

ANALISA PEMELIHARAAN JALAN KERETA API MEDAN-TEBING TINGGI

**Diajukan Untuk Syarat Dalam Sidang Sarjana
Universitas Medan Area**

OLEH:

ONKY RAYMOND ROTUA SITORUS

168110094



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 16/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21

LEMBARAN PENGESAHAN

ANALISA PEMELIHARAAN JALAN KERETA API MEDAN-TEBING TINGGI

OLEH :

ONKY RAYMOND ROTUA SITORUS

16.811.0094

TELAH DISETUJUI OLEH :

Pembimbing I

(Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT)

Pembimbing II

(Ir. Marwan Lubis, MT)

Dekan Fakultas Teknik

(Dr. Ir. Dina Maizana, MT)

Ka. Prodi Teknik Sipil

(Susilawati, S.Kom, M.Kom)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri, adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Medan, April 2021



Onky Raymond Rotua Sitorus

168110094

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai sivitas akademik universitas medan area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Onky Raymond Rotua Sitorus
NPM : 168110094
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif (*non-exclusive royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : ANALISA PEMELIHARAAN JALAN KERETA API MEDAN-TEBING TINGGI Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi/Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat Di : Medan

Pada Tanggal : 1 Oktober 2021

Yang menyatakan



Onky Raymond Rotua Sitorus

NPM: 16811009

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai.

Skripsi ini dapat dikatakan sebagai prasyarat terakhir yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari Universitas Medan Area. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati, S.Kom,M.Kom., selaku kaprodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti MT , selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Marwan Lubis, MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

7. Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam melakukan survey lapangan.
8. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga terutama kedua orang tua saya, ayah dan ibu saya yang telah banyak memberi semangat dan dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti untuk penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritikan maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi menyempurnakan dari skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya para pembaca sekalian.

Medan, April 2021

Penyusun :

Onky Raymond Rotua Sitorus

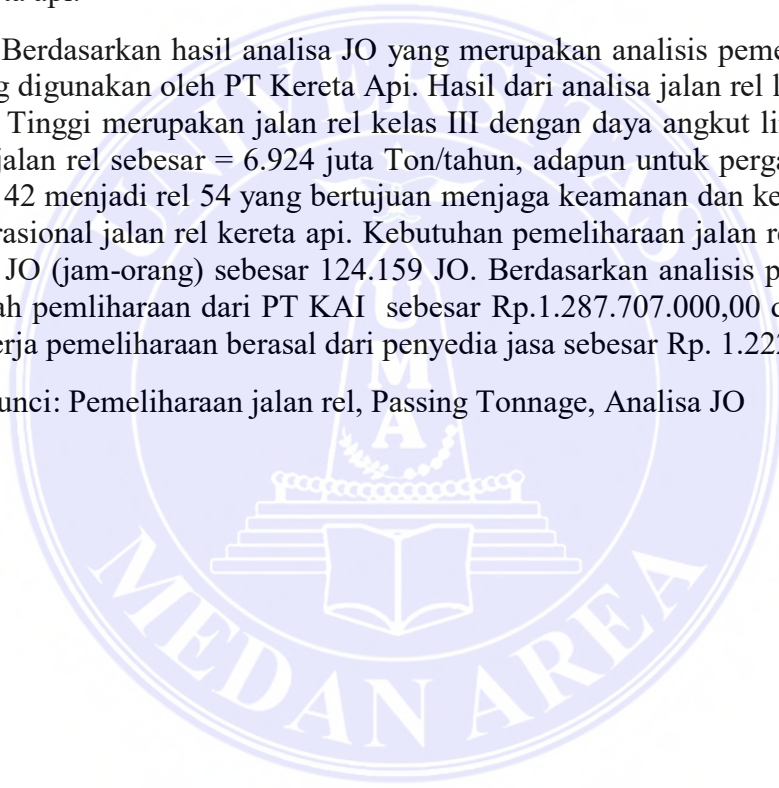
168110094

ABSTRAK

Kereta api telah menjadi salah satu alternatif moda transportasi darat yang aman, nyaman dan ekonomis dalam pengoperasiannya, hal tersebut tergantung kepada kesempurnaan kondisi sarana dan prasarannya. Untuk mempertahankan kondisi kemampuan pelayanan jalan kereta api yang layak harus melakukan pemeliharaan yang rutin sehingga dapat memberikan keselamatan, kenyamanan, keamanan dan ketepatan waktu perjalanan kereta api. Pemeliharaan rutin mencakup pemeliharaan harian dan pemeliharaan berkala dilaksanakan secara teratur dalam waktu satu tahun. Dengan demikian semakin jelas bahwa kebutuhan pemeliharaan merupakan hal mutlak yang harus dipenuhi agar jalan rel tetap dalam keadaan layak dan aman untuk dilewati selama umur perencanaan pelayanan jalan rel kereta api.

Berdasarkan hasil analisa JO yang merupakan analisis pemeliharaan jalan rel yang digunakan oleh PT Kereta Api. Hasil dari analisa jalan rel lintas Medan – Tebing Tinggi merupakan jalan rel kelas III dengan daya angkut lintas yang melewati jalan rel sebesar = 6.924 juta Ton/tahun, adapun untuk pergantian komponen rel 42 menjadi rel 54 yang bertujuan menjaga keamanan dan kenyamanan pada operasional jalan rel kereta api. Kebutuhan pemeliharaan jalan rel berdasarkan analisa JO (jam-orang) sebesar 124.159 JO. Berdasarkan analisis perhitungan biaya upah pemeliharaan dari PT KAI sebesar Rp.1.287.707.000,00 dan apabila tenaga kerja pemeliharaan berasal dari penyedia jasa sebesar Rp. 1.222.280,00

Kata Kunci: Pemeliharaan jalan rel, Passing Tonnage, Analisa JO



ABSTRACT

The train has become one of the alternative modes of land transportation that is safe, comfortable and economical in its operation, it depends on the perfection of the condition of its facilities and infrastructure. To maintain a proper condition of railway service capability, routine maintenance must be carried out so as to provide safety, comfort, security and timeliness of train travel. Routine maintenance includes daily maintenance and periodic maintenance carried out regularly within one year. Thus, it is increasingly clear that the need for maintenance is an absolute thing that must be met so that the railroad remains in a proper and safe condition to pass during the planning life of the railroad.

Based on the results of the JO analysis which is an analysis of rail road maintenance used by PT Kereta Api. The results of the analysis of the Medan - Tebing Tinggi rail road are class III rail roads with a traffic carrying capacity of 6,924 million tons / year, as for the replacement of rail components from 42 to rail 54 which aims to maintain safety and comfort in rail operations. train. The need for rail road maintenance based on JO analysis (person-hours) is 124,159 JO. Based on the analysis of the calculation of the cost of maintenance wages from PT KAI, it is Rp. 1,287,707,000.00 and if the maintenance workforce comes from service providers, it is Rp. 1,222,280.00

Keywords: Railroad maintenance, Passing Tonnage, Analysis JO

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
LEMBARAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan tujuan	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sejarah Perkeretaapian	5
2.2 Defenisi Jalan Rel.....	7
2.3 Struktur Jalur Rel Kereta Api	7
2.3.1 Gaya Vertikal	10
2.3.2 Gaya Transversal	12
2.3.3 Gaya Longitudinal	12
2.4 Pengelompokkan dan Kelas Jalan Rel.....	12
2.5 Komponen Jalan Rel.....	15
2.5.1 Rel15	
2.5.2 Sambungan Rel	16
2.5.3 Bantalan	18
2.5.4 Penambat Rel.....	20
2.5.5 Wessel	21
2.6 Peraturan Tentang Pemeliharaan Jalan Kereta Api	22
2.7 Risiko Kerusakan pada Jalan Rel	23
2.8 Pemeliharaan jalan rel dengan analisa JO tahun 2011	27
2.8.1 Analisa Pemeliharaan jalan rel dengan Analisa JO tahun 2011	28
2.8.1.1 Pekerjaan Pemeliharaan Rel.....	28

2.8.1.2 Pemeliharaan dengan Pemecokan.....	32
2.8.1.3 Pemeliharaan Terowongan.....	34
2.8.1.4 Pemeliharaan Lingkungan jalan rel.....	35
2.8.1.5 Pemeliharaan Wesel.....	37
2.9 Perbedaan kegiatan pembangunan dan pemeliharaan.....	48
2.9.1 Rencana Anggaran Biaya Upah Pemeliharaan.....	49
2.9.2 Perhitungan kebutuhan pekerja pemeliharaan untuk setiap bulan.....	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	51
3.1 Gambaran Penelitian.....	51
3.2 Lokasi Penelitian.....	52
3.3 Metode Penelitian.....	53
3.4 Pengumpulan Data.....	54
3.4.1 Data perhitungan evaluasi komponen rel berdasarkan <i>Passing Tonnage</i> 54	
3.4.2 Data Perhitungan pemeliharaan jalan rel dengan analisa JO 2011.....	55
3.5 Pengolahan Data.....	56
3.6 Flowchart.....	57
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	58
4.1 Data Lintas Kereta Api.....	58
4.2 Perhitungan Passing Tonage (Perjana 2012).....	65
4.3 Hitung Ketebalan Minimum Balas.....	66
4.4 Kondisi Struktur Jalan Rel.....	67
4.4.1 Data Bantalan Rel.....	69
4.5 Perhitungan kebutuhan pemeliharaan jalan rel dengan analisa JO tahun 2011 dan Penyedia Jasa.....	69
4.5.1 Resort I.1 Medan (KM 0+000 s.d 21+100).....	70
4.5.1.1 Perhitungan Analisa JO kebutuhan jalan rel.....	74
4.5.1.3 Perhitungan biaya pemeliharaan jika pekerja berasal dari penyedia jasa.....	78
4.5.1.4 Perhitungan kebutuhan tenaga kerja per-hari untuk setiap bulan dalam satu tahun.....	80

4.5.2	Resort I.2 Batang Kuis (KM 0+700 s.d 28 +900)	Error! Bookmark not defined.
4.5.2.1	Perhitungan Biaya Upah pemeliharaan berdasarkan analisa JO	Error! Bookmark not defined.
4.5.2.2	Perhitungan biaya pemeliharaan jika pekerja berasal dari penyedia jasa.....	Error! Bookmark not defined.
4.5.2.3	Perhitungan kebutuhan tenaga kerja per-hari untuk setiap bulan dalam satu tahun.....	83
4.5.3	Resort I.3 Perbaungan (KM 29+000 s.d 54 +000)	Error! Bookmark not defined.
4.5.3.1	Perhitungan Biaya Upah pemeliharaan berdasarkan analisa JO	Error! Bookmark not defined.
4.5.3.2	Perhitungan biaya pemeliharaan jika pekerja berasal dari penyedia jasa.....	Error! Bookmark not defined.
4.5.3.3	Perhitungan kebutuhan tenaga kerja per-hari untuk setiap bulan dalam satu tahun.....	97
4.5.4	Resort I.4 Bamban (KM 54+000 s.d 80 +000).....	Error! Bookmark not defined.
4.5.4.1	Perhitungan Biaya Upah pemeliharaan berdasarkan analisa JO	Error! Bookmark not defined.
4.5.4.2	Perhitungan biaya pemeliharaan jika pekerja berasal dari penyedia jasa.....	Error! Bookmark not defined.
4.5.4.3	Perhitungan kebutuhan tenaga kerja per-hari untuk setiap bulan dalam satu tahun	103
4.6	Pembahasan	105
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		107
5.1	Kesimpulan.....	107
5.2	Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA		109
LAMPIRAN		Error! Bookmark not defined.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kereta api telah menjadi salah satu alternatif moda transportasi darat yang aman, nyaman dan ekonomis. Dalam pengoperasiannya, hal tersebut tergantung kepada kesempurnaan kondisi sarana dan prasarannya. Jalan rel sebagai prasarana transportasi memerlukan sistem pemeliharaan yang baik demi kelancaraan kegiatan operasional.

Jalan kereta api yang tidak dipelihara akan mengalami penurunan kualitas kinerja yang secara fisik hal tersebut ditandai dengan terjadinya kerusakan misalnya rel rusak (patah, aus, bergelombang), sambungan rel, wesel rusak, bantalan rusak, rel amblas karena balas tidak baik, penambat rel sudah longgar dan genjotan di sambungan serta pada lengkungan.

Untuk mempertahankan kondisi kemampuan pelayanan jalan kereta api yang layak sehingga dapat memberikan keselamatan, kenyamanan, keamanan dan ketepatan waktu waktu perjalanan kereta api, maka perlu dilakukan perawatan dan perbaikan sesuai kelas jalan rel.

Pemeliharaan rutin mencakup pemeliharaan harian dan pemeliharaan berkala dilaksanakan secara teratur dalam waktu satu tahun. Dimana siklus perawatan yang dibagi dalam dua kategori, yaitu perawatan sempurna dan perawatan khusus. Perawatan sempurna mencakup pemeriksaan bantalan - bantalan dan pemeriksaan material secara rinci sesuai kelas jalan rel berdasarkan klasifikasi UIC (Union Internationale des Chemins de Fer), secara teratur dalam waktu satu tahun, misalnya pemeriksaan wesel, pemeriksaan perlintasan dan persilangan, pemeriksaan leng-

kung dan pekerjaan perbaikan kerusakan. Perawatan khusus misalnya kereta api anjlok dan kecelakaan kereta api.

Dalam pengelolaan jaringan jalan kereta api yang dilakukan PT. KAI, setiap tahun banyak jalur jalan kereta api yang diusulkan untuk dilakukan pemeliharaan. Di sisi lain dana yang tersedia pemeliharaan jalan kereta api terbatas. Oleh karena itu PT. KAI melakukan siklus perawatan terhadap jalur-jalur jalan kereta api yang akan dipelihara, sehingga penggunaan dana efektif dan efisien.

Karena sifatnya sebagai angkutan massal efektif, sehingga kereta api dianggap sebagai tulang punggung sistem transportasi darat diberbagai wilayah di belahan dunia, baik untuk angkutan barang ataupun penumpang.

Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu daerah yang menggunakan moda transportasi kereta api dengan panjang lintas operasional 267,611 kilometer. Jalan rel ini menghubungkan stasiun Medan sebagai stasiun pusat dan stasiun Rantau Prapat sebagai stasiun terjauh dalam operasional jalan rel di Sumatera Utara. Jalan rel di Sumatera Utara, khususnya yang menghubungkan stasiun Kota Medan dengan stasiun Tebing tinggi merupakan jalan rel sepanjang 80,542 kilometer yang berada dalam wilayah operasi Divisi Regional I sumatera utara. Jalan rel Medan – Tebing Tinggi ini merupakan jalan rel yang setiap hari dilintasi untuk pengangkutan penumpang dan barang, pengangkutan hasil industri dan perkebunan serta pengangkutan bahan bakar minyak. Dalam pelayanannya jalan rel tersebut tentu akan mengalami penurunan kualitas pelayanan akibat beban lintas yang setiap hari melewati jalan rel tersebut.

Undang-undang nomor 23 tahun 2007 tentang perkeretaapian

menyatakan bahwa kereta api sebagai salah satu moda transportasi akan dapat berfungsi dengan baik jika disertai dengan penanganan dan pemeliharaan yang maksimal. Peraturan menteri perhubungan nomor 31 dan nomor 32 tahun 2011 tentang standar dan tata cara perawatan prasarana perkeretaapian juga menjelaskan tentang pentingnya pemeliharaan prasarana kereta api sebagai salah satu usaha terciptanya moda transportasi yang aman, nyaman, cepat dan efisien.

Dengan demikian semakin jelas bahwa penyeleggaraan sistem transportasi yang baik akan dapat tercapai, jika terdapat keseimbangan antara pengadaan sarana dan prasarana transportasi dengan pemeliharaan sarana dan prasarana transportasi. Sehingga kebutuhan pemeliharaan merupakan hal mutlak yang harus dipenuhi agar jalan rel tetap dalam keadaan layak dan aman untuk dilewati selama umur perencanaan pelayanan jalan rel kereta api.

Kebutuhan pemeliharaan jalan rel dapat berupa pemeliharaan rutin terhadap struktur jalan rel kereta api yang mungkin mengalami penurunan kualitas akibat beban lintas kereta api. Pemeliharaan bantalan rel, pemeliharaan wessel, pengawasan terhadap geometrik jalan rel serta pelaksanaan pemeliharaan lain sesuai dengan pedoman dan standar pemeliharaan jalan rel PT Kereta Api Indonesia.

1.2 Maksud dan tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pemeliharaan jalan kereta api Medan-Tebing Tinggi.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pemeliharaan jalan rel kereta api yang dilakukan PT.KAI Medan-Tebing Tinggi yang mencakup bagian – bagian dari jalan rel supaya mendapat gambaran umum mengenai sistem pemelihan-

raan jalan kereta api dan menghitung biaya pemeliharaan yang optimal untuk kegiatan pemeliharaan pada rel kereta api.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang dapat diambil sebagai kajian dalam penelitian antara lain:

1. Bagaimana sistem pemeliharaan yang dilakukan terhadap jalur-jalur jalan kereta api Medan-Tebing Tinggi?
2. Mengetahui komponen-komponen dalam pemeliharaan jalan rel kereta api?
3. Berapa besar beban lintasan kereta api baik kereta penumpang maupun kereta barang yang melewati jalan rel stasiun di kota medan?
4. Bagaimana menghitung dan menentukan biaya pemeliharaan yang optimal untuk kegiatan pemeliharaan pada rel kereta api ?

1.4 Batasan Masalah

Ruang Lingkup yang dibahas dalam tugas akhir ini, antara lain :

1. Penelitian dilakukan fokus pada sistem pemeliharaan jalan rel kereta api Medan -Tebing tinggi.
2. Analisa Pemeliharaan kereta api difokuskan pada jalan rel kereta api dari sumber Perjana D141.
3. Peraturan yang digunakan adalah peraturan Kemenhub No. 56 tahun 2009 tentang Penyelenggaraan perkeretapian telah diatur ketentuan mengenai standar, tata cara pengujian dan sertifikasi sarana kereta api.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Perkeretaapian

Kehadiran kereta api di Indonesia ditandai dengan pencangkulan pertama pembangunan jalan KA di desa Kemijen, Jum'at tanggal 17 Juni 1864 oleh Gubernur Jenderal Hindia Belanda, Mr. L.A.J Baron Sloet van den Beele. Pembangunan diprakarsai oleh Naamlooze Venootschap Nederlandsch Indische Spoorweg Maatschappij (NV. NISM) yang dipimpin oleh Ir. J.P de Bordes dari Kemijen menuju desa Tanggung (26 Km) dengan lebar sepur 1435 mm. Ruas jalan ini dibuka untuk angkutan umum pada hari Sabtu, 10 Agustus 1867.

Keberhasilan swasta, NV. NISM membangun jalan KA antara Kemijen - Tanggung, yang kemudian pada tanggal 10 Februari 1870 dapat menghubungkan kota Semarang - Surakarta (110 Km), akhirnya mendorong minat investor untuk membangun jalan KA di daerah lainnya. Tidak mengherankan, kalau pertumbuhan panjang jalan rel antara 1864 - 1900 tumbuh dengan pesat. Kalau tahun 1867 baru 25 Km, tahun 1870 menjadi 110 Km, tahun 1880 mencapai 405 Km, tahun 1890 menjadi 1.427 Km dan pada tahun 1900 menjadi 3.338 Km.

Selain di Jawa, pembangunan jalan KA juga dilakukan di Aceh (1874), Sumatera Utara (1886), Sumatera Barat (1891), Sumatera Selatan (1914), bahkan tahun 1922 di Sulawesi juga telah dibangun jalan KA sepanjang 47 Km antara Makasar-Takalar, yang pengoperasiannya dilakukan tanggal 1 Juli 1923, sisanya Ujungpandang - Maros belum sempat diselesaikan. Sedangkan di Kalimantan, meskipun belum sempat dibangun, studi jalan KA Pontianak - Sambas (220 Km)

4 5 sudah diselesaikan. Demikian juga di pulau Bali dan Lombok, pernah dilakukan studi pembangunan jalan KA.

Sampai dengan tahun 1939, panjang jalan KA di Indonesia mencapai 6.811 Km. Tetapi, pada tahun 1950 panjangnya berkurang menjadi 5.910 km, kurang lebih 901 Km raib, yang diperkirakan karena dibongkar semasa pendudukan Jepang dan diangkut ke Burma untuk pembangunan jalan KA di sana.

Jenis jalan rel KA di Indonesia semula dibedakan dengan lebar sepur 1.067 mm; 750 mm (di Aceh) dan 600 mm di beberapa lintas cabang dan tram kota. Jalan rel yang dibongkar semasa pendudukan Jepang (1942 - 1943) sepanjang 473 Km, sedangkan jalan KA yang dibangun semasa pendudukan Jepang adalah 83 km antara Bayah - Cikara dan 220 Km antara Muaro - Pekanbaru. Ironisnya, dengan teknologi yang seadanya, jalan KA Muaro - Pekanbaru diprogramkan selesai pembangunannya selama 15 bulan yang mempekerjakan 27.500 orang, 25.000 diantaranya adalah Romusha. Jalan yang melintasi rawa-rawa, perbukitan, serta sungai yang deras arusnya ini, banyak menelan korban yang makamnya bertebaran sepanjang Muaro- Pekanbaru.

Setelah kemerdekaan Indonesia diproklamkan pada tanggal 17 Agustus 1945, karyawan KA yang tergabung dalam Angkatan Moeda Kereta Api (AMKA) mengambil alih kekuasaan perkeretaapian dari pihak Jepang. Peristiwa bersejarah tersebut terjadi pada tanggal 28 September 1945. Pembacaan pernyataan sikap oleh Ismangil dan sejumlah anggota AMKA lainnya, menegaskan bahwa mulai tanggal 28 September 1945 kekuasaan perkeretaapian berada di tangan bangsa 6 Indonesia. Orang Jepang tidak diperbolehkan campur tangan lagi urusan perkeretaapian di Indonesia. Inilah yang melandasi ditetapkannya 28 September 1945

sebagai Hari Kereta Api di Indonesia, serta dibentuknya Djawatan Kereta Api Republik Indonesia (DKARI)

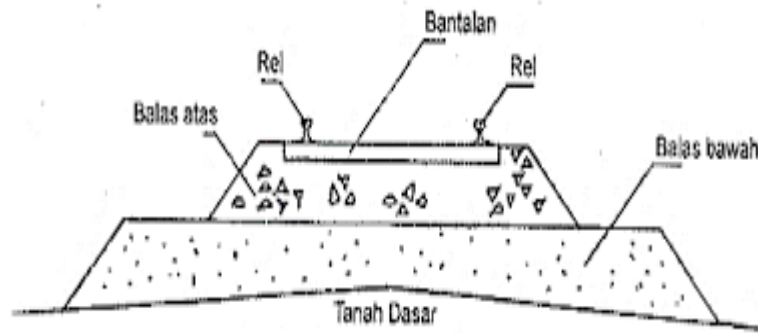
2.2 Defenisi Jalan Rel

Peraturan Menteri Perhubungan nomor 60 Tahun 2012 menjelaskan bahwa jalan rel merupakan 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 fungsinya mengarahkan jalannya kereta api. Secara teknis diartikan bahwa konstruksi jalan rel tersebut harus dapat dilalui oleh kereta api dengan aman dan nyaman selama umur konstruksinya.

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.

2.3 Struktur Jalur Rel Kereta Api

Struktur jalan rel adalah struktur elastis, dengan pola distribusi beban yang cukup rumit, sebagai gambaran adalah tegangan kontak antara rel dan roda adalah sekitar 6000 kg/cm dan harus ditransfer ke tanah dasar yang berkekuatan hanya sekitar 2 kg/cm. Secara grafis struktur jalan rel dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Struktur Jalan Rel.

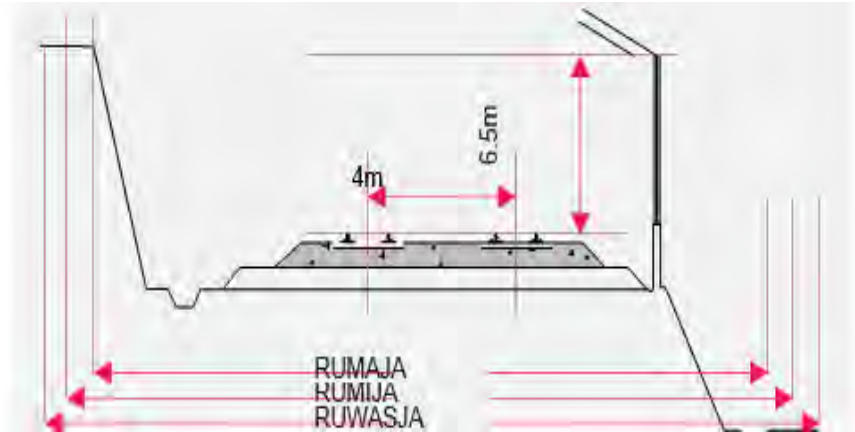
Sumber : Rosyidi. 2015

As Track s/d Rumaja : ukuran tergantung konstruksi

Rumaja s/d Rumija : 6m

Rumija s/d Ruwasja : 9m

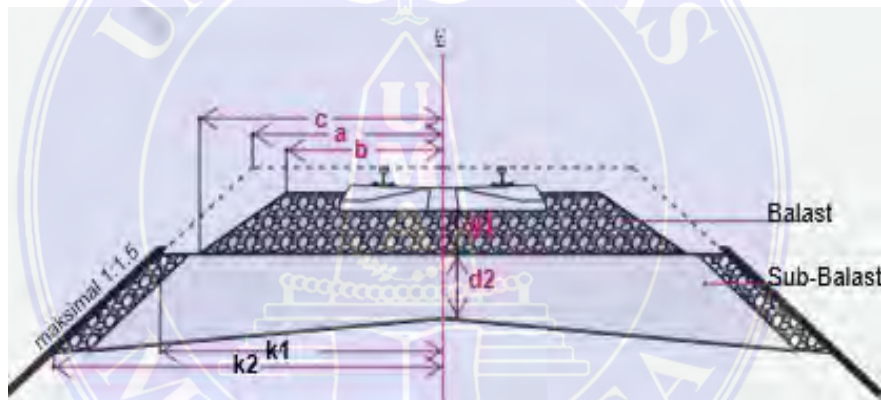
- Rumaja : Ruang manfaat jalur kereta api. Ruang manfaat jalur kereta api di peruntukan bagi pengoperasian kereta api dan merupakan daerah yang tertutup untuk umum
- Rumija : Ruang milik jalur kereta api, adalah bidang tanah di kiri dan di kanan ruang jalur kereta api yang di gunakan untuk pengamanan konstruksi jalan rel
- Ruwasja : Ruang pengawasan jalur kereta api adalah bidang tanah atau bidang lain di kiri dan di kanan ruang milik jalur kereta api untuk pengamanan dan kelancaran operasi kereta api



Gambar 2.2 Ruang Bebas Jalan Rel Single Track

Sumber: Peraturan Dinas No.10 (PD 10)

Gambar Profil Jalan Rel



Gambar 2.3 Penampang melintang jalan rel

Sumber: Peraturan Dinas No.10 (PD 10)

Gaya yang ditimbulkan oleh kereta api yang melintas di atas jalan rel harus ditahan oleh struktur jalan rel, ialah : gaya vertikal, gaya horisontal tegak lurus sumbu sepur (gaya transversal) dan gaya horisontal membujur searah sumbu sepur (gaya longitudinal).

2.3.1 Gaya Vertikal

Gaya ini adalah beban yang paling dominan dalam struktur jalan rel, gaya ini menyebabkan defleksi vertikal, dan defleksi vertikal ini adalah indikator terbaik dan kualitas, kekuatan dan umur jalan rel. Secara garis besar, besarnya beban vertikal dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Gaya Lokomotif (Locomotive), Jenis lokomotif dapat dilihat dari cara penomorannya,

- Lokomotif BB artinya beban ditumpu oleh 2 bogie, yang masing-masing bogie terdiri 2 gandar dan satu gandar terdiri dari dua roda sehingga :

Jika berat lokomotif (W_{lok}) = 56 ton, maka ;

Gaya bogie ($P_{bogie} = P_b$) = $W_{lok}/2 = 56/2$ ton = 28 ton;

Gaya gandar ($P_{gandar} = P_g$) = $P_b/2 = 28/2$ ton = 14 ton;

Gaya roda statis ($P_{statis} = P_s$) = $P_g/2 = 14/2$ ton = 7 ton

Gaya gandar, lebih dikenal dengan beban gandar (axle load)

- Lokomotif Jenis CC, lokomotif ditumpu 2 bogie, masing-masing bogie terdiri 3 gandar.

b. Gaya Kereta (Cai; Goach), Kereta dipakai untuk angkutan penumpang, sehingga karakteristiknya adalah kenyamanan (perlu ruang yang cukup) dan kecepatan yang tinggi (faktor gaya dinamis), Berat Kereta jika dimuati adalah sekitar 40 ton, dan ditumpu dengan 2 bogie ($P_b = 20$ ton), dengan masing-masing bogie terdiri 2 gandar ($P_g = 10$ ton), sehingga $P_s = 5$ ton.

c. Faktor Dinamis, Faktor dinamis diakibatkan oleh getaran-getaran dari kendaraan rel, akibat angin, dan kondisi geometri (ketidakrataan) jalan. Un-

tuk mentransformasikan gaya statis kepada gaya dinamis, diformulasikan faktor dinamis sebagai berikut :

$$I_p = 1 + 0,01 (V/1,609 - 5)$$

dengan :

I_p = faktor dinamis

V = kecepatan kereta api (km/jam)

Selanjutnya gaya dinamis dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_d = P_s \times I_p$$

dengan :

P_d = gaya dinamis (ton),

P_s = gaya statis (ton), dan

I_p = faktor dinamis.

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{k}{4EIx}}$$

dengan :

k = modulus elastisitas jalan rel = 180

l = dumping factor / characterisic of the system

I_x = momen inersia terhadap sumbu x – x

E = modulus elastisitas rel = $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

P = P_d = beban vertikal (dinamis roda)

$$\sigma = \frac{M_1 \cdot y}{I_x}$$

dengan :

y = jarak tepi bawah rel ke garis netral

M_1 = 0,85 M_o akibat super posisi beberapa gandar

$I_x =$ momen inersia terhadap sumbu $x - x = 2346 \text{ cm}^4$

2.3.2 Gaya Transversal

Gaya ini disebabkan adanya gaya sentrifugal, '*Snake motion*', dan ketidakrataannya geometri jalan rel, bekerja pada titik yang sama dengan gaya vertikal di rel.

2.3.3 Gaya Longitudinal

Gaya ini diakibatkan terutama oleh perubahan suhu pada rel („thermal stresses“), dan untuk konstruksi kereta api modern, dimana dipakai rel panjang (long welded rails), gaya ini sangat memegang peranan penting. Tambahan pada gaya longitudinal ini adalah gaya adhesi (akibat gesekan roda dan rel) dan gaya rem (akibat pengereman kendaraan rel)

2.4 Pengelompokan dan Kelas Jalan Rel

Perencanaan dan perancangan jalan rel di Indonesia sejak tahun 1986 (PD 10) menggunakan satu macam beban gandar saja, yaitu 18 ton. Penggunaan satu macam beban gandar sebesar 18 ton tersebut mempunyai maksud sebagai berikut :

- a. Perpindahan kereta api, baik kereta api penumpang maupun barang dari satu sepur ke sepur lainnya yang kelasnya lebih rendah, dapat dilakukan tanpa harus mengurangi muatannya lebih dahulu.
- b. Setiap lokomotif dapat digunakan di semua sepur meskipun kelasnya berbeda.

Kapasitas angkut lintas ialah jumlah angkutan anggapan yang melewati suatu lintas dalam jangka waktu satu tahun, dengan satuan ton/tahun. Untuk menghitung besarnya kapasitas angkut lintas PT. Kereta Api (persero) menggunakan cara perhitungan berdasarkan atas persamaan di bawah ini :

$$T = 360 \times S \times TE$$

$$TE = T_p + (K_b \times T_b) + (K_l \times T_l)$$

dengan :

T = kapasitas angkut lintas (ton/hari)

TE = tonase ekivalen (ton/tahun)

T_p = tonase penumpang dan kereta harian

T_b = tonase barang dan gerbong harian

T_l = tonase lokomotif harian

S = koefisien yang besarnya tergantung pada kualitas lintas, yaitu :

S = 1,1 untuk lintas dengan kereta penumpang, kecepatan maksimum 120 km / jam.

S = 1,0 untuk lintas tanpa kereta penumpang.

K_b = koefisien yang besarnya tergantung pada beban gandar, yaitu :

K_b = 1,5 untuk beban gandar < 18 ton

K_b = 1,3 untuk beban gandar > 18 ton

K_l = koefisien yang besarnya ditentukan sebesar 1,4

Kelas jalan rel yang ada di Indonesia dapat dibagi berdasarkan lebar jalan rel yang ada di Indonesia. Lebar jalan rel tersebut dibagi atas lebar jalan rel 1067 mm dan lebar jalan rel 1435 mm. Klasifikasi kelas jalan rel tersebut mencakup daya

angkut lintas pada masing-masing kelas jalan rel, kecepatan maksimum, beban gandar dan ketentuan lain untuk setiap kelas jalan rel. Masing-masing klasifikasi kelas jalan rel tersebut dijelaskan pada tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Kelas Jalan Rel berdasarkan lebar jalan jalan rel 1067 mm

Kelas	Kapasitas Angkut Lintas ($\times 10^6$ ton/tahun)	Kecepatan maksimum (Km/Jam)	Beban gandar maksimum (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan		Jenis penambat
					Jarak antar sumbu bantalan		
I	>20	120	18	R.60/R.54	Beton 60 cm		Elastis Ganda
II	10-20	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu 60		Elastis Ganda
III	5-10	100	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60		Elastis Ganda
IV	2.5-5	90	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 60		Elastis Ganda/ Tunggal
V	< 2.5	80	18	R.42	Kayu / Baja 60		Elastis Tunggal

Sumber: Lampiran Peraturan Menteri Perhubungan No.60 tahun 2012

Tabel 2.2 Kelas Jalan Rel berdasarkan lebar jalan jalan rel 1435 mm

Kelas	Kapasitas Angkut Lintas ($\times 10^6$ ton/tahun)	Kecepatan maksimum (Km/Jam)	Beban gandar maksimum (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan		Jenis penambat
					Jarak antar sumbu bantalan		
I	>20	160	22.5	R.60/R.54	Beton 60 cm		Elastis Ganda
II	10-20	140	22.5	R.54/R.50	Beton 60 cm		Elastis Ganda
III	5-10	120	22.5	R.54/R.50/R.42	Beton 60 cm		Elastis Ganda
IV	< 5	100	22.5	R.54/R.50/R.42	Beton 60 cm		Elastis Ganda

Sumber: Lampiran Peraturan Menteri Perhubungan No.60 tahun 2012

2.5 Komponen Jalan Rel

Konstruksi 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.

2.5.1 Rel

Rel merupakan batangan baja *longitudinal* yang berhubungan secara langsung, dan memberikan tuntunan dan tumpuan terhadap pergerakan roda kereta api secara berterusan. Rel ditumpu oleh bantalan-bantalan, sehingga pada saat kereta api melintasi jalan rel tekanan tegak lurus dari roda akan menyebabkan momen lentur pada rel diantara bantalan-bantalan. Selain itu, gaya arah horizontal yang disebabkan oleh gaya angin, goyangan kereta api dan gaya sentrifugal menyebabkan terjadinya momen lentur arah horizontal.

Keausan rel umumnya terjadi pada bagian kepala, oleh karenanya untuk mendapatkan umur rel yang lebih panjang, bagian kepala diperbesar. Usaha lain yang dilakukan untuk mempertahankan ketahanan terhadap aus adalah dengan memperbesar kepala rel sebagai tempat tumpuan roda kereta api. Roda kereta api yang melintas merupakan penyaluran beban yang melintas serta mengakibatkan gesekan secara konstan terhadap rel yang berisiko terhadap keausan rel.

Karakteristik penampang rel kereta api sesuai dengan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel dijelaskan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Karakteristik Rel

Karakteristik Rel		Tipe Rel			
Karakteristik	Notasi dan satuan	R.42	R.50	R.54	R.60
Tinggi Rel	H (mm)	138,00	153,00	159,00	172,00
Lebar kaki	B (mm)	110,00	127,00	140,00	150,00
Lebar Kepala	C (mm)	68,50	65,00	70,00	74,30
Tebal badan	D (mm)	13,50	15,00	16,00	16,50
Tinggi Kepala	E (mm)	40,50	49,00	49,40	51,00
Tinggi kaki	F (mm)	23,50	30,00	30,20	31,50
Jarak garis netral ke batas kaki	G (mm)	72,00	76,00	74,97	80,95
Luas penampang	A (cm ²)	54,26	64,20	69,34	76,86
Berat Rel	W (kg/m)	42,59	50,40	54,43	60,34

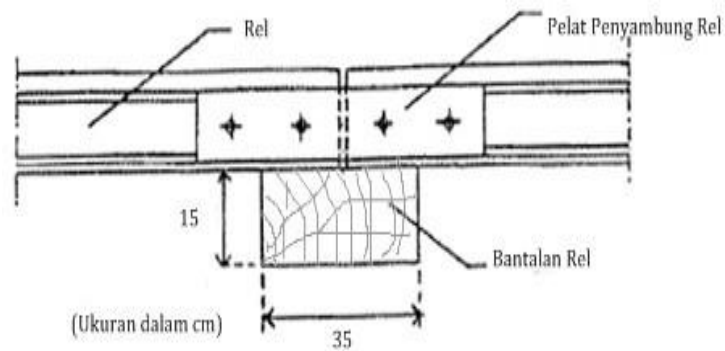
Sumber : Adventia Mega Wardhani. 2016

2.5.2 Sambungan Rel

Sambungan rel merupakan suatu konstruksi yang mengikat dua ujung rel, sehingga kereta api dapat berjalan di atasnya dengan aman dan nyaman. Jenis sambungan yang umumnya banyak dipergunakan pada pengerjaan konstruksi rel adalah sebagai berikut :

a) Sambungan menumpu (*Supported joint*)

Pada sambungan rel menumpu ini ujung kedua rel diletakan langsung di atas bantalan yang sama. Dengan perletakan ujung rel yang seperti itu benturan antara roda dan ujung rel menjadi lebih baik, tetapi perjalanan kereta api yang melewati sambungan ini akan terasa keras. Akibat lain yang ditimbulkan adalah tekanan yang terjadi akan diteruskan kepada satu bantalan saja.

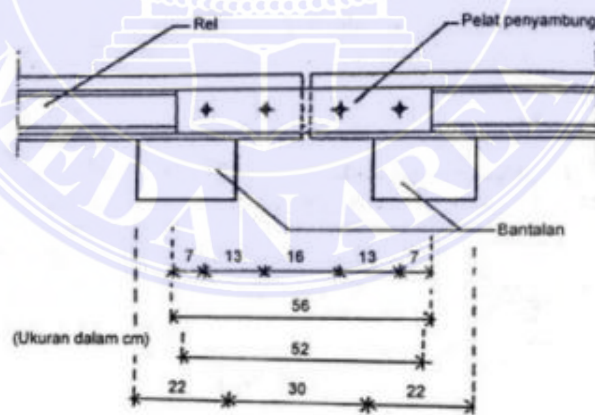


Gambar 2.4 Sambungan Menumpu

Sumber : Rosyidi. 2015

b) Sambungan menggantung (*Suspended joint*)

Pada macam sambungan menggantung ini ujung kedua rel disambung di antara kedua bantalan. Dengan demikian tekanan yang terjadi akan di distribusikan kepada dua bantalan penumpunya



Gambar 2.5 Sambungan menggantung

Sumber : Rosyidi. 2015

Sesuai dengan fungsinya pelat penyambung harus mempunyai kuat tarik yang diijinkan. Oleh karena itu maka kuat tarik bahan pelat penyambung diisyaratkan tidak boleh kurang dari 58 kg/mm^2 .

2.5.3 Bantalan

Bantalan merupakan bagian penyusun struktur atas konstruksi jalan rel mempunyai peranan sebagai berikut :

- a) Mendukung rel dan meneruskan beban ke balas dengan bidang sebaran beban lebih luas sehingga memperkecil tekanan yang dipikul balas,
- b) Mengikat/memegang rel (dengan penambat rel) sehingga gerakan rel arah horizontal tegak lurus sumbu sepur ataupun arah membujur searah sumbu dapat ditahan, sehingga jarak antara rel dan kemiringan kedudukan rel dapat dipertahankan,
- c) Memberikan stabilitas kedudukan sepur di dalam balas,
- d) Menghindarkan kontak langsung antara rel dengan air tanah.

Pemilihan bahan bantalan yang digunakan dalam konstruksi jalan rel umumnya terbuat dari kayu, baja ataupun beton. Pemilihan bahan bantalan yang akan digunakan dilakukan berdasarkan atas kelas jalan rel menurut peraturan konstruksi jalan rel yang berlaku (Standar jalan rel di Indonesia).

1) Bantalan Kayu

Kayu yang digunakan sebagai bantalan pada umumnya merupakan jenis kayu mutu A, dengan kelas kuat I atau II dan kelas awet I atau II. Jenis kayu yang biasa digunakan oleh PT Kereta Api untuk bantalan rel adalah jenis kayu jati dan kayu besi. Bantalan dengan jenis kayu jati dapat bertahan 16 sampai 20 tahun bahkan lebih. Bentuk dan dimensi bantalan kayu umumnya digunakan sesuai dengan lebar sepur konstruksi jalan kereta api di Indonesia yaitu 1067 mm. Dimensi bantalan kayu berikut toleransi yang masih di ijin-kan dijelaskan pada tabel 2.4 dibawah ini:

Tabel 2.4 Dimensi dan toleransi bantalan kayu yang diijinkan di Indonesia

No.	Letak bantalan	Panjang	Lebar	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)

(Sumber : Rosyidi. 2015)

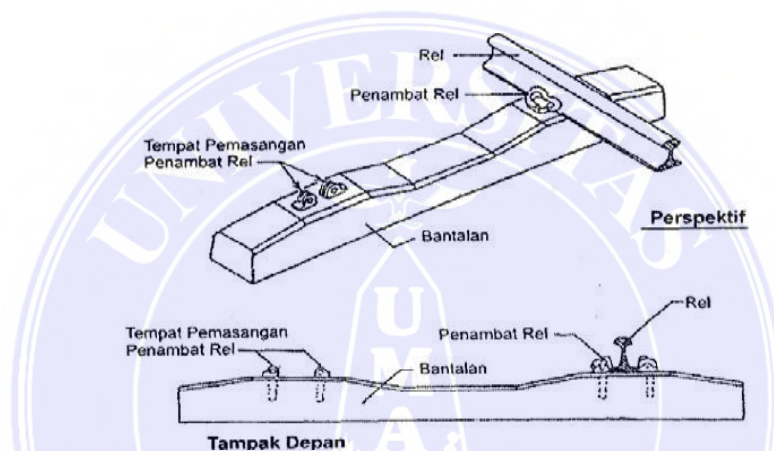
Kerusakan yang terjadi pada bantalan kayu umumnya disebabkan oleh beberapa hal, misalnya tekanan rel atau beban dinamis yang melintas. Agar kerusakan akibat tekanan rel dapat dikurangi maka perletakan rel pada bantalan harus dalam keadaan tepat dan tidak mudah bergeser. Sebagai upaya untuk memperpanjang umur bantalan kayu, antara rel dan bantalan perlu dipasang pelat landas. Pelat landas ini berfungsi untuk mengurangi kerusakan pada bantalan akibat beban dinamis yang diterima kemudian diteruskan melalui rel kepada bantalan.

Momen pada bantalan kayu dapat dihitung dengan teori balok berhingga (*finite beam*) di atas tumpuan elastis (*elastic foundation*). Adapun momen maksimum yang dapat dipikul oleh bantalan kayu dihitung berdasarkan tegangan ijin lentur kayu (σ_u) sesuai dengan kelasnya, yaitu:

- a) Kayu kelas I : $\sigma_u = 125 \text{ Kg/cm}^2$
- b) Kayu kelas II : $\sigma = 83 \text{ Kg/cm}^2$
- c) Bantalan beton

Terdapat dua macam bantalan beton yang dipergunakan di dalam konstruksi jalan rel kereta api di Indonesia, yaitu bantalan beton blok ganda (*bi-block*) dan bantalan beton blok tunggal (*monolithic*). Bantalan beton ganda merupakan bantalan beton yang terdiri dari dua buah blok beton bertulang antara

yang satu dan yang lainnya dihubungkan oleh baja ataupun rel bekas. Sedangkan bantalan beton blok tunggal merupakan bantalan beton yang dibuat dengan sistem beton pra-tegang. Terdapat dua macam beton beton pra-tegang antara lain, *Pretension* dan *Posttension*. Bantalan beton blok tunggal ini umumnya digunakan sesuai dengan ukuran beban gandar 18 ton. Bantalan harus mampu menahan momen paling sedikit sebesar 1500 Kg.m untuk bagian bawah rel serta 765 Kg.m untuk bagian tengah bantalan.



Gambar 2.6 Persepektif bantalan beton

(Sumber: Rosyidi. 2015)

2.5.4 Penambat Rel

Penambat rel merupakan komponen yang menambatkan rel pada bantalan sehingga kedudukan rel menjadi tetap, kokoh dan tidak bergeser terhadap bantalannya. Dengan penambat rel ini jarak antara kedua rel, yaitu lebar sepur akan tetap. Semakin berat beban dan semakin tinggi kecepatan kereta api yang melewatinya, maka penambat yang dipergunakan harus lebih kokoh untuk menjamin keamanan dan kenyamanan pengoperasian.

2.5.5 Wessel

Wessel merupakan penghubung antara dua jalan rel dan berfungsi untuk mengalihkan atau mengarahkan pergerakan kereta api dari satu sepur ke sepur yang lain. Wessel terdiri dari beberapa komponen, antara lain:

1) Lidah

Lidah wessel merupakan komponen wessel yang dapat bergerak. Lidah mempunyai bagian pangkal yang disebut dengan akar lidah. Terdapat dua jenis lidah yaitu, lidah berputar yang mempunyai engsel di akar lidahnya dan lidah berpegas. Pada lidah berpegas akar lidah dapat terjepit, sehingga dapat melentur. Pada lidah berputar maupun lidah berpegas, ujung lidah dapat digeser untuk menempel dan menekan pada rel lantak sehingga mengarahkan jalan kereta api. Ujung lidah membentuk sudut yang kecil terhadap rel lantak, disebut sudut tumpu (β), yang dinyatakan dengan tangen. Tangen $\beta = 1 : m$, dengan m antara 25 sampai 100.

2) Jarum dan sayap

Jarum dan sayap pada wessel memberikan kemungkinan flens roda kereta api berjalan melalui perpotongan rel. Sudut lancip jarum (α) yang besarnya sama dengan sudut yang dibentuk oleh sepur lurus disebut sudut simpang arah. Sambungan antara jarum dengan kedua rel dalam atau sisi belakang disebut dengan akhir wessel.

3) Rel lantak

Agar wessel dapat mengarahkan kereta api pada jalan rel yang dikehendaki maka lidah harus menempel dan menekan rel lantak. Kira-kira 100 cm di depan ujung lidah, rel lantak disambung dengan alat penyambung rel.

4) Rel paksa

Rel paksa dipasang berhadapan dengan jarum dan sayapnya. Pada saat roda berada di ujung jarum, kemungkinan keluarnya roda ke arah mendatar akan dicegah dengan rel paksa. Sehingga pada prinsipnya, rel paksa lebih mengarah pada kemampuan rel untuk memaksa roda kereta api agar tidak keluar ke arah mendatar.

5) Penggerak wessel

Gerakan menggeser lidah dilakukan dengan menggunakan batang penarik. Kedua lidah bergerak diatas pelat gelicir atau balok gelincir yang dipasang secara kuat di atas bantalan-bantalan wessel.

2.6 Peraturan Tentang Pemeliharaan Jalan Kereta Api

Pemerintah telah menerbitkan undang – undang dan peraturan pemeliharaan jalan kereta api secara umum, diantaranya sebagai berikut :

a. Undang – undang No.13 Tahun 1992 tentang Perkeretaapian.

Mengenai penyelenggaraan perkeretaapian pada ruang lingkup semua tempat kerja dalam wilayah kekuasaan hukum Republik Indonesia, dalam penyediaan dan perawatan prasarana dilimpahkan kepada badan penyelenggara, yaitu pemerintah.

b. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.69 Tahun 1998 tentang Prasarana dan Sarana Kereta Api.

Peraturan ini mencakup penyediaan, perawatan, perusahaan, pemeriksaan dan pengujian dalam penyelenggara perkeretaapian.

- c. Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 52 Tahun 2000 tentang Jalur Kereta Api. Menjelaskan mengenai standar perawatan jalan kereta api dan ketentuan umum perawatan dan kegiatan perawatan.
- d. Undang – undang No.23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Mengenai perawatan prasarana perkeretaapian, kelaikan prasarana perkeretaapian, pada ruang lingkup semua tempat kerja dalam wilayah kekuasaan hukum RepublikIndonesia, dalam penyelenggara prasarana wajib merawat prasarana perkeretaapian agar tetap laik operasi.

2.7 Risiko Kerusakan pada Jalan Rel

Resiko kerusakan yang terjadi pada komponen jalan rel dapat berupa, kerusakan akibat aus pada kepala rel, gerakan ular (*Snake Motion*), patah pada sambungan, bantalan patah, kerusakan akibat sabotase serta kerusakan struktur tubuh rel akibat longsor. Risiko kerusakan tersebut merupakan risiko yang sangat berpengaruh terhadap aspek keselamatan, keamanan, kenyamanan dan efektifitas operasional jalan rel kereta api. Dalam pelaksanaan kegiatan perbaikan, penggantian dan pemeliharaan yang terjadi akibat kerusakan ini termasuk dalam pemeliharaan bersifat mendadak (*urgently*). Alasannya kerusakan ini tidak dapat diprediksi waktu terjadinya, namun pemeliharaan bertujuan untuk mengatasi kerusakan tersebut tetap dilakukan dalam operasional jalan rel.

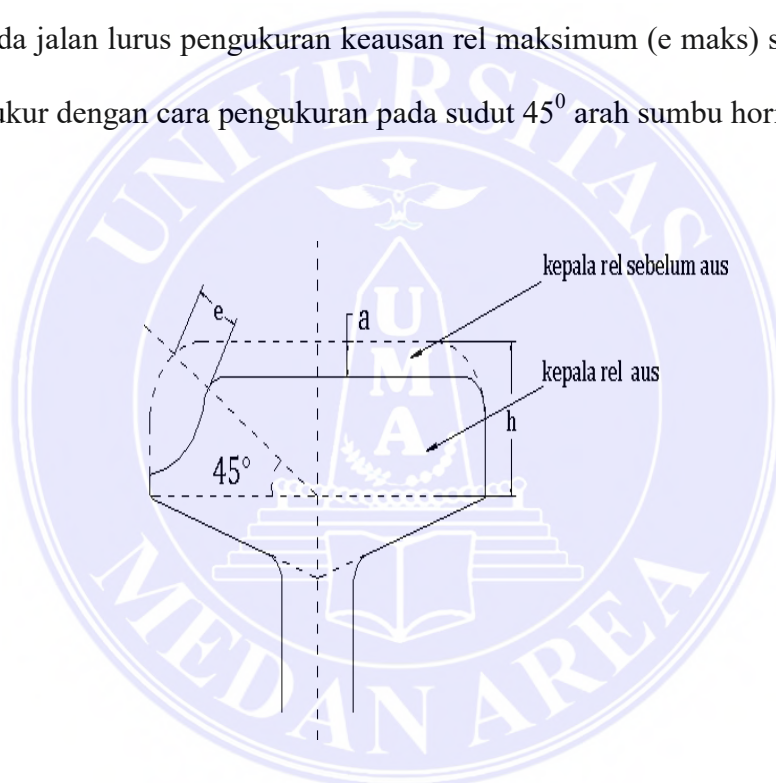
Risiko keruskan yang terjadi pada jalan rel dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Keausan pada kepala Rel

Bagian dari rel yang aus umumnya terdapat pada bagian kepala rel karena kepala rel merupakan bagian yang melakukan kontak dengan bandasi roda.

Khusus pada tikungan jalan rel, risiko terjadinya aus semakin besar alasannya tekanan dari flens roda terhadap kepala rel pada waktu membelok akan semakin besar akibat adanya gaya sentrifugal. Pengawasan akibat terjadinya keausan pada bagian kepala rel pada umumnya dilakukan dengan melakukan pengukuran secara manual terhadap kepala rel ataupun dengan pengukuran dengan menggunakan kereta ukur mekanik (MTT) yang nantinya akan menghasilkan data Track Quality indeks pada rel.

Pada jalan lurus pengukuran keausan rel maksimum (e maks) secara manual diukur dengan cara pengukuran pada sudut 45° arah sumbu horizontal (E).



Gambar 2.7 Pengukuran menentukan aus kepala rel

Sumber: Adventia Mega Wardhani. 2016

Nilai keausan yang diijinkan pada kepala rel sesuai dengan tipe rel dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai aus maksimum yang diijinkan sesuai dengan tipe rel

Type Rel	e maks (mm)	a maks (mm)
R.42	13	10
R.50	15	12
R.54	15	12
R.60	15	12

Sumber: PJKA. 2012 "Buku Saku Perjana". Medan

2) Gerakan ular (*Snake Motion*)

Gerakan ular (*snake motion*) pada jalan rel disebabkan adanya gerakan pada pasangan roda yang tidak berjalan lurus kedepan, melainkan bergeser pada bagian kiri atau kanan. Kejadian ini terjadi umumnya akibat sepur jarak sepur yang melebar akibat beban lintas yang melewatinya, penambat rel yang lepas, sehingga rel mengalami pergeseran ataupun faktor waktu dari roda kereta api sendiri. Pemeliharaan yang dilakukan untuk mengatasi risiko kerusakan ini adalah pemeliharaan dengan menggunakan alat mesin kereta (MTT) yang berfungsi untuk memperbaiki kondisi sepur yang mengalami



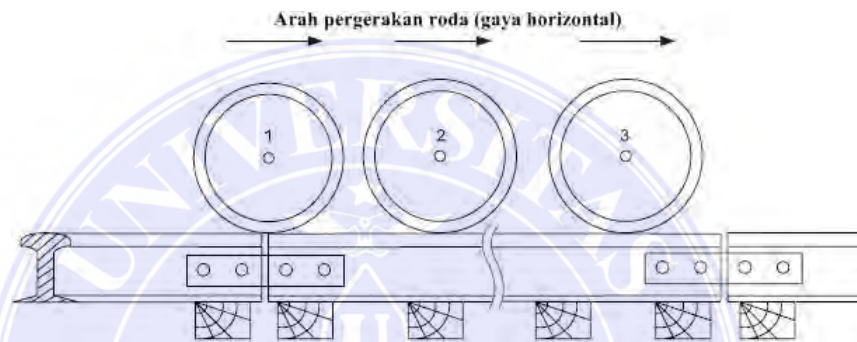
pergeseran dan perubahan.

Gambar 2.8 Gerakan ular (*snake motion*) pada jalan rel

Sumber : Dokumentasi kerusakan Rel PT Kereta Api

3) Patah pada sambungan

Patah pada sambungan merupakan risiko kerusakan yang terjadi akibat tidak sempurnanya pelaksanaan sambungan antar rel. Selain itu patah pada sambungan juga dapat terjadi akibat lenturan track (*Creep of rails*) atau genjotan pada rel. Akibat akibat genjotan ini menyebabkan putusnya baut penyambung yang berakibat risiko patahnya sambungan.



Gambar 2.9 Genjotan pada rel (*Creep of rails*) akibat sambungan

Sumber : Laporan KNKT Departemen perhubungan 2015

4) Patah pada bantalan

Kerusakan patah pada bantalan umumnya terjadi akibat bantalan tidak mampu menerima beban vertikal yang berasal dari beban lintas yang melewati jalan rel kereta api.

5) Kerusakan akibat sabotase

Kerusakan akibat sabotase maksudnya adalah kerusakan pada tubuh jalan rel yang terjadi akibat pencurian komponen jalan rel. Sabotase dapat berupa pencurian penambat, pencurian baut rel ataupun pencurian pada pelat sambung rel. Akibat dari kegiatan ini umumnya berisiko anjloknya kereta yang melintas, sambungan yang patah dan kecelakaan kereta api.

6) Kerusakan akibat longsor pada tubuh jalan rel

Kerusakan akibat longsor pada tubuh jalan rel dapat terjadi drainase jalan rel yang tidak bekerja secara maksimal, penggunaan lahan jalan rel oleh masyarakat ataupun faktor alam yang terjadi.

2.8 Pemeliharaan jalan rel dengan analisa JO tahun 2011

Pemeliharaan jalan dengan analisa JO tahun 2011 merupakan pemeliharaan jalan dengan menghitung kebutuhan pemeliharaan jalan rel berdasarkan data pemeriksaan dan pengawasan secara keseluruhan dalam suatu lintas operasi jalan rel untuk menentukan jumlah kebutuhan pemeliharaan jalan rel dalam waktu satu tahun.

Analisa JO pemeliharaan jalan rel dibuat pada awal tahun berdasarkan keseluruhan data pengawasan satu tahun sebelumnya dari setiap resort yang ada. Dari perhitungan analisa JO ini akan didapatkan total kebutuhan pemeliharaan jalan rel untuk setiap lintas, biaya pemeliharaan jalan rel baik untuk tenaga kerja reguler (tenaga kerja pegawai kereta api), tenaga kerja dari penyedia jasa (*Outourcing*) serta kebutuhan tenaga kerja untuk pemeliharaan jalan rel dalam setiap resort pengawasan.

Terdapatnya analisis biaya pemeliharaan untuk tenaga kerja dari penyedia jasa (*Outourcing*) dengan alasan, saat ini jumlah tenaga yang terdapat pada resort pengawasan tidak sebanding dengan panjang lintas yang akan dipelihara dan diawasi. Dengan kata lain jumlah tenaga yang ada pada setiap resort umumnya hanya untuk menangani pekerjaan yang bersifat darurat saja. Sehingga diperlukan tenaga yang bersifat *Outsourcing* untuk setiap pekerjaan pemeliharaan.

Perhitungan kebutuhan pemeliharaan berdasarkan metode opname dilakukan dengan persamaan :

Kebutuhan Pemeliharaan/tahun (JO) = Volume aset dirawat x Standar JO

2.8.1 Analisa Pemeliharaan jalan rel dengan Analisa JO tahun 2011

Analisa pekerjaan untuk perhitungan analisa JO dibuat berdasarkan data pengawasan aset masing-masing resort selama 1 tahun. Pengawasan tersebut dibagi atas :

2.8.1.1 Pekerjaan Pemeliharaan Rel

Pekerjaan pengawasan untuk pemeliharaan rel dibagi atas beberapa pekerjaan pengawasan, antara lain:

1) Pemeriksaan Siar Rel

Pemeriksaan Siar Rel merupakan pemeriksaan celah yang terdapat diantara sambungan rel. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mencegah terjadinya patah pada sambungan rel akibat beban yang melintasinya.

Penelitian siar rel meliputi:

- Pengukuran nilai atau lebar siar rel,
- Pengukuran dilakukan pada kondisi siar rel yang defect, cacat, dan aus
- Frekuensi pemeriksaan dilakukan 8 kali dalam 1 tahun untuk sepur raya dan 4 kali dalam 1 tahun untuk sepur KA
- Standar JO untuk pekerjaan ini adalah, 0.25 Jam/Titik artinya 1 titik pemeriksaan siar rel dikerjakan dalam 0.25 jam, (1 Titik = 15 menit)

atau (1 Jam untuk 4 titik)

- Volume yang dirawat adalah seluruh titik siar rel yang terdapat pada rel kanan dan kiri

Penjelasan volume yang dirawat untuk pekerjaan penelitian siar rel pada sepur raya dan sepur KA adalah sebagai berikut:

- Volume yang dirawat adalah seluruh titik sambungan pada sepur raya,
- Titik Sambungan yang dimaksud adalah titik sambungan yang menggunakan pelat sambung, sedangkan sambungan dengan las tidak dihitung pada analisa ini,
- Pekerjaan pemeliharaan sambungan ini (angkatan/listringan) disarankan dengan manual.

2) Pelumasan Sambungan

Frekuensi pemeliharaan pelumasan sambungan ini dilakukan 8 kali dalam 1 tahun untuk sepur raya dan 4 kali dalam 1 tahun untuk sepur KA. Volume yang dirawat adalah seluruh titik sambungan dengan pelat sambung yang terdapat pada rel kanan atau kiri. Standar JO untuk pekerjaan ini adalah 10 titik pelumasan dilakukan dalam waktu 1 jam.

3) Perbaikan Sambungan

Frekuensi pemeliharaan untuk pemeriksaan sambungan adalah 8 kali dalam 1 tahun untuk sepur raya dan 4 kali dalam 1 tahun untuk sepur KA. Pekerjaan yang termasuk dalam pemeriksaan sambungan rel meliputi:

- Perbaikan kondisi rel pada sambungan yang sudah dalam keadaan fa-

tigue (aus),

- Perbaiki rel yang cacat (*Defect*) pada sambungan,
- Perbaiki siar rel yang terlalu lebar,
- Perbaiki plat dan baut sambungan yang kendor, putus dan tidak lengkap,
- Perbaiki tubuh baan yang labil atau amblas pada sambungan.

4) Pemeliharaan Rel Gongsol

Rel gongsol merupakan konstruksi rel yang dipasang pada lengkung (rel dalam) radius $R \leq 250$ meter, yang berfungsi untuk mengurangi keausan rel luar. Pekerjaan pemeliharaan yang termasuk dalam pemeliharaan rel gongsol antara lain:

- Pengencangan baut pada rel gongsol

Frekuensi pekerjaan pengencangan baut ini dilakukan 4 kali dalam 1 tahun. standar JO untuk pekerjaan ini adalah 12 meter diperbaiki dalam 1 jam. Volume yang dirawat pada pengencangan baut rel gongsol ini adalah sepanjang rel gongsol dikiri atau dikanan pada lengkung (bukan track).

- Perbaiki sambungan rel gongsol

Frekuensi pekerjaan untuk perbaikan sambungan rel gongsol dilakukan tiap 4 kali dalam 1 tahun. Volume yang dirawat adalah sepanjang rel gongsol yang terpasang pada rel (bukan track). Standar JO yang ditetapkan untuk perbaikan sambungan rel gongsol adalah tiap 1 meter perbaikan sambungan pada rel gongsol dibutuhkan waktu 5 menit (tiap 1 jam = 12 meter).

5) Pemeriksaan Guide Rel (Rel penjaga pada jembatan)

Guide rel merupakan rel semacam rel gongsol yang berfungsi sebagai pengaman pada jembatan.

Pekerjaan pengawasan dan pemeliharaan guide rel pada jembatan meliputi :

- Perbaikan terhadap rel penjaga yang mengalami pembengkokan berat arah melintang dan tegak lurus,
- Penggantian dan perbaikan terhadap rel penjaga yang mengalami karat dan aus,
- Pengencangan tirepon pada rel penjaga di jembatan yang kendor
- Penggantian pada baut atau tirepon penahan pada rel penjaga yang berkarat atau aus,
- Penggantian terhadap rel sambungan pada rel penjaga yang rusak berat ataupun hilang,
- Syarat maksimal keausan rel penjaga pada jembatan adalah 10 mm.

Frekuensi penggantian atau perbaikan rel penjaga pada jembatan adalah 4 kali dalam 1 tahun, standar JO pekerjaan adalah tiap 1 meter penggantian atau perbaikan rel dibutuhkan waktu 1,96 jam.

6) Pemeliharaan alat penambat

Alat penambat merupakan komponen jalan rel yang berfungsi untuk menambatkan rel dengan bantalan dan menjaga kedudukan rel tetap pada posisinya. Pekerjaan pemeriksaan dan pemeliharaan alat penambat meliputi

- Pekerjaan dilakukan dengan berjalan kaki mengamati seluruh alat penambat rigid yang ada,

- Pemeriksaan dilakukan dengan cara uji petik setiap 50 meter dalam 1 kilometer jalan lintas untuk penambat rigid/tirepon,
- Pemeriksaan dilakukan yang meliputi penambat yang hilang, rusak ataupun kendor.

Frekuensi pemeriksaan alat penambat dilakukan 4 kali dalam 1 tahun dengan standar JO 20 meter/jam, artinya dalam 1 jam pemeriksaan alat penambat dapat dilakukan sepanjang 20 meter.

2.8.1.2 Pemeliharaan dengan Pemecokan

Yang termasuk dalam kelompok pekerjaan pemecokan pada pemeliharaan jalan rel antara lain :

- 1) Angkatan dan Listringan untuk Oprit jembatan dan Perlintasan
Pekerjaan angkatan dan listringan merupakan pekerjaan yang dilakukan dengan memeriksa sambungan rel yang menghubungkan jalan rel dengan jembatan ataupun jalan rel pada perlintasan. Alasannya pada titik ini terdapat landai peralihan yang pada umumnya mempunyai elevasi yang lebih tinggi, sehingga sangat besar risiko keausan akibat beban lintas yang melewatinya.

Pemeriksaan dan pemeliharaan angkatan dan listringan pada jembatan atau perlintasan meliputi:

- Pemeriksaan angkatan yang dilakukan secara manual,
- Angkatan dan listringan dikerjakan setiap 20 meter sepur (m^{sp}) kanan dan kiri jembatan, total menjadi 40 m^{sp} pemeriksaan,

- Angkatan dan listringan dikerjakan setiap 20 meter sepur (m^{sp}) kanan dan kiri perlintasan, total menjadi 40 m^{sp} pemeriksaan.

Frekuensi kebutuhan pekerjaan untuk angkatan dan listringan dilakukan setiap 6 bulan sekali dalam 1 tahun. Standar JO apabila harus dilaksanakan pekerjaan angkatan dan listringan antara lain :

- Untuk angkatan yang dilakukan secara manual dilakukan 3 jam/sambungan,
- Untuk angkatan yang dilakukan dengan (alat bantu angkatan HTT) 2 jam/sambungan.

2) Pengukuran dengan Optik untuk menyiapkan lahan MTT

Pemeliharaan dengan alat MTT merupakan pekerjaan pemeliharaan untuk memeriksa ataupun memperbaiki struktur bawah jalan rel dengan menggunakan alat mesin pemecokan. Sedangkan pengukuran optik merupakan pemeliharaan sebagai pengawasan geometrik jalan rel agar tidak bergeser akibat beban lintas yang melewatinya.

Frekuensi pemeliharaan ini dilakukan setiap 6 bulan sekali sesuai dengan siklus MTT dan standar JO untuk pekerjaan ini adalah 3 km per 7 jam untuk 3 orang, artinya dalam 7 jam pengukuran dengan optik dapat dilakukan sepanjang 3 km oleh 3 orang.

3) Pemeliharaan Lengkung

Program pemeliharaan lengkung jalan rel dibagi dalam dua bagian utama

pemeliharaan yaitu pemeriksaan lengkung dan perbaikan lengkung apabila terdapat kerusakan atau pergeseran.

Pemeriksaan lengkung pada jalan rel merupakan tindakan pengukuran nilai anak panah pada lengkung dengan maksud untuk mengetahui kondisi geometri dari lengkung tersebut. Frekuensi untuk pekerjaan perbaikan lengkung dilakukan berdasarkan radius lengkung sebagai berikut :

Tabel 2.6 Frekuensi perbaikan lengkung berdasarkan radius lengkung

Radius Lengkung	Frekuensi Perbaikan	Standar Jo	Siklus Pemeliharaan
$R \leq 500$ Meter	4 kali / tahun	20 m / jam	Setiap 12 bulan sekali
$500 < R < 1000$ Meter	2 kali / tahun	50 m / jam	Setiap 6 bulan sekali
$R \geq 500$ Meter	1 kali / tahun	50 m / jam	Setiap 3 bulan sekali

Sumber : Buku Pedoman Analisa JO PT KAI Tahun 2011

Sedangkan perbaikan lengkung merupakan pemeliharaan yang berbentuk tindakan angkatan dan listringan pada lengkung dengan tujuan mengembalikan lengkung pada posisi semula. Volume pemeriksaan dan perbaikan lengkung dihitung sepanjang 25 % total lengkung dalam satuan meter. Alasannya adalah terjadinya kerusakan pada lengkung pada umumnya diasumsikan sepanjang 25 % panjang lengkung jalan rel.

2.8.1.3 Pemeliharaan Terowongan

Terowongan merupakan konstruksi yang dibuat dengan menembus gunung ataupun bukit sebagai lintas jalan rel kereta api.

Perawatan untuk jalan rel dilakukan 6 bulan sekali dalam 1 tahun untuk setiap terowongan. Standar JO untuk pemeriksaan selokan dan drainase adalah 10

meter/jam, artinya dalam 1 jam perawatan selokan / drainase terowongan dapat dilakukan sepanjang 10 meter.

2.8.1.4 Pemeliharaan Lingkungan jalan rel

Jenis pemeriksaan dan pemeliharaan yang termasuk dalam pekerjaan lingkungan jalan rel antara lain:

1) Perawatan Patok Tanda

Patok tanda merupakan benda-benda yang berfungsi sebagai petunjuk atau peringatan yang digunakan dalam operasional kereta api. Frekuensi pemeliharaan dilakukan 12 bulan sekali dalam 1 tahun dan standar JO untuk pekerjaan adalah 2 jam per-patok.

2) Pembersihan Alur roda

Alur roda merupakan ruang antara sisi dalam kereta api dengan sisi luar benda tetap didalam sepur pada perlintasan yang disediakan untuk mengarahkan bandasi roda kereta api agar bisa melewati perlintasan dengan lancar. Pemeliharaan ini dilakukan setiap 3 bulan sekali untuk setiap perlintasan dan standar JO pekerjaan adalah 2 jam per-lintasan.

3) Pencabutan Rumput

Frekuensi pekerjaan pencabutan rumput dilakukan sebanyak 8 kali dalam 1 tahun dengan standar JO 5 meter sepur/jam.

4) Babatan arit

Pekerjaan babatan arit dimulai dari kaki balas (2.15 meter dari as track) sampai pada tepi selokan (5.75 m dari as track), dikerjakan pada kanan dan

kiri track. Frekuensi pekerjaan dilakukan sebanyak 4 kali dalam 1 tahun dan standar JO analisa pekerjaan adalah 10 meter sepur.

5) Babatan mesin

Frekuensi pekerjaan untuk babatan mesin dilakukan sebanyak 4 kali dalam 1 tahun dan standar JO pekerjaan adalah 30 meter sepur untuk 1 jam pekerjaan. Pekerjaan babatan mesin ini meliputi pekerjaan pembersihan rumput di sekitar jalan rel mulai dari kaki balas (2.15 meter dari as track) sampai ke tepi selokan (5.75 meter dari as track).

6) Semprotan Racun

Semprotan racun merupakan pekerjaan untuk mencegah atau memperlambat tumbuhnya rumput pada track. Pekerjaan semprotan ini meliputi penyemprotan racun yang dikerjakan dari as track sampai 2.85 meter kanan atau kiri track. Penyemprotan ini dilakukan sebanyak 8 kali dalam 1 tahun dan standar JO untuk pekerjaan ini adalah 30 meter sepur / jam. Meter sepur merupakan satuan panjang pekerjaan pemeliharaan yang disesuaikan dengan panjang sepur lintas rel kereta api.

7) Perawatan Selokan/Drainase

Pekerjaan selokan atau drainase ini meliputi pekerjaan pembersihan selokan dari kotoran atau tumpukan tanah/pasir sehingga menjaga dasar saluran selokan agar terhindar dari adanya genangan air (kemiringan dasar selokan). Frekuensi perawatan selokan ini dilakukan sebanyak 2 kali dalam 1 tahun dan standar JO untuk pekerjaan ini adalah 2.5 meter/jam, artinya perawatan

selokan/drainase sepanjang 2.5 meter dapat dilakukan dalam 1 jam.

2.8.1.5 Pemeliharaan Wesel

Wesel adalah bagian dari jalan kereta api yang merupakan tempat berpindahnya jalur pada kereta api. Wesel merupakan titik rawan karena menyangkut perpindahan roda kereta api, pada saat terjadinya perpindahan jalur lintas kereta api. Dengan alasan tersebut, maka wesel harus diperhatikan dengan seksama pemeliharaannya agar:

- Semua komponen wesel harus pada posisi yang benar, tidak rusak dan aman dilalui kereta api,
- Sedini mungkin diketahui setiap ada penyimpangan kerusakan dan kekurangan komponen wesel serta cepat diatasi.

Dalam pekerjaan wesel jenis pemeriksaan dan pemeliharaan dibagi dalam beberapa bagian pekerjaan antara lain:

1) Pemeriksaan Wesel

Pemeriksaan wesel atau persilangan dilakukan 4 kali dalam 1 tahun untuk sepur raya dan 2 kali dalam 1 tahun untuk sepur kereta api. Standar JO untuk pekerjaan ini adalah 4 jam/wesel, artinya pemeriksaan 1 wesel dapat dilakukan dalam 4 jam.

2) Angkatan dan Listringan wesel manual serta HTT menyeluruh

Listringan dan angkatan pada wesel merupakan kegiatan pemeliharaan yang memiliki siklus pemeliharaan tertentu setiap tahunnya. Dalam pelaksanaannya dapat menggunakan metode manual maupun semi mekanik

(HTT).

Frekuensi pemeliharaan ini dilakukan 4 kali dalam 1 tahun untuk sepur raya dan 2 kali dalam 1 tahun untuk sepur Kereta api. Standar JO pekerjaan ini adalah untuk pekerjaan manual, 60 jam/wesel dan untuk pekerjaan angkatan dengan mesin semi mekanik (HTT) 6 jam/wesel.

3) Pengencangan baut-baut wesel

Kegiatan memeriksa, pengencangan setiap baut dan pelumasan pelat sambung yang terdapat pada wesel yang bertujuan untuk mencegah ausnya kloss maupun pecahnya kloss akibat kendornya baut. Pekerjaan pengencangan baut meliputi :

- Mempertimbangkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengencangan (seperti komponen jalan rel, umur rel, jumlah kereta yang lewat, kondisi perawatan, tahun pengencangan yang terakhir dan lainnya),
- Pelumasan pelat sambung,
- Pengencangan seluruh baut yang terdapat pada wesel : baut penambat, baut pelat sambung, baut kloss tangent, baut block pangkal lidah, baut kopel *point of protection*, baut pada rel paksa dan baut pada rel lantak.

Frekuensi pekerjaan pengencangan baut pada wesel ini dilakukan dalam 4 kali dalam 1 tahun untuk satu wesel. Standar JO untuk pekerjaan pengencangan wesel sebagai berikut :

- Wesel sepur raya
jam/wesel, artinya pengencangan 1 wesel dilakukan dalam 2 jam.
- Wesel sepur KA
Jam/wesel, artinya pengencangan 1 wesel dilakukan dalam 3 jam.

4) Perbaikan Alat penambat tirepon pada wesel

Pekerjaan pemeliharaan ini meliputi memeriksa, pengencangan dan penggantian alat penambat yang rusak atau hilang. Frekuensi pemeliharaan ini dilakukan 2 kali dalam 1 tahun untuk satu wesel. Standar JO pengencangan alat penambat ini adalah 5 jam/wesel, artinya pemeriksaan 1 wesel dapat dilakukan dalam 5 jam. Untuk tirepon mengencangkan penjepit secara langsung ke bantalan, puntiran mesin pengikat tirepon diatur dengan nilai sebagai berikut :

- Umur bantalan ≤ 10 tahun, nilai puntiran = 6 m/kg
- Umur bantalan ≥ 10 tahun, nilai puntiran = 8 m/kg

5) Penelitian Batas Keamanan

Penelitian batas keamanan merupakan kegiatan meneliti atau memeriksa batas-batas toleransi yang diijinkan suatu material boleh berkurang atau aus dengan tujuan menjaga geometri jalan rel. penelitian batas keamanan ini meliputi kegiatan :

- Memeriksa lebar alur rel paksa,
- Memeriksa lebar bukaan lidah,
- Memeriksa lebar sepur di ujung di wesel, pertengahan lidah, pangkal dan belakang wesel,
- Memeriksa siar rel,
- Memeriksa keausan pada jarum dan vangrel (rel sayap).

Frekuensi pekerjaan angkatan ini dilakukan 4 kali dalam 1 tahun untuk sepur raya dan 2 kali dalam 1 tahun untuk sepur kereta api. Standar JO untuk pekerjaan ini sebagai berikut :

- Sepur raya, 2 jam/wesel artinya 1 sambungan wesel diperbaiki dalam 2 jam,
- Sepur kereta api, 3 jam/wesel artinya 1 sambungan wesel diperbaiki dalam 3 jam.

6) Perbaikan yang melebihi batas keamanan/Pengelasan

Perbaikan yang melebihi batas keamanan adalah suatu kegiatan atau pekerjaan memperbaiki material yang telah melewati batas keamanan atau toleransi dengan tujuan untuk mengembalikan pada kondisi semula. Batas toleransi keamanan yang digunakan antara lain:

Syarat jarak pada wesel

- Lebar antara lidah dengan rel lantak adalah 120 mm (wesel mekanik) dan 140 mm (wesel elektrik),
- Lebar alur pada jarum dengan rel paksa adalah 45 mm,
- Lebar alur pada rel paksa (siar rel dengan rel paksa),
- Lebar jarum dengan rel sayap,
- Lidah disesuaikan dengan ukuran sebagai berikut : Wesel R.41 sudut 1:10 = 130 mm
- Wesel R.54 sudut 1:10 = 130 mm
Wesel R.54 sudut 1:12 = 140 mm
- Jarum, dalam alur terhadap klos normal adalah 47.5 mm dan dalam alur minimal terhadap klos adalah 38 mm.

Frekuensi pekerjaan angkatan ini dilakukan sebanyak 4 kali dalam 1 tahun untuk sepur raya dan 2 kali dalam 1 tahun untuk sepur KA (sepur kereta api). Standar JO untuk pekerjaan pemeliharaan ini adalah 21 jam/wesel,

artinya 1 wesel diperbaiki dalam 21 jam.

Rekapitulasi dari keseluruhan analisa pekerjaan untuk penyusunan analisa JO pemeliharaan jalan rel kereta api dalam satu tahun dapat dilihat pada tabel 2.7. Acuan perhitungan analisa pekerjaan diatas digunakan sebagai pendekatan perhitungan kebutuhan tenaga pemeliharaan. Angka kapasitas tersebut diperoleh berdasarkan pengamatan lapangan (*opname*) serta dapat disesuaikan dengan kondisi lintas masing-masing daerah.



Tabel 2.7 Penjelasan Kebutuhan JO Pemeliharaan jalan rel PT Kereta Api Indonesia

URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	FREKUENSI /THN	KAPASITAS JO (jam/satuan)	JUMLAH JO / THN	STANDAR JO	KETERANGAN	
A	B	C	D	F=CxDxE	E	F	
I. REL							
I.1.Pemeliharaan Sambungan							
a. Penelitian siar rel	- Sp. Raya	Titik	8	0.25	2.00	0.25 Jam/titik (Perjana 1984, lamp.D.141)	Pemeriksaan berupa siar rel yang sudah diluar toleransi, depek / aus / cacat ; lakukan juga penelitian terhadap rayapan pada rel
	- Sp. KA	Titik	4	0.25	1.00	0.25 Jam/titik (Perjana 1984, lamp.D.141)	Idem
b. Pemeriksaan sambungan	- Sp. Raya	Titik	8	0.50	4.00	0.50 Jam/titik (Lamp.D.141 revisi)	Setiap 1 titik sambungan, diperiksa menurut fungsi (baut sambung kendur / rusak / hilang, plat sambung aus / retak / putus) ; menurut kelengkapan (baut sambung tidak lengkap, plat sambung tidak utuh), penambat tidak lengkap ; dan menurut kerusakannya (rel cacat / depek / ambles, penambat rusak / hilang, bantalan lapuk / bengkok / putus / pecah), balas kurang / kotor / kecroton
	- Sp. KA	Titik	4	0.50	2.00	0.50 jam/titik (Lamp.D.141 revisi)	Idem
c. Pelumasan Sambungan	- Sp. Raya	Titik	8	0.10	0.80	10.00 titik/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	Setiap 1 titik sambungan, masing-masing baut sambung dilepas 1 per satu (tidak serentak) dilumasi dengan oli atau sejenisnya lalu dipasang kencang kembali
	- Sp. KA	Titik	4	0.10	0.40	10.00 titik/jam	Idem
d. Perbaikan sambungan	- Sp. Raya	Titik	8	2.00	16.00	2.00 jam/samb (Perjana 1984, lamp.D.141)	Setiap 1 titik sambungan, dari hasil pemeriksaan perbaiki menurut fungsi, kelengkapan dan kerusakannya
	- Sp. KA	Titik	4	2.00	8.00	2.00 jam/samb	Idem

Sumber: Buku analisa JO tahun 2011 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

Tabel 2.8 Penjelasan Kebutuhan JO Pemeliharaan jalan rel PT Kereta Api Indonesia (lanjutan)

e. Angkatan Sambungan	- Manual Sp. Raya	titik	8	3.00	24.02	0.33 Samb/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	pemecokan sepanjang 3 m'sp (kanan / kiri sambungan atau totalnya 6 m'sp = 12 btg) ; utk jenis sambungan tidak sejajar / zigzag dihitung lebih dari 1 titik sambungan
	- Manual Sp. KA	titik	4	3.00	12.01	0.33 Samb/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
	- HTT Sp. Raya	titik	8	2.00	16.00	0.50 Samb/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
	- HTT Sp. KA	titik	4	2.00	8.00	0.50 Samb/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
JUMLAH PEM SAMB.	- Manual Sp. Raya	titik	8		46.82		
	- Manual Sp. KA	titik	4		23.41		
	- HTT Sp. Raya	titik	8		38.80		
	- HTT Sp. KA	titik	4		19.40		
2. Pemeliharaan Rel Gongsol							
a. Pengencangan Baut		m'	4	0.08	0.33	12.0 m/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	Masing-masing baut dikencangkan
b. Perbaikan Sambungan		m'	4	0.08	0.33	0.08 jam/m (Perjana 1984, lamp.D.141)	Sambungan yang rusak (menurut fungsi, kelengkapan dan kerusakan) diperbaiki
JUMLAH PEM REL GONGSOL		m'	4		0.67		
3. Pemeliharaan Guide Rel (Rel Penjaga di BH)		m'	1	0.20	0.20	0.20 jam/m (Lamp.D.141 revisi)	Rel penjaga di BH diganti / diperbaiki sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya
4. Pemeliharaan Alat Penambat							
a. Pemeriksaan alat-alat penambat		m'	4	0.05	0.20	20.00 m/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	Pemeriksaan dilakukan dengan cara uji petik setiap 50 m tiap 1 km ; periksa berdasarkan fungsi, kelengkapan dan kerusakan ; kerusakannya dicatat serta ditandai dengan cat
b. Pengenc. alat penambat	- Tirepon & baut sindik	m'	4	0.10	0.40	10.00 m/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	Lokasi pengencangan sesuai dengan hasil pemeriksaan penambat
JUMLAH PEM ALAT PENAMBAT		m'	4		0.60		

Sumber: Buku analisa JO tahun 2011 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

Tabel 2.9 Penjelasan Kebutuhan JO Pemeliharaan jalan rel PT Kereta Api Indonesia (lanjutan)

II. PEMECOKAN							
1. Angkatan & Listringan Pilih-Pilih							
a. Oprit BH	- Manual	m'	2	0.50	1.00	2.00 m/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	Angkatan dan listringan dikerjakan 20 m'sp kanan dan kiri BH (total menjadi 40 m'sp)
	- HTT	m'	2	0.33	0.67	3.00 m/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
b. Oprit Perlintasan	- Manual	m'	2	0.50	1.00	2.00 m/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	Angkatan dan listringan dikerjakan 20 m'sp kanan dan kiri JPL (total menjadi 40 m'sp) ; JPL > 3 m
	- HTT	m'	2	0.33	0.67	3.00 m/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	Idem
JUMLAH ANGK / LISTRING PILIH-PILIH							
	- Manual	m'	2		2.00		
	- HTT	m'	2		1.33		
2. Pengukuran dengan Optik untuk penyiapan lahan MTT							
		km	2	7.00	14.00	7.00 jam/km (Perjana 1984, lamp.D.141)	Pengukuran dilakukan maksimal / paling lambat 2 hari sebelum pemecokan dilaksanakan ; lebih dari 2 hari dilakukan pengukuran / optik ulang ; JPL < 3 m dibongkar
3. Pemeliharaan Lengkung							
a. Pemeriksaan Lengkung	- $R \leq 500$	m'	4	0.05	0.20	20.00 m/jam R.13 BAB.II Ps.IV; (Perjana 1984, lamp.D.141)	Pemeriksaan dilakukan sesuai dengan jadwal pemeriksaan (siklus lengkung) ; periksa papan lengkung di BB dan EB, patok lengkung per 10 m, tanda / nomor lengkung tiap 10 m (termasuk tanda BB, EB, MBA dan ABA pada sisi dalam kaki rel) ; cek anak panah lengkung, pertinggian, keausan rel, lebar sepur dan kerusakan material dilengkung ; catat kerusakan / hasil pemeriksaan pada buku laporan, pastikan penandaan sudah lengkap dan lakukan pendokumentasian
	- $500 < R < 1000$	m'	2	0.02	0.04	50.00 m/jam R.13 BAB.II Ps.IV; (Perjana 1984, lamp.D.141)	Idem

Sumber: Buku analisa JO tahun 2011 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

Tabel 2.10 Penjelasan Kebutuhan JO Pemeliharaan jalan rel PT Kereta Api Indonesia (lanjutan)

b. Perbaikan Lengkung	- R ≥ 1000	m'	1	0.02	0.02	50.00 m/jam R.13 BAB.II Ps.IV; (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
	- R ≤ 500	m'	4	0.20	0.80	5.00 m/jam R.13 BAB.II Ps.IV; (Perjana 1984, lamp.D.141)	Berpedoman pada hasil pemeriksaan / opname lengkung, lakukan perbaikan anak panah, pertinggian dan lebar sepur ; hasil perbaikan dicatat pada buku laporan, dilaporkan bila perlu didokumentasikan / foto ; volume perbaikan lengkung = 25% dari total Lengkung (MBA awal s/d MBA akhir)
	- 500 < R < 1000	m'	2	0.13	0.25	8.00 m/jam R.13 BAB.II Ps.IV; (Perjana 1984, lamp.D.141)	Idem
	- R ≥ 1000	m'	1	0.13	0.13	8.00 m/jam R.13 BAB.II Ps.IV; (Perjana 1984, lamp.D.141)	Idem
	JUMLAH PEM. LENGKUNG						
	- R ≤ 500	m'	4		1.00		
	- 500 < R < 1000	m'	2		0.29		
	- R ≥ 1000	m'	1		0.15		
III. TEROWONGAN							
1. Perawatan Selokan / Drainase Terowongan		m'	2	0.10	0.20	10.00 m/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	Selokan dibersihkan kotoran dan di Perdalam dari tumpukan tanah / pasir lalu dibuang sejauh mungkin
IV. LINGKUNGAN							
1. Perawatan Patok-Patok Tanda		patok	1	2.00	2.00	2.00 jam/patok (Perjana 1984, lamp.D.141)	Patok yang dirawat adalah patok km / hm, patok lengkung (termasuk patok boardboogh), preipal, papan landai, semb. tetap, semb. 35, andreas kruis, tanda stop
2. Pembersihan Alur Roda		jpl	4	2.00	8.00	2.00 jam/jpl (Perjana 1984, lamp.D.141)	Pembersihan alur lebar 40 mm sedalam 37 mm sepanjang lebar JPL
3. Pencabutan Rumput		m'sp	4	0.20	0.80	5.00 m'sp/jam (Perjana 1984, lamp.D.141)	Cabut rumput dikerjakan sampai dengan kaki balas kanan / kiri track

Sumber: Buku analisa JO tahun 2011 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

Tabel 2.11 Penjelasan Kebutuhan JO Pemeliharaan jalan rel PT Kereta Api Indonesia (lanjutan)

4.	Babatan Arit		m'sp	4	0.10	0.40	10.00	m'sp/jam	(Perjana 1984, lamp.D.141)	babatan rumput mulai dari kaki balas (2,15m dari as track) sampai ke tepi selokan (5,75 m dari as track) ; dikerjakan kanan kiri track
5.	Babatan Mesin		m'sp	4	0.03	0.13	30.00	m/jam	(Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
6.	Semprotan Racun		m'sp	4	0.03	0.13	30.00	m/jam	(Perjana 1984, lamp.D.141)	semprot dikerjakan dari as track sampai 2,85m (ujung berman) kanan / kiri track
7.	Perawatan Selokan / Drainase	- Pasangan	m'	2	0.40	0.80	2.50	m/jam	(Perjana 1984, lamp.D.141)	selokan dibersihkan kotoran dan di perdalam dari tumpukan tanah / pasir lalu dibuang sejauh mungkin
		- Tanah	m'	2	0.80	1.60	1.25	m/jam	(Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
V. WESEL										
1.	Pemeriksaan Wesel / Persilangan	- Sp. Raya	wesel	4	4.00	16.00	4.00	jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	semua jenis wesel diperiksa ; pemeriksaan dilakukan menurut fungsi, kelengkapan dan kerusakan ; kelengkapan alat-alat penambat, klos dan baut-baut, kerusakan lidah, kerusakan bantalan, kondisi balas mati / kecroton ; hasil pemeriksaan dicatat, dilaporkan dan didokumentasikan
		- Sp. KA	wesel	2	4.00	8.00	4.00	jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
2.	Angkatan & Listringan Wesel Manual Menyeluruh	- Sp. Raya	wesel	4	60.00	240.00	60.00	jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	angkatan menyeluruh di wesel sesuai dengan siklus pemeliharaan
		- Sp. KA	wesel	2	60.00	120.00	60.00	jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
	ATAU Angkatan & Listringan Wesel HTT Menyeluruh	- Sp. Raya	wesel	4	6.00	24.00	6.00	jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	angkatan menyeluruh di wesel sesuai dengan siklus pemeliharaan
		- Sp. KA	wesel	2	6.00	12.00	6.00	jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem

Sumber: Buku analisa JO tahun 2011 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

Tabel 2.12 Penjelasan Kebutuhan JO Pemeliharaan jalan rel PT Kereta Api Indonesia (lanjutan)

3. Pengencangan Baut-Baut	- Sp. Raya	wesel	4	2.00	8.00	2.00 jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	Setiap baut-baut yang terdapat pada wesel dilumasi dan dikencangkan
	- Sp. KA	wesel	2	2.00	4.00	2.00 jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	Idem
4. Perbaikan Alat Penambat Tirepon		wesel	2	5.00	10.00	5.00 jam/wesel	(Perjana 1984, lamp.D.141)	alat-alat penambat yang rusak / hilang diganti dan diperbaiki serta dipasang dan dikencangkan
5. Penelitian Batas Keamanan	- Sp. Raya	wesel	4	2.00	8.00	2.00 jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	meliputi point protection ; lebar alur rel paksa ; lebar bukaan lidah ; lebar sepur di ujung wesel, pertengahan lidah, pangkal lidah dan belakang wesel ; siar rel ; keausan pada jarum dan vangrel
	- Sp. KA	wesel	2	2.00	4.00	2.00 jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem
6. Perbaikan Yang Melebihi Batas Keamanan / Pengelasan	- Sp. Raya	wesel	4	21.00	84.00	21.00 jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	perbaikan berdasarkan hasil penelitian batas keamanan, antara lain : memperbaiki jarak point protection, lebar sepur dan bukaan lidah ; penggerindaan siar rel depek / pengedrekan / ganti rel ; pengelasan / pemopokan jarum dan vangrel
	- Sp. KA	wesel	2	21.00	42.00	21.00 jam/wesel	R.13 BAB.II Ps.IB; (Perjana 1984, lamp.D.141)	idem

Sumber: Buku analisa JO tahun 2011 PT Kereta Api Indonesia (Persero)

2.9 Perbedaan kegiatan pembangunan dan pemeliharaan

Setelah jalan rel dibangun dan digunakan untuk lalu lintas kereta api, seluruh komponen dan struktur jalan rel dapat rusak akibat beban dan gerakan kereta api, serta pengaruh cuaca. Apabila tidak dilakukan perawatan yang terus – menerus, baik dan tepat, komponen dan struktur jalan rel dapat semakin memburuk sehingga dapat mengakibatkan perjalanan kereta api menjadi tidak aman, tidak nyaman dan tidak lancar.

Maka kegiatan sekarang berubah penekanannya, yaitu dari pekerjaan pembangunan jalan rel baru menuju ke pekerjaan pemeliharaan jalan rel. Pemeliharaan jaringan jalan rel lebih rumit dan kompleks, dibandingkan dengan pembangunan jalan rel, pekerjaan pemeliharaan jalan bukanlah pekerjaan yang mudah.

Persoalannya menjadi lebih rumit pada saat adanya keterbatasan anggaran serta adanya beberapa kendala teknis, misalnya beban lalu lintas kereta api yang cenderung semakin besar, kondisi cuaca yang kurang mendukung, serta gangguan lalu lintas pada saat pelaksanaan pemeliharaan.

2.9.1 Rencana Anggaran Biaya Upah Pemeliharaan

Rencana anggaran biaya upah pemeliharaan dengan analisa JO dilakukan dengan memperhitungkan rencana anggaran biaya, apabila pekerja berasal dari tenaga kerja PT Kereta api sendiri dan juga tenaga kerja apabila berasal dari tenaga kerja dari penyedia jasa.

Perhitungan upah pemeliharaan jalan rel kereta api apabila pekerja merupakan pekerja harian lepas yang berasal dari PT Kereta Api sendiri dilakukan dengan persamaan :

- Jumlah hari kerja dalam satu bulan adalah 25 hari jam kerja
- Jumlah jam kerja dalam satu hari adalah 7 jam kerja (rata-rata)
- Koefisien kebutuhan tenaga kerja dihitung dengan :

$$= \frac{\text{Kebutuhan JO/Tahun}}{\text{jumlah bulan} \times \text{jumlah hari kerja} \times \text{jumlah jam kerja}}$$

- Biaya pemeliharaan untuk satu tahun pekerjaan pemeliharaan sambungan rel kereta api adalah:

$$\text{Biaya Pemeliharaan} = \text{Koefisien OH} \times \text{Upah} \times \text{Jlhhari} \times \text{Jlhbulan}$$

Perhitungan upah pemeliharaan jalan rel kereta api apabila pekerja merupakan pekerja harian lepas yang berasal dari pihak penyedia jasa dilakukan dengan persamaan :

- Analisa tenaga kerja yang dibutuhkan (OH) :

$$= \frac{\text{Kebutuhan JO/Tahun}}{\text{jumlah bulan 1 tahun} \times \text{jumlah hari kerja} \times \text{jumlah jam kerja}}$$

- Upah pemeliharaan jalan rel setiap pekerja dalam 1 bulan (UMR 1 Bulan)

$$\text{UMR per-bulan} = \text{Tenaga Kerja (OH)} \times \text{UMR/ bulan/ orang}$$

2.9.2 Perhitungan kebutuhan pekerja pemeliharaan untuk setiap bulan

Perhitungan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan setiap bulannya untuk pemeliharaan jalan rel dilakukan dengan perhitungan:

- Jumlah waktu kerja efektif :

$$= \frac{\text{jumlah hari kerja efektif dalam 1 bulan}}{\text{jumlah jam kerja efektif dalam 1 hari}}$$

- Jumlah waktu kerja efektif :

$$= \frac{25 \text{ hari kerja}}{7 \text{ jam kerja}}$$

- Kebutuhan tenaga kerja untuk 1 bulan :

$$= \frac{\text{Kebutuhan JO / bulan}}{\text{jumlah waktu kerja efektif}}$$



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Penelitian

Studi ini menguraikan tentang cara kerja dan tahapan dalam penelitian yang dilakukan dalam penyusunan karya ilmiah ini. Pengumpulan data lapangan yang dilakukan berfungsi sebagai representasi dari keadaan sebenarnya di lapangan yang bervariasi. Bab ini akan menjelaskan tentang prosedur dalam melakukan studi yang menjadi topik laporan tugas akhir ini.

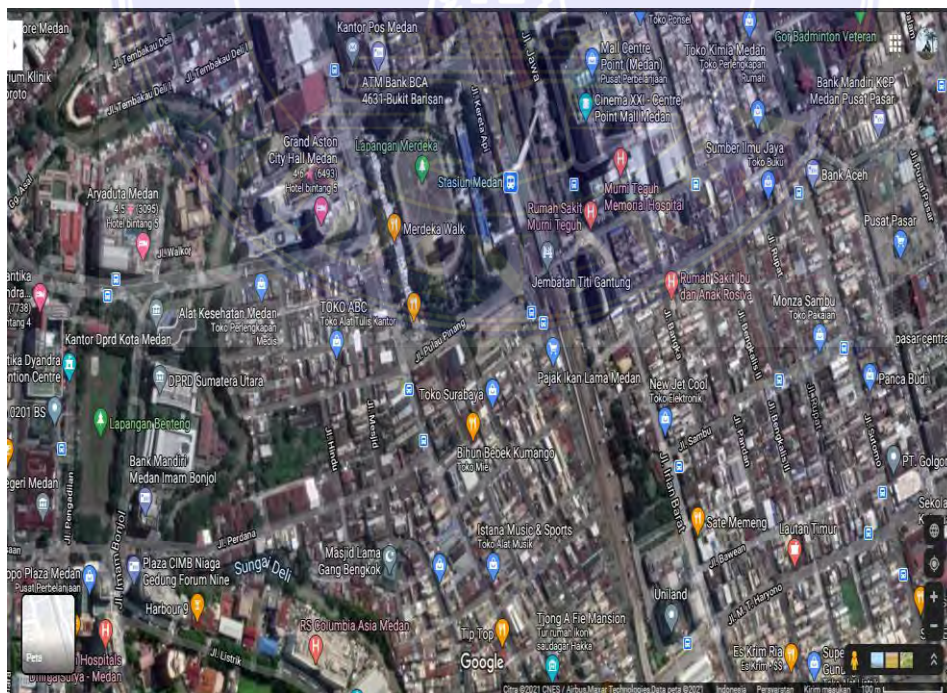
Semua ini dilakukan agar data – data yang menunjang studi tentang permasalahan ini dapat tersusun rapi dan sistematis sehingga tujuan studi ini dapat tercapai. Metodologi pelaksanaan studi meliputi :

1. Persiapan penelitian yang meliputi studi literatur mengenai topik – topik yang sekiranya berhubungan dengan arah tujuan studi ini.
2. Metode pengumpulan data yang mencakup data lapangan dan data obyek studi (jalan rel).
3. Metode analisis data yang akan digunakan dalam studi.

Hal – hal yang akan dibahas antara lain adalah pembahasan mengenai data yang diperlukan, pemilihan lokasi studi, prosedur dalam pengumpulan data lapangan, prosedur penyajian data dan beberapa rekapitulasi data yang diperoleh dari survey lapangan. Metodologi ini diperlukan untuk mencapai tujuan yang diharapkan, terutama karena dibutuhkan waktu, tenaga, serta biaya ketika melakukan survey lapangan.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada wilayah operasional PT Kereta Api Divisi Regional I Sumatera Utara untuk lintas stasiun Medan – stasiun Tebing Tinggi sepanjang 80.5 Kilometer. Secara Geografis stasiun medan berada pada koordinat 3,590879°LU 98,679741°BT terletak pada ketinggian +22 m dari permukaan laut dan merupakan stasiun pusat dari seluruh kegiatan jalur transportasi kereta api di Sumatera Utara. Sedangkan stasiun Tebing tinggi, merupakan stasiun lintas yang berada pada koordinat 3°19'39.5"LU 99°10'06.1"BT. Stasiun Tebing Tinggi merupakan stasiun penghubung yang dilewati kereta api penumpang maupun barang dari stasiun Medan menuju stasiun Rantau Parapat sebagai stasiun paling ujung untuk jalan rel kereta api Divisi I Regional Sumatera Utara.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian

Sumber : Google Maps

3.3 Metode Penelitian

Metode Penelitian merupakan tahapan, proses, urutan ataupun alur kerja untuk mendapatkan tujuan dari penelitian yang dilaksanakan. Pengumpulan data ini dilakukan dengan wawancara untuk mendapatkan data berupa spesifikasi lokomotif dan gerbong yang digunakan, jumlah kereta api yang melintas, data komponen rel dan data pengawasan aset atau data opname lapangan.

Data – data tersebut kemudian digolongkan berdasarkan kebutuhan pengolahan data, sesuai dengan metode analisis yang akan digunakan. Metode yang digunakan dengan melakukan evaluasi komponen rel terpasang berdasarkan metode daya angkut lintas (*Passing Tonnage*) dan analisa JO sebagai standar yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan pemeliharaan tahunan jalan rel kereta api. Hasil akhir dari penelitian ini adalah berupa koreksi terhadap bagian komponen rel terpasang berdasarkan analisis tegangan pada rel dan bantalan serta volume total kebutuhan pemeliharaan dalam satu tahun dengan digunakan metode ini diharapkan data dapat menjadi lebih mudah dibaca dan dipahami.

3.4 Pengumpulan Data

Data – data yang diperlukan untuk analisis antara lain :

Data primer meliputi Data material jalan rel, Wawancara dengan Ka.Bagian. dan manajer prasarana dan Data sekunder meliputi Data kereta api yang melintas di jalan rel, Frekuensi pemeriksaan. Target data yang dibutuhkan adalah pemeliharaan pada jalur lintas Medan. Sehingga penulis berasumsi bahwa PT. Kereta Api setidaknya mengetahui peraturan pemerintah mengenai pemeliharaan dan mempunyai sistem pemeliharaan kereta api.. Dalam penelitian tugas akhir ini, jalur lintas yang menjadi obyek penelitian adalah jalur kereta api Medan-Tebing tinggi

Pada pelaksanaannya, penulis melakukan pengumpulan data dengan cara mendatangi langsung ke instansi terkait, dengan mengajukan permohonan izin untuk survey data kepada kantor Balai Teknik Perkeretaapian kelas II wilayah Sumatera Utara. Pengumpulan dan Pengolahan Data, sebagai berikut :

Pengumpulan data dengan survey data pada instansi terkait, bertujuan untuk mengetahui sistem pemeliharaan jalan kereta api yang sedang dikerjakan. Wawancara, bertujuan untuk mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi sistem pemeliharaan jalan kereta api.

3.4.1 Data perhitungan evaluasi komponen rel berdasarkan *Passing Tonnage*

Data yang digunakan untuk evaluasi komponen rel berdasarkan *Passing Tonnage* ini dapat diperoleh dengan melakukan wawancara ataupun pengamatan langsung dilapangan. Dalam penelitian ini dilakukan dengan wawancara langsung dengan kepala bagian Balai Teknik Perkeretaapian Kelas II wilayah Sumatera

Utara manajer sarana dan prasarana serta manajer jalan dan jembatan PT Kereta Api Divisi Regional I Sumatera Utara. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk mendapatkan data mengenai berat lokomotif dan gerbong, baik kereta barang dan penumpang yang melewati jalan rel Medan-Tebing Tinggi, susunan lokomotif dan gerbong kereta api (*Stamformasi*), peta lintas jalan rel pada daerah operasional Regional I Sumatera Utara, data kuantitas komponen rel terpasang, data spesifikasi bantalan yang digunakan, buku PTDO 2019 yang berisikan daftar nomor kereta api yang melintas dan jumlah lokomotif yang digunakan pada setiap kereta, serta grafik perjalanan kereta api untuk tahun 2019 (GAPEKA 2019). Grafik ini berfungsi untuk melihat kereta api yang melintas dan menghitung beban lintas untuk jalan rel Medan-Tebing Tinggi pada tahun 2019. Kereta api yang melintasi jalur ini terdiri atas kereta api penumpang dan kereta barang yang mencakup kereta Pertamina dan kereta api Perkebunan (Kereta CPO).

3.4.2 Data Perhitungan pemeliharaan jalan rel dengan analisa JO 2011

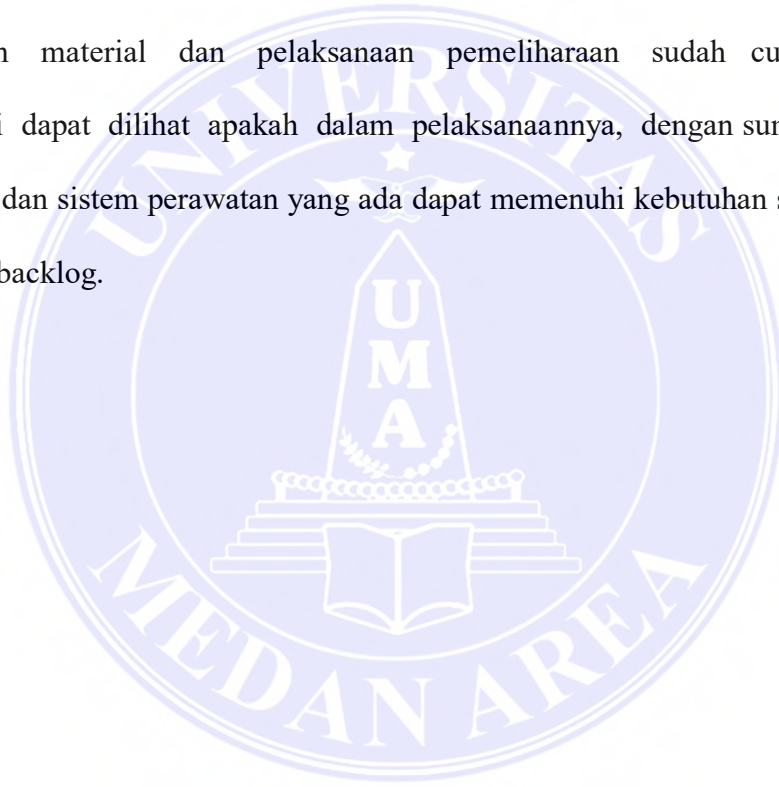
Data yang diperlukan untuk analisis pemeliharaan jalan rel dengan analisa JO 2011 dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari laporan pemeriksaan harian pemeliharaan masing-masing kepala ressort. Kepala ressort merupakan pihak yang bertugas melakukan pengawasan dan pemeliharaan jalan rel yang dibagi per-petak jalur pengawasan.

Selain data pemeriksaan dan pemeliharaan jalan rel tersebut, data lain yang diperlukan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah biaya upah 1 orang tenaga kerja pemeliharaan jalan rel, serta biaya alat kerja dan seragam untuk satu orang pekerja dalam pemeliharaan jalan rel.

3.5 Pengolahan Data

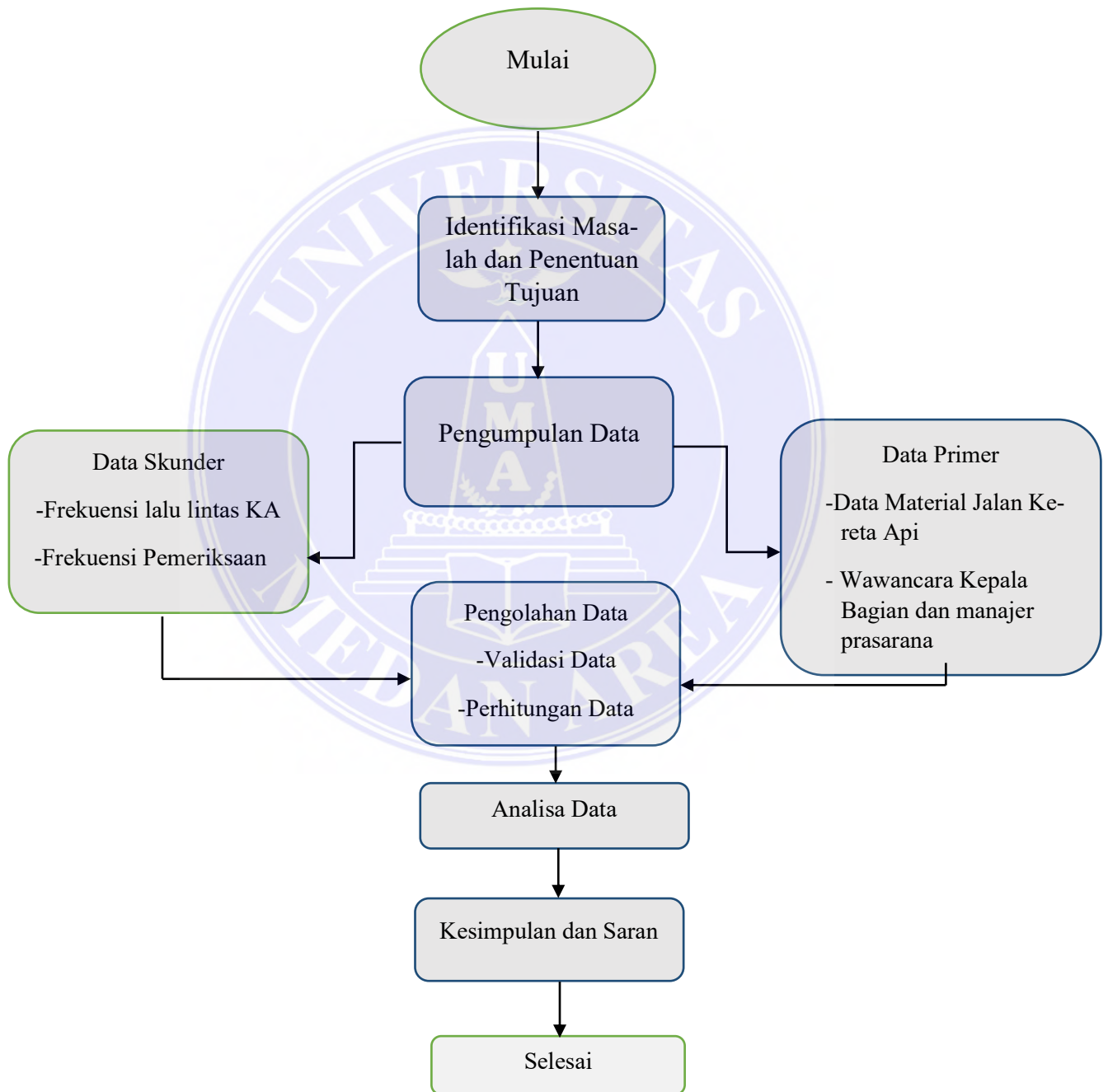
Pengolahan data di lakukan dengan metode statistik deskriptif, metode statistik ini memberikan penyajian dan analisa secara deskriptif yang sederhana dan mudah dipahami. Mengolah data yang diperoleh dari studi lapangan yang dilakukan dan menyajikan data tersebut melalui berbagai bentuk tabel dan grafik yang dapat mempresentasikan keadaan lapangan sebenarnya.

Analisis data dari hasil pengolahan data untuk dianalisis apakah kebutuhan material dan pelaksanaan pemeliharaan sudah cukup memadai. Hal ini dapat dilihat apakah dalam pelaksanaannya, dengan sumber daya, peralatan dan sistem perawatan yang ada dapat memenuhi kebutuhan sehingga tidak terjadi backlog.



3.6 Flowchart

Secara umum program kerja dapat dilihat pada flowchart yang terdapat pada Gambar 3.2 Skema tersebut menjelaskan gambaran menyeluruh terhadap urutan pengerjaan tugas akhir ini yang dilakukan secara teratur dan sistematis



Gambar 3.2 Bagan Flowchart

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

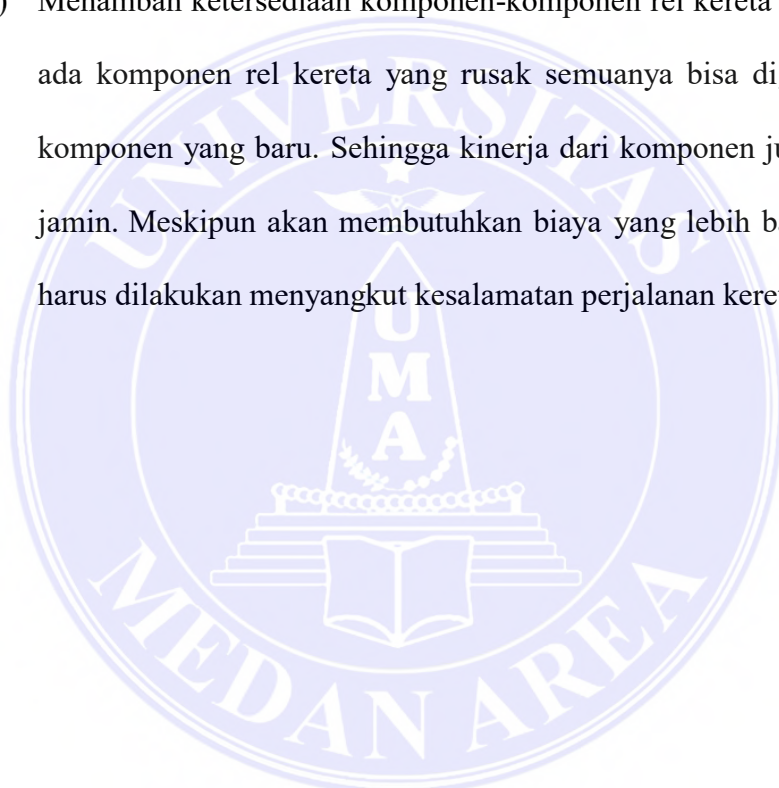
Berdasarkan perhitungan dan analisa kebutuhan pemeliharaan jalan rel lintas Medan – Tebing Tinggi berdasarkan *passing tonnage* dan analisa JO, maka dapat disimpulkan :

- 1) Jalan rel lintas Medan – Tebing Tinggi merupakan jalan rel kelas III (Klasifikasi jalan rel PD-10 PJKA) dengan daya angkut lintas yang melewati jalan rel sebesar $6,92 \times 10^6$ Ton/tahun,
- 2) Dari analisis momen dan tegangan bantalan, tipe bantalan beton N-67 produksi wika beton memenuhi standar layanan untuk operasional jalan rel,
- 3) Total kebutuhan pemeliharaan jalan rel lintas Medan–Tebing tinggi sepanjang 80.5 kilometer berdasarkan analisa JO adalah 124.159 (jam-orang)
- 4) Total biaya upah pemeliharaan keseluruhan untuk lintas Medan-Tebing Tinggi jika pekerja adalah pekerja lepas harian dari pihak PT KAI adalah Rp.1.287.707.000,00
- 5) Total biaya upah pemeliharaan keseluruhan untuk lintas Medan-Tebing Tinggi jika pekerja adalah pekerja lepas harian dari pihak penyedia jasa adalah Rp. 1.222.280.000,00
- 6) Maka selisih biaya upah pemeliharaan antara pihak PT KAI dengan Penyedia jasa adalah sebesar $\text{Rp.1.287.707.000,00} - \text{Rp. 1.222.280,000,00} = \text{Rp.65.427.000,00}$

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran atau usulan sebagai berikut :

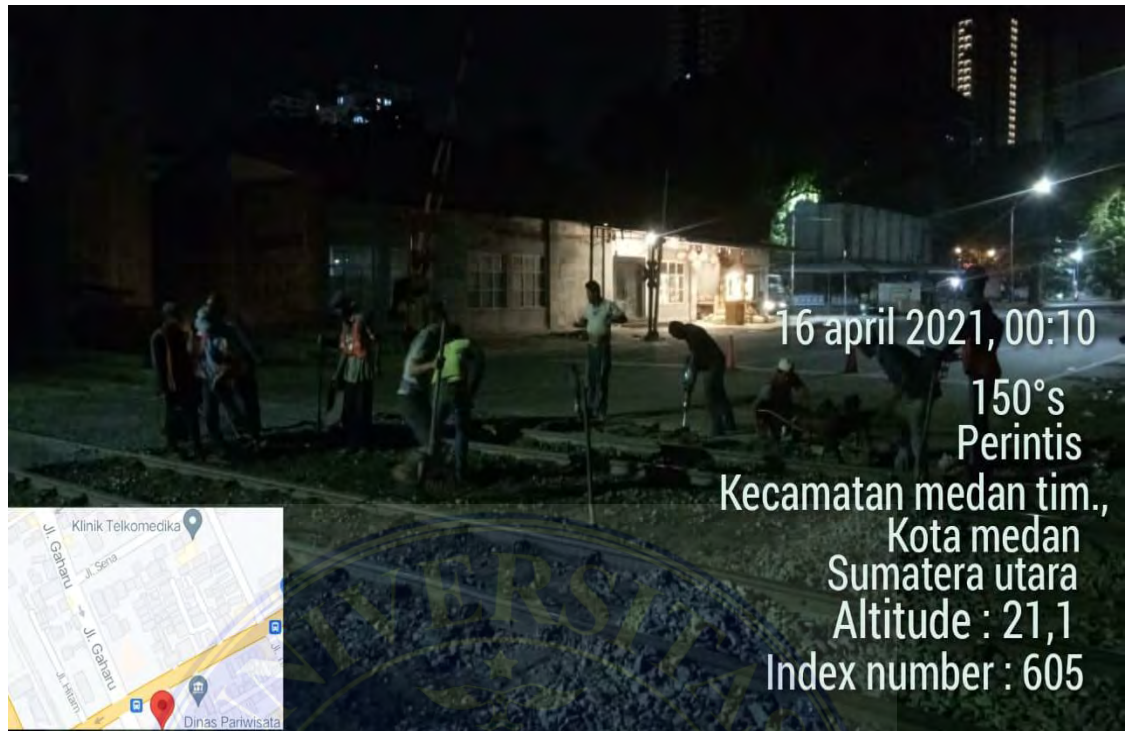
- 1) Harus lebih memperhatikan atau meningkatkan kualitas pemeliharaan jalan rel karena pemeriksaan dilakukan dengan periode tahunan agar kenyamanan dan keselamatan tetap terjaga
- 2) Menambah ketersediaan komponen-komponen rel kereta api, agar bila ada komponen rel kereta yang rusak semuanya bisa diganti dengan komponen yang baru. Sehingga kinerja dari komponen juga lebih terjamin. Meskipun akan membutuhkan biaya yang lebih banyak hal itu harus dilakukan menyangkut keselamatan perjalanan kereta api.



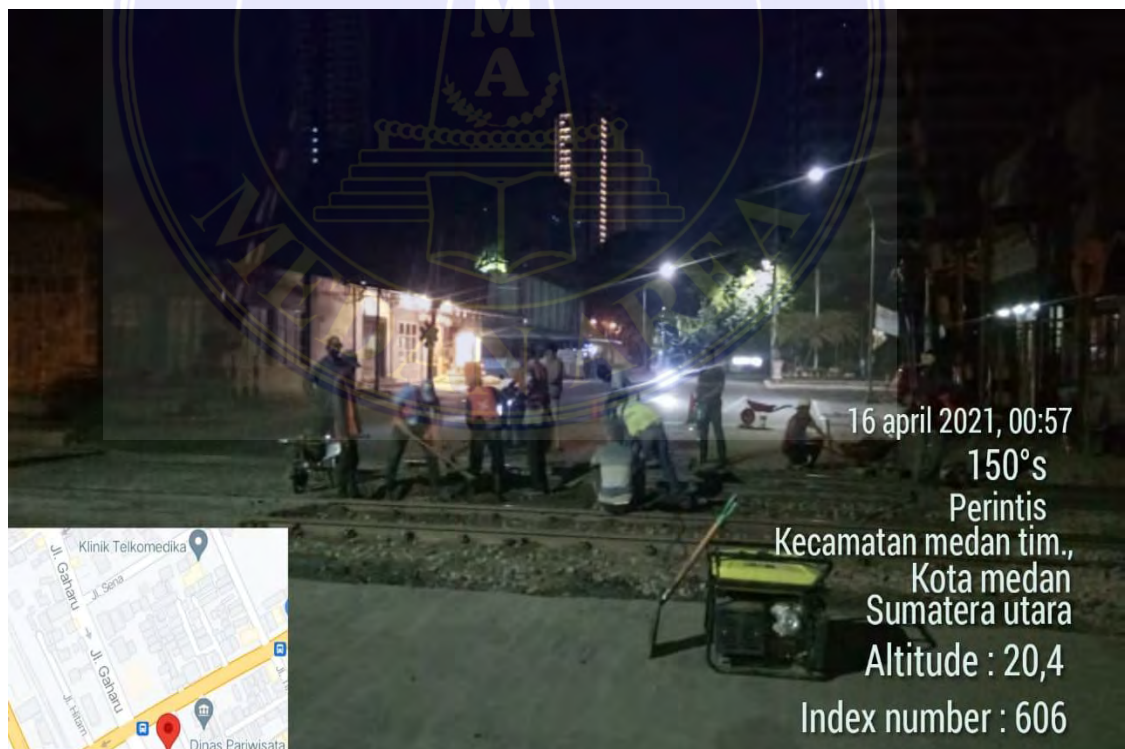
DAFTAR PUSTAKA

- Adventia Mega Wardhani. 2016 Manajemen Pemeliharaan jalan rel Kereta Api Tugu dengan Stasiun Purwokerto
- Anonim. (2012). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM. 60 tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. Kementerian Perhubungan.
- Bate'e, J. I. S. & Nenepath, A. I. (2016). Evaluasi Kinerja Operasional Angkutan Kereta Api Kamandaka Jurusan Semarang – Purwokerto. Semarang: Universitas Dipenogoro.
- Buku saku Perawatan Jalan rel
- Herbet (2017) Evaluasi Komponen Jalan Rel Berdasarkan Passing Tonnage dan Analisa Kebutuhan Pemeliharaan dengan analisa JO.
- [http : //www.dephub.go.id](http://www.dephub.go.id)
- [http : //www.wikipedia.org/wiki/railway](http://www.wikipedia.org/wiki/railway)
Jakarta: Departemen Perhubungan Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan. (2019). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM. 18 Tahun 2019 Tentang Standar Tempat dan Peralatan Perawatan Sarana Perkeretaapian. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor : 26/KepMen/2006 Tanggal 31 agustus 2006, tentang prasarana jalan rel.
- Penjelasan Peraturan Konstruksi Jalan Rel. (Peraturan Dinas No.10). Bandung
- Peraturan Menteri Perhubungan nomor PM. 95 tahun 2010 tentang Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian
- PJKA. 2012 “Buku Saku Perjana”. Medan: PJKA.

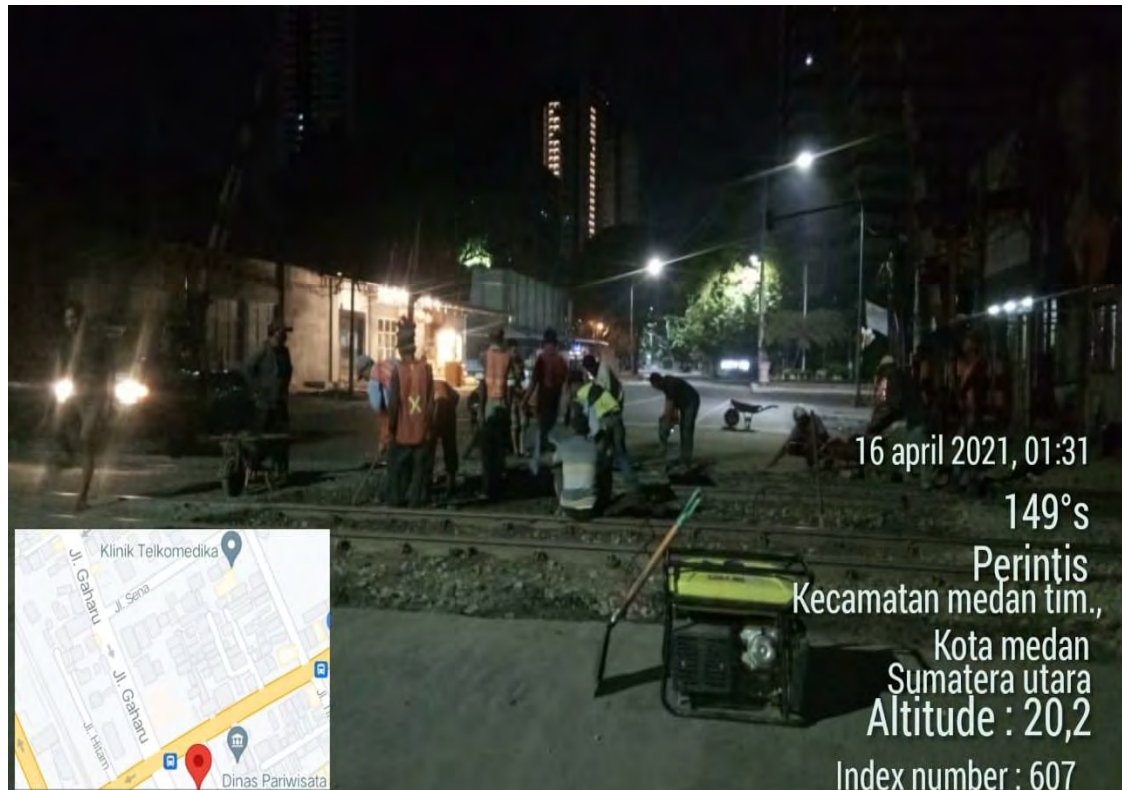
- PT.KAI..2016.”Sejarah Perkeretaapian”.<http://www.kereta-api.co.id/>
- Ratnawati, Y. (2015). Perkembangan Perkeretaapian Pada Masa Kolonial Di Semarang Tahun 1867-1901. *Journal of Indonesian History*, 3.
- Rosyidi. 2015. *Rekayasa Jalan Kereta Api*. Yogyakarta: LP3M Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Sumantri, B. R. (2014). *Analisis Kinerja Operasional Kereta Api Sriwedari Express Jurusan Solo – Yogya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Sumbowo , H (2011), pernah menulis “Evaluasi sistem perawatan jalan rel lintas stasiun Kutoarjo – stasiun Tugu”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sistem perawatan jalan rel tahunan berdasarkan hasil pengukuran mekanisasi dengan kereta EM-120 dan penanganan visual.



Gambar: pengerjaan pengalihan Balas Rel



Gambar: Pembersihan Balas Rel



Gambar: Penambahan Balas yang baru Pada Rel



Gambar: pergantian Bantalan Rel



Gambar: menggorek balas sekitar bantalan



Gambar: Proses pemasukan bantalan baru dan Pengukuran lebar sepur



Gambar: pengambilan gambar Pekerjaan



Gambar: Foto bersama penanggung jawab lapangan