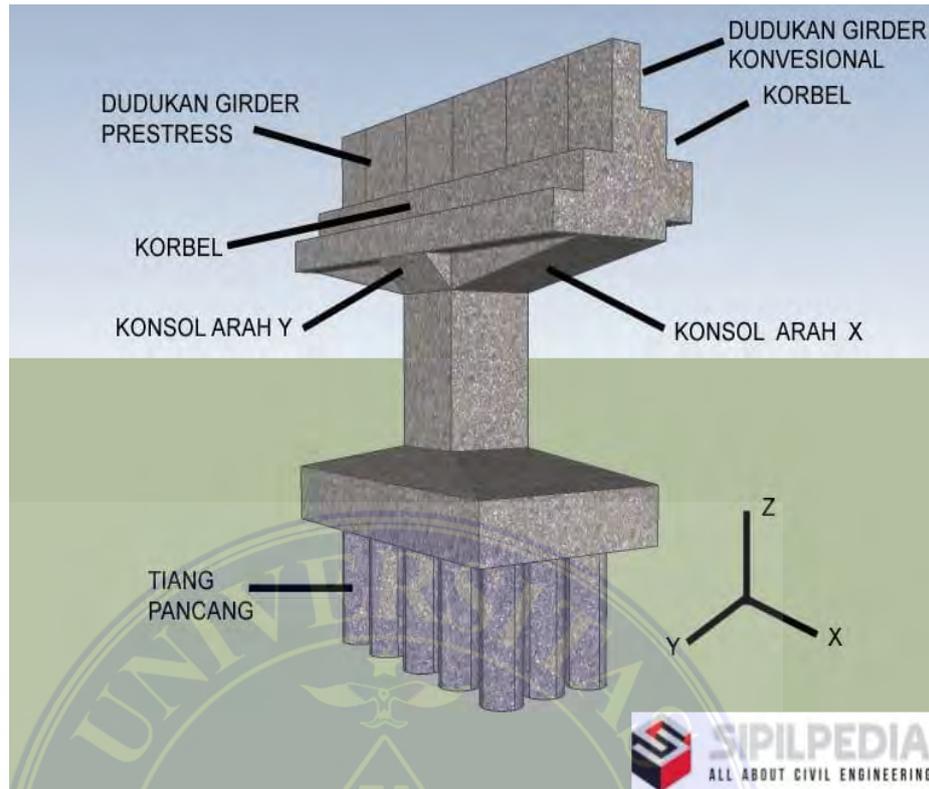
dinding pada bagian pilar jembatan yang berfungsi meneruskan gaya *pier head* ke pondasi.



Gambar 20 Pilar (J Fernando E'S, 2021)

2.5.2.3 *Abutment*

Abutment atau kepala jembatan adalah bangunan bawah jembatan yang terletak pada kedua ujung pilar-pilar jembatan yang berfungsi sebagai penahan tanah dan juga sebagai pemikul seluruh beban baik itu beban hidup (kendaraan, angin, dan lain-lain) maupun beban mati (beban gelagar, dan lain-lain) pada sebuah jembatan. Pekerjaan struktur *abutment* harus disesuaikan dengan hasil penyelidikan tanah dan diletakkan di atas tanah keras supaya dapat tercapai tegangan tanah yang diizinkan. Supaya tidak terjadi resiko erosi maka minimal dasar *abutment* harus berada 2 meter di bawah muka tanah asli terutama pada tipe *abutment* dengan pondasi langsung.



Gambar 21 *Abutment* (Sipilpedia, 2017)

2.6 Pembebanan Pada Pelat Lantai Jembatan

Perhitungan beban yang bekerja pada struktur pelat lantai jembatan pada penelitian ini sesuai pada SNI 1725:2016. Beban beban yang bekerja pada struktur pelat lantai jembatan adalah :

2.6.1 Berat sendiri (MS)

Beban mati adalah beban yang berasal dari beban semua bagian bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala bagian material-material serta perlengkapan yang merupakan bagian yang tidak tergantung dari bangunan itu sendiri. Tabel 2.2 menunjukan faktor beban untuk berat sendiri menurut SNI 1725:2016.

Tabel 2 faktor beban untuk berat sendiri (SNI 1725;2016)

Tipe Beban	Faktor Beban (γ_{MS})			
	Keadaan Batas Layan (γ_{MS}^S)	Keadaan Batas Layan (γ_{MS}^U)		
	Keadaan	Biasa	Terkurangi	
Tetap	Baja	1,0	1,1	0,9
	Aluminium	1,0	1,1	0,9
	Beton Pracetak	1,0	1,2	0,85
	Beton cor ditempat	1,0	1,3	0,75
	Kayu	1,0	1,4	0,7

2.6.2 Beban mati tambahan / utilitas (MA)

Beban mati tambahan adalah beban seluruh bahan yang kemudian membentuk suatu beban pada struktur jembatan yang merupakan elemen nonstruktural dan besarnya beban tersebut dapat berubah sesuai dengan umur jembatan. Tabel 2.3 menunjukan faktor beban untuk berat mati tambahan menurut SNI 1725;2016.

Tabel 3 faktor beban untuk beban mati tambahan (SNI 1725;2016)

Tipe Beban	Faktor Beban (γ_{MS})			
	Keadaan Batas Layan (γ_{MS}^S)	Keadaan Batas Layan (γ_{MS}^U)		
	Keadaan	Biasa	Terkurangi	
Tetap	Umum	1,00 ¹	2,00	0,7
	Khusus (Terawasi)	1,00	1,40	0,8

Catatan ¹ : faktor beban layan sebesar 1,3 digunakan untuk berat utilitas

2.6.3 Beban lalu lintas

Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban lajur “D” dan beban truk “T”. Beban lajur “D” bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iringiringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur “D” yang bekerja tergantung pada lebar lajur kendaraan itu sendiri. Beban truk “T” adalah suatu kendaraan berat dengan 3 gandar yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam jalur lalu lintas rencana. Tiap gandar terdiri atas dua bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat. Hanya satu truk “T” diterapkan per lajur lalu lintas rencana.

Secara umum, beban “D” akan menjadi beban penentu dalam perhitungan jembatan yang mempunyai bentang sedang sampai panjang, sedangkan beban “T” digunakan untuk bentang pendek dan rantai kendaraan.

1. Lajur lalu lintas rencana

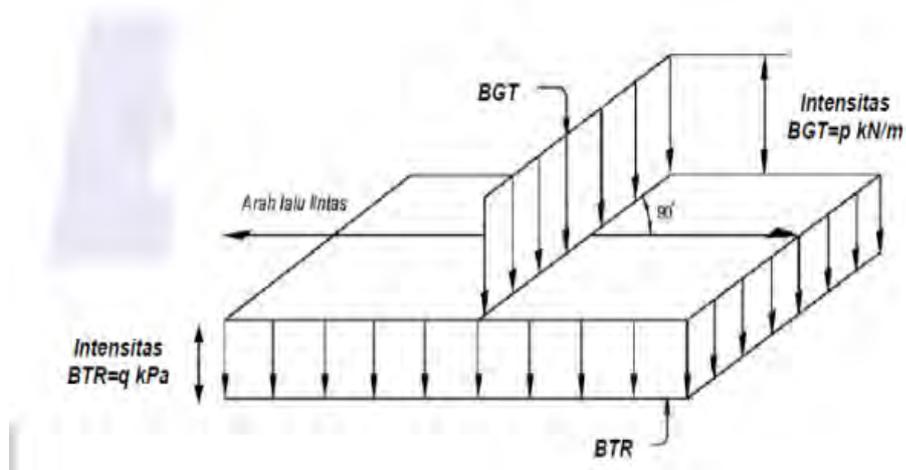
Secara umum, jumlah lajur lalu lintas rencana ditentukan dengan mengambil bagian integer dari hasil pembagian lebar bersih jembatan (w) dalam mm dengan lebar lajur rencana sebesar 2750 mm. Perencana harus memperhitungkan kemungkinan berubahnya lebar bersih jembatan dimasa depan sehubungan dengan perubahan fungsi dari bagian jembatan. Tabel 2.4 menunjukan faktor beban untuk lajur lalu lintas rencana menurut SNI 1725;2016.

Tabel 4 lajur lalu lintas rencana (SNI 1725;2016)

Tipe Jembatan (1)	Lebar Bersih Jembatan (2) (mm)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana (n)
Satu Jalur	$3000 \leq w < 5250$	1
Dua Arah , tanpa median	$5250 \leq w < 7500$	2
	$7500 \leq w < 10000$ 3	3
	$10000 \leq w < 12500$ 4	4
	$12500 \leq w < 15250$ 5	5
	$W \geq 15250$ 6	6
Dua Arah , dengan median	$5500 \leq w \leq 8000$ 2	2
	$8250 \leq w \leq 10750$ 3	3
	$11000 \leq w \leq 13500$	4
	$13750 \leq w \leq 16250$	5
	$w \geq 16500$	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 kerb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerb/rintangan/median dan median untuk banyak arah.		

2. Beban lajur “D”

(TD) beban lajur “D” terdiri atas beban terbagi rata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT). Adapun faktor beban yang digunakan untuk beban lajur “D”. Tabel 2.5 menunjukkan tabel faktor beban untuk beban lajur dan gambar 3.1 merupakan gambar beban menurut SNI 1725;2016.



Gambar 22 Beban Lajur D (SNI 1725;2016)

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

$$\text{Jika } L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa} \quad (2-1)$$

$$\text{Jika } L > 30 \text{ m} : q = 9,0 (0,5 +) \text{ kPa} \quad (2-2)$$

Keterangan :

q = intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan (kPa)

L = panjang total jembatan yang dibebani (meter)

3. Beban truk "T"

Selain beban "D", terdapat beban lalu lintas lainnya yaitu beban truk "T".

Beban Truk "T" tidak dapat digunakan bersamaan dengan beban "D".

Untuk beban truk dapat digunakan untuk perhitungan struktur lantai.

Untuk pembebanan truk "T" terdiri atas kendaraan truk semitrailer yang

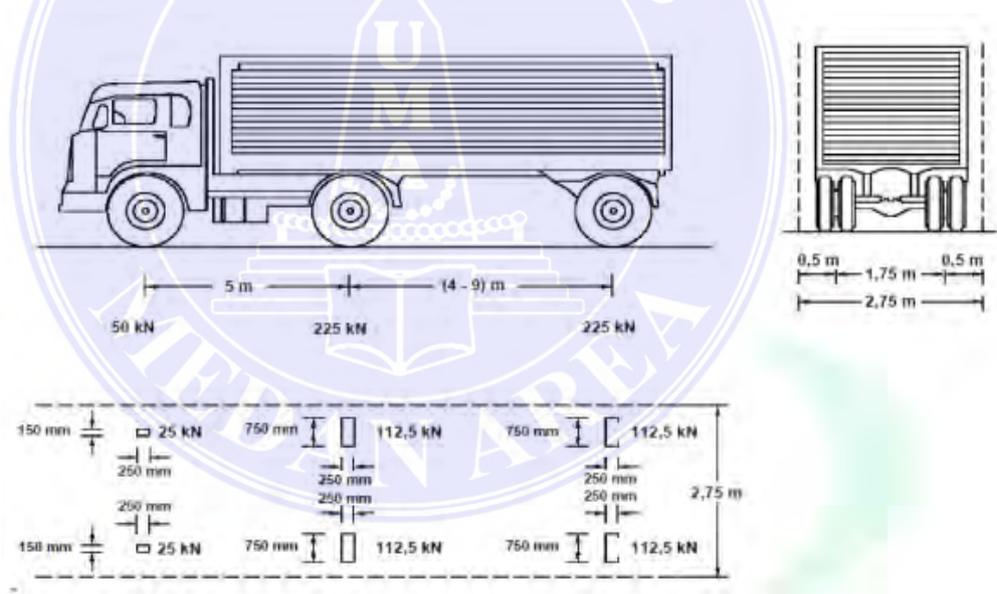
mempunyai susunan dan berat gandar, berat dari tiap-tiap gandar

disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang

kontak antara roda dan 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. Tabel 2.5 menunjukkan faktor beban jalur

Tabel 5 faktor tabel beban lajur (SNI 1725;2016)

Tipe Beban	Jembatan	Faktor Beban	
		Keadaan Batas Layan	Keadaan Batas Ultimit
Transen	Beton	1,00	1,80
	Boks Girder Baja	1,00	2,00



Gambar 23 Beban Truk “T” (SNI 1725;2016)

2.6.4 Gaya rem

Gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem harus ditinjau. Gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

- a. 25% dari berat gandar truk desain atau,

- b. 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata
BTR

Gaya rem harus diasumsikan untuk bekerja secara horizontal pada jarak 1800 mm diatas permukaan jalan pada masing-masing arah longitudinal dan dipilih yang paling menentukan. Untuk jembatan yang dimasa depan akan dirubah menjadi satu arah, maka semua lajur rencana harus dibebani secara simultan pada saat menghitung besarnya gaya rem. Faktor kepadatan lajur yang ditentukan untuk menghitung gaya rem.

2.6.5 Beban Angin

SNI 1725:2016 mengasumsikan angin rencana dengan kecepatan dasar (VB) sebesar 90 hingga 126 km/j. Penentuan beban angin pad SNI : 1725 2016 ini sangat berbeda dengan peraturan pembebanan RSNI T02 2005. Beban angin harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada permukaan yang terekspos oleh angin. Luas area yang diperhitungkan luas area dari semua komponen, termasuk sistem lantai dan railing yang diambil tegak lurus terhadap arah angin. Arah ini harus divariasikan untuk mendapatkan pengaruh yang paling berbahaya terhadap struktur jembatan atau komponen-komponennya. Jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10 m di atas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana VDZ harus dihitung.

2.6.6 Beban Temperatur

Pengaruh temperatur ada 2 yaitu :

- a. Variasi temperatur jembatan rata-rata digunakan dalam menghitung pergerakan pada temperatur dan sambungan pelat

lantai, dan untuk menghitung beban akibat terjadinya pengekangan dari pergerakan tersebut (Eun).

- b. Variasi temperature (EG) di dalam bangunan atas jembatan atau perbedaan temperatur disebabkan oleh pemanasan langsung dari sinar matahari di waktu siang pada bagian atas permukaan lantai dan pelepasan kembali radiasi dari seluruh permukaan jembatan di waktu malam.

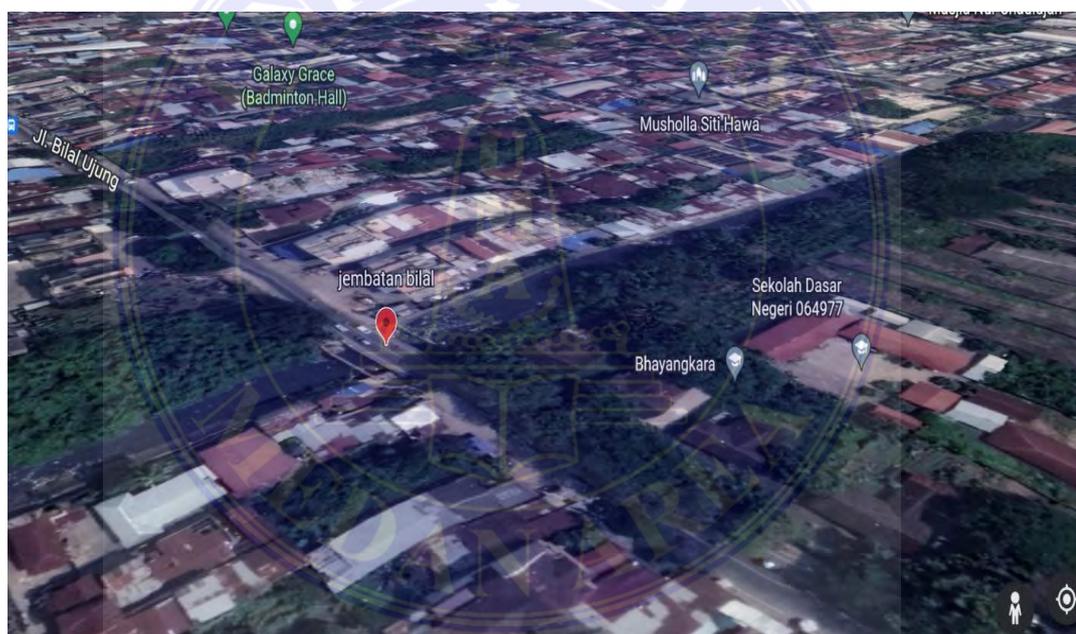


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek pelebaran jembatan yang berlokasi di jalan Bilal Ujung Kec. Medan Timur. Pelebaran jembatan direncanakan sebesar 5,5 meter pada ruas kiri dan kanan dengan panjang jembatan sebesar 25,6 m. Gambar 3.1 merupakan peta lokasi pembangunan proyek pelebaran jembatan Bilal.



Gambar 24 Peta Lokasi Pelebaran Jembatan Bilal (Google Earth, 2023)

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan suatu proses dimana peneliti menggunakan metode ilmiah untuk mencari dan mendapatkan data untuk menjawab pertanyaan dan mengevaluasi hasil. Ada beberapa sumber digunakan peneliti selama proses pengumpulan data, meliputi:

1. Data primer

Data primer adalah merupakan data yang diperoleh langsung dari pelaksana proyek CV.Gunung Agung Sejahtera pada Proyek Pelebaran Jembatan Bilal untuk dijadikan data dasar, namun data juga dijadikan pengontrol data yang sudah tersedia pada data sekunder. Data-data yang berhubungan dengan data primer meliputi data hasil survey wawancara dengan pihak pelaksana, kontraktor dan konsultan.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dari sumber-sumber yang telah ada. Data itu biasanya diperoleh dari perpustakaan, referensi jurnal, skripsi dan tabel SNI 1725 : 2016 sebagai bahan acuan penelitian.

3.3 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini adalah metode analisis numerik. Metode analisis numerik digunakan karena landasan teori yang digunakan untuk perhitungan penelitian terfokus pada data sesuai lapangan dan dipakai sebagai bahan pembahasan untuk penelitian. Selain itu, analisis bumerik digunakan karena melakukan penelitian diawali dari data, memanfaatkan teori yang ada sebagai bahan penjelas, kemudian diolah dengan menggunakan landasan teori menjadi hasil penelitian.

3.4 Tahapan Penelitian

a. Pengumpulan data

pengumpulan data adalah langkah utama sebelum melakukan penelitian yaitu dengan mengumpulkan data data dari berbagai sumber.

b. Perhitungan pembebanan

Menghitung pembebanan jembatan dengan SNI 1725 : 2016 sebagai acuan peneliti untuk menghitung pembebanan yang terjadi seperti beban sendiri, beban mati, beban hidup, dan beban lingkungan.

c. Perhitungan momen

Menghitung momen yang terjadi pada momen tumpuan dan momen lapangan pada pelat lantai jembatan dengan SNI 1725 : 2016 sebagai acuan peneliti.

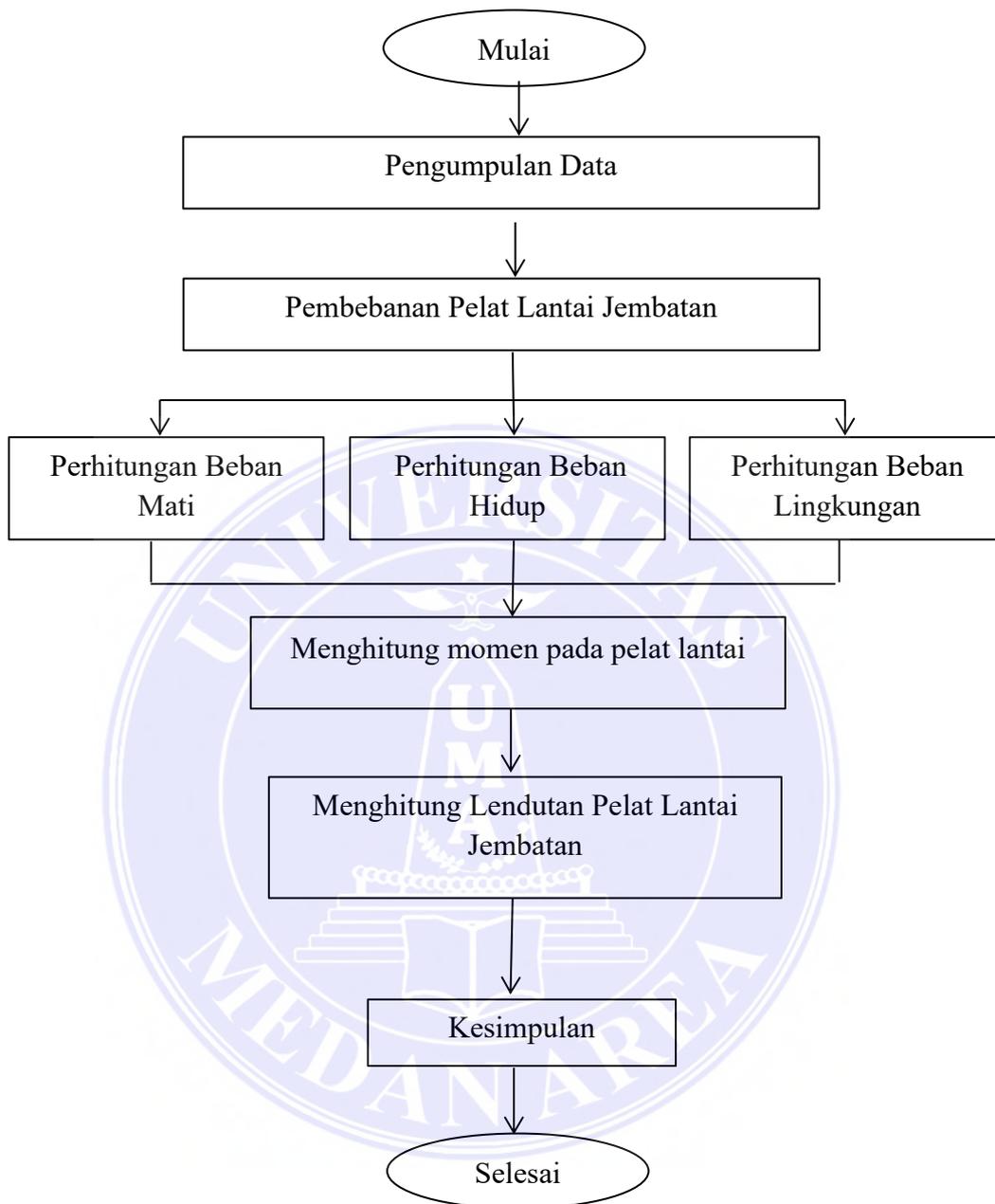
d. Penulangan pelat lantai jembatan

Menghitung besar dimensi tulangan baja yang digunakan dengan pembebanan sesuai dengan SNI 1725 : 2016.

e. Perhitungan lendutan

Bertujuan untuk menghitung besar nilai lendutan yang terjadi pada pelat lantai kendaraan dan untuk mengetahui perilaku atau kinerja yang terjadi pada pelat lantai jembatan.

Adapun langkah – langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian dibawah ini :



Gambar 25 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis struktur pelat lantai pada pembangunan jembatan Bilal maka dapat disimpulkan besar nilai lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan adalah $1,8044 \text{ mm} < L_x/240$ (aman). Total momen tumpuan pada pelat lantai jembatan di dapat sebesar $= 10020.524 \text{ Kg/m}$ dan momen total lapangan pada pelat lanantai jembatan sebesar $= 8805.293$ Kebutuhan tulangan pelat lentur untuk momen lapangan didapat, tulangan pokok yang digunakan D32-150 dan tulangan bagi yang digunakan D22-150. Sedangkan untuk tulangan momen tumpuan tulangan pokok yang digunakan D32-150 dan tulangan bagi yang digunakan D22-150.

5.2 Saran

Adapun yang menjadi saran dalam penelitian ini adalah :

1. Sebaiknya dalam sebelum melakukan perhitungan semua data-data disiapkan terlebih dahulu agar mempermudah proses perhitungan yang akan dilakukan.
2. Pengumpulan data-data dari lapangan atau laboratorium sebaiknya dilakukan dengan teliti agar tidak terjadi kesalahan yang fatal saat perhitungan.

3. Dalam proses perhitungan sebaiknya dilakukan dengan mengikuti acuan peraturan-peraturan yang ditetapkan agar dapat memenuhi SNI tentang perencanaan jembatan.



DAFTAR PUSTAKA

Oktavia, A. (2021). *OPTIMALISASI JARAK ANTAR GIRDER BERDASARKAN PERHITUNGAN TEBAL PELAT LANTAI (STUDI KASUS: PROYEK PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN DI DESA BAGO TANGGUL KECAMATAN KALUMPANG)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Kalimantan MAB).

Tumimomor, J. E., Manalip, H., & Mandagi, R. J. M. (2014). Analisis resiko pada konstruksi jembatan di sulawesi utara. *Sabua: Jurnal Lingkungan Binaan dan Arsitektur*, 6(2), 235-241.

Army, B. (2012). Perilaku Pelat Lantai Jembatan Beton Komposit Pracetak dan Cast In Place Tanpa Tulangan Geser Horizontal Akibat Beban Statis Terpusat. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 1.

Hafizha, S. R. (2021). *Analisis Struktur Pelat Lantai Jembatan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi-Inderapura* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).

SNI 1725:2016. *Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

Supriyadi, Bambang dan Agus Setyo Muntohar.2007.*Jembatan*. Yogyakarta : Beta Offset.

Sinaga, S. (2011). *PERANCANGAN JEMBATAN CONGOT II KABUPATEN KULON PROGO YOGYAKARTA* (Doctoral dissertation, UAJY).

Gumilar, M. S., & Edrizky, M. R. (2017). Analisa Struktur Atas (Upper Structure) Jembatan Kaburejo Kota Pagar Alam. *Jurnal Ilmiah Bering's*, 4(01), 36-43.











