

**OPTIMALISASI JARAK ANTAR GIRDER TERHADAP
PERHITUNGAN TEBAL PELAT LANTAI
(Studi Kasus : Jalan Tol Ruas Indrapura Kisaran)**

SKRIPSI

OLEH:

**NANANG AZHARY
188110023**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/1/24

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

Access From (repository.uma.ac.id)18/1/24

**OPTIMALISASI JARAK ANTAR GIRDER TERHADAP
PERHITUNGAN TEBAL PELAT LANTAI
(Studi Kasus : Jalan Tol Ruas Indrapura Kisaran)**

SKRIPSI

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



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Optimalisasi Jarak Antar Girder Terhadap Perhitungan Tebal Pelat Lantai (Studi Kasus : Jalan Tol Ruas Indrapura Kisaran)
Nama : Nanang Azhary
NPM : 188110023
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing



Ir. H. Irwan, M.T
Pembimbing



Dr. Rahmat Anwar Kom., M.Kom
Pembimbing

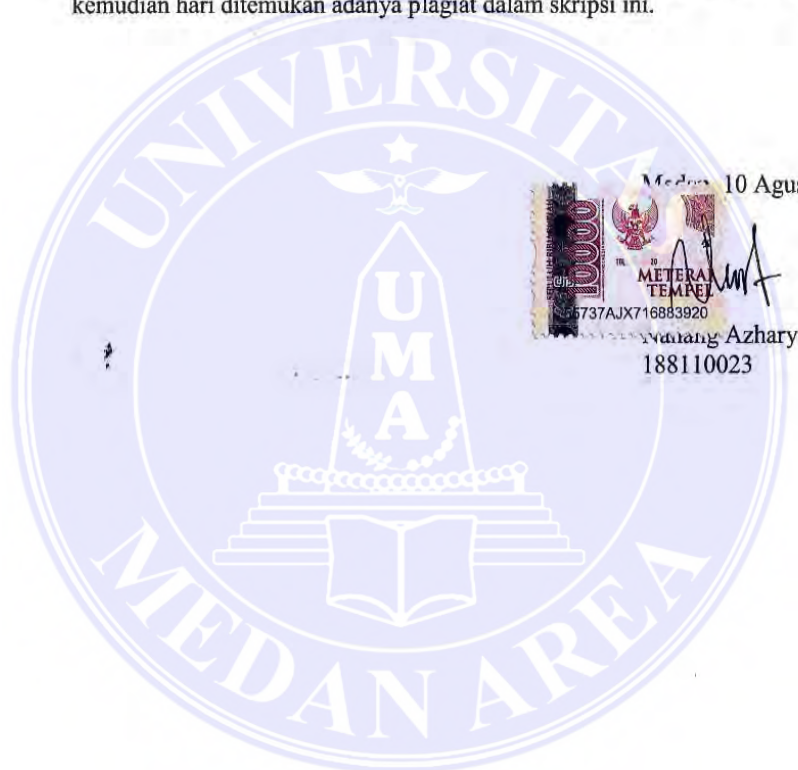


Tika Eripta Mahandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus :10 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.



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


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

Nama : Nanang Azhary
NPM : 188110023
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Redesain Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Medan Area Menggunakan Metode Flat Slab. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif 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 : 10 Agustus 2023
Yang menyatakan


(Nanang Azhary)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 05 Mei dari Ayah Junianto dan Ibu Muntopiyah Penulis merupakan putra ke 1 (satu) dari 2 (dua) bersudara. Pada tahun 2012, penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 112209 Panai Hulu, penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Swasta Yapendak Kebun Ajamu pada tahun 2015, Kemudian tahun 2018 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Panai Hulu dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area pada tahun 2022 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Indrapura – Kisaran.



KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Jembatan dengan judul Optimalisasi Jarak Girder Terhadap Perhitungan Tebal Pelat Lantai (Studi Kasus : Jalan Tol Ruas Indrapura - Kisaran). Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Ir. H. Irwan M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. 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



(Nanang Azhary)

ABSTRAK

Jembatan di Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Indrapura – Kisaran terletak pada STA 115 + 350 – STA 115 + 600 jalan tol Indrapura – Kisaran. Jenis jembatan beton prategang dengan panjang bentang 250 meter dan lebar 2 x 14,9 meter. Pada struktur bawah jembatan terdapat empat pilar dan dua *abutmen*. Pada skripsi ini melakukan analisa perhitungan pada momen yang tersimpan pada pelat lantai jembatan, dan menghabiskan momen yang tersimpan tersebut dengan cara mengubah jarak girder. Sehingga dapat mengetahui momen sisa yang tersimpan pada pelat lantai dan mengetahui jarak antar girder maksimal kondisi terkritis agar momen sisa menjadi nol (0). Data yang digunakan merupakan data sekunder yaitu berupa *As Build Drawing* Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Indrapura – Kisaran dengan meminta kepada pihak Kontraktor/Konsultan Proyek. 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 232,456 kNm, pada slab tebal 210 mm adalah 216,855 kNm, pada slab tebal 220 adalah 185,014 kNm, pada slab tebal 230 mm adalah 166,628 kNm, pada slab tebal 240 mm adalah 154,475 kNm dan terakhir pada slab tebal 250 mm adalah 129,867 kNm. Jarak girder maksimum kondisi terkritis dengan momen sisa 0 adalah adalah 5,5 meter; 5,3 meter; 4,9 meter; 4,6 meter; 4,4 meter; dan 4,2 meter.

Kata Kunci : Girder, momen sisa, jarak

ABSTRACT

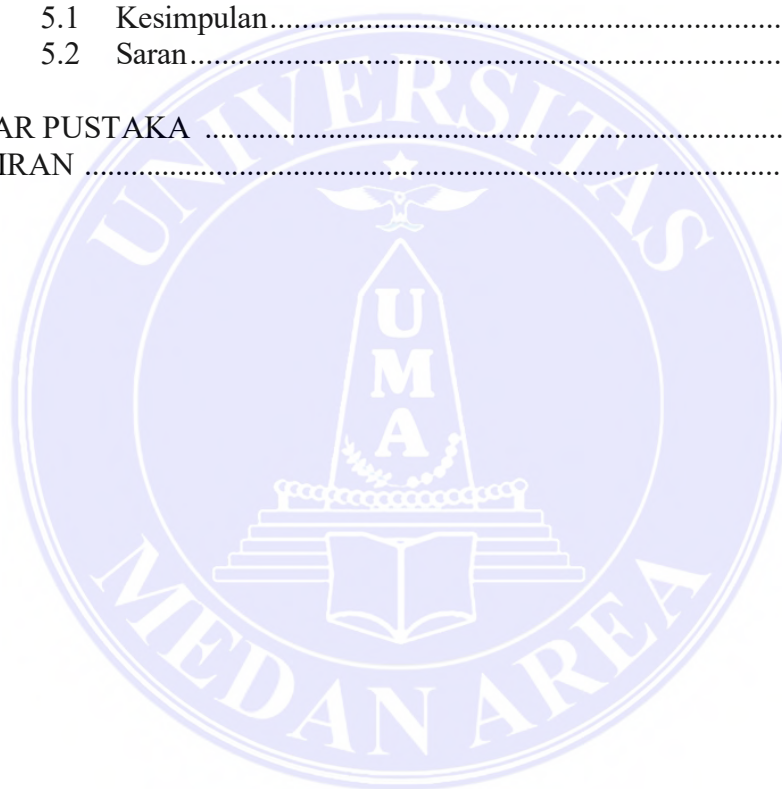
The bridge in the Indrapura – Kisaran Toll Road Construction Project is located at STA 115 + 350 – STA 115 + 600 of the Indrapura – Kisaran toll road. This type of prestressed concrete bridge has a span length of 250 meters and a width of 2 x 14.9 meters. In the lower structure of the bridge there are four pillars and two abutments. In this thesis, we carry out a calculation analysis of the moments stored in the bridge floor plate, and use the stored moments by changing the girder distance. So you can find out the residual moment stored in the floor plate and find out the maximum critical distance between girders so that the residual moment becomes zero (0). The data used is secondary data, namely in the form of As Build Drawings for the Indrapura - Kisaran Toll Road Construction Project by asking the Project Contractor/Consultant. Compilation of field data using Microsoft Excel software. With SNI 1725: 2016 guidelines, as well as several journals and books as references for analysis. Based on the calculation results, the residual moment stored in the floor plate with a slab thickness of 200 mm is 232.456 kNm, in a slab with a thickness of 210 mm it is 216.855 kNm, in a slab with a thickness of 220 mm it is 185.014 kNm, in a slab with a thickness of 230 mm it is 166.628 kNm, in a slab 240 mm thick is 154,475 kNm and finally on a 250 mm thick slab it is 129,867 kNm. The maximum girder distance in the most critical condition with a residual moment of 0 is 5.5 meters; 5.3 meters; 4.9 meters; 4.6 meters; 4.4 meters; and 4.2 meters.

Keywords : Girder, residual moments, distance

DAFTAR ISI

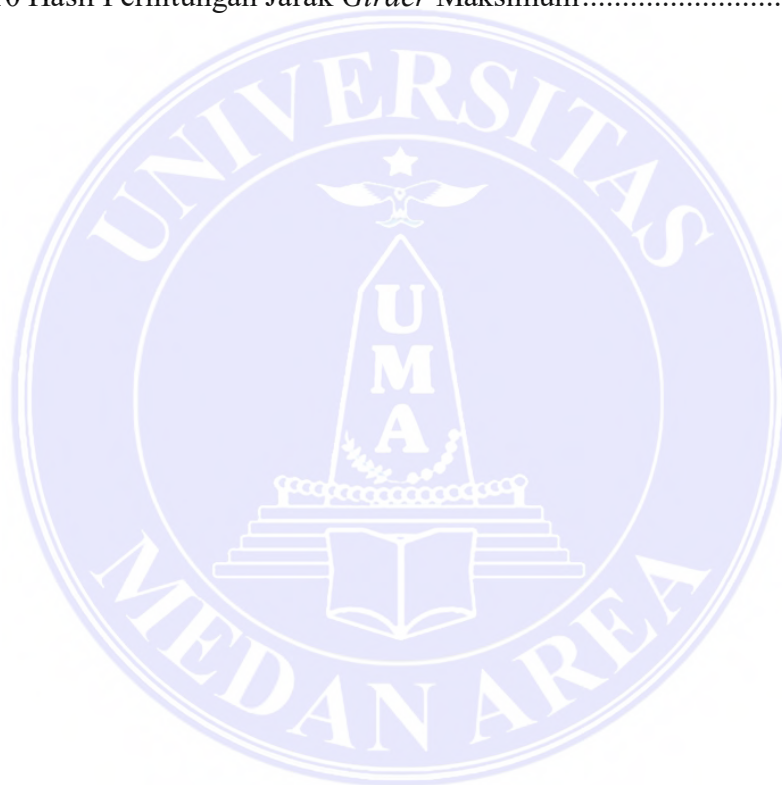
	Halaman
COVER	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGHANTAR.....	ix
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi Jembatan	4
2.2 Bagian-Bagian Jembatan	5
2.2.1 Struktur Atas Jembatan	5
2.2.2.1 <i>Barrier</i>	5
2.2.2.2 Gelagar Memanjang (<i>girder</i>).....	6
2.2.2.3 Pelat Lantai Jembatan.....	7
2.2.2.4 Gelagar Melintang (<i>diagframa</i>).....	7
2.2.2.5 Ikatan Pengaku	8
2.2.2.6 Tumpuan (<i>bearing</i>).....	9
2.2.2.7 Pelat Injak.....	10
2.2.2 Struktur Bawah Jembatan	11
2.2.2.1 Pondasi	11
2.2.2.2 <i>Abutment</i>	15
2.2.2.3 Pilar	16
2.3 Klasifikasi Jembatan	17
2.3.1 Klasifikasi Jembatan Menurut Keberadaannya.....	17
2.3.2 Klasifikasi Jembatan Menurut Fungsinya	25
2.4 Pembebanan Pada Pelat Lantai Jembatan	28
2.5 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan	37
2.6 Momen Pada Pelat Lantai Jembatan	41
2.7 Pelat Lantai	44

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	45
3.1 Lokasi Proyek.....	45
3.2 Data Yang Diperlukan.....	46
3.3 Sumber Data.....	47
3.4 Tahapan Penelitian.....	48
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Data Kontruksi Jembatan.....	49
4.1.1 Spesifikasi Jembatan.....	49
4.1.2 Tebal Slab.....	50
4.2 Perhitungan.....	51
4.3 Hasil.....	64
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN.....	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Faktor Berat Sendiri (MS).....	29
Tabel 2 Beban Mati Tambahan/ <i>Utilitas</i> (MA)	30
Tabel 3 Tabel Jumlah Lajur Lalu Lintas	31
Tabel 4 (MPA).....	35
Tabel 5 Temperatur Jembatan Rata-Rata Nominal	37
Tabel 6 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan.....	40
Tabel 7 Titik Slab Beton	50
Tabel 8 Kombinasi Pembebanan	55
Tabel 9 Hasil Perhitungan Momen Pada Jarak <i>Girder Existing</i>	63
Tabel 10 Hasil Perhitungan Jarak <i>Girder</i> Maksimum.....	64



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 <i>Barrier/Parapet</i>	6
Gambar 2 <i>Girder</i>	6
Gambar 3 Pelat Lantai Jembatan	7
Gambar 4 <i>Diagframa</i>	8
Gambar 5 Ikatan Pengaku	9
Gambar 6 <i>Bearing</i>	10
Gambar 7 Pelat Injak	11
Gambar 8 Pondasi Tiang Pancang Jembatan.....	15
Gambar 9 <i>Abutment</i>	16
Gambar 10 Pilar.....	17
Gambar 11 Jembatan Kayu	18
Gambar 12 Jembatan Baja.....	19
Gambar 13 Jembatan Prategang	19
Gambar 14 Jembatan Komposit	20
Gambar 15 Jembatan Pelat Beton.....	21
Gambar 16 Jembatan Batu.....	22
Gambar 17 Jembatan Balok Bertulang Balok T.....	23
Gambar 18 Jembatan Angkat	24
Gambar 19 Jembatan Lipat <i>Strauss</i>	25
Gambar 20 Jembatan Jalan Raya.....	26
Gambar 21 Jembatan Jalan Rel	27
Gambar 22 Jembatan PDAM.....	28
Gambar 23 Beban Lajur “D”	32
Gambar 24 Pembebanan Truk “T”	33
Gambar 25 Akibat Berat Sendiri (QMS).....	42
Gambar 26 Akibat Beban Truk (T) dan Angin (PEW)	43
Gambar 27 Akibat <i>Temperatur</i>	43
Gambar 28 Pelat Lantai Jembatan	44
Gambar 29 Peta Lokasi Proyek Jalan Tol Ruas Indrapura-Kisaran	45
Gambar 30 Lokasi Penelitian Proyek Jalan Tol Ruas Indrapura-Kisaran	46
Gambar 31 Tebal Slab	50

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelat lantai jembatan adalah elemen struktur yang mendukung beban hidup maupun beban mati dan menyalurkannya ke *girder* dan selanjutnya ke struktur bawah pada jembatan. Masalah dalam perencanaan tebal pelat lantai jembatan salah satunya ialah seberapa jauh jarak antara satu (1) *girder* ke *girder* yang lainnya. Jarak antar girder yang tidak diperhitungkan dengan baik saat pembangunan struktur jembatan akan mempengaruhi tebal pelat lantai sehingga bisa menyebabkan kerusakan pada struktur jembatan.

Masalah ini dapat disebabkan antara lain karena kesalahan pada perencanaan jarak antar *girder* dan pemuaian terhadap struktur. Selain itu, penyebab lainnya ialah penggunaan mutu bahan atau material yang kurang baik pada saat pembuatan dan *stressing girder*, sehingga dapat mempengaruhi kekuatan struktur jembatan yang menggunakan beton bertulang. Pada dasarnya, penentuan jarak girder yang baik adalah apakah girder cukup kuat dalam mendukung beban yang bekerja pada jembatan dan meneruskannya pada struktur bawah jembatan. Bila perhitungan keliru atau mengalami kesalahan dapat menyebabkan *girder* berbenturan dari hasil perhitungan yang seharusnya dipasang dilapangan.

Dengan mengambil penelitian pada proyek jembatan jalan tol Indrapura-Kisaran maka akan dilakukan analisis pembebanan menurut peraturan pembebanan untuk jembatan SNI 1725:2016 dan RSNI T-12-2004 untuk

mengetahui pembebanan yang terjadi aman dengan bahan material yang digunakan.

1.2 Perumusan masalah

Adapun perumusan masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Berapa momen sisa yaitu pengurangan momen rencana dengan momen ultimit yang tersimpan pada pelat lantai ?
2. Berapa jarak antar *girder* maksimal kondisi terkritik agar momen sisa menjadi 0(nol) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis jarak antar *girder* karena perhitungan tebal perkerasan pelat lantai untuk mengetahui jumlah girder yang diperlukan dalam pembangunan jembatan dengan memperhatikan factor mutu bahan dan beban yang bekerja.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah agar dapat mengetahui jarak antar girder maksimal dan mengetahui pembebanan yang terjadi dalam perencanaan tebal pelat lantai jembatan pada kntruksi sehingga dapat menerapkan ilmu yang didapat pada dunia kerja nantinya.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mengarahkan pembahasan ini agar tidak menyimpang dari sasaran yang dituju, maka perlu membuat batasan ruang lingkup permasalahan.

Sebagai batasan masalah ini adalah :

1. Tidak menghitung lendutan
2. Tidak menghitung *expansion joint* pada pelat lantai jembatan.
3. Tidak menghitung *deck drain*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Jembatan

Jembatan merupakan salah satu bangunan pelengkap sarana transportasi jalan yang menghubungkan suatu tempat ke tempat yang lain, yang dapat dilintasi oleh sesuatu benda yang bergerak misalnya suatu lintas yang terputus akibat rintangan atau sebab lainnya, yang orang ataupun kendaraan darat tidak memungkinkan menyeberanginya, sehingga diperlukan perencanaan jembatan. Jembatan memiliki struktur bawah dan struktur atas.

Menurut Wikipedia bahasa Indonesia Jembatan merupakan struktur yang dibuat untuk untuk menyebrangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya. Jembatan juga merupakan bagian dari infrastruktur transportasi darat yang sangat vital dalam aliran perjalanan (<http://id.m.wikipedia.org/wiki/Jembatan>).

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2000), jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural yang meliputi : aspek lalu lintas, aspek teknis, aspek estetika. Jembatan mempunyai arti penting bagi setiap orang. Akan tetapi tingkat kepentingannya tidak sama bagi setiap orang, sebab penglihatan/pandangan masing-masing orang yang melihat berbeda pula. Seseorang yang melintasi jembatan setiap hari pada saat pergi bekerja hanya dapat

melintasi sungai bila ada jembatan, dan ia menyatakan bahwa jembatan adalah sebuah jalan yang diberi sandaran pada kedua tepinya. Tentunya bagi seorang pemimpin pemerintah dan dunia bisnis akan memandang hal yang berbeda pula.

2.2 Bagian-Bagian Jembatan

2.2.1 Struktur Atas Jembatan

Bagian struktur atas terletak diatas konstruksi yang langsung menerima beban meliputi berat sendiri,beban mati, dan beban tambahan, beban kendaraan dan beban lainnya. Berikut ini adalah bagian-bagian dari struktur atas jembatan :

2.2.2.1 Barrier

Barrier/parapet yang merupakan bagian struktur jembatan yang dipasang di bagian tepi samping sepanjang bentang jembatan berfungsi sebagai pengaman untuk pejalan kaki yang lewat diatas trotoar, juga merupakan konstruksi pelindung bila terjadi kecelakaan lalu-lintas. Parapet biasanya dilengkapi dengan pipa sandaran. Barrier memiliki fungsi sebagai tiang penyangga ditepian jembatan. Hal ini dibutuhkan untuk menjaga keselamatan dan keamanan pengguna jembatan. Barrier juga berfungsi sebagai pembatas jalan yang dirancang untuk konstruksi permanen. Tiang sandaran memiliki fungsi dalam segi teknis jembatan yaitu perletakan untuk pipa sandaran.



Gambar 1. *Barrier/parapet* (PT. PP, 2021)

2.2.2.2 Gelagar memanjang (*girder*)

Gelagar memanjang atau *girder* merupakan komponen yang menahan pelat lantai jembatan secara memanjang. Selain itu *girder* juga akan mendukung semua beban yang bekerja pada struktur atas jembatan. Beban – beban yang bekerja pada struktur atas jembatan tersebut selanjutnya akan ke pondasi.



Gambar 2. *Girder* (PT. PP, 2021)

2.2.2.3 Pelat lantai jembatan

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



Gambar 3. Pelat Lantai Jembatan (PT.PP, 2022)

2.2.2.4 Gelagar melintang (*diaframa*)

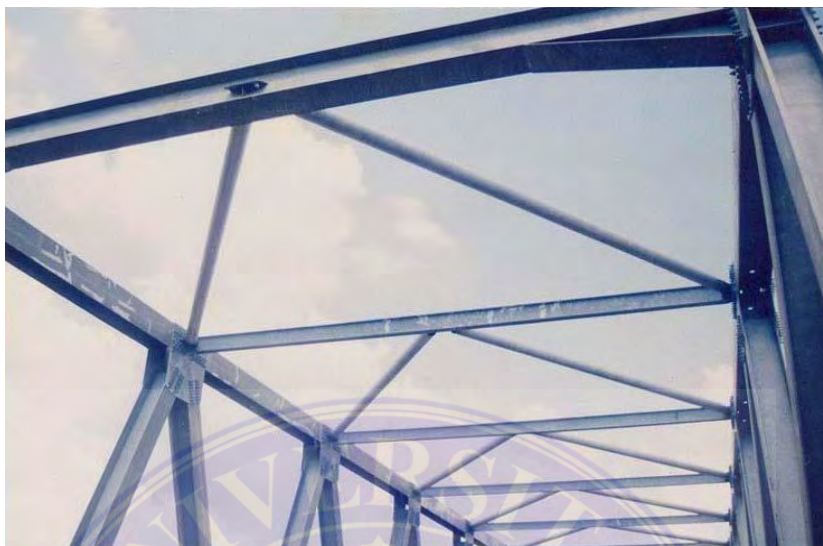
Elemen struktur ini terletak pada struktur atas jembatan yang letaknya arah melintang. *Diafragma* berfungsi untuk memberikan ikatan antara *girder* sehingga akan memberikan kestabilan pada masing *girder* dalam arah *horizontal*.



Gambar 4. *Diagframa* (PT. PP, 2021)

2.2.2.5 Ikatan pengaku (ikatan angin, ikatan melintang)

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



Gambar 5. Ikatan Pengaku (*Doc.Player*, 2017)

2.2.2.6 Tumpuan (*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 gerakan akibat aktifitas seismik seperti gempa bumi.



Gambar 6 *Bearing* (PT.PP, 2021)

2.2.2.7 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 7.. Pelat Injak (PT.PP, 2021)

2.2.2 Struktur Bawah Jembatan

Bagian struktur bawah jembatan ini adalah bagian yang mentransfer semua beban akibat dari struktur atas kemudian di salurkan ke pondasi atau tapak jembatan. Bagian-bagian bawah jembatan meliputi :

2.2.2.1 Pondasi

Pondasi merupakan bagian dari sebuah jembatan yang meneruskan bebanbeban langsung ke atau dari tanah atau batuan/lapisan tanah keras. Berdasarkan sistemnya, pondasi *abutment* atau *pier* jembatan dapat di bedakan menjadi beberapa macam jenis, antara lain :

1. Pondasi telapak (*spread footing*)
2. Pondasi sumuran (*Caisson*)

3. Pondasi tiang (*pile foundation*)

Karena dalam perencanaan jembatan ini menggunakan pondasi tiang pancang maka penulis hanya mengulas mengenai pondasi tiang pancang.

1. Penggolongan pondasi tiang pancang. Pondasi tiang pancang dapat digolongkan berdasarkan pemakaian bahan, cara tiang meneruskan beban dan cara pemasangannya, berikut ini akan dijelaskan satu persatu.

a. Pondasi tiang pancang menurut pemakaian bahan dan karakteristik strukturnya Tiang pancang dapat dibagi kedalam beberapa kategori antara lain:

1. Tiang pancang kayu Tiang pancang kayu ini sangat cocok untuk daerah rawa dan daerah-daerah dimana sangat banyak terdapat hutan kayu seperti daerah Kalimantan, sehingga mudah memperoleh balok/tiang kayu yang panjang dan lurus dengan diameter yang cukup besar untuk digunakan sebagai tiang pancang. Persyaratan dari tiang pancang tongkat kayu tersebut adalah : bahan kayu yang dipergunakan harus cukup tua, berkualitas baik dan tidak cacat, contohnya kayu berlian. Semula tiang pancang kayu harus diperiksa terlebih dahulu sebelum dipancang untuk memastikan bahwa tiang pancang kayu tersebut memenuhi ketentuan dari bahan dan toleransi yang diijinkan.

2. Tiang pancang beton

a) *Precast Reinforced Concrete Pile* *Precast reinforced concrete pile* adalah tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (*bekisting*), kemudian setelah cukup kuat lalu diangkat dan dipancarkan. Karena tegangan tarik beton adalah kecil dan praktis dianggap sama dengan nol, sedangkan berat sendiri dari pada beton adalah besar, maka tiang pancang beton ini haruslah dieri penulangan-penulangan

yang cukup kuat untuk menahan momen lentur yang akan timbul pada waktu pengangkatan dan pemancangan.

b) *Precast Prestressed Concrete Pile* adalah tiang pancang dari beton prategang yang menggunakan baja penguat dan kabel kawat sebagai gaya prategangnya.

c) *Cast in Place Pile* Pondasi tiang pancang tipe ini adalah pondasi yang dicetak di tempat dengan jalan dibuatkan lubang terlebih dahulu dalam tanah dengan cara mengebor tanah seperti pada pengeboran tanah pada waktu penyelidikan tanah.

3. Tiang pancang baja Pada umumnya, tiang pancang baja struktur harus berupa profil baja gilas biasa, tetapi tiang pancang pipa dan kotak dapat digunakan. Bilamana tiang pancang pipa atau kotak digunakan, dan akan diisi dengan beton, mutu beton tersebut minimum harus K250. Kebanyakan tiang pancang baja ini berbentuk profil H. Karena terbuat dari baja maka kekuatan dari tiang ini sendiri sangat besar sehingga dalam pengangkutan dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti halnya pada tiang beton precast. Jadi pemakaian tiang pancang baja ini akan sangat bermanfaat apabila kita memerlukan tiang pancang yang panjang dengan tahanan ujung yang besar.

4. Tiang Pancang Komposit. Tiang pancang komposit adalah tiang pancang yang terdiri dari dua bahan yang berbeda yang bekerja bersama-sama sehingga merupakan satu tiang. Kadang-kadang pondasi tiang dibentuk dengan menghubungkan bagian atas dan bagian bawah tiang dengan bahan yang berbeda, misalnya dengan bahan beton di atas muka air tanah dan bahan kayu

tanpa perlakuan apapun disebelah bawahnya. Biaya dan kesulitan yang timbul dalam pembuatan sambungan menyebabkan cara ini diabaikan.

b. Pondasi tiang pancang menurut pemasangannya Pondasi tiang pancang menurut cara pemasangannya dibagi dua bagian besar, yaitu:

1. Tiang pancang pracetak Tiang pancang pracetak adalah tiang pancang yang dicetak dan dicor didalam acuan beton (*bekisting*), kemudian setelah cukup kuat lalu diangkat dan dipancangkan.

2. Tiang yang dicor ditempat (*cast in place pile*) Tiang yang dicor ditempat (*cast in place pile*) ini menurut teknik penggaliannya terdiri dari beberapa macam cara yaitu :

a. Cara penetrasi alas

Cara penetrasi alas yaitu pipa baja yang dipancangkan kedalam tanah kemudian pipa baja tersebut dicor dengan beton.

b. Cara penggalian

Cara ini dapat dibagi lagi urut peralatan pendukung yang digunakan antara lain penggalian dengan tenaga manusia dan penggalian dengan tenaga mesin.



Gambar 8. Pondasi tiang pancang jembatan (PT. PP, 2021)

2.2.2.2 *Abutment*

Abutment atau kepala jembatan adalah bagian konstruksi bawah jembatan yang terdapat pada kedua ujung pilar-pilar jembatan yang berfungsi untuk mendukung atau memikul seluruh beban bangunan di atasnya.



Gambar 9. *Abutment* (PT.PP, 2021)

2.2.2.3 Pilar

Pilar jembatan adalah suatu konstruksi beton bertulang yang menumpu di atas pondasi tiang-tiang pancang yang berfungsi sebagai pemikul antara bentang tepi dan bentang tengah bangunan atas jembatan.



Gambar 10 Pilar (PT.PP, 2021)

2.3 Klasifikasi Jembatan

Jembatan dapat diklasifikasikan menjadi bermacam-macam jenis atau tipe, menurut keberadaannya, material yang dipakai, strukturnya dan lain-lain seperti berikut :

2.3.1 Klasifikasi Jembatan Menurut Keberadaannya (Tetap/Dapat Digerakkan) Jembatan Tetap

a. Jembatan Kayu

Jembatan kayu merupakan jembatan yang berbahan kayu. Jembatan ini biasanya mempunyai panjang relatif pendek dengan beban yang diterima relatif ringan. Meskipun terlihat sederhana, proses pembuatan struktur jembatan kayu harus memperhatikan dan mempertimbangkan ilmu gaya (mekanika) agar jembatan yang dibuat menjadi lebih kokoh.



Gambar 11. Jembatan kayu (Kompasiana, 2019)

b. Jembatan Baja

Jembatan ini berbahan dasar baja sebagai bahan konstruksi utamanya. Jembatan ini umumnya digunakan untuk jembatan dengan bentang yang panjang dengan beban yang diterima cukup besar. Seperti halnya beton pratekan, penggunaan jembatan baja banyak digunakan dan bentuknya lebih bervariasi, karena dengan jembatan baja bentang yang panjang biaya yang harus dikeluarkan menjadi lebih sedikit.



Gambar 12. Jembatan baja (Jembatan Indonesia, 2016)

c. Jembatan Prategang

Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*) Jembatan beton prategang merupakan suatu perkembangan dari bahan beton. Pada Jembatan beton prategang diberikan gaya prategang awal yang dimaksudkan untuk mengimbangi tegangan yang terjadi akibat beban.



Gambar 13. Jembatan Prategang (Artikel WIKA, 2019)

d. Jembatan Komposit

Jembatan komposit merupakan sebuah jembatan yang dibuat dari perpaduan dua bahan yang sama ataupun berbeda dengan mempertimbangkan sifat kedua bahan tersebut sehingga dihasilkan struktur jembatan yang lebih kuat. Jembatan ini memiliki pelat lantai beton dihubungkan dengan girder atau gelagar baja yang bekerja sama mendukung beban sebagai satu kesatuan balok. Gelagar baja terutama menahan tarik sedangkan plat beton menahan momen lendutan.



Gambar 14. Jembatan komposit (DPUPKP Kulon Progo, 2014)

e. Jembatan Pelat Beton

Yang dimaksud dengan pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada apabila struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebar

bidangnya. Pelat beton ini sangat kaku dan arahnya horisontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai *diafragma*/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.



Gambar 15. Jembatan pelat beton (KutaiKartanegara.com, 2015)

f. Jembatan Batu

Jembatan pasangan batu dan bata merupakan jembatan yang konstruksi utamanya terbuat dari batu dan bata. Untuk membuat jembatan dengan batu dan bata, konstruksi jembatan umumnya dibuat melengkung. Namun sayangnya, seiring perkembangan zaman jembatan ini sudah tidak digunakan lagi.



Gambar 16. Jembatan batu (Wikipedia, 2017)

g. Jembatan Bertulang Balok T

Jembatan beton bertulang balok T merupakan jembatan yang konstruksinya terbuat dari material utama bersumber dari beton. Jembatan tipe ini digunakan secara luas dalam konstruksi jalan raya, tersusun dari slab beton yang didukung secara integral dengan gelagar.



Gambar 17. Jembatan beton bertulang balok T (Kontruksi Media, 2022)

Jembatan yang dapat digerakkan (umumnya dari baja) :

a. Jembatan yang dapat berputar diatas poros mendatar, seperti :

1. Jembatan angkat

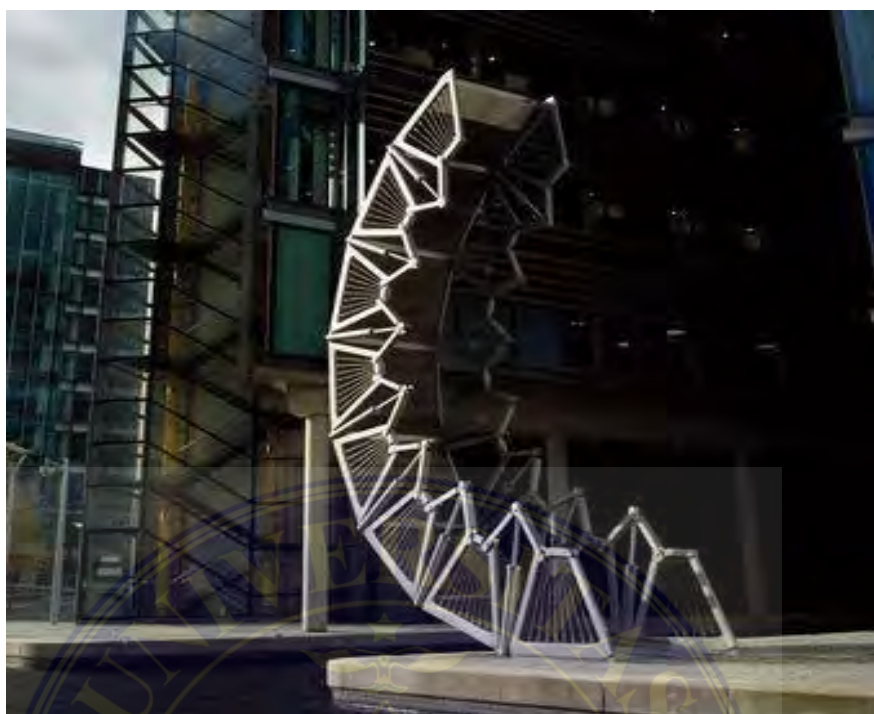
Jembatan angkat atau jembatan tarik adalah jenis jembatan bergerak yang biasanya berada dipintu masuk kasil atau menara pada zaman dahulu. Saat ini ada beberapa negara yang memanfaatkan sungai sebagai sarana angkutan barang. Maka jembatan angkat diperlukan ketika ada kapal pengangkut barang melintasi sungai.



Gambar 18. Jembatan angkat (*Istock*, 2022)

1. Jembatan lipat *strauss*

Jembatan lipat *strauss* adalah jembatan lipat yang digunakan untuk beberapa kondisi ada daerah, contohnya seperti pada lingkungan pabrik atau industri lainnya.



Gambar 19. Jembatan Lipat *Strauss* (Wikipedia, 2018)

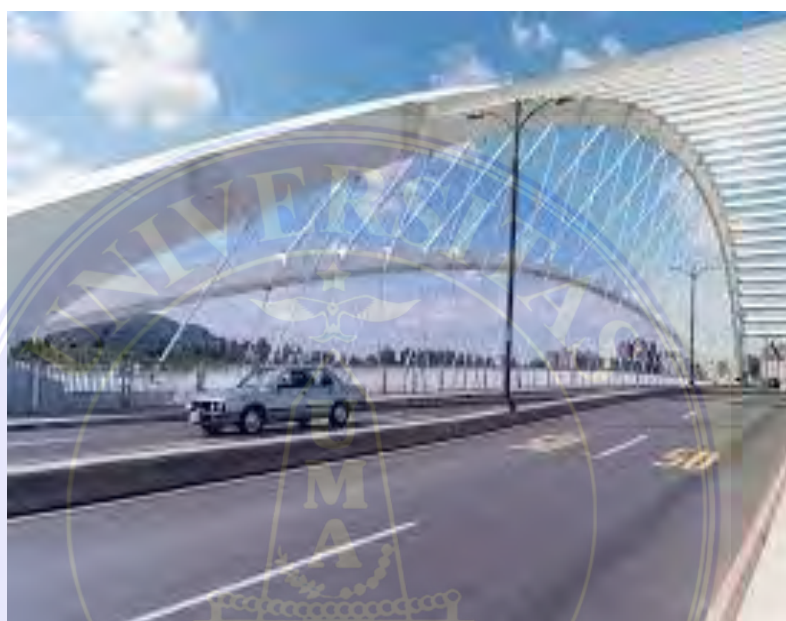
- b. Jembatan yang dapat berputar diatas poros mendatar dan yang dapat berpindah sejajar mendatar,
- c. Jembatan yang dapat berputar di atas poros tegak atau jembatan putar,
- d. Jembatan yang dapat bergeser ke arah tegak lurus atau mendatar.

2.3.2. Klasifikasi Jembatan Menurut Fungsinya

Klasifikasi jembatan menurut fungsinya ialah sebagai berikut :

1. Jembatan jalan raya (*Highway Bridge*)

Jembatan jalan raya (*Highway Bridge*) jembatan yang direncanakan untuk memikul beban lalu lintas kendaraan baik kendaraan berat maupun kendaraan ringan. Jembatan jalan raya menghubungkan jalan yang satu ke jalan yang lainnya.



Gambar 20. Jembatan jalan raya (PxHere, 2016)

2. Jembatan jalan rel

Jembatan jalan rel ialah jembatan yang di atasnya terdapat rel, jembatan yang pembangunannya diperuntukkan jalan lintas kereta api, MRT ataupun LRT. Hal ini dilakukan untuk menghemat lahan atau memperlancar waktu tempuh transportasi.



Gambar 21. Jembatan jalan rel (Merdeka.com, 2020)

3. Jembatan untuk menyebrangkan pipa-pipa (air,minyak, dan gas)

Jembatan ini dibangun untuk menyeberangkan pipa-pipa, dapat berupa air, minyak ataupun gas. Hal ini dikarenakan suatu daerah terhalangi oleh sungai yang mana pada kondisi tersebut tidak dapat hanya dengan menimbun pipa untuk menyambungkan antar daerah.



Gambar 22. Jembatan PDAM (Okezone News, 2012)

2.4 Pembebanan Pada Pelat Lantai Jembatan

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

2.4.1 Berat Sendiri (MS)

Berat sendiri dari bagian bangunan adalah berat dari 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 non-struktural yang dianggap tetap.

Tabel 1. Faktor Berat Sendiri (MS) (SNI 1725:2016, 2016)

Faktor Beban (γ_{MS})				
Tipe	Keadaan Batas Layan (γ_{MS})	Keadaan		
Beban	Batas Ultimit (γ_{MS})			
	Bahan		Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja	1,00	1,10	0,90
	Alumunium	1,00	1,10	0,90
	Beton Pracetak	1,00	1,20	0,80
	Beton dicor ditempat	1,00	1,30	0,75
	Kayu	1,00	1,40	0,75

2.4.2 Beban Mati Tambahan/Utilitas (MA)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen nonstruktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Beban mati tambahan berupa beban lapisan aspal (*overlay*) + beban air hujan, dan lain-lain.

Tabel 2. Beban Mati Tambahan/Utilitas (MA) (SNI125:2016, 2016)

Faktor Beban(□□□)						
Tipe	Keadaan	Batas	Layan	Keadaan	Batas	Ultimit
Beban	(□□) □□			(□□) □□		
Tetap	Keadaan			Biasa	Terkurangi	
Tetap	Umum		1,00	2,00	0,70	
	Khusus		1,00	1,40	0,80	

Catatan (1) : Faktor beban layan sebesar 1,3 digunakan untuk berat utilitas

2.4.3 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 lajur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur “D” yang bekerja tergantung pada lebar lajur kendaraan itu sendiri. Beban truk “T” adalah satu kendaraan berat dengan 3 gandar yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Hanya satu truk “T” diterapkan per lajur lalu lintas rencana. Secara umum, beban “D” akan menjadi beban penentu dalam perhitungan jembatan yang mempunyai bentang panjang, sedangkan beban “T” digunakan untuk bentang pendek dan lantai kendaraan. Jumlah maksimum lajur lalu lintas yang digunakan untuk berbagai lebar jembatan dapat dilihat pada :

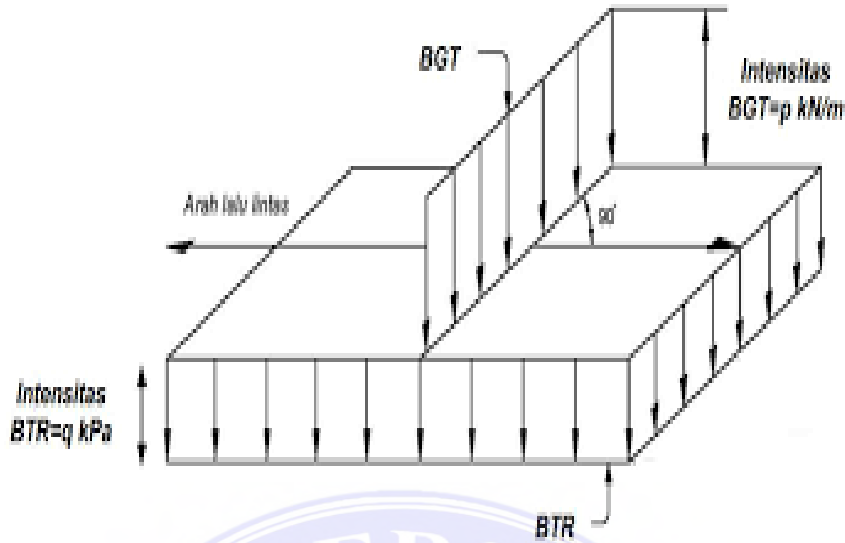
Tabel 3. Tabel Jumlah Lajur Lalu Lintas (Sumber SNI 1725:2016)

Tipe Jembatan (1)	Lebar Lajur Kendaraan (2) mm	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana (n)
Satu Lajur	$3000 \leq w < 5250$	1
Dua arah, Tanpa Median	$5250 \leq w < 7500$	2
	$7500 \leq w < 10,000$	3
	$10,000 \leq w < 12,500$	4
	$12,500 \leq w < 15,250$	5
	$w \geq 15,250$	6
Dua Arah, Dengan Median	$5500 \leq w \leq 8000$	
	$8000 \leq w \leq 10,750$	
	$11,000 \leq w \leq 13,500$	
	$13,750 \leq w \leq 16,250$	
	$w > 16,500$	

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 median untuk banyak arah

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



Gambar 23. Beban lajur “D”(SNI 1725:2016, 2016)

Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya tergantung pada panjang total yang dibebani L seperti berikut :

$$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa} \quad \text{Persamaan 2.1}$$

$$L > 30 \text{ m} : q = 9,0 (0,5 + 15/L) \text{ kPa} \quad \text{Persamaan 2.2}$$

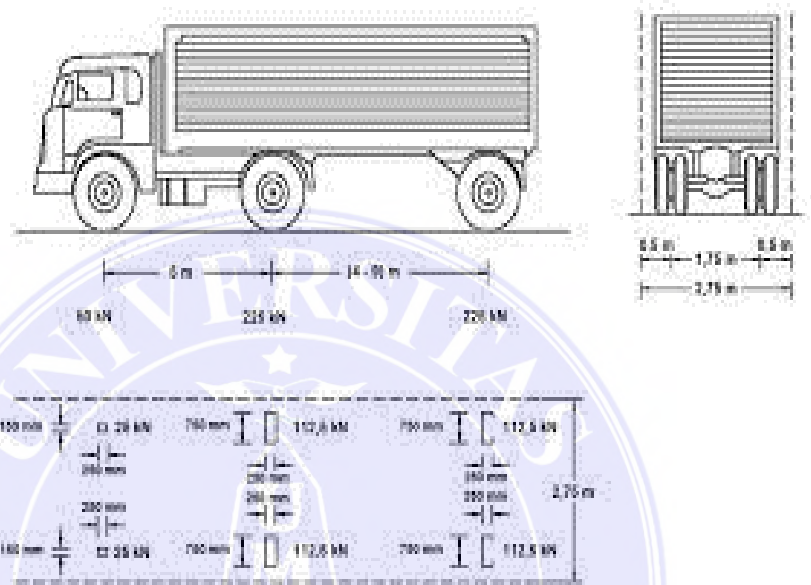
dimana :

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

L = Panjang jembatan (m)

Beban garis (BGT) dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m. Untuk mendapatkan momen lentur negatif maksimum pada jembatan menerus, BGT kedua yang identik harus ditempatkan padaposisi dalam arah melintang jembatan pada bentang lainnya. Pembebanan truk “T” terdiri dari kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat gandar , berat dari masing-masing gandar disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang

merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 as tersebut bisa diganti antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan. Untuk pembebanan truk "T" (500 kN) dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 24. Pembebanan truk "T" (SNI 1725:2016, 2016)

Beban truk "T" (TT)

$$R_{TT} = (1 + DLA) \times T$$

Dimana :

DLA : Faktor beban dinamis beban

T : Beban roda truck

2.4.4 Gaya Rem

Gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem harus ditinjau. 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 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.

2.4.5 Beban Angin

Tekanan angin rencana harus dikerjakan baik pada struktur jembatan maupun pada kendaraan yang melintasi jembatan. Jembatan harus direncanakan memikul gaya akibat tekanan angin pada kendaraan, dimana tekanan tersebut harus diasumsikan sebagai tekanan menerus sebesar 1,46 N/mm, tegak lurus dan bekerja 1800 mm di atas permukaan jalan. Dengan tidak adanya data yang lebih tepat, tekanan angin rencana dalam MPa dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$q_{\text{desain}} = 0,0012 \times V^2 \times (K_z)^2$$

$$q_{\text{desain}} = \frac{0,5 \times h}{z} \times q_{\text{desain}}$$

Dimana :

- C_s = Koefisien seret
- V = Kecepatan Angin (m/det)
- h = Tinggi tiupan angin (m)
- x = Jarak antara roda kendaraan (m)

Tabel 4. (MPa) (SNI 1725:2016, 2016)

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

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.

2.4.6 Beban Gempa

Jembatan harus direncanakan agar memiliki kemungkinan kecil untuk runtuh namun dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan terhadap pelayanan akibat gempa. Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik (C_{sm}) dengan

berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon (R_d) dengan formulasi sebagai berikut :

$$W_t = \sum W_{dead} + \sum W_{live}$$

Dimana :

E_Q = Gaya gempa horizontal statis (kN)

C_{sm} = Koefisien respons gempa elastis

R_d = Faktor modifikasi respon

W_t = Berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup (kN)

2.4.7 Beban Temperatur

Besaran rentang simpangan akibat beban temperatur (ΔT) harus berdasarkan temperatur maksimum dan minimum yang didefinisikan dalam desain sebagai berikut :

$$\Delta T = L(\alpha_{max} - \alpha_{min})$$

Keterangan :

L adalah panjang komponen jembatan (mm) α adalah koefisien muai temperatur (mm/mm/°C).

Tabel 5. Temperatur jembatan rata-rata nominal (Sumber. SNI 1725:2016)

Tipe Bangunan	Temperatur	Temperatur
Atas	Jembatan rata-rata Minimum	jembatan rata-rata maksimum
Lantai beton di atas gelagar atau <i>boks</i> beton.	15 ⁰ C	40 ⁰ C
Lantai beton di atas gelagar, <i>boks</i> atau rangka baja	15 ⁰ C	40 ⁰ C
Lantai pelat baja di atas gelagar, <i>boks</i> atau rangka baja	15 ⁰ C	40 ⁰ C
CATATAN (1) Temperatur jembatan rata-rata minimum bisa dikurangi 5°C untuk lokasi yang terletak pada ketinggian lebih besar dari 500 m diatas permukaan laut		

2.5 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan

Faktor beban untuk setiap beban untuk setiap kombinasi pembebanan harus diambil seperti yang ditentukan dalam Tabel 2.6 Perencana harus menyelidiki bagian parsial dari kombinasi pembebanan yang dapat terjadi harus di investigasi dimana setiap beban yang diindikasikan untuk diperhitungkan dalam kombinasi pembebanan harus dikalikan dengan faktor bebanyang sesuai. Hasil

perkalian harus dijumlahkan sebagaimana ditentukan dan dikalikan dengan faktor pengubah.

Faktor beban harus dipilih sedemikian rupa untuk menghasilkan kondisi ekstrem akibat beban yang bekerja. Untuk setiap kombinasi pembebanan harus diselidiki kondisi ekstrem maksimum dan minimum. Dalam kombinasi pembebanan dimana efek salah satu gaya mengurangi efek gaya yang lain, maka harus digunakan faktor beban berkurang untuk gaya yang mengurangi tersebut. Untuk beban permanen, harus dipilih faktor beban yang menghasilkan kombinasi pembebanan kritis. Jika pengaruh beban permanen adalah meningkatkan stabilitas atau kekuatan komponen jembatan, maka perencana harus memperhitungkan pengaruh faktor beban berkurang (*minimum*).

Komponen dan sambungan pada jembatan harus memenuhi. Untuk kombinasi beban-beban ekstrem seperti yang ditentukan pada setiap keadaan batas sebagai berikut :

Kuat I : Kombinasi pembebanan yang memperhitungkan gaya-gaya yang timbul pada jembatan dalam keadaan normal tanpa memperhitungkan beban angin. Pada keadaan batas ini, semua gaya nominal yang terjadi dikalikan dengan faktor beban yang sesuai.

Kuat II : Kombinasi pembebanan yang berkaitan dengan penggunaan jembatan untuk memikul beban kendaraan khusus yang ditentukan pemilik tanpa memperhitungkan beban angin.

Kuat III : Kombinasi pembebanan dengan jembatan dikenai beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 126 km/jam.

Kuat IV : Kombinasi pembebanan untuk memperhitungkan kemungkinan adanya rasio beban mati dengan beban hidup yang besar.

Kuat V : Kombinasi pembebanan berkaitan dengan operasional normal jembatandengan memperhitungkan beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 126km/jam.

Ekstrem I : Kombinasi pembebanan gempa. Faktor beban hidup γ_{EQ} yang mempertimbangkan bekerjanya beban hidup pada saat gempa berlangsung harus ditentukan berdasarkan kepentingan jembatan.

Ekstrem II : Kombinasi pembebanan yang meninjau kombinasi antara beban hidufterkurangi dengan beban yang timbul akibat tumbukan kapal, tumbukankendaraan, banjir atau beban hidrolika lainnya, kecuali untuk kasus pembebanan akibat tumbukan kendaraan (TC). Kasus pembebanan akibat banjir tidak boleh dikombinasikan dengan beban akibat tumbukan kendaraan dan tumbukan kapal.

Layan I : Kombinasi pembebanan yang berkaitan dengan operasional jembatandengan semua beban mempunyai nilai nominal serta memperhitungkan adanya beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 126 km/jam. Kombinasi ini juga digunakan untuk mengontrol lendutan pada gorong-gorong baja, pelat pelapis terowongan, pipa termoplastik serta untuk mengontrol lebar retak struktur beton bertulang; dan juga untuk analisis tegangan tarik pada penampang melintang jembatan beton segmental. Kombinasi pembebanan ini juga harus digunakan untuk investigasi stabilitas lereng.

Layan II : Kombinasi pembebanan yang ditujukan untuk mencegah terjadinya pelelehan pada struktur baja dan selip pada sambungan akibat beban kendaraan.

Layan III : Kombinasi pembebanan untuk menghitung tegangan tarik pada arah memanjang jembatan beton pratekan dengan tujuan untuk mengontrol besarnya retak dan tegangan utama tarik pada bagian badan dari jembatan beton segmental.

Layan IV : Kombinasi pembebanan untuk menghitung tegangan tarik pada kolom beton pratekan dengan tujuan untuk mengontrol besarnya retak.

Fatik : Kombinasi beban fatik dan fraktur sehubungan dengan umur fatik akibat induksi beban yang waktunya tak terbatas.

Tabel 6. Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan (SNI 1725:2016, 2016)

Keadaan Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW _s	EW _L	BF	EU _n	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	γ_p	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat II	γ_p	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat III	γ_p	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat IV	γ_p	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-
Kuat V	γ_p	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Ekstrem I	γ_p	γ_{EQ}	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-
Ekstrem II	γ_p	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	1,00
Daya layan I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Daya layan II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-
Daya layan III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Daya layan IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-
Fatik (TD dan TR)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan : γ_p dapat berupa $\gamma_{IS}, \gamma_{IM}, \gamma_{TA}, \gamma_{TR}, \gamma_{R}, \gamma_{SI}$ tergantung beban yang ditinjau
 γ_{EQ} adalah faktor beban hidup kondisi gempa

MS = beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan

MA = beban mati perkerasan dan utilitas

TA = gaya horizontal akibat tekanan tanah

PL = gaya-gaya yang terjadi pada struktur jembatan

PR = prategang

SH = gaya akibat susut/rangkak

TB = gaya akibat rem

TR = gaya sentrifugal

TT = beban truk "T"

TD = beban lajur "D"

TP = beban pejalan kaki

EU = beban arus dan hanyutan

EWS = beban angin pada struktur

EWL = beban angin pada kendaraan

EUn = gaya akibat temperatur seragam

BF = gaya friksi

TC = gaya akibat tumbukan kendaraan

TV = gaya akibat tumbukan kapal

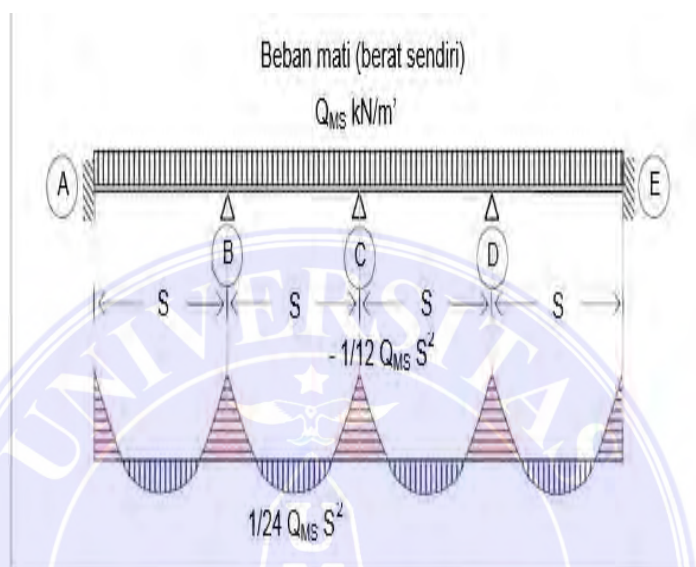
EQ = gaya gempa □□ dapat berupa □□□, □□□, □□□, □□□, □□□, □□□ tergantung beban yang ditinjau.

2.6 Momen Pada Pelat Lantai Jembatan

Momen adalah sebuah besaran yang mengatakan besarnya yang menyatakan besarnya gaya pada sebuah benda yang mengakibatkan benda tersebut mengalami gerak rotasi. Momen ini dipengaruhi oleh beberapa faktor

yakni gaya yang diberikan ke lengan gaya dan panjang/jarak sumbu putar dengan letak gaya. Momen yang bekerja pada pelat lantai adalah :

2.6.1 Akibat Berat Sendiri (QMS)

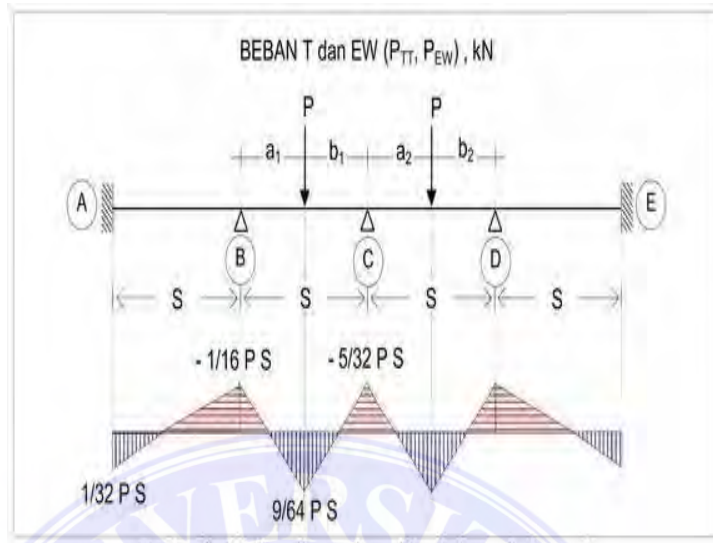


Gambar 25. Akibat Berat Sendiri (QMS) (SNI 1725:2016, 2016)

$$\text{Momen tumpuan maksimum} = 1/12 QMS L^2$$

$$\text{Momen lapangan maksimum} = 1/24 QMS L^2$$

2.6.2 Akibat beban truk (T) dan angin (PEW)

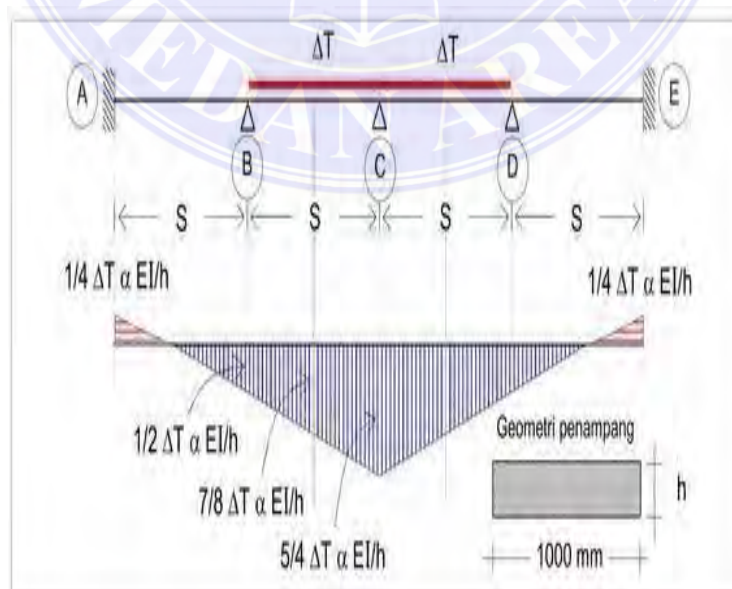


Gambar 26. Akibat beban truk (T) dan angin (PEW) (SNI 1725:2016, 2016)

Momen tumpuan maksimum = $5/32 \times P \times L$

Momen lapangan maksimum = $9/64 \times P \times L$

2.6.3 Akibat Temperatur



Gambar 27 Akibat Temperatur (SNI 1725:2016, 2016)

Momen tumpuan maksimum = $1/4 \Delta T \alpha E \square/h$

Momen lapangan maksimum = $7/8 \Delta T \alpha E \square/h$

2.7 Pelat Lantai

Pelat lantai jembatan adalah bagian dari konstruksi jembatan yang memikul beban akibat jalur lalu lintas secara langsung untuk kemudian disalurkan kepada konstruksi di bawahnya. Lantai ini harus diberi saluran yang baik untuk mengalirkan air hujan dengan cepat. Untuk keperluan ini maka permukaan jalan diberi kemiringan sebesar 2 % kearah kiri dan kanan tepi jalan. Lantai kendaraan untuk jembatan komposit ditopang oleh gelagar memanjang dan diperkuat oleh diafragma. Plat lantai merupakan bagian yang menyatu dengan sistem struktur yang lain yang didesain untuk mendistribusikan beban – beban sepanjang bentang jembatan.



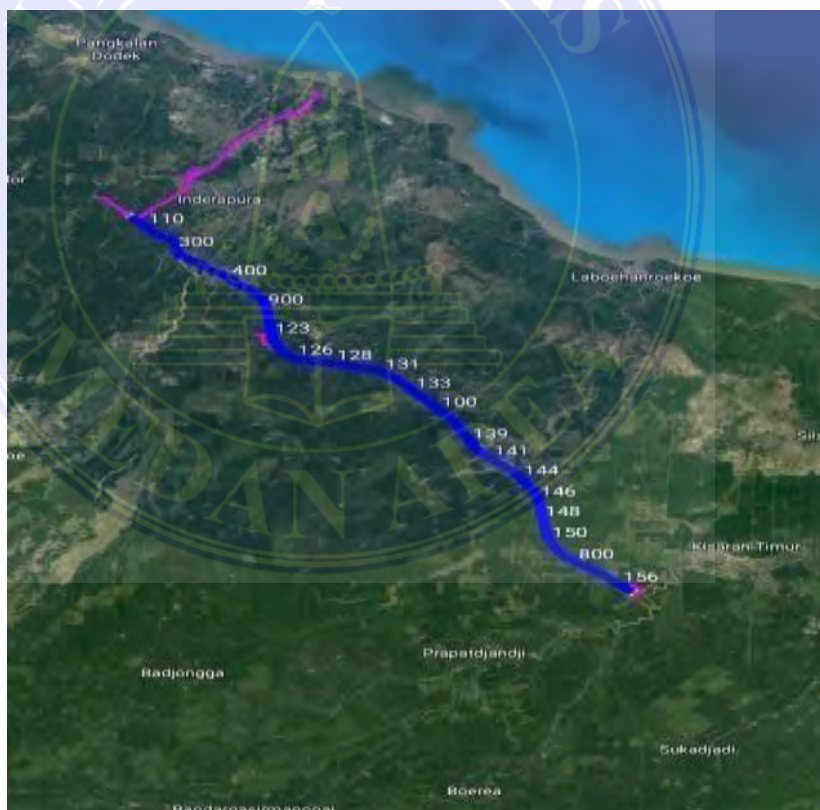
Gambar 28. Pelat Lantai Jembatan (Tubar News, 2020)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Proyek

Adapun lokasi proyek pada penelitian ini adalah Jembatan Jalan Tol STA. 115+350 pada proyek Jalan Tol Ruas Indrapura – Kisaran seksi I. Penelitian ini mengambil data PT. PP (Persero) pada proyek Jalan Tol Ruas Indrapura – Kisaran Kecamatan. Air Putih Kabupaten. Batubra, Sumatera Utara.



Gambar 29. Peta Lokasi Proyek Jalan Tol Ruas Indrapura-Kisaran (*Google Earth* PT. PP, 2021)



Gambar 30. Lokasi Penelitian Proyek Jalan Tol Ruas Indrapura-Kisaran (PT. PP)

3.2 Data yang Diperlukan

Untuk menganalisis jarak *girder* akibat tebalnya pelat lantai jembatan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Indrapura – Kisaran diperlukan data awal jembatan yang digunakan sebagai acuan analisis. Adapun data-data tersebut :

1. Gambar Rencana
2. Data pelat lantai jembatan dan balok *girder*.

3.3 Sumber Data

Adapun sumber data yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer merupakan yang diperoleh langsung dilapangan 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 merupakan data yang diperoleh penyusun berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berhubungan dengan rencana proyek :

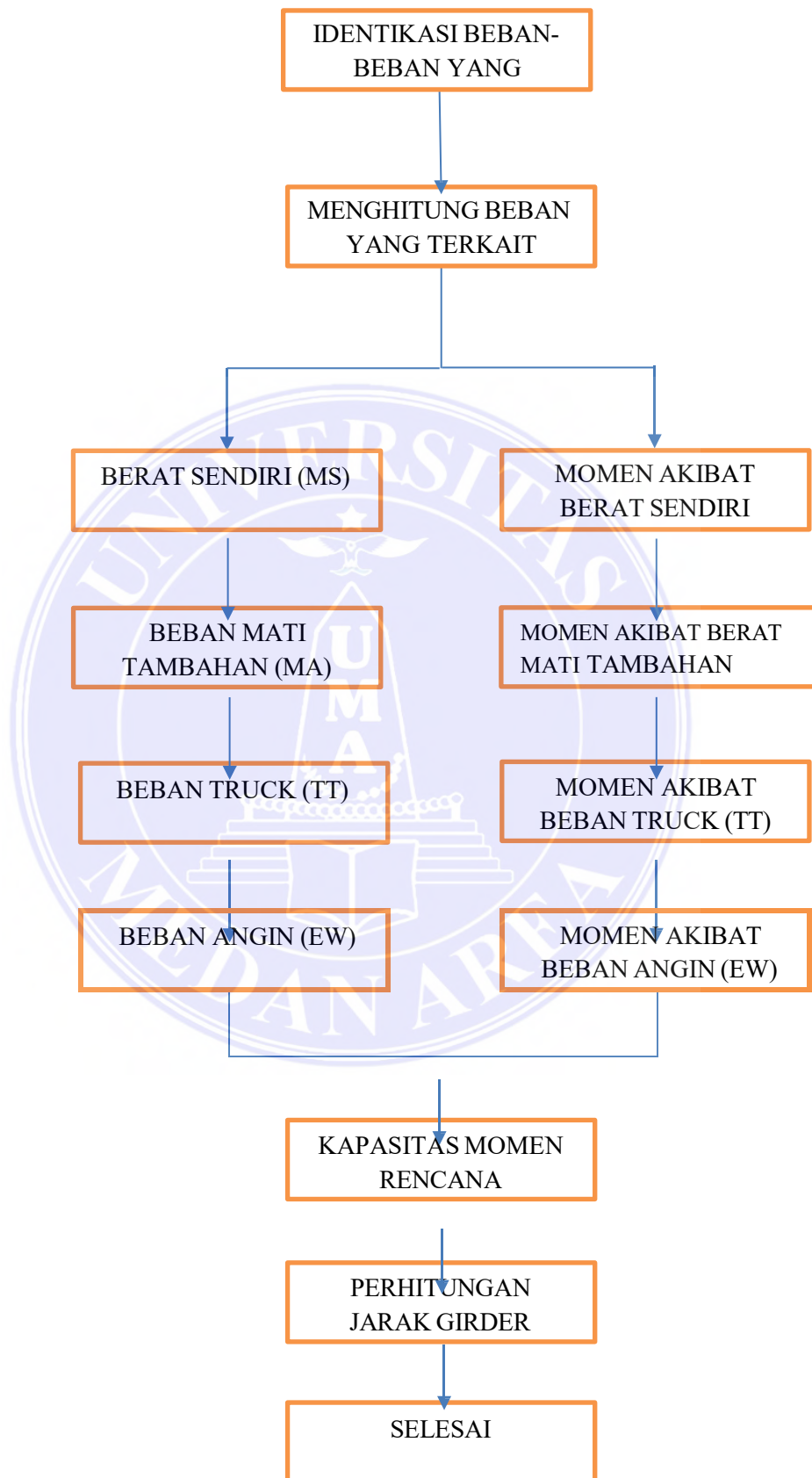
a. Dekripsi Kontruksi

Direncanakan kontruksi Jembatan Jalan Tol Indrapura – Kisaran pada STA. 115 memiliki panjang 300 m dengan 4 segmen.

b. Desain Kontruksi

Gambar desain jembatan sebagaimana terlampir pada lampiran.

3.4 Tahapan Penelitian



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

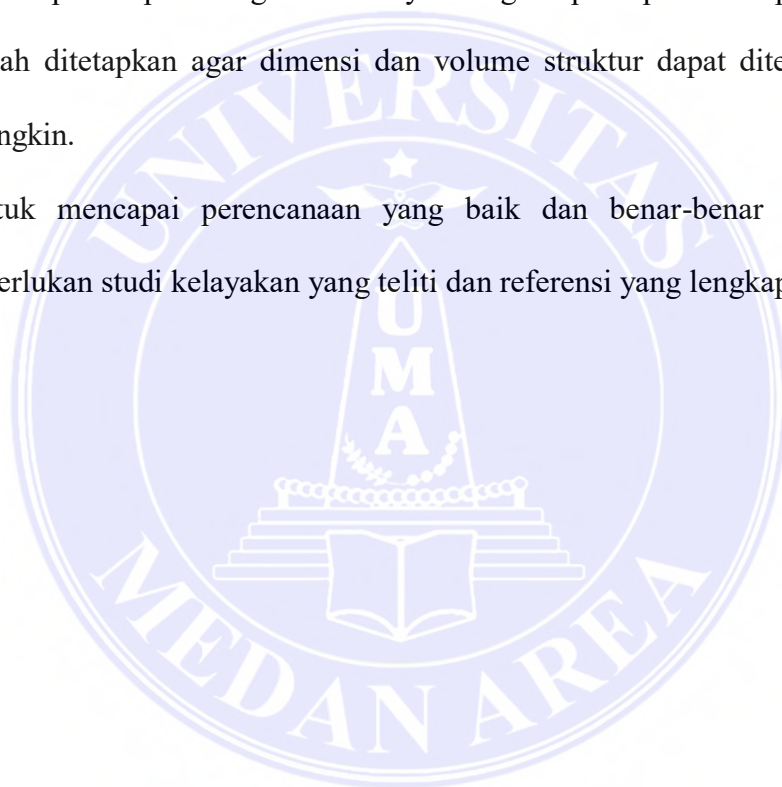
Dari hasil analisi dan perhitungan optimalisasi jarak antar girder terhadap pengaruh tebal perhitungan pelat lantai diatas dapat disimpulkan :

1. Momen sisa yang tersimpan pada plat lantai dengan tebal slab 200 mm adalah 232,456 kNm, pada slab tebal 210 mm adalah 216,855 kNm, pada slab tebal 220 adalah 185,014 kNm, pada slab tebal 230 mm adalah 166,628 kNm, pada slab tebal 240 mm adalah 154,475 kNm dan terakhir pada slab tebal 250 mm adalah 129,867 kNm. Jarak girder maksimum kondisi terkritik dengan momen sisa 0 adalah adalah 5,5 meter; 5,3 meter; 4,9 meter; 4,6 meter; 4,4 meter; dan 4,2 meter.
2. Momen maksimum rasio penulangan adalah, 567204,8 kNm
3. Total momen *ultimate* slab pada kombinasi beban adalah $M_{tump} = 50,749$ kNm dan $M_{lap} = 45,414$ kNm.
4. Jumlah girder yang digunakan sebanyak 6 buah dalam 1 ruas.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disimpulkan dalam pengerjaan optimalisasi jarak antar girder terhadap perhitungan tebal pelat lantai jembatan ini adalah :

1. Dalam melakukan perhitungan sebaiknya data-data yang diperlukan disiapkan terlebih dahulu agar perhitungan sesuai dengan data-data lapangan atau data yang telah diuji coba laboratorium.
2. Dalam proses perhitungan sebaiknya mengacu pada peraturan-peraturan yang sudah ditetapkan agar dimensi dan volume struktur dapat ditetapkan sebaik mungkin.
3. Untuk mencapai perencanaan yang baik dan benar-benar matang maka diperlukan studi kelayakan yang teliti dan referensi yang lengkap.



DAFTAR PUSTAKA

Harsan Ingot Hasudungan, Nurmaidah. 2021. Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit. JCEBT (*Journal Civil Engineering, Building And Transportation*).

Oktavia, Anita. 2021. Optimalisasi Jarak Antar Girder Berdasarkan Perhitungan Tebal Pelat Lantai (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jembatan Di Desa Bago Tanggul Kecamatan Kalumpang). (*Dectoral dissertation, Universitas Islam Kalimantan MAB*).

Nur Aspaliza, Indriyani, Puluhulawam Armada. (2018). Perencanaan Struktur Atas Jembatan Komposit Sungai Nipah Desa Darul Aman Kecamatan Rupert. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil Volume 2 No. 2*.

Sarah Rizki Hafizha. 2021. Analisis Perhitungan Tebal Pelat Lantai Jembatan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Indrapura. Skripsi Universitas Medan Area, Medan.

Badan Standarisasi Nasional. 2016. Standar Pembebanan Jembatan. SNI 1725-2016. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2004. Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan. RSNI T-12-2004. Jakarta.

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).

Manual Konstruksi dan Bangunan. Perencanaan Struktur Beton Pratekan Untuk
Jembatan. Direktorat Jendral Bina Marga. 2011. Jakarta.



LAMPIRAN



Gambar. Tampak Atas Jembatan Jalan Tol Ruas Indrapura-Kisaran (PT. PP,2021)



Gambar. Proses Pengangkatan Girder Menggunakan Launcher (PT. PP, 2021)



Gambar. Pengukuran *Bekisting Diagrama* (PT. PP, 2021)



Gambar. Tampak *Diagrama* Sebelum Dicor (PT. PP, 2021)



Gambar. Pengukuran Jarak Antar Girder (PT. PP, 2021)



Gambar. Foto Bersama Karyawan Proyek PP (PT.PP, 2021)



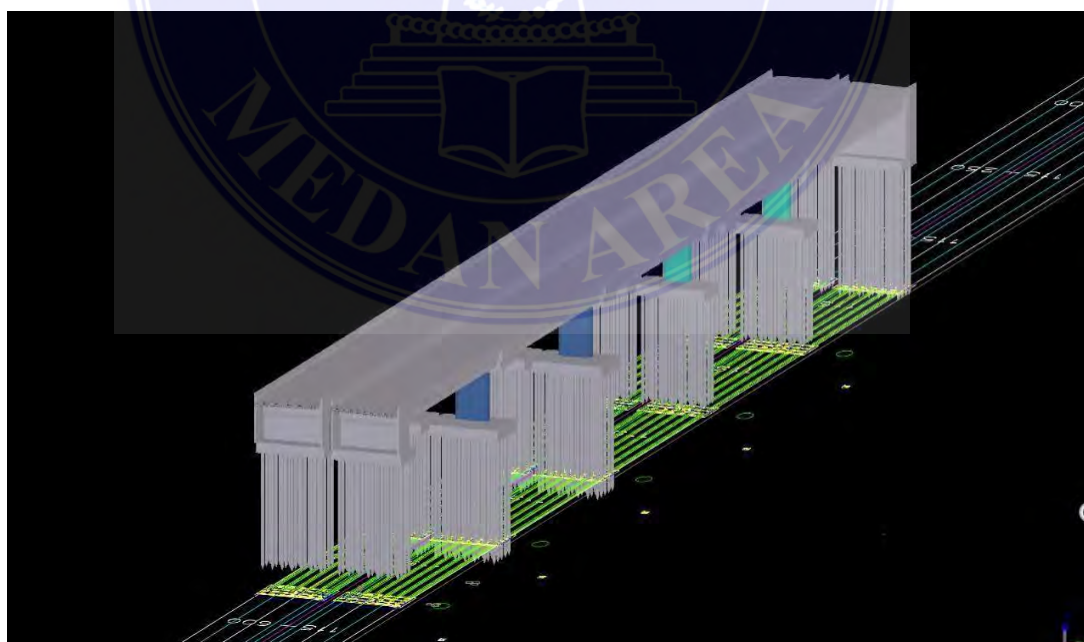
Gambar. Pemasangan *Bekisting Barrier* Jembatan (PT. PP, 2021)



Gambar. Pengecoran *Diagrama* Jembatan (PT. PP, 2021)



Gambar. Pengangkatan balok Girder Menggunakan Luncher Gantry (PT.PP, 2021)



Gambar. Shop Drawing Jembatan titik 115+454 (PT.PP, 2021)