

**KAJIAN PENGGUNAAN BANTALAN KAYU DAN
BANTALAN SINTETIS PADA JEMBATAN DI LINTAS
KIARACONDONG – CICALENGKA**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi

Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



PTDI – STTD
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

Diajukan Oleh :

FAJAR RAMADHAN
NOTAR : 18.03.021

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
BEKASI
2021**

**KAJIAN PENGGUNAAN BANTALAN KAYU DAN
BANTALAN SINTETIS PADA JEMBATAN DI LINTAS
KIARACONDONG – CICALENGKA**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi

Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



PTDI – STTD
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

Diajukan Oleh :

FAJAR RAMADHAN
NOTAR : 18.03.021

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
BEKASI
2021**

KERTAS KERJA WAJIB
KAJIAN PENGGUNAAN BANTALAN KAYU DAN
BANTALAN SINTETIS PADA JEMBATAN KERETA API DI
LINTAS KIARACONDONG - CICALENGKA

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

FAJAR RAMADHAN

Nomor Taruna : 18.03.021

Telah di Setujui oleh :

PEMBIMBING



Ir. SANTAUSA P. SALIM, MM

NIP. 195512291987031001

Tanggal:.....

PEMBIMBING



Urriansyah Pratama, S.ST, MM

NIP. 198608142009121002

Tanggal:.....

KERTAS KERJA WAJIB
PERBANDINGAN EFISIENSI PENGGUNAAN BANTALAN
KAYU DAN BANTALAN SINTETIS PADA JEMBATAN
KERETA API DI LINTAS KIARACONDONG – CICALENGKA

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

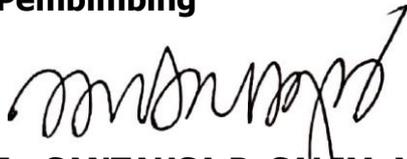
Oleh:

FAJAR RAMADHAN

NOTAR : 18.03.021

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 25 AGUSTUS 2021
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Pembimbing



Ir. SANTAUSA P. SALIM, MM
NIP. 19551229 198703 1 001

Tanggal:.....

Pembimbing



Uriansah Pratama, S.ST, MM
NIP. 19860814 200912 1 002

Tanggal:.....

JURUSAN MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD
BEKASI, 2021

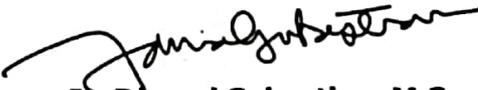
KERTAS KERJA WAJIB
KAJIAN PENGGUNAAN BANTALAN KAYU DAN BANTALAN
SINTETIS PADA JEMBATAN KERETA API DI LINTAS
KIARACONDONG - CICALENGKA

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

FAJAR RAMADHAN

NOTAR : 18.03.021

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 25 AGUSTUS 2021
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT
DEWAN PENGUJI

PENGUJI  <u>Yanuar Dwi Hardiyatno, M.Sc</u> NIP. 19870103 201012 1 006	PENGUJI  <u>Dr. R.R. Gloriani Novita C, S.T., MT</u> NIP.19731104 199703 2 001
PENGUJI  <u>Bobby Agung H, S.ST., MT</u> NIP. 19890708 201012 1 003	PENGUJI 29/8-21  <u>Ir. Djamal Subastian, M.Sc</u> NIP. 19590310 199103 1 004

MENGETAHUI,
KETUA PROGRAM STUDI
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN


Ir. Bambang Drajat, MM
NIP. 19581228 198903 1 002

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas rahmat dan karunia Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul "Perbandingan Efisiensi Penggunaan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis Pada Jembatan Kereta Api di Lintas Kiaracondong – Cicalengka" dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang sangat baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan Keluarga yang selalu ada untuk mendukung
2. Bapak Hindro Surahmat, ATD, M.Si selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD.
3. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM selaku ketua jurusan D III Manajemen Transportasi Perkeretaapian
4. Bapak Uriansyah Pratama, MM dan Bapak Ir. Santausa Purnama Salim, MM sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan Kertas Kerja Wajib ini.
5. Dosen-dosen Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian, yang telah memberikan bimbingan selama Pendidikan.
6. Pegawai dan Staff Balai Teknik Perkeretaapian Kelas 1 Wilayah Jawa Bagian Barat.
7. Rekan - Rekan Taruna Sekolah Tinggi Transportasi Darat Angkatan XL, serta adik – adik Angkatan XLI yang saya cintai.

Penulis menyadari Kertas Kerja Wajib ini banyak kekurangan, saran dan masukan sangat diharapkan bagi kesempurnaan penulisan. Semoga bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang Transportasi Darat.

Bekasi,

Penulis,

Fajar Ramadhan

Notar: 18.03.021

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR RUMUS	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II GAMBARAN UMUM	5
2.1 Kondisi Geografis	5
2.2 Wilayah Administratif.....	6
2.3 Kondisi Transportasi	7
2.4 Gambaran Umum Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Barat	8
2.5 Kondisi Lintas Kiaracondong – Cicalengka	10
BAB III KAJIAN PUSTAKA.....	20
3.1 Perkeretaapian	20
3.2 Prasarana.....	20
3.3 Perawatan.....	21
3.4 Jalur Kereta Api	21
3.5 Jalan Rel	22
3.6 Jembatan	24
3.7 Bantalan	26
3.8 Pemasangan Bantalan	37
3.9 <i>Track Quality Index</i>	41
BAB IV METODE PENELITIAN	42
4.1 Alur Pikir	42
4.2 Bagan Alir	42
4.3 Teknik Pengumpulan Data	44

4.4 Teknik Analisa Data	45
4.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	46
Bab V ANALISA DAN PEMECAHAN MASALAH.....	47
5.1 Kondisi Saat Ini	47
5.2 Karakteristik.....	51
5.3 Penggantian Bantalan	57
5.4 Perbandingan Bantalan Kayu Dan Bantalan Sintetis.....	62
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
6.1 Kesimpulan	64
6.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Peta Administratif Provinsi Jawa Barat.....	6
Gambar II.2 Peta Wilayah Kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Barat	8
Gambar II.3 Peta Lintas Daop 2 Bandung	10
Gambar II.4 Kondisi Rel di Lintas Kiaracandong – Cicalengka.....	11
Gambar II.5 Kondisi Bantalan di Lintas Kiaracandong – Cicalengka.....	11
Gambar II.6 Kondisi Penambat di Lintas Kiaracandong – Cicalengka	12
Gambar II.7 Jembatan BH 780 Menggunakan Bantalan Kayu di Lintas Kiaracandong – Cicalengka	17
Gambar II.8 Jembatan BH 762 di Lintas Kiaracandong – Cicalengka	17
Gambar III.1 Penampang Bantalan Baja.....	28
Gambar III.2 Bentuk Bantalan Kayu.....	30
Gambar III.3 <i>Fiber-reinforced Formed poly-Urethane (FFU)</i>	35
Gambar IV.1 Bagan Alir Penelitian.....	43
Gambar V.1 Bantalan Kayu Pada BH 762 di Lintas Kiaracandong – Cicalengka	48
Gambar V.2 Bantalan Sintetis Pada BH 762 Lintas Kiaracandong – Cicalengka.	49
Gambar V.3 Diagram Perbandingan Kondisi Saat Ini Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.....	50
Gambar V.4 Diagram Perbandingan Karakteristik Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis	57
Gambar V.5 Diagram Perbandingan Metode Pemasangan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.....	61
Gambar V.6 Diagram Perbandingan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis	62

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Klasifikasi Jembatan Kereta Api Lintas Kiaracondong – Cicalengka ..	13
Tabel II.2 Hasil KA Ukur Kategori 4 pada Jembatan di Lintas Kiaracondong - Cicalengka	18
Tabel III.1 Lebar Jalan Rel 1067 mm	23
Tabel III.2 Lebar Jalan Rel 1435 mm	23
Tabel III.3 Koefisien Lendutan Maksimum Jembatan Baja	25
Tabel III.4 Koefisien Lendutan Maksimum Jembatan Beton	25
Tabel III.5 Dimensi Bantalan Kayu dan Toleransi yang masih Dijinkan di Indonesia	31
Tabel III.6 Contoh Jenis Kayu Untuk Bantalan.....	32
Tabel III.7 Momen Maksimum Bantalan Kayu	34
Tabel III.8 Syarat Tegangan Izin Jenis Kayu	34
Tabel V.1 Hasil KA Ukur Kategori 4 di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.....	47
Tabel V.2 Kondisi Existing Penggunaan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis pada Jembatan di Lintas Kiaracondong – Cicalengka	50
Tabel V.3 Perbedaan Bahan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis	51
Tabel V.4 Perbedaan Berat Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.....	53
Tabel V.5 Perbedaan Berat Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.....	54
Tabel V.6 Perbedaan Kekuatan Lentur Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis....	55
Tabel V.7 Total Pembobotan Karakteristik Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis	56
Tabel V.8 Perbedaan Kebutuhan JO/Tahun Pemasangan Bantalan Pada Jembatan	59
Tabel V.9 Perbandingan Proses Pemasangan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.....	60
Tabel V.10 Total Pembobotan Pemasangan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis Pada Jembatan	61
Tabel V.11 Perbandingan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis	62

DAFTAR RUMUS

Rumus III.1 Rumus Jam Orang Per Tahun.....	40
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur jalan rel merupakan suatu konstruksi yang direncanakan sebagai prasarana atau infrastruktur perjalanan kereta api. Konsep struktur jalan rel adalah rangkaian super dan sub-struktur yang menjadi suatu kesatuan komponen yang mampu mendukung pergerakan kereta api secara aman. Karena menopang pergerakan kereta api, maka struktur jalan rel merupakan sistem dinamik antar komponen penyusunan yang dapat mendistribusikan beban rangkaian kereta api dan sekaligus menyediakan pergerakan yang stabil dan nyaman. Dengan demikian, konsep akhir dari distribusi beban ini adalah menyalurkan tegangan dari beban kereta api kepada tanah dasar tanpa menimbulkan perubahan bentuk permanen pada tanah.

Jembatan merupakan kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton dan konstruksi lain yang menghubungkan tepi sungai, jurang dan lain – lain untuk ketentuan lalu lintas. Jembatan kereta api berfungsi untuk kereta api melintasi sungai dan lembah dengan lancar dan aman. Jembatan kereta api dibagi menjadi tiga jenis yaitu jembatan baja, jembatan beton, dan jembatan kecil.

Bantalan merupakan suatu struktur untuk mengikat rel (dengan penambat) sedemikian sehingga kedudukan rel menjadi kokoh dan kuat. Bantalan juga membentuk sistem pembebanan dari kendaraan rel terdistribusi secara lebih ringan dan merata kepada struktur fondasi. Bantalan mempunyai fungsi yang sangat penting dalam membentuk *super-structure* (struktur bagian atas) dalam struktur jalan rel. Oleh karena itu diperlukan perencanaan yang baik mengenai jenis dan karakteristiknya, inter-koneksi daerah yang akan dilayani oleh jalan rel (daerah timbunan atau

galian) terhadap fungsi drainasi, ukuran bantalan yang akan digunakan dan berbagai pertimbangan teknis lainnya.

Material yang pertama kali digunakan untuk bantalan adalah kayu. Sifat kayu sangat baik untuk beban dinamis dan sebagai isolator listrik dan bunyi. Namun kayu kurang tahan terhadap suhu dan cuaca ekstrim yang dapat menyebabkan kayu lapuk dan memiliki umur yang tidak cukup lama. Seiring berjalannya waktu ketersediaan kayu berkualitas bagus juga mulai berkurang.

Jembatan baja dan wesel di Indonesia saat ini menggunakan bantalan kayu. Dibanding bantalan beton, satu set harga bantalan kayu lebih mahal, disamping itu terdapat alasan lingkungan dan juga ketersediaan kayu seperti kayu ulin dan kayu jati semakin langka. Dengan strukturnya yang kaku, bantalan beton juga tidak sesuai digunakan pada jembatan. Dalam sepuluh tahun terakhir sudah direncanakan penggantian bantalan kayu dengan bantalan sintetis pada jembatan baja dan wesel. Pada saat ini pasar global untuk bantalan komposit dan juga bantalan sintetis cenderung meningkat, sebab banyak keunggulan mencakup rasio kekuatan tinggi terhadap berat, tahan korosi, tahan kelembaban dan serangga serta tidak menghantarkan panas dan listrik.

Namun untuk penggunaannya di Indonesia masih sedikit karena barusaja digunakan pada tahun 2016. Di Indonesia pun masih belum ada tempat produksi bantalan sintetis, jadi diperlukan impor dari negara lain agar dapat menggunakan bantalan sintetis. Walaupun pemasangan bantalan kayu dan bantalan sintetis sama namun masih ada perbedaan yang menyebabkan waktu yang digunakan pada metode pemasangan bantalan sintetis berbeda dengan bantalan kayu, ini juga menjadi alasan mengapa penggunaan bantalan sintetis di Indonesia khususnya di Lintas Kiaracandong – Cicalengka masih sedikit. Oleh karena itu, karena adanya kekurangan dan kelebihan antara penggunaan bantalan kayu dan sintetis, maka dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini dapat diambil judul tentang **"KAJIAN PENGGUNAAN BANTALAN KAYU DAN BANTALAN SINTETIS PADA JEMBATAN KERETA API DI LINTAS KIARACONDONG – CICALENGKA"**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka dapat dikemukakan beberapa identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Kondisi bantalan kayu di Indonesia saat ini masih banyak digunakan namun kualitasnya masih kurang.
2. Telah ditemukan alternatif bantalan kayu yang memiliki karakteristik lebih baik yaitu bantalan sintetis.
3. Adanya perbedaan waktu pada metode pemasangan bantalan sintetis.
4. Bantalan kayu dan bantalan sintetis memiliki keunggulannya masing – masing.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi yang dikemukakan di atas, maka dapat dikemukakan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi saat ini bantalan kayu dan bantalan sintetis pada jembatan di lintas Kiaracandong – Cicalengka?
2. Bagaimana perbedaan karakteristik bantalan kayu dan bantalan sintetis?
3. Bagaimana perbedaan metode pemasangan bantalan kayu dan bantalan sintetis pada jembatan kereta api di lintas Kiaracandong – Cicalengka?
4. Bantalan manakah yang lebih unggul berdasarkan kondisi *saat ini*, karakteristik, dan metode pemasangan?

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengkaji penggunaan bantalan sintetis dan bantalan kayu pada jembatan di lintas Kiaracandong – Cicalengka.

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi saat ini bantalan kayu dan bantalan sintetis berdasarkan nilai TQI serta kondisi penggunaannya pada jembatan di lintas Kiaracandong – Cicalengka.

2. Mengidentifikasi perbedaan karakteristik bantalan kayu dan bantalan sintetis.
3. Membandingkan perbedaan metode pemasangan bantalan kayu dan bantalan sintetis pada jembatan di lintas Kiaracondong – Cicalengka.
4. Menentukan bantalan manakah yang lebih unggul berdasarkan kondisi saat ini, karakteristik, dan metode pemasangan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini antara lain:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada bantalan kayu dan bantalan sintetis pada jembatan di lintas Kiaracondong – Cicalengka.
2. Penelitian ini hanya difokuskan pada bantalan kayu dan bantalan sintetis yang ada pada jembatan kereta api berdasarkan kondisi saat ini, karakteristik, dan jam orang pada metode pemasangan.
3. Penelitian ini tidak membahas struktur jalan rel.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Geografis

Provinsi Jawa Barat terletak di Pulau Jawa memiliki posisi geografis yang sangat strategis karena berbatasan langsung dengan Ibu Kota Negara DKI Jakarta serta menghubungkan pusat kegiatan ekonomi di bagian lain Pulau Jawa yakni Jawa Tengah dan Jawa Timur. Letak geografis Provinsi Jawa Barat berbatasan dengan wilayah provinsi lain dengan batas administrasi wilayah sebagai berikut:

1. Sebelah Utara : Berbatasan dengan Laut Jawa dan Provinsi DKI Jakarta.
2. Sebelah Barat : Berbatasan dengan Provinsi Banten.
3. Sebelah Timur : Berbatasan dengan Provinsi Jawa Tengah.
4. Sebelah Selatan : Berbatasan dengan Samudera Hindia.

Provinsi Jawa Barat terletak antara 5° 50' – 7° 50' Lintang Selatan dan 104° 48'- 108° 48' Bujur Timur. Dengan luas wilayah berdasarkan Peta Administrasi Jawa Barat dari Badan Informasi Geospasial tahun 2018 mencapai 37.087,92 km² dengan garis pantai sepanjang 832,69 km (berdasarkan Peta RZWP3K Provinsi Jawa Barat). Berdasarkan kewenangan pengelolaan laut 0-12 mil, luas wilayah laut Provinsi Jawa Barat 15.528,90 ha dengan jumlah pulau-pulau kecil sebanyak 19 pulau. Wilayah Provinsi Jawa Barat terbagi atas dataran rendah dan dataran tinggi, dataran rendah umumnya berada di wilayah Utara dan dataran tinggi berada di wilayah Selatan.

Provinsi Jawa Barat memiliki kondisi alam dengan struktur geologi yang kompleks. Kawasan utaranya merupakan dataran rendah sedang bagian tengahnya merupakan daerah pegunungan atau rangkaian dari pegunungan yang membentang dari barat hingga timur Pulau Jawa. Adapun kawasan selatan merupakan daerah berbukit-bukit dengan sedikit pantai.

Purwakarta, Karawang, Bekasi, dan Pangandaran serta Kota Bogor, Sukabumi, Bandung, Cirebon, Bekasi, Depok, Cimahi, Tasikmalaya dan Kota Banjar. Kabupaten Sukabumi merupakan wilayah terluas di Provinsi Jawa Barat dengan persentase terhadap luas wilayah provinsi mencapai 11,72 persen, sedangkan Kota Cirebon merupakan wilayah terkecil dengan persentase terhadap luas wilayah provinsi sebesar 0,11 persen. Wilayah Provinsi Jawa Barat terdiri atas 627 kecamatan, 645 kelurahan dan 5.312 desa. Berdasarkan sisi produksi, kapasitas sektor jasa dan perdagangan semakin besar terkait dengan keunggulan Jawa Barat sebagai pusat kuliner dan fashion yang menarik bagi turis domestik maupun asing untuk mengunjungi Jawa Barat terutama Kota Bandung dan sekitarnya. Jawa Barat juga menawarkan tempat-tempat wisata dengan pemandangan yang menakjubkan diantara pasir putih dan kehangatan lautan tropis seperti Pantai Pangandaran, Pelabuhan Ratu dan sumber air panas di Ciater.

2.3 Kondisi Transportasi

Transportasi menjadi salah satu hal yang penting untuk melakukan mobilitas antar kota. Moda transportasi tersebut yakni angkutan kota, bus kota atau DAMRI, Trans Metro Bandung, maupun kereta rel diesel. Perkembangan transportasi khususnya kereta api semakin tahun semakin meningkat. Dibangunnya sarana dan prasarana transportasi kereta api di Jawa Barat khususnya mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kehidupan sosial ekonomi masyarakatnya. Transportasi kereta api bukan hanya memperpendek jarak tempuh yang dilalui tapi juga mempercepat waktu tempuhnya. Menurut rencana jaringan jalur kereta api di Pulau Jawa terutama di Wilayah Provinsi Jawa Barat sampai dengan tahun 2030 direncanakan akan dibangun secara bertahap prasarana Perkeretaapian meliputi jalur, stasiun dan fasilitas operasi kereta api diantaranya :

1. Pengembangan jaringan dan layanan kereta api antarkota, meliputi pembangunan jalur baru termasuk jalur ganda (double track), reaktivasi dan shortcut seperti : jalur ganda Bogor-Sukabumi, jalur ganda Kiaracundong – Cicalengka, shortcut Cibungur-Tanjungrasa, Parungpanjang – Citayam - Cikarang-Kalibaru.

2. Pengembangan jaringan dan layanan kereta api regional pada kota-kota aglomerasi seperti : Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi), Bandung Raya (Bandung, Cimahi, Bandung Barat, Sumedang).
3. Pengembangan dan layanan kereta api perkotaan Kota Bandung
4. Peningkatan kapasitas jaringan kereta api melalui elektrifikasi jalur KA meliputi lintas: Bekasi – Cikarang – Cikampek - Cirebon, Padalarang – Bandung – Cicalengka
5. Reaktivasi dan peningkatan (revitalisasi) jalur kereta api meliputi lintas: Sukabumi – Cianjur – Padalarang, Cicalengka – Jatinangor – Tanjungsari, Cirebon – Kadipaten, Banjar – Cijulang, Cikudapeteuh – Ciwidey, Cibatubaru – Garut – Cikajang.

2.4 Gambaran Umum Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Barat



Sumber: Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Barat, 2021.

Gambar II.2 Peta Wilayah Kerja Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Barat.

Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jawa Bagian Barat sebagai UPT berperan sebagai organisasi di bawah Direktorat Jenderal Perkeretaapian dengan kewenangan mengelola kepegawaian, keuangan, peralatan dan perlengkapan dalam melaksanakan tugas teknis operasional

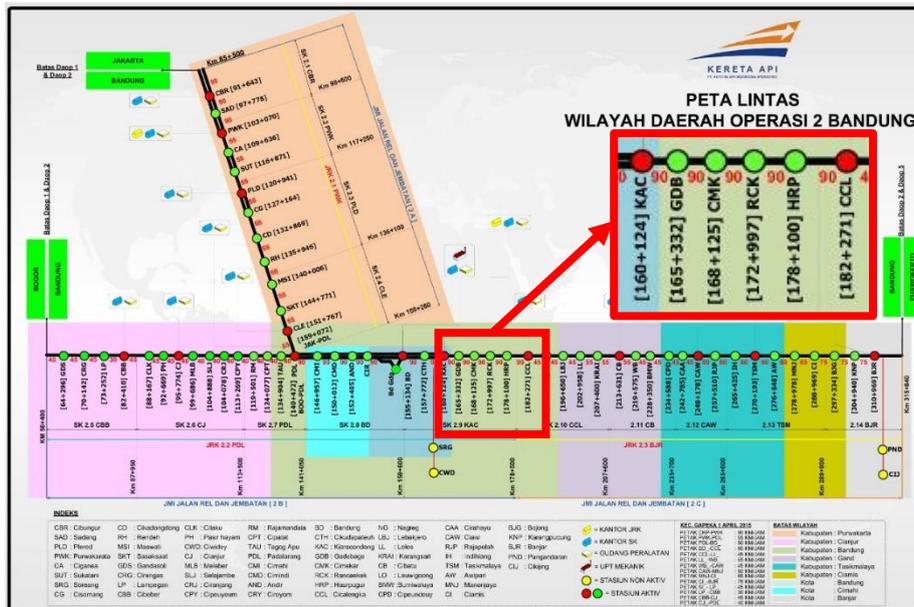
dan atau penunjang tertentu dengan tujuan meningkatkan efektifitas pelaksanaan peningkatan prasarana, fasilitas bimbingan dan pengawasan teknis, serta koordinasi pelaksanaan operasional penyelenggaraan lalu lintas dan angkutan kereta api Direktorat Jenderal Perkeretaapian.

Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jawa Bagian Barat berlokasi di Jalan Gedebage Selatan No.68, Babakan Penghulu, Kec. Gedebage, Kota Bandung, Jawa Barat 40295, Jawa Barat. Wilayah kerja Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Jawa Bagian Barat meliputi:

1. Daop 1 Jakarta
 - a. Lintas Bogor-Sukabumi.
 - b. Lintas Cikampek – Cibungur.
2. Daop 2 Bandung
 - a. Lintas Cibungur – Padalarang.
 - b. Lintas Sukabumi – Padalarang.
 - c. Lintas Padalarang – Banjar.
3. Daop 3 Cirebon
 - a. Lintas Cirebon – Brebes.
 - b. Lintas Cirebon – Prupuk.
 - c. Lintas Cirebon – Tanjungrasa.

Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa bagian Barat merupakan salah satu pelaksana peningkatan dan pengawasan prasarana, serta pengawasan penyelenggaraan sarana, lalu lintas, angkutan dan keselamatan perkeretaapian. Terdapat 3 satuan kerja sebagai pelaksana peningkatan dan pembangunan perkeretaapian di wilayah Balai Teknik Perkeretaapian Jawa Bagian Barat ini yaitu Satker 1 dengan wilayah Bogor – Sukabumi – Padalarang, Satker 2 dengan wilayah Bandung – Banjar, dan Satker 3 dengan lintas Padalarang – Bandung – Cicalengka.

2.5 Kondisi Lintas



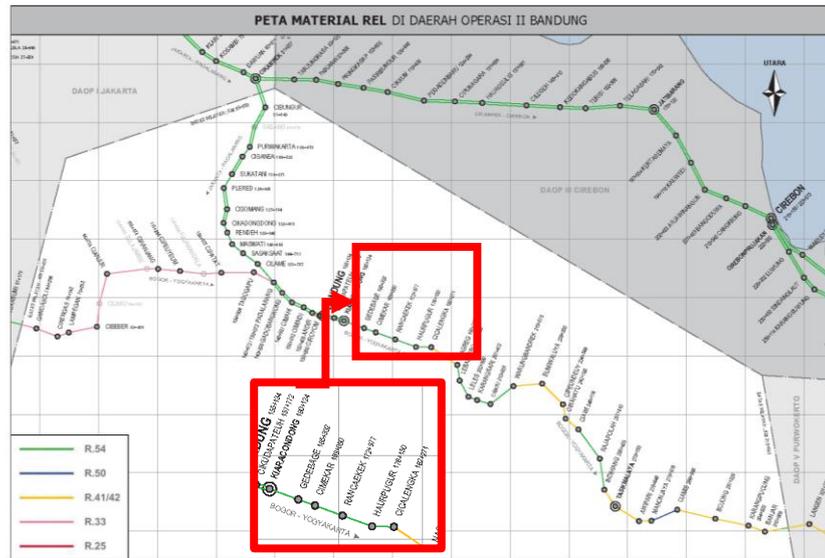
Sumber: Unit Jalan dan Jembatan Daop 2 Bandung, 2021.

Gambar II.3 Peta Lintas Daop 2 Bandung.

Lintas yang saya ambil berada di Kota Bandung dan Kabupaten Bandung tepatnya di lintas Kiarascondong – Cicalengka. Untuk pembagian wilayah lintas ini sebagai berikut:

1. Kota Bandung:
 - a. Stasiun Kiarascondong.
 - b. Stasiun Gedebage.
2. Kabupaten Bandung:
 - a. Stasiun Cimekar.
 - b. Stasiun Rancaek.
 - c. Stasiun Haurpugur.
 - d. Stasiun Cicalengka.

2.5.1 Rel

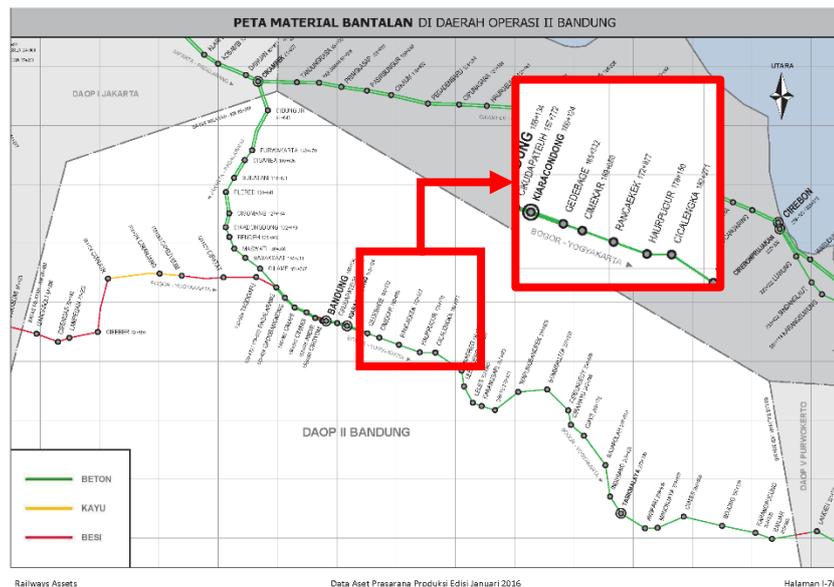


Sumber: Unit Jalan dan Jembatan Daop 2 Bandung, 2021.

Gambar II.4 Kondisi Rel di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

Untuk penggunaan rel pada lintas Kiaracondong – Cicalengka secara keseluruhan telah menggunakan R.54.

2.5.2 Bantalan

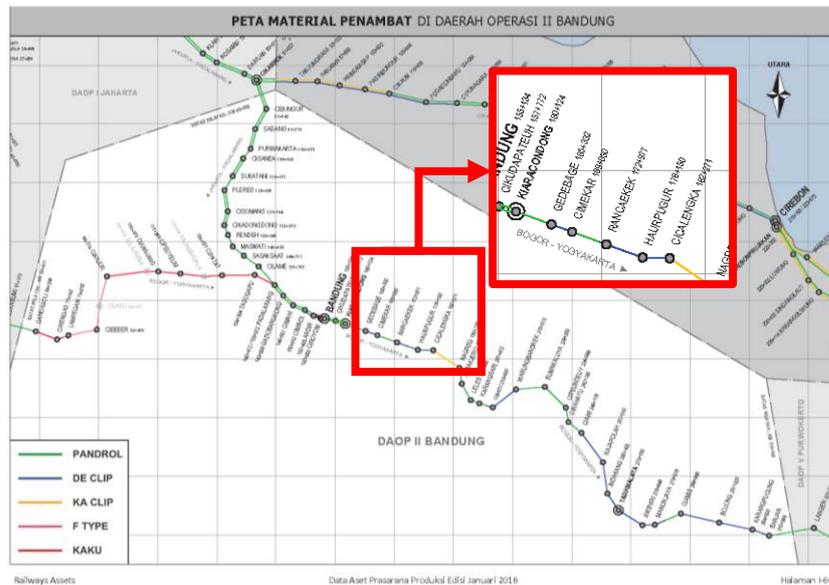


Sumber: unit Jalan dan Jembatan DAOP 2 Bandung, 2021.

Gambar II.5 Kondisi Bantalan di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

Jenis bantalan yang digunakan di lintas Kiaracondong – Cicalengka menurut data yang kami dapatkan sebagian besar menggunakan bantalan beton, pada wesel dan sambungan menggunakan bantalan kayu, dan pada jembatan menggunakan bantalan kayu dan sintetis.

2.5.3 Penambat



Sumber: Unit Jalan dan Jembatan Daop 2 Bandung, 2021

Gambar II.6 Kondisi Penambat di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

Pada umumnya jenis penambat yang digunakan dari Kiaracondong – Gedebage menggunakan penambat Pandrol, untuk Gedebage – Cimekar menggunakan penambat DE Clip, lalu Cimekar – Rancaekek menggunakan penambat Pandrol, dan Rancaekek – Cicalengka menggunakan penambat DE Clip.

2.5.4 Jembatan

Jembatan merupakan kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton dan konstruksi lain yang menghubungkan tepi sungai, jurang dan lain – lain untuk ketentuan lalu lintas.

Jembatan di DAOP 2 Bandung dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

1. Jembatan baja
2. Jembatan beton
3. Jembatan kecil

Berdasarkan 3 jenis jembatan yang telah disebutkan, dapat dilihat secara rinci jumlah jembatan yang ada di lintas Kiaracondong – Cicalengka dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel II.1 Klasifikasi Jembatan Kereta Api Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

No. Bh	Letak	Komponen Aset	Kelas Jembatan	Bentang (meter)	Jumlah bantalan
755	160+231	Bh Kecil	3	2	3
758a	161+010	J.Baja	1	10	19
759	161+638	J.Baja	1	4,3	9
760	161+654	Bh Kecil	3	0,7	
760a	162+120	Bh Kecil	3	0,7	
761	162+288	Bh Kecil	3	2	3
762	162+528	J.Baja	1	18	30
763	162+683	Bh Kecil	3	0,7	
764	163+234	J.Baja	1	10	19
		J.Baja	1	10	19
766	163+571	Bh Kecil	3	5	8

No. Bh	Letak	Komponen Aset	Kelas Jembatan	Bentang (meter)	Jumlah bantalan
767	163+791	Bh Kecil	3	0,7	
768	164+048	Bh Kecil	3	3	7
769	164+213	Bh Kecil	3	0,7	
		Bh Kecil	3	0,7	
770	164+953	Bh Kecil	3	4	11
		Bh Kecil	3		
775	166+450	J.Baja	1	8	15
776	166+888	J.Baja	1	5	10
777	167+849	Bh Kecil	3	5	8
780	169+085	J.Baja	1	8	15
781	169+672	J.Baja	1	15	27
782	170+286	Bh Kecil	3	6	10
783	172+040	Bh Kecil	3	1	
784	172+076	J.Baja	1	10	19
784a	172+130	Bh Kecil	3	0.6	
785	172+348	Bh Kecil	3	2	3
785a	172+443	Bh Kecil	3	0.9	
785b	172+501	Bh Kecil	3	0.9	
785c	172+550	Bh Kecil	3	1	
786	172+783	Bh Kecil	3	1	
787	173+183	Bh Kecil	3	0.7	

No. Bh	Letak	Komponen Aset	Kelas Jembatan	Bentang (meter)	Jumlah bantalan
788	173+288	Bh Kecil	3	0.6	
789	173+592	Bh Kecil	3	0.7	
		Bh Kecil	3	0.7	
790	173+783	Bh Kecil	3	0.7	
791	173+945	Bh Kecil	3	0.6	
792	174+215	Bh Kecil	3	0.7	
793	174+304	J.Beton	2	3	7
794	174+502	Bh Kecil	3	0.8	
795	174+663	Bh Kecil	3	0.8	
796	174+983	J.Baja	1	4.3	8
797	175+391	Bh Kecil	3	3.5	9
798	175+645	Bh Kecil	3	0.9	
799	175+922	J.Baja	1	8	17
		J.Baja	1	8	17
800	176+331	J.Baja	1	8	17
		J.Baja	1	8	17
801	176+767	Bh Kecil	3	3	5
801a	176+779	Bh Kecil	3	4	7
802	176+8/9	Bh Kecil	3	2	3
802a	177+197	Bh Kecil	3	2	3
802b	177+482	Bh Kecil	3	0.6	

No. Bh	Letak	Komponen Aset	Kelas Jembatan	Bentang (meter)	Jumlah bantalan
803	177+5/6	Bh Kecil	3	1	
804	178+4/5	Bh Kecil	3	2	3
805	178+520	J.Baja	1	15	27
806	179+332	J.Baja	1	1	
807	179+363	J.Baja	1	12	21
808	179+419	Bh Kecil	3	0.7	
809	179+809	Bh Kecil	3	2	3
810	180+064	Bh Kecil	3	0.7	
811	180+398	Bh Kecil	3	1	
812	180+475	Bh Kecil	3	1	
813	180+771	Bh Kecil	3	0.6	
		Bh Kecil	3	0.6	
814	181+263	Bh Kecil	3	0.7	
		Bh Kecil	3	0.7	
815	181+805	Bh Kecil	3	1	
816	181+965	Bh Kecil	3	1	
817a	182+152	Bh Kecil	3	0.5	
		Bh Kecil	3		

Sumber: Unit Jalan dan Jembatan DAOP 2 Bandung, 2021.

Pada lintas Kiaracondong – Cicalengka terdapat 18 jembatan baja dan diantaranya terdapat 17 bantalan baja yang masih menggunakan bantalan kayu.



Gambar II.7 Jembatan BH 780 Menggunakan Bantalan Kayu di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

Gambar II.7 merupakan salah satu jembatan baja dengan nomor jembatan BH 780 di antara Cimekar – Rancaekek yang menggunakan bantalan kayu di lintas Kiaracondong – Cicalengka. BH 780 memiliki panjang 8 meter dan menggunakan 15 bantalan kayu.



Gambar II.8 Jembatan BH 762 di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

Sedangkan untuk jembatan yang menggunakan bantalan sintetis pada lintas Kiaracondong – Cicalengka hanya satu bantalan yaitu jembatan dengan nomor BH 762 di antara Kiaracondong – Cicalengka. BH 762 menggunakan 7 bantalan kayu dan 28 bantalan sintetis dengan panjang 13 meter.

2.5.5 Track Quality Index

Berikut merupakan kondisi berdasarkan hasil KA Ukur Kategori 4 pada jembatan di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

Tabel II.2 Hasil KA Ukur Kategori 4 pada jembatan di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

TRIP PENGUKURAN	Resort	Wilayah QC	KM	+	Hm	/	KM	+	Hm	Type	TQI
BD-KAC	2.9 KAC	2B BD	158	+	332	/	158	+	340	BH,	40,4
BD-KAC	2.9 KAC	2B BD	159	+	389	/	159	+	400	BH,	42,7
BD-KAC	2.9 KAC	2B BD	159	+	400	/	159	+	410	BH,	36,6
KAC-BD	2.9 KAC	2.8 BD	156	+	215	/	156	+	205	BH,	35,3
KAC-BD	2.9 KAC	2.8 BD	155	+	954	/	155	+	946	BH,	39,9
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	161	+	39	/	161	+	67	BH,	41,4
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	162	+	291	/	162	+	304	BH,	36,8
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	162	+	524	/	162	+	553	BH,	42,9
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	163	+	229	/	163	+	260	BH,	36,1
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	163	+	576	/	163	+	593	BH,	39,7
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	164	+	600	/	164	+	626	BH,	36,1
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	164	+	961	/	164	+	973	BH,	36,2
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	166	+	468	/	166	+	494	BH,	40,2
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	166	+	909	/	166	+	928	BH,	38,8
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	167	+	872	/	167	+	884	BH,	35,8
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	169	+	106	/	169	+	128	BH,	49,6
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	170	+	321	/	170	+	348	BH,	37,3
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	174	+	228	/	174	+	242	BH,	37

TRIP PENGUKURAN	Resort	Wilayah QC	KM	+	Hm	/	KM	+	Hm	Type	TQI
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	174	+	999	/	175	+	12	BH,	39,7
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	175	+	14	/	175	+	54	BH,	39,5
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	175	+	663	/	175	+	671	BH,	48,8
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	177	+	213	/	177	+	227	BH,	37,3
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	177	+	565	/	177	+	578	BH,	37,9
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	178	+	431	/	178	+	442	BH,	48
KAC-BJR	2.10 CCL	2C TSM	178	+	550	/	178	+	582	BH,	37,9
KAC-BJR	2.10 CCL	2C TSM	179	+	353	/	179	+	378	BH,	36,9
KAC-BJR	2.10 CCL	2C TSM	181	+	266	/	181	+	278	BH,	38,6

Sumber: Resort Jalan Rel Daop 2 Bandung, 2021

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Perkeretaapian

Menurut Undang – Undang No. 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Dalam pasal 3 UU No. 23 tahun 2007 bahwa perkeretaapian diselenggarakan dengan tujuan untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara massal dengan selamat, aman, nyaman, cepat, dan lancar, tepat, tertib, dan teratur, efisien serta menunjang pemerataan, pertumbuhan, stabilitas, pendorong, dan penggerak pembangunan nasional. Perkeretaapian sebagai salah satu moda transportasi memiliki karakteristik dan keunggulan khusus terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut, baik orang maupun barang secara massal, menghemat energi, menghemat penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan yang tinggi, memiliki tingkat pencemaran yang rendah, serta lebih efisien dibandingkan dengan moda transportasi jalan untuk angkutan jarak jauh dan untuk daerah yang padat lalu lintasnya, seperti angkutan perkotaan.

3.2 Prasarana

Menurut Undang – Undang No. 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, prasarana kereta api adalah jalur dan stasiun kereta api termasuk fasilitas yang diperlukan agar sarana kereta api dapat dioperasikan. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), prasarana adalah segala sesuatu yang merupakan penunjang utama terselenggaranya suatu proses.

Fasilitas penunjang kereta api adalah segala sesuatu yang melengkapi penyelenggaraan angkutan kereta api yang dapat memberikan kemudahan serta kenyamanan bagi pengguna jasa angkutan kereta api.

Prasarana kereta api lebih terperinci lagi dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Jalur atau jalan rel
2. Bangunan stasiun
3. Jembatan
4. Sinyal dan telekomunikasi.

3.3 Perawatan

Menurut Peraturan Pemerintah No. 56 Tahun 2009, perawatan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan keandalan prasarana atau sarana perkeretaapian agar tetap laik operasi. Dalam Peraturan Pemerintah No. 69 Tahun 1998 tentang Prasarana dan sarana Kereta Api dijelaskan bahwa perawatan prasarana kereta api dilakukan untuk mempertahankan prasarana tetap laik operasi sesuai persyaratan teknis perawatan yang berlaku dan dilakukan dengan mempertahankan keselamatan dan kebutuhan operasional kereta api, serta kelestarian lingkungan. Perawatan prasarana kereta api dilakukan di tempat prasarana berada atau di Balai Yasa dan harus memenuhi persyaratan keselamatan dan keamanan kerja, memiliki perlengkapan yang sesuai dengan kebutuhan dalam pelayanan perawatan.

3.4 Jalur Kereta Api

Menurut Undang – Undang No. 23 tahun 2007 tentang Perkeretaapian, jalur kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api.

Ruang manfaat jalur kereta api sebagaimana dimaksud di atas terdiri atas jalan rel dan bidang tanah di kiri dan kanan jalan rel beserta ruang di kiri, kanan, atas, dan bawah yang digunakan untuk konstruksi jalan rel dan penempatan fasilitas operasi kereta api serta bangunan pelengkap lainnya. Ruang milik jalur kereta api meliputi bidang tanah di kiri dan di kanan ruang manfaat jalur kereta api yang digunakan untuk pengamanan konstruksi jalan rel. Ruang pengawasan jalur kereta api sebagaimana dimaksud di atas

meliputi bidang tanah atau bidang lain di kiri dan di kanan ruang milik jalur kereta api digunakan untuk pengamanan dan kelancaran operasi kereta api.

3.5 Jalan Rel

Menurut Undang – Undang No. 23 tahun 2007 tentang Perkeretaapian, jalan rel adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, di bawah, dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api. Menurut Sri Atmaja P Rosyidi, (2015) struktur jalan rel merupakan suatu konstruksi yang direncanakan sebagai prasarana atau infrastruktur perjalanan kereta api. Struktur rel dibagi ke dalam dua bagian struktur yang terdiri dari kumpulan komponen-komponen jalan rel yaitu:

1. Struktur bagian atas, atau dikenal sebagai *superstructure*, yang terdiri dari komponen-komponen seperti rel, penambat, dan bantalan.
2. Struktur bagian bawah, atau dikenali sebagai *substructure*, yang terdiri dari komponen balas, subbalas, tanah dasar dan tanah asli. Tanah dasar merupakan lapisan tanah di bawah subbalas yang berasal dari tanah asli tempatan atau tanah yang didatangkan dan telah mendapatkan perlakuan pemadatan atau diberikan perlakuan khusus.
3. Kontruksi jalan rel merupakan suatu sistem struktur yang menghimpun komponen-komponennya seperti rel, bantalan, penambat dan lapisan fondasi serta tanah dasar secara terpadu dan disusun dalam sistem konstruksi dan analisis tertentu untuk dapat dilalui kereta api secara aman dan nyaman.

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 60 tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api mengatur persyaratan jalur kereta api untuk lebar jalan rel 1067 mm dan 1435 mm. Kelas jalan rel dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

Tabel III.1 Lebar Jalan Rel 1067 mm.

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	$> 20 \cdot 10^6$	120	18	R.60/R.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10 \cdot 10^6 - 20 \cdot 10^6$	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu 60	Elastis Ganda	30	50
III	$5 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^6$	100	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60	Elastis Ganda	30	40
IV	$2,5 \cdot 10^6 - 5 \cdot 10^6$	90	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60	Elastis Ganda/Tunggal	25	40
V	$< 2,5 \cdot 10^6$	80	18	R.42	Kayu/Baja 60	Elastis Tunggal	25	35

Sumber : PM No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.

Tabel III.2 Lebar Jalan Rel 1435 mm.

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	$> 20 \cdot 10^6$	160	22,5	R.60	Beton 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10 \cdot 10^6 - 20 \cdot 10^6$	140	22,5	R.60	Beton 60	Elastis Ganda	30	50
III	$5 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^6$	120	22,5	R.60/R.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	40
IV	$< 5 \cdot 10^6$	100	22,5	R.60/R.54	Beton 60	Elastis Ganda	30	40

Sumber : PM No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.

Selain itu rel juga mempunyai fungsi sebagai pijakan mengelindingnya roda kereta api dan meneruskan beban dari roda kereta api kepada bantalan. Sedangkan jalur rel kereta api merupakan jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api dan ruang pengawasan jalur kereta api termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukan bagi lalu lintas kereta api.

3.6 Jembatan

Jembatan dapat didefinisikan sebagai suatu konstruksi yang menghubungkan rute/lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan raya, rel kereta api dan perlintasan lainnya. Secara garis besar konstruksi jembatan terdiri dari dua komponen utama yaitu:

1. Bangunan atas.

Bangunan atas merupakan bagian jembatan yang menerima langsung beban dari orang dan kereta api yang melewatinya. Bangunan atas terdiri dari komponen utama, yaitu lantai jembatan, rangka utama, gelagar melintang, gelagar memanjang, diafragma, pertambahan dan plat andas.

2. Bangunan bawah.

Bangunan bawah merupakan bagian jembatan yang menerima beban dari bangunan atas ditambah tekanan tanah dan gaya tumbukan dari perlintasan di bawah jembatan. Bangunan bawah meliputi pilar jembatan (*pier*), pangkal jembatan (*abutment*) dan fondasi.

Berdasarkan Peraturan Menteri No.60 tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api, persyaratan jembatan dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Persyaratan system.

Dalam persyaratan sistem, material untuk struktur jembatan yaitu jembatan baja, jembatan beton, jembatan komposit dan setiap jembatan harus memenuhi persyaratan beban gandar, lendutan, stabilitas konstruksi, dan ruang bebas. Beban gandar yang digunakan sebagai dasar perencanaan harus sesuai dengan klasifikasi jalurnya dan

beban terbesar dari sarana perkeretaapian yang dioperasikan. Lendutan didefinisikan sebagai besaran penyimpangan (*deflection*) yang tidak boleh melebihi persyaratan koefisien terhadap panjang teoritis.

Tabel III.3 Koefisien Lendutan Maksimum Jembatan Baja.

Jenis	Gelagar			Rangka Batang
	L (m)	L < 50	L ≥ 50	Seluruh Rangka
Lokomotif		L / 800	L / 700	L / 1000
Kereta Listrik dan/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 No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Kereta Api.

Tabel III.4 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 / 1100	L / 900	
	Untuk Dua Rangkaian atau Lebih	Kecepatan Maksimum V (km/jam)	V < 100	L / 800	L / 850	L / 700
			100 < V ≤ 130	L / 1000	L / 1100	L / 900
			130 < V ≤ 160	L / 1300	L / 1400	L / 1200

Sumber : PM No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.

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

kombinasi pembebanan. 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.

2. Persyaratan Komponen.

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

3.7 Bantalan

Bantalan merupakan suatu struktur untuk mengikat rel (dengan penambat) sedemikian sehingga kedudukan rel menjadi kokoh dan kuat. Bantalan mempunyai fungsi yang sangat penting dalam membentuk *super-structure* (struktur bagian atas) dalam struktur jalan rel. Oleh karena itu diperlukan perencanaan yang baik mengenai jenis dan karakteristiknya, interkoneksi daerah yang akan dilayani oleh jalan rel (daerah timbunan atau galian) terhadap fungsi drainase, ukuran bantalan yang akan digunakan dan berbagai pertimbangan teknis lainnya. Berdasarkan PM No. 60 Tahun 2012, bantalan berfungsi untuk meneruskan beban kereta api dan berat konstruksi jalan rel ke balas, mempertahankan lebar jalan rel dan stabilitas ke arah luar jalan rel.

Bantalan dapat terbuat dari kayu, baja/besi, beton, dan sintetis. Pemilihan jenis bantalan didasarkan pada kelas dan kondisi lapangan serta ketersediaan. Spesifikasi masing-masing tipe bantalan harus mengacu kepada persyaratan teknis yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri No. 60 tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api dan Spesifikasi Teknis Bantalan Sintetis No. 17/ST/TRK/LDE/2016. Bantalan harus memenuhi persyaratan berikut:

3.7.1 Bantalan Beton

1. Berdasarkan PM No, 60 Tahun 2012, untuk lebar jalan rel 1067 mm dengan kuat tekan karakteristik beton tidak kurang

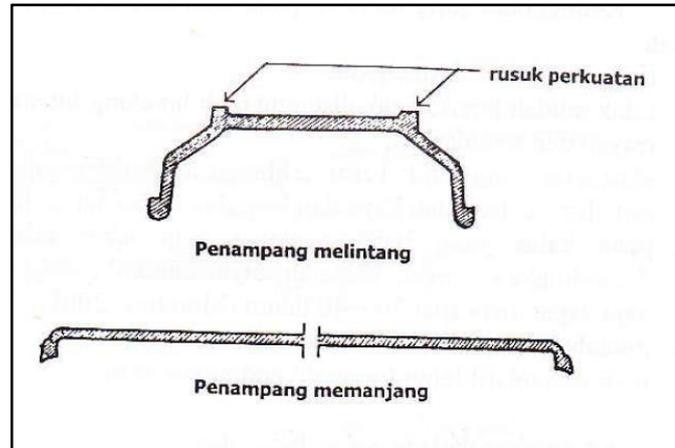
dari 500 kg/cm^2 , dan mutu baja prategang dengan tegangan putus (*tensile strength*) minimum sebesar 16.876 kg/cm^2 (1655 Mpa). Bantalan beton harus mampu memikul momen minimum sebesar $+1500 \text{ kg m}$ pada bagian dudukan rel - 930 kg m pada bagian tengah bantalan.

2. Untuk lebar 1435 mm dengan kuat tekan karakteristik beton tidak kurang dari 600 kg/cm^2 , dan mutu baja prategang dengan tegangan putus (*tensile strength*) minimum sebesar 16.876 kg/cm^2 (1655 Mpa). Bantalan beton harus mampu memikul momen minimum sesuai dengan desain beban gandar dan kecepatan.
3. Dimensi untuk bantalan beton
 - a. Untuk lebar jalan rel 1067 mm :
 - 1) Panjang : 2.000 mm
 - 2) Lebar maksimum : 260 mm
 - 3) Tinggi maksimum : 220 mm
 - b. Untuk lebar jalan rel 1435 mm :
 - 1) Panjang :
 - a) 2.440 mm untuk beban gandar sampai dengan $22,5 \text{ ton}$.
 - b) 2.740 mm untuk beban gandar di atas 22.5 ton .
 - 2) Lebar maksimum : 330 mm
 - 3) Tinggi di bawah dudukan rel : 220 mm

3.7.2 Bantalan Besi/Baja

Berdasarkan PM No. 60 Tahun 2012, bantalan besi harus memiliki kandungan Carbon Manganese Steel Grade 900 A, pada bagian tengah bantalan maupun pada bagian bawah rel, mampu menahan momen maksimum sebesar 650 kg-m , tegangan tarik $88-103 \text{ kg-m}$. Elongation A1 $> 10\%$.

Menurut PD No. 10 Tahun 1986, bentuk penampang melintang bantalan baja harus mempunyai bentuk kait ke luar pada ujung bawahnya. Bentuk penampang memanjang bantalan baja harus mempunyai bentuk kait ke dalam pada ujung bawahnya.



Gambar III.1 Penampang Bantalan Baja.

Bentuk penampang melintang dan memanjang seperti tersebut diatas memberikan cengkaman pada balas sehingga memberikan stabilitas terhadap geseran. Cengkaman ini penting karena berat sendiri bantalan baja yang kecil yaitu sekitar 47,1 kg dan gesekan antara dasar bantalan dan balas juga kecil. Adanya rusuk perkuatan di bagian atas dimaksudkan agar pelat landas tidak goyang.

Dimensi bantalan baja pada jalur untuk lebar sepur 1067 mm ialah:

1. Panjang : 2000 mm
2. Lebar atas : 144 mm
3. Lebar bawah : 232 mm
4. Tebal baja minimum : 7 mm

Bantalan baja minimal mampu menahan momen sebesar 650 kg-m, baik pada bagian tengah bantalan maupun pada bagian bawah rel. Tegangan ini minimal bantalan baja ialah 1600 kg/cm².

Karena bantalan baja dapat berkarat, maka untuk mengurangi timbulnya karat, bantalan baja harus selalu dalam keadaan kering. Untuk itu struktur dibawahnya (balas) harus mudah meloloskan air.

Akibat dari persyaratan bahwa bantalan baja harus selalu dalam keadaan kering, maka pada perlintasan jalan rel dan tempat-tempat lain yang sering terendam air, tidak boleh menggunakan bantalan baja.

3.7.3 Bantalan Kayu

1. Persyaratan Khusus

Menurut Dwi Puspasari (2016), bantalan kayu dipilih sebagai struktur bantalan pada jalan rel dengan pertimbangan bahannya yang mudah diperoleh (jika masih memungkinkan dari hutan tropis) dan mudah dalam pembentukan dimensi (tidak melibatkan peralatan yang berat dan rumit). Meskipun demikian, penggunaan bantalan kayu di Indonesia saat ini sangat jarang dipilih karena pertimbangan konservasi hutan terkait dengan semakin jarangunya kayu kelas kuat I dan II yang terpilih, dan jika adapun, harganya tinggi. Masalah yang ada dalam bantalan kayu, hanyalah pengawetan yang harus merata dan sempurna.

Berdasarkan PM No. 60 Tahun 2012, bantalan kayu harus memenuhi persyaratan kayu mutu A kelas 1 dengan modulus elastisitas (E) minimum 125.000 kg/cm^2 . Harus mampu menahan momen maksimum sebesar 800 kg-m , lentur absolute tidak boleh kurang dari 46 Kg/cm^2 . Berat jenis kayu minimum 0,9, kadar air maksimum 15%, tanpa mata kayu, retak tidak boleh sepanjang 230 mm dari ujung kayu.

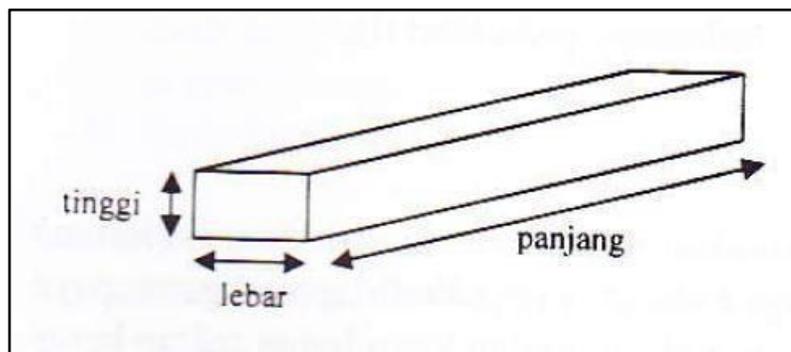
Menurut buku Andri Hendrawan, bantalan kayu digunakan pada jalan rel di Indonesia karena selain mudah dibentuk juga bahannya mudah didapat. Agar supaya dapat memenuhi fungsinya, maka bantalan kayu harus cukup keras sehingga mampu menahan tekanan, penambat rel yang dipasang pada bantalan tidak mudah lepas, dan harus tahan lama.

Untuk itu bahan kayu yang digunakan selain harus kuat menahan beban yang bekerja padanya, juga harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Utuh dan padat.
- b. Tidak terdapat mata kayu.
- c. Tidak mengandung unsur kimia yang tidak baik bagi komponen jalan rel yang terbuat dari logam.
- d. Tidak ada lubang bekas ulat atau binatang lainnya.
- e. Tidak ada tanda-tanda permulaan terjadi pelapukan.
- f. Apabila kayu diawetkan, pengawet harus merata dan sempurna.

Sesuai dengan persyaratan bahwa kayu dan fungsi bantalan maka tidak semua jenis kayu dapat digunakan. Bantalan kayu harus dari kayu mutu A, dengan kelas kuat I atau II dan kelas awet I atau II. Jenis yang biasa yang digunakan oleh PT. Kereta Api (persero) untuk bantalan ialah kayu jati dan kayu besi. Bantalan dengan jenis kayu jati dapat tahan 16 sampai 20 tahun (bahkan ada yang lebih dari 20 tahun). Kayu besi dapat digunakan karena keras, tapi mudah pecah dan kadang-kadang terdapat kandungan asam yang tidak baik bagi logam penambat rel.

Bentuk dan dimensi bantalan kayu yang akan diuraikan berikut ialah untuk lebar sepur 1067 mm.



Sumber: Buku Prasarana Kereta Api, Andi Hendrawan, 2018.

Gambar III.2 Bentuk Bantalan Kayu.

Dimensi bantalan kayu berikut toleransi dimensi yang masih diijinkan ialah sebagai berikut:

Tabel III.5 Dimensi Bantalan Kayu dan Toleransi yang masih Diiijinkan di Indonesia.

No	Letak Bantalan	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
1	Pada jalan lurus	2000 (+40, -20)	220 (+20, -10)	130 (+10, -0)
2	Pada jembatan	1800 (+40, -20)	220 (+20, -10)	200 (+10, -0)

Keterangan : angka dalam kurung () ialah toleransi yang masih diininkan.

Sumber: Buku Prasarana Kereta Api, Andi Hendrawan, 2018.

Agar kerusakan akibat tekanan rel dapat dikurangi maka perletakan rel pada bantalan harus baik. Sebagai usaha untuk memperpanjang umur bantalan kayu, antara rel dan bantalan perlu dipasang Pelat Landas. Dengan pemasangan pelat landas yang seperti itu akan mengurangi kerusakan bantalan akibat beban dinamis yang diteruskan melalui rel kepada bantalan. Bantalan kayu harus terbuat dari kayu mutu A dengan kelas kuat I atau II dan kelas awet I atau II (Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia, 1961). Persyaratan kayu bermutu A adalah kayu yang memenuhi persyaratan berikut ini:

- a. Kayu harus kering udara (kayu yang mempunyai kadar air $\pm 19\%$)
- b. Besarnya mata kayu tidak melebihi $1/6$ dari lebar bantalan dan tidak boleh lebih dari 3,5 cm (Gambar 4.1).
- c. Balok tidak boleh mengandung wanvlak (sisi lengkung) yang lebih besar daripada $1/10$ tinggi bantalan dan $1/10$ lebar bantalan.

- d. Kemiringan arah serat (tg α) tidak boleh melebihi $1/10$.
- e. Retak-retak arah radial (hr) tidak boleh melebihi $1/4$ lebar bantalan, dan retakretak menurut lingkaran tumbuh (ht) tidak boleh melebihi $1/5$ tebal bantalan.

2. Sifat Kayu

Kayu memiliki sifat:

- a. Elastisitas baik, mampu meredam getaran, sentakan dan kebisingan.
- b. Ringan, mudah dibentuk sesuai ukuran yang dikehendaki.
- c. Akibat pelapukan dan serangan binatang-binatang kecil (rayap dan sejenisnya), umur penggunaan menjadi berkurang,
- d. Kayu merupakan bahan yang mudah terbakar, dan nilai sisa rendah

3. Umur Kayu

Beberapa contoh kayu yang biasa digunakan untuk bantalan diberikan dalam **Tabel III.6** berikut ini.

Tabel III.6 Contoh Jenis Kayu Untuk Bantalan.

Nama Botanis	Nama Perdagangan	Kelas Kuat	Kelas Awet
Intsia Spec.Div	Merbau	I – II	I – II
Euisderoxylon zwageri T.et B	Ulin, Borneo, Kayu Besi	I	I
Manilkara Kauki (L)	Sawo Kecil	I	I
Adina Minutiflora Val	Berumbung Gerunggang	I – II	II
Tectona Grandis L.f	Jati	II	I – II
Dalbergia Latifolia Roxb	Sonokeling	II	I

Sumber : Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia, 1961.

Secara umum bantalan kayu kelas awet I seperti kayu merbau, kayu ulin, kayu borneo, kayu besi, kayu sawo kecil, kayu jati, dan kayu sonokeling adalah 8 tahun, sedangkan

kelas awet II seperti kayu merbau, kayu berumbung gerunggung dan kayu jati adalah 5 tahun.

Untuk memperpanjang umur bantalan dari pelapukan (terutama kelas awet II) dapat dilakukan pengawetan dengan bahan-bahan kimia misalnya retesi pengawetan 10, yang akan memberikan umur manfaat mencapai 2 kali lipat umur tanpa pengawetan.

Selain dari pelapukan, umur bantalan juga dipengaruhi oleh kerusakan (patah) pada posisi di bawah rel oleh karena itu perkuatan pelat andas dapat digunakan untuk menambah tahanan kayu dari tegangan kontak di kaki rel. Selama umur pelayanan, secara berkelanjutan harus dilakukan pemeliharaan dengan menggantikan bantalan kayu yang rusak sehingga umur manfaat bantalan secara keseluruhan dapat dipertahankan untuk waktu yang lebih lama.

4. Ukuran Bantalan Kayu

Berdasarkan PD No. 10 Tahun 1986, bantalan kayu ukuran khusus untuk jalan rel dan jembatan ukuran atau dimensi kayu yang diizinkan adalah:

- a. Panjang : 2000 mm
- b. Tinggi : 130 mm
- c. Lebar : 220 mm

Toleransi yang diperbolehkan untuk panjang bantalan : + 40 mm s.d. - 20 mm, untuk lebar bantalan : + 20 mm s.d. - 10 mm dan untuk tinggi bantalan : + 10 mm. Bentuk penampang melintang bantalan kayu harus berupa empat persegi panjang pada seluruh tubuh bantalan.

5. Syarat Kekuatan Bantalan Kayu

Pada bagian tengah dan bawah bantalan kayu harus mampu menahan momen maksimum yang disyaratkan, sebagaimana dijelaskan dalam **Tabel III.7**.

Tabel III.7 Momen Maksimum Bantalan Kayu.

Kelas Kayu	Momen Maksimum (kg.m)
I	800
II	530

Sumber : PD.No.10 Tahun 1986.

Untuk syarat tegangan ijin yang diperbolehkan bagi kelas kuat I dan II dapat dilihat dalam **Tabel III.8**

Tabel III.8 Syarat Tegangan Ijin Jenis Kayu.

Jenis Tegangan Ijin	Kelas Kuat	
	I	II
Lentur (σ_{lt} dalam kg/cm^2)	125	83
Tekan Sejajar Serat ($\sigma_{tk//}$ dalam kg/cm^2)	108	71
Tarik Sejajar Serat ($\sigma_{tr//}$ dalam kg/cm^2)	108	71
Tekan Tegak Lurus Serat ($\sigma_{tk\perp}$ dalam kg/cm^2)	33	21
Geser (τ dalam kg/cm^2)	17	10

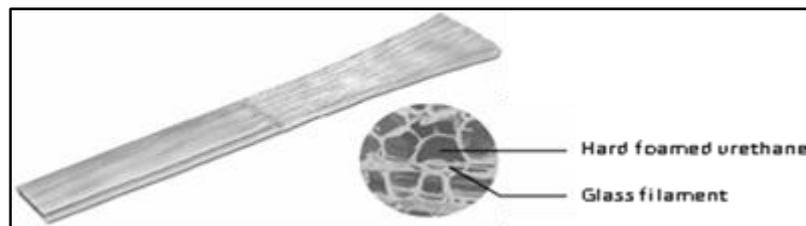
Sumber : PD.No.10 Tahun 1986.

Untuk kayu kelas kuat I yang digunakan pada penelitian ini adalah kayu Ulin dan untuk kelas kuat II adalah kayu jati. Menurut Ibnu (2020) Kayu ulin memiliki massa jenis sebesar 840 kg/m^3 . Berdasarkan jurnal Johnny Gunawan (2015) kayu ulin memiliki modulus elastisitas sebesar $833,355 \text{ N/mm}^2$ dan juga memiliki kekuatan lentur sebesar $109,19 \text{ MPa}$.

Berdasarkan penelitian Usman (2018) menjelaskan bahwa massa jenis kayu jati adalah 744 kg/m^3 dan modulus elastisitas sebesar $11.797,29 \text{ MPa}$ serta kekuatan lentur sebesar $72,70 \text{ MPa}$. Dengan persamaan $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10,1972 \text{ cm/kg}^2$.

3.7.4 Bantalan Sintetis

Menurut Puguh Triwinanto, bantalan sintetis merupakan bantalan yang dibuat *urethane foam resin* yang diperkuat *glass fibre*. Bantalan sintetis adalah salah satu aplikasi dari bahan polimer yang disebut FFU yang merupakan singkatan dari *Fiber-reinforced Formed poly-Urethane*. FFU banyak digunakan di berbagai bidang aplikasi seperti pabrik pengolahan air, 35amboos sipil dll, di mana sifat mekanik yang baik, ringan, daya tahan tinggi dan ketahanan air yang baik.



Gambar III.3 *Fiber-reinforced Formed poly-Urethane (FFU).*

Bantalan sintetis dapat mempertahankan sifat yang sangat baik untuk jangka waktu yang lama di bawah berbagai kondisi. Penggunaan bantalan sintetis dipasang pada jalan kereta api umum dan jalan kereta api Shinkansen dan dapat dipasang di jembatan kereta api.

Di Jepang telah dilakukan penelitian dan pembuatan standar JIS. Standar bantalan sintetis telah dibuat oleh *Japanese Industrial Standard Board Committee dan Technical Committee on Railways and Rolling Stock* Nomor JIS E 1203 : 2007. Pada saat ini JIS E 1203 : 2007 dipakai sebagai rujukan oleh kementerian perhubungan RI sebagai dasar acuan pengujian bantalan sintetis di Indonesia.

1. Syarat Bantalan Sintetis

Berdasarkan Spesifikasi Teknis Bantalan Sintetis tahun 2016, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan material kayu harus memenuhi persyaratan berikut ini:

- a. Bantalan sintetis harus terbebas dari retak (*crack*), celah (*fissure*), lecet (*blister*), kerutan (*wrinkle*), dan kondisi tidak rata yang merugikan (*detrimental to use*);
- b. Bantalan sintetis harus dicat sebagai perlindungan kualitas bantalan;
- c. Standar material lapisan dan warna cat berupa *acrylic urethane resin* dan berwarna coklat.

2. Ukuran Bantalan

Berdasarkan spesifikasi bantalan sintetis khusus untuk jalan rel dan jembatan kereta api ukuran bantalan yang diizinkan sama seperti bantalan kayu pada jembatan kereta, yaitu:

- a. Panjang : 1800 – 2000 mm
- b. Lebar : 220 mm
- c. Tebal : 180 – 320 mm

Toleransi yang diperbolehkan untuk panjang bantalan : + 40 mm s.d. – 20 mm, untuk lebar bantalan : + 20 mm s.d. – 10 mm dan untuk tinggi bantalan : + 10 mm. Bentuk penampang melintang bantalan kayu harus berupa empat persegi panjang pada seluruh tubuh bantalan.

3. Sifat Mekanis Bantalan Sintetis

Berdasarkan Spesifikasi Teknis Bantalan sintetis tahun 2016, dijelaskan bagaimana saja sifat mekanis bantalan sintetis sebagai berikut:

- a. Material *Strength* (Kekuatan Material)
 - 1) *Bending* : min. 70 N/mm²
 - 2) *Young's modulus in flexure*: min. 6000 N/mm²
 - 3) *Withstand bending load* : min. 170 kN
 - 4) *Longitudinal compressive* : min. 40 N/mm²
 - 5) *Shearing* : min 7 N/mm²
 - 6) *Adhesion shearing* : min. 7 N/mm²

- b. *Electrical properties* (Sifat listrik)
 - 1) *Alternating-current voltage*: min. 20kV
 - 2) *Direct-current resistance* : min. $1 \times 10^{10} \Omega$
- c. *Pulling* (Kekuatan menarik)
 - 1) *Track spike pulling* : min 15 kN
 - 2) *Screw spike pulling* : min 30 kN
- d. *Unit volume mass* : $0.7 \text{ kg/cm}^3 \pm 0.1 \text{ g/cm}^3$
- e. *Amount of water absorbtion* (jumlah kadar air) : maks. 10 mg/cm^2

Menurut Herry (2018) bahan *Polyurethane* memiliki massa jenis sebesar 400 kg/m^3 . *Polyurethane Foam* juga memiliki modulus elastisitas sebesar 151,4 MPa. Menurut Puguh (2017) untuk kekuatan lentur bantalan elastis adalah 103,9 MPa.

4. Umur Bantalan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Amir Ghorbani dan Seckin Erden menyebutkan pada jurnalnya bahwa bantalan sintesis berbahan *Urethane Foam Resin* mampu bertahan 40 tahun. dan untuk bahan sintesis *Urethane Foam Resin* yang diperkuat *Glass Fibre* mampu bertahan hingga 50 tahun.

3.8 Pemasangan Bantalan

3.8.1 Teknik Pemasangan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis

1. Syarat Teknis Persiapan

- a. Membuat tenda/terpal untuk pekerja ataupun untuk menyimpan barang yang letaknya tidak jauh dari lokasi pekerjaan dan harus diluar ruang bebas agar aman dari perjalanan kereta api.
- b. Menyiapkan angkutan yang akan dipakai untuk mobilisasi bantalan viber dari tempat penimbunan ke perlintasan terdekat, dengan kondisi alat angkutan

- dalam keadaan baik dan aman untuk digunakan dalam perjalanan jarak jauh angkutan bantalan sintetis dihitung dengan satuan tonase untuk sekali angkutan.
- c. Pada saat muat, angkut dan bongkar bantalan dari lokasi penyimpanan ke lokasi pekerjaan tidak boleh mengakibatkan bantalan sintetis menjadi cacat.
 - d. Sebelum melakukan pekerjaan mengecer/lori bantalan sintetis ke lokasi pekerjaan, koordinasi serta komunikasi dengan PK/Stasiun dan harus dipastikan bahwa petak jalan dalam kondisi kosong / tidak ada KA yang akan lewat dan aman untuk kegiatan mengecer bantalan.
 - e. Setelah bantalan tersedia, maka dilakukan pelorian/mengecer material tersebut ke lokasi penggantian dengan tenaga yang telah dipersiapkan dan dengan pengawasan KUPT/Ka Resort/Kasatker, dan dipastikan kondisi jalur bebas/steril dari KA.
 - f. Memasang semboyan/pembatas kecepatan (Taspat) pada lokasi pekerjaan, bila diperlukan.
 - g. Memasang dua bendera orange di sebelah kiri dan kanan pekerjaan sebagai semboyan kerja.
 - h. Selalu berkoordinasi dengan pihak terkait seperti unit operasi (pusat kendali) atau PPKA.

2. Alat Kerja Perawatan

- a. Satu set alat keeling
- b. Dongkrak
- c. Mesin bor
- d. Martil
- e. Matisa
- f. Genset
- g. Meteran
- h. APD (Alat Pelindung Diri)

3. Proses Pemasangan Bantalan

- a. Mencowak/mengekip bantalan sintetis atau kayu dan meneter pada bagian alat penambat.
- b. Melepas guard rel dan menyimpan di tempat yang aman.
- c. Melepas alat penambat, baud sindik.
- d. Membongkar rel gongsol pada jembatan untuk tiap 1 m'.
- e. Untuk keamanan dan kelancaran pekerjaan maka digunakan steleng dari.
- f. Mengeluarkan bantalan jembatan lama dan memasukkan bantalan jembatan baru, bantalan baru telah tersedia didekat pekerjaan.
- g. Selesai memasukkan bantalan jembatan baru, alat penambat dipasang dan dikencangkan, baud sindik dipasang kembali.
- h. Memasang kembali guard rel seperti keadaan semula.
- i. Memasang kembali rel gongsol termasuk mengatur lebar alur untuk tiap 1 m'.
- j. Bongkaran bantalan jembatan bekas dikumpulkan dan ditumpuk di emplasemen/resort terdekat.
- k. Meletter bulan dan tahun pemasangan bantalan.
- l. Cabut semboyan/bendera kuning setelah selesai pekerjaan (bila menggunakan).
- m. Melori/mengangkut kembali bantalan bekas yang sudah tidak terpakai dari lokasi pekerjaan ke emplasemen terdekat sehingga tidak mengganggu Perka.

3.8.2 Kebutuhan Jam Orang per Tahun Penggantian Bantalan pada Jembatan

1. Jam Orang

Rumus Perhitungan Jam Orang (JO) per tahun:

Rumus III.1 Rumus Jam Orang per Tahun.

$$\text{JO/Tahun} = \text{Volume Dirawat} \times \text{Standar JO}$$

Sumber: Rekap Jo Untuk Perawatan Jalan Rel Dan Jembatan, 2020.

Standar JO :

- a. Melepas dan Memasang Alat Penambat = 1,80
- b. Mencowak, Mengebor Bantalan
 - Bantalan kayu = 18,0
 - Bantalan sintetis = 25,20
- c. Mengeluarkan Bantalan Lama dan Memasukkan Bantalan Baru = 12,0

Berdasarkan rumus perhitungan kebutuhan jam orang bisa didapatkan berapa jam yang dibutuhkan pekerja per tahun, per bulan, dan per hari. Sehingga dapat dibandingkan kebutuhan Jam Orang untuk pemasangan bantalan sintetis dan bantalan kayu.

3.9 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 :

1. Baik sekali, untuk $TQI \leq 20$.
2. Baik, untuk $20 < TQI \leq 35$.
3. Sedang, untuk $35 < TQI \leq 50$.
4. Jelek, untuk $TQI > 50$

BAB IV

METODE PENELITIAN

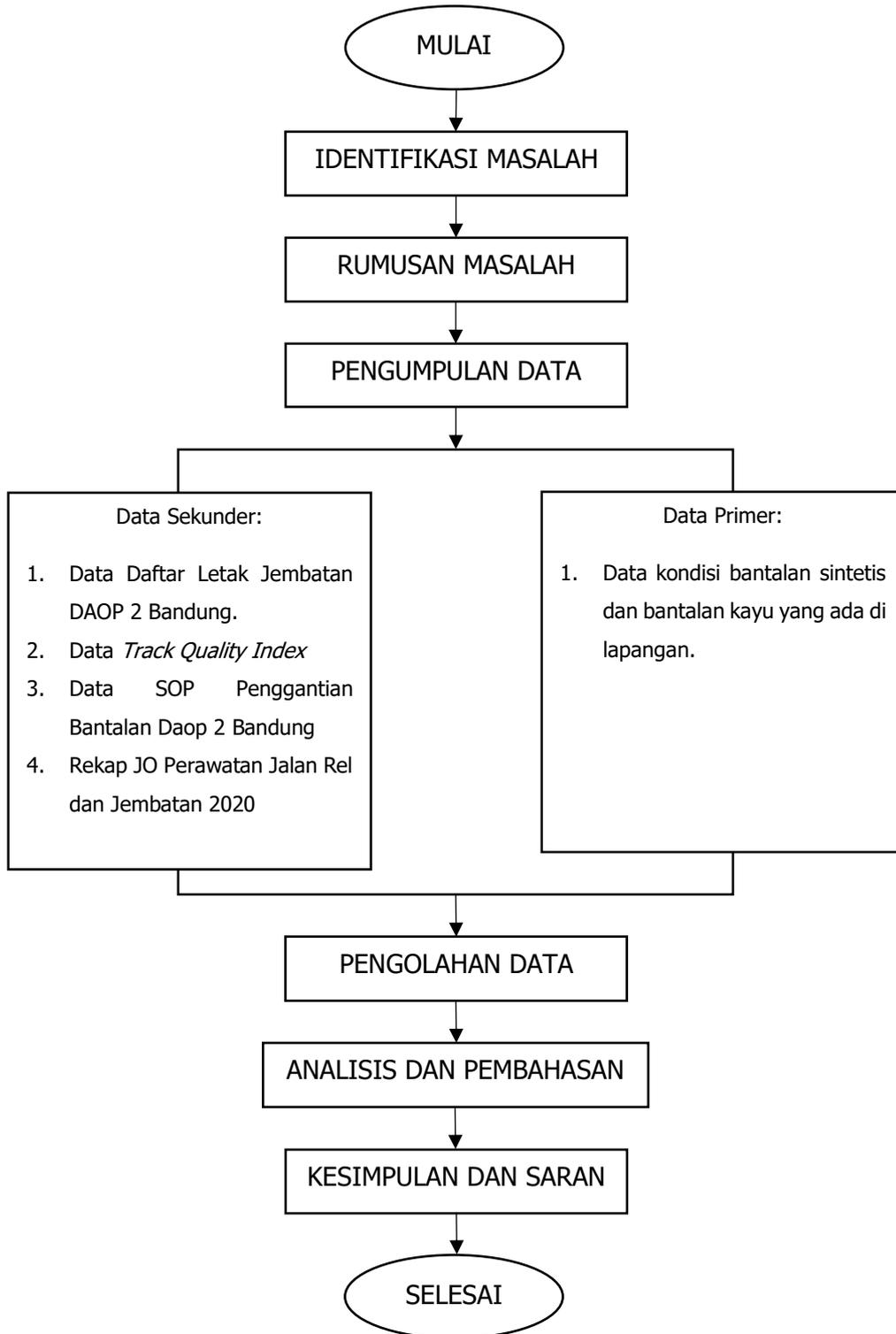
4.1 Alur Pikir

Langkah awal dalam penulisan penelitian ini adalah mengumpulkan data, baik data primer maupun data sekunder yang selanjutnya dilakukan Analisa permasalahan, yang kemudian diketahui permasalahan yang ada dan dicari suatu penyelesaiannya. Adapun tahapan-tahapan rencana penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1.** Menetapkan rumusan masalah dilakukan penelitian serta menentukan ruang lingkup dan batasan – batasan permasalahan dari penelitian yang dilakukan.
- 2.** Mengumpulkan data-data yang diperlukan serta mendukung penelitian yang dilakukan baik dari data sekunder maupun data primer.
- 3.** Mengolah data yang ada dengan melihat dari data sekunder dan data primer yang telah diperoleh.
- 4.** Menganalisa data dan melakukan pembahasan dengan menggunakan metode perbandingan (komparasi).
- 5.** Mengajukan usulan pemecahan masalah berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan.
- 6.** Menetapkan kesimpulan dari hasil analisa dan pemecahan masalah yang telah dilakukan.

4.2 Bagan Alir

Bagan alir merupakan tahapan proses kegiatan dalam melakukan analisa dari awal sehingga menghasilkan suatu rekomendasi dan kesimpulan. Pola pikir yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat dilihat dari bagan alir berikut.



Gambar IV.1 Bagan Alir Penelitian.

4.3 Teknik Pengumpulan 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 :

1. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat dari instansi – instansi terkait seperti :

- a. Unit Jalan Rel dan Jembatan Daop 2 Bandung.
- b. Resort Jalan Rel dan Jembatan Daop 2 Bandung.

Adapun data – data yang didapatkan dari instansi tersebut antara lain :

- a. Data Data Daftar Letak Jembatan Daop 2 Bandung.
- b. Data spesifikasi Teknis Bantalan Kayu, Bantalan Beton, dan Bantalan Sintetis.
- c. Data pemasangan bantalan sintetis dan bantalan kayu pada jembatan.
- d. Data rekap JO perawatan jalan rel dan jembatan 2020.

2. Data Primer

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

- a. Survei observasi kondisi bantalan kayu dan sintetis yang ada di jembatan kereta api.
- b. Survei wawancara kepada Kepala Resort setempat. Wawancara dilakukan dengan pihak resort dalam hal ini adalah bagian prasarana jembatan kereta api untuk mengetahui tentang bantalan sintetis dan bantalan kayu untuk jembatan kereta api.

Dari pelaksanaan survei yang telah dilaksanakan pada saat penelitian adapun data – data yang diperoleh sebagai berikut:

- a. Data kondisi bantalan sintetis dan bantalan kayu di lapangan.

4.4 Teknik Analisa Data

Metode analisis ini menggunakan metode Analisis Multi Kriteria. Analisis multi kriteria adalah metode pengambilan keputusan yang dikembangkan untuk masalah – masalah kompleks multikriteria yang mencakup aspek kualitatif atau aspek kuantitatif dalam proses pengambilan keputusan.

1. Penetapan Peringkat dan Penetapan Nilai

Dua metodologi Analisis Multi Kriteria (AMK) yang paling sederhana dan dapat digunakan dalam suatu penilaian kriteria dan indikator adalah Penetapan Peringkat dan Penetapan Nilai.

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. Skor 1

kondisi kurang, mungkin normal untuk wilayah tertentu, tetapi diperlukan cukup banyak perbaikan/perawatan.

b. Skor 2

kondisi cukup, dapat diterima pada wilayah tersebut.

c. Skor 3

kondisi baik, normal atau diatas normal untuk wilayah tersebut, tetapi tetap memerlukan perbaikan untuk mencapai kondisi yang terbaik.

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

3. Analisis yang Dilakukan

- a. Membandingkan kondisi eksisting bantalan sintetis dan bantalan kayu berdasarkan data TQI dan kondisi di BH 762 yang menggunakan 2 jenis bantalan.
- b. Membandingkan karakteristik bantalan sintetis dan bantalan kayu berdasarkan bahan, umur, berat, modulus elastisitas, dan momen maksimum.
- c. Membandingkan metode pemasangan bantalan pada jembatan berdasarkan Jam Orang dan proses pemasangan.
- d. Membandingkan bantalan mana yang lebih baik untuk jembatan berdasarkan perbandingan nilai TQI, karakteristik dan metode pemasangan.

4.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan wilayah atau area dengan batasan yang jelas dimana pelaksanaan penelitian ini hanya dibatasi pada jembatan Kereta Api di lintas Kiaracandong – Cicalengka.

2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian merupakan waktu yang digunakan peneliti dalam melaksanakan penelitian. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 21 Juni 2021.

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH

5.1 Kondisi Saat ini

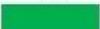
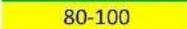
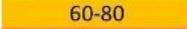
5.1.1 Track Quality Index

Berdasarkan hasil KA ukur terhadap 2 jembatan yaitu BH 780 Km 169 + 106 yang menggunakan bantalan kayu dan BH 762 Km 162 + 524 yang menggunakan bantalan sintetis didapatkan hasil KA ukur sebagai berikut:

Tabel V.1 Hasil KA Ukur Kategori 4 di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

TRIP PENGUKURAN	Resort	KM	+	Hm	/	KM	+	Hm	Type	TQI	Kondisi
KAC-BJR	2.9 KAC	162	+	524	/	162	+	553	BH,	42,9	Sedang
KAC-BJR	2.9 KAC	169	+	106	/	169	+	128	BH,	49,6	Sedang

Keterangan:

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

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

5. Baik sekali, untuk $TQI \leq 20$.
6. Baik, untuk $20 < TQI \leq 35$.
7. Sedang, untuk $35 < TQI \leq 50$.
8. Jelek, untuk $TQI > 50$

Terlihat pada tabel hasil pengukuran secara teknis dengan Kereta Ukur pada tahun 2020 kategori 4 di jembatan BH 762 km 162 + 524 yang menggunakan bantalan sintetis mempunyai nilai TQI sebesar 42,9 yang termasuk dalam kondisi sedang.

Dan untuk hasil pengukuran Kereta Ukur pada jembatan BH 780 km 169 + 106 yang menggunakan bantalan kayu memiliki nilai TQI sebesar 49,6 yang termasuk dalam kondisi sedang juga.

Berdasarkan nilai hasil KA ukur, jembatan BH 762 dan BH 780 termasuk ke dalam kondisi yang sama yaitu sedang, namun nilai TQI pada BH 762 yang menggunakan bantalan sintetis lebih kecil daripada BH 780 yang menggunakan bantalan kayu. Semakin kecil nilai TQI semakin baik kondisi lintas tersebut. Jadi walaupun keduanya dalam kondisi yang sama, nilai TQI pada BH 762 lebih baik daripada BH 780.

5.1.2 Penggunaan Bantalan

Jembatan BH 762 merupakan jembatan baja yang menggunakan 2 jenis bantalan yaitu bantalan kayu dan bantalan sintetis. Pemasangan kedua bantalan tersebut dipasang pada tahun 2017.



Gambar V.1 Bantalan Kayu Pada BH 762 di Lintas Kiaracandong – Cicalengka.

Terlihat pada **Gambar V.1** bantalan kayu yang terpasang pada jembatan BH 762 sudah mulai mengalami lapuk dan keretakan pada bagian ujung bantalan padahal bantalan tersebut dipasang bersamaan dengan bantalan sintetis di jembatan BH 762 pada tahun 2017.



Gambar V.2 Bantalan Sintetis Pada BH 762 Lintas Kiaracandong – Cicalengka.

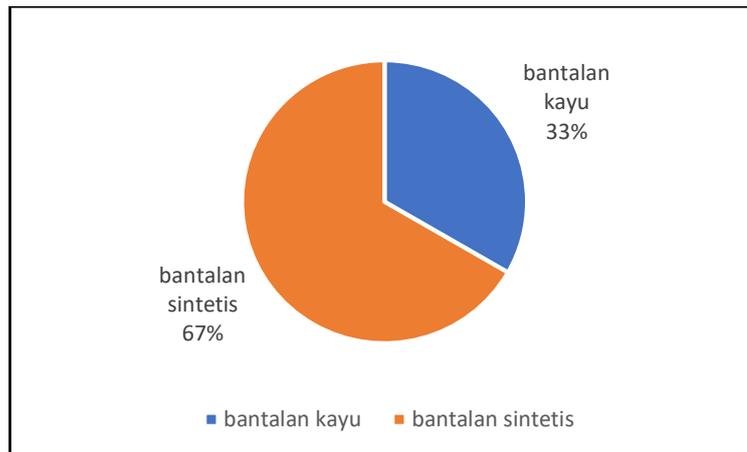
Berdasarkan pengamatan pada jembatan BH 762 yang juga menggunakan bantalan sintetis, dapat dilihat pada **Gambar V.2** bahwasanya bantalan sintetis belum mengalami lapuk dan keretakan. Bantalan sintetis ini juga dipasang bersamaan dengan bantalan kayu di BH 762 pada tahun 2017.

Berdasarkan pengamatan di atas, kondisi *saat ini* penggunaan bantalan di Lintas Kiaracandong – Cicalengka dapat dibandingkan dengan skala likert sebagai berikut.

Tabel V.2 Kondisi Saat ini Penggunaan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis pada Jembatan di Lintas Kiaracondong – Cicalengka.

No	Jenis Bantalan	TQI		Kondisi Lapangan		Total
1.	Bantalan Kayu	Pada BH 780 memiliki nilai 49,6 (sedang)	1	Dipasang 2017 di BH 762, mulai lapuk	1	2
2.	Bantalan Sintetis	Pada BH 762 memiliki nilai 42,9 (sedang)	2	Dipasang 2017 di BH 762, masih utuh	2	4

Dilihat dari **Tabel V.2**, Jembatan yang menggunakan bantalan sintetis mendapatkan nilai pembobotan 4 berdasarkan perbandingan nilai TQI dan kondisi bantalan di lapangan. Sedangkan bantalan kayu hanya mendapatkan nilai 2 karena bantalan kayu dinilai memiliki TQI yang tinggi dan kondisinya saat ini sudah mulai lapuk.



Gambar V.3 Diagram Perbandingan Kondisi Saat Ini Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.

Berdasarkan diagram diatas, bantalan sintetis lebih unggul 67% daripada bantalan kayu 33%. Persentase ini berdasarkan nilai pembobotan perbandingan kondisi saat ini bantalan kayu dan bantalan sintetis.

5.2 Karakteristik

5.2.1 Bahan Dan Umur

pada perbandingan ini diambil contoh Kayu Ulin untuk kelas awet I, dan Kayu Jati untuk kelas awet II. Perbedaan bahan dan umur dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel V.3 Perbedaan Bahan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.

No	Jenis Bantalan	Bahan	Umur	
1.	Kayu Kelas Awet I	Ulin	8 tahun	2
2.	Kayu Kelas Awet II	Jati	5 tahun	1
3.	Sintetis	<i>Urethane Foam Resin</i>	50 tahun	3

Berdasarkan **Tabel V.3**, dapat dilihat bahwa bantalan sintetis memiliki nilai pembobotan yang lebih tinggi yaitu 3 daripada bantalan dengan kayu kelas Awet I yang mendapatkan nilai 2 dan Kayu Kelas Awet II mendapat nilai 1. Walaupun Kayu Ulin dan Kayu Jati keduanya punya serat bagus dan elastisitas tinggi, keduanya juga punya kelemahan yakni daya dukung untuk bantalan tidak terlalu lama karena dipengaruhi cuaca lembab dan berair sehingga kayu cepat lapuk.

Sedangkan untuk bantalan sintetis terbuat dari *Urethane Foam Resin* yang diperkuat *Glass Fibre*. Bahan ini memiliki sifat mekanik yang baik, ringan, daya tahan tinggi dan ketahanan air yang baik sehingga bantalan sintetis bisa awet dalam jangka waktu yang lama.

Menurut Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia tahun 1961, umur bantalan kayu kelas awet I adalah 8 tahun dan kelas awet II adalah 5 tahun untuk kondisi terbuka. Menurut *SEKISUI Chemical Co., Ltd.* Menjelaskan bahwa bantalan sintetis berbahan *Urethane Foam Resin* yang diperkuat oleh *Glass Fibre* mampu bertahan hingga 50 tahun.

5.2.2 Berat

Berat bantalan dapat dihitung berdasarkan volume bantalan dan massa jenis bantalan tersebut. Untuk perhitungan berat bantalan adalah sebagai berikut.

1. Bantalan Kayu Kelas Awet I

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 200 \text{ cm} \\ \text{Lebar} &= 22 \text{ cm} \\ \text{Tinggi} &= 20 \text{ cm} \\ \text{Massa jenis kayu Ulin} &= 840 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Volume} &= P \times L \times T \\ &= 200 \times 22 \times 20 \\ &= 88.000 \text{ cm}^3 \\ &= 0,088 \text{ m}^3 \\ \text{Berat Bantalan Kayu I} &= \text{Volume} \times \text{Massa Jenis} \\ &= 0,088 \text{ m}^3 \times 840 \text{ kg/m}^3 \\ &= \mathbf{73,92 \text{ kg}}\end{aligned}$$

2. Bantalan Kayu Kelas Awet II

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 200 \text{ cm} \\ \text{Lebar} &= 22 \text{ cm} \\ \text{Tinggi} &= 20 \text{ cm} \\ \text{Massa jenis kayu Jati} &= 744 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Volume} &= 0,088 \text{ m}^3 \\ \text{Berat Bantalan Kayu II} &= \text{Volume} \times \text{Massa Jenis} \\ &= 0,088 \text{ m}^3 \times 744 \text{ kg/m}^3 \\ &= \mathbf{65,472 \text{ kg}}\end{aligned}$$

3. Bantalan Sintetis

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 200 \text{ cm} \\ \text{Lebar} &= 22 \text{ cm} \\ \text{Tinggi} &= 20 \text{ cm} \\ \text{Massa Jenis Polyurethane} &= 400 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Volume} &= 0,088 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Berat Bantalan Sintetis} &= \text{Volume} \times \text{Massa Jenis} \\
&= 0,088 \text{ m}^3 \times 400 \text{ kg/m}^3 \\
&= \mathbf{35,2 \text{ kg}}
\end{aligned}$$

Tabel V.4 Perbedaan Berat Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis

No	Jenis Bantalan	Berat Bantalan	
1.	Kayu Kelas Awet I	73,92 kg	1
2.	Kayu Kelas Awet II	65,472 kg	2
3.	Sintetis	35,2 kg	3

Berdasarkan perhitungan berat bantalan diatas, bantalan sintetis memiliki nilai pembobotan paling besar yaitu 3 karena bantalan sintetis memiliki berat paling ringan. Dan bantalan dengan kayu kelas Awet I merupakan bantalan paling berat dengan nilai pembobotan 1. Semakin berat bantalan akan menghambat proses pemasangan bantalan. Berdasarkan beratnya, bantalan sintetis lebih unggul daripada bantalan Kayu.

5.2.3 Modulus Elastisitas

Berdasarkan kekuatannya, bantalan kayu dibagi menjadi 2 kelas yaitu kelas Kuat I dan Kelas Kuat II. Semakin besar jumlah atau nilai modulus elastisitas maka semakin kecil regangan yang terjadi, dan menyebabkan pergerakan bantalan semakin kaku. Berikut merupakan perhitungan modulus elastisitas dengan persamaan ($1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa} = 10,1972 \text{ kg/cm}^2$)

1. Bantalan Kayu Kelas Kuat I (Kayu Ulin)

$$\begin{aligned}
\text{Standar Modulus Elastisitas Kuat I} &= 125.000 \text{ kg/cm}^2 \\
\text{Modulus Elastis Kayu Ulin} &= 833,355 \text{ N/mm}^2 \\
\text{Persamaan} &= 833,355 \text{ N/mm}^2 \times 10,1972 \text{ kg/cm}^2 \\
&= \mathbf{8.497,8 \text{ kg/cm}^2}
\end{aligned}$$

2. Bantalan Kayu Kelas Kuat II (Kayu Jati)

$$\text{Standar Modulus Elastisitas Kuat II} = 100.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Modulus Elastis Kayu jati} = 11.797,29 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Persamaan} &= 11.797,29 \text{ MPa} \times 10,1972 \text{ kg/cm}^2 \\ &= \mathbf{120.299,3 \text{ kg/cm}^2} \end{aligned}$$

3. Bantalan Sintetis

$$\text{Standar Modulus Elastisitas Sintetis} = 61.182 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Modulus Elastis Urethane Foam} = 151,4 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Persamaan} &= 151,4 \text{ MPa} \times 10,1972 \text{ kg/cm}^2 \\ &= \mathbf{1.543,8 \text{ kg/cm}^2} \end{aligned}$$

Tabel V.5 Perbedaan Modulus Elastisitas Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis

No	Jenis Bantalan	Modulus Elastisitas		Standar Maksimum	keterangan
1.	Kayu Kelas Kuat I (ulin)	8.497,8 kg/cm ²	2	125.000 kg/cm ²	Memenuhi Standar
2.	Kayu Kelas Kuat II (jati)	120.299,3 kg/cm ²	1	100.000 kg/cm ²	Melebihi standar
3.	Sintetis	1.543,8 kg/cm ²	3	61.182 kg/cm ²	Memenuhi Standar

Berdasarkan **Tabel V.5**, bantalan sinteti mendapatkan nilai paling tinggi yaitu 3 karena bantalan sintetis memiliki modulus elastisitas yang lebih kecil daripada bantalan kayu yang menggunakan kayu kelas kuat I dan kelas kuat II. Semakin besar jumlah atau nilai modulus elastisitas maka semakin kecil regangan yang terjadi, dan menyebabkan pergerakan bantalan semakin kaku. Hal ini menunjukkan bahwa bantalan sintetis lebih lentur dan tidak kaku dibanding dengan bantalan kayu.

5.2.4 Kekuatan Lentur

Apabila beban luar yang bekerja terus bertambah, maka bantalan akan mengalami deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan retak lentur di sepanjang bentang bantalan. Berikut merupakan perhitungan kekuatan lentur menggunakan persamaan $1 \text{ MPa} = 10,1972 \text{ kg/cm}^2$

1. Bantalan Kayu Kelas Kuat I (Kayu Ulin)

Standar Kekuatan Lentur Kuat I = 125 kg/cm²

Kekuatan Lentur Kayu Ulin = 109,19 MPa

Persamaan = 109,19 MPa x 10,1972 kg/cm²
 = **1.113,4 kg/cm²**

2. Bantalan Kayu Kelas Kuat II (Kayu Jati)

Standar Kekuatan Lentur Kuat II = 83 kg/cm²

Kekuatan Lentur Kayu Jati = 72,70 MPa

Persamaan = 11.797,29 MPa x 10,1972 kg/cm²
 = **742,3 kg/cm²**

3. Bantalan Sintetis

Standar Kekuatan Lentur Sintetis = 70N/mm²

= 713 kg/cm²

Kekuatan Lentur Urethane Foam = 103,9 MPa

Persamaan = 103,9 MPa x 10,1972 kg/cm²
 = **1.059,4 kg/cm²**

Tabel V.6 Perbedaan Kekuatan Lentur Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis

No	Jenis Bantalan	Kekuatan Lentur		Standar Minimum	Keterangan
1.	Kayu Kelas Kuat I (ulin)	1.113,4 kg/cm ²	3	125 kg/cm ²	Memenuhi standar
2.	Kayu Kelas Kuat II (jati)	741,3 kg/cm ²	1	83 kg/cm ²	Memenuhi standar

No	Jenis Bantalan	Kekuatan Lentur		Standar Minimum	Keterangan
3.	Sintetis	1.059,4 kg/cm ²	2	713 kg/cm ²	Memenuhi standar

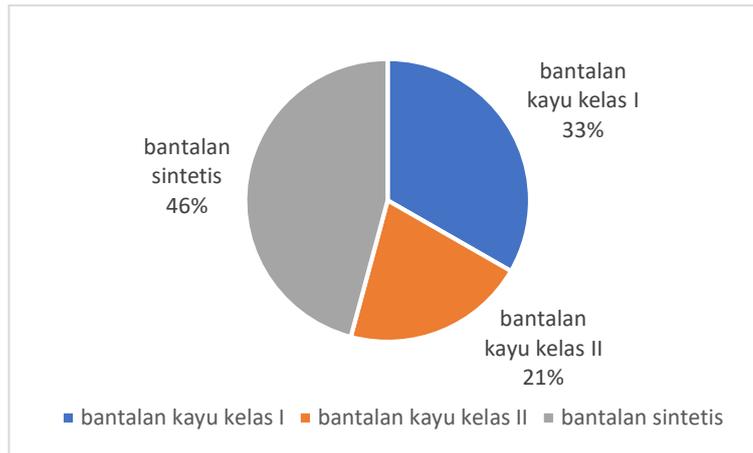
Berdasarkan perhitungan diatas, bantalan dengan bahan kayu kelas I (Ulin) memiliki nilai pembobotan yang paling besar yaitu 3 karena kayu kelas I (ulin) memiliki kekuatan lentur yang besar. Semakin besar kekuatan lentur semakin kuat bantalan saat menerima beban yang besar.

Berdasarkan perhitungan nilai pembobotan pada bahan dan umur, berat, modulus elastisitas, dan kekuatan lentur, nilai pembobotan ditotal agar dapat menentukan bantalan manakah yang lebih baik dalam segi karakteristik.

Tabel V.7 Total Pembobotan Karakteristik Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis

No	Jenis Bantalan	Karakteristik				Total
		Bahan & Umur	Berat	Modulus Elastisitas	Kekuatan Lentur	
1.	Kayu Kelas I	2	1	2	3	8
2.	Kayu Kelas II	1	2	1	1	5
3.	Sintetis	3	3	3	2	11

Bantalan sintetis memiliki nilai pembobotan 11, sedangkan untuk kayu Kelas I memiliki nilai 8, dan kayu Kelas II memiliki nilai 5. Berdasarkan nilai tersebut bantalan sintetis lebih unggul daripada bantalan kayu dalam segi karakteristik.



Gambar V.4 Diagram Perbandingan Karakteristik Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.

Dapat dilihat pada diagram diatas, bantalan sintetis lebih unggul 46% berdasarkan nilai pembobotan pada karakteristik bantalan. Sedangkan bantalan kayu kelas I memiliki persentase 33% dan bantalan kayu kelas II memiliki persentase terendah yaitu 21%.

5.3 Penggantian Bantalan

5.3.1 Perhitungan Jam Orang Penggantian Bantalan

Penggantian bantalan pada jembatan dengan menggunakan bantalan sintetis merupakan perawatan yang dilakukan bertujuan untuk mengantisipasi bantalan kayu dengan kualitas bagus yang semakin langka. Untuk melakukan perawatan penggantian bantalan ini diperlukan tenaga sebanyak 8 orang sebagai pekerja penggantian. Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh PT. KAI, standar JO penggantian bantalan sebagai berikut.

1. Melepas dan Memasang Alat Penambat = 1,8
2. Mencowak, mengebor bantalan
 - Bantalan kayu = 18
 - Bantalan sintetis = 25,2
3. Mengeluarkan Bantalan Lama dan Memasukkan Bantalan yang Baru = 12

Kebutuhan Jam Orang pada pemasangan bantalan di BH 762 dengan jumlah bantalan 30 batang adalah sebagai berikut:

1. Melepas dan Memasang Alat Penambat

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan JO/Thn} &= \text{Volume Dirawat} \times \text{Standar JO} \\ &= 60 \text{ Penambat} \times 1,8 \\ &= 108 \text{ JO/Thn}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan JO/Bln} &= \text{JO/Thn} : 12 \text{ bulan} \\ &= 108 : 12 \\ &= 9 \text{ JO/Bln}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan JO/Hari} &= \text{JO/Bln} : 26 \\ &= 9 : 26 \\ &= \mathbf{0,3 \text{ JO/Hari}}\end{aligned}$$

2. Mencowak, Mengebor Bantalan

Apabila menggunakan bantalan kayu:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan JO/Thn} &= \text{Volume Dirawat} \times \text{Standar JO} \\ &= 30 \text{ Batang} \times 18 \\ &= 540 \text{ JO/Thn}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan JO/Bln} &= \text{JO/Thn} : 12 \text{ bulan} \\ &= 540 : 12 \\ &= 45 \text{ JO/Bln}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan JO/Hari} &= \text{JO/Bln} : 26 \\ &= 45 : 26 \\ &= \mathbf{1,7 \text{ JO/Hari}}\end{aligned}$$

Apabila menggunakan bantalan sintetis:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan JO/Thn} &= \text{Volume Dirawat} \times \text{Standar JO} \\ &= 30 \text{ Batang} \times 25,2 \\ &= 756 \text{ JO/Thn}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan JO/Bln} &= \text{JO/Thn} : 12 \text{ bulan} \\ &= 756 : 12 \\ &= 63 \text{ JO/Bln} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan JO/Hari} &= \text{JO/Bln} : 26 \\ &= 63 : 26 \\ &= \mathbf{2,4 \text{ JO/Hari}} \end{aligned}$$

3. Mengeluarkan Bantalan Lama dan Memasukkan Bantalan yang Baru

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan JO/Thn} &= \text{Volume Dirawat} \times \text{Standar JO} \\ &= 60 \text{ Batang} \times 12 \\ &= 720 \text{ JO/Thn} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan JO/Bln} &= \text{JO/Thn} : 12 \text{ bulan} \\ &= 720 : 12 \\ &= 60 \text{ JO/Bln} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan JO/Hari} &= \text{JO/Bln} : 30 \\ &= 60 : 26 \\ &= \mathbf{2,3 \text{ JO/Hari}} \end{aligned}$$

4. Total JO/Hari

Tabel V.8 Perbedaan Kebutuhan JO/Hari Pemasangan Bantalan Pada Jembatan

No	Jenis Bantalan	Lepas Pasang Penambat	Mencowak dan mengebor	Mengeluarkan dan Masukkan bantalan	Total JO/Hari	
1.	Bantalan Kayu	0,3 JO/Hari	1,7 JO/Hari	2,3 JO/Hari	4,3 JO/Hari	2
2.	Bantalan Sintetis	0,3 JO/Hari	2,4 JO/Hari	2,3 JO/Hari	5 JO/Hari	1

Berdasarkan perhitungan JO/Hari, penggantian dengan bantalan sintetis mendapatkan nilai yang rendah yaitu 1, hal ini dikarenakan mencowak bantalan sintetis membutuhkan waktu yang lebih daripada mencowak bantalan kayu pada jembatan. Bantalan kayu lebih unggul pada waktu mencowak.

5.3.2 Proses Pemasangan

Seperti yang sudah dijelaskan pada kajian pustaka, secara keseluruhan metode pemasangan bantalan kayu dan bantalan sintetis sama. Hanya saja saat mencowak bantalan sintetis terhambat karena alat yang digunakan untuk mencowak belum secanggih di negara lain, alat yang digunakan untuk mencowak bantalan sintetis di Indonesia sama seperti alat yang digunakan untuk bantalan kayu. Proses itulah yang menghambat waktu mencowak bantalan sintetis. Sehingga bantalan kayu lebih unggul dalam proses pemasangan.

Tabel V.9 Perbandingan Proses Pemasangan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis

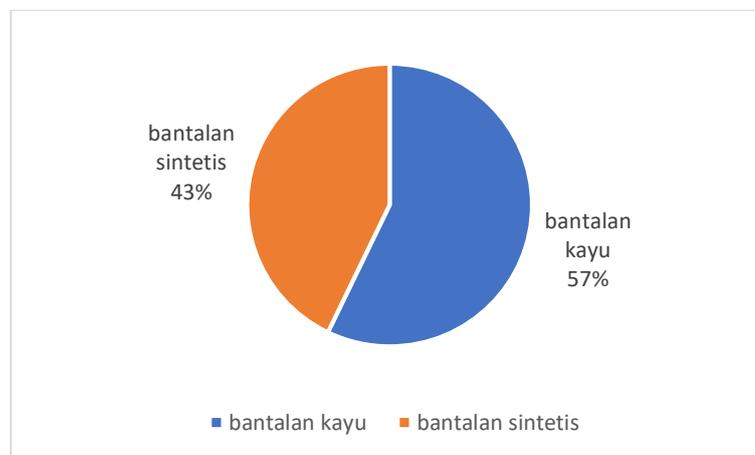
No	Jenis Bantalan	Proses Pemasangan			Total
		Lepas Pasang Penambat	Mencowak dan Mengebor	Mengeluarkan dan Memasukkan Bantalan	
1.	Bantalan Kayu	2	2	2	6
2.	Bantalan Sintetis	2	1	2	5

Berdasarkan perbandingan proses pemasangan, bantalan kayu lebih unggul daripada bantalan sintetis. Bantalan kayu memiliki total skor 6 sedangkan untuk bantalan sintetis memiliki skor 5.

Tabel V.10 Total Pembobotan Pemasangan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis Pada Jembatan

No	Jenis Bantalan	Pemasangan Bantalan		Total
		JO/Tahun	Proses	
1.	Bantalan Kayu	2	6	8
2.	Bantalan Sintetis	1	5	6

Dilihat dari **Tabel V.10**, penggantian menggunakan bantalan kayu lebih unggul daripada bantalan sintetis. Hal ini dikarenakan proses mencowak bantalan sintetis terhambat karena alat yang digunakan masih tidak secanggih alat di negara lain, alat yang digunakan masih sama dengan alat untuk mencowak bantalan kayu padahal serat bantalan sintetis lebih padat daripada bantalan kayu.



Gambar V.5 Diagram Perbandingan Metode Pemasangan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.

Berdasarkan diagram diatas, kali ini bantalan kayu lebih unggul dengan persentasi 57% daripada bantalan sintetis. Metode pemasangan bantalan kayu dinilai membutuhkan waktu yang efisien daripada bantalan sintetis.

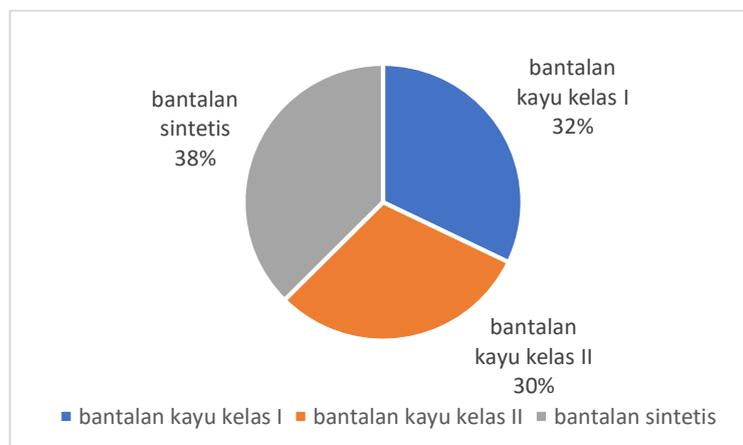
5.4 Perbandingan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat dihitung total nilai pembobotan dari segi kondisi saat ini, karakteristik, dan metode pemasangan bantalan kayu dan bantalan sintetis. Total nilai pembobotan tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel V.11 Perbandingan Bantalan Kayu dan Bantalan sintetis

No	Jenis Bantalan	Pembanding			Total
		Kondisi Saat ini	Karakteristik	Metode Pemasangan	
1.	Bantalan Kayu				
	Kayu Kelas I	2	8	8	18
	Kayu Kelas II	2	5	8	17
2.	Bantalan Sintetis	4	11	6	21

Berdasarkan **Tabel V.11**, bantalan sintetis mendapatkan total nilai tertinggi dengan nilai 21, dan yang paling rendah adalah bantalan kayu dengan kayu kelas II dengan nilai 17. Dari total nilai ini dapat dinyatakan bahwa bantalan sintetis lebih unggul daripada bantalan kayu walaupun proses pemasangannya masih terhambat saat mencowak.



Gambar V.6 Diagram Perbandingan Bantalan Kayu dan Bantalan Sintetis.

Berdasarkan total nilai dari kondisi saat ini, karakteristik, dan metode pemasangan, bantalan sintetis lebih unggul dengan selisih yang tipis dengan bantalan kayu kelas I dan kayu kelas II. Ketiga bantalan tersebut memiliki persentase yang hampir sama yaitu untuk bantalan sintetis 38%, bantalan kayu kelas I 32% dan bantalan kayu kelas II 30%.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisis data yang dilakukan pada penelitian tersebut, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 6.1.1 Berdasarkan analisis kondisi saat ini, bantalan kayu memiliki nilai TQI 49,6 dan bantalan sintetis memiliki nilai TQI 42,9, keduanya memasuki kategori nilai TQI yang sedang, namun bantalan sintetis memiliki nilai TQI yang lebih kecil. Dikarena semakin kecil nilai TQI semakin baik kondisi jembatan, maka penggunaan bantalan sintetis pada jembatan lebih baik daripada penggunaan bantalan kayu.
- 6.1.2 Dari hasil analisis karakteristik, berdasarkan bahan dan umur bantalan sintetis lebih unggul daripada bantalan kayu dengan nilai pembobotan 3 karena sintetis lebih awet. Dan untuk segi berat bantalan sintetis lebih unggul dengan nilai 3 karena sintetis lebih ringan, serta dalam segi modulus elastisitas bantalan sintetis juga lebih unggul dengan nilai 3 karena bantalan sintetis memiliki modulus elastisitas terendah, sedangkan dalam segi kekuatan lentur kayu kelas I lebih unggul daripada bantalan sintetis karena bantalan kayu kelas Kuat I memiliki kekuatan lentur yang lebih besar.
- 6.1.3 Berdasarkan metode pemasangan, bantalan sintetis lebih membutuhkan 5 JO/Hari dimana lebih lama daripada bantalan kayu yaitu 4,3 JO/Hari. Proses mencowak bantalan sintetis juga terhambat karena alat yang digunakan masih sama dengan alat untuk mencowak bantalan kayu, sehingga proses mencowak bantalan sintetis lebih lama daripada bantalan kayu.
- 6.1.4 Secara keseluruhan dapat disampaikan bantalan sintetis lebih unggul daripada bantalan kayu dengan nilai bobot total bantalan sintetis yaitu 19, nilai bantalan kayu kelas I yaitu 16 dan bantalan kayu kelas II yaitu 13.

6.2 Saran

Menurut hasil kesimpulan di atas, maka dapat dikemukakan beberapa saran yang sekiranya dapat bermanfaat bagi pihak regulator maupun operator.

Saran tersebut antara lain:

- 6.2.1 perlu disediakan peralatan yang layak untuk proses pemasangan bantalan sintetis khususnya saat mencowak bantalan agar lebih efisien waktu pelaksanaannya.
- 6.2.2 Untuk memperkuat struktur jembatan dan mencegah bantalan lapuk serta tidak perlu sering mengganti bantalan, maka perlu dilakukan penyesuaian atau penggantian dengan bantalan sintetis.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2007, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian".
- _____, 2009, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian".
- _____, 1998, "Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 1998 Tentang Prasarana Dan Sarana Kereta Api".
- _____, 2012, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api".
- _____, 1961, "Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia Tahun 1961".
- _____, 1986, "Peraturan Dinas PT. Kereta Api Indonesia Nomor 10 Tahun 1986 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian".
- _____, 2016, "Spesifikasi Teknis Bantalan Sintetis Nomor No. 17/ST/TRK/LDE/2016 Tahun 2016 Tentang Spesifikasi Teknis Bantalan Sintetis".
- Astuti. Emy Sulisty, dan Setyorini. Ike, 2016. "Kajian Spesifikasi Teknis Dan Metode Uji Bantalan Karet (Elastomer) Untuk Perletakan Jembatan".
- Boesono, Herry. Saraswati, Meita. Setiyanto, Indradi. 2018. "Analisis Penggunaan Foam Polyurethane Pada Kapal Ikan 5 Gt Sebagai Daya Apung Cadangan Di Pt. Jelajah Samudera Internasional Kabupaten"
- Dady, Yohanes Trian. 2015. Pengaruh Kuat Tekan Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang"
- Ghorbani, Amir. Erden, Seckin. 2013. "Polymeric Composite Railway Sleepers".
- Hendrawan, Andi. 2018. "Buku Prasarana Kereta Api"
- Ibnu. 2021. "Daftar Tingkat Kekerasan Kayu"

- Kelompok PKL BTP Jabar. 2021. Laporan Umum Taruna Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. "Pengembangan Stasiun Cicalengka".
- Mendoza A, Guillermo. Macoun, Phill. 1999. "Panduan untuk Menerapkan Analisis Multi Kriteria dalam Menilai Kriteria dan Indikator". Alih Bahasa Kartikasari, Ani. Maharini, Rita.
- Naini, Usman. 2018. Studi Komparasi Mutu Kayu Jati, Kayu Mahoni, Kayu Johar, Kayu Akasia Dan Kayu Meranti Di Surakarta Antara Hasil Uji Laboratorium Dengan Analisis Sni 7973-2013"
- Patel, SD Purve. Shepherd, ET Duncan. Hukins, WL David. 2008. "Compressive properties of commercially available polyurethane foams as mechanical models for osteoporotic human cancellous bone"
- Palapessy, Johnny Gunawan. 2015. "Penelitian Eksperimental Kekuatan Lentur Kayu Ulin (Eusideroxylon Zwageri)"
- Purwono, Bambang S.A.P., Purnomo H., Setiawan, A., Masroni, Rahbini. 2017. "Inovasi Teknologi Bantalan Rel Kereta Api Berbahan Baku Limbah Plastik".
- Puspasari, Dwi. 2016. "Kajian Kapasitas Lentur Dudukan Bantalan Rel Kereta Type BT25, S35, E36".
- Rosyidi, Sri Atmaja P. 2015. "Rekayasa Jalan Kereta Api Tinjauan Struktur Jalan Rel".
- Sekisui. 2014. "FFU Synthetic Sleepers"
- Triwinarto, Puguh. 2017. "Analisis Kekuatan Lentur Statis Dan Dinamis Bantalan Sintetis Untuk Jalan Kereta Api".

DAFTAR LETAK JEMBATAN (DLJ)

DAERAH OPERASI 2 BANDUNG

LINTAS : PADALARANG - BANDUNG - CIBATU

KORIDOR : KIARACONDONG - GEDEBAGE

DLJ.No.4

No. Urut	No. B H	Letak Km + Hm	KOMPONEN ASET	KORIDOR	PETAK	No. B H	Letak Km + Hm	BENTANG			BANGUNAN ATAS								PANJANG			
								Hulu (m')	Hilir (m')	Empl (m')	Jenis	No. Seri	Dipasang		VOLUME					JUMLAH		
													Tahun	R M	Berat (kg)	Luas Cat (m ²)	Pas Bt. Kali (m ³)	Pas Beton (m ³)		Ban-talan (Btg)	Baut Sindik (Bh)	Pas Bt. Kali (m ³)
01	02	03	04	05	06	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	
								KIARACONDONG Km. 160+125														
1			1			755	160+231	2			Duiker	-	1884	1921			16,35					
2	1					758a	161+010	10			RsKembar	B.no.469 Jis	1982	1921	12.281	126			19	38		
3	1					759	161+638	4,3			RsKembar	B.no.456	1884	1921	3.372	40			9	18	130	
4			1			760	161+654	0,7			Plat bet	-	2000	1921				0,92				
5			1			760a	162+120	0,7			Plat bet	-	2000	1921				0,92				
6			1			761	162+288	2			BOX CULVERT	BC.2A	2008	1921				15,90				
7	1					762	162+528	15			Dind.Pelat	B.no.438 a/I	2002	1921	25.241	305						
8			1			763	162+683	0,7			Urung ² bet		1884	1921				1,70				
9	1					764	163+234	10			Rs.Pelat	B.no.408 Jis.II	1989	1921	8.060	175			19	38		
								10			Rs.Pelat	B.no.408 Jis.II	1989	1921	8.060	175			19	38		
10			1			766	163+571	5			BOX CULVERT	BCSD	2003	1921				26,40				
11			1			767	163+791	0,7			Plat bet	-	2000	1921				0,92				
12	1					768	164+048	3			BOX CULVERT	BC.3.C	2003	1921				18,80	7	14		
13			1			769	164+213	0,7			Plat bet	-	2000	1921				0,92				
								0,7			Plat bet	-	2000	1921				0,92				
14	1					770	164+953	4			BOX CULVERT	BC. 4D	1884	1921				26,90	11	22		
	1									4	BOX CULVERT	BC. 4D	2012	1921				26,90				
								GEDEBAGE Km. 165 + 332														
PANJANG											KLAS.1 (JEMBATAN BAJA)								K			
											JUMLAH				VOLUME				JUMLAH			
KORIDOR : KAC - GD								=	5.208,00	m'	BH	=	4	Unit	Berat	=	57.014	Kg	BH	=	-	
Jembatan Baja								=	49,30	m'	J.BAJA	=	5	Unit	Luas Cat	=	821,00	m ²	J.BETON	=	-	
Jembatan Beton								=	-	m'	Bantalan	=	84	Btg	Pa (Pas.Bt.Kali)	=	130,00	m ³	Pa	=	-	
BH kecil								=	24,20	m'	B.Sindik	=	168	Bh	Pa (Pas.Beton)	=	472,67	m ³	Pi	=	-	
											Pa	=	8	Unit	Pi (Pas.Bt.Kali)	=	-	m ³				
											Pi	=	1	Unit	Pi (Pas.Beton)	=	131,33	m ³				
											Pi (Baja)	=	-	Unit	Pi (Baja)	=	-	Kg				

DAFTAR LETAK JEMBATAN (DLJ)

DAERAH OPERASI 2 BANDUNG

LINTAS : PADALARANG - BANDUNG - CIBATU

KORIDOR : GEDEBAGE - CICALENGKA

DLJ.No.4

No. Urut	No. B H	Letak Km + Hm	KOMPONEN ASET	KORIDOR	PETAK	No. B H	Letak Km + Hm	BENTANG			BANGUNAN ATAS										
								Hulu (m')	Hilir (m')	Empl (m')	Jenis	No. Seri	Dipasang		VOLUME				JUMLAH		Pas Bt. Kali (m ³)
													Tahun	R M	Berat (kg)	Luas Cat (m ²)	Pas Bt. Kali (m ³)	Pas Beton (m ³)	Ban-talan (Btg)	Baut Sindik (Bh)	
01	02	03	04	05	06	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
GEDEBAGE Km. 165 + 332																					
1	1					775	166+450	8			Rs Kembar	B.no.465 Am	1884	1921	9.550	102			15	30	220,00
2	1					776	166+888	5			RsKembar	B.no.456 b/l	1995	1921	6.326	97			10	20	94,00
3			1			777	167+849	5			BOX CULVERT	-	1994	1921	-	-	40				
Cimekar Km. 168 +150																					
4	1					780	169+085	8			Rs kembar	B.no.562	1884	1921	10.358	94			15	30	162,00
5	1					781	169+672	15			Dind.Pelat	B.no.221	1884	1921	26.612	325			27	54	166,00
6			1			782	170+286	6			BOX CULVERT	BC6E	2001	1921			54,60				
7			1			783	172+040	1			BOX CULVERT	BC1C	2002	1921			12,44				
8	1					784	172+076	10			Dind.Pelat	B.no.414a/Jis.l	1988	1921	13.915	182			19	38	96,00
9						784a	172+130	0,6			Piapa besi	-		1921			1,70				
10			1			785	172+348	2			BOX CULVERT	BC2E	2005	1921			15,22				
11			1			785a	172+443	0,9			BOX CULVERT	BC1C	2005	1921			10,60				
12			1			785b	172+501	0,9			BOX CULVERT	BC1C	2005	1921			10,60				
13						785c	172+550	1			Urung ² bet	-	1884	1921			2,30				
14			1			786	172+783	1			BOX CULVERT	BC1C	2002	1921			12,44				
Rancaekek Km. 172 + 977																					
15			1			787	173+183	0,7			Plat bet	-	1884	1921			0,92				
16			1			788	173+288	0,6			Plat bet	-	1884	1921			0,79				
17			1			789	173+592	0,7			Plat bet	-	1884	1921			0,92				
								0,7			Plat bet	-	1884	1921			0,92				
18			1			790	173+783	0,7			Sal terbuka	-	1884	1921			1,74				
19			1			791	173+945	0,6			Sal terbuka	-	1884	1921			1,68				
20			1			792	174+215	0,7			Sal terbuka	-	1884	1921			1,74				
21	1					793	174+304	3			Bet Bert	Byb.no.507/B	2013	1921					7	14	100,00
22			1			794	174+502	0,8			Sal terbuka	-	1884	1921			1,80				
23			1			795	174+663	0,8			Sal terbuka	-	1884	1921			1,80				
24	1					796	174+983	4,3			Rs.Dlurung	B.no.352 Jis	1986	1921	2.546	23			8	16	130,00
25	1					797	175+391	3,5			BOX CULVERT	BC3,5C	2012	1921			23,60				
26			1			798	175+645	0,9			Pipa besi	-	1884	1921			1,95				
27	1					799	175+922	8			Rs.Pelat	B.no.407	1884	1921	5.266	74			17	34	140,00
								8			Rs.Pelat	B.no.407	1884	1921	5.266	74			17	34	
28	1					800	176+331	8			Rs kembar	B.no.459	1884	1921	9.594	118			17	34	136,67
								8			Rs kembar	B.no.459	1884	1921	9.594	118			17	34	
29			1			801	176+767	3			BOX CULVERT	BC.3D	2002	1921			20,00				
30						801a	176+779	4			BOX CULVERT	BC.4D	2002	1921			26,90				
31			1			802	176+8/9	2			BOX CULVERT	BC.2A	2002	1921			10,90				

32			1			802a	177+197	2			BOX CULVERT	BC.2C	2002	1921				13,10			
33						802b	177+482	0,6			Pipa besi	-	1884	1921				1,22			
34			1			803	177+5/6	1			BOX CULVERT	BC.2A	2002	1921				10,90			
						<i>Haur pugur Km. 178 + 427</i>															

PANJANG										KLAS.1 (JEMBATAN BAJA)										K			
										JUMLAH					VOLUME						JUMLAH		
KORIDOR : GD-CCL										=	16.939	m'	BH	=	8	Unit	Berat	=	99.027	Kg	BH	=	1
Jembatan Baja										=	82,30	m'	J.BAJA	=	10	Unit	Luas Cat	=	1.207,00	m ²	J.BETON	=	1
Jembatan Beton										=	3,00	m'	Bantalan	=	169	Btg	Pa (Pas.Bt.Kali)	=	1.144,67	m ³	Pa	=	2
BH kecil										=	42,70	m'	B.Sindik	=	338	Bh	Pa (Pas.Beton)	=	-	m ³	Pi	=	-
													Pa	=	16	Unit	Pi (Pas.Bt.Kali)	=	138,33	m ³			
													Pi	=	2	Unit	Pi (Pas.Beton)	=	-	m ³			
													Pi (Baja)	=	-	Unit	Pi (Baja)	=	-	Kg			

DAFTAR LETAK JEMBATAN (DLJ)

DAERAH OPERASI 2 BANDUNG

LINTAS : PADALARANG - BANDUNG - CIBATU

KORIDOR : GEDEBAGE - CICALENGKA

DLJ.No.4

No. Urut	No. B H	Letak Km + Hm	KOMPONEN ASET	KORIDOR	PETAK	No. B H	Letak Km + Hm	BENTANG			BANGUNAN ATAS								PANJANG					
								Hulu (m')	Hilir (m')	Empl (m')	Jenis	No. Seri	Dipasang		VOLUME					JUMLAH				
													Tahun	R M	Berat (kg)	Luas Cat (m ²)	Pas Bt. Kali (m ³)	Pas Beton (m ³)		Ban-talan (Btg)	Baut Sindik (Bh)	Pas Bt. Kali (m ³)		
01	02	03	04	05	06	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17			
						Haur pugur Km. 178 + 427																		
35			1			804	178+4/5	2			BOX CULVERT	BC.2A	2002	1921				10,90						
36	1					805	178+520	15			Rs Kembar	B.no.419	1884	1921	25.611	243			27	54	73,50			
37			1			806	179+332	1			BOX CULVERT	BC.1A	2002	1921				7,80						
38	1					807	179+363	12			Rs.Pelat	B.no.443	1884	1921	11.714	140			21	42	269,00			
39			1			808	179+419	0,7			Pelat bet	-	1884	1921				0,92						
40			1			809	179+809	2			BOX CULVERT	BC.2C	2001	1921				13,10						
41			1			810	180+064	0,7			Plat bet	-	2001	1921				0,92						
42			1			811	180+398	1			BOX CULVERT	BC.1A	2001	1921				7,80						
43						812	180+475	1			Pipa besi	-	1884	1921				2,23						
44			1			813	180+771	0,6			New Open Dorlat	-	1884	1921			1,80							
								0,6			New Open Dorlat	-	1884	1921			1,80							
45			1			814	181+263	0,7			Plat bet	-	2001	1921				0,92						
								0,7			Plat bet	-	2001	1921				0,92						
46			1			815	181+805	1			BOX CULVERT	BC.1A	2001	1921				7,80						
47			1			816	181+965	1			BOX CULVERT	BC.1A	2001	1921				7,80						
48			1			817a	182+152	0,5			Plat bet	-	1884	1921				0,66						
								0,5			Plat bet	-	1884	1921				0,66						
						CICALENGKA Km. 182 + 271																		
PANJANG											KLAS.1 (JEMBATAN BAJA)								K					
											JUMLAH				VOLUME				JUMLAH					
KORIDOR : GD-CCL											=	16.939	m'	BH	=	2	Unit	Berat	=	37.325	Kg	BH	=	-
Jembatan Baja											=	27,00	m'	J.BAJA	=	3	Unit	Luas Cat	=	383	m ²	J.BETON	=	-
Jembatan Beton											=	-	m'	Bantalan	=	48	Btg	Pa (Pas.Bt.Kali)	=	342,50	m ³	Pa	=	2
BH kecil											=	14,00	m'	B.Sindik	=	96	Bh	Pa (Pas.Beton)	=	-	m ³	Pi	=	-
														Pa	=	4	Unit	Pi (Pas.Bt.Kali)	=	-	m ³			
														Pi	=	-	Unit	Pi (Pas.Beton)	=	-	m ³			
														Pi (Baja)	=	-	Unit	Pi (Baja)	=	-	Kg			

DAFTAR LETAK JEMBATAN (DLJ)

DAERAH OPERASI 2 BANDUNG

LINTAS : PADALARANG - BANDUNG - CIBATU

KORIDOR : CICALENGA-CIBATU

DLJ.No.4

No . Urut	No. B H	Letak Km + Hm	KOMPONEN ASET	KORIDOR	PETAK	No. B H	Letak Km + Hm	BENTANG			BANGUNAN ATAS													
								Hulu (m')	Hilir (m')	Empl (m')	Jenis	No. Seri	Dipasang		VOLUME				JUMLAH			PANJ		
													Tahun	R M	Berat (kg)	Luas Cat (m ²)	Pas Bt. Kali (m ³)	Pas Beton (m ³)	Ban-talan (Btg)	Baut Sindik (Bh)	Pas Bt. Kali (m ³)			
01	02	03	04	05	06	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17			
						CICALENGA Km. 182 + 271																		
						816b	182+450				Jemb.Penyeberangan													
1			1			817	182+447	1			BOX CULVERT	BC.1A	2001	1921				7,80						
2			1			818	182+486	1			BOX CULVERT	BC.1A	2001	1921				7,80						
3			1			820	182+865	1			BOX CULVERT	BC.1A	2002	1921				7,80						
4			1			821	183+128	0,7			Duiker	-	1884	1921			6,77							
5			1			822b	184+272	0,5			Pipa besi	-	1884	1921			1,18							
6			1			823	184+659	1,5			Duiker	-	1884	1921			12,66							
			1			824	185+067	0,6				Talang air	1884	1921										
7			1			825	185+375	0,7			Plat bet	-	1999	1921				0,92						
8			1			826	185+875	1			Duiker	-	1884	1921			8,98							
			1			826a	185+960	30				Viaduck Bypass	1884	1921										
			1			827	186+006	0,6				Talang air	1884	1921										
9			1			828	186+336	0,7			Urung ² bet	-	1884	1921				1,70						
10			1			828a	186+375	0,5			Urung ² bet	-	1884	1921				1,18						
11		1				829	186+471	2			Rs bet Bert	Byb.no.331	1884	1921	-	-		2,19			50,4			
12			1			829a	186+975	1			BOX CULVERT	BC.1A	2001	1921				12,44						
13			1			830	187+051	2			BOX CULVERT	BC.2A	1884	1921			8,98							
14			1			831	187+489	0,7			Pelat bet	-	1999	1921				0,92						
15			1			832	187+699	1			BOX CULVERT	BC.1A	2001	1921				7,80						
16			1			832a	188+042	0,3			Urung ² bet	-	1884	1921				0,72						
								0,3			Urung ² bet	-	1884	1921				0,72						
17			1			833	188+492	1			BOX CULVERT	BC.1A	2003	1921				7,80						
18		1				835	189+210	6			Rs bet Bert	Byb.no.412/2			-	-		13,98			296,5			
								6			Rs bet Bert	Byb.no.412/2			-	-		13,98						
								6			Rs bet Bert	Byb.no.412/2			-	-		13,98						
19		1				838	189+692	4,3			Rs bet Bert	Byb.no.409/2			-	-		8,71			226			
								5			Rs bet Bert	Byb.no.410/2			-	-		10,41						
								4,3			Rs bet Bert	Byb.no.409/2			-	-		8,71						
20			1			839	189+968	1			BOX CULVERT	BC1A	2012	1921				7,80						
21			1			840	190+228	0,7			Sal Terbuka	-	1884	1921			1,74							
						N a g r e g Km. 190 + 756																		
22			1			841	190+980	3			Plat bet	-	1884	1921				3,96			50,4			
23			1			842	192+363	1			Duiker	-	1884	1921			8,98							
24			1			843	192+663	1			Duiker	-	1884	1921			8,98							
25			1			844	193+026	1			BOX CULVERT	BC1A	2002	1921				7,80						
26			1			845	193+521	0,5			Pipa besi	-	1884	1921			1,18							

27			1			845a	193+621	1,5			BOX CULVERT	BC.1,5 A	2002	1921				9,30						
28			1			845b	193+738	0,3			Pipa besi	-	1884	1921				0,72						
PANJANG											KLAS.1 (JEMBATAN BAJA)										K			
											JUMLAH					VOLUME					JUMLAH			
KORIDOR : CCL - CB											=	31,360	m'	BH	=	-	Unit	Berat	=	-	Kg	BH	=	4
Jembatan Baja											=	-	m'	J.BAJA	=	-	Unit	Luas Cat	=	-	m ²	J.BETON	=	8
Jembatan Beton											=	34,60	m'	Bantalan	=	-	Btg	Pa (Pas.Bt.Kali)	=	-	m ³	Pa	=	8
BH kecil											=	23,90	m'	B.Sindik	=	-	Bh	Pa (Pas.Beton)	=	-	m ³	Pi	=	4
														Pa	=	-	Unit	Pi (Pas.Bt.Kali)	=	-	m ³			
														Pi	=	-	Unit	Pi (Pas.Beton)	=	-	m ³			
														Pi (Baja)	=	-	Unit	Pi (Baja)	=	-	Kg			

TRIP PENGUKURAN	Resort	Wilayah QC	KM	+	Hm	/	KM	+	Hm	Type	TQI	Parameter				Tindak Lanjut Perbaikan		Jenis perbaikan	Foto kegiatan	Keterangan
												Perting	Angk.rt	Lestr.r	Lb.sp	Program	Realisasi			
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	160	+	550	/	160	+	600	LK,	36,5	12,2	14,2	9,2	1					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	160	+	716	/	160	+	747	WSL,	59,6	20,9	20,5	17,4	0,9					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	160	+	747	/	160	+	800	LK,	55,1	28,5	13,8	12,1	0,7					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	160	+	800	/	160	+	800	LK,	42,5	12,8	21,3	7,5	0,8					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	160	+	820	/	160	+	933	LRS,	42	15,2	12,7	12,9	1,1					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	161	+	0	/	161	+	28	LK,	36,4	15,7	13,8	6,2	0,8					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	161	+	39	/	161	+	67	BH,	41,4	9,3	14,5	17,5	0,1					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	161	+	67	/	161	+	200	LRS,	42,3	16,4	17,4	7,6	0,9					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	161	+	600	/	161	+	637	LRS,	36,8	11,2	14,7	10,7	0,2					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	161	+	637	/	161	+	652	BH,	50,5	10,4	27,2	11,8	1					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	161	+	652	/	161	+	800	LRS,	36,2	12,3	12,2	11,2	0,6					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	161	+	800	/	162	+	0	LRS,	35,4	9,3	15,8	9,5	0,7					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	162	+	0	/	162	+	43	LRS,	42,1	9,3	24	8	0,8					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	162	+	291	/	162	+	304	BH,	36,8	11	11,9	13,9	0					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	162	+	524	/	162	+	553	BH,	42,9	15,1	19	7,8	1					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	162	+	900	/	162	+	970	LK,	45,6	10,9	18,9	15,1	0,7					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	163	+	229	/	163	+	260	BH,	36,1	9,4	13,2	12,8	0,7					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	163	+	576	/	163	+	593	BH,	39,7	14,8	16,7	8,3	0					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	163	+	753	/	163	+	793	LK,	39,8	9,9	16,4	12,1	1,4					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	163	+	793	/	163	+	800	JPL,	39,1	15,6	17,8	4,5	1,3					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	163	+	805	/	163	+	860	LK,	40,9	13	14,7	12,4	0,7					Jalur Tunggal

TRIP PENGUKURAN	Resort	Wilayah QC	KM	+	Hm	/	KM	+	Hm	Type	TQI	Parameter				Tindak Lanjut Perbaikan		Jenis perbaikan	Foto kegiatan	Keterangan
												Perting	Angk.rt	Lestr.r	Lb.sp	Program	Realisasi			
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	164	+	600	/	164	+	626	BH,	36,1	10,6	17	7,7	0,7					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	164	+	800	/	164	+	836	LK,	35,1	8,4	14	11,3	1,4					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	164	+	836	/	164	+	881	WSL,	40,9	15,3	7,9	17,1	0,6					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	164	+	961	/	164	+	973	BH,	36,2	8,9	18,5	8,5	0,4					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	164	+	978	/	165	+	0	WSL,	41,5	9,4	14,4	16,6	1					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	165	+	90	/	165	+	121	WSL,	46,2	13,7	13,3	17,9	1,3					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	165	+	484	/	165	+	503	JPL,	60,5	28	18,9	11,5	2					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	165	+	508	/	165	+	530	LK,	42,6	21,2	7,1	13,3	1,1					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	165	+	530	/	165	+	560	WSL,	39,2	12,2	9,3	16,5	1,2					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	165	+	560	/	165	+	569	LK,	40,1	18,6	17,1	3,7	0,7					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	165	+	569	/	165	+	600	WSL,	40,1	12,2	13,2	13,8	0,9					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	166	+	453	/	166	+	468	LK,	46,5	12,5	16,8	15,3	1,9					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	166	+	468	/	166	+	494	BH,	40,2	8,6	12,7	18	0,8					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	166	+	909	/	166	+	928	BH,	38,8	6,5	17,5	14,1	0,7					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	167	+	128	/	167	+	148	JPL,	38,8	8,1	17,5	12,3	0,9					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	167	+	872	/	167	+	884	BH,	35,8	9,9	9,1	16,8	0					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	168	+	30	/	168	+	75	WSL,	43,1	10,4	16,3	16,1	0,3					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	168	+	75	/	168	+	118	LK,	43,7	11,9	14,3	16,6	0,8					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	168	+	433	/	168	+	484	LK,	43,3	12,4	13,3	16,8	0,8					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	168	+	484	/	168	+	527	WSL,	43,5	11,2	13,4	18,8	0,2					Jalur Tunggal
KAC-BJR	2.9 KAC	2B BD	169	+	106	/	169	+	128	BH,	49,6	12,7	22,7	13,4	0,8					Jalur Tunggal

**REKAP JO UNTUK PERAWATAN JALAN REL DAN JEMBATAN TAHUN 2020
BERDASARKAN PERJANA TH.1977 DAN PEMBAHASAN TERAKHIR TGL.31-12-2010**

URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME DIRAWAT	STANDAR JO	KEBUTUHAN JO / THN	KETERANGAN	
A	B	C	D	E = C x D	F	
I. PENGANTIAN BANTALAN JEMBATAN						
1. Melepas dan Memasang Alat Penambat	penambat	60	0,20	12	sesuai siklus	
2. Mencowak, Mengebor Bantalan	a. bantalan kayu	batang	30	1,67	51	sesuai siklus
	b. bantalan sintetis	batang	30	2,10	63	sesuai siklus
3. Mengeluarkan Bantalan Lama dan Memasukkan Bantalan Baru	batang	60	46,82	2.810	sesuai siklus	
II. PEMECOKAN						
1. Angkatan & Listringan Pilih-Pilih (Oprit BH & Perlintasan)	- Manual	m'	1.000	2,00	2.000	sesuai siklus
	- HTT	m'		1,33	0	sesuai siklus
2. Pengukuran Dengan Optik Untuk Penyiapan Lahan MTT	km		14,00	0	sesuai siklus	
3. Pemeliharaan Lengkung						
a. Pemeriksaan Lengkung	- R ≤ 500	m'		0,20	0	sesuai siklus
	- 500 < R < 1000	m'		0,04	0	sesuai siklus
	- R ≥ 1000	m'		0,02	0	sesuai siklus
b. Perbaikan Lengkung	- R ≤ 500	m'		0,80	0	sesuai siklus
	- 500 < R < 1000	m'		0,25	0	sesuai siklus
	- R ≥ 1000	m'	149	0,13	19	sesuai siklus
III. TEROWONGAN						
1. Perawatan Selokan / Drainase Terowongan	m'		0,20	0	sesuai siklus	
IV. LINGKUNGAN						
1. Perawatan Patok-Patok Tanda	patok	275	2,00	550	yang rusak / hilang	
2. Pembersihan Alur Roda	jpl		8,00	0	jpl resmi tidak dijaga	
3. Pencabutan Rumput	m'sp	7.000	0,80	5.600	sesuai siklus	
4. Babatan Arit	m'sp		0,40	0	sesuai siklus	
5. Babatan Mesin	m'sp	8.500	0,13	1.134	sesuai siklus	
6. Semprotan Racun	m'sp	8.500	0,13	1.134	sesuai siklus	
7. Perawatan Selokan / Drainase	- Pasangan	m'		0,80	0	sesuai siklus
	- Tanah	m'		1,60	0	sesuai siklus
V. PERAWATAN WESEL						
1. Pemeriksaan Wesel / Persilangan	- Sp. Raya	wesel	22	16,00	352	sesuai siklus
	- Sp. KA	wesel	21	8,00	168	sesuai siklus
2. Angkatan & Listringan Wesel Manual Menyeluruh	- Sp. Raya	wesel	22	240,00	5.280	sesuai siklus
	- Sp. KA	wesel	21	120,00	2.520	sesuai siklus
ATAU						
Angkatan & Listringan Wesel HTT Menyeluruh	- Sp. Raya	wesel		24,00	0	sesuai siklus
	- Sp. KA	wesel		12,00	0	sesuai siklus
3. Pengencangan Baut-Baut	- Sp. Raya	wesel	22	8,00	176	sesuai siklus
	- Sp. KA	wesel	21	4,00	84	sesuai siklus
4. Perbaikan Alat Penambat Tirepon	wesel	43	10,00	430	sesuai siklus	
5. Penelitian Batas Keamanan	- Sp. Raya	wesel	22	8,00	176	sesuai siklus
	- Sp. KA	wesel	21	4,00	84	sesuai siklus
6. Perbaikan Yang Melebihi Batas Keamanan / Pengelasan	- Sp. Raya	wesel	22	84,00	1.848	sesuai siklus
	- Sp. KA	wesel	10	42,00	420	sesuai siklus
JUMLAH TOTAL JO PER TAHUN				24.911		
				JO PER BULAN	2.076	
				JO PER HARI	83	
				ORANG PER HARI	12	

CATATAN

Acuan ini digunakan sebagai pendekatan perhitungan kebutuhan tenaga pemeliharaan. Angka kapasitas diperoleh berdasarkan pengamatan lapangan Perjana thn. 1977 di Sumatra Selatan. Angka kapasitas dapat disesuaikan dengan kondisi lintas masing-masing daerah.

Kiaracondong, Mei 2020
Kepala Resort Jalan Rel 2.9 Kiaracondong

HARRY HARYONO
NIPP. 49061

KERANGKA ACUA KERJA

Nomor :
Tanggal : Februari 2019
Pekerjaan : Penggantian Bantalan Kayu Jembatan dengan Bantalan Sintetis di Bh. 1290 Km 283+745 antara Mnj – Ci Koridor Tsm – Bjr Wilayah Daop 2 Bandung
Lokasi Pekerjaan : Bh. 1290 Km 283+745 antara Mnj – Ci Koridor Tsm – Bjr
Masa Penyerahan : 150 (seratus lima puluh) Hari Kalender
Masa Pemeliharaan : 30 (tiga puluh) Hari Kalender

I. Syarat Teknis Persiapan

1. Membuat tenda plastik/terpal untuk pekerja atau pun untuk menyimpan barang yang letaknya tidak jauh dari lokasi pekerjaan dan harus diluar ruang bebas agar aman dari Perka.
2. Menyiapkan angkutan yang akan dipakai untuk mobilisasi bantalan sintetis dari tempat penimbunan keperlintasan terdekat, dengan kondisi alat angkutan dalam keadaan baik dan aman untuk digunakan dalam perjalanan jarak jauh angkutan bantalan sintetis dihitung dengan satuan tonase untuk sekali angkutan.
3. Pada saat muat, angkut dan bongkar bantalan dari lokasi penyimpanan ke lokasi pekerjaan tidak boleh mengakibatkan bantalan sintetis menjadi cacat.
4. Sebelum melakukan pekerjaan mengecer/lori bantalan sintetis kelokasi pekerjaan, koordinasi serta komunikasi dengan PK/Stasiun dan harus dipastikan bahwa petak jalan dalam kondisi kosong / tidak ada KA yang akan lewat dan aman untuk kegiatan mengecer bantalan.
5. Setelah bantalan tersedia, maka dilakukan pelorian/mengecer material tersebut kelokasi penggantian dengan tenaga yang telah dipersiapkan dan dengan pengawasan KUPT/Ka Resort/Kasatker, dan dipastikan kondisi jalur bebas/steril dari KA.
6. Memasang semboyan/pembatas kecepatan (Taspat) pada lokasi pekerjaan, bila diperlukan.

7. Memasang dua bendera orange disebelah kiri dan kanan pekerjaan sebagai semboyan kerja.
8. Selalu berkoordinasi dengan pihak terkait.

II. Pemasangan bantalan sintetis jembatan.

1. Mencowak/mengekip bantalan sintetis dan meneter pada bagian alat penambat.
2. Melepas guard rel dan menyimpan ditempat yang aman.
3. Melepas alat penambat boud sindik.
4. Membongkar rel gongsol R.25 pada jembatan untuk tiap 1 m'.
5. Untuk keamanan dan kelancaran pekerjaan maka digunakan senteleng dari bambu.
6. Mengeluarkan bantalan jembatan lama dan memasukkan bantalan jembatan baru, bantalan baru telah tersedia didekat pekerjaan.
7. Selesai memasukkan bantalan jembatan baru, alat penambat dipasang dan dikencangkan, boud sindik dipasang kembali.
8. Memasang kembali guard rel seperti keadaan semula.
9. Memasang kembali rel gongsol termasuk mengatur lebar alur untuk tiap 1 m'.
10. Bongkaran bantalan jembatan bekas dikumpulkan dan ditumpuk diemplasemen/resort terdekat.
11. Meletter bulan dan tahun pemasangan bantalan.
12. Cabut semboyan/bendera kuning setelah selesai pekerjaan (bila menggunakan).
13. Melori/mengangkut kembali bantalan bekas yang sudah tidak terpakai dari lokasi pekerjaan ke emplasemen terdekat sehingga tidak mengganggu Perka.

Mengetahui,
Executive Vice President Daop 2 Bandung

Bandung, 12 Februari 2019
Manager Jalan rel & Jembatan Daop 2 Bd

SARIDAL
Nipp.39201

SAFRI ENDI
Nipp. 40162