

**EVALUASI PEMERIKSAAN DAN PENGUKURAN
LENDUTAN JEMBATAN PADA BH 5 KM 1+700 LINTAS
MANGGARAI - JATINEGARA MENGGUNAKAN
WATERPASS**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Diploma III

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



Diajukan Oleh :

MUHAMMAD FAQIH ABDILLAH

NOTAR : 19.03.065

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD**

2022

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Kertas Kerja Wajib ini adalah karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Faqih Abdillah

Notar : 19.03.065

Tanda Tangan :

Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB
EVALUASI PEMERIKSAAN DAN PENGUKURAN
LENDUTAN JEMBATAN PADA BH 5 KM 1+700 LINTAS
MANGGARAI - JATINEGARA MENGGUNAKAN
WATERPASS

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

MUHAMMAD FAQIH ABDILLAH

Nomor Taruna : 19.03.065

Telah di Setujui Oleh :

PEMBIMBING

Ir. Erfianto R. Chan

Tanggal.....

PEMBIMBING

Dr. I Made Arka H, A.TD, MT

Tanggal.....

**KERTAS KERJA WAJIB
EVALUASI PEMERIKSAAN DAN PENGUKURAN
LENDUTAN JEMBATAN PADA BH 5 KM 1+700 LINTAS
MANGGARAI - JATINEGARA MENGGUNAKAN
WATERPASS**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian Oleh:

NAMA: MUHAMMAD FAQIH ABDILLAH
Nomor Taruna: 19.03.065

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 02 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

PEMBIMBING

Ir. Erfianto R. Chan

Tanggal:

PEMBIMBING

Dr. I Made Arka H, A.TD, MT
NIP. 197011281993011001

Tanggal:

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
BEKASI, 2022

KERTAS KERJA WAJIB

EVALUASI PEMERIKSAAN DAN PENGUKURAN LENDUTAN JEMBATAN PADA BH 5 KM 1+700 LINTAS MANGGARAI - JATINEGARA MENGGUNAKAN WATERPASS

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

MUHAMMAD FAQIH ABDILLAH

NOTAR: 19.03.065

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 02 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT
DEWAN PENGUJI**

<p>Penguji 1</p> <p><u>Ir. Erfianto R. Chan</u></p>	<p>Penguji 2</p> <p><u>Dr. I Made Arka H, A.TD, MT</u> NIP. 197011281993011001</p>
<p>Penguji 3</p> <p><u>Nomin S. Ag, M. Pd</u> NIP. 196806131989031001</p>	<p>Penguji 4</p> <p><u>Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko, M. STR.</u></p>

MENGETAHUI,

**KETUA PROGRAM STUDI
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN**

Ir. BAMBANG DRAJAT, MM

NIP. 19581228 198903 1 002

ABSTRACT

A railway bridge is a single construction unit made of steel, concrete, and other structures that connect riverbanks, ravines, etc. - the purposes of rail traffic. One of them is the wisdom building steel bridge (Bh) 5 km 1+700 crossing Manggarai - Jatinegara. The bridge includes a new bridge in 2018 in the development of the double-double track project for Manggarai - Jatinegara.

In planning the construction of the bridge must meet the system requirements and component requirements. The system requirement in the design of the bridge is deflection. The deflection coefficient is regulated in the Regulation of the Minister of Transportation Number 60 of 2012. Deflection or downward slope is also defined as the vertical line between the lowest point and the flat line connecting the ends of the curved beam due to being loaded. To deal with the deflection, the bridge construction requires an arch against the deflection (chamber). In Ministerial Regulation Number 32 of 2011 concerning standards and procedures for maintaining railway infrastructure, deflections are checked and measured once a year. The deflection measurement is carried out using a waterpass as a vertical elevation measurement tool.

In the results of the deflection measurement at Bh 5 km 1+700 across the Manggarai - Jatinegara crossing, the value of 18 millimeters was obtained at the middle of the bridge span. while based on as-built drawings the height of the middle chamber of the bridge span is 34 mm. Even so, the condition of the bridge is still within the tolerance limits of Japanese National Railways and PM Number 60 of 2012.

Key word: bridge, deflection, chamber

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan kaunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan kertas kerja wajib (KKW). Evaluasi pemeriksaan dan pengukuran lendutan pada Bh 5 Km 1+700 Lintas Manggarai - Jatinegara menggunakan waterpass. Kertas kerja wajib ini disusun dalam rangka penyelesaian studi Dipoma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian di Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, sebagai salah satu syarat guna memperoleh sebutan Ahli Madya Manajemen Transportasi Perkeretaapian (A.Md Tra). Dengan segala kerendahan hati, tidak lupa kami ucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang ikut membantu dalam penulisan laporan ini hingga selesai tepat pada waktunya, ucapan terimakasih ini kami sampaikan kepada :

1. Bapak Ahmad Yani, ATD, MT selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD.
2. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM. Selaku ketua Jurusan Program Diploma III manajemen Transportasi Perkeretaapian.
3. Bapak Ir. Erfianto R. Chan dan Dr. I Made Arka H, A.TD, MT. selaku dosen pembimbing.
4. Rekan-rekan Taruna/taruni PTDI-STTD Angkatan XLI serta kakak senior dan adik junior yang tercinta.
5. Seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian laporan ini.

Mengingat Kertas Kerja Wajib ini masih banyak terdapat kekurangan, maka kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan kedepannya, akhir kata besar harapan semoga Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat bagi kami serta semua orang yang membacanya.

Bekasi, 02 Juli 2022

Hormat kami,

MUHAMMAD FAQIH ABDILLAH

NOTAR : 19.03.065

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II GAMBARAN UMUM	5
2.1 Gambaran Umum Daerah	5
2.2 Kondisi Transportasi DKI Jakarta	8
2.3 Kondisi Wilayah Kajian.....	10
BAB III KAJIAN PUSTAKA	15
3.1 Tinjauan Pustaka	15
3.2 Aspek legalitas.....	16
3.3 Aspek Teoritis.....	21
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	41
4.1 Alur pikir	41
4.2 Bagan Alir Penelitian.....	41
4.3 Jenis dan Sumber Data.....	44
4.4 Teknik Pengumpulan Data	44
4.5 Metode Analisis Data	45
4.6 Lokasi dan Jadwal Penelitian	46
BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH	48
5.1 Analisa Data	48
5.2 Pengukuran Camber jembatan menggunakan waterpass	51
5.3 Pemecahan Masalah.....	58
BAB VI PENUTUP	61

6.1	Kesimpulan.....	61
6.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN.....		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Administrasi Jakarta.	5
Gambar 2.2	Wilayah Kajian Resort Tanah Abang.	10
Gambar 2.3	Tipe Jembatan resort 1.1 Tanah Abang	11
Gambar 2.4	Bangunan Hikmat Lintas Manggarai - Jatinegara.	12
Gambar 2.5	Komopnen Jembatan Dinding.	13
Gambar 3.1	Bagian Struktur dan Tipkal Jembatan.	22
Gambar 3.2	Komponen Jembatan Rasuk	22
Gambar 3.3	Jembatan Rasuk Profile Atau Dlung.	23
Gambar 3.4	Jembatan Rasuk Dengan Rel Tenggelam.	23
Gambar 3.5	Jembatan Rasuk Pelat.	23
Gambar 3.6	Jembatan Rasuk Rangka.	24
Gambar 3.7	Komponen Jembatan Dinding.	24
Gambar 3.8	Jembatan Dinding Pelat.....	24
Gambar 3.9	Jembatan Dinding Rangka Terbuka Lantai Lintas Bawah.	25
Gambar 3.10	Jembatan Dinding Rangka Tertutup lantai lintas bawah.	25
Gambar 3.11	Jembatan Dinding Rangka Lantai Lintas Atas.	25
Gambar 3.12	Jembatan Dinding Parabol.....	26
Gambar 3.13	Komponen jembatan beton pelat.	26
Gambar 3.14	Komponen Jembatan Beton Rasuk.	27
Gambar 3.15	Jembatan Beton Prategang.	27
Gambar 3.16	Komponen Jembatan Komposit.....	28
Gambar 3.17	Alir Pemeriksaan dan Perawatan Jembatan.	29
Gambar 3.18	Komponen Waterpass.	34
Gambar 3.19	Skilu Jalan Rel.....	36
Gambar 3.20	Waterpass.	36
Gambar 3.21	pemasangan bak ukur Pada Jembatan.	37
Gambar 3.22	Pengukuran Lendutan Arah Hilir.....	38
Gambar 3.23	Skema Camber Pada Jembatan.....	38
Gambar 4.1	Bagan Alir Pikir.....	43
Gambar 5.1	Tampak Samping BH 5.....	48
Gambar 5.2	skema camber BH 5.....	48

Gambar 5.3 Tampak Atas BH 5.....	49
Gambar 5.4 Tampak Depan BH 5.....	49
Gambar 5.5 Skema Posisi Pengukuran Kontra Lendut.	52
Gambar 5.6 Grafik elevasi bentang kanan/hilir sungai.....	54
Gambar 5.7 Grafik Elevasi Bentang Kiri/hulu Sungai.	56
Gambar 5.8 Indikasi Skilu.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Luas Wilayah Kecamatan Kota Administrasi Jakarta Pusat.	7
Tabel 2. 2	Jumlah Penduduk Kecamatan Kota Administrasi Jakarta Pusat.	7
Tabel 2. 3	Bangunan Hikmat Wilayah kajian Resort Tanah Abang.	10
Tabel 2. 4	Kasifikasi Jembatan Kereta Api Lintas Mri - Jng	12
Tabel 2. 5	Data Letak jembatan Bh 5 Km 1+700 antara Mri-Jng	13
Tabel 2. 6	Hasil KA ukur pada jembatan lintas Manggarai - Jatinegara.	14
Tabel 3.1	Koefisien lendutan maksimum jembatan baja.	18
Tabel 3.2	Koefisien lendutan maksimum jembatan beton.	19
Tabel 3.3	Klasifikasi Kerusakan jembatan.	30
Tabel 3.4	Interval pemeriksaan dan perawatan jembatan bulanan.	30
Tabel 3.5	Interval pemeriksaan dan perawatan tahunan.	31
Tabel 4.1	pelaksanaan penelitian.	47
Tabel 5.1	Hasil Opname Bh 5.	50
Tabel 5.2	Hasil KA Ukur Kategori 4 di Lintas Manggarai - Jatinegara.	50
Tabel 5.3	Hasil baca waterpass bentang kanan/hilir sungai.	53
Tabel 5.4	Hasil pengukuran elevasi camber bentang kanan/hilir sungai.	54
Tabel 5.5	Nilai kontra lendut (zeegh) bentang kanan/hilir sungai.	55
Tabel 5.6	Hasil baca waterpass bentang kiri/hulu sungai.	55
Tabel 5. 7	Hasil pengukuran elevasi camber bentang kiri/hulu sungai.	56
Tabel 5.8	Nilai kontra lendut (zeegh) bentang kiri/hulu sungai	57
Tabel 5.9	Indikasi Skilu Gelagar Melintang Bentang Kiri dan Kanan.	58
Tabel 5.10	Toleransi Camber Bentang 40 m.	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan adalah kesatuan konstruksi yang diperuntukkan menjadi sarana penghubung dua daerah yang terpisah oleh sungai, palang, danau, lembah, selat, dan jalan baik untuk transportasi jalan raya, jalan kereta api, orang, binatang ataupun transportasi air. Sedangkan jembatan kereta api sendiri adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, dan konstruksi lain yang menghubungkan tepi sungai, jurang dan lain - lain keperluan lain lintas kereta api. Salah satunya adalah jembatan baja pada bangunan hikmat (Bh) 5 km 1+700 lintas Manggarai - Jatinegara. Jembatan tersebut termasuk jembatan baru pada 2018 dalam pengembangan proyek *double-double track* untuk manggarai - Jatinegara.

Dalam perencanaan pembangunan jembatan harus memenuhi persyaratan sistem dan persyaratan komponen. Persyaratan sistem dalam perencanaan jembatan salah satunya adalah lendutan. Koefisien lendut diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012. Lendutan atau lekukan kebawah biasa juga diartikan sebagai garis vertikal antara titik terendah dengan garis datar penghubung ujung balok yang melengkung akibat dibebani. Untuk menangani lendutan tersebut tiap konstruksi jembatan diperlukan lengkungan lawan lendut (*camber*).

Camber jembatan adalah ruang terbuka yang terdapat pada bawah jembatan yang memanfaatkan lengkung lantai kendaraan jembatan. Pengukuran *camber* atau disebut sebagai anti lendutan pada jembatan yang mungkin terjadi sebagai akibat dari beban yang bekerja, telah diatur dalam PM No. 60 Tahun 2012 tentang persyaratan teknis jalur kereta api.

Dalam Peraturan Menteri Nomor 32 Tahun 2011 tentang standar dan tata cara perawatan prasarana perkeretaapian dilakukan pemeriksaan dan pengukuran lendutan 1 tahun sekali. Pengukuran lendutan tersebut dilakukan menggunakan *waterpass* sebagai alat pengukuran elevasi secara vertikal.

Namun pada bangunan hikmat (Bh) 5 Km 1+700 lintas Mri - Jng belum pernah dilakukan pemeriksaan dan pengukuran lendutan oleh pihak resort 1.1 Tanah Abang sejak diresmikannya. Untuk menangani permasalahan pemeriksaan dan pengukuran lendutan tersebut seharusnya memerlukan penelitian. Maka atas dasar-dasar tersebut, diambilah judul KKW (kertas kerja wajib) tentang **"EVALUASI PEMERIKSAAN DAN PENGUKURAN LENDUTAN JEMBATAN PADA BH 5 KM 1+700 LINTAS MANGGARAI - JATINEGARA MENGGUNAKAN WATERPASS"**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka didapat identifikasi masalah sebagai berikut.

1. Sejak peresmian bangunan hikmat (Bh) 5 Km 1+700 lintas Manggarai - Jatinegara belum ada pengukuran lendutan.
2. Camber untuk tengah bentang sesuai data perencanaan adalah 32 mm.
3. SOP pemeriksaan dan pengukuran camber untuk jembatan menggunakan waterpass.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas, maka didapat perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemeriksaan dan pengukuran lendutan pada camber dengan waterpass di jembatan pada BH 5 KM 1+700 antara Manggarai - Jatinegara (MRI - JNG)?
2. Berapakah elevasi lendutan pada camber jembatan BH 5 KM 1+700 antara MRI - JNG?
3. Apa metode penanganan dari hasil pemeriksaan dan pengukuran lendutan?

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Hasil dari penulisan tugas akhir yang dibuat diharapkan mampu mejadi pedoman dalam pemeliharaan camber pada jembatan dan cara mengatasi lendutan yang melebihi standar maksimum di jembatan kereta

api yang telah ditentukan pada Peraturan Menteri Nomor 32 Tahun 2011.

1. Maksud

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah ikut serta dalam pemeliharaan prasarana serta keselamatan, keamanan, dan kenyamanan perjalanan kereta api

2. Tujuan

- a. Mengidentifikasi lendutan pada BH 5 KM 1+700 lintas Manggarai - Jatinegara.
- b. Mengukur dan mengetahui kondisi eksisting camber jembatan pada BH 5 KM 1+700 lintas Manggarai - Jatinegara.
- c. Memberikan solusi dari hasil pemeriksaan dan pengukuran lendutan pada jembatan.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terarah dan tidak menyimpang dari permasalahan, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas tentang pemeriksaan dan pengukuran lendutan jembatan pada Bh 5 Km 1+700 lintas Manggarai - Jatinegara.
2. Lendutan yang dihitung hanya lendutan vertikal saat rel dalam keadaan tidak dilewati beban.
3. Metode pengukuran yang dilakukan adalah menggunakan watepass sebagai alat ukur lendutan di jembatan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum mengenai isi penelitian agar jelas dan terstruktur, maka di bawah ini disajikan secara garis besar sistematika penulisan Kertas Kerja Wajib yaitu:

1. BAB I : PENDAHULUAN

Pada bagian ini menguraikan mengenai latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, maksud dan

tujuan, batasan masalah, keaslian penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB II : GAMBARAN UMUM

Bagian gambaran umum berisi tentang kondisi geografis, wilayah administratif, kondisi demografi di wilayah kajian, kondisi transportasi yang ada di wilayah studi, serta kondisi fisik jembatan.

3. BAB III : KAJIAN PUSTAKA

Pada bagian ini menjelaskan teori-teori yang menjadi acuan dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini yang berkaitan dengan pembahasan pada penelitian. Teori-teori tersebut dapat diperoleh dari buku, literatur, karya ilmiah, Undang-Undang, Peraturan Menteri dan Peraturan Pemerintah yang berkaitan dengan Kertas Kerja Wajib ini.

4. BAB IV : METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini berisi alur pikir penelitian, desain penelitian, hipotesis penelitian, bagan alir penelitian dan metode penelitian serta analisis yang digunakan untuk mendukung penulisan Kertas Kerja Wajib ini sehingga menjadi dasar pembahasan, penganalisaan sampai pada pemecahan masalah.

5. BAB V : ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

Bagian ini berisi tentang hasil pengumpulan data baik data primer maupun data sekunder, proses pengolahan data, analisis data, dan upaya pemecahan masalah. Bagian ini juga memuat kesimpulan dan saran dari penulisan penelitian.

6. BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

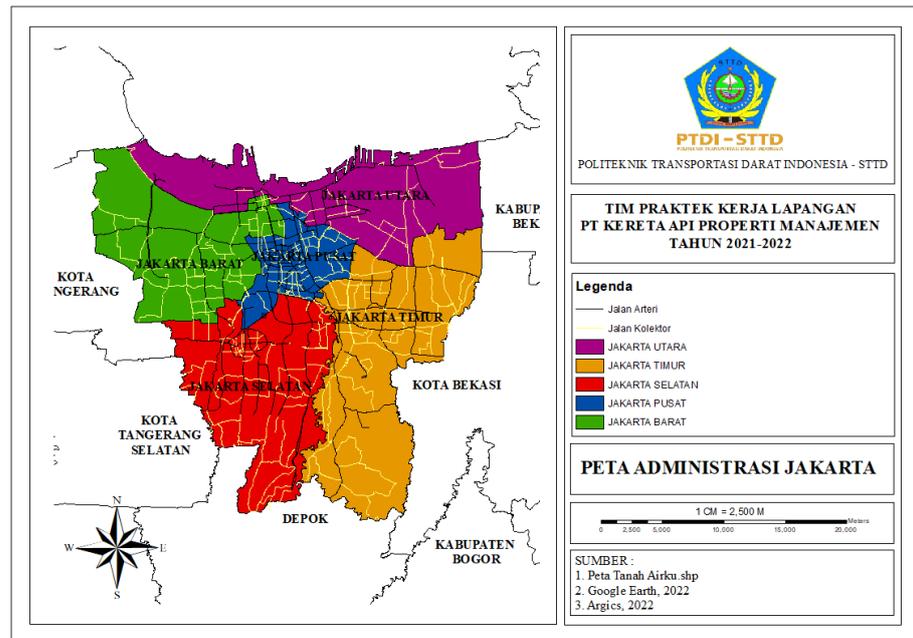
Bab penutup ini memuat tentang kesimpulan dan saran yang dianggap perlu dan dapat digunakan sebagai bahan masukan dan dapat menunjang penerapan yang akan dilakukan dimasa mendatang.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Gambaran Umum Daerah

1. Kondisi Wilayah Administrasi Administratif Daerah



Gambar 2.1 Peta Administrasi Jakarta.

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta, 2022

Jakarta Pusat yang berada di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta mempunyai kekhususan sebagai pusat pemerintahan nasional, pusat keuangan dan bisnis. Jakarta Pusat sebagai kota ditempatkannya Monumen Nasional, Istana Negara, dan berbagai kantor pemerintahan pusat lainnya. Wilayah Jakarta Pusat merupakan salah satu wilayah administrasi dibawah pemerintah provinsi DKI Jakarta. Kota Administrasi Jakarta Pusat dipimpin oleh seorang walikota/Bupati. Wilayah Jakarta Pusat merupakan dataran rendah yang terletak sekitar 4 m di atas permukaan laut. Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 137 Tahun 2017, luas wilayahnya 48,13 km², serta mempunyai 173 saluran makro/ submakro yang digunakan sebagai sumber air, perikanan dan bisnis perkotaan. Dalam segi Ekonomi, Kondisi Pandemi Covid-19 saat ini menyebabkan pertumbuhan

ekonomi jakarta pusat mengalami kontraksi 0,64 persen dengan rata rata pengeluaran perkapita sebulan yaitu 23.888.623 Rupiah.

2. Kondisi geografis

Jakarta Pusat yang berada di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta mempunyai kekhususan sebagai pusat pemerintahan nasional, pusat keuangan dan bisnis. Jakarta Pusat sebagai kota ditematkannya Monumen Nasional, Istana Negara, dan berbagai kantor pemerintahan pusat lainnya. Wilayah Jakarta Pusat merupakan salah satu wilayah administrasi dibawah pemerintah provinsi DKI Jakarta. Kota Administrasi Jakarta Pusat dipimpin oleh seorang walikota/Bupati. Wilayah Jakarta Pusat merupakan dataran rendah yang terletak sekitar 4 m di atas permukaan laut. Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 137 Tahun 2017, luas wilayahnya 48,13 km², serta mempunyai 173 saluran makro/ submakro yang digunakan sebagai sumber air, perikanan dan bisnis perkotaan. Dalam segi Ekonomi, Kondisi Pandemi Covid-19 saat ini menyebabkan pertumbuhan ekonomi jakarta pusat mengalami kontraksi 0,64 persen dengan rata rata pengeluaran perkapita sebulan yaitu 23.888.623 Rupiah.

Kondisi Geografis Daerah Wilayah Jakarta Pusat secara geografis terletak pada posisi 106 58'18" Bujur Timur (BT) dan 5 19'12"-6 23' 54" Lintang Selatan(LS). Jakarta Pusat merupakan wilayah terkecil yang ada di provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta dengan luas daerahnya ± 48,13 Km².

Sebelah Utara	: Jakarta Utara
Sebelah Timur	: Jakarta Timur
Sebelah Selatan	: Jakarta Selatan
Sebelah Barat	: Jakarta Barat

3. Kondisi Demografi

Jakarta Pusat Kode Pos 10710. Pemerintahan Kota Administrasi Jakarta Pusat dibagi ke dalam 8 Kecamatan, yaitu Gambir Tanah Abang, Menteng, Senen, Cempaka Putih, Johar Baru, Kemayoran, Sawah Besar serta 44 kelurahan. Dari data sensus penduduk 2020 oleh Badan Pusat Statistik (BPS), didapatkan jumlah penduduk sebesar 1.056.896 jiwa dengan rasio

jenis kelamin penduduk laki laki terhadap perempuan sebesar 104. Dengan jumlah penduduk per kecamatan di Jakarta Pusat sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Luas Wilayah Kecamatan Kota Administrasi Jakarta Pusat.

Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)
Gambir	7,59
Tanah Abang	9,31
Menteng	6,53
Senen	4,22
Cempaka Putih	4,7
Johar Baru	2,37
Kemayoran	7,25
Sawah Besar	6,16

Sumber: BPS Provinsi DKI Jakarta,2022

Tabel 2. 2 Jumlah Penduduk Kecamatan Kota Administrasi Jakarta Pusat.

Kecamatan	Jumlah penduduk(Jiwa)
Gambir	92.445
Tanah Abang	177.250
Menteng	81.041
Senen	121.165
Cempaka Putih	94.334
Johar Baru	134.627
Kemayoran	241.601
Sawah Besar	123.997

Sumber: BPS Provinsi DKI Jakarta,2022

Dengan populasi yang tinggi namun luas wilayah yang relatif sempit pada provinsi DKI Jakarta perlu adanya Pengembangan Transportasi Publik yang menghubungkan satu tempat ketempat lainya agar tercipta keadaan yang terstuktur dan kondusif.

2.2 Kondisi Transportasi DKI Jakarta

Sebagai pusat aktivitas, DKI Jakarta memiliki kesibukan yang lebih dibandingkan kota lain yang ada di Indonesia. Sebagai pusat aktivitas tidak terlepas dari faktor transportasi yang menunjang segala aspek kehidupan. Sistem transportasi yang sudah ada di DKI Jakarta tentunya sudah setara dengan negara lainnya.

Dengan penduduk yang banyak, DKI Jakarta sedang menginginkan transportasi yang cepat dan efisien, oleh karena itu pemerintah mengkampanyekan tentang budaya menggunakan transportasi massal. Transportasi massal merupakan layanan angkutan penumpang oleh sistem perjalanan kelompok yang tersedia untuk digunakan oleh masyarakat umum. Penggunaan angkutan umum dinilai efektif dan efisien dalam hal mengurangi kemacetan yang ada di DKI Jakarta. Berikut angkutan massal yang ada di DKI Jakarta yaitu sebagai berikut.

1. Transportasi Berbasis Bus

Bus Rapid Transit atau disingkat dengan BRT atau Bus Raya Terpadu merupakan sistem transit massal berbasis bus yang memberikan mobilitas sebagai angkutan perkotaan. BRT mendeskripsikan transportasi sebagai transportasi dengan kapasitas tinggi. Transjakarta beroperasi sejak tahun 2004. Transjakarta memiliki rute terpanjang yaitu sepanjang 251,2 Km dan memiliki 260 halte yang tersebar dalam 13 koridor.

2. Transportasi Berbasis Kereta

Transportasi berbasis kereta atau berbasis rel merupakan transportasi yang sedang banyak digunakan di Jakarta. Transportasi kereta api adalah pemindahan penumpang dan barang di atas kendaraan beroda yang berjalan di atas rel, atau yang sering disebut perkeretaapian. Berikut transportasi perkeretaapian yang ada di DKI Jakarta:

a. Kereta Rel Listrik (KRL) *comutter Line*

KRL merupakan layanan kereta rel listrik yang dioperasikan oleh PT *Comutter line* Indonesia yang juga merupakan anak perusahaan PT. KAI dan telah beroperasi di Jakarta sejak 1952. Saat ini KRL melayani rute JABODETABEK serta lintas Yogyakarta-Solo dengan headway 5 – 60 menit melalui sebanyak 93 stasiun.

b. *Light Rail Transit* (LRT)

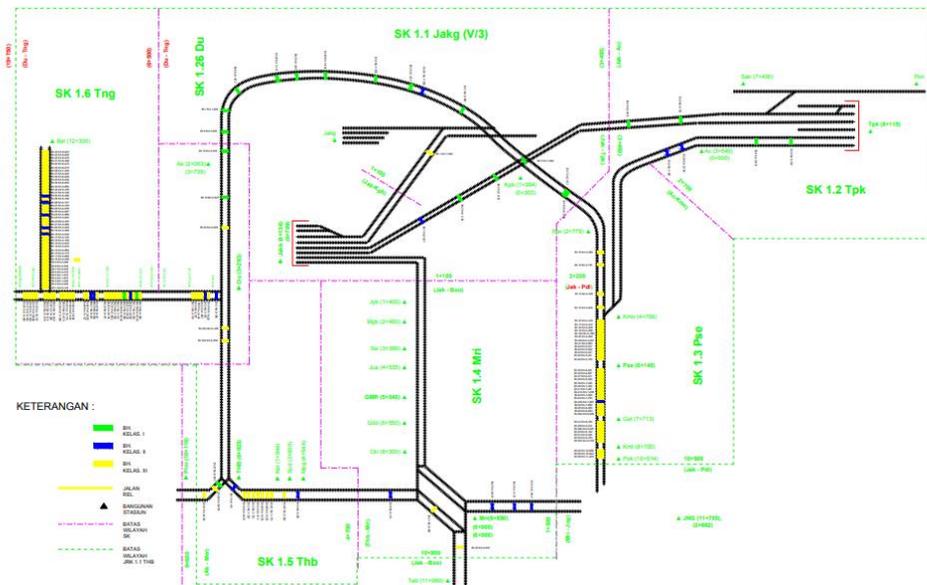
Light Rail Transit atau LRT merupakan salah satu sistem Kereta Api penumpang yang beroperasi dikawasan perkotaan yang konstruksinya ringan dan bisa berjalan bersama lalu lintas lain atau dalam listas khusus dengan sebutan *trem*. LRT Jakarta dimiliki dan dikembangkan oleh pemerintah Provinsi DKI Jakarta dan dioperasikan oleh PT Jakarta Propertindo yang mulai dibangun pada tahun 2016 dan beroperasi pada tahun 2019 dengan panjang jalur sejauh 5,8 Km dan enam stasiun. Adapula LRT JABODEBEK dengan lintas Jakarta-Bogor-Depok-Bekasi, LRT JABODEBEK merupakan milik Dirjen Perkerataapian dan sebagai Operatornya adalah PT.KAI yang akan beroperasi pada tahun ini.

c. *Mass Rapid Transit* (MRT)

Mass Rapid Transit atau MRT merupakan sistem transportasi angkutan cepat di Jakarta yang mulai dioperasikan sejak tahun 2019. Panjang jalur MRT yaitu sepanjang 15,7 Km dengan jumlah stasiun beroperasi adalah 13 stasiun. Proses pembanguana MRT dibagi menjadi beberapa fase, fase pertama sepanjang ±16 Km yang menghubungkan Terminal Lebak Bulus dengan Bundaran HI dengan 13 stasiun untuk 1 depo, Fase II sepanjang 11,8 Km yang menghubungkan Bundaran HI dengan Ancol Barat dalam pembangunan Fase II terdapat dua tahapan yaitu, IIA yaitu dengan membangun tujuh stasiun bawah tanah sedangkan IIB membangun dua stasiun bawah tanah.

2.3 Kondisi Wilayah Kajian

1. Kondisi Umum Resort 1.1 Tanah Abang



Gambar 2.2 Wilayah Kajian Resort Tanah Abang.

Sumber: Resort 1.1 Tanah Abang

Resort Jembatan 1.1 tanah abang adalah resort diwilayah Daerah Operasi 1 Jakarta yang salah satu tugasnya melakukan pemeliharaan dan menjamin kelaikan jembatan di wilayah kerjanya. Resort Jembatan 1.1 Tanah Abang dalam wilayah kerjanya memiliki tanggung jawab untuk memelihara jembatan dalam 14 koridor/lintas di wilayah Daerah Operasi 1 Jakarta ditampilkan pada tabel II.3 dibawah ini:

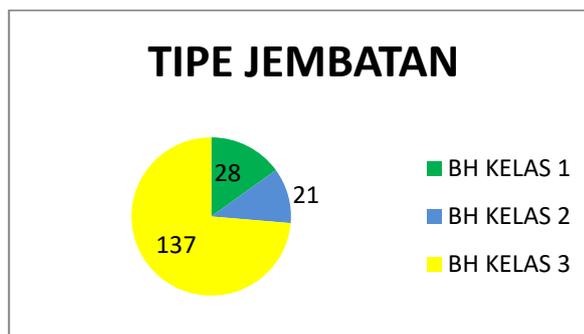
Tabel 2. 3 Bangunan Hikmat Wilayah kajian Resort Tanah Abang.

No. DLJ	Lintas/Koridor	BH kelas 1 (Unit)	BH Kelas 2 (Unit)	Bh Kelas 3 (Unit)	jumlah
1	JAKK-TPK	4	1	1	6
2	KPB-TPK	3	-	1	4
3	AC-TPK	1	-	2	3
4	JAKK-JNG	2	1	41	44
5	AK-THB	1	-	3	4

No. DLJ	Lintas/Koridor	BH kelas 1 (Unit)	BH Kelas 2 (Unit)	Bh Kelas 3 (Unit)	jumlah
6	KPB-AK	10	1	-	11
7	THB-MRI	-	4	8	12
8	THB-SRP	1	-	7	8
9	MRI-JNG	1	3	-	4
10	MRI-BOO	-	-	3	3
11	DU-TNG	3	3	32	38
12	AC-KMO	-	3	-	3
13	TPK-KMO	2	-	-	2
14	BPR-BST	-	5	39	44

Sumber: Resort 1.1 Tanah Abang

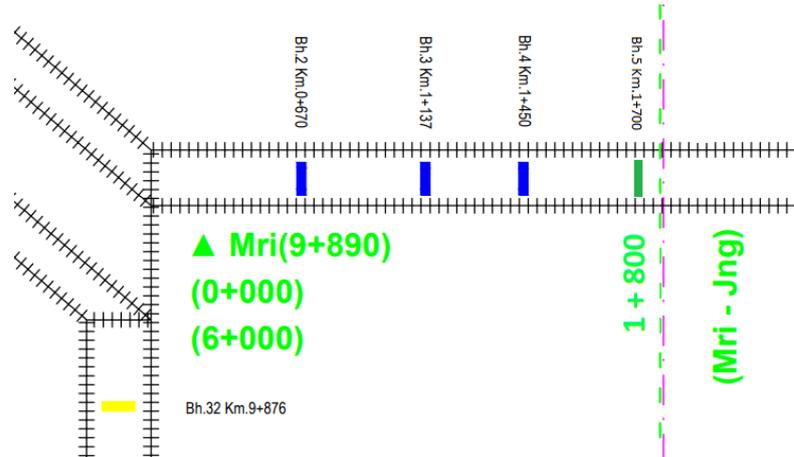
Jembatan di wilayah resort 1.1 Tanah Abang dibagi menjadi tiga jenis yaitu jembatan baja (Kelas 1), jembatan beton (Kelas 2), dan jembatan kecil (kelas 3)



Gambar 2.3 Tipe Jembatan resort 1.1 Tanah Abang

Sumber : hasil Analisis, 2022

Dalam tabel diatas pada lintas Manggarai - Jtinegara terdapat 4 unit Bangunan hikmat 3 diantaranya adalah jembatan beton dan 1 adalah jembatan baja yaitu Bh 5 Km 1+700 antara Mri-Jng yang akan dibahas terkait kondisi dan lendutan.



Gambar 2.4 Bangunan Hikmat Lintas Manggarai - Jatinegara.

Sumber: Resort 1.1 Tanah Abang

Berdasarkan 3 jenis jembatan yang telah disebutkan, dapat dilihat secara rinci jumlah jembatan yang ada di lintas Manggarai - Jatinegara dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

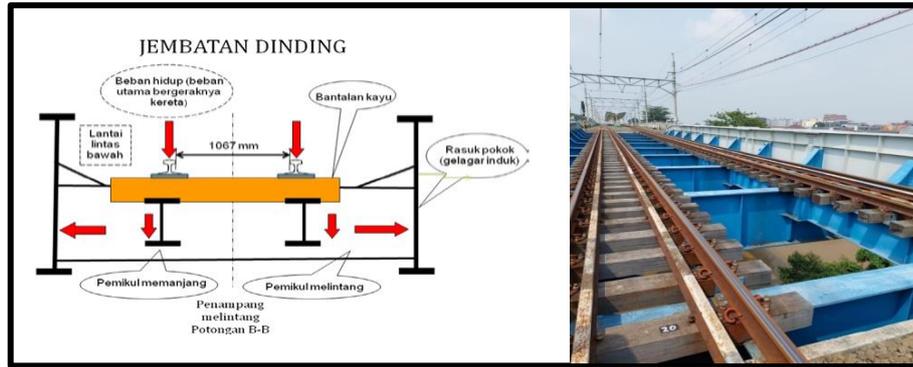
Tabel 2. 4 Kasifikasi Jembatan Kereta Api Lintas Mri - Jng.

No. Bh	Letak	Koridor	Komponen Aset	Kelas Jembatan	Bentang (meter)	Jenis bantalan
2	0+670	MRI - JNG	Jembatan beton	2	17	Beton
3	1+137	MRI - JNG	Jembatan Beton	2	13	Beton
4	1+450	MRI - JNG	Jembatan Beton	2	20	Beton
5	1+700	MRI - JNG	Jembatan Baja	1	40	kayu

Sumber: Resort 1.1 Tanah Abang

2. Kondisi jembatan pada Bh.5 Km 1+700 lintas Manggarai - Jatinegara

Pada Bh 5 km 1+700 lintas Mri-Jng adalah jembatan baja tipe dinding pelat dengan bentang 40 meter. Jembatan Dinding adalah jembatan dimana beban hidup yang diterima bantalan tidak langsung diteruskan ke rasuk pokok. Beban hidup dari bantalan diterima pemikul memanjang selanjutnya pemikul melintang dan diteruskan ke rasuk pokok (gelagar induk).



Gambar 2.5 Komopnen Jembatan Dinding.

Sumber : Prasarana jalan rel dan jembatan

Jembatan baja tersebut tergolong jembatan baru pada tahun 2018 dengan komponen komponen dan klasifikasi disajikan sebagai berikut.

Tabel 2. 5 Data Letak jembatan Bh 5 Km 1+700 antara Mri-Jng.

No BH		5		
Letak KM		1+700		
Koridor		Mri-Jng		
Bentang (m)		40,4		
Bangunan atas	Jenis		dinding plat	
	No. Seri		B.no. 438	
	Volume	Berat (kg)	248.963,42	
		Cat (m ³)	1247	
	Jumlah	Bantalan	70	70
		Baut sindik	164	166
Bangunan bawah	Pangkal pas. Beton (m ³)		120	
	Pilar pas. Beton (m ³)		69	
Dipasang	Tahun		2018	
	RM		1921	
Kali/sungai		Ciliwung		

Sumber : Data Letak Jembatan Resort 1.1 Tanah Abang

3. Track Quality Index

Berikut merupakan kondisi berdasarkan hasil KA Ukur EM-120 pada jembatan di Lintas Manggarai - Jatinegara.

Tabel 2. 6 Hasil KA ukur pada jembatan lintas Manggarai - Jatinegara.

Trip Pengukuran	Resort	Km	+	Hm	/	Km	+	Hm	Type	TQI
Mri-Jng	1.1 Thb	0	+	670	/	0	+	687	BH	40,4
Mri-Jng	1.1 Thb	1	+	137	/	1	+	150	BH	42,7
Mri-Jng	1.1 Thb	1	+	450	/	1	+	470	BH	39,9
Mri-Jng	1.1 Thb	1	+	700	/	1	+	740	BH	41,3

Sumber: resort 1.1 Tanah Abang

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai analisis pengukuran lendutan pada jembatan lintas Manggarai - Jatinegara merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya. Namun ada beberapa penelitian yang relevan dan hubungannya dengan penelitian yang dilakukan, antara lain sebagai berikut:

1. Yohanes Murwanto (2018), "Kajian Nilai Lendutan Pada Jembatan Rangka Baja (Study Kasus Jembatan Rangka Baja Bika Kabupaten Kapuas Hulu) " yang membahas tentang penilaian kondisi sesuai dengan *Bridge management system* (BMS) yaitu minimal 1 tahun sekali. Tujuan penulisan ini mengkaji lendutan yang terjadi akibat beban uji dan penilaian kondisi untuk tindakan penanganan yang diperlukan menggunakan metode deskriptif yang menggambarkan kondisi yang ada pada jembatan.
2. M. Yusra Adrian (2018) "Analisis Lendutan Struktur Jembatan Jalan Raya Dengan Sistem Balok Beton Prategang" yang membahas tentang lendutan tipe jembatan beton prategang. Dengan tujuan membandingkan lendutan 3 tipe balok girder (balok girder I persegmental, balok girder I sistem kontinu, dan balok girder sistem kontinu).
3. Raka Putra Ismayana (2019) "Perkuatan Struktur Jembatan Kereta Api Rangka Baja Tipe Warren Bentang 42 Meter" Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis dan mengkaji perbandingan perilaku struktur rangka atas jembatan sebelum dan setelah dilakukan perkuatan dengan besar tegangan akibat penurunan mutu baja 30%. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan alternative dalam perkuatan jembatan rangka baja tipe warren setelah mengalami penurunan mutu baja sebesar 30%.

4. Teguh Jaya (2018) "Perbandingan Jembatan Rangka Baja Kereta Api dengan sistem Busur Atas Dan Bawah" membahas mengenai perbandingan keefektifan serta nilai ekonomis jembatan kereta api. dengan memperhatikan nilai lendutan dari akibat beban masing - masing jenis jembatan tersebut.

3.2 Aspek legalitas

Dasar hukum perawatan jalan rel dan jembatan kereta api saat ini antara lain:

1. Undang - Undang Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian
 - a. Pasal 65
 - 1) Penyelenggara prasarana perkeretaapian wajib merawat prasarana perkeretaapian agar tetap laik operasi
 - 2) Perawatan prasarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a) Perawatan berkala; dan
 - b) Perbaikan untuk mengembalikan fungsinya.
 - 3) Perawatan prasarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) wajib memenuhi standard an tata cara yang ditetapkan oleh menteri.
 - 4) Perawatan prasarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (2) wajib dilakukan oleh tenaga yang memenuhi syarat dan kualifikasi yang ditetapkan oleh menteri
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian.
 - a. Pasal 173
 - 1) Perawatan prasarana perkeretaapian meliputi perawatan berkala dan perbaikan untuk mengembalikan fungsinya.
 - 2) Perawatan berkala dilakukan secara rutin dan sesuai standa dan tata caara perawatan yang diterapkan oleh menteri.

- 3) Penyelenggara perkeretaapian wajib secepatnya melakukan perbaikan untuk mengembalikan fungsinya.
3. Peraturan Menteri No. 32 Tahun 2011 Tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian
 - a. Pasal 8
 - 1) Perawatan jalur kereta api terdiri dari perawatan berkala dan perbaikan untuk mengembalikan fungsi.
 - 2) Perawatan berkala sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tentang perawatan berkala merupakan tindakan pencegahan (preventif) dan/atau penggantian sesuai dengan umur teknis yang terdiri dari: harian, bulanan, dan tahunan.
 - 3) Perbaikan untuk mengembalikan fungsinya sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tentang perbaikan untuk mengembalikan fungsinya merupakan perbaikan (korektif) yang terdiri dari:
 - a) Klasifikasi A (berat): Perbaikan atau penggantian material, komponen, dan sistem yang mengganggu operasional kereta api
 - b) Klasifikasi B (sedang): Perbaikan atau penggantian material, komponen, dan sistem yang dapat mengganggu operasional kereta api
 - c) Klasifikasi C (ringan): Perbaikan atau penggantian material, komponen, dan sistem yang tidak mengganggu operasional kereta api
 4. Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 Tentang persyaratan Teknis jalur Kereta Api
 - a. Sistem jembatan harus memenuhi
 - 1) Beban gandar
 - 2) Lendutan

- 3) Stabilitas konstruksi; dan
 - 4) Ruang bebas
- b. Beban gandar yang digunakan sebagai dasar perencanaan harus sesuai dengan klasifikasi jalurnya dan beban terbesar dari sarana perkeretaapian yang dioperasikan.
- c. Pembebanan yang digunakan dalam perencanaan struktur.
- 1) Beban mati
Beban mati adalah beban total komponen jembatan sendiri
 - 2) Beban hidup
Beban hidup yang digunakan adalah beban gandar terbesar sesuai skema rencana muatan. Bisa digunakan rencana muatan 1921 (RM 21).
 - 3) Beban kejut
Beban kejut diperoleh dengan mengalikan faktor i terhadap beban kereta.
 - 4) Beban horizontal
Beban horizontal meliputi: Beban sentrifugal, beban lateral kereta, beban rem dan traksi, beban rel panjang longitudinal, beban angin, beban gempa, beban air, beban tanah aktif.
- d. Lentutan didefinisikan sebagai besaran penyimpangan (*deflection*) yang tidak boleh melebihi persyaratan koefisien terhadap panjang teoritis
- 1) Koefisien lentutan jembatan baja, dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Koefisien lentutan maksimum jembatan baja.

jenis	Gelagar			Rangka Batang
	L(m)	L < 50	L ≥ 50	
Jenis keeta	L(m)	L < 50	L ≥ 50	Seluruh rangka

jenis	Gelagar			Rangka Batang	
	Lokomotif		L/800		L/700
Kereta listrik atau kereta	V (km/h)	V < 100	L/700		
		100 < V ≤ 130	L/800	L/700	
		100 < V ≤ 130	L/1100	L/900	

Sumber : PM 60 Tahun 2012

- 2) Koefisien lendutan jembatan beton, sebagaimana tersebut dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2 Koefisien lendutan maksimum jembatan beton.

Beban lokomotif	Bentang L (m)		L < 50		L ≥ 50
			L/800		L/700
	Bentang L (m)		L ≤ 20	20 < L < 50	L ≥ 50
Kereta penumpang dan kereta diesel	Untuk satu kereta	Kecepatan maksimum V (km/jam)	V < 100	L/700	
			100 < V ≤ 130	L/800	L/700
			130 < V ≤ 160	L/1110	L/900

			Bentang L (m)	$L \leq 20$	$20 < L < 50$	$L \geq 50$
Kereta penumpang dan kereta diesel	Untuk dua rangkaian atau lebih	Kecepatan maksimum V (km/jam)	$V < 100$	L/800	L/850	L/700
			$100 < V \leq 130$	L/1000	L/1100	L/900
			$130 < V \leq 160$	L/1300	L/1400	L/1200

Sumber : PM 60 Tahun 2012

3) Koefisien lendutan jembatan komposit adalah $L/1000$ panjang teoritis

e. Stabilitas

1) Stabilitas konstruksi untuk jembatan bagian atas adalah kekuatan konstruksi yang diperhitungkan dari jumlah pembebanan dan kombinasi pembebanan

2) Stabilitas konstruksi untuk jembatan bagian bawah adalah kapasitas daya dukung tanah dan kekuatan konstruksi yang diperhitungkan dari jumlah kombinasi pembebanan yang terdiri dari beban-beban vertikal jembatan bagian atas, beban horizontal (gempa, angin, tekanan tanah, tekanan air), dan momen guling.

f. Persyaratan komponen

Sedangkan dalam persyaratan komponen, komponen jembatan terdiri dari konstruksi jembatan bagian atas, konstruksi jembatan bagian bawah, dan konstruksi pelindung.

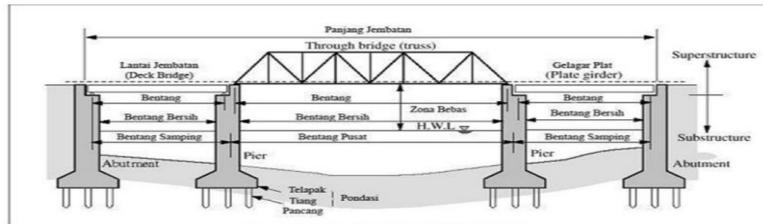
3.3 Aspek Teoritis

1. Jembatan Kereta Api

Jembatan adalah suatu konstruksi penghubung dua buah lokasi yang terputus/terhalang oleh adanya sungai, lembah, bangunan vital dan lain-lain sehingga akses jalan tersebut menjadi lancar. Menurut Ir.H.J.Struyk dan Prof.Ir.K.H.C.W.Van der Veen (Jembatan, Pradnya Paramita, Jakarta 1984), jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Jika jembatan itu berada diatas jalan lalu lintas biasa dinamakan viaduct. Menurut Ir. Iman Subarkah (Jembatan Baja, Idea Dharma, Bandung 1979),jembatan ialah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang saluran air, lembah atau menyilang jalan lainnya yang tidak sama tinggi permukaannya dan lalu lintas jalan itu tak terputus karenanya.

Jembatan pada umumnya terdiri dari tiga bagian yang membentuk struktur jembatan.

- b. Struktur atas yang berupa lantai jembatan, gelagar, rangka (untuk jembatan rangka/truss bridge) ataupun kabel baja (untuk jembatan suspension atau cable stayed bridge).
- c. Struktur bawah jembatan yang berupa pilar jembatan (pada bentang pendek tidak perlu) yang berfungsi mengurangi bentang efektif jembatan dalam menahan beban dan abutment yang berfungsi menahan pergerakan lateral keseluruhan struktur jembatan.
- d. Struktur pondasi jembatan yang berfungsi mendistribusikan beban yang diterima dari struktur atas ke pilar kemudian menuju ke pondasi. Pondasi berfungsi menahan konsolidasi/penurunan struktur jembatan, pergerakan lateral dan puntir pada jembatan.



Gambar 3.1 Bagian Struktur dan Tipikal Jembatan.

Sumber : Teknik Jembatan dan Terowongan Kereta Api

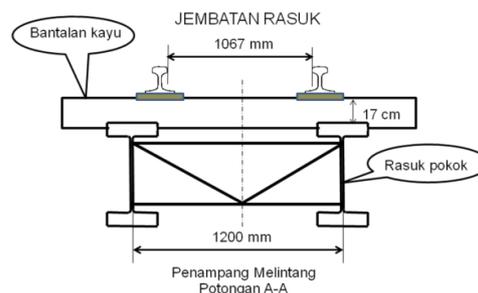
Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No 60 Tahun 2012, sistem konstruksi jembatan kereta api ada 3 (tiga) yaitu jembatan baja, jembatan beton, jembatan komposit (jembatan campuran antara beton dan baja).

2. Jembatan Baja

Jembatan baja merupakan salah satu dari bangunan atas jembatan (*super-structure*) secara umum dibagi dalam 2 jenis, yaitu Jembatan Rasuk dan Jembatan Dinding, disamping itu masih ada beberapa jembatan baja dengan type lain atau type khusus sebagai jembatan istimewa. Berikut ini adalah bagan beberapa jenis jembatan baja.

a. Jembatan rasuk

Jembatan Rasuk adalah jembatan dimana beban hidup yang diterima bantalan langsung diteruskan ke rasuk pokok (gelagar induk).



Gambar 3.2 Komponen Jembatan Rasuk.

Sumber : Prasarana jalan rel dan jembatan

Terdapat beberapa jenis jembatan rasuk diantaranya sebagai berikut.

- 1) Jembatan rasuk profil atau dlurung, bentang 2–10 m



Gambar 3.3 Jembatan Rasuk Profile Atau Dlurung.
Sumber :Prasarana jalan rel dan jembatan, KAI

- 2) Jembatan rasuk dengan rel tenggelam (tanpa bantalan kayu), bentang 2–10 m



Gambar 3.4 Jembatan Rasuk Dengan Rel Tenggelam.
Sumber :Prasarana jalan rel dan jembatan, KAI

- 3) Jembatan rasuk pelat, bentang 10–20 m.



Gambar 3.5 Jembatan Rasuk Pelat.
Sumber :Prasarana jalan rel dan jembatan, KAI

- 4) Jembatan rasuk rangka, bentang 15–20 m.



Gambar 3.6 Jembatan Rasuk Rangka.
Sumber :Prasarana jalan rel dan jembatan, KAI

- b. Jembatan dinding

Jembatan Dinding adalah jembatan dimana beban hidup yang diterima bantalan tidak langsung diteruskan ke rasuk pokok. Beban hidup dari bantalan diterima pemikul memanjang selanjutnya pemikul melintang dan diteruskan ke rasuk pokok (gelagar induk).



Gambar 3.7 Komponen Jembatan Dinding.
Sumber :Prasarana jalan rel dan jembatan, KAI

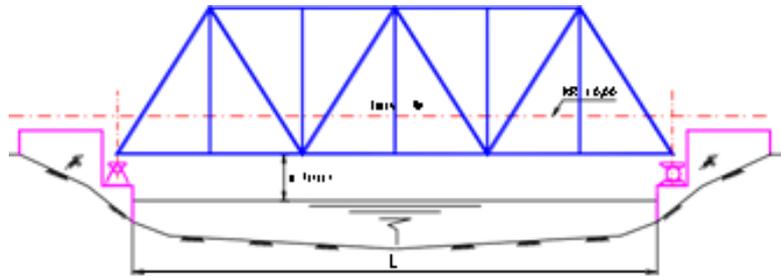
Terdapat beberapa jenis jembatan dinding diantaranya sebagai berikut.

- 1) Jembatan dinding pelat, bentang 6–25 m.



Gambar 3.8 Jembatan Dinding Pelat.
Sumber: Prasarana Jalan rel dan jembatan, KAI

- 2) Jembatan dinding rangka terbuka dengan lantai lintas bawah, bentang 15–25 m.



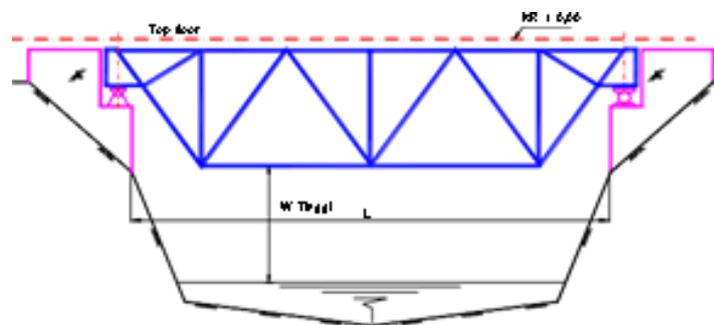
Gambar 3.9 Jembatan Dinding Rangka Terbuka Lantai Lintas Bawah.
Sumber: Prasarana Jalan rel dan jembatan, KAI

- 3) Jembatan dinding rangka tertutup dengan lantai lintas bawah, bentang 30–80 m.



Gambar 3.10 Jembatan Dinding Rangka Tertutup lantai lintas bawah.
Sumber: Prasarana Jalan rel dan jembatan, KAI

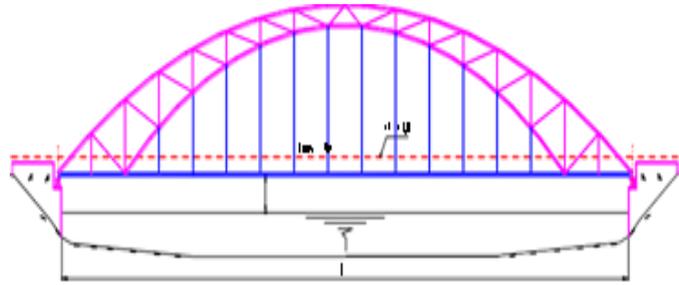
- 4) Jembatan dinding rangka dengan lantai lintas atas, bentang 25–30 m.



Gambar 3.11 Jembatan Dinding Rangka Lantai Lintas Atas.

Sumber: Prasarana Jalan rel dan jembatan, KAI

- 5) Jembatan dinding parabol, bentang 15–60 m.



Gambar 3.12 Jembatan Dinding Parabol.

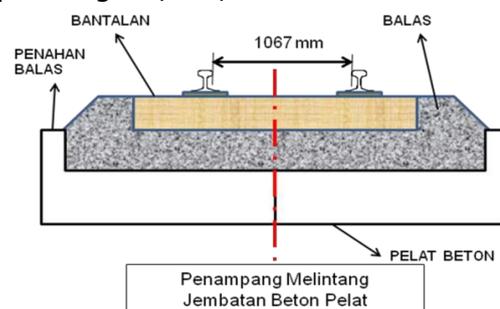
Sumber: Prasarana Jalan rel dan jembatan, KAI

3. Jembatan Beton

Jembatan beton sebagai konstruksi jembatan bangunan atas jembatan (super-structure) materialnya terbuat dari beton. Beton mempunyai kuat tekan yang besar sementara kuat tariknya sangat kecil, oleh karena itu untuk struktur jembatan beton; beton selalu dikombinasikan dengan tulangan baja untuk memperoleh kinerja yang tinggi, yaitu beton di desain untuk menerima tekan sedangkan baja untuk menerima tarik yang disebut beton bertulang (*reinforced concrete*); dan jika ditambah dengan baja yang ditegangkan dinamakan beton prategang (*prestressed concrete*); pada jembatan beton bertulang typelama tulangan baja menggunakan rel atau profil baja.

a. Jembatan beton bertulang (*reinforced concrete*)

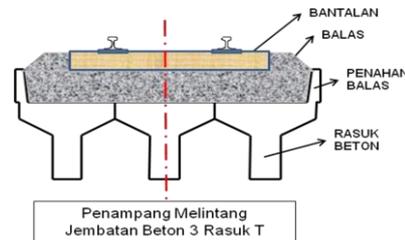
- 1) Jenis pelat, dengan tulangan beton dari rel, bentang antara 0,9 m sampai dengan 3,8 m;



Gambar 3.13 Komponen jembatan beton pelat.

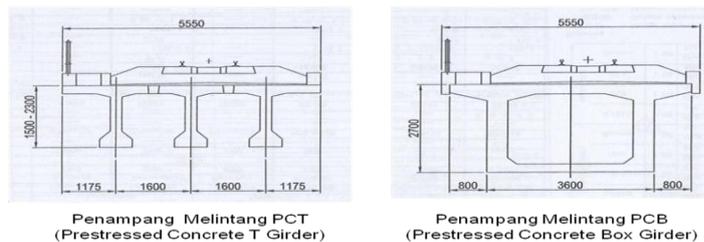
Sumber: Prasarana Jalan rel dan jembatan, KAI

- 2) Jenis rasuk, dengan tulangan beton dari profil baja, bentang antara 2,3 m sampai dengan 7,3 m sedangkan dengan tulangan baja beton, bentang sampai 11,3 m.



Gambar 3.14 Komponen Jembatan Beton Rasuk.
Sumber: Prasarana Jalan rel dan jembatan, KAI

- b. Jembatan beton prategang (*prestressed concrete*)
 - 1) Prestressed Concrete T girder (PCT) Bentang bervariasi antara lain 20 m, 25 m, 30 m.
 - 2) Prestressed Concrete Box girder (PCB) Bentang bervariasi antara lain 28,9 m; 34,9 m; 42,9 m.



Gambar 3.15 Jembatan Beton Prategang.

Sumber: Prasarana Jalan rel dan jembatan, KAI

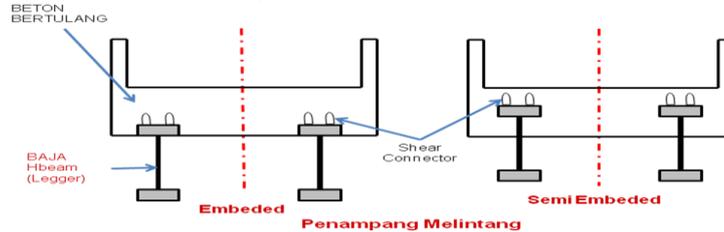
4. Jembatan Komposit

Jembatan komposit sebagai konstruksi jembatan bangunan atas jembatan (*super-structure*) materialnya merupakan suatu balok gabungan yaitu balok yang terdiri dari 2(dua) macam bahan dimana antara kedua bahan tersebut terdapat kerjasama sehingga merupakan suatu balok gabungan.

Antara beton dan baja dapat bekerjasama (dihubungkan dengan *shear connector*), balok baja menerima langsung beban hidup dan beban mati. Jembatan komposit terdiri 2 (dua) jenis, yaitu:

- a. *Embedded*, beton bertulang berada diatas flen Hbeam.

- b. Semi Embedded, flen dan sebagian web tertanam dalam balok beton.
Adanya 2 jenis jembatan komposit ini, disebabkan karena kebutuhan tinggi jagaan (waking).



Gambar 3.16 Komponen Jembatan Komposit.
Sumber: Prasarana Jalan rel dan jembatan, KAI

5. Klasifikasi pemeriksaan

Jenis-jenis pemeriksaan pada jembatan dapat dikategorikan kedalam berbagai pemeriksaan sebagai berikut.

a. Pemeriksaan umum

Pemeriksaan umum dilakukan secara berkala sesuai dengan siklus pemeriksaan yang ditetapkan

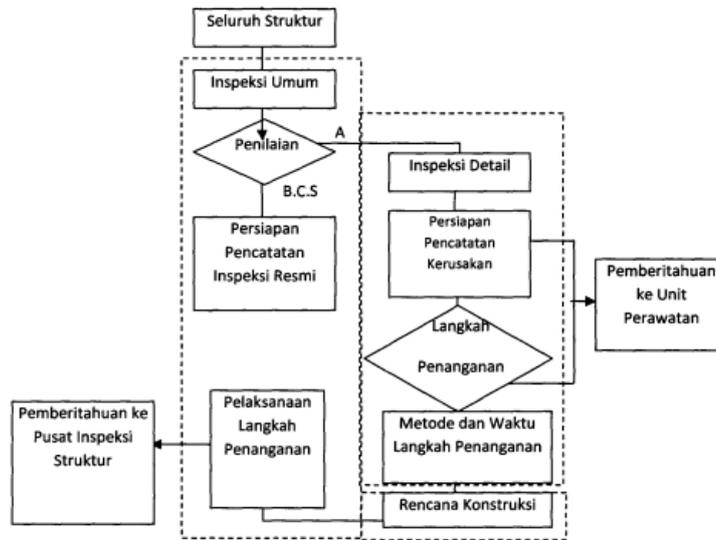
b. Pemeriksaan tambahan

Pemeriksaan tambahan dilakukan karena insiden luar biasa misalkan PLH, banjir, gempa bumi, dan hujan lebat

c. Pemeriksaan detail

Pemeriksaan yang dilakukan secara rinci dan menyeluruh pada tiap komponen jembatan. Pemeriksaan ini dilakukan jika pada pemeriksaan umum terdapat indikasi-indikasi kerusakan yang butuh perhatian khusus, seperti kerusakan pangkal/pilar/konstruksi pelindung yang disebabkan oleh aliran sungai atau ditemukan kerusakan dengan tingkat A.

Adapun bagan alir pemeriksaan pada jembatan sebagai berikut.



Gambar 3.17 Alir Pemeriksaan dan Perawatan Jembatan.

Sumber: PM No. 32 Tahun 2011

6. Pedoman Perawatan jembatan

Perawatan adalah suatu rangkaian kegiatan untuk mengembalikan kondisi dari suatu asset/barang menjadi sesuai dengan yang diinginkan/diharapkan, dilaksanakan secara berkesinambungan dengan kriteria – kriteria tertentu yang telah ditetapkan serta disusun berdasarkan prioritas.

Sebelum melakukan perawatan dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu. Menurut PM No. 32 tahun 2011 pemeriksaan dibagi menjadi tiga yaitu pemeriksaan umum (sesuai dengan siklus pemeriksaan yang ditetapkan), pemeriksaan tambahan (diperlukan setelah terjadi gempa atau hujan lebat), dan pemeriksaan detail (dilakukan jika dari hasil pemeriksaan harian, bulanan, tahunan, dan tambahan ditemukan kerusakan dengan tingkat A).

Perawatan bertujuan untuk mengembalikan fungsi komponen supaya tetap laik beroperasi. Pada PM No. 32 tahun 2011 tentang perawatan prasarana, tingkat kerusakan dapat diklasifikasikan dengan sistem A,B,C, dan S. Berikut tabel tingkat kerusakan:

Tabel 3.3 Klasifikasi Kerusakan jembatan.

Tingkat	Uraian	Langkah perbaikan
AA	Sangat berbahaya	Perbaikan segera
A1	Kritis	Tindakan cepat
A2	Sedikit rusak	Perbaikan terjadwal
B	Hampir kritis	Inspeksi ekstensif
C	Beresiko	Perhatian tetap
S	Aman (cukup)	Tanpa tindakan

Sumber: Manajemen Perawatan Jembatan, KAI

Tingkat kerusakan yang terjadi pada sebuah jembatan kereta api dapat dilakukan perawatan berdasarkan prioritas yang telah ditentukan pada tabel diatas, sesuai dengan jenis perawatan yang akan dilakukan. Pada buku saku manajemen perawatan jembatan, jenis perawatan jembatan terdiri dari perawatan andas baja, perawatan andas beton, Perawatan baja/paku sumbat/baut mutu tinggi, Perawatan cat, Pangkal/pilar, Hidroika sungai, dan Penyetelan jembatan

Adapun interval dalam pemeriksaan dan perawatan jembatan dijelaskan dalam tabel 3.3 dan tabel 3.4

Tabel 3.4 Interval pemeriksaan dan perawatan jembatan bulanan.

NO	Komponen	Aktivitas	Frekuensi
1.	Lingkungan di sekitar jembatan	Pembersihan	3 bulanan
2.	Konstruksi bagian atas		
a.	Drainase	Pemeriksaan/normalisasi pipa/saluran air	6 bulanan
b.	Andas baja	Pemeriksaan dan perawatan	6 bulanan

NO	Komponen	Aktivitas	Frekuensi
		Pelumasan/lubrikasi (andas hidup)	6 bulanan
c.	Andas beton	Pemeriksaan dan perawatan	6 bulanan
3.	Konstruksi Pelindung	Pemeriksaan dan perawatan	6 bulanan
4.	Hidrolika sungai	Pengukuran duga sungai	6 bulanan
		Pemeriksaan gerusan dasar sungai	

Sumber: Manajemen Perawatan Jembatan, KAI

Tabel 3.5 Interval pemeriksaan dan perawatan tahunan

NO	Komponen	Aktivitas	Frekuensi
1.	Struktur bagian atas		
a.	Konstruksi pokok	Pemeriksaan dan perawatan	1 tahunan
		Pengukuran lendutan	1 tahunan
		Pemeriksaan korosi (baja)	1 tahunan
		Pemeriksaan retakan	1 tahunan
		Pemeriksaan selimut beton	1 tahunan
		Pemeriksaan tulangan beton	5 tahunan
		Pemeriksaan kekuatan	5 tahunan
b.	Elastomer bearing	Pemeriksaan	5 tahunan
c.	Baut/paku sumbat	Pemeriksaan dan perawatan	1 tahunan
d.	Cat (baja)	Pengecatan penyeluruh	5 tahunan
2.	Struktur bagian bawah		

NO	Komponen	Aktivitas	Frekuensi
a.	Pondasi	Pemeriksaan dan perawatan	1 tahunan
		Pemeriksaan stabilitas	5 tahunan
b.	Pangkal/pilar	Pemeriksaan dan perawatan	1 tahunan
		Pemeriksaan korosi (baja)	1 tahunan
		Pemeriksaan retakan	1 tahunan
		Pemeriksaan selimut beton	1 tahunan
		Pemeriksaan tulangan beton	5 tahunan
		Pemeriksaan kekuatan	5 tahunan

Sumber: Manajemen Perawatan Jembatan, KAI

Pada tiap-tiap jenis perawatan yang dilakukan, komponen yang mengalami kerusakan memiliki kriteria kerusakan sebagai standar perawatan jembatan baja.

a. Kriteria kerusakan andas baja

- 1) Andas baja dilaporkan rusak apabila andas baja koclak dan tampak bergetar ketika dilewati KA.
- 2) Andas baja sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya (pada andas hidup tidak dapat bergerak satu sama lain).

b. Kriteria kerusakan andas beton

- 1) Pasangan di sekeliling andas beton tampak pecah-pecah dan kepingan pecahan terlepas dari adukan.
- 2) Adukan pasangan disekeliling andas beton bocor dan air dapat merembes masuk.
- 3) Andas beton rengat, pecah, atau putus.

c. Kriteria kerusakan baja dan paku sumbat

1) Baja

- a) Baja dimakan karat sehingga luas penampang bersih

telah berkurang sebesar 20%.

- b) Baja sampai berlubang karena dimakan karat.
- c) Baja bengkok karena peristiwa luar biasa.
- d) Kepala paku sumbat dimakan karat sehingga kurang lebih 50%.
- e) Paku sumbat koclak.

2) Kriteria kerusakan cat

- a) Timbul bintik-bintik karat berwarna coklat pada cat.
- b) Cat retak-retak.
- c) Cat melepuh.
- d) Cat mengelupas/terlepas.

d. Kriteria kerusakan pangkal/pilar

1) Rusak ringan

- a) Plesteran terkelupas, retak-retak.
- b) Terdapat tanaman/lumut/jamur yang tumbuh.
- c) Cacat/kerusakan ringan pada penahan balas.

2) Rusak sedang

- a) Penahan balas retak/pecah sedemikian rupa sehingga balas tidak terlindung dan dapat membahayakan tubuh baan.
- b) Adanya gejala erosi pada tebing sungai di hulu atau hilir dan sekitarpangkal.
- c) Adanya gejala penggerusan dasar sungai perubahan sifat yang dapat mengganggu kestabilan pangkal/pilar.
- d) Kerusakan pada bangunan pengendalian sungai seperti perkuatanlereng atau krib.

3) Rusak berat

- a) Pangkal/pilar mengalami pecah-pecah, tergogos, amblas, dan miring.

b) Longsornya tebing sungai disekitar pangkal/pilar jembatan.

e. Kriteria kerusakan hidrolika sungai

- 1) Aliran sungai mengalami perubahan yang dapat menyebabkan ancaman langsung terhadap pondasi pangkal/pilar
 - 2) Aliran sungai yang mempunyai kecenderungan akan mengancam kedudukan pondasi pangkal/pilar
- Pedoman perbaikan hidrolika sungai memiliki 2 aspek yaitu, perbaikan yang bersifat koreksi dan perbaikan yang bersifat proteksi.

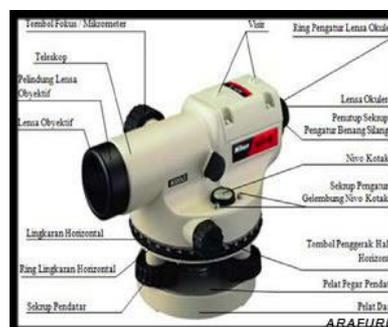
a) Perbaikan yang bersifat koreksi

Perbaikan yang bersifat koreksi diterapkan pada aliran sungai yang sudah mengalami perubahan sehingga menyebabkan ancaman langsung terhadap pondasi pangkal/pilar yang harus dengan segera ditangani.

b) Perbaikan yang bersifat proteksi

Perbaikan yang bersifat proteksi diterapkan pada aliran sungai yang mempunyai kecenderungan akan mengancam kedudukan pondasi pangkal/pilar.

3. Cara penggunaan waterpass



Gambar 3.18 Komponen Waterpass.

Sumber: <https://muhammadalif.wordpress.com>, diakses juni 2022

- a. Siapkan alat yaitu waterpass, bak ukur, dan tripod.
 - b. Letakkan waterpass diatas tipod.
 - c. Pastikan posisi garis mendatar diafragma sejajar dengan sumbu I.
 - d. Aturilah sekrup A, B, dan C supaya gelembung nivo berada di tengah.
 - e. Tarulah bak ukur di suatu tempat yang akan diukur elevasinya
 - f. Arahkan waterpass kearah objek
 - g. Atur tombol focus/mikrometer
4. Alat Kerja pemeriksaan

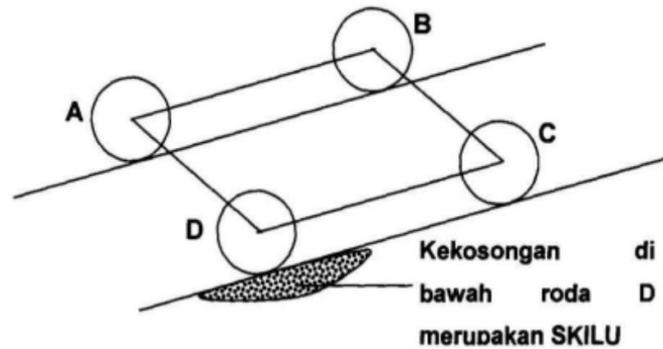
Alat inpeksi terdiri dari dua macam yaitu perangkat manual, terdiri dari waterpass dan bak ukur, APD, kamera, alas tulis untuk membuat sketsa an keterangan, teropong, kaca pembesar, perangkat palu dan pengetukan, alat ukur pita, potongan tegak lurus, dan lain-lain serta perangkat tidak merusak di lapangan, terdiri atas tes ketebalan pelat, ketebalan cat, alat uji pengetukan atau pemaluan batu biasa dan paku keeling, tes penetrasi cat, dan tes radiografi.

3.4 Aspek Teknis

1. Perhitungan Skilu

Skilu adalah perbedaan pertinggian yang sebenarnya antara 2 titik sepanjang 3 m (dalam praktik 6 bantalan). Empat roda dari suatu sumbu (bogie atau pasangan roda gerbong) harus sebidang. Bila pada suatu rel terdapat penurunan oleh karena angkatan yang tidak baik, roda yang lewat pada tempat penurunan tidak akan menyentuh rel karena roda tersebut tetap sebidang dengan tiga roda lainnya. Kerusakan ini berbahaya karena dapat menyebabkan roda anjlog (bila ditambah dengan keadaan buruk lainnya dari kekakuan sumbu bogie pergerakan mengayun dan lainnya).

Berikut adalah gambar skilu yang terdapat pada gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.19 Skilu Jalan Rel.

Sumber: PM No. 60 Tahun 2012

Berikut ini merupakan batas – batas dari skilu:

1. 4 mm/m (12mm/3m - 6 bantalan) ---> $V < 60$ Km/Jam.
2. 3 mm/m (9 mm/3m - 6 bantalan) ---> $60 \text{ Km/Jam} < V < 90$ Km/Jam.
3. 2.5 mm/m (7mm/3m - 6 bantalan) ---> $V > 90$ Km/Jam.

2. Pengukuran kontra lendut

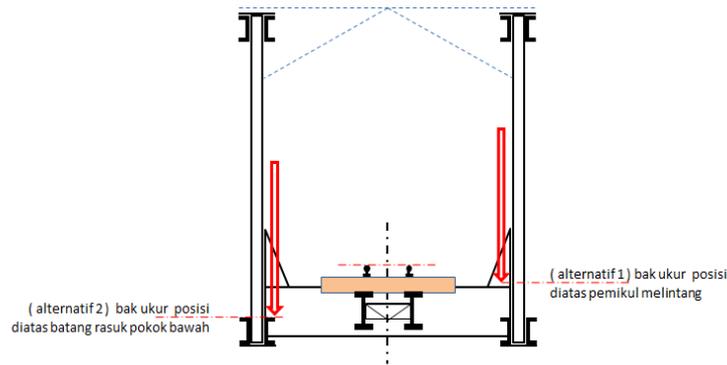
Pengukuran lendutan dilakukan pengukuran siklus satu tahun sekali dengan acuan tidak boleh melebihi batas koefisien sesuai pada Peaturan Menteri Perhubungan No. 32 Tahun 2011 tentang standar dan tata cara perawatan prasarana perkeretaapian.



Gambar 3.20 Waterpass.

Sumber: <https://muhammadalif.wordpress.com>, diakses juni 2022

Untuk menghitung elevasi secara vertical Pengukuran lendutan dilakukan dengan menggunakan waterpass. Dalam pemasangan lokasi bak ukur, posisi bak ukur memperhatikan plat sambung dan plat perkuatan pada setiap pemikul melintang. Ada dua alternatif pemasangan bak ukur. Alternatif pertama pemasangan bak ukur di atas pmikul melintang dan alternatif kedua bak ukur dipasang diatas batang rasuk pokok bawah seperti pada gambar 3.21 berikut.



Gambar 3.21 pemasangan bak ukur Pada Jembatan.

Sumber: pengukuran kontra lendut KAI

Lakukan dan pastikan pengukuran selisih tinggi konstruksi dari kop rel yaitu pengukuran kop rel ke pemikul melintang dan pengukuran kop rel ke rasuk pokok bawah.

Dalam pengukuran menggunakan waterpass menggunakan batas kiri (Batas Tengah pertama) sebagai TP dan TE batas kiri. Dalam penggunaan bak ukur harus diperhatikan posisi bak ukur pada bagian kiri/kanan, jangan sampai terbalik dengan no urutan pemikul melintang. Dalam pembacaan waterpas diketahui.

$$BT = \frac{(BA + BT)}{2}$$

BA : batas atas

BT : batas tengah

BB : batas bawah

Dalam kondisi tertentu yaitu dimana bentang jembatan adalah bentang panjang atau lebih dari 2 bentang maka dibutuhkan pindah

pesawat untuk mengetahui selisih dan beda tinggi antara pangkal dan pilar. Kalibrasi pemindahan pesawat sangat dibutuhkan minimal 2 titik terakhir dengan rumus:

$$KALIBRASI = (elev. Psw X) + (BT Psw X + 1)$$

Dalam pengukuran lendutan dilakukan pada arah aliran hulu dan hilir sungai.

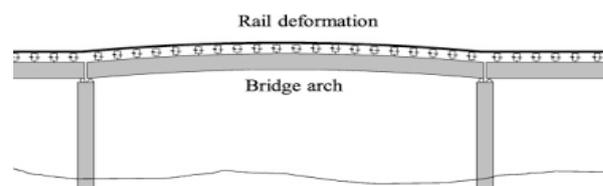


Gambar 3.22 Pengukuran Lendutan Bh 5.

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022

3. Perhitungan Camber Jembatan

Camber (kontra lendut) diterapkan pada gelagar jembatan kereta api untuk mempersiapkan defleksi oleh berbagai beban pada konstruksi atau operasi kereta api. Dalam dunia teknik struktur, camber dikenal memiliki sedikit busur atau belokan yang diinduksi pada balok. Camber positif adalah ketika ada punuk di tengah balok, dengan bentuknya menyerupai kerutan.



Gambar 3.23 Skema Camber Pada Jembatan

Sumber : Prasarana jalan rel dan jembatan.

Camber diukur dengan mengambil posisi relatif dari lokasi girder yang dinominasikan dengan mengacu pada titik akhir yaitu, rata-rata. pembacaan yang diambil pada titik akhir gelagar akan menjadi referensi untuk pengukuran camber. pada titik-titik lain dari gelagar. Secara praktek camber disediakan di jembatan gelagar

baja untuk mengimbangi efek defleksi di bawah beban bergerak moving load.

Dalam pengukuran toleransi tiap bentang pada camber jembatan kereta api dipakai acuan standar toleransi dari Japanese National Railways

$$\delta_{camber(max)} = 3 + 0,15L$$

$$\delta_{camber(min)} = -(3 + 0,05L)$$

Penghitungan camber dilakukan dengan mempertimbangkan dua faktor, faktor yang pertama adalah kondisi saat jembatan menerima beban dan yang kedua yaitu pada saat camber dalam keadaan bebas stress dengan kata lain kondisi dimana camber tidak menerima beban.

Pengukuran tinggi elevasi (TE) dilakukan setelah pengukuran camber dari kedua arah dengan melakukan pengurangan dari hasil pengukuran camber bentang melintang pertama dengan bentang melintang lainnya

Dari hasil elevasi tersebut dapat dihitung kondisi camber atau kontra lendut eksisting baik dalam keadaan statis (jembatan tidak menerima beban) dan dinamis (jembatan saat menerima beban).

$$\text{nilai zee g} = \text{elevasi} - \Delta.Hx$$

Setelah hasil pengukuran dan nilai kontra lendut didapat lalu dibandingkan dengan nilai toleransi camber sesuai Japanese National Railways.

4. *Track Quality Index*

Track Quality Index (TQI) adalah index kualitas jalan rel berdasarkan kondisi geometrinya. Index ini didapatkan dengan menjumlahkan 4 (empat) parameter pengukuran, yaitu angkatan rata-rata, lebar sepur, listringan rata-rata, dan pertinggian. Skilu yang merupakan perbandingan dari pertinggian tidak dimasukkan dalam perhitungan ini, karena jika dihitung akan terjadi duplikasi. TQI tidak mempunyai satuan, karena walaupun merupakan hasil penjumlahan dari satuan yang sama (mm) tetapi vektornya berbeda.

Untuk menentukan klasifikasi jalan rel dapat dilihat dari hasil Track Quality Index (TQI) yaitu sebagai berikut :

- a. Baik sekali, untuk $TQI \leq 20$.
- b. Baik, untuk $20 < TQI \leq 35$.
- c. Sedang, untuk $35 < TQI \leq 50$.
- d. Jelek, untuk $TQI > 50$.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

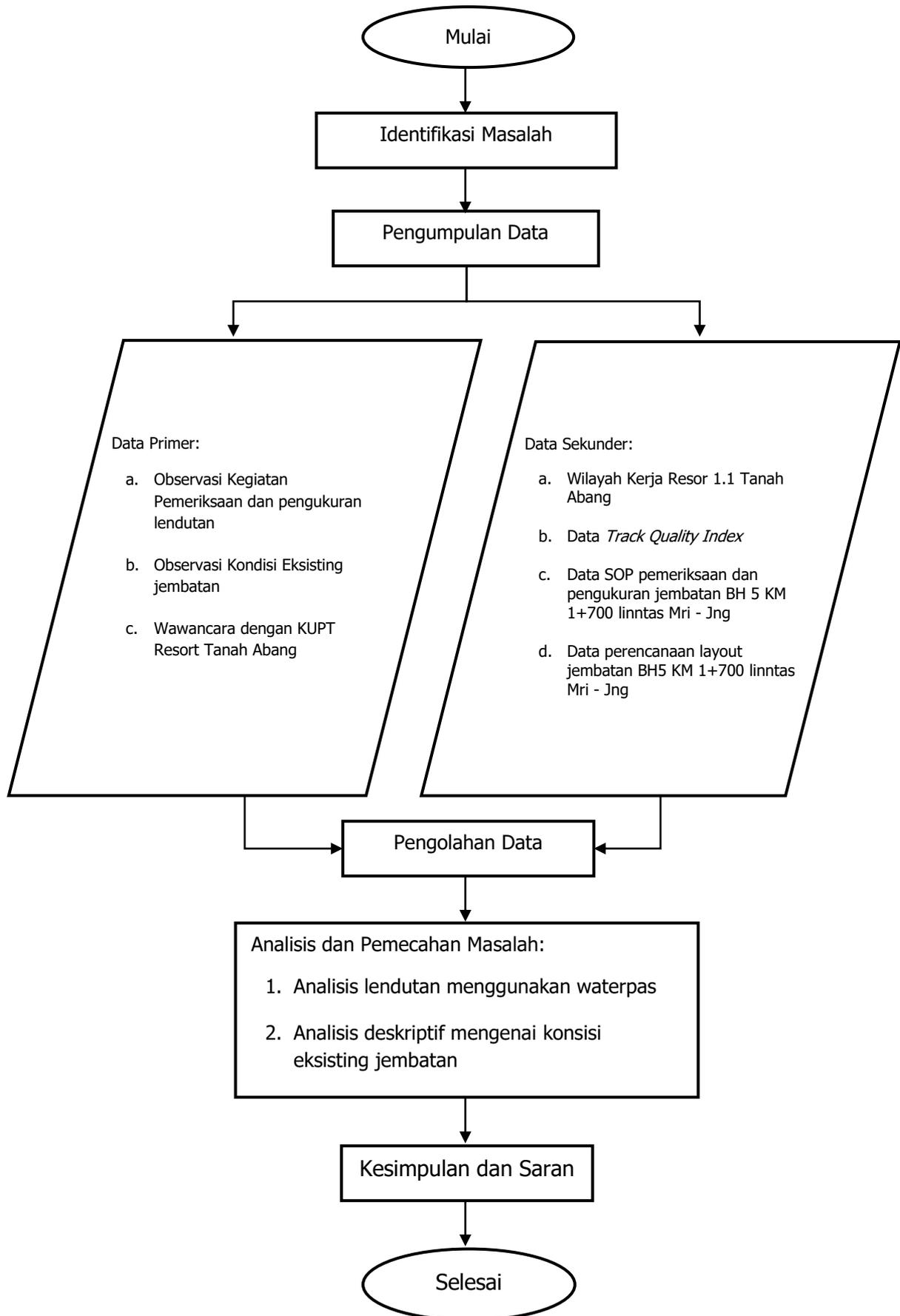
4.1 Alur pikir

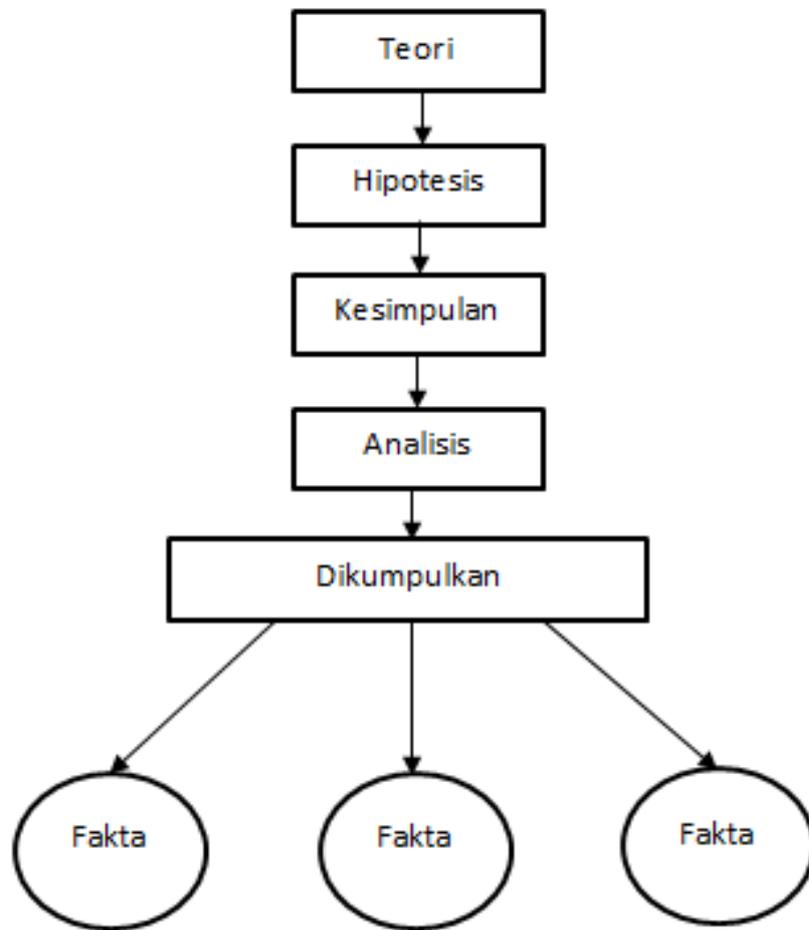
Alur pikir penelitian adalah tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan pemecahan masalah. Adapun tahapan-tahapan rencana penelitian ini sebagai berikut:

4. Menetapkan rumusan masalah dilakukan penelitian serta menentukan ruang lingkup dan batasan – batasan permasalahan dari penelitian yang dilakukan.
5. mengumpulkan data sekunder yaitu data yang di dapat dari pihak instansi yang bersangkutan dan data primer diperoleh melalui survey dan pengukuran langsung pada lokasi penelitian.
6. Mengolah data yang ada dengan melihat dari data sekunder dan data primer yang telah diperoleh.
7. Menganalisa data dengan metode-metode ilmiah sehingga bisa mendapatkan penyelesaian terhadap permasalahan yang ada.
8. Mengajukan usulan pemecahan masalah berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan.
9. Menetapkan kesimpulan dari hasil analisa dan pemecahan masalah yang telah dilakukan.

4.2 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir merupakan tahapan-tahapan kegiatan terkait dengan penelitian dari awal studi hingga akhir studi. Untuk lebih memudahkan dalam memahami alur dari penelitian ini maka dibuat bagan alir seperti berikut.





Sumber: hasil analisis, 2022

Gambar 4.1 Bagan Alir Pikir.

4.3 Jenis dan Sumber Data

Dalam pelaksanaan penelitian, dilakukan pengumpulan data yang terdiri dari data sekunder dan data primer. Kedua data inilah yang akan di analisis untuk memperoleh jawaban dari pemecahan masalah dan dapat dijadikan sebagai saran. Berikut merupakan penjabaran dari data sekunder dan data primer, antara lain :

10. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan dari instansi terkait meliputi:

- a. Wilayah Kerja Resort 1.1 Tanah Abang.
- b. Data *Track Quality Index*.
- c. Data SOP pemeriksaan dan pengukuran jembatan BH 5 Km 1+700 koridor Manggarai-Jatinegara.
- d. Data perencanaan layout jembatan BH 5 Km 1+700 koridor Manggarai-Jatinegara.

11. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari lapangan, baik dengan survei maupun pengamatan. Adapun survei yang dilakukan yaitu:

- a. Observasi Kegiatan Pemeriksaan dan pengukuran lendutan.
- e. Observasi Kondisi Eksisting jembatan BH 5 Km 1+700 koridor Manggarai-Jatinegara.
- b. Wawancara dengan KUPT Resort 1.1 Tanah Abang.

4.4 Teknik Pengumpulan Data

Metode atau teknik pengumpulan data yaitu teknik atau tata cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Dalam penelitian ini penulis menggunakan teknik observasi pengukuran langsung dan wawancara.

Teknik observasi pengukuran langsung adalah teknik yang dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung menggunakan waterpass pada objek yaitu terkait lendutan pada jembatan selain itu dilakukan pemeriksaan kondisi jembatan secara menyeluruh bagaimana kondisi eksisting jembatan pada Bh 5 Km 1+700 lintas Manggarai - Jatinegara.

Wawancara adalah teknik dengan cara mengajukan pertanyaan kepada responden langsung yaitu KUPT Resor 1.1 Tanah Abang. Penulis menggunakan teknik wawancara dimana penulis ingin mengetahui tentang langkah kerja dalam pengukuran camber dan bagaimana cara melakukan pemeliharaan jembatan.

4.5 Metode Analisis Data

Metode analisis data adalah bagian dari analisis dimana data primer dan data sekunder dikumpulkan lalu diproses untuk menghasilkan kesimpulan dalam analisa data dan penyelesaian masalah

Pada tahap analisis, metode penelitian yang digunakan adalah analisis kualitatif. Metode analisis kualitatif adalah sebuah penelitian riset yang sifatnya deskripsi, cenderung menggunakan analisis dan lebih menampakkan proses maknanya. Metode analisis data kualitatif adalah metode pengolahan data secara mendalam dengan data dari hasil pengamatan, wawancara, dan literatur. Teknik menganalisis data kualitatif dengan cara meringkas, mengkategorikan dan menafsirkan.

1. Penetapan Peringkat dan Penetapan Nilai

Metode pemberian peringkat (rangking) dan penetapan nilai (rating) diberikan pada komponen jembatan yang diperiksa.

a. Penetapan Peringkat (Ranking)

Penetapan peringkat adalah pemberian suatu peringkat bagi tiap elemen keputusan yang menggambarkan derajat kepentingan relatif elemen tersebut terhadap keputusan yang dibuat. Elemen – elemen keputusan kemudian disusun berdasarkan peringkatnya.

b. Penetapan Nilai (Rating)

Mirip dengan penetapan peringkat, hanya elemen – elemen

keputusan diberi skor antara 1 sampai 3. Dengan demikian apabila suatu elemen diberi skor tinggi, berarti elemen lainnya harus diberi skor lebih rendah.

2. Pemberian Skor

Dibawah ini disarankan suatu system pemberian skor yang dinamis dan informatif yang sesuai dengan Analisis Multi Kriteria.

- a. Klasifikasi A (berat): Perbaikan atau penggantian material, komponen, dan sistem yang mengganggu operasional kereta api
- b. Klasifikasi B (sedang): Perbaikan atau penggantian material, komponen, dan sistem yang dapat mengganggu operasional kereta api
- c. Klasifikasi C (ringan): Perbaikan atau penggantian material, komponen, dan sistem yang tidak mengganggu operasional kereta api

Pemberian skor pada analisis ini dilakukan dengan 2 pertimbangan yaitu berdasarkan standar ketentuan dan hasil observasi.

3. Analisis yang Dilakukan

- c. Memeriksa kondisi eksisting di Bh 5 Km 1+700 lintas Mri-Jng berdasarkan data TQI.
- d. Menilai kondisi eksisting Bh 5 Km 1+700 lintas Mri-Jng berdasarkan hasil observasi.
- e. Analisa pengukuran lendutan menggunakan waterpass.
- f. menganalisa camber sesuai Acuan Standar Toleransi dari *Japanese National Railways*.

4.6 Lokasi dan Jadwal Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan wilayah atau area area dengan batasan yang jelas dimana pelaksanaan penelitian ini hanya dibatasi pada jembatan Kereta Api di lintas Manggarai - Jatinegara.

2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian merupakan waktu yang digunakan peneliti dalam melaksanakan penelitian. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 Juni 2022.

Tabel 4.1 pelaksanaan penelitian.

No	Kegiatan	Bulan					
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1	Pelaksanaan PKL						
2	Pelaksanaan Magang						
3	Pembagian Dosen Pembimbing						
4	Pengajuan Judul						
5	Persetujuan Judul						
6	Bimbingan KKW						
7	Pengumpulan Draft KKW						
8	Sidang KKW						

Sumber : hasil peninjauan, 2022

BAB V

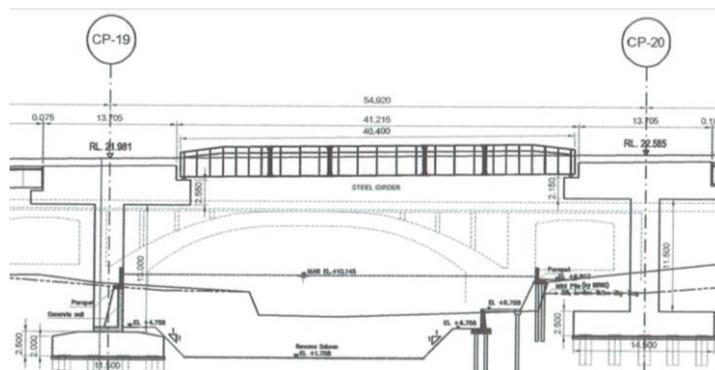
ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

5.1 Analisa Data

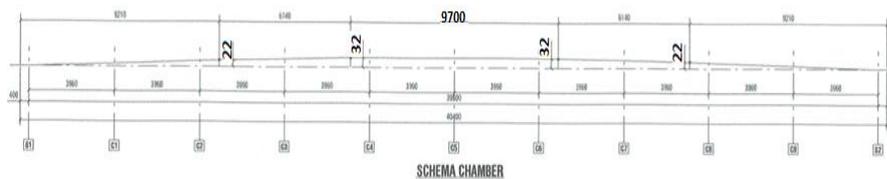
Dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini tidak dilakukan analisa data melainkan melakukan pemeriksaan dan pengukuran lendutan pada jembatan sebagai objek penelitian.

1. Pemeriksaan Bh 5 Km 1+700 koridor Manggarai-Jatinegara

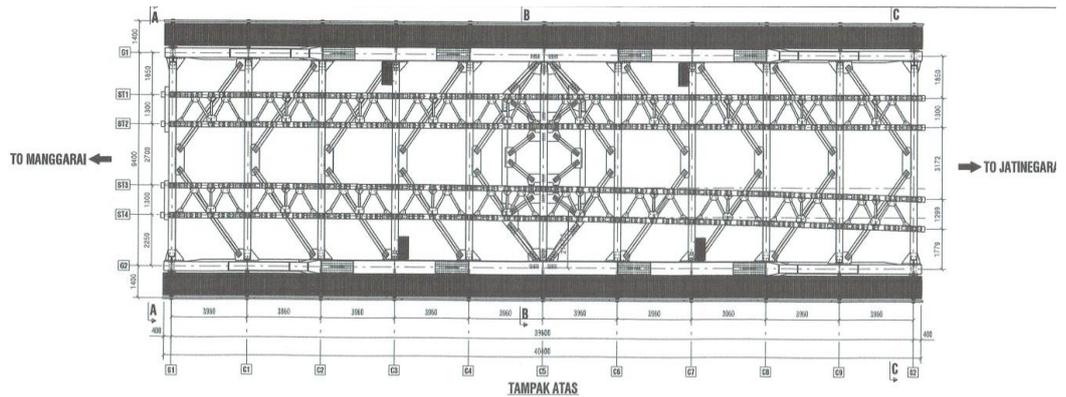
BH 5 Km 1+700 koridor Manggarai-Jatinegara merupakan jembatan baja *welded through plate (WTP)* atau bisa disebut dengan istilah dinding plat dengan panjang bentang 40,4 meter. Jembatan Dinding adalah jembatan dimana beban hidup yang diterima bantalan tidak langsung diteruskan ke rasuk pokok. Beban hidup dari bantalan diterima pemikul memanjang selanjutnya pemikul melintang dan diteruskan ke rasuk pokok (gelagar induk). Berikut skema berdasarkan *as-built drawing* pada Bh 5.



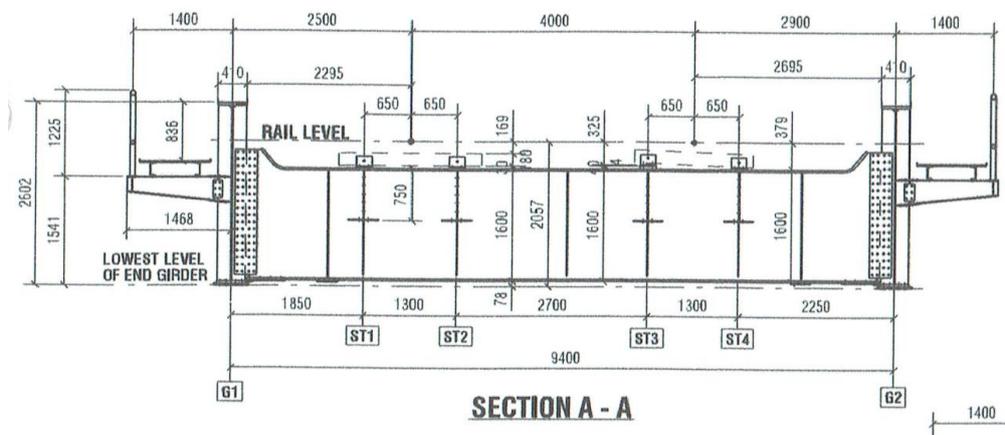
Gambar 5.1 Tampak Samping BH 5.
Sumber: as-built drawing BH 5



Gambar 5.2 skema camber BH 5
Sumber: as-built drawing BH 5



Gambar 5.3 Tampak Atas BH 5.
Sumber: as-built drawing BH 5



Gambar 5.4 Tampak Depan BH 5.
Sumber: as-built drawing BH 5

Berdasarkan gambar *as-built drawing* BH 5 Pemeriksaan pada BH 5 yang dilakukan dengan cara pemeriksaan visual melihat kondisi fisik jembatan dan lingkungan sekitar jembatan serta difokuskan pada pengukuran camber pada jembatan menggunakan waterpass. Dapat dilihat pada gambar 5.2 bahwa nilai camber pada tengah bentang adalah 32 mm.

Dalam pemeriksaan Bh 5 pada tanggal 27 Juli 2022 ditemukan 2 indikasi komponen jembatan yang harus segera ditindaklanjuti, beberapa temuan sebagai berikut.

Tabel 5.1 Hasil Opname Bh 5.

Tanggal opname : 27 Juli 2022			
komponen	kelainan	kondisi	klasifikasi
Gelagar memanjang		Korosi pada lebih dari 50% paku sumbat	A2
Bantalan kayu		Bantalan kayu yang lapuk	A2

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil pemeriksaan terdapat temuan berupa korosi pada paku sumbat dan bantalan kayu yang mengalami keropos dengan klasifikasi A2 yaitu sedikit rusak atau perlu perawatan dan perbaikan terjadwal berdasar PM No. 32 Tahun 2011 tentang standar dan tata cara perawatan prasarana perkeretaapian.

2. Track Quality Index

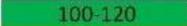
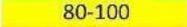
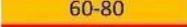
Berdasarkan hasil KA ukur terhadap jembatan yaitu BH 5 Km 1 + 700 lintas Mri - Jng didapatkan hasil KA ukur sebagai berikut.

Tabel 5.2 Hasil KA Ukur Kategori 4 di Lintas Manggarai - Jatinegara.

TRIP PENGUKURAN	Resort	KM	+	Hm	/	KM	+	Hm	Type	TQI	Kondisi
MRI_JNG	1.1 THB	1	+	700	/	1	+	740	BH,	41,3	Sedang

Sumber: hasil analisis, 2022

Keterangan:

TQI	:	TQI	≤	20		KECEPATAN
	:	TQI	<	35,0	≤	 100-120
	:	TQI	<	50,0	≤	 80-100
	:	TQI	>	50		 60-80
	:	TQI	>	50		 < 60
INDEKS	:	INDEKS	≥	5		
	:	INDEKS	≥	5		

Untuk menentukan klasifikasi jalan rel dapat dilihat dari hasil *Track Quality Index* (TQI) yaitu sebagai berikut :

- Baik sekali, untuk $TQI \leq 20$.
- Baik, untuk $20 < TQI \leq 35$.
- Sedang, untuk $35 < TQI \leq 50$.
- Jelek, untuk $TQI > 50$

Terlihat pada tabel hasil pengukuran secara teknis dengan Kereta Ukur pada jembatan BH 5 Km 1 + 700 lintas Mri - Jng termasuk ke dalam kondisi yang sedang dengan kecepatan 60-80 km/jam.

5.2 Pengukuran Camber jembatan menggunakan waterpass

Pengukuran camber pada jembatan dapat dilakukan menggunakan theodolite atau waterpass. Dikarenakan, pengukuran yang dilakukan menilai beda ketinggian secara vertikal saja maka pada penulisan ini pengukuran kontra lendut dilakukan cukup dengan menggunakan waterpass.

1. Sop Pengukuran Lendutan

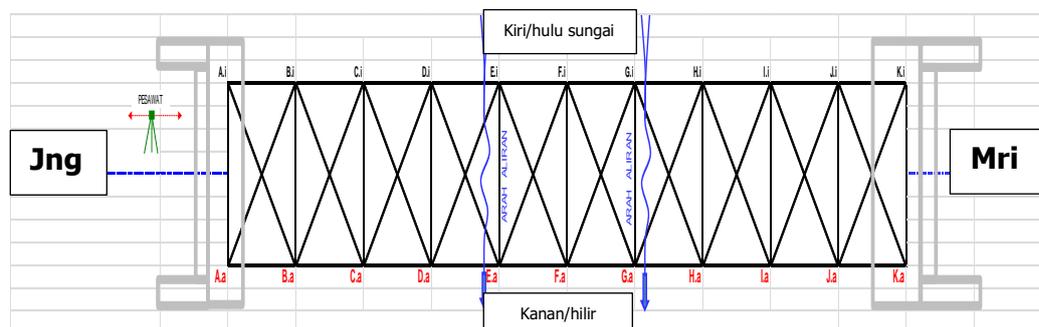
Dalam pelaksanaan pemeriksaan dan pengukuran lendutan pada jembatan harus sesuai dengan langkah kerja dan prosedur kerja yaitu sebagai berikut.

- Laporan kegiatan stasiun terdekat bahwa akan ada pengukuran lendutan.
- Pemasangan rambu (semboyan 2A, 2B, atau semboyan 3 sesuai kebutuhan) pada jarak 500 m dari jembatan di arah hulu ataupun arah hilir.
- Safety briefing* sebelum bekerja.
- Penentuan posisi alat dilakukan dibelakang patok prepal (semboyan 18) atau ditempatkan didaerah yang sekiranya tidak tertampar kereta.

- e. Penyetelan alat yaitu waterpass, tripod, dan rambu ukur engan cara menyesuaikan waterpass dalam keadaan 90 derajat dengan permukaan tanah dengan cara menempatkan gelembung nivo di tengah lingkaran.
- f. Melakukan pengukuran dengan cara menempatkan rambu ukur pada gelagar melintang jembatan pada sisi kanan dan sisi kiri jembatan untuk menentukan elevasi camber jembatan.
- g. Setiap hasil pengukuran pada gelagar melintang di catat dari batas atas, batas tengah, dan batas bawah kemudian dicocokkan dengan rumus baca waterpass.
- h. Setelah pencatatan rambu ukur selesai, lapor kembali ke stasiun terdekat bahwa pekerjaan pengukuran telah elesai dilaksanakan.
- i. Mencabut rambu kerja.

2. Pengukuran Camber Jembatan

Pengukuran kontra lendut (camber) pada jembatan dilakukan 1 tahun sekali. Pada Bh 5 Km 1+700 koridor Mri - Jng belum pernah dilakukan pengukuran lendutan sejak awal peresmiannya maka dilakukanlah pemeriksaan dan pengukuran lendutan pada 27 Juli 2022. Bh 5 Km 1+700 koridor Mri-Jng memiliki 11 gelagar melintang dengan 10 ruang antar gelagar melintang tersebut. Pengukuran kontra lendut dilakukan pada bentang arah hulu dan hilir. Penentuan tinggi waterpass terendah adalah pada pengukuran gelagar melintang pertama Maka dilakukanlah pengukuran dengan hasil elevasi sebagai berikut.



Gambar 5.5 Skema Posisi Pengukuran Kontra Lendut.

Sumber: Hasil Analisis, 2022

a. Pengukuran Bentang Kanan/hilir Sungai

Pengukuran camber pada bentang kanan/hilir sungai dimulai dari meletakkan rambu ukur pada tiap gelagar melintang lalu dilakukan pencatatan pada hasil bacaan waterpass. hasil bacaan meliputi batas atas (BA), batas bawah (BB) dan batas tengah (BT). TP yang digunakan adalah awal pengukuran BT yaitu pada bentang kiri/hulu sungai 2253 mm Kemudian mencocokkan hasil baca dengan rumus :

$$BT = \frac{(BA + BB)}{2}$$

Berikut adalah hasil rekap pengukuran camber pada bentang kanan/hilir sungai.

Tabel 5.3 Hasil baca waterpass bentang kanan/hilir sungai.

No pemikul melintang		Bacaan					TP Tinggi Pesawat Terendah (mm)
		Bak ukur			< Sudut		
		BA	BT	BB	V°	H°	
ruang		Bentang :			(Kanan / Hilir sungai)		
Mri							
0	A.a	2440	2253.0	2066	90 °	0 °	2255
1	B.a	2350	2201.0	2052	90 °	0 °	2255
2	C.a	2266	2148.0	2030	90 °	0 °	2255
3	D.a	2243	2100.0	1957	90 °	0 °	2255
4	E.a	2160	2055.0	1950	90 °	0 °	2255
5	F.a	2130	2011.0	1892	90 °	0 °	2255
6	G.a	2100	1968.0	1836	90 °	0 °	2255
7	H.a	2050	1925.0	1800	90 °	0 °	2255
8	I.a	1990	1885.0	1780	90 °	0 °	2255
9	J.a	1963	1845.0	1727	90 °	0 °	2255
10	K.a	1992	1805.0	1618	90 °	0 °	2255
Jng							

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Setelah pengukuran tiap gelagar melintang pada bentang kanan/ hulu sungai, lalu dihitung juga tinggi elevasi, beda ketinggian (Δh), nilai kontra lendut (zeegh), selisih garis kelurusan dengan tinggi elevasi (kalibrasi) seperti tabel berikut.

Tabel 5.4 Hasil pengukuran elevasi camber bentang kanan/hilir sungai.

NO pemikul melintang	Bak Ukur	TP Tinggi Pesawat Terendah (mm)	GRAFIK (TE) Tinggi Elevasi	$\Delta.h$ (-TE _n + TEakhir)No ruang/jmlh ruang	Nilai	Data Grafik		
					Zeegh	kalibrasi	garis	
			mm	mm	(TE - $\Delta.h$)	Zeegh	kelurusan	
Ruang (R)	BT		(BT-TP)			(zeegh-(BT-TP))	(TE Aa+ $\Delta.h$)	
Mri								
0	A.a	2253.0	2255	2	0.00	2.0	0.0	2.00
1	B.a	2201.0	2255	54	44.80	9.2	7.2	46.80
2	C.a	2148.0	2255	107	89.60	17.4	15.4	91.60
3	D.a	2100.0	2255	155	134.40	20.6	18.6	136.40
4	E.a	2055.0	2255	200	179.20	20.8	18.8	181.20
5	F.a	2011.0	2255	244	224.00	20.0	18.0	226.00
6	G.a	1968.0	2255	287	268.80	18.2	16.2	270.80
7	H.a	1925.0	2255	330	313.60	16.4	14.4	315.60
8	I.a	1885.0	2255	370	358.40	11.6	9.6	360.40
9	J.a	1845.0	2255	410	403.20	6.8	4.8	405.20
10	K.a	1805.0	2255	450	448.00	2.0	0.0	450.00
Jng								

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil perhitungan elevasi dan garis kelurusan diperoleh grafik seperti berikut.



Gambar 5.6 Grafik elevasi bentang kanan/hilir sungai.

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setelah nilai elevasi dan garis kelurusan diketahui maka nilai kontra lendut dapat dihitung yaitu selisih dari nilai elevasi dan garis kelurusan tiap hitungan gelagar melintang.

Tabel 5.5 Nilai kontra lendut (zeegh) bentang kanan/hilir sungai.

NO. TITIK	J _{ng}	A.a	B.a	C.a	D.a	E.a	F.a	G.a	H.a	I.a	J.a	K.a	M _{ri}
ELEVASI		2	54	107	155	200	244	287	330	370	410	450	
JARAK .. X1 , X2		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Δ Hx (mm)		2.00	46.80	91.60	136.40	181.20	226.00	270.80	315.60	360.40	405.20	450.00	
NILAI ZEEGH (mm)		0.00	7.20	15.40	18.60	18.80	18.00	16.20	14.40	9.60	4.80	0.00	
		ruang 1		ruang 3		ruang 5		ruang 7		ruang 9			
			ruang 2	ruang 4		ruang 6		ruang 8		ruang 10			

Sumber: Hasil Analisis, 2022

b. Pengukuran bentang kiri/hilir sungai

Langkah-langkah dalam pengukuran camber bentang kiri/hulu sungai sama seperti pengukuran pada bentang kanan/hilir sungai dimulai dari meletakkan rambu ukur pada tiap gelagar melintang lalu dilakukan pencatatan pada hasil bacaan waterpass. hasil bacaan meliputi batas atas (BA), batas bawah (BB) dan batas tengah (BT). BT awal pengukuran sebagai TP (tinggi pesawat/alat).

Tabel 5.6 Hasil baca waterpass bentang kiri/hulu sungai.

NO pemikul melintang	Bacaan						TP Tinggi Pesawat Terendah (mm)
	Bak Ukur			< SUDUT			
	BA	BT	BB	V°	H°		
Mri	Bentang : (Kiri / Hulu sungai)						
0	A.i	2658	2255.0	1792	90 °	0 °	2255
1	B.i	2602	2208.0	1814	90 °	0 °	2255
2	C.i	2469	2158.0	1847	90 °	0 °	2255
3	D.i	2338	2110.0	1882	90 °	0 °	2255
4	E.i	2242	2063.0	1884	90 °	0 °	2255
5	F.i	2150	2018.0	1886	90 °	0 °	2255
6	G.i	2075	1975.0	1875	90 °	0 °	2255
7	H.i	2055	1928.0	1895	90 °	0 °	2255
8	I.i	1998	1887.0	1776	90 °	0 °	2255
9	J.i	1960	1850.0	1740	90 °	0 °	2255
10	K.i	1895	1805.0	1715	90 °	0 °	2255
Jng							

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setelah pengukuran tiap gelagar melintang pada bentang kanan/hilir sungai, lalu dihitung juga tinggi elevasi, beda ketinggian (Δ.h), nilai kontra

lendut (zeegh), selisih garis kelurusan dengan tinggi elevasi (kalibrasi) Seperti tabel berikut.

Tabel 5.7 Hasil pengukuran elevasi camber bentang kiri/hulu sungai.

NO pemikul melintang	Bak Ukur	TP Tinggi Pesawat Terendah (mm)	GRAFIK (TE) Tinggi Elevasi	$\Delta.h$	NILAI	DATA GRAFIK	
				($-TE_n + TE_{akhir}$) No ruang/jmlh ruang	ZEEG H	kalibrasi	garis
			mm	mm	mm	ZEEGH	kelurusan
			(BT-TP)			(zeegh-(BT-TP))	(TE Aa+ $\Delta.h$)
Mri		BT					
0	A.i	2255.0	2255	0	0.00	0.0	0.00
1	B.i	2208.0	2255	47	45.00	2.0	45.00
2	C.i	2158.0	2255	97	90.00	7.0	90.00
3	D.i	2110.0	2255	145	135.00	10.0	135.00
4	E.i	2063.0	2255	192	180.00	12.0	180.00
5	F.i	2018.0	2255	237	225.00	12.0	225.00
6	G.i	1975.0	2255	280	270.00	10.0	270.00
7	H.i	1928.0	2255	327	315.00	12.0	315.00
8	I.i	1887.0	2255	368	360.00	8.0	360.00
9	J.i	1850.0	2255	405	405.00	0.0	405.00
10	K.i	1805.0	2255	450	450.00	0.0	450.00
Jng							

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil perhitungan elevasi dan garis kelurusan diperoleh grafik seperti berikut.



Gambar 5.7 Grafik Elevasi Bentang Kiri/hulu Sungai.

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setelah nilai elevasi dan garis kelurusan diketahui maka nilai kontra lendut dapat dihitung yaitu selisih dari nilai elevasi dan garis kelurusan tiap hitungan gelagar melintang.

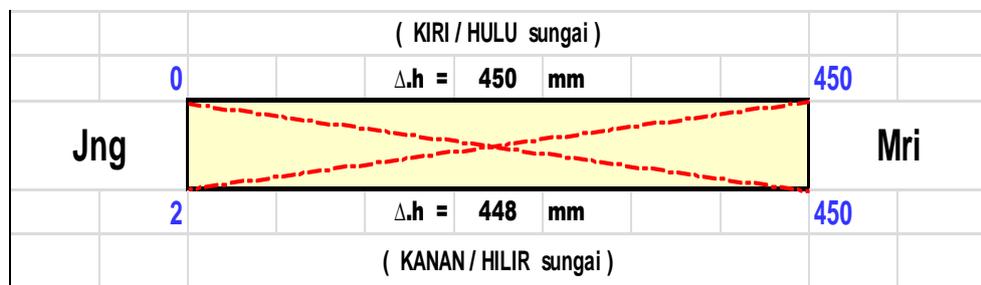
Tabel 5.8 Nilai kontra lendut (zeegh) bentang kiri/hulu sungai.

NO. TITIK	J _{ng}	A.i	B.i	C.i	D.i	E.i	F.i	G.i	H.i	I.i	J.i	K.i	Mr _i
ELEVASI		0	47	97	145	192	237	280	327	368	405	450	
JARAK .. X1 , X2		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Δ Hx (mm)		0.00	45.00	90.00	135.00	180.00	225.00	270.00	315.00	360.00	405.00	450.00	
NILAI ZEEGH (mm)		0.00	2.00	7.00	10.00	12.00	12.00	10.00	12.00	8.00	0.00	0.00	
		ruang 1		ruang 3		ruang 5		ruang 7		ruang 9			
			ruang 2		ruang 4		ruang 6		ruang 8		ruang 10		

Sumber: Hasil Analisis, 2022

c. Indikasi skilu (S)

Dalam pengukuran camber, beda ketinggian pada gelagar di perletakan 4 sisi tumpuan andas wajib dihitung. Berdasarkan pengukuran elevasi, dengan menghitung selisih bentang kanan elevasi A.i - bentang kiri elevasi A.a dan selisih bentang kanan elevasi K.i - bentang kiri elevasi K.a lalu dari hasil tersebut dihitung kembali selisihnya baru didapatkan hasil indikasi skilu.



Gambar 5.8 Indikasi Skilu.

Sumber : hasil analisis, 2022

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui terdapat beda ketinggian antara bentang kanan dan kiri sebesar 2 mm. Beda ketinggian tersebut dikhawatirkan terjadi pada jalan rel maka disebut perbedaan ketinggian pada 4 sisi tumpuan andas pada jembatan sebagai indikasi skilu. Dari hasil tersebut indikasi skilu masih aman antara bentang kanan dan kiri jembatan.

Apabila indikasi skilu gelagar melintang bentang kiri/hulu sungai dan bentang kanan/hilir sungai dihitung maka diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 5.9 Indikasi Skilu Gelagar Melintang Bentang Kiri dan Kanan.

Pemeriksaan camber	ITEM											
	Mark	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Pemeriksaan bersama	Kiri	0	2	7	10	12	12	10	12	8	0	0
	Kanan	0	7.2	15.4	18.6	18.8	18.0	16.2	14.4	9.6	4.8	0
Beda tinggi	Δ.h	0	5,2	8,4	8,6	6,8	6,0	6,2	2,4	1,6	4,8	0

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Sesuai dengan hasil perbandingan beda tinggi antara gelagar kiri/hulu sungai dan kanan/hilir sungai, indikasi skilu dari beda tinggi antar gelagar masih dalam kondisi aman dengan kecepatan $60 \text{ Km/Jam} < V < 90 \text{ Km/Jam}$. Berdasarkan PM No. 60 Tahun 2012.

5.3 Pemecahan Masalah

Dari hasil pemeriksaan dan pengukuran berdasarkan Peraturan Menteri No. 32 Tahun 2011 Tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Perkeretaapian, maka beberapa tindakan perlu dilakukan diantaranya sebagai berikut.

1. Perawatan jembatan

a. Pengecatan

Perawatan pengecatan pada jembatan baja ada 3 macam yaitu Pengecatan menyeluruh yang dilakukan 5 tahun sekali, pengecatan sebagian (konservasi), dan pengecatan *touch up* dan *spot repair*.

1) Pengecatan lengkap (menyeluruh)

Dilakukan dengan cara membersihkan seluruh permukaan baja (diketrek) setelah itu pengecatan dilakukan pada seluruh permukaan baja terdiri dari 4 lapis (2 lapis dasar dan 2 lapis penutup).

- a) Lapis 1 (lapis dasar) : Zinkphosphat A
- b) Lapis 2 (lapis dasar) : Zinkphosphat B
- c) Lapis 3 (lapisan penutup) : Aluminium C
- d) Lapis 4 (lapisan penutup) : Aluminium D dan Marine Blue (MB)

2) Pengecatan sebagian (Konservasi)

Dilakukan dengan cara membersihkan permukaan baja (dicuci tidak diketrek) lalu dilakukan pengecatan seluruh permukaan baja dan terdiri dari 2 lapis (pada lapis ke 3 dan 4).

3) Pengecatan *touch up* dan *spot repair*

Touch-up dilakukan untuk perbaikan kerusakan cat pada beberapa tempat karena cacat saat pemasangan jembatan baja sedangkan spot repair dilakukan untuk perbaikan kerusakan cat akibat korosi. Dilakukan dengan cara membersihkan bagian berkarat atau diketrek lalu dilakukan pengecatan pada permukaan baja yang rusak saja dapat dilakukan 4 lapis atau 2 lapis pengecatan.

Berdasarkan hasil temuan yaitu paku kelling yang mengalami korosi lebih dari 50% maka perlu dilakukan pengecatan *touch up* dan *spot repair*.

b. Penggantian bantalan kayu

Berdasarkan hasil pemeriksaan secara visual erdapat bantalan kayu yang lapuk di sekitar lubang tirepon pelu tindakan penggantian bantalan dengan standar operasional sebagai berikut

- 1) Alat kerja meliputi bendera kerja regu (oranye), alat komunikasi, dongkrak, kikir kecil, palu, pahat, gergaji kayu, bor kayu, genset dan mesin bor, linggis, meteran, serta APD.
- 2) Pesiapan kerja meliputi mengukur dimensi bantalan yang akan diganti, membuat kip-kipan dan bor lubang baut sindik pada bantalan pengganti sesuai pengukuran, seta KUPT menyiapkan pengecekan tenaga kerja, perlengkapan alat, dan nota pekerjaan dengan KS/PPK.
- 3) Pelaksanaan pekerjaan dilakukan setelah PPKA/KS terdekat memberi izin melakukan pekerjaan.
- 4) Pemasangan bendera kerja (semboyan 2A, 2B, atau semboyan 3 sesuai kebutuhan) pada jarak 500 m dari jembatan di arah hulu ataupun arah hilir.
- 5) Melepas alat penambat.
- 6) Pasang dongkrak untuk angkat rel dan keluarkan bantalan yang akan diganti.

- 7) Masukkan bantalan pengganti yang sudah dilumasi residu.
- 8) Pasang baut sindik an lepas dongkrak.
- 9) Pasang base plate pada rel pedoman, lakukan pengeboran dan pasang penambat.
- 10) KUPT melakukan evaluasi dari pekerjaan lalu lapor kembali ke stasiun terdekat.

2. Toleransi Camber

Untuk mengetahui kondisi lendutan di jembatan masih layak atau tidak dengan standar PM No. 32 Tahun 2011 dan standar acuan toleransi *Japanese National Railways* (JNR). Dalam toleransi PM No. 32 Tahun 2011 diambil yaitu L/1000 dengan toleransi sekitar 4,04 cm dan untuk toleransi JNR dipakai perhitungan.

$$\begin{aligned}\delta_{camber(max)} &= 3 + 0,15L \\ &= 3 + (0.15(40.4)) \\ &= 3 + 6.06 \\ &= 9.06\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{camber(min)} &= -(3 + 0,05L) \\ &= -(3 + 0.005(40.4)) \\ &= -5.02\text{ mm}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai kontra lendut dan desain camber dari *as-built drawing* diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 5.10 Toleransi Camber Bentang 40 m.

Pemeriksaan camber	ITEM												Keterangan
	Mark	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	
Desain	Kiri												Acuan Standard Toleransi dari <i>Japanese national railways</i> (JNR)
	Kanan	0	8	20	27	32	34	32	27	20	8	0	
Toleransi	Kiri	Max : 9.06 mm Min : -5.02 mm											
	Kanan												
CHC / Balai Yasa	Kiri	0	8	20	27	32	34	32	27	20	8	0	
	Kanan	0	8	20	27	32	34	32	27	20	8	0	
Contractor	Kiri												
	Kanan												
Pemeriksaan bersama	Kiri	0	2	7	10	12	12	10	12	8	0	0	
	Kanan	0	7.2	15.4	18.6	18.8	18.0	16.2	14.4	9.6	4.8	0	

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan hasil pengukuran camber pada 27 Juli 2022, elevasi camber pada bentang kiri dan kanan masih dalam batas toleransi baik toleransi menurut PM No. 32 Tahun 2011 dengan toleransi paling besar yaitu L/1000 dan toleransi dari JNR.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemeriksaan dan pengukuran yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pemeriksaan pada BH 5 ditemukan adanya korosi pada paku keeling dan bantalan kayu yang rusak dengan kriteria penilaian A2 dan berdasarkan pengukuran camber terdapat perbedaan elevasi jembatan antara hulu dan Hilir sebanyak 450 mm sesuai dengan kondisi geometri. Dari arah hulu Mri - Jng terdapat beda ketinggian yaitu +450 mm sedangkan dari arah hilir Jng - Mri beda ketinggian sebesar -450 mm. Hasil TQI pada Bh 5 Km 1+700 koridor Mri - Jng memiliki nilai 41,3 masih dalam kondisi sedang dengan kecepatan kereta antara 60 - 80 km/jam.
2. Berdasarkan hasil pengukuran nilai elevasi lendutan masih dalam batas aman atau belum melebihi batas elevasi berdasarkan PM nomor 60 Tahun 2012 dengan acuan $L/1000$ dan beda elevasi antar gelagar masih sesuai dengan *Japanese national railways* (JNR) untuk bentang 40 meter. Elevasi camber pada tengah bentang jembatan berdasar pengukuran 18 mm pada bentang kiri jembatan, 12mm pada tengah bentang kanan jembatan dan berdasar as built drawing 32 mm pada tengah bentang.
3. Berdasarkan hasil pemeriksaan pada BH 5 ditemukan adanya korosi pada paku keeling dan bantalan kayu yang rusak dengan kriteria penilaian A2, sehingga perlu perawatan dan perbaikan terjadwal sesuai PM no.32 Tahun 2011 Tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Perkeretaapian.

6.2 Saran

Menurut hasil kesimpulan diatas, dapat dikemukakan beberapa saran yang sekiranya dapat bermanfaat bagi pihak regulator maupun operator saran tersebut antara lain.

1. Dalam pemeriksaan dan pengukuran lendutan sebaiknya dilakukan dalam waktu sesuai PM No. 32 Tahun 2011.
2. Pemeriksaan dan pengukuran lendutan hanya mengukur camber pada kondisi statis saja, sehingga lendutan jembatan yang dihitung belum dalam kondisi maksimum hanya saat kondisi beban asli jembatan saja.
3. Hasil dari pemeriksaan dan pengukuran lendutan pada bh 5 km 1+700 sewaktu-waktu dapat berubah sesuai dengan iklim dan oprasional ka yang ada, oleh karena itu diharapkan penelitian selanjutnya dapat mencantumkan data curah hujan wilayah jakarta dan data pembebanan berdasarkan pedoman perencanaan jembatan. Data tersebut bertujuan supaya pengukuran lendutan lebih akurat lagi, supaya dapat diketahui nilai lendut maksimal pada jembatan bh 5 koridor mri - jng.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi Alam Jabir, 2018 " Cara Penggunaan Waterpass".
- Japanese National Railways, 2016 " *Technical regulatory standards on japanese railways*".
- Japanese National Railways, 1981, "Spesifikasi Rancangan Jembatan Baja (Terjemahan)"
- Kelompok PKL PT KAPM, 2022, Laporan Umum Taruna Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. "Laporan Umum Tim PKL PT KAI Properti".
- M. Yusra Adrian, 2018, "Analisis Lendutan Struktur Jembatan Jalan Raya Dengan Sistem Balok Beton Prategang".
- Nico Djuandharto Djajasinga, 2018, "Teknik Jembatan Dan Terowongan Kereta Api".
- Perusahaan Umum Kereta Api, 1993, "Manajemen Perawatan Jembatan"
- Perusahaan Umum Kereta Api, 1987, "Peraturan Umum Mengenai Jembatan Dan Pilar Besi Untuk Kereta Api dan Tram di Indonesia (AVBP 1932) ".
- PT Kereta Api Indonesia, 2006 "Standar Teknis Kereta Api Indonesia Untuk Struktur Jembatan Baja".
- PT Kereta Api Indonesia, 2012, "Buku Saku Perawatan Jalan rel Dan Jembatan"
- PT Kereta Api Indonesia, 1986, "Peraturan Dinas PT. Kereta Api Indonesia Nomor 10 Tahun 1986 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian".
- Raka Putra Ismayana 2019, "Perkuatan Struktur Jembatan Kereta Api Rangka Baja Tipe Warren Bentang 42 Meter".
- Republik Indonesia, 2007, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian".
- Republik Indonesia, 2009, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian".

Republik Indonesia, 2011, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian".

Republik Indonesia, 2012, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api".

Soekhardjo, 2016, "Konstruksi Jembatan Kereta Api"

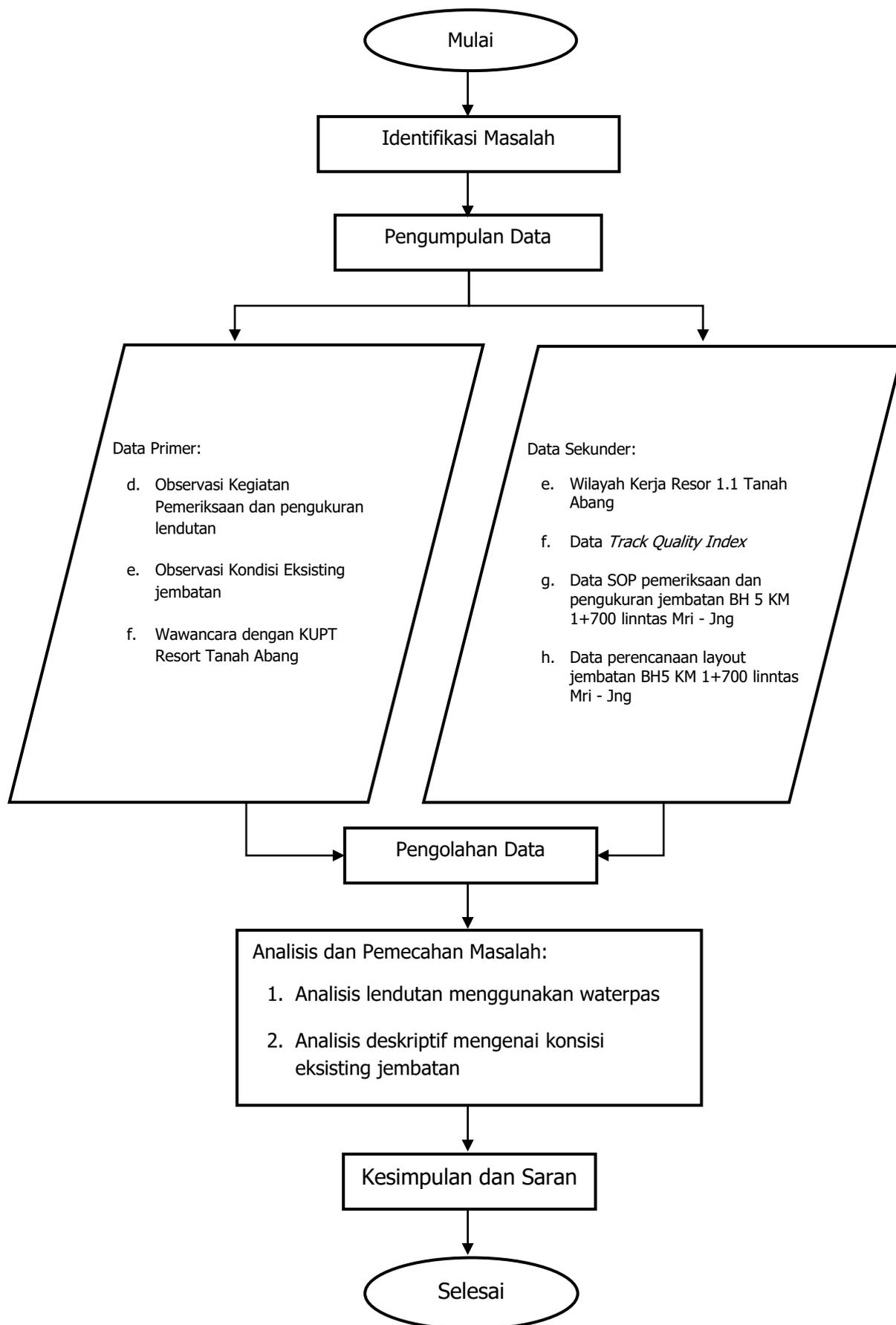
Teguh Jaya, 2018, "Perbandingan Jembatan Rangka Baja Kereta Api dengan sistem Busur Atas Dan Bawah".

Yohanes Murwanto 2018, "Kajian Nilai Lendutan Pada Jembatan Rangka Baja (Study Kasus Jembatan Rangka Baja Bika Kabupaten Kapuas Hulu)".

LAMPIRAN







**REKAPITULASI ASET JEMBATAN
DAERAH OPERASI 1 JAKARTA
POSISI DATA : JANUARI 2021
JRK : 1.1 TANAH ABANG**

DAFTAR LETAK JEMBATAN (DLJ) RESORT 1.1 TANAH ABANG

NO. DLJ	LINTAS / KORIDOR	TOTAL VOLUME ASSET										HIDRAULIKA		
		BH	Bent.	Pnj. Bent.	Berat baja	Cat Baja	Beton	Batu	Cat tembok	jml PA	jml PI	Drampel	Talud	Krib
		unit	unit	m	kg	m2	m3	m3	m2	buah	buah	m3	m3	m'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	SEKITAR JAKARTA JAKARTA KOTA-TANJUNGPRIUK	6	21	319.5	597000	7808	835.756	3219	8184	18	4	0	0	0
2	KAMPUNGBANDAN-TANJUNGPRIUK	4	12	114	0	0	784	0	144	7	0	0	0	0
3	ANCOL-TANJUNGPRIUK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	JAKARTA KOTA-JATINEGARA	44	92	235.2	189328	2565	293.64	290	2961	8	1	0	14.7	0
5	ANGKE-TANAH ABANG	4	8	39.2	45460	436	232.7	0	476	4	0	0	2	0
6	KAMPUNG BANDAN-ANGKE	11	28	374	709201	8349	26.24	2187.01	8399	40	6	0	0	0
7	TANAH ABANG-MANGGARAI	12	17	53	0	0	86781	5581	1563	14	2	0	0	0
8	TANAH ABANG-SERPONG	8	13	71	82158	1360	564.01	412	1690	4	2	0	0	0
9	MANGGARAI-JATINEGARA	4	24	205	0	0	4827.2	40	2668	12	16	0	1.5	0
10	MANGGARAI-BOGOR	3	5	6.7	1262	0	0	0	80	0	0	0	0	0
11	DURI-TANGERANG	38	81	542.4	324893	4905	5229.18	490.9	8687	22	6	0	70.94	0
12	ANCOL-KEMAYORAN	3	6	48	0	0	299.52	0	460.2	12	0	0	0	0
13	TANJUNGPRIUK-KEMAYORAN	2	4	100	213244	2820	0	882	2820	8	0	0	0	0
14	BATU CEPER - BASOETA	44	89	229	0	0	5739.08	882	0	2	3	0	0	0
JUMLAH LINTAS SEKITAR JAKARTA		183	400	2337	2162546	28243	105612.33	13983.91	38132.2	151	40	0	89.14	0
JUMLAH LINTAS.....														
JUMLAH LINTAS.....														
JUMLAH LINTAS.....														
TOTAL LINTAS :		183	400	2337	2162546	28243	105612.33	13983.91	38132.2	151	40	0	89.14	0

REKAPITULASI ASET JEMBATAN
 DAERAH OPERASI 1 JAKARTA
 POSISI DATA : JANUARI 2021
 JRK : 1.1 TANAH ABANG

DAFTAR LETAK JEMBATAN (DLJ) RESORT 1.1 TANAH ABANG

NO. DLJ	LINTAS / KORIDOR	KELAS I (JEMBATAN BAJA)																						
		BANGUNAN ATAS					BANGUNAN BAWAH													HIDRAULIKA				
		Jumlah					Jumlah			PANGKAL			PILAR			PILAR BAJA			Luas Cat tembok	Drampe l	Talud	Krib		
		BH	Bent.	Pj. Bent.	Berat baja	Vol. Beton	Luas Cat baja	Pas. Beton	Pas. Batu	Jml.	Pas. Beton	Pas. Batu	jml.	Pas. Beton	Pas. Batu	Jml.	Berat BAJA	Cat Baja						
unit	unit	m'	kg	m3	m2	m3	m3	buah	m3	m3	buah	m3	m3	buah	kg	m2	m2	m3	m3	m'				
1	SEKITAR JAKARTA	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
1	JAKARTA KOTA-TANJUNGPRIUK	4	11	258	597000	0	7808	0	2339	14	0	1887	4	0	452	0	0	0	1133	0	0	0		
2	KAMPUNGBANDAN-TANJUNGPRIUK	3	4	90	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	ANCOL-TANJUNGPRIUK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	JAKARTA KOTA-JATINEGARA	2	3	76	189328	0	2565	0	290	4	0	232	1	0	58	0	0	0	90	0	0	0		
5	ANGKE-TANAH ABANG	1	2	24	45460	0	436	172	0	4	172	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0		
6	KAMPUNG BANDAN-ANGKE	10	26	362	709201	0	8349	0	2187.01	40	0	1876.34	6	0	310.67	0	0	0	1506.5	0	0	0		
7	TANAH ABANG-MANGGARAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	TANAH ABANG-SERPONG	1	1	38.5	82158	230	1360	213	0	2	213	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0		
9	MANGGARAI-JATINEGARA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	MANGGARAI-BOGOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	DURI-TANGERANG	3	6	160	324893	0	4905	919.1	91.2	8	810	91.2	2	109.1	0	0	0	0	671	0	0	0		
12	ANCOL-KEMAYORAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13	TANJUNGPRIUK-KEMAYORAN	2	4	100	213244	0	2820	0	882	8	0	882	0	0	0	0	0	0	238	0	0	0		
14	BATU CEPER - BASOETA	0	0	0	0	0	0	0	882	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
JUMLAH LINTAS SEKITAR JAKARTA		26	57	1108.5	2161284	230	28243	1304.1	6671.21	87	1195	4968.54	13	109.1	820.67	0	0	0	3748.5	0	0	0		
JUMLAH LINTAS																								
JUMLAH LINTAS																								
JUMLAH LINTAS																								
JUMLAH LINTAS																								
TOTAL LINTAS :		26	57	1108.5	2161284		28243	1304.1	6671.21	87	1195	4968.54	13	109.1	820.67	0	0	0	3748.5	0	0	0		

**REKAPITULASI ASET JEMBATAN
DAERAH OPERASI 1 JAKARTA
POSISI DATA : JANUARI 2021**

DAFTAR LETAK JEMBATAN (DLJ) RESORT 1.1 TANAH ABANG

JRK : 1.1 TANAH ABANG

NO. DLJ	LINTAS / KORIDOR	KELAS II (JEMBATAN BETON)																		
		JUMLAH JEMBATAN BETON						BANGUNAN		BANGUNAN BAWAH								HIDRAULIKA		
		BH	Bent.	Pj. Bent.	cat tembok	Beton	Batu	jembt. Beton	cat tembok	PANGKAL				PILAR				Drampe l	Talud	Krib
										Jml.	Pas. Beton	Pas. Batu	cat tembok	Jml.	Pas. Beton	Pas. Batu	cat tembok			
unit	unit	m'	m2	m3	m3	m3	m2	buah	m3	m3	m2	buah	m3	m3	m2	m3	m3	m'		
1	2	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
	SEKITAR JAKARTA																			
1	JAKARTA KOTA-TANJUNGPRIUK	1	2	21.5	260	51.756	880	51.756	170	4	0	880	90	0	0	0	0	0	0	0
2	KAMPUNGBANDAN-TANJUNGPRIUK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	ANCOL-TANJUNGPRIUK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	JAKARTA KOTA-JATINEGARA	1	2	24	160	168	0	0	0	4	168	0	160	0	0	0	0	0	0	0
5	ANGKE-TANAH ABANG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	KAMPUNG BANDAN-ANGKE	1	2	12	50	26.24	0	26.24	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	TANAH ABANG-MANGGARAI	4	9	53	1563	86781	5581	86781	521	14	0	4058.5	705	2	0	1522.5	337	0	0	0
8	TANAH ABANG-SERPONG	0	3	16.5	230	39.81	412	39.81	0	2	0	206	115	2	0	206	115	0	0	0
9	MANGGARAI-JATINEGARA	3	22	202	2648	4827.2	0	2469.25	1129.6	12	1052.65	0	777.6	16	1305.3	0	740.8	0	0	0
10	MANGGARAI-BOGOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	DURI-TANGERANG	3	11	214	2956	2762.08	141.2	2001	962	14	621.32	141.2	1704	4	139.76	0	290	0	0	0
12	ANCOL-KEMAYORAN	3	6	48	460.2	299.52	0	115.56	153.4	12	183.96	0	306.8	0	0	0	0	0	0	0
13	TANJUNGPRIUK-KEMAYORAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	BATU CEPER - BASOETA	5	1	50	0	690.2	0	0	0	2	690.2	0	0	3	0	0	0	0	0	0
	JUMLAH LINTAS SEKITAR JAKARTA	21	58	641	8327.2	95645.81	7014.2	91484.62	2986	64	2716.13	5285.7	3858.4	27	1445.06	1728.5	1482.8	0	0	0
	JUMLAH LINTAS.....																			
	JUMLAH LINTAS.....																			
	JUMLAH LINTAS.....																			
	JUMLAH LINTAS.....																			
	TOTAL LINTAS :	21	58	641	8327.2	95645.81	7014.2	91484.62	2986	64	2716.13	5285.7	3858.4	27	1445.06	1728.5	1482.8	0	0	0

REKAPITULASI ASET JEMBATAN
DAERAH OPERASI 1 JAKARTA
POSISI DATA : JANUARI 2021

DAFTAR LETAK JEMBATAN (DLJ) RESORT 1.1 TANAH ABANG

JRK : 1.1 TANAH ABANG

NO. DLJ	LINTAS / KORIDOR	KELAS III (BH-BH KECIL)																								NON KELAS					
		JUMLAH BH KECIL						Box culvert		Duiker		Gorong2 / Sypon			Viaduct/Aquaduct			Opendoorlat			HIDRAULIKA			TEROWONGAN							
		BH	Bent.	Pj. Bent.	cat tembok	Beton	Batu	Baja	Beton	Batu	Beton	Batu	Beton	Batu	Baja	Beton	Batu	Baja	Beton	Batu	Baja	Beton	Batu	Baja	Drampe	Talud	Krib	Jml	Panjang	beton	batu
unit	unit	m'	m2	m3	m3	kg	m3	m3	m3	m3	m3	m3	kg	m3	m3	kg	m3	m3	kg	m3	m3	kg	m3	m3	m'	unit	m	m3	m3	m'	
1	2	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83		
	SEKITAR JAKARTA																														
1	JAKARTA KOTA-TANJUNGPRIUK	1	8	40	116	784	0	0	784	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	KAMPUNGBANDAN-TANJUNGPRIUK	1	8	24	144	784	0	0	784	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	ANCOL-TANJUNGPRIUK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	JAKARTA KOTA-JATINEGARA	41	87	135.2	236	125.64	0	0	122.24	0	0	0	3.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.7	0	0	0	0	0	0	
5	ANGKE-TANAH ABANG	3	6	15.2	40	60.7	0	0	60.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
6	KAMPUNG BANDAN-ANGKE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	TANAH ABANG-MANGGARAI	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	TANAH ABANG-SERPONG	7	9	16	100	81.2	0	0	81.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	MANGGARAI-JATINEGARA	1	2	3	20	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	
10	MANGGARAI-BOGOR	3	5	6.7	80	0	0	1262	0	0	0	0	0	0	1262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	DURI-TANGERANG	32	64	168.4	826	1548	258.5	0	1548	258.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70.94	0	0	0	0	0	0	0	
12	ANCOL-KEMAYORAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	TANJUNGPRIUK-KEMAYORAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	BATU CEPER - BASOETA	39	88	179	0	5048.88	0	0	2524.44	0	0	0	0	0	0	2524.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	JUMLAH LINTAS SEKITAR JAKARTA	136	285	587.5	1562	8432.42	298.5	1262	5904.58	258.5	0	40	3.4	0	1262	2524.44	0	0	0	0	0	0	89.14	0	0	0	0	0	0	0	
	JUMLAH LINTAS.....																														
	JUMLAH LINTAS.....																														
	JUMLAH LINTAS.....																														
	JUMLAH LINTAS.....																														
	TOTAL LINTAS :	136	285	587.5	1562	8432.42	298.5	1262	5904.58	258.5	0	40	3.4	0	1262	2524.44	0	0	0	0	0	0	89.14	0	0	0	0	0	0	0	