

**PERAWATAN JALUR LENGKUNG PADA IP 32
KM 48+591 - KM 48+763 PETAK JALAN CILEJIT - DARU**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi
Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



DIAJUKAN OLEH :
M. ALFIEN BRIANSYAH SY
NOTAR : 19.03.059

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : M. ALFIEN BRIANSYAH SY

Nomor Taruna : 19.03.059

Tanda Tangan :

Tanggal : 11 AGUSTUS 2022

KERTAS KERJA WAJIB

**PERAWATAN JALUR LENGKUNG PADA IP 32
KM 48+591 - KM 48+763 PETAK JALAN CILEJIT - DARU**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

M. ALFIEN BRIANSYAH SY

Nomor Taruna : 19.03.059

Telah di Setujui oleh:

PEMBIMBING UTAMA

Ir. BAMBANG DRAJAT, MM

Tanggal: Agustus 2022

PEMBIMBING PENDAMPING

WIDORISNOMO, MT

Tanggal: Agustus 2022

KERTAS KERJA WAJIB
PERAWATAN JALUR LENGKUNG PADA IP 32
KM 48+591 - KM 48+763 PETAK JALAN CILEJIT – DARU

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

M. ALFIEN BRIANSYAH SY

Nomor Taruna : 19.03.059

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

PEMBIMBING UTAMA

Ir. BAMBANG DRAJAT, MM
NIP. 19581228 198903 1 002

Tanggal: Agustus 2022

PEMBIMBING

WIDORISNOMO, MT
NIP. 19580110 197809 1 001

Tanggal: Agustus 2022

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

KERTAS KERJA WAJIB
PERAWATAN JALUR LENGKUNG PADA IP 32
KM 48+591 - KM 48+763 PETAK JALAN CILEJIT – DARU

Yang Dipersiapkan Dan Disusun Oleh:

M. ALFIEN BRIANSYAH SY

Nomor Taruna : 19.03.059

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 2 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT
DEWAN PENGUJI

Penguji I <u>Ir. Bambang Drajat, MM</u> NIP. 19581228198903 1 002	Penguji II <u>Drs. Fauzi, MT.</u> NIP. 19660428199303 1 001
Penguji III <u>Widorisnomo, SH., MT</u> NIP. 19580110197809 1 001	Penguji IV <u>Ir. Annas Rifa'i, MT., IPP</u> NIP. 19810726200604 1 001
Penguji V <u>Prawoto, SH., M.Si</u>	

MENGETAHUI,

KETUA PROGRAM STUDI
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN

Ir. BAMBANG DRAJAT, MM
NIP. 19581228 198903 1 002

ABSTRACT

Periodic maintenance is something that must be done for prevention and/or replacement according to the technical age consisting of daily maintenance, monthly maintenance and annual maintenance. One of the routine maintenance carried out is maintenance on the arch in order to maintain reliability and to improve the safe operation of the railway.

On the Cilejit - Daru road plot, there is an arch with R 254, an arch with a radius of 254 including points that are still vulnerable and must always be checked and maintained. In a curved path treatment, of course, it requires qualified and qualified human resources in order to maintain and restore function optimally. At the IP arch 32 Km 48 + 591 - Km 48 + 763 The Cilejit-Daru Road Plot there are points that experience elevation deviations, widening, arrows, this of course must be handled immediately by carrying out maintenance. To maintain the curved number of the IP 32 arch can only use the semi-mechanical method / Hand Tie Tempering.

Currently The 1.22 RailRoad Resort Tigaraksa has a maintenance force of 10 people (meet). In the implementation of treatment, they must pay attention to the conditions in the field, if the care personnel carry out activities without paying attention to the conditions in the field, the work will not be carried out effectively.

Keywords: Rail Road Infrastructure, Hand Tie Tempering, Curved Care.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan petunjuk dan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW) dengan Judul **"PERAWATAN JALUR LENGKUNG PADA IP 32 KM 48+591 - KM 48+763 PETAK JALAN CILEJIT – DARU"** tepat pada waktunya. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang sangat baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Ahmad Yani, ATD., MT selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD dan jajarannya;
2. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM selaku Ketua Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian;
3. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM dan Bapak Widorisnomo, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulisan dalam pengerjaan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini.
4. Bapak Budi Faizin selaku Kepala Resort 1.22 Tigaraksa beserta jajarannya;
5. Bapak Rades Purnama Kepala Urusan Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa;
6. Orang Tua penulis Bapak Syahbandi dan Ibu Yuharti serta Kakak Adik dari penulis Yunisyah Sy, Sywitha Anggreani Sy, Encik Andreansyah Sy, Puan Fithawansyah Sy yang telah memberikan doa dan dukungan baik moral maupun spiritual;
7. Teman baik dan *support system* saya Salsa Adelia Rahmadani yang telah membantu dan memotivasi saya;
8. Rekan-rekan angkatan 41 yang telah memberi kenangan indah selama dikampus;
9. Rekan-rekan Korps Riau dan Kepri yang telah menjadi keluarga selama dikampus;
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan berupa materil maupun non materil secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini;

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan

Kertas Kerja Wajib ini selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap semoga Kertas Kerja Wajib ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya.

Bekasi, 2 Agustus 2022

Penulis

M. ALFIEN BRIANSYAH SY

NOTAR: 19.03.059

DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR RUMUS	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	3
I.3 Rumusan Masalah	3
I.4 Maksud Dan Tujuan	3
I.5 Batasan Masalah	4
BAB II GAMBARAN UMUM	5
II.1 Gambaran Umum PT Kereta Api Properti Manajemen	5
II.2 Gambaran Umum Daerah Studi (Cilejit-Daru)	5
II.3 Gambaran Umum Lengkung IP 32 Km 48+591 - Km 48+763	8
BAB III KAJIAN PUSTAKA	10
III.1 Aspek Legalitas	10
III.2 Dasar Perhitungan	15
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	25
IV.1 Alur Pikir Penelitian	25
IV.2 Desain Penelitian	25
IV.3 Bagan Alir	26
IV.4 Metode Penelitian dan Analisis	27
BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH	31
V.1 Analisis	31
V.2 Pemecahan Masalah	41
BAB VI PENUTUPAN	50
VI.1 Kesimpulan	50

VI.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Kondisi Eksisting Lengkung IP 32	8
Gambar II.2	Lengkung IP 32 Km 48+591 - Km 48+763	9
Gambar III.1	Skilu.....	12
Gambar III.2	Gaya Sentrifugal	13
Gambar III.3	Pertinggian	14
Gambar III.4	Pengunaan alat <i>Hand Tie Temper</i> pada Lengkung	18
Gambar III.5	Semboyan 21	18
Gambar III.6	Semboyan 20	19
Gambar III.7	Semboyan 3	20
Gambar III.8	Anak Panah	21
Gambar III.9	Pengukuran Opname Lengkung	22
Gambar III.10	Rel Gongsol Pada Lengkung	22
Gambar IV.1	Bagan Alir	27
Gambar V.1	Grafik opname anak panah lengkung IP 32	34
Gambar V.2	Grafik opname Pertinggian lengkung IP 32	37
Gambar V.3	Cara Opname Lengkung	42
Gambar V.4	Semboyan 3	48
Gambar V.5	Pengunaan alat Katrol Yamaguchi	49

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Lengkung Petak Jalan Cilejit – Daru	7
Tabel II.2	Struktur Organisasi Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa	8
Tabel II.3	Spesifikasi Lengkung IP 32	9
Tabel III.1	Besar Peninggian Menurut Radius Lengkung	14
Tabel III.2	Besar Pelebaran <i>track</i> menurut besar radius.....	15
Tabel III.3	Standar nilai <i>Track Quality Index</i> (TQI)	16
Tabel V.1	Spesifikasi Lengkung	31
Tabel V.2	Track Quality Index petak jalan Cilejit-Daru	32
Tabel V.3	Opname Anak Panah lengkung IP 32	33
Tabel V.4	Opname Peninggian lengkung IP 32	35
Tabel V.5	Opname Pelebaran lengkung IP 32	38

DAFTAR RUMUS

Rumus 1 Perhitungan Pertinggian	16
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : LEMBAR FORMULIR D.147

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Transportasi umum merupakan hal yang sangat penting dalam suatu perpindahan/ pergerakan masyarakat. Pentingnya transportasi dapat dilihat dari meningkatnya kebutuhan terhadap layanan bermobilitas, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu meningkatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan infrastruktur di kota kota besar (Wibowo dan Haryatni, 2022). Kereta api merupakan salah satu jenis transportasi yang memiliki satu keunggulan dibanding dengan moda angkutan darat lainnya yaitu dapat mengangkut penumpang dan barang dalam jumlah yang besar dan dalam waktu yang bersamaan. Dilihat dari prasarananya, kereta api merupakan moda transportasi yang berjalan di atas jalurnya sendiri, oleh karena itu kereta api mempunyai tingkat keandalan dan keselamatan yang tinggi. Hal tersebut dapat tercapai apabila didukung dengan perawatan dan pemeliharaan yang baik.

Peranan dari prasarana memegang kedudukan yang sangat penting karena prasarana kereta api merupakan salah satu faktor utama dalam kelancaran pengoperasian kereta api. Dengan melihat kedudukannya yang sangat penting tersebut, maka kondisi dari prasarana harus dipastikan dalam keadaan yang baik. Apabila kondisi dari prasarana mengalami kerusakan atau gangguan maka secara langsung akan mempengaruhi pengoperasian kereta api dan diperlukan adanya perawatan. Sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api bahwa seluruh prasarana baik itu jalur maupun bangunan stasiun harus sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan, sehingga terdapat korelasi antara spesifikasi teknis dan peningkatan keselamatan perjalanan kereta api dan masyarakat yang harus dipenuhi, sebagaimana tertera pada Undang Undang No 23 tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Untuk mengetahui kondisi eksisting jalur kereta api, perlu dilakukan identifikasi tersebut pula dan harus melalui metode yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, hal ini berpedoman pada tata cara pengujian

prasarana perkeretaapian yang telah ditetapkan melalui Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 30 Tahun 2011 tentang Tata Cara Pengujian dan Pemberian Sertifikat Prasarana Perkeretaapian.

Geometrik jalan rel adalah bentuk dan ukuran jalan rel, baik pada arah memanjang maupun arah melebar yang meliputi lebar jalur, kelandaian, lengkung horizontal, lengkung vertical, peninggian rel dan pelebaran jalur (Utomo, 2009).

Perawatan berkala adalah suatu hal yang harus dilakukan untuk pencegahan dan/atau penggantian sesuai dengan umur teknis yang terdiri dari perawatan harian, perawatan bulanan dan perawatan tahunan. Perawatan bulanan terdiri dari perawatan geometri jalan rel, kelurusan dan kerataan jalan rel, sambungan, lebar jalan kereta api dan perawatan lengkung (PM No. 32 Tahun 2011). Salah satu perawatan rutin yang dilakukan adalah perawatan pada lengkung demi menjaga keandalan dan untuk meningkatkan pengoperasian kereta api aman. Secara umum perawatan terhadap lengkung menggunakan 3 (tiga) alat dalam perawatan yaitu *Multi Tie Temper* (MTT), *Hand Tie Temper* (HTT) dan manual.

Pada petak jalan Cilejit – Daru terdapat lengkung dengan R 254 dengan kecepatan yang diijinkan pada lintas tersebut 60 km/jam, namun demi kepentingan keselamatan kereta saat melintas dipasang taspas dengan batas kecepatan 40 km/jam. Pada lengkung, untuk ketinggian rel luar dibuat lebih tinggi dari pada rel dalam untuk mengimbangi gaya sentrifugal, sehingga kecepatan maksimal pada lengkung tidak boleh melebihi pertinggian maksimal lengkung tersebut, lengkung dengan R 254 termasuk titik yang masih rawan dan harus selalu dilakukan pemeriksaan dan perawatan secara optimal. Untuk mendukung terciptanya prasarana yang handal, maka harus dilaksanakan perawatan dengan maksimal dan efisien. Dalam suatu perawatan prasarana tentunya membutuhkan sumber daya manusia yang memenuhi dan berkualitas agar dapat merawat dan mengembalikan fungsi kembali secara optimal.

Sehubungan dengan hal tersebut dalam rangka meningkatkan keselamatan perjalanan kereta api pada petak jalan Cilejit – Daru km 48+591 – km 48+763, maka penulis mengambil judul **"PERAWATAN JALUR**

LENGKUNG PADA IP 32 KM 48+591 - KM 48+763 PETAK JALAN CILEJIT – DARU”.

I.2 Identifikasi Masalah

1. Terdapat titik-titik opname pada lengkung dengan pertinggian yang tidak sesuai standar yaitu 84 mm
2. Terdapat titik-titik opname pada lengkung dengan anak panah yang tidak sesuai standar toleransi yaitu 20 mm
3. Terdapat titik-titik opname pada lengkung dengan pelebaran yang tidak sesuai standar yaitu 1087 mm
4. Perawatan dilengkung yang diteliti masih menggunakan peralatan semi mekanik (HTT) yang masih kurang efisien dibandingkan dengan peralatan full mekanik (MTT)

I.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan Identifikasi Masalah diatas didapatkan Rumusan Masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah keadaan eksisting Pertinggian pada lengkung di IP 32 sudah sesuai standar?
2. Apakah keadaan eksisting Anak Panah pada lengkung di IP 32 sudah sesuai standar?
3. Apakah keadaan eksisting Pelebaran pada lengkung di IP 32 sudah sesuai standar?
4. Bagaimana metode perawatan yang dilakukan untuk mengembalikan kondisi lengkung yang sesuai standar pada perawatan lengkung di IP 32?
5. Apakah jumlah tenaga perawatan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan perawatan lengkung IP 32 sudah memenuhi?

I.4 Maksud Dan Tujuan

Dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini penulis bermaksud untuk melakukan kajian terhadap proses perhitungan pertinggian, pelebaran dan anak panah pada lengkung atau proses kegiatan ini biasanya disebut dengan

opname lengkung serta kajian terhadap proses pelaksanaan perawatan pada lengkung.

Penulisan Kertas Kerja Wajib ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis kondisi Anak Panah pada lengkung IP 32 km 48+591 - km 48+763 petak jalan Cilejit – Daru yang sesuai standar.
2. Untuk menganalisis kondisi Peninggian pada lengkung IP 32 km 48+591 - km 48+763 petak jalan Cilejit – Daru yang sesuai standar.
3. Untuk menganalisis kondisi Pelebaran pada lengkung IP 32 km 48+591 - km 48+763 petak jalan Cilejit – Daru yang sesuai standar.
4. Untuk mengetahui rekomendasi metode perawatan pada lengkung yang sesuai dalam mengembalikan kondisi lengkung IP 32 km 48+591 - km 48+763 petak jalan Cilejit – Daru.
5. Untuk mengetahui jumlah SDM yang dibutuhkan untuk merawat lengkung IP 32 km 48+591 - km 48+763 petak jalan Cilejit – Daru.

I.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dan terbatasnya waktu dalam penyelesaian penelitian ini, maka analisis yang dilakukan pada lengkung IP 32 KM 48+591 - KM 48+763 Petak Jalan Cilejit – Daru dititik beratkan pada :

1. Jalan rel yang diteliti adalah struktur atas jalan rel petak jalan Cilejit – Daru pada KM 48+591 - KM 48+763.
2. Standar perawatan yang dianalisa adalah geometri jalan rel pada KM 48+591 - KM 48+763.
3. Hanya membahas kebutuhan tenaga dan alat yang dibutuhkan dalam pelaksanaan perawatan dan tidak membahas terhadap kajian biaya perawatan

BAB II

GAMBARAN UMUM

II.1 Gambaran Umum PT Kereta Api Properti Manajemen

PT Kereta Api Properti Manajemen atau KAPM adalah salah satu anak usaha PT Kereta Api Indonesia (Persero) yang berdirikan pada tanggal 08 September 2009 dan terletak di Stasiun Sawah Besar, Lt. Dasar, Jl. K.H. Samanhudi, Jakarta Pusat Kode Pos 10710. Pada saat berdirinya, KAPM memiliki usaha inti di bidang Properti dengan tujuan untuk memaksimalkan pengelolaan aset dan properti milik PT Kereta Api Indonesia (Persero) maupun pihak lainnya. Dalam perjalanannya, dengan pertimbangan strategi bisnis yang lebih luas dan menguntungkan, akhirnya KAPM juga merambah ke unit bisnis lainnya, yaitu Bisnis Konstruksi dan Trading.

Unit Bisnis Konstruksi dirintis sejak tahun 2010 dengan menerima pekerjaan penugasan dari PT Kereta Api Indonesia (Persero), terkait dengan adanya Perpres 83 Tahun 2011. PT Kereta Api Indonesia (Persero) memberi penugasan KAPM untuk menjadi kontraktor pelaksana seluruh pembangunan dan penataan stasiun KRL Jabodetabek. Dalam perkembangannya, KAPM semakin menegaskan '*positioning*' nya sebagai Kontraktor Prasarana Perkeretaapian dan Fasilitas Pendukungnya yang meliputi perawatan dan pembangunan Jalan Rel, Jembatan, Persinyalan, Telekomunikasi, Listrik Aliran Atas serta fasilitas pendukung lainnya.

Usaha Bidang Perawatan Jalan Rel Dan Jembatan adalah lini bisnis KAI Properti dalam mendukung KAI untuk menjadi penyedia jasa perkeretaapian terbaik yang fokus pada pelayanan pelanggan di bidang perawatan dan pemeliharaan prasarana jalan rel dan jembatan, sehingga prasarana kereta api selalu optimal dan aman untuk dilewati kereta api, serta mendukung operasional perjalanan kereta api dengan melakukan penjagaan jalur lintasan kereta api pada perlintasan sebidang.

II.2 Gambaran Umum Daerah Studi (Cilejit-Daru)

Penelitian ini mengambil daerah studi di Lintas Angke-Merak, Resort Jalan Rel 1.22 Tigraksa tepatnya di petak jalan Cilejit-Daru yang memiliki

panjang total jalur Hulu & Hilir adalah 6067 m`trk. Kondisi eksisting jalur kereta api di petak jalan Cilejit-Daru adalah:

1. Rel

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 (UU Nomor 23 Tahun 2007).

Kondisi eksisting jalan rel di petak jalan Cilejit-Daru keseluruhan sudah menggunakan rel tipe R.54 dengan Panjang 6067 m`trk.

2. Bantalan

Berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta api, bantalan berfungsi untuk meneruskan dan menyebarkan beban bantalan ke tanah dasar, mengokohkan kedudukan bantalan dan meluluskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air di sekitar bantalan dan rel. Bantalan dipasang melintang rel pada jarak antara bantalan yang satu dengan lainnya sepanjang 60 cm.

Jenis bantalan yang digunakan pada petak jalan Cilejit-Daru hampir keseluruhan sudah menggunakan bantalan beton dengan jumlah 10.111 batang dan bantalan kayu dengan jumlah 28 batang yang digunakan khususnya pada sambungan.

3. Penambat

Penambat rel adalah suatu komponen yang mengikat rel dengan bantalan sedemikian rupa agar kedudukan rel menjadi kokoh dan kuat. Pada umumnya jenis penambat yang digunakan di petak jalan Cilejit-Daru saat ini menggunakan jenis penambat elastis antara lain jenis Pendrol & DE-Clip dengan jumlah 40.444 buah dan penambat kaku yaitu paku tarpon dengan jumlah 224 buah.

4. Geometri Jalan Rel

Geometri jalan rel direncanakan berdasar pada kecepatan rencana serta ukuran-ukuran kereta yang melewatinya dengan memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan keserasian dengan lingkungan sekitarnya. Geometri jalan rel meliputi lengkung jalan rel. (Adityadharma, C. dkk, 2004:39)

Pada Petak Jalan Cilejit – Daru terdapat 9 lengkung dengan 4 lengkung $R \geq 500$ dan 5 lengkung dengan $R \leq 500$. Berikut adalah rincian lengkung yang berada di Petak Jalan Cilejit – Daru. Dari data table berikut dapat dilihat bahwa lengkung yang memiliki radius paling rendah dan pilihan prioritas dalam pelaksanaan perawatan adalah lengkung IP 32 dengan radius lengkung 254 m.

Tabel II.1 Lengkung Petak Jalan Cilejit – Daru

NOMOR		LOKASI		JALUR	PETAK JALAN	RADIUS
		(KM/HM)				
URUT	LENGKUNG	ML	AL			(m)
1	IP 32	48+591	48+763	Hilir	Cjt - Dar	254
2	50	48+603	48+713	Hulu	Cjt - Dar	290
3	IP 33	48+902	49+074	Hilir	Cjt - Dar	520
4	54	48+926	49+008	Hulu	Cjt - Dar	500
5	IP 34	49+670	49+866	Hilir	Cjt - Dar	750
6	55	49+685	49+947	Hulu	Cjt - Dar	800
7	IP 34 A	49+921	49+961	Hilir	Cjt - Dar	600
8	56	50+515	50+848	Hulu	Cjt - Dar	490
9	IP 35	50+523	50+843	Hilir	Cjt - Dar	490

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

Dibalik jalan rel yang laik operasi dan sesuai standar, tentu ada tenaga dan sumber daya manusia yang mengelola dan merawat jalan rel tersebut secara berkala. Sdm adalah salah satu faktor penting dalam suatu pengoperasian kereta api. Karena tanpa tenaga yang berkualitas, segala kegiatan suatu instansi tidak akan terlaksana secara optimal. Termasuk resort jalan rel 1.22 Tigaraksa, guna meningkatkan keselamatan perjalanan kereta api maka dibutuhkan sdm yang handal dalam mengurus dan merawat prasarana yang di cakup. Berikut adalah struktur organisasi Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa:

Tabel II.2 Struktur Organisasi Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

NO	JABATAN	ADANYA		
		ORGANIK	NON ORGANIK	JUMLAH
1	KUPT JALAN REL	1	-	1
2	KAUR JALAN REL	1	-	1
3	KASATKER	1	-	1
4	ASISTEN KAUR	1	-	1
5	PPJ	4	-	4
6	SATUAN KERJA	5	-	5
7	SIKLUS	-	10	10

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

II.3 Gambaran Umum Lengkung IP 32 Km 48+591 - Km 48+763 Petak Jalan Cilejit – Daru

Lengkung IP 32 tercakup didalam wilayah kerja Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa dimana lengkung ini terletak pada Km 48+591 - Km 48+763. Lengkung IP 32 dilalui oleh 2 kereta yaitu kereta KRL Commuter Line yang hanya mengangkut penumpang dan kereta barang.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar II.1 Kondisi Eksisting Lengkung IP 32 Km 48+591 - Km 48+763 Petak Jalan Cilejit – Daru

Berikut merupakan gambaran lengkung tampak atas dan Data spesifikasi lengkung IP 32 Km 48+591 - Km 48+763 Petak Jalan Cilejit – Daru.



Gambar II.2 Lengkung IP 32 Km 48+591 - Km 48+763 Petak Jalan Cilejit-Daru

Tabel II.3 Spesifikasi Lengkung IP 32

Komponen		Register
Radius (m)		254
Lokasi KM/HM	ML	48+591
	AL	48+763
Panjang Lengkung (PL) (m)		172
Kecepatan (V) (Km/Jam)		60
Pertinggian (H) (mm)		84
Panjang Lengkung Alih (PLA) (m)		50
Anak Panah (AP) (mm)		197
Lebar Jalur (mm)		1087
Sudut		38 ° 46 ' 59 "
Jalur		Hilir
Arah Lengkung		Kiri

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

III.1 Aspek Legalitas

Kereta api adalah sarana transportasi yang berupa kendaraan dengan tenaga penggerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan kendaraan lainnya yang berjalan di rel. Kereta api juga merupakan alat transportasi massal yang umumnya terdiri dari lokomotif atau kendaraan dengan tenaga gerak yang berjalan sendiri dan rangkaian kereta api atau gerbong (Hidayat dan Mahardiono, 2015).

Setiap penyelenggara prasarana perkeretaapian diharuskan untuk melakukan perawatan terhadap prasarana yang dioperasikan untuk mempertahankan keandalan prasarana perkeretaapian agar tetap andal dan laik dalam beroperasi. Perawatan prasarana perkeretaapian meliputi perawatan berkala dan perbaikan untuk mengembalikan fungsinya. Perawatan prasarana perkeretaapian wajib memenuhi standar dan tata cara perawatan yang ditetapkan dan perawatan prasarana perkeretaapian wajib dilakukan oleh tenaga yang memenuhi syarat dan kualifikasi yang ditetapkan (PM No. 32 Tahun 2011).

Dalam kegiatan perawatan, penyelenggara prasarana perkeretaapian harus menyediakan suku cadang. Perawatan prasarana perkeretaapian harus dilakukan sesuai dengan pedoman perawatan yang disusun oleh penyelenggara prasarana perkeretaapian berdasarkan jenis prasarana perkeretaapian. Pedoman perawatan disusun berdasarkan standar dan tata cara perawatan prasarana perkeretaapian dan disahkan oleh Direktur Jenderal (PM No. 32 Tahun 2011).

Pelaksanaan perawatan prasarana perkeretaapian harus menggunakan peralatan perawatan sesuai dengan jenis prasarana perkeretaapian. Standar dan tata cara perawatan prasarana perkeretaapian ditetapkan oleh Menteri. Pelaksanaan perawatan prasarana perkeretaapian harus dilakukan oleh tenaga perawatan prasarana perkeretaapian. Tenaga perawatan harus memenuhi syarat dan kualifikasi keahlian sesuai dengan jenis prasarana perkeretaapian. Syarat dan kualifikasi keahlian tenaga

perawatan ditetapkan oleh Menteri. Perawatan prasarana perkeretaapian meliputi perawatan berkala dan perbaikan untuk mengembalikan fungsinya (PM No. 32 Tahun 2011).

Perawatan secara berkala merupakan tindakan pencegahan (preventif) dan/atau penggantian sesuai dengan umur teknis yang terdiri dari perawatan harian, perawatan bulanan dan perawatan tahunan. Perawatan bulanan terdiri dari perawatan geometri jalan rel, kelurusan dan kerataan jalan rel, sambungan, lebar jalan kereta api dan perawatan lengkung (PM No. 32 Tahun 2011), sebagaimana dimaksud dibawah:

1. Lengkung

Perawatan jalan rel di lengkung pada umumnya sama dengan perawatan jalan rel pada lurus yaitu keduanya sama-sama membuat rel menjadi lurus dan dalam posisi rata. Untuk lengkung pengertian lurus dan rata yang dimaksud adalah :

- a. Lurus adalah rel diarahkan sedemikian sesuai dengan jari-jari yang dalam pelaksanaannya dijabarkan sebagai Anak Panah (AP).
- b. Rata adalah rel diangkat sedemikian sesuai dengan pertinggian yang telah ditentukan (h).

Untuk siklus perawatan lengkung sendiri terbagi berdasarkan besar radius, yaitu sebagai berikut:

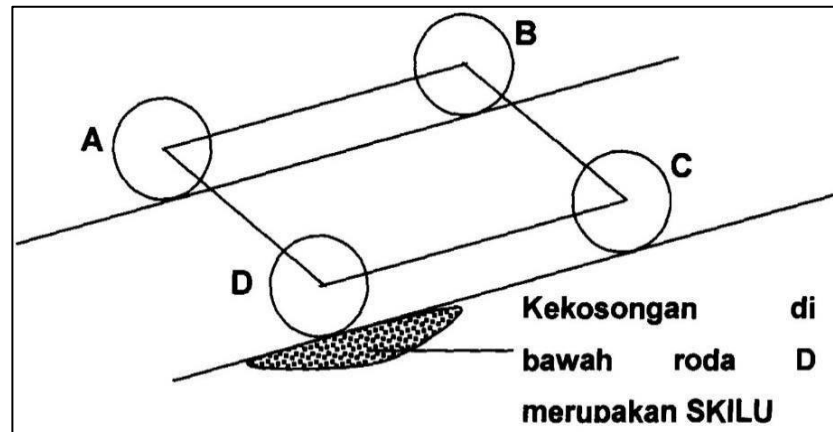
- a. $R < 500$ 4 kali setahun
- b. $500 < R < 1000$ 2 kali setahun
- c. $R > 1000$ 1 kali setahun

2. Skilu

Empat roda dari suatu sumbu (bogie atau pasangan roda gerbong) harus sebidang. Bila pada suatu rel terdapat penurunan oleh karena angkatan yang tidak baik, roda yang lewat pada tempat penurunan tidak akan menyentuh rel karena roda tersebut tetap sebidang dengan tiga roda lainnya. Kerusakan ini berbahaya karena dapat menyebabkan roda anjlog (bila ditambah dengan keadaan buruk lainnya dari kekakuan sumbu bogie pergerakan mengayun dan lainnya).

Skilu adalah perbedaan pertinggian yang sebenarnya antara 2 titik sepanjang 3 m (dalam praktik 6 bantalan). Tetapi untuk dimengerti bahwa

pada lengkung peralihan sengaja dibuat variasi pertinggian. dimana apabila PLA lebih panjang maka angka variasi pertinggian lebih kecil dan perjalanan KA lebih enak dan lebih lama. Berikut adalah gambar skilu yang terdapat pada gambar 3.1 di bawah ini:



Sumber : Peraturan Menteri No. 32 Tahun 2011

Gambar III.1 Skilu

Berikut ini merupakan batas – batas dari skilu:

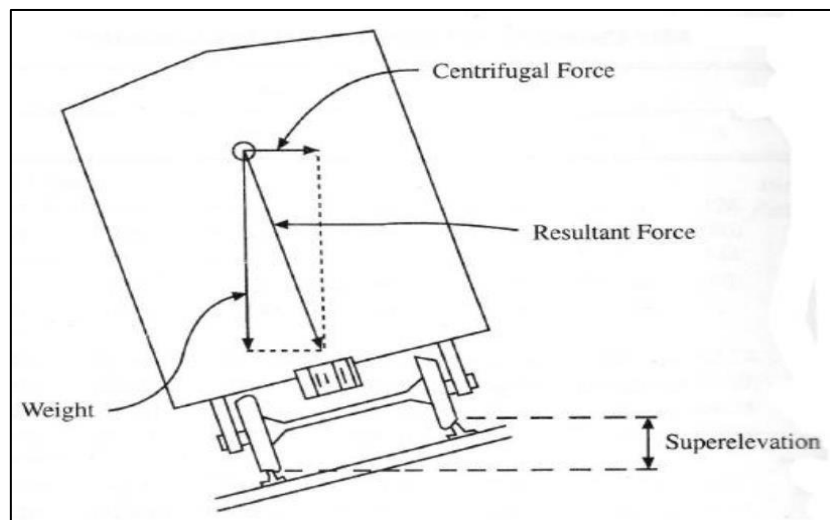
- a. 4 mm/m (12mm/3m - 6 bantalan) ---> $V < 60 \text{ Km/Jam}$
- b. 3 mm/m (9 mm/3m - 6 bantalan) ---> $60 \text{ Km/Jam} < V < 90 \text{ Km/Jam}$
- c. 2.5 mm/m (7mm/3m - 6 bantalan) ---> $V > 90 \text{ Km/Jam}$

Dalam proses perawatan digunakan perawatan secara manual dan menggunakan mesin serta kebutuhan SDM sebagai berikut:

- a. Macam peralatan kerja dengan cara manual, yaitu:
 1. Dongkrak angkatan.
 2. Garpu balas.
 3. Ganco / balencong.
 4. Mistar angkatan + benang nilon atau 1 unit teropong + Bak pembacaan.
 5. Timbangan angkatan dan kapur tulis secukupnya.
 6. Penggorek balas dari kawat baja
 7. Palu besi / hammer.
 8. Kunci terepon
- b. Macam peralatan kerja dengan semi mesin (HTT), yaitu:

1. Genset + Hand Tie temper lengkap dengan kabel-kabelnya
 2. Dongkrak angkatan
 3. mistar angkatan (matisa) + benang nilon / teropong + bak pembacaan.
 4. Timbangan angkatan dan kapur tulis secukupnya
 5. Penggorek balas dari kawat baja.
 6. Palu besi
 7. Kunci terepon
- c. Kebutuhan SDM dalam suatu regu perawatan terdiri dari 1 orang mandor yang membawahi 8 orang pekerja
3. Peninggian

Pada saat suatu kereta api melewati jalur lengkungan kereta api tersebut akan menghasilkan gaya sentrifugal, dimana gaya yang bekerja menjauhi pusat lingkaran ketika suatu benda bergerak melingkar. Berikut adalah gambar skema dari gaya sentrifugal kereta api seperti pada gambar 3.2 berikut :

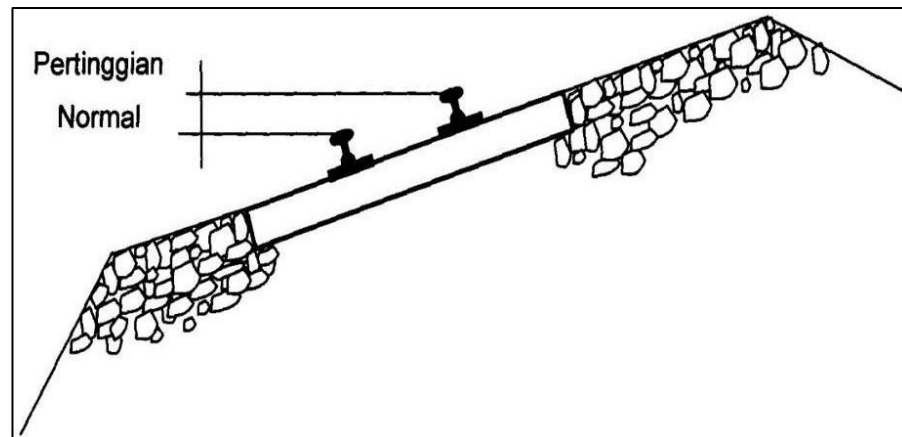


Sumber : Jurnal Teknik Mesin Untirta, 2015

Gambar III.2 Gaya Sentrifugal

Pada titik kritis, akan terjadi momen penggulingan, yaitu ketika besar gaya sentrifugal sama dengan gaya berat kereta api. Untuk mencegah terjadinya penggulingan maka dilakukan peninggian rel di lengkungan. Berikut merupakan skema peninggian rel serta besar peninggian rel menurut besar radius lengkung yang terdapat pada

gambar 3.3 dan Tabel 3.1 di bawah ini:



Sumber: Peraturan Menteri No. 32 Tahun 2011

Gambar III.3 Peninggian

Tabel III.1 Besar Peninggian Menurut Radius Lengkung

Jari-jari (m)	Peninggian (mm) pas (km/hr)						
	120	110	100	90	80	70	60
100							----
150							110
200							90
250						100	75
300					110	85	65
350				----	100	75	55
400				110	85	65	50
450			----	100	80	60	45
500			110	90	70	55	40
550			100	85	65	50	40
600		----	95	75	60	50	35
650		105	85	70	55	45	35
700	----	100	80	65	55	40	30
750	110	90	75	65	50	40	30
800	105	85	70	60	45	35	30
850	100	80	70	55	45	35	25
900	95	80	65	55	45	35	25
950	90	75	50	50	40	30	25
1000	80	70	55	45	35	30	20
1100	75	60	55	45	35	25	20
1200	70	60	50	40	30	25	20
1300	65	55	45	35	30	25	20
1400	60	50	40	35	30	20	15
1500	55	45	40	35	25	20	15
1600	55	45	35	30	25	20	15
1700	50	40	35	30	25	20	15
1800	50	40	35	30	25	20	15
1900	45	40	30	25	20	15	15
2000	35	30	25	20	20	15	10
2500	30	25	20	20	15	10	10
3000	25	25	20	15	15	10	10
3500	25	20	15	15	10	10	10
4000							

Sumber: Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012

4. Perlebaran Track

Perlebaran *track* dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Perlebaran *track* dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam.

Pada saat kereta api memasuki lengkung, flens roda depan sebelah luar akan selalu menekan rel luar, sedangkan gandar belakang akan menyesuaikan gerakan kearah radial terhadap titik tengah lengkung, dan apabila kelonggaran antara flens roda dengan rel tidak cukup untuk memberi kebebasan gandar belakang, flens roda belakang sebelah dalam akan menempel dan menekan rel dalam, sehingga diperlukan penambahan lebar jalan rel yang disebut pelebaran. Besar perlebaran *track* menurut besarnya radius lengkung dapat dilihat di Tabel 3.2 dibawah ini:

Tabel III.2 Besar Perlebaran *track* menurut besar radius lengkung

Pelebaran sepur (mm)	Jari-jari tikungan (meter)
0	$R > 600$
5	$550 < R < 600$
10	$400 < R < 550$
15	$350 < R < 400$
20	$100 < R < 350$

Sumber: Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012

III.2 Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan berfungsi untuk mengetahui nilai-nilai yang mendukung dalam menganalisis data seperti kualitas jalan rel, metode pemecokan dan rumus pertinggian, pelebaran dan anak panah di lengkung. Dasar perhitungan tersebut terdiri dari berikut:

1. Kualitas Jalan Rel (*Track Quality Index*)

Track Quality Index (TQI) merupakan nilai atau output berupa angka dari hasil pengukuran kereta ukur EM-120 yang dapat memberikan informasi kualitas jalan rel yang dilewati pada suatu wilayah Daerah Operasi (DAOP). Hasil output berupa angka tersebut dibedakan menjadi 4 kategori yaitu kategori baik sekali, baik, sedang dan jelek. (Kurniawan, W dan Rulhendri, 2015:6).

Pembagian kategori *track* tersebut dimaksudkan sebagai masukan

perbaikan lintas dan sebagai penentu kecepatan maksimum di *track* yang bersangkutan. Untuk menentukan klasifikasi jalan rel dapat dilihat dari hasil Track Quality Index (TQI) yang tercantum dalam tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel III.3 Standar nilai *Track Quality Index* (TQI)

No.	Total TQI	Kecepatan (Km/Jam)	Kategori
1	<20	100 – 120	Baik sekali
2	20 - 35	80 – 100	Baik
3	35 - 50	60 – 80	Sedang
4	>50	<60	Jelek

Sumber : Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

2. Rumus dan Ketentuan di Lengkung

Dalam menyesuaikan keseimbangan dalam posisi rel di lengkung yang memiliki gaya dan tekanan yang bervariasi, kedua gaya harus dibuat lurus terhadap bidang rel. Berikut merupakan perumusan variasi pertinggian :

Rumus 1 Perhitungan Pertinggian

$$h_{normal} = 6 \frac{(V_{rencana}^2)}{radius}$$

Sumber : Perjana Jilid 1 Tahun 2012

Keterangan :

h = Pertinggian (mm)

V = Kecepatan (km/jam)

R = Radius (m)

3. Metode Kerja

a. Berikut merupakan metode kerja pemecokan secara manual:

1) Mengeluarkan Balas.

Keluarkan balas selebar 20 cm dari tiap sisi rel dan sedalam 5 cm dibawah garis dasar bantalan dengan menggunakan sekop atau pengorek balas.

2) Pemecokan Balas.

Pemecokan dilakukan oleh 4 orang pada bantalan yang sama pada dua sisi secara bersamaan. Untuk pemecokan goreng bagian samping atas lapisan dasar bantalan dengan menggunakan bagian daun dari balincong/ dandang. Kemudian masukkan dan pecok balas di bawah bantalan dengan bagian bodem dari balincong. Pemecokan dilakukan secara bersamaan agar hasilnya benar – benar padat.

3) Pemasukan Balas Kembali.

Masukkan kembali balas dengan garpu dan atur kembali profil balas, buang balas kotor dari jalan rel.

4) Pemeriksaan Pekerjaan.

Bila pemecokan sudah selesai, mandor harus memeriksa apakah tiap bantalan telah dipecok dengan baik dan mengujinya dengan tongkat bola untuk membedakan suara yang timbul untuk tahu bahwa bantalan dipecok dengan baik atau tidak.

b. Berikut merupakan metode kerja pemecokan dengan alat *Hand Tie Temper* (HTT):

Metode pemecokan mekanis mempunyai kesamaan dengan metode pemecokan biasa. Perbedaan utamanya hanya pada alat pemecokan. Untuk metode pemecokan mekanis ini peralatan pemecoknya adalah alat pemecok dengan mesin listrik/hamper, sedangkan untuk pemecokan biasa alat pemecoknya adalah ganco. Pada metode ini jalan rel diangkat dengan dongkrak dan balas dimasukkan ke bawah bantalan dengan penggetaran tanpa pengorekan balas. Metode ini dapat digunakan untuk pekerjaan angkatan pada titik – titik mati. Seperti pekerjaan angkatan pada wesel.

Bila mesin pemecok telah dihidupkan, sewaktu pemecokan akan dimulai, pelat pemecok didekatkan pada rel. Sebab getaran alat memaksa pelat tergeser kearah rel, balas dipaksa masuk ke daerah dimana pemadatan harus benar – benar padat. Ujung pelat pemecok digerakkan maju kearah rel.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar III.4 Penggunaan alat *Hand Tie Temper* pada Lengkung

c. Berikut merupakan metode kerja pemecokan dengan sarana khusus *Multi Tie Temper* (MTT):

1) Sebelum berangkat:

- a) Cek jam dan waktu yang disediakan PPKA
- b) Cek alat, semboyan dan alat komunikasi
- c) Bila kerja konvoi apakah perlu dirangkai dan pakai semboyan

21.

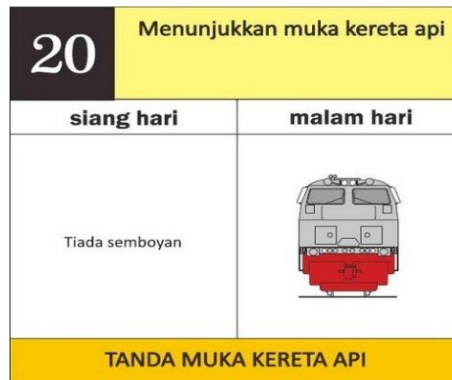


Sumber: PD 3 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

Gambar III.5 Semboyan 21

- d) Siapkan kondisi operator sehat
- e) Siapkan pakaian lapangan (rompi) dan jas hujan
- f) Perjalanan ke lokasi kerja
- g) Pastikan semboyan aman sudah diberikan oleh PPKA
- h) Berangkat dengan semboyan 35 (masinis membunyikan klakson) dan sesuai dengan kecepatan yang ditentukan

- i) Bila berjalan pada *track* salah pada jalur ganda bunyikan semboyan 39A terutama saat mendekati perlintasan baik saat berangkat maupun kembali.
- j) Bila berjalan malam lengkapi semboyan 20.



Sumber: PD 3 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

Gambar III.6 Semboyan 20

- k) Melaporkan target pekerjaan.
- 2) Selama kerja:
- a) Jangan lupa lama waktu atau window time yang disediakan PPKA.
 - b) Bekerjalah dengan efektif dan tetap perhatikan faktor keselamatan
 - c) Bila kerja malam siapkan semboyan malam dan alat penerangan kerja yang diperlukan.
 - d) Bila mengalami gangguan mesin segera melapor dan komunikasi dengan stasiun atau PPKA terdekat.
 - e) Siapkan / pasang semboyan 3 bila diperlukan



Sumber: PD 3 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

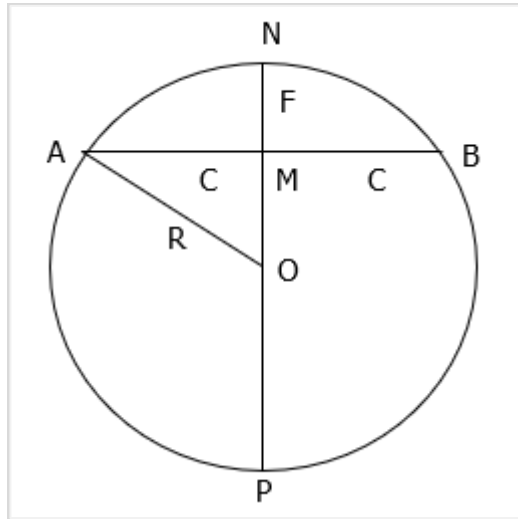
Gambar III.7 Semboyan 3

- f) Selama kerja alat komunikasi selalu siaga.
- g) Periksa dan control hasil kerja dengan seksama agar didapat hasil kerja yang maksimal sesuai target.
- d. Berikut merupakan metode kerja dari listringan:
 - 1) Pekerjaan didahului dengan proses opname dan memasang patok lengkung
 - 2) Membuat nomor titik di setiap 10 meter
 - 3) Ukur AP lengkung per 10 meter tersebut
 - 4) Hasil opname diproses untuk mendapatkan nilai geseran
 - 5) Setelah nilai geseran didapat regu bekerja menggeser sesuai nilai geseran didahului dengan menggorek balas
 - 6) Kemudian geser titik rel yang perlu digeser menggunakan dongkrak
 - 7) Setelah digeser balas dimasukkan kembali serta dilakukan pemrofilan

4. Perhitungan Anak Panah, Peninggian dan Pelebaran (Opname)

Perawatan jalan rel pada lengkung horizontal dilakukan untuk menjaga kondisi sesuai dengan desain awal. Perubahan kondisi diakibatkan karena gaya sentrifugal kereta api yang mengakibatkan pergeseran busur/ anak panah atau menurunnya level jalan kereta api. Anak panah merupakan jari-jari dari tembereng lengkung jika diproyeksikan menjadi lingkaran penuh. Untuk anak panah sendiri mempunyai toleransi sebesar 20 mm.

Proses yang dilakukan untuk mengetahui anak panah serta peninggian dari lengkung. Peralatan yang digunakan dalam opname lengkung yaitu: Timbangan Angkutan/ Matisa (alat pengukur peninggian rel), benang nilon, cat minyak, alat tulis, kuas, roll meter, mistar baja, dan form D.147.

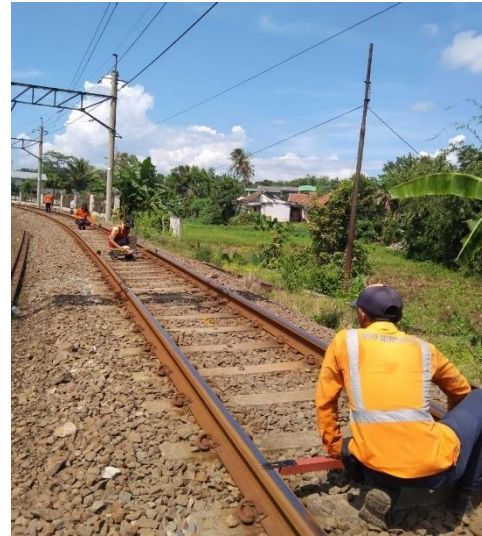


Sumber: Peraturan Menteri No. 32 Tahun 2011

Gambar III.8 Anak Panah

Perhitungan anak panah dilakukan dari jalan lurus di awal lengkung sampai jalan lurus di akhir lengkung biasa disebut lengkung peralihan atau dari pertinggian nol sampai ke pertinggian nol setelah lengkung. Tahap awal dalam proses perhitungan dilakukan dengan menentukan titik – titik pengukuran. Titik – titik tersebut berjarak 10 meter. Setelah menentukan titik kemudian siapkan benang nilon sepanjang 20 meter kemudian ujung benang dikaitkan pada baji. Setelah itu baji diletakkan di atas rel pada titik – titik yang telah ditentukan. Kemudian di tengah antara kedua titik tersebut akan diukur anak panah menggunakan penggaris berapa jarak celah benang dengan kepala rel.

Untuk pengukuran pertinggian jalan rel dapat menggunakan timbangan angkatan/ matisa. timbangan angkatan akan diletakkan di atas kedua rel kemudian mengatur *waterpass* diposisi tengah didapatkan nilai pertinggian dari jalan rel tersebut. Begitu pula dengan pengukuran pelebaran jalan rel dengan posisi timbangan angkatan yang diletakkan di atas kedua rel kemudian setel roda pelebarannya sampai tidak dapat diputar lagi dan didapatkan hasil pelebaran jalan rel tersebut.



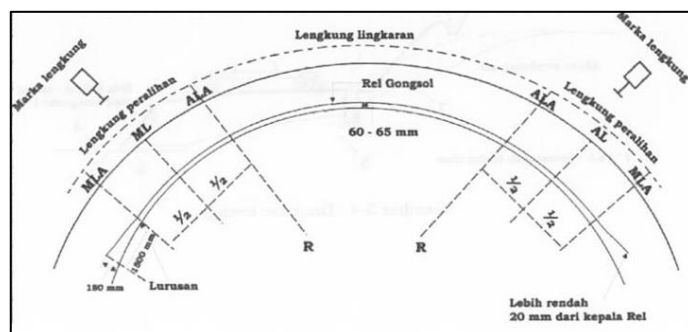
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar III.9 Pengukuran Opname Lengkung

5. Fasilitas Pengaman Pada Lengkung (Rel Gongsol)

Rel gongsol atau rel paksa dipasang dengan ketentuan:

- a. Pada lokasi dimana jari-jari lengkung horizontal kurang dari 250m;
- b. Lengkung horizontal jalan rel berada pada kelandaian yang cukup tinggi atau diatas timbunan tinggi yang dianggap cukup berbahaya dan akan menyebabkan kerusakan yang serius apabila terjadi anjlokkan; dan
- c. Dipasang secara tetap dengan jarak 60-65 mm terhadap rel utama ditambah besarnya pelebaran jalan rel dan sepanjang 1,5 m dari kedua ujungnya melebar secara bertahap sampai dengan 180 mm pada bagian terujung.



Sumber: Perjana jilid 1, tahun 2012

Gambar III.10 Rel Gongsol Pada Lengkung

6. Tenaga Perawatan Jalur Lengkung

Tenaga perawatan prasarana kereta api adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan prasarana perkeretaapian. Dalam merawat prasarana tentu membutuhkan sumber daya manusia yang berkompeten dan memiliki sertifikasi khusus terkait perawatan prasarana agar dapat terlaksana dengan baik dan efisien. Salah satunya sertifikat keahlian tenaga perawatan prasarana (Peraturan Menteri No 17 tahun 2017).

Tenaga perawatan prasarana perkeretaapian harus memenuhi sertifikat keahlian dan tanda pengenal sesuai dengan bidangnya yang dikeluarkan oleh Direktur Jenderal. Dengan standar kompetensi dimiliki sebagai berikut:

- a. Mengetahui dan memahami tata cara dan prosedur perawatan prasarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya.
- b. Mengetahui dan memahami penggunaan peralatan dan spesifikasi teknis prasarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya.
- c. Mampu melakukan perawatan terhadap sistem dan komponen prasarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya.
- d. Mampu menyusun perencanaan kegiatan melaksanakan perawatan prasarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya.
- e. Mampu melakukan perbaikan sesuai persyaratan dan standar perawatan prasarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya.
- f. Mampu menganalisa dan mengevaluasi hasil perawatan sesuai persyaratan dan standar perawatan prasarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya.
- g. Mampu menilai kelaikan operasi prasarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya, dan
- h. Mampu memberikan rekomendasi untuk dilakukan perbaikan terhadap prasarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya.

Selanjutnya, selain tenaga siklus perawatan ada beberapa tugas yang wajib ada dalam suatu perawatan jalur kereta api, antara lain :

- 1) Kasatker (Kepala Satuan Regu)

Pegawai yang ditugaskan untuk melakukan pemeliharaan jalan rel kereta api beserta komponen pendukung dan perlengkapannya, sehingga tiap tiap bagiannya dapat dengan aman dilalui dengan kecepatan yang telah ditentukan.

Kasatker memiliki tanggung jawab sebagai orang yang memastikan proses dan hasil pekerjaan sesuai aturan sehingga pekerjaan kereta api aman sesuai dengan kecepatan puncak yang ditentukan.

2) Train Watcher

Seseorang yang ditugaskan untuk melihat, memperhatikan dan memberi informasi keadaan/ kondisi jalan rel yang sedang dilakukan perawatan agar terhindar dari kecelakaan kereta api saat kereta melintas. Dalam suatu perawatan jalan rel wajib memiliki minimal 1 sebagai train watcher. Namun, jika jarak/ volume perawatannya panjang maka sebaiknya di buat 2 orang petugas *train watcher* untuk memberi informasi keberadaan kereta atau kereta yang akan lewat dari arah hilir maupun hulu agar berkurangnya resiko terjadinya kecelakaan saat pelaksanaan perawatan.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

IV.1 Alur Pikir Penelitian

Alur pikir adalah sebuah metode atau cara berpikir dalam pemecahan masalah, dengan cara memberikan pandangan secara sederhana yang berfokus kepada masalah, konsisten dan tidak menambah kerumitan masalah. Alur pikir penelitian ini berlandaskan terhadap identifikasi masalah yang dibuat untuk rencana penyelesaian masalah pada wilayah studi. Dalam alur pikir ini ada beberapa hal yang perlu dilaksanakan untuk penelitian, antara lain:

Mengetahui kegiatan perawatan lengkung yang dilaksanakan Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa selama magang di petak jalan Cilejit-Daru Km 48+591 - Km 48+763. Pada petak jalan Cilejit-Daru terdapat lengkung dengan nomor IP 32 pada Km 48+591 - Km 48+763 dengan kecepatan lintas yang diizinkan masih dibawah kecepatan yang diizinkan pada lintas tersebut. Kedua, melakukan pengumpulan data primer yang didapatkan dari instansi terkait sebagai data pendukung dan juga pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari hasil pengamatan dilapangan dengan melakukan survei langsung, kemudian data-data tersebut diperoleh dan dikumpul untuk mengetahui gambaran umum lengkung yang akan diteliti. Ketiga, data-data yang sudah diperoleh kemudian diproses dan diidentifikasi permasalahan apa yang terjadi pada lengkung tersebut yang selanjutnya dianalisis secara teoritis dengan metode – metode yang dapat diterima secara ilmiah untuk mengetahui apakah kondisi lengkung saat ini sudah sesuai dengan standar yang berlaku. Keempat, Mengambil kesimpulan dari hasil analisis yang kemudian dapat diajukannya usulan untuk pemecahan masalah berdasarkan analisis yang telah dilakukan.

IV.2 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, Dalam lingkup yang lebih sempit, penelitian kuantitatif diartikan sebagai penelitian yang banyak menggunakan angka, mulai dari proses pengumpulan data,

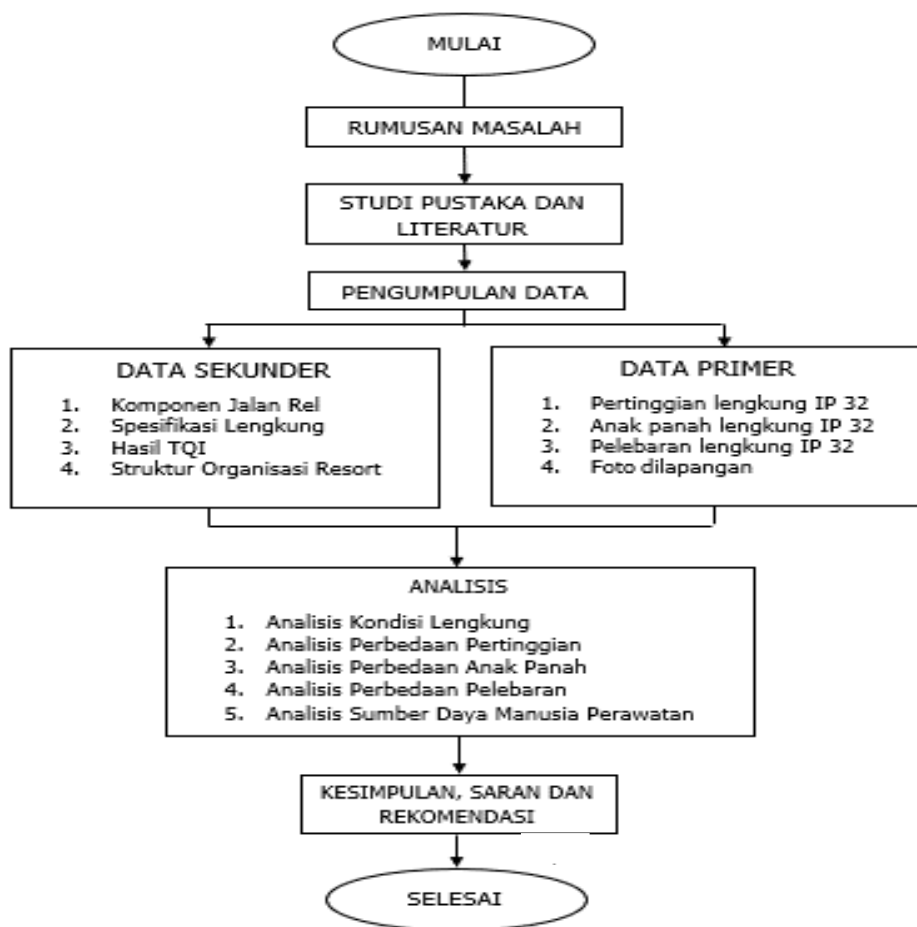
analisis data dan penampilan data (Siyoto & Sodik, 2015).

Biasanya, penelitian kuantitatif digunakan dalam penelitian inferensial untuk menguji hipotesis. Hasil uji statistik dapat menyajikan signifikansi hubungan yang dicari. Sehingga, arah hubungan yang diperoleh bergantung pada hipotesis dan hasil uji statistik, bukan logika ilmiah

Hubungan antara metode deskriptif kuantitatif dengan penelitian ini sendiri adalah untuk dapat mengetahui kondisi eksisting lengkung IP 32 Km 48+591 - Km 48+763 Petak Jalan Cilejit – Daru, perlu dilakukan identifikasi dan pengukuran langsung dilapangan, sehingga dapat diketahui kondisi eksisting saat ini.

IV.3 Bagan Alir

Bagan alir adalah bagan yang menunjukkan alur dalam proses penyusunan dan penulisan sebuah penelitian secara sistematis dan terstruktur. Bagan alir yang digunakan dalam rencana penelitian terhadap perawatan lengkung lengkung IP 32 Km 48+591 - Km 48+763 Petak Jalan Cilejit – Daru yang dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini:



Gambar IV.1 Bagan Alir

IV.4 Metode Penelitian dan Analisis

1. Metode Penelitian

A. Bahan

Untuk menganalisis lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 Petak Jalan Cilejit-Daru, maka dilakukan pengumpulan data-data yang terdiri dari data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh dari Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa dan data primer diperoleh dari observasi langsung di lapangan.

B. Sumber Data

1) Metodologi Kepustakaan atau Penelitian Literatur

Penelitian literatur adalah suatu upaya mengumpulkan data dan informasi berdasarkan referensi maupun peraturan yang berlaku.

2) Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait, antara lain:

a) Data Komponen Jalan Rel

Data komponen jalan rel digunakan untuk menggambarkan secara umum kondisi jalan rel pada lintas yang diteliti

b) Data Spesifikasi Lengkung

Data spesifikasi lengkung dipakai untuk mengetahui kondisi eksisting lengkung yang diteliti.

c) Data TQI

Data TQI digunakan untuk menganalisis kualitas jalan rel pada lengkung yang diteliti.

d) Struktur Organisasi Resort

Data Struktur Organisasi resort digunakan untuk mengetahui jumlah sumber daya manusia untuk merawat jalur di petak jalan Cilejit-Daru.

3) Data Primer

Data Primer yang diperoleh dari hasil observasi/ pengamatan langsung di lapangan, antara lain:

a) Peninggian lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 Petak Jalan Cilejit-Daru.

Diperoleh dengan cara pengukuran peninggian menggunakan timbangan angkatan/matisa saat pengamatan secara langsung dalam kegiatan perawatan di lapangan.

b) Anak Panah lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 Petak Jalan Cilejit-Daru.

Data diperoleh dengan cara pengukuran anak panah pada saat pengamatan secara langsung menggunakan mistar angkatan+ benang nilon dalam kegiatan perawatan di lapangan.

c) Pelebaran lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 Petak Jalan Cilejit-Daru.

Data diperoleh dengan cara pengukuran pelebaran pada saat pengamatan secara langsung menggunakan timbangan angkatan/matisa dalam kegiatan perawatan di lapangan.

d) Foto dilapangan

Data didapatkan dengan memotret kondisi lapangan menggunakan kamera pribadi untuk mengetahui kondisi lengkung secara visual.

C. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan survei antara lain alat tulis, kertas, clipboard, mistar angkatan, benang nilon, matisa, kamera dan APD (Alat Pelindung Diri).

D. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada saat taruna melaksanakan Kegiatan Magang terhitung mulai tanggal 23 Mei 2022 sampai dengan 11 Juni 2022.

E. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di petak jalan Cilejit-Daru Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa khususnya di Km 48+591 – Km 48+763.

F. Jalannya Penelitian

Penelitian terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1) Tahap I

Tahap persiapan pengumpulan data-data dari pihak/ instansi terkait maupun survei secara langsung dilapangan dan persiapan alat-alat yang dibutuhkan selama proses pengumpulan data.

2) Tahap II

Tahap analisis terhadap data yang sudah diperoleh.

3) Tahap III

Tahap pemecahan masalah dengan perbaikan dan usulan yang diajukan.

2. Analisis Penelitian

A. Analisis Kondisi Lengkung

Analisis kondisi lengkung digunakan untuk mengetahui keadaan eksisting pada lengkung yang dikaji.

B. Analisis Perbedaan Peninggian

Analisis perbedaan peninggian digunakan untuk mengetahui titik-titik mana saja yang melebihi batas toleransi dari data peninggian pada opname lengkung.

C. Analisis Perbedaan Anak Panah

Analisis Transisi Anak Panah digunakan untuk mengetahui titik-titik mana saja yang tidak sesuai standar.

D. Analisis Perbedaan Pelebaran

Analisis perbedaan pelebaran digunakan untuk mengetahui titik-titik mana saja yang rel nya aus dan melebihi batas toleransi dari data pelebaran pada lengkung.

E. Analisis Tenaga Perawatan

Analisis tenaga perawatan digunakan untuk mengetahui jumlah orang yang seharusnya dalam merawat suatu jalur kereta api yang sesuai standar dan memenuhi kebutuhan.

BAB V

ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

V.1 Analisis

1. Kondisi Lengkung

Pada lengkung IP 32 merupakan lengkung yang biasa dilintasi oleh KRL commuter line dan kereta barang. Hal ini membuat jalur memiliki beban lebih, baik dari beban KRL Commuter Line maupun beban dari KA Barang. Untuk kecepatan maksimum yang diizinkan pada lengkung IP 32 juga tidak bisa dilaksanakan karena pada lengkung IP 32 diberi taspad dengan kecepatan 40 km/jam. Hal ini juga di sebabkan oleh radius lengkung yang masih dianggap kecil atau rawan terhadap anjlokkan.

a. Spesifikasi Lengkung

Berikut adalah tabel spesifikasi lengkung IP 32 Km 48+591 - 48+763 petak jalan Cilejit-Daru:

Tabel V.1 Spesifikasi Lengkung

Komponen		Register
Radius (m)		254
Lokasi KM/HM	ML	48+591
	AL	48+763
Panjang Lengkung (PL) (m)		172
Kecepatan (V) (Km/Jam)		60
Pertinggian (H) (mm)		84
Panjang Lengkung Alih (PLA) (m)		50
Anak Panah (AP) (mm)		197
Lebar Jalur (mm)		1087
Sudut		38 ° 46 ' 59 "
Jalur		Hilir
Arah Lengkung		Kiri

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

Pada lengkung IP 32 dipasang pembatas kecepatan 40 km/jam, hal tersebut disebabkan karena radius di IP 32 hanya 254 m, jika kereta tetap

memaksakan kecepatan sesuai dengan kecepatan maksimum maka hal tersebut dapat membahayakan keamanan perjalanan kereta api ketika melewati lengkung tersebut.

b. Kualitas Jalan Rel

Berikut ini merupakan hasil pengukuran TQI pada Petak Jalan Cilejit-Daru:

Tabel V.2 Track Quality Index petak jalan Cilejit-Daru

Peta k Jalan	Panjan g Track (Km)	Panjan g Teruk ur (Km)	Panjang Kategori Kualitas Jalan Rel				TQI
			Kat.1 ($TQI \leq 20$) (KM)	Kat.2 ($20 < TQI \leq 35$) (KM)	Kat.3 ($35 < TQI \leq 50$) (KM)	Kat.4 ($TQI > 50$) (KM)	
CJT - DAR	6.067	6.067	0,729	4,635	0,703	-	25,364

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

Dari tabel hasil TQI diatas, petak jalan Cilejit-Daru masih dikategorikan memiliki kualitas jalan rel yang baik dengan nilai TQI 25,364 yang termasuk dalam kategori 2 (dua).

c. Opname Lengkung

Opname lengkung merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi perubahan pada lengkung yang digunakan sebagai acuan dalam perawatan. Opname lengkung terdiri dari pengukuran anak panah dan pengukuran pertinggian. Perhitungan dilakukan dari jalan lurus diawal lengkung sampai jalan lurus di akhir lengkung atau dari pertinggian nol sampai pertinggian nol setelah akhir lengkung yang biasa disebut lengkung peralihan.

Hasil dari pengukuran anak panah dan pertinggian akan dituangkan dalam grafik dimana kita bisa melihat anak panah dan pertinggian yang tidak sesuai standar.

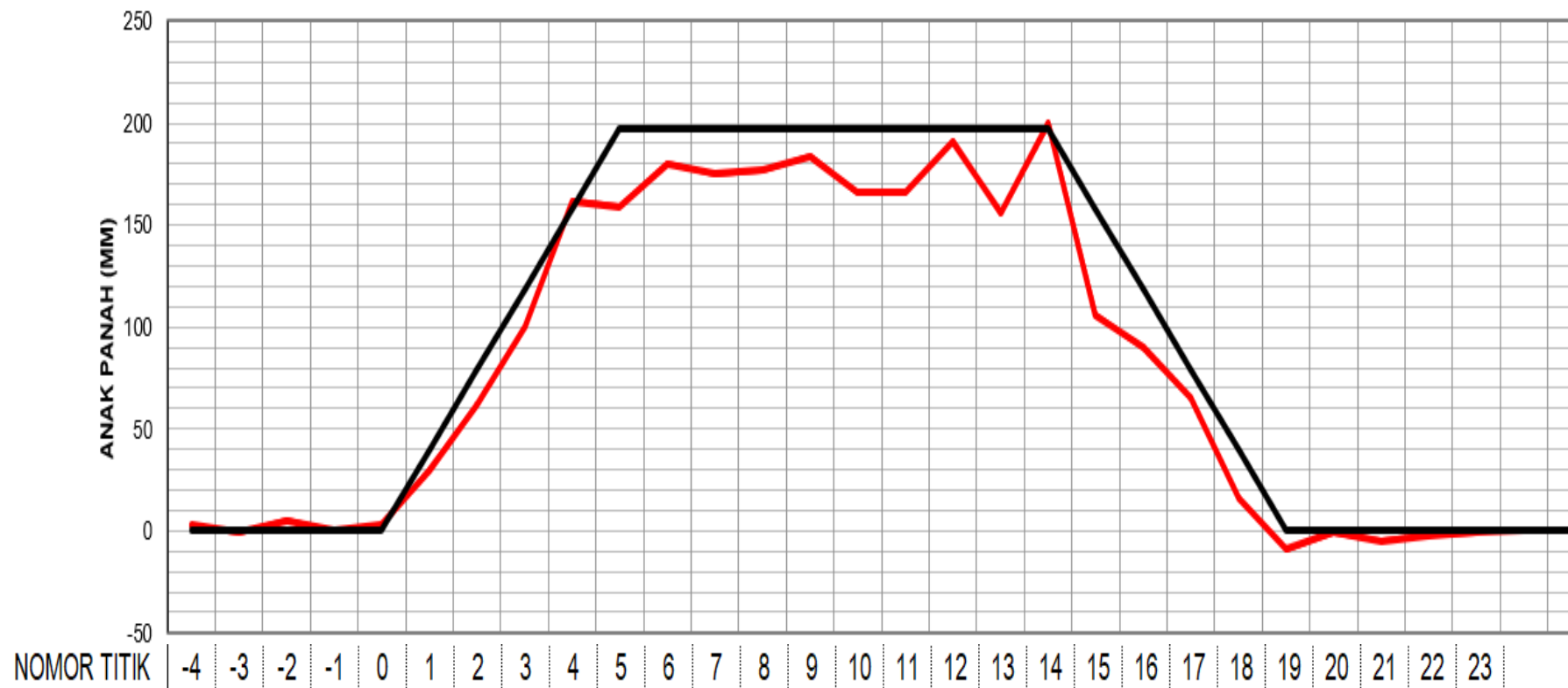
2. Anak Panah

Pengukuran anak panah dilakukan untuk mengetahui perubahan pada anak panah lengkung akibat gaya sentrifugal dan beban sarana yang melintas di lengkung tersebut. Untuk anak panah sendiri memiliki toleransi sebesar 20 mm. Berikut merupakan hasil pengukuran anak panah pada lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 petak jalan Cilejit-Daru :

Tabel V.3 Opname Anak Panah lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763

Nomor Titik	AP Seharusnya (mm)	AP Opname (mm)	Perbedaan (mm)	Letak
-4	0	3	3	KM 48+536
-3	0	-1	1	KM 48+546
-2	0	5	5	KM 48+556
-1	0	0	0	KM 48+566
0	0	3	3	KM 48+576
1	39	30	9	KM 48+586
2	79	62	17	KM 48+596
3	118	100	18	KM 48+606
4	158	162	4	KM 48+616
5	197	159	38	KM 48+626
6	197	180	17	KM 48+636
7	197	175	22	KM 48+646
8	197	177	20	KM 48+656
9	197	184	13	KM 48+666
10	197	166	31	KM 48+676
11	197	166	31	KM 48+686
12	197	191	6	KM 48+696
13	197	156	41	KM 48+706
14	197	200	3	KM 48+716
15	158	106	52	KM 48+726
16	118	90	28	KM 48+736
17	79	65	14	KM 48+746
18	39	16	23	KM 48+756
19	0	-9	9	KM 48+766
20	0	-1	1	KM 48+776
21	0	-5	5	KM 48+786
22	0	-2	2	KM 48+796
23	0	-1	1	KM 48+806

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa



Keterangan: = Titik Anak Panah Sesuai Desain = Titik Anak Panah Eksisting

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

Gambar V.1 Grafik opname anak panah lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763

Dari grafik di atas, terlihat 2 (dua) garis yang berbeda warna yaitu warna merah dan hitam. Garis berwarna hitam mengartikan titik anak panah yang sesuai standar, dan garis merah menunjukkan titik anak panah eksisting yang sangat menyimpang dari ketentuan standar. Grafik ini menunjukkan bahwasanya anak panah lengkung cenderung semakin lama digunakan maka lengkung akan semakin mengecil.

Dan dilihat dari angka hasil pengecekan lengkung IP 32 dari 28 titik terdapat 8 titik yang diluar batas toleransi penyimpangan anak panah. Hal ini dapat menjadi perhatian kepada resort 1.22 Tigaraksa untuk segera melakukan perawatan secara berkala karena ini dapat beresiko kereta anjlok saat melewati lengkung tersebut.

3. Peninggian Lengkung

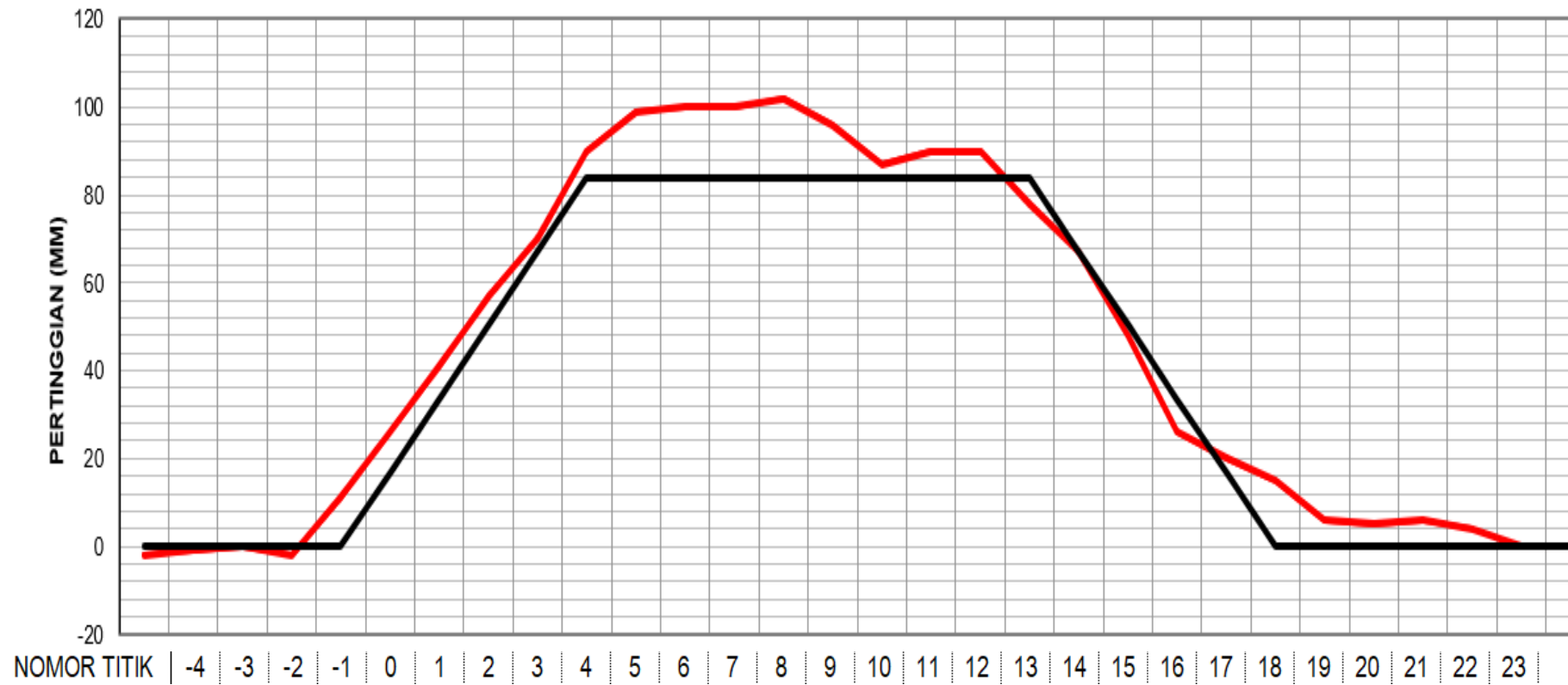
Peninggian rel adalah perbedaan tinggi terhadap rel luar dan dalam pada lengkung untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dihasilkan dari sarana kereta disaat melewati suatu lengkungan. Berikut hasil opname peninggian pada lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 petak jalan Cilejit-Daru:

Tabel V.4 Opname Peninggian lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763

Nomor Titik	Peninggian Standar (mm)	Peninggian Opname (mm)	Perbedaan	Letak
-4	0	-2	-2	KM 48+536
-3	0	-1	-1	KM 48+546
-2	0	0	0	KM 48+556
-1	0	-2	-2	KM 48+566
0	0	11	11	KM 48+576
1	17	26	9	KM 48+586
2	34	41	7	KM 48+596
3	50	57	7	KM 48+606
4	67	70	3	KM 48+616
5	84	90	6	KM 48+626
6	84	99	15	KM 48+636
7	84	100	16	KM 48+646
8	84	100	16	KM 48+656
9	84	102	18	KM 48+666
10	84	96	12	KM 48+676
11	84	87	3	KM 48+686

12	84	90	6	KM 48+696
13	84	90	6	KM 48+706
14	84	78	-6	KM 48+716
15	67	67	0	KM 48+726
16	50	48	-2	KM 48+736
17	34	26	-8	KM 48+746
18	17	20	3	KM 48+756
19	0	15	15	KM 48+766
20	0	6	6	KM 48+776
21	0	5	5	KM 48+786
22	0	6	6	KM 48+796
23	0	4	4	KM 48+806

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa



Keterangan: = Pertinggian Sesuai Desain = Pertinggian Eksisting

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

Gambar V.2 Grafik opname Pertinggian lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763

Untuk mengetahui beda pertinggian pada setiap titik, maka perlu dihitung perbedaan dari tiap – tiap titik dengan cara mengurangi titik pertinggian hasil opname dengan titik pertinggian normal, dengan ini kita dapat mengetahui berapa angka perawatan yang harus diangkat dan diturunkan pada rel luar.

4. Pelebaran Lengkung

Pelebaran pada lengkung dilakukan dengan cara menggeser rel dalam ke arah pusat lengkung sesuai dengan desain yang ditetapkan. Pada lengkung pelebaran dibuat bervariasi agar jalan rel dapat mengimbangi gaya sentrifugal kereta. Hal ini bertujuan agar roda tidak selip. Berikut hasil opname pelebaran pada lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 petak jalan Cilejit-Daru:

Tabel V.5 Opname Pelebaran lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763

Nomor Titik	Pelebaran Standar (mm)	Pelebaran Opname (mm)	Perbedaan (mm)	Letak
-4	1067	1068	1	KM 48+536
-3	1067	1067	0	KM 48+546
-2	1067	1069	2	KM 48+556
-1	1067	1067	0	KM 48+566
0	1067	1067	0	KM 48+576
1	1072	1074	2	KM 48+586
2	1072	1074	2	KM 48+596
3	1077	1079	2	KM 48+606
4	1077	1078	1	KM 48+616
5	1082	1082	0	KM 48+626
6	1082	1089	7	KM 48+636
7	1087	1090	3	KM 48+646
8	1087	1088	1	KM 48+656
9	1087	1087	0	KM 48+666
10	1087	1088	1	KM 48+676
11	1087	1089	2	KM 48+686
12	1087	1088	1	KM 48+696
13	1082	1088	6	KM 48+706
14	1082	1090	8	KM 48+716
15	1077	1081	4	KM 48+726
16	1077	1078	1	KM 48+736
17	1072	1077	5	KM 48+746
18	1072	1075	3	KM 48+756

19	1067	1069	2	KM 48+766
20	1067	1068	1	KM 48+776
21	1067	1069	2	KM 48+786
22	1067	1068	1	KM 48+796
23	1067	1067	0	KM 48+806

Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

Dari tabel diatas, dapat dilihat perbedaan pelebaran normal dengan pelebaran eksisting. Mengingat keausan rel pada lengkung lebih cepat terjadi di bandingkan dengan yang terjadi pada rel lurus maka perlu dilakukan perawatan rel jika keausan rel sudah melebihi batas toleransi yaitu 13 mm, ini tercantuk pada Peraturan Dinas 10A.

Untuk saat ini kondisi rel masih di anggap aman karena keausan rel pada lengkung masih termasuk dalam batas toleransi, tetapi perlu diperhatikan suatu saat wajib dilakukan penggantian rel jika keausan rel sudah melebihi batas toleransi.

5. Sumber Daya Manusia Perawatan

Untuk menjaga kondisi prasarana jalan rel agar tetap laik operasi maka perlu dilakukan perawatan. Perawatan geometri jalan rel dapat dilakukan menggunakan MTT (Multi Tie Temper) dan HTT (Hand Tie Temper). Dalam Perawatan prasarana perkeretaapian tentu membutuhkan tenaga perawatan prasarana. Tenaga perawatan prasarana perkeretaapian adalah orang yang memiliki kualifikasi dan kompetensi serta diberikan kewenangan untuk melaksanakan perawatan prasarana perkeretaapian. Setiap perawatan memiliki kebutuhan jumlah tenaga perawatan yang berbeda pula sesuai dengan kebutuhan pekerjaan. Untuk Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa saat ini memiliki 10 tenaga perawatan siklus dan 5 tenaga satuan kerja (satker). Berikut kegiatan perawatan sesuai dengan kebutuhan tenaga perawatannya:

a. Opname Lengkung

- 1) Alat yang digunakan:
 - a) Alat Komunikasi (HP/HT) (2 buah)
 - b) Mistar Timbangan/ Track Gauge (1 buah)
 - c) Benang Nilon Panjang 20 meter (1 buah)
 - d) Mistar Baja (1 buah)
 - e) Bentuk D.147 (1 lembar)
 - f) Alat Tulis (secukupnya)

- g) Kapur Tulis (1 buah)
- h) Roll Meter (1 buah)
- i) APD (Safety Vest, Pluit, Sepatu)
- 2) Pegawai yang dibutuhkan dalam pelaksanaan
 - Untuk pelaksanaan kegiatan opname lengkung dibutuhkan 1+4 orang yang terdiri dari:
 - a) Train Watcher (1 orang)
 - b) Pemegang benang nilon sepanjang 20 meter (2 orang)
 - c) Pengukur dengan mistar timbangan (1 orang)
 - d) Penulis hasil pengukuran (1 orang)
- b. Kegiatan Angkatan dan Lestrengan
 - 1) Alat yang digunakan:
 - a) Bendera Kerja Regu warna Orange (1 buah)
 - b) HTT 1 Set (1 Genset + 4 HTT)
 - c) Alat Komunikasi (HP/HT) (2 buah)
 - d) Mistar Timbangan/ Track Gauge (1 buah)
 - e) Dongkrak Kodok (4 buah)
 - f) Kapur Tulis (secukupnya)
 - g) Garpu dan Gorek balas (4 buah)
 - h) Mistar angkatan 1 set
 - i) Kayu Dolken
 - j) APD (Safety Vest, Pluit, Sepatu)
 - 2) Pegawai yang dibutuhkan dalam pelaksanaan
 - Untuk pelaksanaan kegiatan angkatan dan lestrengan, jika memiliki keterbatasan tenaga dapat dilaksanakan dengan 1+8 orang (standar), namun untuk jumlah yang efektif adalah 1+9 dimana terdiri dari:
 - a) Kepala Regu (Kasatker)
 - b) *Train Watcher* (1 orang)
 - c) Pengoperasi 1 Set HTT (4 orang)
 - d) Pengoperasi dongkrak (2 orang)
 - e) Pemprofil balas/ perapian balas (2 orang)
- c. Penggantian Rel
 - 1) Alat yang digunakan:

- a) Bendera Kerja Regu (orange)(1 buah)
 - b) Alat Komunikasi (HP/HT) (2 buah)
 - c) Mistar Timbangan/ Track Gauge (1 buah)
 - d) Mesin Potong Rel (1 buah)
 - e) Mesin Bor Rel (1 buah)
 - f) Panpuller (2 buah)
 - g) Palu (4 buah)
 - h) Roll Meter (1 buah)
 - i) Kapur Tulis (secukupnya)
 - j) Linggis(6 buah)
 - k) Plat dan Baut Sambungan 2 set (4 Plat Sambung+8 Baut)
 - l) Alat Pengencang Baut/ Kunci Inggris) (2 buah)
 - m) Klem C (2 buah)
 - n) APD (Safety Vest, Pluit, Sepatu)
- 2) Pegawai yang dibutuhkan dalam pelaksanaan
- Untuk pelaksanaan kegiatan penggantian rel, jika memiliki keterbatasan tenaga dapat dilaksanakan dengan 1+8 orang (standar), namun untuk jumlah yang efektif adalah 1+9 dimana terdiri dari:
- a) Kepala Regu (Kasatker)
 - b) *Train Watcher* (1 orang)
 - c) Pemotong rel menggunakan mesin pemotong rel (1 orang)
 - d) Penggeser rel menggunakan linggis (6 orang)
 - e) pengunci penambat (2-4 orang)
 - f) Pelubang rel dan pemasang plat sambung (2 orang)

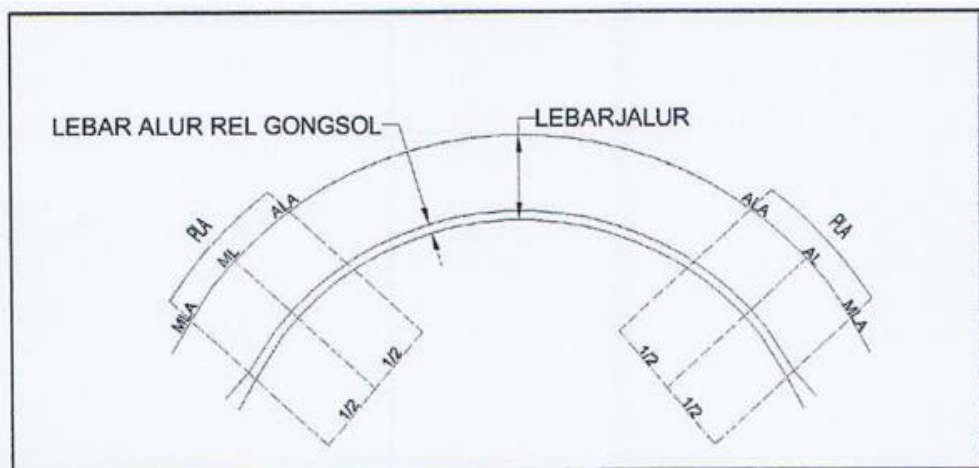
V.2 Pemecahan Masalah

Perawatan rutin/ berkala jalan rel terdiri dari perawatan penambat, pemeliharaan sambungan, pemecokan angkatan dan listringan, perawatan lengkung, perawatan terowongan, perawatan wesel serta perawatan ruang bebas. Untuk melakukan perawatan pada lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763, sebelumnya ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Opname Lengkung/ Pemeriksaan Lengkung.

Kegiatan opname lengkung ini bertujuan untuk mengetahui transisi perubahan anak panah, pertinggian dan pelebaran pada lengkung. Opname dilakukan berdasarkan jumlah titik pada lengkung yang jumlah dapat diketahui dengan cara menjumlahkan Panjang Lengkung (PL) dengan Panjang Lengkung Alih (PLA). Pada lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 petak jalan Cilejit-Daru dengan PL: 172 m dan PLA: 51 jumlah titiknya adalah:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Titik Opname} &= \frac{PL+PLA}{10} \\ &= \frac{172+51}{10} \\ &= 22,3 \text{ atau } 23 \text{ titik}\end{aligned}$$



Gambar V.3 Cara Opname Lengkung

Setelah dilakukan penghitungan jumlah titik opname lengkung, maka dapat dilaksanakan pemeriksaan lengkung. Berikut pemeriksaan yang dapat dilakukan antara lain:

a. Pengukuran anak panah (AP)

Tahapan pelaksanaan pengukuran anak sebagai berikut:

- 1) Tandai rel terlebih dahulu dengan tanda titik atau garis dengan jarak 10 meter antar tanda, mulai dari 40 m sebelum MLA hingga 40 m setelah MLA (titik nol dimulai dari MLA).
- 2) Cara mengukur nilai AP di titik ukur dengan membentangkan benang nilon sepanjang 20 m sebagai tali busur
- 3) Ukur AP dengan menggunakan mistar pada jarak $\frac{1}{2}$ tali busur.
- 4) Catat di form bentuk D.147 (nilai AP dalam satuan milimeter).

5) Lanjutkan pengukuran AP hingga titik terakhir.

b. Pengukuran Perteingian (h)

Tahapan pelaksanaan pengukuran perteingian sebagai berikut:

- 1) Perteingian diukur dengan meletakkan *track gauge* melintang arah jalan rel di titik periksa, posisikan kaki ganda *track gauge* pada rel luar (rel yang posisinya lebih tinggi).
- 2) Pada bagian tengah *track gauge* terdapat nivo yang dilengkapi dengan komponen untuk penyetelan kesetimbangan.
- 3) Pada nivo terdapat tampilan angka yang menunjukkan nilai perteingian
- 4) Catat di form bentuk D.147, nilai perteingian dalam satuan milimeter (mm).

c. Pengukuran Lebar Jalur

Tahapan pelaksanaan pengukuran lebar jalur sebagai berikut:

- 1) Letakkan *track gauge* pada titik periksa melintang arah jalan rel.
- 2) Pada *track gauge* terdapat tampilan angka yang menunjukkan nilai lebar jalur.
- 3) Catat di form bentuk D.147, nilai lebar jalur dalam satuan milimeter (mm).

2. Perawatan Lengkung.

Untuk perawatan lengkung sendiri terdiri dari perawatan perteingian, perawatan anak panah dan perawatan pelebaran. Macam metode perawatan tersebut dapat dilihat dibawah ini:

a. Perawatan Perteingian

1) Menggunakan MTT (*Multi Tie Temper*)

Proses perawatan menggunakan MTT adalah sebagai berikut:

a) Sebelum berangkat:

- (1) Cek jam dan waktu yang disediakan PPKA
- (2) Cek alat, semboyan dan alat komunikasi
- (3) Bila kerja konvoi apakah perlu dirangkai dan pakai semboyan 21
- (4) Siapkan kondisi operator sehat
- (5) Siapkan pakaian lapangan (rompi) dan jas hujan

b) Perjalanan ke lokasi kerja:

- (1) Pastikan semboyan aman sudah diberikan oleh PPKA

- (2) Berangkat dengan semboyan 35 dan sesuai dengan kecepatan yang ditentukan
- (3) Bila berjalan pada *track* salah pada jalur ganda bunyikan semboyan 39A terutama saat mendekati perlintasan baik saat berangkat maupun kembali.
- (4) Bila berjalan malam lengkapi semboyan 20.
- (5) Melaporkan target pekerjaan.

c) Selama kerja

Jangan lupa lama waktu atau *window time* yang disediakan PPKA.

- (1) Bekerjalah dengan efektif dan tetap perhatikan faktor keselamatan
- (2) Bila kerja malam siapkan semboyan malam dan alat penerangan kerja yang diperlukan.
- (3) Bila mengalami gangguan mesin segera melapor dan komunikasi dengan stasiun atau PPKA terdekat.
- (4) Siapkan / pasang semboyan 3 bila diperlukan
- (5) Selama kerja alat komunikasi selalu siaga.
- (6) Periksa dan *control* hasil kerja dengan seksama agar didapat hasil kerja yang maksimal sesuai target.

Namun dalam pengoperasian MTT di wilayah Daop 1 dikarenakan keterbatasan sarana MTT, jadi untuk penggunaan alat tersebut harus dilakukan pengaliran agar dapat digunakan dengan efektif dan merata. Jadwal dan breakdown penggunaan MTT ini sudah diatur oleh DJKA sehingga resort hanya tinggal menunggu giliran dan waktu yang ditentukan untuk dapat menggunakan sarana MTT tersebut. Setiap daerah mendapatkan kesempatan untuk menggunakan MTT dengan jangka waktu 1 tahun 2 kali (6 bulan).

Dengan panjang lengkung 172 meter tidak efektif jika melakukan perawatan menggunakan alat MTT, karena ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan seperti :

- (1) Biaya mobilitas yang termasuk mahal (biaya operasi).
- (2) Harus menggunakan *window time* yang dapat mengganggu operasional kereta api.
- (3) Jarak penyimpanan MTT (Depo) menuju ke lokasi yang akan

dilakukan perawatan yang jauh menyebabkan kerugian.

3) Menggunakan HTT (*Hand Tie Temper*)

Untuk metode pemecokan kali ini adalah alat pemecok dengan menggunakan hamper/mesin listrik, sedangkan untuk pemecokan biasa atau manual adalah ganco. Pada metode ini jalan rel diangkat dengan menggunakan dongkrak dan balas dimasukkan ke bawah bantalan dengan alat penggetaran yang disebut *Hand Tie Temper*, ini dilakukan tanpa pengorekan balas

Sewaktu pemecokan akan dimulai dan jika mesin pemecok telah dihidupkan, pelat pemecok didekatkan pada rel. Sebab getaran alat memaksa pelat tergeser ke arah rel dan balas dipaksa dan diarahkan masuk ke bawah bantalan sampai ballas benar benar tersusun penuh dibawah bantalan. Ballas dibuat lebih sedikit agar ketika kereta lewat ballas menjadi padat dan sesuai ketetapan.

Hand Tie Temper merupakan jenis alat perawatan *track* yang dapat merawat jalur dengan semua jenis bantalan, namun untuk merawat *track* dengan bantalan beton *Hand Tie Temper* harus dioperasikan dengan hati – hati, dikarenakan bantalan beton dapat rapuh sehingga pada saat *Hand Tie Temper* merawat *track* dengan bantalan beton peralatan perawatannya tidak boleh menyentuh bantalan untuk menghindari kerusakan pada bantalan tersebut.

Hand Tie Temper merupakan peralatan yang digunakan dalam waktu 1 hari biasanya mampu dioperasikan selama 5 jam dengan volume perawatan sebanyak 70 meter/hari. Hasil perawatan menggunakan HTT ini biasanya mempunyai ketahanan perawatan 3-4 bulan untuk dilakukan perawatan lagi.

Dalam pengoperasian alat HTT membutuhkan sdm (sumber daya manusia) sebanyak 9 orang antaranya 1 orang sebagai *train watcher* dan 8 orang sebagai pekerja perawatan dengan penggunaan BBM sebanyak 10 liter dalam 1 hari dan mampu merawat jalan rel hingga 70 meter dengan asumsi waktu efektif 5 jam.

Untuk menjaga ketinggian lengkung agar tetap sesuai standar, pemasangan rel paksa/gongsol perlu dilakukan terutama pada lengkung dengan R250 kebawah sebagai upaya mengurangi keausan pada rel luar.

Pada lengkung IP 32 sendiri memiliki R254, walaupun melewati batas minimum tetapi dengan memiliki angka lebih 4 mm ini masih termasuk kedalam syarat prioritas pada pemasangan rel gongsol. Pemasangan rel gongsol di IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 dapat dipasang dengan ketentuan sebagai berikut:

- a) Rel paksa (gongsol) dipasang pada sisi dalam rel sebelah dalam
- b) Sisi atas rel paksa dipasang lebih tinggi dari kepala rel utama dengan ketinggian 28 mm diatas kepala rel.
- c) Dipasang dengan jarak 60-65 mm terhadap rel utama (sisi dalam kepala rel), pada jarak 1500 mm dari ujung rel paksa dibengkokkan ke arah dalam sehingga jarak terhadap rel utama menjadi 180 mm dan dibuat menurun 20 mm
- d) Rel paksa (gongsol) dipasang sepanjang lengkung mulai dari permukaan lengkung peralihan (MLA) sampai dengan akhir lengkung peralihan (MLA)
- e) Sambungan rel paksa menggunakan pelat sambung dengan mur baut, posisi mur berada pada sisi atas.

2) Perawatan Anak Panah/ Listringan

Proses perawatan anak panah atau yang biasa disebut dengan listringan mempunyai metode kerja sebagai berikut:

- a) Pekerjaan didahului dengan proses opname dan memasang patok lengkung
- b) Membuat nomor titik di setiap 10 meter
- c) Ukur AP lengkung per 10 meter tersebut
- d) Hasil opname diproses untuk mendapatkan nilai geseran
- e) Setelah nilai geseran didapat regu bekerja menggeser sesuai nilai geseran didahului dengan menggorek balas
- f) Kemudian geser titik rel yang perlu digeser menggunakan dongkrak
- g) Setelah digeser balas dimasukkan kembali serta dilakukan pemrofilan

3) Perawatan pelebaran/ Penggantian Rel Aus

Dalam pelaksanaan perawatan pergantian rel yang aus ada persiapan yang harus dilakukan sebagai berikut :

- a) Pekerjaan Persiapan

- (1) KUPT/KAUR menyiapkan nota pekerjaan dan berkoordinasi dengan KS/PPKA
- (2) KUPT/KAUR melakukan pengecekan tenaga kerja, alat-alat kerja dan alat komunikasi
- (3) Ukur rel yang akan diganti untuk menentukan panjang rel pengganti, dengan ketentuan:

$$\ell_{kritis} = \frac{V_{op}}{8,2}$$

Ket : ℓ_{kritis} = Panjang minimal rel yang akan diganti

V_{op} = Kecepatan Operasi di lokasi pekerjaan

8,2 = Konstanta

- (4) Siapkan rel pengganti yang sesuai dengan hasil pengukuran di lokasi pekerjaan penggantian rel.
 - (5) Lubangi rel pengganti dengan bor rel sesuai ukuran lubang plat sambung.
 - (6) Potong rel eksisting yang akan diganti sesuai ukuran dengan memperhatikan jarak siar.
 - (7) Lubangi rel eksisting dengan alat bor rel untuk persiapan pemasangan plat sambung sesuai ukuran.
 - (8) Pasang plat sambung sementara pada rel yang akan diganti.
- b) Pelaksanaan Pekerjaan
- (1) Pekerjaan ganti rel dikerjakan setelah terbitnya WAD (Warta Dinas) dan diberikan *window time* oleh PPKA/KS.
 - (2) Memasang bendera kerja regu ukuran 75 cm x 50 cm dipasang sejarak 253 cm dari as jalur dengan tinggi 280 cm dari kop rel sejauh 100 meter dari arah kedatangan kereta api dan terlihat oleh pandangan masinis/ asisten masinis sejarak 600 meter. Apabila jarak pandang masinis/ asisten masinis tidak terpenuhi akibat adanya lengkung vertikal dan horizontal maka bendera kerja tersebut digeser kearah datangnya kereta sekurang-kurangnya 300 meter dari lokasi kerja.
 - (3) Melaporkan lokasi kerja dan kegiatan kepada KS/PPKA stasiun

terdekat.

- (4) Lokasi pekerjaan penggantian rel harus dipasang semboyan 3, dimana waktu pemasangannya dikoordinasikan dengan PPKA/KS di stasiun kanan dan kiri.



Sumber: PD 3 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

Gambar V.4 Semboyan 3

- (5) Lepaskan alat penambat dan plat sambung pada rel yang akan diganti lalu keluarkan rel.
- (6) Pasang rel pengganti, kemudian atur celah rel/ siar sesuai aturan.
- (7) Pasang kembali alat penambat dan plat sambung lengkap dengan bautnya.
- (8) Letakkan rel yang telah diganti di lokasi yang aman.
- (9) Bila pekerjaan selesai, KUPT Resort atau Kasatker harus melakukan evaluasi terhadap hasil pekerjaan dan meyakinkan kondisi jalur aman saat dilewati kereta api.
- (10) KUPT Resort atau Kasatker lapor kepada KS/PPKA bahwa pekerjaan telah selesai dan semboyan telah dicabut.

3. Sumber Daya Manusia Perawatan

Dilihat dari alat yang digunakan dan pegawai yang dibutuhkan dalam pelaksanaan perawatan lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+763 petak jalan Cilejit-Daru, resort jalan rel 1.22 Tigaraksa memiliki alat yang lengkap dan masih memadai untuk digunakan dalam kegiatan perawatan lengkung. Hasil observasi langsung di lapangan, tenaga perawatan bekerja dengan efisien karena memiliki alat yang cukup. Dan resort jalan rel 1.22 Tigaraksa juga memiliki alat khusus untuk mengangkut rel pengganti dari lokasi penimbun ke lokasi penggantian rel dengan alat *Mini Gentry Crane/ Katrol Yamaguchi*.



Sumber: Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

Gambar V.5 Penggunaan alat *Katrol Yamaguchi*

Untuk tenaga perawatan di resort jalan rel 1.22 tigaraksa masih termasuk memenuhi kebutuhan karena memiliki tenaga regu siklus sejumlah 10 orang. Tetapi di saat pelaksanaan, tenaga perawatan tidak bisa berpatok terhadap satu tugas, setiap tenaga perawatan harus memiliki tugas yang merangkap agar perawatan menjadi lebih efisiensi dari segi volume maupun waktu pekerjaan. Dalam pelaksanaan juga harus memperhatikan kondisi dilapangan, jika tenaga perawatan melakukan kegiatan tanpa memperhatikan kondisi dilapangan maka pekerjaan tidak akan terlaksana dengan efektif.

BAB VI

PENUTUPAN

VI.1 Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan Opname lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+ 763 Petak Jalan Cilejit-Daru terdapat titik yang mengalami penyimpangan pertinggian tetapi masih dalam batas toleransi, selanjutnya terdapat titik pelebaran yang rel nya mengalami keausan, tetapi masih termasuk dalam batas toleransi dan terdapat penyimpangan panjang anak panah lengkung yang melewati batas toleransi (20 mm) sebanyak 8 (delapan) titik yaitu titik nomor 5, 7, 10, 11, 13, 15, 16, 18.
2. Untuk merawat lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+ 763 Petak Jalan Cilejit-Daru dengan R254 hanya dapat menggunakan metode semi mekanik/ *Hand Tie Temper* dikarenakan saat ini mesin untuk perawatan dengan full mekanik/ *Multi Tie Temper* hanya dapat digunakan jika sudah mendapat rekomendasi serta menunggu giliran dan waktu yang ditentukan untuk dapat menggunakan sarana MTT tersebut.
3. Untuk saat ini Resort Jalan Rel 1.22 Tigaraksa memiliki tenaga perawatan 10 orang (memenuhi), dilapangan tenaga perawatan tidak bisa berpatok terhadap satu tugas, setiap tenaga perawatan harus memiliki tugas yang merangkap agar perawatan menjadi lebih efisiensi dari segi volume maupun waktu pekerjaan. Dalam pelaksanaan juga harus memperhatikan kondisi dilapangan, jika tenaga perawatan melakukan kegiatan tanpa memperhatikan kondisi dilapangan maka pekerjaan tidak akan terlaksana dengan efektif.
4. Setiap tenaga perawatan wajib memiliki sertifikat keahlian dan tanda pengenalan sesuai dengan bidangnya yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal dan harus memiliki standar kompetensi terkait perawatan prasarana perkeretaapian.
5. Dalam suatu perawatan jalan rel wajib memiliki minimal 1 petugas train watcher. Namun, jika jarak/ volume perawatannya panjang maka sebaiknya di buat 2 orang petugas *train watcher* untuk memberi informasi keberadaan kereta atau kereta yang akan lewat dari arah hilir maupun

hulu agar berkurangnya resiko terjadinya kecelakaan saat pelaksanaan perawatan.

VI.2 Saran

1. Untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan operasi pada lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+ 763 Petak Jalan Cilejit-Daru dengan radius yang termasuk kecil yaitu 254 m, perlu dipasangnya rel gongsol/ rel paksa pada lengkung tersebut sebagai fasilitas pengaman yang berfungsi untuk mengurangi keausan pada rel luar dan juga untuk menahan roda kereta agar tidak keluar dari jalur saat melewati lengkung.
2. Untuk mengembalikan kondisi pertinggian lengkung IP 32 Km 48+591 – Km 48+ 763 Petak Jalan Cilejit-Daru dapat menggunakan cara semi mekanik yaitu pemecokan menggunakan HTT, untuk mengembalikan kondisi anak panah dapat melakukan kegiatan listringan pada lengkung dengan cara semi mekanik yaitu dengan alat HTT dan untuk mengembalikan kondisi pelebaran yang disebabkan oleh rel aus dapat dilakukan penggantian rel pada lengkung.

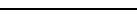
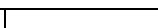
DAFTAR PUSTAKA

- _____, (2007). *Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian*. Jakarta: Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.
- _____, (2011) *Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian*. Jakarta: Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.
- _____, (2012) *Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*. Jakarta: Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.
- _____, (2017) *Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2017 Tentang Sertifikasi Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian*. Jakarta: Kementrian Perhubungan Republik Indonesia.
- _____, (2010) *Peraturan Dinas Nomor 3 Tentang Semboyan*. Bandung: PT Kereta Api Indonesia.
- Adityadharma, C., Joewono, T. B., & Santosa, W. (2004). Kajian Sistem Manajemen Pemeliharaan Jalan Rel Daerah Operasi 2 Bandung: Studi Kasus Distrik 23c Kiaracondong. *Jurnal Transportasi*, 4(1).
- Utomo, Suryo Hapsoro Tri. (2009). *"Jalan Rel"*. Beta Offset.
- PT.KAI. (2012). *Jilid 1 Tentang Perawatan Jalan Rel dan Jembatan Terencana*. Bandung: PT Kereta Api Indonesia.
- Hidayat, T., & Mahardiono, N. A. (2015). the Maintenance Evaluation of Railway Rolling Stock. *The Maintenance Evaluation of Railway Rolling Stock in Indonesian Railways Company*, 99–110.
- Kurniawan, W dan Rulhendri. (2015). "Tinjauan Volume Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Hasil Track Quality Index (TQI)", Bogor, *Jurnal Rekayasa Sipil Universitas Ibn Khaldun Bogor*, Volume 4, No 2.

Valentino, J.M. (2015). "Analisa Resistance, Tractive Effort dan Gaya Sentrifugal pada Kereta Api Taksaka di Tikungan Karanggandul, Tangerang Selatan", *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, Volume I, No.1, 1-8.

Haryatmi, E., & Setyo Wibowo, R. (2022). Analisis Kapasitas Daya Pada Gardu Traksi Lintas Bojonggede - Bogor Menggunakan Kereta Rel Listrik Seri EA 203. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.37367/jpi.v6i1.193>

LAMPIRAN

	PERAWATAN JALUR LENGKUNG PADA IP 32 KM 48+591 – KM 48+763 PETAK JALAN CILEJIT-DARU	LAMPIRAN 1 LEMBAR FORMULIR D.147	
---	---	---	---

PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)
DINAS JALAN DAN JEMBATAN
Daop : 1 Jakarta
Resor : Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

LAPORAN LENGKUNG

Pemeriksaan Lengkung No IP 32 (Arah Kanan) Km 48 + 591 s/d Km 48 + 763 Jalur Hilir Antara : Cit - Dar Lintas : Ak - Mer

[illegible]

Bentuk D.147

Mengetahui :
Kupt Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

Tigaraksa,
Kaur Resor Jalan Rel 1.22 Tigaraksa

BUDI FAIZIN
Nipp. 48988

RADES PURNAMA
Nipp. 49052