



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI  
REPUBLIK INDONESIA**

## **LAPORAN AKHIR**

**KNKT.16.03.01.02**

**LAPORAN INVESTIGASI KECELAKAAN PERKERETAAPIAN**

## **ANJLOK KA 3008**

**KM 262+100/200 PETAK JALAN ANTARA ST. LUBUKRUKAM –  
ST. PENINJAWAN, SUMATERA SELATAN**

**SUB DIVRE III.2 TANJUNGPINANG**

**1 MARET 2016**



**2017**



# KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

*“Keselamatan dan Keamanan Transportasi  
Merupakan Tujuan Bersama”*

## DASAR HUKUM

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, Gedung Kementerian Perhubungan Lantai 3, Jalan Medan Merdeka Timur No. 5, Jakarta 10110, Indonesia, pada tahun 2017 berdasarkan:

1. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian;
2. Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 62 Tahun 2013 tentang Investigasi Kecelakaan Transportasi;
4. Peraturan Presiden Nomor 2 Tahun 2012 tentang Komite Nasional Keselamatan Transportasi.

*Keselamatan adalah merupakan pertimbangan yang paling utama ketika KOMITE mengusulkan **rekomendasi keselamatan** sebagai hasil dari suatu penyelidikan dan penelitian.*

*KOMITE sangat menyadari sepenuhnya bahwa ada kemungkinan implementasi suatu rekomendasi dari beberapa kasus dapat menambah biaya bagi yang terkait.*

*Para pembaca sangat disarankan untuk menggunakan informasi yang ada di dalam laporan KNKT ini dalam rangka **meningkatkan tingkat keselamatan transportasi**; dan tidak diperuntukkan untuk penuduhan atau penuntutan.*

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>SINOPSIS</b> .....	<b>vii</b>
<b>I. INFORMASI FAKTUAL</b> .....	<b>1</b>
I.1    DATA KECELAKAAN KERETA API.....	1
I.2    KRONOLOGIS .....	1
I.3    AKIBAT KECELAKAAN KERETA API.....	3
I.3.1    Korban .....	3
I.3.2    Prasarana.....	3
I.3.3    Sarana .....	3
I.3.4    Operasi .....	4
I.4    EVAKUASI .....	4
I.4.1    Korban .....	4
I.4.2    Prasarana.....	4
I.4.3    Sarana .....	4
I.4.4    Operasi .....	5
I.5    DATA INVESTIGASI.....	5
I.5.1    Prasarana.....	5
I.5.2    Sarana .....	14
I.5.3    Operasi .....	18
I.5.4    Sumber Daya Manusia .....	21
I.5.5    Regulasi dan SOP .....	26
I.5.6    Manajemen dan Organisasi .....	37
I.6    PENELITIAN LABORATORIUM .....	40
I.6.1    Urutan kejadian .....	40
I.6.2    Hasil .....	40
<b>II. ANALISIS</b> .....	<b>42</b>
II.1    PROSES DAN MEKANISME PATAHNYA REL.....	42
II.1.1    Rel Patah Sebelum Dipasang Pelat Sambung .....	42
II.1.2    Rel Patah Setelah Dipasang Pelat Sambung .....	43
II.2    FAKTOR PRASARANA YANG BERKONTRIBUSI TERHADAP PATAHNYA REL .....	47
II.3    TIPE TUMPUAN DI SAMBUNGAN REL .....	47
II.4    PELAPORAN DAN EVALUASI KESELAMATAN PERKERETAAPIAN .....	48

II.5	MANAJEMEN PERAWATAN JALAN REL.....	50
II.6	STANDAR KELAS JALAN REL SEBAGAI ACUAN PERAWATAN JALAN REL.....	54
<b>III.</b>	<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>55</b>
III.1	TEMUAN .....	55
III.2	FAKTOR– FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI.....	56
<b>IV.</b>	<b>REKOMENDASI.....</b>	<b>57</b>
IV.1	DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN.....	57
IV.2	PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO).....	58
<b>V.</b>	<b>SAFETY ACTIONS.....</b>	<b>59</b>
<b>VI.</b>	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>60</b>
VI.1	HASIL PENELITIAN DI LABORATORIUM ITB .....	60
VI.2	PERAWATAN JALAN REL .....	75
VI.3	PEMERIKSAAN JALAN REL.....	78
VI.4	PROSEDUR PENYAMBUNGAN JALAN REL .....	81
VI.5	PERAWATAN JALAN REL DAN JEMBATAN TERENCANA 2012 - PERBAIKAN REL PUTUS .....	84
VI.6	PEMBUATAN LUBANG DI RAILWEB DENGAN METODE SPLIT SLEEVE/ SPLIT MANDREL COLD EXPANSION PROCESS .....	89
VI.7	CONTOH FORMAT STANDAR KEANDALAN SEBAGAI ACUAN HASIL PERAWATAN BERDASARKAN KELAS JALUR KA .....	91
VI.8	SIMULASI PERHITUNGAN FREKUENSI PEMECOKAN MTT DI SUBDIVRE III.2/DIVRE IV TANJUNGPINRANG TAHUN 2015 DAN 2016 .....	92
VI.9	CONTOH PERHITUNGAN TEGANGAN YANG TERJADI DI STRUKTUR JALAN REL AKIBAT BEBAN GANDAR .....	94

# DAFTAR ISTILAH

**Perkeretaapian** adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api

**Kereta api** adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaian dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel terkait dengan perjalanan kereta api

**Prasarana perkeretaapian** adalah jalur kereta api, stasiun kereta api dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan

**Sarana perkeretaapian** adalah kendaraan yang dapat bergerak di jalan rel

**Jalur kereta api** adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api

**Jalan rel** adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton atau konstruksi lain yang terletak di bawah permukaan, di bawah dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api

**Rel** adalah besi batang untuk landasan jalan kereta api

**Bantalan** adalah landasan tempat rel bertumpu yang berfungsi untuk menyalurkan beban dari roda ke rel.

**Penambat** adalah pengikat rel ke bantalan rel kereta api.

**Ballast** adalah batu kerikil yang terletak di bawah permukaan bantalan untuk mengikat bantalan agar tidak bergerak, menyalurkan beban dari bantalan ke tanah dan meredam getaran yang terjadi pada rel.

**Stasiun kereta api** adalah tempat pemberangkatan dan pemberhentian kereta api

**Fasilitas pengoperasian kereta api** adalah segala fasilitas yang diperuntukkan agar kereta api dapat dioperasikan

**Lokomotif** adalah sarana perkeretaapian yang memiliki penggerak sendiri yang bergerak dan digunakan untuk menarik dan/atau mendorong kereta, gerbong, dan/atau peralatan khusus

**As roda** adalah pusat atau sumbu dari roda yang berputar bersama dengan roda dan berfungsi untuk meneruskan tenaga gerak dari sarana perkeretaapian ke roda

**Kereta** adalah sarana perkeretaapian yang ditarik dan/atau didorong lokomotif atau mempunyai penggerak sendiri yang digunakan untuk mengangkut orang

**Gerbong** adalah sarana perkeretaapian yang ditarik dan/atau didorong lokomotif digunakan untuk mengangkut barang

**Pemeriksaan** adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi dan fungsi prasarana atau sarana perkeretaapian

**Perawatan** adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan keandalan prasarana atau sarana perkeretaapian agar tetap laik operasi

**Awak sarana perkeretaapian** adalah orang yang ditugaskan di dalam kereta api oleh Penyelenggara Sarana Perkeretaapian selama perjalanan kereta api

**Pengatur perjalanan kereta api** adalah orang yang melakukan pengaturan perjalanan kereta api dalam batas stasiun operasi atau beberapa stasiun operasi dalam wilayah pengaturannya

**Juru Rumah Sinyal** adalah petugas yang membantu petugas Pengatur Perjalanan Kereta Api dalam melaksanakan tugas melayani peralatan pengamanan emplasemen Stasiun (wesel-wesel dan sinyal) sesuai dengan intruksi Petugas Pengatur Perjalanan Kereta Api.

**Pengendali perjalananan kereta api** adalah orang yang melakukan pengendali perjalanan kereta api dari beberapa stasiun dalam wilayah pengendaliannya

**Tenaga perawatan sarana perkeretaapian** adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan sarana perkeretaapian

**Tenaga perawatan prasarana perkeretaapian** adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan prasarana perkeretaapian

**Tenaga pemeriksa prasarana perkeretaapian** adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan pemeriksaan prasarana perkeretaapian

**Perawatan prasarana perkeretaapian** adalah kegiatan dilakukan untuk mempertahankan kehandalan prasarana perkeretaapian agar tetap laik

**Perawatan sarana perkeretaapian** adalah kegiatan dilakukan untuk mempertahankan kehandalan sarana perkeretaapian agar tetap laik

**Perawatan Jalan Rel dan Jembatan Terencana 2012 / Perjana 2012** adalah suatu bentuk kegiatan perawatan jalan rel, fasilitas dan jembatan yang terencana yang kegiatannya mulai dari menghitung beban lintas, pengklasifikasian kelas jalan rel menurut standar UIC (PD 10), kegiatan pemeriksaan aset dan kerusakan, penyusunan program perawatan, pelaksanaan dan pengendalian kegiatan perawatan

**Jalur tunggal** adalah satu jalur kereta api yang digunakan untuk dua arah kereta api

**Keselamatan** adalah kondisi yang bebas dari ancaman dan risiko kecelakaan

**Titik Awal Naik (TAN) roda** adalah tanda di bagian dalam rel yang menunjukkan lokasi posisi atau letak awal terangkatnya flens roda ke atas kepala rel

**Titk Awal Jatuh (TAJ) roda** adalah tanda benturan flens roda yang menunjukkan lokasi posisi atau letak awal jatuhnya flens roda dari atas kepala rel di bagian bantalan atau penambat rel yang mengakibatkan kerusakan di bagian bantalan atau penambat rel

**Indeks Kualitas Jalan Rel** adalah nilai kuantitatif berupa angka dari hasil pengukuran geometri jalan rel yang menunjukkan kualitas permukaan jalan rel

**MTT (Multi Tie Tamper)** adalah alat berat untuk perawatan jalan rel yang berfungsi untuk mengangkat dan melestreng rel serta memecok dan memadatkan ballast di bawah bantalan

# DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Peta lintas dan lokasi kejadian.....	2
<b>Gambar 2.</b> Lokomotif KA 3008 yang anjlok dan terguling .....	3
<b>Gambar 3.</b> Gerbong terbuka KA 3008 yang anjlok dalam proses evakuasi .....	4
<b>Gambar 4.</b> Adanya kepala rel gompal.....	5
<b>Gambar 5.</b> Rel patah pada sambungan rel di Km 262+100/200 .....	6
<b>Gambar 6.</b> Porositas pada sambungan pengelasan .....	6
<b>Gambar 7.</b> Lubang baut tidak sempurna.....	6
<b>Gambar 8.</b> Jalan rel di sekitar lokasi kejadian kurang ballast.....	7
<b>Gambar 9.</b> Rel aus.....	7
<b>Gambar 10.</b> Bantalan beton di bawah sambungan rel yang pecah lama .....	7
<b>Gambar 11.</b> Pelat sambung modifikasi dari rel yang dipotong .....	8
<b>Gambar 12.</b> Pembuatan lubang untuk sambungan baut menggunakan las pemotong pijar.....	8
<b>Gambar 13.</b> Pemasangan pelat sambung pada rel yang patah .....	9
<b>Gambar 14.</b> Grafik Pelebaran Sepur di Lokasi Kecelakaan .....	10
<b>Gambar 15.</b> Grafik Peninggian Sepur di Lokasi Kecelakaan .....	10
<b>Gambar 16.</b> Lampiran SK Direksi PT.KAI (Persero) Tentang Pelaporan Risiko Keselamatan Dalam Bentuk Daftar Risiko dan Pembuatan Profil Risiko .....	35
<b>Gambar 17.</b> Lampiran SK Direksi PT.KAI (Persero) Tentang Penilaian <i>Level of Safety</i> .....	36
<b>Gambar 18.</b> (a) Formulir pemeriksaan harian jalan rel dalam PM 31 Tahun 2011 .....	39
<b>Gambar 19.</b> Patahan rel .....	40
<b>Gambar 20.</b> Potongan patahan rel Km 262+151 petak jalan antara Sta. Lubuk rukam – Sta. Peninjawan.....	42
<b>Gambar 21.</b> Porositas yang terjadi pada permukaan sambungan las .....	43
<b>Gambar 22.</b> Takikan pada lubang baut di badan rel.....	44
<b>Gambar 23.</b> Pelat sambung tipe Saturday untuk tipe rel UIC 54/R.54 .....	45
<b>Gambar 24.</b> Pemasangan pelat sambung pada rel UIC54/R54 .....	45
<b>Gambar 25.</b> Konfigurasi pemasangan pelat sambung Km 262+151 petak jalan antara Sta. Lubuk rukam – Sta. Peninjawan .....	46
<b>Gambar 26.</b> Tipe sambungan rel.....	48
<b>Gambar 27.</b> Pengaruh SOP dalam mengendalikan variasi kualitas pekerjaan .....	52

# DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Hasil pengukuran lebar jalur dan pertinggian rel di lokasi kejadian .....	9
<b>Tabel 2.</b> Posisi pelat sambung dan usulan pengelasan di Resort III.2.10 Peninjauan bulan Februari 2016 .....	11
<b>Tabel 3.</b> Kuantitas dan aset Jalan Rel SubDivre III.2 Tanjungkarang Tahun 2015 .....	12
<b>Tabel 4.</b> Kuantitas dan aset Jalan Rel Divre IV Tanjungkarang Tahun 2016.....	13
<b>Tabel 5.</b> Program dan Realisasi Pemecokan MPJR Tahun 2015 .....	13
<b>Tabel 6.</b> Program dan Realisasi Pemecokan MPJR Tahun 2016 .....	14
<b>Tabel 7.</b> <i>Event Recorder</i> KA 3008.....	17
<b>Tabel 8.</b> Tabel Kereta Api untuk KA 3008 .....	18
<b>Tabel 9.</b> Realisasi Perjalanan KA 3008.....	19
<b>Tabel 10.</b> Kapasitas Lintas untuk Babaranjang.....	21
<b>Tabel 11.</b> Data Jam Kerja Masinis KA 3008.....	21
<b>Tabel 12.</b> Data Jam Kerja Asisten Masinis KA 3008 .....	22
<b>Tabel 13.</b> Kelas Jalan Rel.....	29
<b>Tabel 14.</b> Siklus Perawatan Menyeluruh Jalan Rel Berdasar Kelas Jalan.....	30
<b>Tabel 15.</b> Tingkat kerusakan (sistem A,B,C dan S) .....	49



# SINOPSIS

Pada hari Senin tanggal 1 Maret 2016 pukul 02.40 WIB, terjadi kecelakaan kereta api anjlok KA 3008 di Km 262+100/200 petak jalan antara St. Lubukrukam – St. Peninjawan, Sumatera Selatan, Wilayah Operasi Sub Divre III.2 Tanjungkarang (sekarang menjadi Divre IV Tanjung Karang).

KA 3008 adalah kereta api batu bara rangkaian panjang tanpa muatan yang diberangkatkan dari St. Tarahan menuju St. Prabumulih X6 dengan rangkaian terdiri atas 3 (tiga) lokomotif CC 202 menarik 60GB (gerbong terbuka).

Pada hari Minggu tanggal 29 Februari 2016 pukul 06.50 WIB, KA 3008 diberangkatkan dari St. Tarahan menuju St. Prabumulih X6.

Pada hari Senin tanggal 1 Maret 2016 pukul 02.35 WIB, KA 3008 berjalan langsung di St. Lubukrukam menuju St. Peninjawan. Di perjalanan dari St. Lubukrukam menuju St. Peninjawan tersebut, lokomotif paling depan dari KA 3008 anjlok keluar jalur dan menabrak lereng di samping kiri jalur serta menggerus tanah hingga akhirnya berhenti dan terguling di Km 262+227.

KA 3008 mengalami anjlok sebanyak 24 as; sebanyak 18 as pada 3 (tiga) lokomotif dan 6 as pada 2 (dua) gerbong terbuka. Akibat anjlok, asisten masinis KA 3008 yang berada di Lokomotif paling depan meninggal dunia. Anjlok juga mengakibatkan terjadinya rintang jalan (rinja) selama 10 jam 15 menit mulai pukul 02.40 WIB sampai dengan pukul 12.55 WIB tanggal 1 Maret 2016.

Setelah kejadian, diketahui di titik anjlok terdapat kepala rel yang gompal sepanjang 14,5 cm dan rel patah pada sambungan rel.

Berdasarkan analisis yang dilakukan, KNKT menyimpulkan bahwa kejadian anjlok KA 3008 disebabkan oleh patahnya rel karena penyambungan rel yang tidak sesuai dengan prosedur dan pelubangan *rail web* yang tidak sesuai sehingga terbentuklah awal retakan (*crack initiation*) pada tepi lubang kasar di *web*. Retakan menjalar (*crack propagation*) hingga patah akhir (*total disintegration*) bersamaan dengan terjadinya patahan pada daerah lasan. Selain itu kondisi jalur track yang tidak baik antara lain ballast kurang dan bantalan pecah serta sistem drainase jalan rel yang kurang baik, turut mempengaruhi terjadinya lendutan sehingga mempercepat proses patahnya rel.

Dan untuk mencegah terulang kembalinya kecelakaan dengan penyebab yang sama, maka KNKT menyusun rekomendasi keselamatan yang ditujukan kepada Direktorat Jenderal Perkeretapihan dari penyelenggara perkeretaapian PT. Kereta Api Indonesia (Persero).

# I. INFORMASI FAKTUAL

## I.1 DATA KECELAKAAN KERETA API

Nomor>Nama KA	:	KA 3008
Susunan Rangkaian	:	Lokomotif CC 202 86 12 Lokomotif CC 202 08 02 Lokomotif CC 202 90 05
		<u>Menarik 60 GB :</u>
		1. GB 50 12 158      21. GB 50 90 64      41. GB 50 97 165
		2. GB 50 11 493      22. GB 50 85 28      42. GB 50 89 45
		3. GB 50 11 210      23. GB 50 08 81      43. GB 50 95 15
		4. GB 50 11 728      24. GB 50 97 48      44. GB 50 08 115
		5. GB 50 11 370      25. GB 50 08 106      45. GB 50 86 123
		6. GB 50 11 563      26. GB 50 86 207      46. GB 50 08 12
		7. GB 50 11 265      27. GB 50 11 170      47. GB 50 86 153
		8. GB 50 11 517      28. GB 50 90 145      48. GB 50 86 223
		9. GB 50 11 508      29. GB 50 11 80      49. GB 50 11 37
		10. GB 50 11 459      30. GB 50 97 103      50. GB 50 95 41
		11. GB 50 11 470      31. GB 50 08 96      51. GB 50 86 143
		12. GB 50 11 683      32. GB 50 11 133      52. GB 50 11 40
		13. GB 50 11 418      33. GB 50 86 122      53. GB 50 86 180
		14. GB 50 11 50      34. GB 50 97 10      54. GB 50 97 94
		15. GB 50 11 42      35. GB 50 86 98      55. GB 50 90 07
		16. GB 50 08 175      36. GB 50 08 37      56. GB 50 86 112
		17. GB 50 11 135      37. GB 50 11 34      57. GB 50 86 71
		18. GB 50 90 136      38. GB 50 86 128      58. GB 50 11 32
		19. GB 50 90 90      39. GB 50 11 36      59. GB 50 95 24
		20. GB 50 11 70      40. GB 50 11 88      60. GB 50 11 18
Jenis Kecelakaan	:	Anjlok
Lokasi	:	Km 262+151
Lintas	:	Tarahan – Prabumulih X6
Propinsi	:	Sumatera Selatan
Wilayah	:	Sub Divre III.2 Tanjungkarang
Hari/Tanggal	:	Selasa, 1 Maret 2016
Waktu	:	02.40 WIB

## I.2 KRONOLOGIS

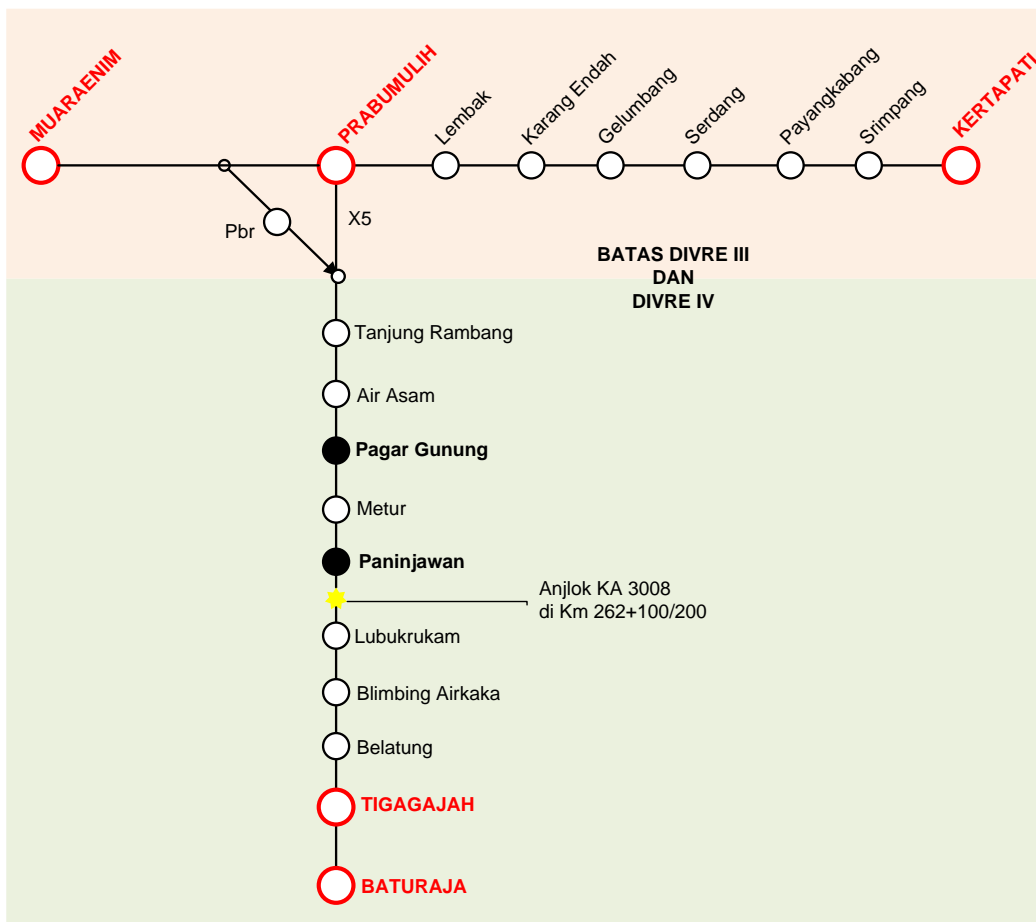
Pada hari Minggu tanggal 29 Februari 2016, KA 3008 diberangkatkan dari St. Tarahan pukul 06.50 WIB. KA 3008 adalah kereta api batu bara rangkaian panjang tanpa muatan yang diberangkatkan dari St. Tarahan menuju St. Prabumulih dengan rangkaian terdiri atas 3 (tiga) lokomotif CC 202 menarik 60 GB (Gerbong Terbuka).

Pada pukul 00.10 WIB keesokan harinya (hari Senin tanggal 1 Maret 2016), KA 3008 berhenti di St. Tigagajah untuk pergantian masinis dan asisten masinis serta bersilang dengan KA 3023 dan kemudian berangkat kembali pada pukul 00.40 WIB. Dalam perjalanan dari St. Tigagajah sampai St. Durian, KA 3008 berhenti untuk melakukan persilangan KA di St. Lubuk Batang, St. Kepayang dan tiba di St. Durian pada pukul 02.05 WIB kemudian berangkat lagi pukul 02.25 WIB menuju St. Lubukrukam. Pada pukul 02.35 WIB, KA 3008 berjalan langsung di St. Lubukrukam menuju St. Peninjawan.

Pada saat perjalanan dari St. Lubukrukam menuju St. Peninjawan, KA 3008 mengalami anjlokkan di Km 262+151. Lokomotif paling depan dari KA 3008 yang anjlok keluar jalur dan menabrak lereng di samping kiri jalur serta menggerus tanah hingga akhirnya berhenti di Km 262+267.

KA 3008 mengalami anjlokkan sebanyak 24 as; sebanyak 18 as pada 3 (tiga) lokomotif dan 6 as pada 2 (dua) gerbong terbuka. Akibat anjlokkan, asisten masinis KA 3008 yang berada di lokomotif paling depan meninggal dunia. Anjlokkan juga mengakibatkan terjadinya rintang jalan (rinja) selama 10 jam 15 menit mulai pukul 02.40 WIB sampai dengan pukul 12.55 WIB tanggal 1 Maret 2016.

Setelah kejadian, diketahui di titik anjlokkan terdapat kepala rel yang gompal sepanjang 14 cm pada sambungan serta rel patah yang patah serta adanya patahan rel di lubang *fish bolt* pada *rail web*.



Gambar 1. Peta lintas dan lokasi kejadian

### I.3 AKIBAT KECELAKAAN KERETA API

---

#### I.3.1 Korban

Asisten masinis KA 3008 meninggal dunia.

#### I.3.2 Prasarana

Prasarana jalan rel yang mengalami kerusakan akibat anjlok:

- a. Rel Tipe R.54 = 200 m
- b. Bantalan beton = 138 buah
- c. Insulator = 373 buah
- d. Penambat = 408 buah

#### I.3.3 Sarana

- a. Lokomotif
  - 1) Lokomotif CC 202 86 12 anjlok 6 as dan terguling
  - 2) Lokomotif CC 202 08 02 anjlok 6 as
  - 3) Lokomotif CC 202 90 05 anjlok 6 as
- b. Gerbong Terbuka
  - 1) GB 50 12 158 anjlok 4 as
  - 2) GB 50 11 493 anjlok 4 as
  - 3) GB 50 11 210 anjlok 4 as
  - 4) GB 50 11 728 anjlok 2 as



**Gambar 2.** Lokomotif KA 3008 yang anjlok dan terguling



**Gambar 3.** Gerbong terbuka KA 3008 yang anjlok dalam proses evakuasi

### **I.3.4 Operasi**

- a. Akibat kecelakaan terjadi rintang jalan selama 10 jam 15 menit mulai pukul 02.40 WIB sampai dengan pukul 12.55 WIB tanggal 1 Maret 2016.
- b. Sejumlah perjalanan KA dibatalkan antara lain:
  - 1) Sebanyak 6 (enam) KA lintas TLB – Tarahan.
  - 2) Sebanyak 48 KA lintas PBR X6 – TMB.
  - 3) Sebanyak 15 KA lintas PBR X6 – TMB.
  - 4) Sebanyak 2 KA Pulp yakni LA 10832 dan KA 3170.

## **I.4 EVAKUASI**

---

### **I.4.1 Korban**

Pada pukul 07.47 WIB tanggal 1 Maret 2016, korban meninggal dunia yaitu asisten masinis KA 3008 berhasil dievakuasi dari lokomotif CC 202 86 12. Kemudian jenazah korban dibawa ke RSUD Baturaja.

### **I.4.2 Prasarana**

Dilakukan perbaikan dan penggantian terhadap prasarana jalan rel yang mengalami kerusakan.

### **I.4.3 Sarana**

Proses evakuasi sarana dilakukan dengan mendatangkan:

- a. Lokomotif eks. KA 3012 dari St Belatung.
- b. Kereta Penolong NR dari St. Tigagajah dan St. Tanjung Karang.
- c. Crane Kumbokarno dari St. Lahat.

#### I.4.4 Operasi

- a. Gerbong ke-6 sampai dengan gerbong ke-60 dari KA 3008 yang tidak anjlok ditarik dengan menggunakan lokomotif eks. KA 3012. Lokomotif tersebut berangkat dari St. Belatung pukul 05.14 WIB dan tiba di lokasi pukul 06.15 WIB untuk kemudian menarik gerbong KA 3008 yang tidak anjlok ke St. Durian dan tiba di St. Durian pukul 08.56 WIB.
- b. Pada pukul 10.35 WIB, setelah dievakuasi kelima gerbong KA 3008 yang anjlok yaitu GB 50 12 158, GB 50 11 493, GB 50 11 210, dan GB 50 11 728 ditarik ke St. Lubukrukam.

### I.5 DATA INVESTIGASI

#### I.5.1 Prasarana

- a. Jalan Rel
 

Rel	:	Tipe UIC R.54
Penambat	:	Elastis E-clips ( <i>Pandrol</i> )
Bantalan	:	Beton
Lengkung	:	R = 600
Jalur KA	:	jalur tunggal ( <i>single track</i> )
Jenis sambungan	:	Sambungan melayang ( <i>Suspended Joint</i> )
- b. Selain itu, Tim Investigasi KNKT memperoleh temuan-temuan terkait prasarana jalan rel, sebagai berikut:
  - 1) Pengamatan terhadap komponen rel patah

##### ***Kepala rel gompal***

Pada Km 262+151 ditemukan adanya kepala rel dalam kondisi gompal dengan panjang 14,5 cm, gompalnya rel ini terjadi pada sambungan rel.



**Gambar 4.** Adanya kepala rel gompal

##### ***Rel patah pada sambungan***

Berdasarkan data Daftar Adanya Rel Patah antara Km 257+9/0 s.d Km 264+4/5 di wilayah UPT JR III.2.10 Peninjawan, tercatat adanya rel retak di Km 262+100/200 dipasang pelat sambung tersebut pada tanggal 25 Desember 2014.



**Gambar 5.** Rel patah pada sambungan rel di Km 262+100/200

***Adanya porositas di sambungan rel***

Porositas yang terjadi di sambungan rel diakibatkan oleh proses pengelasan yang dilakukan dengan tidak sempurna.



**Gambar 6.** Porositas pada sambungan pengelasan

***Permukaan lubang untuk baut sambungan rel tidak sempurna***

Permukaan lubang untuk baut sambungan rel tidak halus dan tidak terbentuk bulat sempurna.



**Gambar 7.** Lubang baut tidak sempurna

***Jalan Rel kurang balas***

Kondisi jalan rel di tempat kejadian ditemukan dalam kondisi kurang balas dengan rel.



**Gambar 8.** Jalan rel di sekitar lokasi kejadian kurang ballast

***Rel dalam kondisi dibalik***

Rel sisi luar di lokasi kejadian dalam keadaan aus hal ini mengindikasikan rel telah dalam kondisi dibalik



**Gambar 9.** Rel aus

- 2) Pengamatan terhadap kondisi dan prosedur perawatan jalan rel

***Penggunaan bantalan beton yang pecah***

Pada investigasi yang dilakukan oleh Tim Invetigasi KNKT, ditemukan bahwa di beberapa tempat menjelang anjlokkan, masih digunakannya bantalan beton dalam kondisi pecah.



**Gambar 10.** Bantalan beton di bawah sambungan rel yang pecah lama



### ***Penggunaan Pelat Sambung Modifikasi***

Paska terjadinya anjlokkan, tim menemukan adanya penggunaan pelat sambung yang dibuat dari modifikasi kaki rel yang dipotong dari badan rel.



**Gambar 11.** Pelat sambung modifikasi dari rel yang dipotong

### ***Pembuatan lubang untuk baut sambungan rel dengan brander***

Dari hasil pengamatan di lapangan oleh KNKT setelah terjadinya kecelakaan anjlokkan KA 3008, masih ditemukan prosedur pembuatan lubang baut untuk sambungan di badan rel yang menggunakan pemotong pijar (brander).



**Gambar 12.** Pembuatan lubang untuk sambungan baut menggunakan las pemotong pijar

### ***Pemasangan Baut Pelat Sambung***

Pada pelat sambung rel yang patah, ditemukan jumlah baut yang terpasang tidak sesuai dengan jumlah baut di pelat sambung dengan tipe Saturday yang diperuntukkan untuk tipe rel R54. Jumlah baut dan lubang baut untuk pelat sambung tipe Saturday berjumlah 6 baut dan 6 lubang. Sedangkan jumlah lubang dan baut yang terpasang di badan rel untuk mengikat pelat sambung berjumlah 3 lubang dan 3 baut dengan konfigurasi seperti gambar di bawah ini.

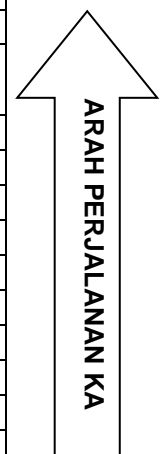


**Gambar 13.** Pemasangan pelat sambung pada rel yang patah

- c. Hasil pengukuran lebar jalur dan pertinggian rel di lokasi anjlokkan adalah sesuai tabel berikut:

**Tabel 1.** Hasil pengukuran lebar jalur dan pertinggian rel di lokasi kejadian

No. Titik Pengukuran/ Bantalan	Lebar Jalur (mm)	Pertinggian (mm)	Skilu (mm)	Keterangan
10	1065	57	0	
9	1065	57	3	
8	1064	57	1	
7	1064	60	1	
6	1065	56	3	
5	1069	59	1	
4	1069	59	1	
3	1067	60	8	
2	1065	60	1	
1	1068	68	8	
0	1068	61	1	TAJ Km 262+151,6
-1	1067	60	2	
-2	1065	60	3	
-3	1065	62	2	TAN Km 262+153,4
-4	1067	63	6	Posisi rel gompal
-5	1068	60	6	
-6	1071	57	3	
-7	1071	54	3	
-8	1070	54	3	
-9	1069	51	1	
-10	1069	51	3	
-11	1069	52	4	
-12	1064	54	3	
-13	1066	56	2	
-14	1066	57	2	
-15	1066	58	3	
-16	1066	60	2	
-17	1066	61	3	
-18	1066	62	1	
-19	1065	64	1	
-20	1065	63	1	
-21	1065	63	1	

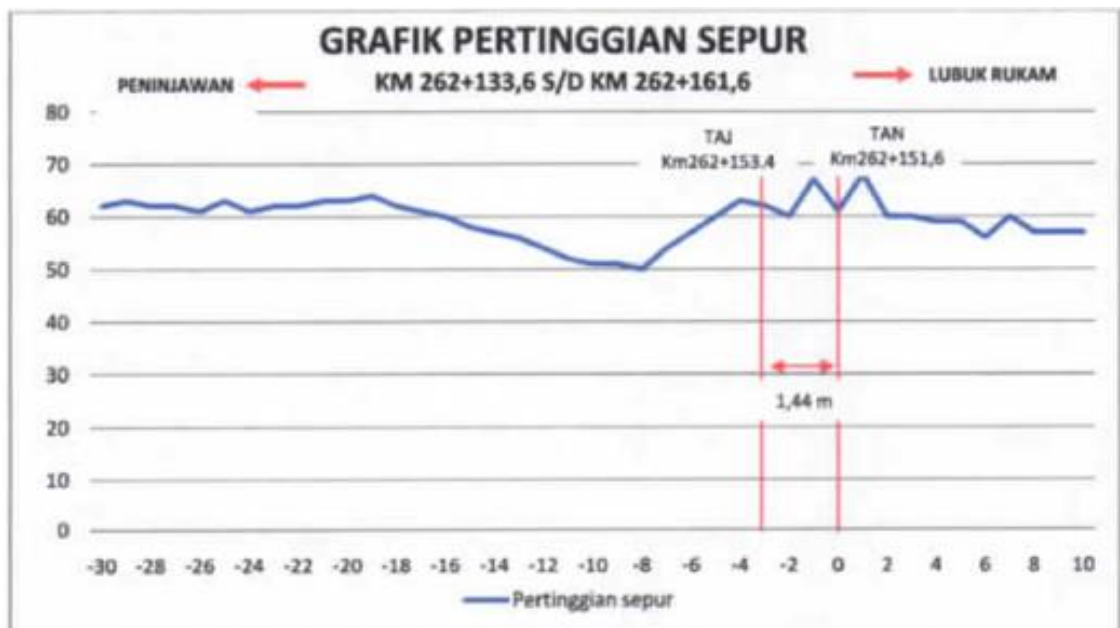


No. Titik Pengukuran/ Bantalan	Lebar Jalur (mm)	Pertinggian (mm)	Skilu (mm)	Keterangan
-22	1066	62	1	
-23	1066	62	1	
-24	1066	61	0	
-25	1067	63	1	

\*) Standar skilu untuk kecepatan KA di bawah 60 km/jam = 12 mm/ 3 m



Gambar 14. Grafik Pelebaran Sepur di Lokasi Kecelakaan



Gambar 15. Grafik Pertinggian Sepur di Lokasi Kecelakaan

d. Data Kejadian Rel Putus

Untuk mendapatkan gambaran historis kejadian rel patah di sekitar lokasi anjlok, maka Tim Investigasi melakukan pengumpulan data rel putus di Resort III.2 Peninjawan.

- 1) Antara Km 243+900 sampai dengan Km 266+300/400, berdasarkan data bagian Resort III.2.10 Peninjawan Subdivre III.2 Tanjungkarang bulan Februari 2016, terdapat 184 sambungan rel menggunakan pelat sambung dan 239 titik rel dengan kondisi putus/ retak yang direncanakan dilakukan pengelasan.

**Tabel 2.** Posisi pelat sambung dan usulan pengelasan di Resort III.2.10 Peninjawan bulan Februari 2016

DAFTAR ADANYA PLAT SAMBUNG DAN USULAN PENGLASAN						
Bulan : Februari Tahun : 2016						
NO	KM + HM	Adanya Plat Sambung		Rencana Titik Las		Keterangan
		Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	
Jumlah pindahan =		64	90	83	108	
68	262+1/2		1		2	Rel Putus
69	262+2/3	2		2		Rel Putus
70	262+4/5	1		2		Rel Retak
71	262+6/7	1		2		Rel Putus
72	263+0/1	1	1	2	2	Rel Putus
73	263+1/2	1	1	2	2	Rel Putus
74	263+2/3	2		2		Pastek
75	263+5/6		1		2	Rel Putus
76	263+6/7		2		4	Rel Putus
77	263+8/9	1		2		Rel Putus
78	264+1/2	1		2		Rel Putus
79	264+4/5		1		2	Rel Retak
80	264+8/9		1		2	Rel Putus
81	264+9/0		1		2	Rel Putus
82	265+0/1	1	1	1	1	Plat
83	265+2/3	1	1	1	1	Plat
84	265+4/5	1	1	1	1	Plat
85	265+6/7	2		2		Pastek
86	265+7/8	1		2		Plat
87	266+3/4	1	1	2	2	Rel Retak
Jumlah =		81	103	108	131	
Jumlah Total =		184		239		

Peninjawan, Tgl Februari 2016  
 Di Buat Oleh :  
 KAUR UPT JR III.2.10 PNW  
  
**SABAR**  
 Nipp : 48881

- 2) Hasil pengumpulan data dokumen terkait prasarana jalan rel di Divre III Sumsel ditemukan:

- a) Pada tanggal 26 Desember 2015, sebagaimana tercatat dalam Dokumen Pantau SAP LAM (Sistem Informasi Perawatan Prasarana PT. KAI) bulan Desember 2015 – Februari 2016 petak jalan Sta. Lubukrukam – Sta. Peninjawan, dilakukan pekerjaan Angkat Listring di Km 262+100 sampai dengan Km 262+200.

- b) Pada tanggal 26 Februari 2016, adanya permohonan pelat sambung untuk perbaikan rel putus atau patah di wilayah Divre III Sumatera Selatan yang ditandai dengan Nota Sinas Senior Manager Jalan Rel dan Jembatan Divre III Sumsel kepada Deputy EVP Divre III Sumsel perihal Bon Pakai Pelat Sambung Investasi, dengan isi nota sebagai berikut:
1. Untuk perbaikan sambungan akibat rel putus/patah saat ini kami sangat membutuhkan pelat sambung sedangkan untuk pengadaan rutin baru bisa terealisasi di bulan Mei 2016.
  2. Mohon agar dapat diberikan bon pakai pelat sambung milik Investasi yang ada di gudang Rejosari sebanyak 100 stel dengan rincian sebagai berikut:
    - a. Wilayah Sub Divre III.1 Kpt = 50 stel.
    - b. Wilayah Sub Divre III.2 Tnk = 50 stel.
- c) Pada tanggal 29 februari 2016, diajukan permohonan pelat sambung dan bautnya dengan Nota Dinas *Executive Vice President* Divre III Sumatera Selatan Nomor KI.204/II/001/DV3-2016 perihal Bon Pakai Pelat Sambung R.33/41/42/54 yang ditujukan kepada Kepala Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Barat, dengan isi nota sebagai berikut:
1. Sehubungan dengan pengadaan pelat sambung + baut sambung dan las thermit Divisi Regional 3 Sumatera Selatan saat ini masih dalam proses lelang dan baru akan terealisasi bulan Mei 2016.
  2. Untuk perawatan prasarana di wilayah Divisi Regional 3 Sumatera Selatan, mohon kiranya diijinkan untuk bon pakai pelat sambung R.33/41/42/54 eks proyek yang ada di gudang Balai Teknik Perkeretaapian di Jatibarang Cirebon sebanyak  $\pm$  500 stel + baut sambung = 2000 pcs.
- d) Berdasarkan Data Lokrit (Bentuk D.122) dari UPT JR III.2.10 PNW antara St. Baturaja – St. Peninjawan tertanggal 28 Februari 2016, terdapat lendutan di Km 262+000/900.
- e) Persinyalan dan Telekomunikasi

#### **Persinyalan**

Sistem persinyalan antara St. Lubukrukam – St. Peninjawan menggunakan sistem persinyalan blok elektro mekanik.

#### **Telekomunikasi**

Sistem komunikasi antara Masinis dengan PK serta PPKA dengan PK menggunakan *radio traindispatching* dalam kondisi baik.

#### e. Data Aset dan Kuantitas Jalan Rel

- 1) Data aset dan kuantitas jalan rel tahun 2015 di wilayah SubDivre III.2 Tanjungkarang ditunjukkan pada tabel di bawah ini

**Tabel 3.** Kuantitas dan aset Jalan Rel SubDivre III.2 Tanjungkarang Tahun 2015

No	Lintas	Daya Angkut Lintas (Juta ton/tahun)	V maks (km/jam)	Jumlah Bantalan		Jumlah Penambat		Jumlah Sambungan Rel	
				Beton	Kayu	Elastis	Kaku	Fish plate	RPM
1	Pbm - Tjh	44.91	70	159296	2213	621352	12990	191	3823
2	Tjh - Kb	41.78	60	716373	5958	905829	26326	860	17193
3	Kb - Tnk	116.53	70	177771	655	705552	22945	213	4266
4	Tnk - Thn	113.97	45	36506	53	151140	12472	44	876

- 2) Data aset dan kuantitas jalan rel tahun 2016 di wilayah Divre IV Tanjungkarang ditunjukkan pada tabel di bawah ini

**Tabel 4.** Kuantitas dan aset Jalan Rel Divre IV Tanjungkarang Tahun 2016

No	Lintas	Daya Angkut Lintas (Juta ton/tahun)	V maks (km/jam)	Jumlah Bantalan		Jumlah Penambat		Jumlah Sambungan Rel	
				Beton	Kayu	Elastis	Kaku	Fish plate	RPM
1	Pbm - Tjh	44.91	70	167236	2213	740346	27562	201	4014
2	Tjh - Kb	41.78	60	720888	5958	907560	52758	865	17301
3	Kb - Tnk	116.53	70	177771	655	826983	22945	213	4266
4	Tnk - Thn	113.97	45	39762	53	159012	12472	48	954

- 3) KNKT tidak menemukan data kuantitas tentang kondisi tanah dasar di wilayah SubDivre III.2/Divre IV Tanjungkarang, tetapi berdasarkan keterangan yang diperoleh dari unit Jalan dan Jembatan Kereta Api, diketahui kondisi tanah di lintas Prabumulih – Tigagajah dan Tigagajah – Kotabumi kondisi struktur tanahnya tidak baik, lintas Kotabumi – Tanjungkarang kondisi struktur tanahnya sedang, dan lintas Tanjungkarang – Tarahan kondisi struktur tanahnya baik.

f. Kondisi Perawatan Jalan Rel

- 1) Berdasarkan data perawatan jalan rel di Sub Divre III.2 Tanjungkarang di tahun 2015, terdapat kerusakan sepanjang 79,327 km rel atau 10% dari total aset jalan rel sepanjang 764,022 km rel.
- 2) Data perawatan jalan rel di Divre IV Tanjungkarang tahun 2016 (sampai dengan bulan November), terjadi kerusakan sepanjang 89,327 km rel atau 12% dari total aset jalan rel sepanjang 764,475 km rel.
- 3) Dari data gangguan jalan rel patah/rel cacat yang terjadi antara tahun 2015 sampai dengan 2016 (sampai dengan bulan November), terjadi lonjakan jumlah rel patah/cacat khususnya di tahun 2016 sebanyak 482 titik lokasi rel dibandingkan dengan di tahun 2015 sebanyak 7 titik lokasi rel. Dengan rata-rata terjadi gangguan rel patah/cacat tiap 109,146 km rel di tahun 2015 dan gangguan rel patah/cacat tiap 1,568 km rel di tahun 2016. Dimana gangguan rel patah pada tahun 2016 paling banyak terjadi di sambungan las elektroda.

g. Program dan Realisasi Perawatan Jalan Rel

- 1) Di tahun 2015, PT. KAI (Persero) telah memprogramkan perbaikan rel di Sub Divre III.2 Tanjungkarang sepanjang 9,47 km rel atau 12% dari keseluruhan panjang rel yang rusak, dengan realisasi perbaikan rel mencapai 49,97 km rel atau 63% dari total panjang rel yang rusak dimana masih terdapat *backlog* sepanjang 29,36 km rel atau 37% dari total panjang rel yang mengalami kerusakan.
- 2) Program dan Realisasi pemecokan jalan rel di tahun 2015 ditunjukkan pada tabel di bawah ini

**Tabel 5.** Program dan Realisasi Pemecokan MPJR Tahun 2015

JENIS & TIPE MESIN	LOKASI PEMECOKAN (LINTAS/KORIDOR)	PROGRAM/REALISASI	PROGRAM DAN REALISASI PEMECOKAN PER BULAN											
			JAN (m'sp)	FEB (m'sp)	MAR (m'sp)	APR (m'sp)	MEI (m'sp)	JUN (m'sp)	JUL (m'sp)	AGUS (m'sp)	SEPT (m'sp)	OKT (m'sp)	NOP (m'sp)	DES (m'sp)
MTT 08 - 16 GS 2400	Thn - Pbm	PROGRAM												
	Thn - Pbm	REALISASI	6650	2350	5200	5350	2400	3300	1450	4101	-	-	-	-
MTT 08 - 16 GS 2491	Thn - Pbm	PROGRAM												
	Thn - Pbm	REALISASI	2950	2000	2950	5450	6900	3450	10800	7200	4150	3250	3250	4100
MTT 09 - 16 CSM 3528	Thn - Pbm	PROGRAM												
	Thn - Pbm	REALISASI	27200	10200	38000	56950	12250	37900	30800	38565	23800	44200	50250	40800

- 3) Di tahun 2016, PT. KAI (Persero) memprogramkan perbaikan rel di Divre IV Tanjungkarang sepanjang 14,47 km rel atau 16 % dari keseluruhan panjang rel yang rusak sedangkan realisasi perbaikan rel (sampai dengan bulan November) telah mencapai 21,71 km rel atau 24% dari keseluruhan panjang rel yang rusak, dimana di tahun 2016 terjadi penambahan kerusakan rel sepanjang 60,6 km rel atau 67% dari total panjang rel yang mengalami kerusakan ditambah dengan *backlog* kerusakan rel di tahun 2015 sepanjang 29,36 km rel, dengan total *backlog* di tahun 2016 sepanjang 68,25 km atau 76% dari total panjang rel yang mengalami kerusakan.
- 4) Program dan Realisasi pemecokan jalan rel di tahun 2016 ditunjukkan pada tabel di bawah ini

**Tabel 6.** Program dan Realisasi Pemecokan MPJR Tahun 2016

JENIS & TIPE MESIN	LOKASI PEMECOKAN (LINTAS/KORIDOR)	PROGRAM/REALISASI	PROGRAM DAN REALISASI PEMECOKAN PER BULAN											
			JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUS	SEPT	OKT	NOP	DES
			(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)	(m'sp)
MTT 08 - 16 GS 2491	Thn - Pbm	PROGRAM	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982
	Thn - Pbm	REALISASI	100	1150	7000	6500	4150	5650	-	-	4625	1500	3500	-
MTT 09 - 16 CSM 3528	Thn - Pbm	PROGRAM	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982
	Thn - Pbm	REALISASI	7400	12400	43000	42650	39100	15000	36800	30400	17100	37300	35500	-
MTT 09 - 16 CSM 6274	Thn - Pbm	PROGRAM	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982	29982
	Thn - Pbm	REALISASI	2000	12450	66750	64500	54800	63950	45400	8400	46100	42900	26700	-

h. Sertifikat Uji Jalur Kereta Api

KNKT tidak menemukan adanya bentuk sertifikat uji pertama dan sertifikat uji berkala jalan rel di wilayah Divre III Sumatera Selatan, khususnya di wilayah Sub Divre III.2 Tanjungkarang.

i. Pedoman Perawatan Jalan Rel PT. KAI (Persero)

KNKT tidak menemukan pengesahan PERJANA oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian yang dijadikan sebagai pedoman dalam perawatan jalan rel dan jembatan kereta api.

**I.5.2 Sarana**

a. LOKOMOTIF

1) Lokomotif CC 202 86 12

No. Lokomotif	: CC 202 86 12
Buatan (manufaktur)	: General Motor
Deadman Pedal	: Ada (berfungsi)
Radio Lokomotif	: Ada (berfungsi)
Lampu Sorot	: Ada (berfungsi)
Suling	: Ada (berfungsi)
Automatic Brake	: Ada (berfungsi)
Independent Brake	: Ada (berfungsi)
Speedometer	: Ada (berfungsi)
Speed recorder	: Ada (berfungsi)
Jumlah Traksi Motor	: 6 TM
Wiper	: Ada (berfungsi)

Throttle handle	: Ada (berfungsi)
Posisi kabin	: Berjalan dengan ujung pendek di muka

2) Lokomotif CC 202 08 02

No. Lokomotif	: CC 202 08 02
Buatan (manufaktur)	: General Motor
Deadman Pedal	: Ada (berfungsi)
Radio Lokomotif	: Ada (berfungsi)
Lampu Sorot	: Ada (berfungsi)
Suling	: Ada (berfungsi)
Automatic Brake	: Ada (berfungsi)
Independent Brake	: Ada (berfungsi)
Speedometer	: Ada (berfungsi)
Speed recorder	: Ada (berfungsi)
Jumlah Traksi Motor	: 6 TM
Wiper	: Ada (berfungsi)
Throttle handle	: Ada (berfungsi)
Posisi kabin	: Berjalan dengan ujung pendek di muka

3) Lokomotif CC 202 90 05

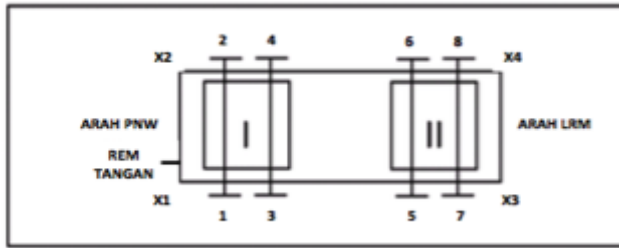
No. Lokomotif	: CC 202 90 05
Buatan (manufaktur)	: General Motor
Deadman Pedal	: Ada (berfungsi)
Radio Lokomotif	: Ada (berfungsi)
Lampu Sorot	: Ada (berfungsi)
Suling	: Ada (berfungsi)
Automatic Brake	: Ada (berfungsi)
Independent Brake	: Ada (berfungsi)
Speedometer	: Ada (berfungsi)
Speed recorder	: Ada (berfungsi)
Jumlah Traksi Motor	: 6 TM
Wiper	: Ada (berfungsi)
Throttle handle	: Ada (berfungsi)
Posisi kabin	: Berjalan dengan ujung pendek di muka

b. DATA GERBONG

1) GB 5012158

Mulai Dinas	: 3 Oktober 2012
PA YAD	: 3 Oktober 2018





RODA	HASIL PENGUKURAN			KET
	d	R	J	
1	836	-5	(1-2)	Arah PNW
2	836	-4	1000	
3	836	-0	(3-4)	
4	836	-1	1000	
5	836	-4	(5-6)	Arah Lrm
6	836	-4	1000	
7	836	-1	(7-8)	
8	836	-0	999	

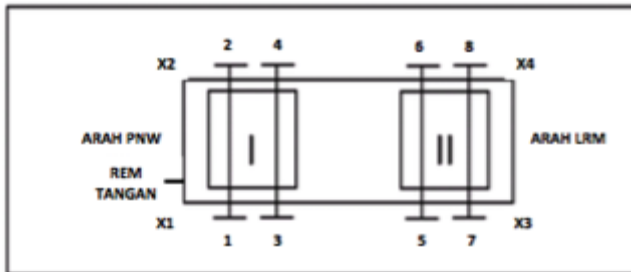
legend:

d = Diameter roda  
 R = Jari-jari flens roda  
 J = lebar antara dua keping roda

2) GB 5011493

Mulai Dinas : 31 Desember 2011

PA YAD : 31 Desember 2017



RODA	HASIL PENGUKURAN			KET
	d	R	J	
1	844	-2	(1-2)	Arah PNW
2	844	-3	1000	
3	842	-0	(3-4)	
4	842	-1	1000	
5	842	-3	(5-6)	Arah Lrm
6	842	-1	1000	
7	842	-0	(7-8)	
8	842	-0	1000	

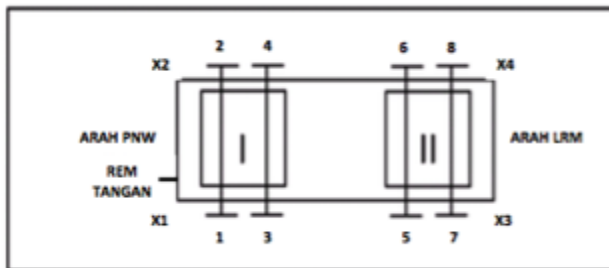
legend:

d = Diameter roda  
 R = Jari-jari flens roda  
 J = lebar antara dua keping roda

3) GB 5011210

Mulai Dinas : 31 Desember 2011

PA YAD : 31 Desember 2017



RODA	HASIL PENGUKURAN			KET
	d	R	J	
1	826	-4	(1-2)	Arah PNW
2	826	-2	1000	
3	826	-2	(3-4)	
4	826	-0	1000	
5	826	-4	(5-6)	Arah Lrm
6	826	-2	1000	
7	826	-1	(7-8)	
8	826	-0	1000	

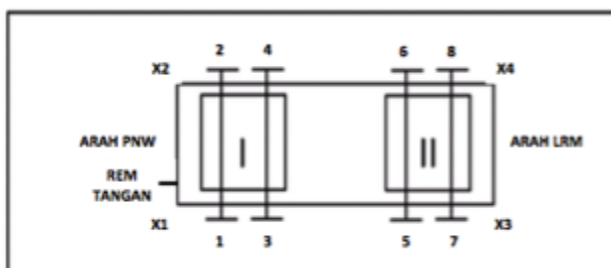
legend:

d = Diameter roda  
 R = Jari-jari flens roda  
 J = lebar antara dua keping roda

4) GB 5011728

Mulai Dinas : 31 Desember 2011

PA YAD : 31 Desember 2017



RODA	HASIL PENGUKURAN			KET
	d	R	J	
1	826	-4	(1-2)	Arah PNW
2	826	-2	1000	
3	826	-2	(3-4)	
4	826	-0	1000	
5	826	-4	(5-6)	Arah Lrm
6	826	-2	1000	
7	826	-1	(7-8)	
8	826	-0	1000	

legend:

- d = Diameter roda
- R = Jari-jari flens roda
- J = lebar antara dua keping roda

c. DATA KECEPATAN KA 3008

Data kecepatan KA 3008 diketahui sesuai dengan hasil download event recorder (locotrack) di lokomotif CC 202 86 12.

**Tabel 7. Event Recorder KA 3008**

<b>NO. SARANA</b>	:	CC2020802
<b>TANGGAL</b>	:	3/1/2016
<b>MAX JAM</b>	:	2:45:00
<b>JUMLAH MENIT</b>	:	10
<b>PENGAMBILAN DATA</b>	:	2/3/2016 9:17

DATE TIME	POSISI GPS	KECEPATAN (KM/JAM)	MESIN	ODOMETER
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM (ANTARA KM 259 DAN KM 260)	44	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM-PNW (ANTARA KM 260 DAN KM 261)	45	ON	N.A.
3/1/2016 2:35	LRM-PNW (ANTARA KM 260 DAN KM 261)	45	ON	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.
3/1/2016 2:38	LRM-PNW (ANTARA KM 262 DAN KM 263)	0	IDLE	N.A.

**I.5.3 Operasi**

**KA 3008**

KA 3008 adalah kereta api batubara rangkaian panjang dengan muatan kosong yang diberangkatkan dari St. Tarahan menuju St. Prabumulih X6. Di St. Tigagajah dilakukan pergantian Masinis dan Asisten KA 3008 dan kemudian perjalanan KA dilanjutkan kembali menuju St. Prabumulih X6.

Sesuai dengan Tabel Kereta Api (Bentuk O.100), diatur bahwa Kecepatan Maksimum yang diijinkan untuk KA 3008 di petak jalan St. Lubukrukam – St. Peninjawan adalah 55 Km/jam.

**Tabel 8.** Tabel Kereta Api untuk KA 3008

TABEL KERETA API							
Kereta Api No : <b>3008</b>		PT. KERETA API INDONESIA (Persero) DIREKTORAT OPERASI					
UPT CREW : A							
Letak stasiun / perhentian pada KM	Stasiun / Perhentian	Kecepatan Operasional (Km/Jam)	Kecepatan Maksimum (Km/Jam)	Jam Datang	Jam Berangkat	Keterangan Perjalanan KA	Masuk di jalur lurus yang bukan stasiun baru
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Berlaku mulai tanggal 1 April 2015							
228.978	Tigagajah	47	55	14:36:00	15:16:00	X KA 3013,KA 3015	
238.600	Lubuk Batang	47	55	Ls	15:29:00		
242.890	Belatung	44	55	Ls	15:34:00	X KA 3017	
246.630	Kepayang	44	55	Ls	15:40:00		
250.768	Blimbing Air Kaka	44	55	Ls	15:46:00	X KA 3161	
256.250	Durian	44	55	15:53:00	16:00:00	X KA 3019	
259.592	Lubuk Rujam	44	55	Ls	16:10:00		
267.099	Peninjawan	44	55	Ls	16:21:00		
271.600	Talang Baru	44	55	Ls	16:27:00		
278.877	Metur	44	55	Ls	16:37:00	X KA 3021	
285.550	Kotabaru	44	55	Ls	16:47:00		
290.736	Pagas Gunung	44	55	Ls	16:54:00		
295.903	Airasari	44	55	Ls	17:03:00	X KA 3155	
302.600 302.600	SukaMerindu	44	55	Ls	17:12:00	X KA 3023	
309.260	Tanjung Rambawang	44	55	Ls	17:21:00	X KA 3025	
318.800	Pbr X5	44	55	Ls	17:34:00		
321.530	Pbr X6	-	-	17:40:00	17:45:00	DITERUSKAN PERJALANANNYA OLEH KA 3047	

**Realisasi Perjalanan KA 3008**

Perjalanan KA 3008 sesuai dengan Gapeka Tahun 2015 dan realisasinya hingga saat kejadian kecelakaan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Realisasi Perjalanan KA 3008

GAPEKA TAHUN 2015				REALISASI				
STASIUN	DAT	BER	KET	DAT	LAMBAT	BER	LAMBAT	KETERANGAN
Tarahan				-	-	06.50		-
Suka Menanti				07.03		07.05		
Garuntang				LS		07.50		
Tanjung Karang				07.29		07.40		X KA 3007
Labuan Ratu				LS		07.50		
Gedung Ratu				08.03		08.54		= KA S.8
Rejo Sari				LS		09.09		
Beranti				LS		09.15		
Tegineneng				LS		09.23		
Rengas				LS		9.3'06		
Bekri				09.46		10.03		X KA 3011
Haji Pemanggilan				10.20		10.33		X KA 3017
Sulusuban				10.54		11.38		X KA 3019, X KA S.9
Blambangan Pagar				LS		11.5		
Kalibangan				12.06		13.57		X KA 3023, X KA 3025
Candimas				14.10		15.08		X KA 3027, X KA 3029
Kotabumi				LS		15.22		
Cempaka				15.35		16.32		X KA 3031, X KA 3035
Ketapang				16.50		19.06		X KA S.7, X KA 3037, X KA 3039, X KA 3001
Negara Ratu				19.34		19.59		X KA 3169
Tulung Buyut				20.19		20.40		
Negeri Agung				21.00		21.10		X KA 3003
Blambangan Umpu				LS		21.40		
Giham				LS		21.55		
Tangjungrajo				LS		22.09		
Way Tuba				LS		22.20		
Way Pisang				LS		22.35		
Martapura				LS		22.50		
Sungai Tuha				LS		22.57		
Gilas				LS		23.15		
Air Tuba				LS		23.27		
Sepancar				LS		23.45		
Kemelak				LS		23.54		
Batu Raja				LS		00.02		
Tiga Gajah	14.36	15.16	X KA 3013, X KA 3015	00.10		00.40		X KA 3023
Lubuk Batang	LS	15.29		01.00		01.21		X KA 3161, X KA S.1A
Belatung	LS	15.34	X KA 3017	LS		01.30		
Kepayang	LS	15.40		01.40		01.49		X KA 3025
Blimbing Air Kaka	LS	15.46	X KA 3061	LS		01.57		
Durian	15.53	16.00	X KA 3019	02.05		02.25		X KA 3027
Lubuk Rukam	LS	16.10		LS		02.35		
Peninjawan	LS	16.21		Pukul 02.40 WIB, KA 3008 anjlok di Km 262+100/200				
Talang Baru	LS	16.27						
Metur	LS	16.37	X KA 3021					
Kotabaru	LS	16.47						
Pagar Gunung	LS	16.54						
Airasam	LS	17.03	X KA 3155					
Suka Merindu	LS	17.12	X KA 3023					
Tanjung Rembang	LS	17.21	X KA 3025					
Pbr X5	LS	17.34						
Pbr X6	17.40	17.45						

Keterangan : DAT = datang, BER = berangkat, LS = langsung, X = bersilang, = = disusul

***Pelaporan kejadian rel gompal oleh Masinis KA 3003***

Pada tanggal 29 Februari 2016 pukul 10.43 WIB, Masinis KA 3003 menginformasikan kepada PPKP melalui radio *traindispatching* bahwa di Km 261+9/0 terdapat rel gompal. Hal ini diketahui karena dirasakan adanya goyangan saat melewati jalur tersebut.

PPKP kemudian melaporkan kejadian tersebut kepada PPKA St. Peninjawan dan menginstruksikan ke PPKA agar regu jalan rel melakukan pemeriksaan dan ditindaklanjuti oleh Kasatker III.2.10 Peninjawan.

Kasatker III.2.10 Peninjawan menginformasikan kejadian rel gompal dan menginstruksikan kepada Petugas Pemeriksa Jalan (Juru Penilik Jalan) untuk melaksanakan pemeriksaan petak jalan antara St. Lubukrukam – St. Peninjawan, namun PPJ melakukan pemeriksaan dengan menyusuri jalan rel (menggunakan sepeda motor lewat jalan umum). PPJ tiba kembali di St. Lubukrukam pada pukul 03.00 WIB dan melaporkan ke PPKA Lubukrukam bahwa keadaan aman. Selain itu, pemeriksaan yang hanya difokuskan pada Km yang disebutkan masinis KA 3003 ternyata bukanlah lokasi rel gompal turut menyebabkan tidak diketemukannya rel gompal.

Setelah menerima laporan aman dari Kasatker III.2.10 Peninjawan, PPKA St. Lubukrukam mengijinkan KA S7 untuk melewati petak jalan St. Peninjawan – St. Lubukrukam.

Diinformasikan bahwa sejak dilewatinya KA S7 hingga terjadinya anjlokkan, petak jalan telah dilewati KA dan tidak ada masinis yang menginformasikan adanya rel gompal meskipun masinis KA 3008 telah melaporkan adanya kejadian rel gompal.

***Pengoperasian KA Babaranjang***

Pengoperasian rangkaian batubara rangkaian panjang (KA Babaranjang) di Divre III Sumatera Selatan yang pada awalnya diatur dengan Instruksi Khusus Operasi Kereta Api Batubara Rangkaian Panjang di ESS. Dalam Inopsus tersebut, dibatasi bahwa rangkaian kereta api batu bara rangkaian panjang terdiri dari (stamformasi) 32 – 40 gerbong KKBW. Selain itu, dengan Inopsus tersebut kereta api batu bara ditetapkan memiliki prioritas sama dengan kereta api ekspres Sriwijaya untuk pengaturan lalu lintasnya.

Saat ini, pengoperasian KA Babaranjang di Divre III Palembang maupun di Divre IV Lampung menggunakan rangkaian KKBW sebanyak 60 gerbong dengan berat kosong 20 ton dan berat muat 52 ton tiap gerbongnya.

Pengoperasian KA Babaranjang dengan rangkaian 60 gerbong tersebut dari 40 gerbong, dilakukan untuk mengantisipasi penambahan pengangkutan batubara yang diprediksi mencapai 53,47 juta ton pada tahun 2019. Dimana dalam sekali perjalanan dari Tanjung Enim Baru – Tarahan, satu trainset KA Babaranjang dapat mengangkut batubara sebanyak 3000 ton.

Evaluasi yang dilakukan terhadap pengoperasian KA Babaranjang dengan 60 rangkaian gerbong adalah berupa laporan hasil uji coba pengoperasian triple lokomotif tipe CC 202 pada tanggal 20 Januari 2016 yang menarik 60 rangkaian gerbong batubara isi 50 ton dengan relasi Sta. Tanjungenimbaru – Sta. Tarahan. Berdasarkan hasil uji coba tersebut, kemampuan daya tarik triple lokomotif untuk menarik beban rangkaian pada gradien tertinggi 10 ‰ dengan kecepatan minimal 23 km/jam di wilayah Divre III Sumatera Selatan masih dalam batas normal dan tidak ada masalah operasional saat uji coba berlangsung.

Berdasarkan hasil uji coba ini kemudian PT. KAI (Persero) melakukan penambahan jumlah rangkaian gerbong KA babaranjang menjadi 60 gerbong. Tetapi hingga selesai disusunnya laporan, Tim Investigasi KNKT tidak mendapatkan data perhitungan ulang daya angkut lintas dan evaluasi dampak penambahan jumlah rangkaian KA Babaranjang menjadi 60 gerbong terhadap kondisi jalur kereta api dan siklus perawatannya.

**Tabel 10.** Kapasitas Lintas untuk Babaranjang

LINTAS	Jenis Prasarana	Petak Jalan Penentu	Kapasitas Lintas (100%)	Kapasitas Lintas (70%)	Jumlah KA GAPEKA 2015
Tarahan - Tj Rambang	Single Track	NGN - BBU	47	32	46
Tj Rambang - X6	Double Track	TJR - X6	144	88	54
Prabumulih - Kertapati	Single Track	PYK - SIG	57	39	56
Tj Rambang - Muaragula	Double Track	NRU - PNM	160	112	98
Muaragula - Muaraenim	Single Track	MRL - ME	90	63	86
Muaraenim - Tj Enimbaru	Single Track	ME - TMB	96	67	58
Muaraenim - Lahat	Single Track	ME - SCT	55	38	48

Catatan:

Untuk proses penggambaran dengan memaksimalkan kapasitas lintas, Kombinasi Stamformasi ka batubara tarahan berdasarkan kemampuan prasarana adalah 12ka 60 KKBW dan 8ka 47 KKBW

#### I.5.4 Sumber Daya Manusia

##### a. Masinis KA 3008

##### 1) Data Masinis

Umur	: 28 tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: SLTA
Mulai Bekerja	: 1 Agustus 2009
Pendidikan Fungsional	: Tld.3, DF3 Masinis
Mulai dinas pada jabatan	: 1 Maret 2013
Pangkat	: Ptd.1- II/B
Sertifikat Kecakapan	: ASP. 111188.01815

##### 2) Jam Kerja Masinis

**Tabel 11.** Data Jam Kerja Masinis KA 3008

NO	TANGGAL	DINASAN	LINTAS	WAKTU DINAS	
				MD	HD
1	01 Maret 2016	3008/3047	TJH/TMB	14:06	20:17
2	29 February 2016	3052/3011	TMB/TJH	06:15	14:36
3	28 February 2016	Rgs Siang	EMPL/PLS	14:00	22:00
4	27 February 2016	Rgs Malam	EMPL/PLS	22:00	06:00
5	26 February 2016	3002/3041	TJH/TMB	09:06	16:48
6	25 February 2016	3072/3031	TMB/TJH	18:15	02:04
7	24 February 2016	Libur			
8	23 February 2016	3026/3065	TJH/TMB	00:22	08:34
9	22 February 2016	3056/3015	TMB/TJH	08:15	15:37
10	21 February 2016	Rgs Siang	EMPL/PLS	14:00	22:00
11	20 February 2016	Rgs Malam	EMPL/PLS	22:00	06:00
12	19 February 2016	3004/3043	TJH/TMB	10:00	18:01
13	18 February 2016	3074/3033	TMB/TJH	19:28	03:56

NO	TANGGAL	DINASAN	LINTAS	WAKTU DINAS	
				MD	HD
14	17 February 2016	Libur			
15	16 February 2016	30207/3059	TJH/TMB	21:34	04:23
16	15 February 2016	30507/3009	TMB/TJH	05:15	11:45
17	14 February 2016	Rgs/Pagi	EMPL/TLS	06:00	14:00
18	13 February 2016	IZIN PENTING			
19	12 February 2016				
20	11 February 2016				
21	10 February 2016	30167/3055	TJH/TMB	18:02	02:05
22	9 February 2016	30467/3005	TMB/TJH	03:15	09:58
23	8 February 2016	30267/3065	TJH/TMB	00:22	08:34
24	7 February 2016	30567/3015	TMB/TJH	08:15	15:37
25	6 February 2016	30347/3073	TJH/TMB	05:24	13:14
26	5 February 2016	30647/3023	TMB/TJH	12:53	20:52
27	4 February 2016	LIBUR			
28	3 February 2016	30247/3063	TJH/TMB	23:30	06:18
29	2 February 2016	30547/3013	TMB/TJH	06:30	14:31
30	1 February 2016	Rgs/Siang	EMPL/TLS	14:00	22:00

b. Asisten Masinis KA 3008

Jam Kerja Asisten Masinis

**Tabel 12.** Data Jam Kerja Asisten Masinis KA 3008

NO	TANGGAL	DINASAN	LINTAS	WAKTU DINAS	
				MD	HD
1	01 Maret 2016	30087/3047	TJH/TMB	14:06	20:17
2	29 February 2016	30527/3011	TMB/TJH	06:15	14:36
3	28 February 2016	Rgs/Siang	EMPL/TLS	14:00	22:00
4	27 February 2016	Rgs/Malam	EMPL/TLS	22:00	06:00
5	26 February 2016	30027/3041	TJH/TMB	09:06	16:48
6	25 February 2016	30727/3031	TMB/TJH	18:15	02:04
7	24 February 2016	Libur			
8	23 February 2016	30207/3059	TJH/TMB	21:34	04:23
9	22 February 2016	30507/3009	TMB/TJH	05:15	11:45
10	21 February 2016	Rgs/Siang	EMPL/TLS	14:00	22:00
11	20 February 2016	Rgs/Malam	EMPL/TLS	22:00	06:00
12	19 February 2016	30047/3043	TJH/TMB	10:00	18:01
13	18 February 2016	30747/3033	TMB/TJH	19:28	03:56
14	17 February 2016	IZIN PENTING			
15	16 February 2016				
16	15 February 2016				
17	14 February 2016	30387/3077	TJH/TMB	07:16	14:56
18	13 February 2016	DILINTAS			
19	12 February 2016	30687/3027	TMB/TJH	14:45	22:34
20	11 February 2016	LIBUR			
21	10 February 2016	30167/3055	TJH/TMB	18:02	02:05
22	9 February 2016	30467/3005	TMB/TJH	03:15	09:58
23	8 February 2016	Rgs/Pagi	EMPL/TLS	06:00	14:00
24	7 February 2016	Sedia KA/Pagi	EMPL/TLS	06:00	14:00
25	6 February 2016	30347/3073	TJH/TMB	05:24	13:14
26	5 February 2016	30647/3023	TMB/TJH	12:53	20:52
27	4 February 2016	LIBUR			
28	3 February 2016	30247/3063	TJH/TMB	23:30	06:18
29	2 February 2016	30547/3013	TMB/TJH	06:30	14:31
30	1 February 2016	30327/3071	TJH/TMB	04:56	12:57

## c. Masinis KA 3003

## 1) Data masinis

Umur	: 29 tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: SMK
Mulai Bekerja	: 1 Juni 2011
Pendidikan Fungsional	: DF 3 Masinis
Mulai dinas pada jabatan	: Agustus 2015
Pangkat	: Ptd.1 - II/B
Surat Tanda Kecakapan (Brevet)	: O62, 064

## 2) Hasil Wawancara

- Pada hari Senin tanggal 29 Februari 2016, Masinis dinas menjalankan dua KA yaitu KA 2044 lintas pelayanan St. Tanjung Enim Baru – St. Prabumulih dan KA 3003 lintas pelayanan St. Prabumulih – St. Tarahan.
- Saat menjalankan KA 3003, perjalanan dari St. Prabumulih hingga St. Peninjawan berlangsung aman. Pukul 10.15 WIB, KA 3003 berjalan langsung di St. Peninjawan.
- Di Km 261+0/9, ada indikasi rel gompal dan merasa adanya goyangan.
- Masinis mengurangi kecepatan dan melapor melalui radio lokomotif kepada PPKP "PK, di Km 261+0/9 mohon diyakinkan ada indikasi rel gompal". Laporan tersebut diterima oleh PPKP dengan dijawab "dicopy".
- Pada pukul 10.35 WIB, KA 3003 berjalan langsung di St. Lubukrukam.

## d. Pelaksana Pusdal Opka Divre III SS

## Hasil Wawancara

- Pada pukul 10:43 WIB 2016, mendapat laporan dari Masinis KA 3003 *\*ada rel gompel di Km 261+9/0\**. Saat itu posisi KA 3003 diketahui berada di petak jalan antara St. Peninjawan – St. Lubukrukam.
- Setelah mendapat info, dengan menggunakan radio PK memberitahu kepada PPKA Peninjawan dan menanyakan wilayah regu jalan rel di lokasi tersebut.  
Kemudian PPKA Peninjawan memastikan bahwa lokasi tersebut termasuk wilayah regu jalan rel Peninjawan. Pusdal Opka segera rnenginstruksikan PPKA Peninjawan agar regu JJ segera ke kilometer tersebut dan menginstruksikan PPKA Peninjawan agar menahan KA 57 di Peninjawan hingga didapat informasi lanjut dari Km.  
Pusdal Opka segera melaporkan ke PPKP di lintas tersebut.
- Pada jam 11.12 WIB, mendapat info dari PPKA Lubukrukam *"setelah diperiksa oleh mandor regu Peninjawan, tidak ditemukan rel gompel di Km 261+9/0"*.  
Pusdal Opka menanyakan ke PPKA Lubukrukam, apakah KA 3003 sudah masuk Lubukrukam dan dijawab PPKA Lubukrukam bahwa KA 3003 sudah masuk pada jam 10.35 dalam keadaan aman.



- Pusdal Opka kembali menghubungi PPKA Peninjauan untuk menerangkan keadaan dan menginfokan KA 57 agar diberangkatkan ke St. Lubukrukam.

e. PPKA St. Peninjauan

1) Data PPKA

Umur	: 25 tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: SLTA
Mulai Bekerja	: 2011
Pendidikan Fungsional	: L3
Mulai dinas pada jabatan	: 1 Agustus 2013
Pangkat	: Ptd.1 – II/b
Sertifikat Kecakapan	: PKA 230391.01548

2) Hasil Wawancara

- Berdinas sebagai PPKA Peninjauan mulai jam 20.00 – 04.00 WIB untuk melayani 11 KA.
- Pada pukul 01.47, KA 3027 masuk St. Peninjauan dan tunggu bersilang dengan KA 3006. KA 3027 diberangkatkan kembali pada pukul 01.58 WIB.
- Pada pukul 01.56, KA 3006 masuk St. Peninjauan dan berangkat kembali pukul 01.59.
- Pada pukul 01.59, KA 3027 masuk St Lubukrukam, lalu PPKA St Lubukrukam minta aman (buka blok) untuk KA 3008. Ybs memberi aman (blok aman).
- Pukul 02.25 WIB, KA 3008 diberangkatkan dari St. Lubukrukam.
- Pukul 02.45 menerima laporan dari PPKP III bahwa KA 3008 mengalami kecelakaan. Ybs segera menghubungi unit JJ.
- Setelah Unit JJ di lokasi kejadian dilaporkan bahwa 3 lokomotif dan 5 GB KKBW mengalami anjlok. Saat itu asisten masinis belum diketemukan namun masinis dalam keadaan selamat.
- Pada pukul 04.00, setelah jam dinas PPKA selesai dan dilakukan serah terima dinas dengan PPKA selanjutnya, ybs langsung menuju ke lokasi kecelakaan.

f. Kepala Urusan Jalan Rel (KAUR JR) III.2.10 Peninjauan

1) Data KAUR JR

Umur	: 39 Tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: SMK
Mulai Bekerja	: 2000
Pendidikan Fungsional	: DF4
Mulai dinas pada jabatan	: Agustus 2015
Pangkat	: PF – II/c
Sertifikat Kecakapan	: -

## 2) Hasil Wawancara

- Pada hari Selasa jam 03.02 WIB, ybs mendapat telepon dari PPJ yang bertugas di petak jalan antara Lubukrukam – Durian bahwa di Km 262+1/2 ada anjlokkan KA BBR 3008. Pada saat itu, ybs sedang beristirahat di Baturaja.
- Kaur JR langsung menghubungi Kasarker untuk segera ke lokasi kejadian bersama seluruh anggota regu.
- Setelah itu, ybs menghubungi OC untuk memberitahukan adanya anjlokkan di Km 262+1/2.
- Di lokasi kecelakaan, KS Talangbaru beserta regu yang sudah terlebih dahulu sampai berusaha untuk menyelamatkan asisten masinis yang masih terjepit di dalam lokomotif.
- Kaur JR memberikan keterangan tambahan:
- Berdasarkan penuturan Kasatker bahwa pada pukul 11.30 WIB sebelum kecelakaan, ada informasi indikasi rel gompal di Km 260+9/0. Setelah mendapat informasi tersebut, Kasatker langsung menuju lokasi untuk memeriksa. Namun tidak diketemukan indikasi rel gompal di Km tersebut dan kemudian Kasatker berjalan kaki di Km 259+8 s/d Km 262+4 dan tidak diketemukan pula indikasi rel gompal. Kasatker lalu melaporkan ke PPKA Peninjawan.

## g. Kepala Satuan Kerja (KASATKER) III.2.10 Peninjawan

## 1) Data KASATKER

Umur	: 42 tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: SMA
Mulai Bekerja	: 1 Agustus 2008
Pendidikan Fungsional	: Refreshing Kasatker Jalan Rel
Mulai dinas pada jabatan	: 1 Juni 2008
Pangkat	: Ptd-I – II/B
Sertifikat Kecakapan	: -

## 2) Hasil Wawancara

- Pada hari Senin tanggal 29 Februari 2016 pukul 11.33, mendapat laporan dari PPKA Peninjawan bahwa di Km 261+9/0 terdapat rel gompal (sesuai laporan dari Masinis KA 3003). Namun setelah diperiksa ke lokasi yang disebutkan tidak ditemukan adanya indikasi rel gompal.
- Kemudian oleh PPKA Peninjawan, KA diijinkan berjalan sesuai jadwal dengan KA S7 sebagai KA pertama yang melewati petak tersebut.
- Pada pukul 03.04, Kaur menginformasikan terjadi anjlokkan di Km 262+1/2, saat itu ybs berada di rumah.

- Tenaga regu ditugaskan untuk melihat akhiran rangkaian (Semboyan 21) dan mempersiapkan peralatan regu yang diperlukan untuk evakuasi asisten masinis dan penanganan kecelakaan. Ybs juga menghitung rangkaian serta mencatat nomor gerbong di rangkaian KA 3008.
- Lokomotif KA 3008 keluar dari jalan rel dengan posisi miring sedangkan lokomotif kedua, lokomotif ketiga dan 4 gerbong dalam keadaan anjlok. Diketahui pula bawah kondisi rel rusak akibat kecelakaan.

#### h. Petugas Pemeriksa Jalur

##### 1) Data Petugas Pemeriksa Jalur (atau Juru Pemeriksa Jalan/JPJ)

Umur	: 35 tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: SLTP
Mulai Bekerja	: 2009
Pendidikan Fungsional	: PPJ - 4
Mulai dinas pada jabatan	: 1 November 2013
Pangkat	: JR – I/c
Sertifikat Kecakapan	: -

##### 2) Hasil Wawancara

- Pada hari Senin tanggal 29 Februari 2016 , PPJ mendapatkan tugas untuk melakukan pemeriksaan jalan rel.
- Pada pukul 20.55, ybs lapor kepada PPKA Peninjauan untuk memulai tugas pemeriksaan ke arah St. Lubukrukam. Ybs tiba di St Lubukrukam pada pukul 22.47.
- Pada pukul 00.55, ybs berjalan kembali dari St. Lubukrukam dan tiba di St. Peninjauan pada pukul 03.50.
- Pelaksanaan tugas pemeriksaan jalan di petak jalan antara St. Peninjauan – St. Lubukrukam tersebut dilakukan dengan menggunakan sepeda motor hingga ke Km 265. Selain itu, ditambahkan bahwa tidak ada peralatan komunikasi radio untuk melaporkan apabila ditemukan adanya keadaan bahaya di lintas pemeriksaan.

#### i. Serifikasi Kompetensi Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian

KNKT tidak menemukan adanya sertifikasi Kompetensi dan Smart Card yang disyaratkan bagi setiap Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian sesuai Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 95 tahun 2010 tentang Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian.

### I.5.5 Regulasi dan SOP

#### a. Undang Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian

##### Pasal 48

- (1) Untuk keperluan pengoperasian dan perawatan, jalur kereta api umum dikelompokkan dalam beberapa kelas.

- (2) Pengelompokkan kelas jalur kereta api umum sebagaimana dimaksud pada ayat (1) didasarkan pada :
  - a. Kecepatan maksimum yang diizinkan;
  - b. Beban gandar maksimum yang diizinkan; dan
  - c. Frekuensi lalu lintas kereta api.
- b. Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian  
Pasal 65
  - (1) Untuk keperluan pengoperasian dan perawatan jalur kereta api dikelompokkan dalam beberapa kelas.
  - (2) Pengelompokkan kelas jalur kereta api didasarkan pada :
    - a. Kecepatan maksimum yang diizinkan;
    - b. Beban gandar maksimum yang diizinkan; dan
    - c. Frekuensi lalu lintas kereta api.
  - (3) Kelas jalur kereta api sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas 5 (lima) kelas.
  - (4) Pengelompokan kelas jalur sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diperuntukkan bagi kereta api kecepatan normal.
- c. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 95 Tahun 2010 tentang Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian  
Pasal 2
  - (1) Setiap penyelenggara prasarana perkeretaapian wajib melaksanakan perawatan prasarana untuk mempertahankan keandalan prasarana agar tetap laik operasi.
  - (2) Perawatan prasarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), harus dilaksanakan oleh tenaga yang memiliki kompetensi untuk melakukan Perawatan Prasarana Perkeretaapian.  
Pasal 3
  - (1) Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian, sebagaimana dimaksud dalam pasal 2, harus memiliki Sertifikat Kompetensi Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian.
  - (2) Sertifikat Kompetensi Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diperoleh setelah lulus pendidikan dan pelatihan yang dilaksanakan oleh lembaga pendidikan dan pelatihan yang telah terakreditasi.  
Pasal 11
  - (1) Pemegang Sertifikat Kompetensi Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian dalam melaksanakan tugas wajib:
    - a. Membawa tanda pengenal (*smart card*) sebagai Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian;
    - b. Melakukan perawatan prasarana perkeretaapian sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

- (2) Untuk menjaga kompetensi, tenaga perawatan prasarana perkeretaapian harus:
- a. Minimal dalam kurun waktu 2 (dua) tahun harus melakukan perawatan prasarana perkeretaapian; dan
  - b. Meningkatkan kemampuan sebagai Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian (dalam bentuk mengikuti pelatihan penyegaran, seminar atau lokakarya di bidang tugasnya minimal sekali dalam 2 (dua) tahun.
- d. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 93 Tahun 2010 tentang Tenaga Pemeriksaan Prasarana Perkeretaapian

Pasal 2

- (1) Setiap penyelenggara prasarana perkeretaapian wajib melaksanakan pemeriksaan prasarana yang dioperasikan untuk mengetahui kondisi dan fungsi prasarana perkeretaapian.
- (2) Pemeriksaan prasarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), harus dilaksanakan oleh tenaga yang memiliki kompetensi untuk melakukan Pemeriksaan Prasarana Perkeretaapian.

Pasal 3

- (1) Tenaga Pemeriksa Prasarana Perkeretaapian, sebagaimana dimaksud dalam pasal 2, harus memiliki Sertifikat Kompetensi Tenaga Pemeriksa Prasarana Perkeretaapian.
- (2) Sertifikat Kompetensi Tenaga Pemeriksa Prasarana Perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diperoleh setelah lulus pendidikan dan pelatihan yang dilaksanakan oleh lembaga pendidikan dan pelatihan yang telah terakreditasi.

Pasal 12

- (1) Pemegang Sertifikat Kompetensi Tenaga Pemeriksa Prasarana Perkeretaapian dalam melaksanakan tugas wajib:
    - a. Membawa tanda pengenal (*smart card*) sebagai Tenaga Pemeriksa Prasarana Perkeretaapian;
    - b. Melakukan perawatan prasarana perkeretaapian sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
  - (2) Untuk menjaga kompetensi, tenaga perawatan prasarana perkeretaapian harus:
    - a. Minimal dalam kurun waktu 2 (dua) tahun harus melakukan perawatan prasarana perkeretaapian; dan
    - b. Meningkatkan kemampuan sebagai Tenaga Pemeriksa Prasarana Perkeretaapian (dalam bentuk mengikuti pelatihan penyegaran, seminar atau lokakarya di bidang tugasnya minimal sekali dalam 2 (dua) tahun.
- e. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api

## Lampiran 1.5 Kelas Jalan Rel

## a. Lebar jalan rel untuk 1067

Tabel 13. Kelas Jalan Rel

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	v maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	> 20.10 <sup>6</sup>	120	18	R.60/R.54	Beton	Elastis Ganda	30	60
					60			
II	10.10 <sup>6</sup> - 20.10 <sup>6</sup>	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu	Elastis Ganda	30	50
					60			
III	5.10 <sup>6</sup> - 10.10 <sup>6</sup>	100	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja	Elastis Ganda	30	40
					60			
IV	2,5.10 <sup>6</sup> - 5.10 <sup>6</sup>	90	18	R.54/R.50/R.43	Beton/Kayu/Baja	Elastis Ganda/Tunggal	25	40
					60			
V	< 2,5.10 <sup>6</sup>	80	18	R.42	Kayu/Baja	Elastis Tunggal	25	35
					60			

## d. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 31 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Pemeriksaan Prasarana Perkeretaapian

## Pasal 17 ayat 1 dan 2

- i. Penyelenggara prasarana perkeretaapian wajib memberikan laporan hasil pelaksanaan kegiatan pemeriksaan prasarana perkeretaapian kepada Direktur Jenderal Perkeretaapian sekurang-kurangnya 1 (satu) tahun sekali.
- ii. Laporan pemeriksaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dievaluasi oleh Direktur Jenderal Perkeretaapian untuk digunakan sebagai data dukung dalam memberikan sertifikat uji berkala.

## e. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian

## Pasal 19 ayat 1 dan 2

- (1) Penyelenggara prasarana perkeretaapian wajib memberikan laporan hasil pelaksanaan kegiatan perawatan prasarana perkeretaapian kepada Direktur Jenderal Perkeretaapian sekurang-kurangnya 1 (satu) tahun sekali.
  - (2) Laporan perawatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dievaluasi oleh Direktur Jenderal Perkeretaapian untuk digunakan sebagai data dukung dalam memberikan sertifikat uji berkala.
- f. Dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian tidak mengatur tata cara penggantian atau perbaikan rel patah untuk mengembalikan fungsi dan kinerja jalur kereta api.

g. Perawatan Jalan Rel dan Jembatan Terencana (PERJANA)

**Buku 1:** Pengantar Sistem Perawatan Jalan Rel dan Jembatan

4.1 Perhitungan Siklus Perawatan Menyeluruh Jalan Rel Berdasarkan Beban Lintas

Perawatan jalan rel dimulai dengan menghitung siklus perawatan menyeluruh yang ditentukan berdasarkan beban lintas yang melewati suatu koridor dalam periode satu tahun (Daya Angkut Lintas).

Hasil perhitungan Daya Angkut Lintas suatu koridor menjadi acuan dalam penentuan kelas jalan dan selanjutnya dengan melihat tabel berikut dapat diperoleh siklus perawatan menyeluruh untuk koridor tersebut:

**Tabel 14.** Siklus Perawatan Menyeluruh Jalan Rel Berdasar Kelas Jalan

DAYA ANGKUT (juta ton/tahun)	GOLONGAN UIC	PEMBAGIAN KELAS JALAN PD 10		JALAN REL DENGAN JEMBATAN	
				KAYU	BETON
> 42.00	1	I		4 Tahun	6 Tahun
29.75 - 42.00	2				
17.50 - 29.75	3			II	
9.80 - 17.50	4				
4.90 - 9.80	5	III		6 Tahun	6 Tahun
2.45 - 4.90	6	IV		6 Tahun	6 Tahun
1.225 - 2.450	7	V		8 Tahun	10 Tahun
0.525 - 1.225	8				
< 0.525	9			Tanpa KA Penumpang	

**Buku 5C:** Rencana Perawatan Tahunan Fasilitas

b. MTT

Perhitungan frekuensi pemecokan MTT terdiri dari beberapa variable:

➤ Perhitungan passing tonnage dapat dilihat pada buku 1, passing tonnage dihitung untuk mengetahui kelas jalan/UIC

➤ Perhitungan faktor indeks

Faktor indeks memiliki 4 (empat) faktor penentu, yaitu:

- Jenis bantalan
- Jenis penambat
- Jenis sambungan rel
- Kondisi tanah dasar

➤ Perhitungan frekuensi pemecokan (F) km/jam

Setelah didapat kelas jalan/UIC dengan menggunakan perhitungan passing tonnage, maka dapat diketahui frekuensi pemecokan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F = 0,023 \times T^{0,3} \times v_{maks}^{0,5} \times (1+F_p)$$

Dimana:

- T = Passing tonnage (juta ton/tahun)
- Vmaks = kecepatan KA maksimum di lintas (km/jam)
- F<sub>p</sub> = total faktor indeks

### **Buku 6A:** Metode Kerja Perawatan Jalan Rel

#### 1.2. Langkah 2: Lakukan Perbaikan sementara

Sering terjadi rel tidak mungkin diganti dengan segera. Untuk sementara, pasang potongan rel dengan panjang minimum 4 m pada bagian yang putus. Jangan kurang dari 4 m untuk kebaikan jalan rel. potong bagian ujung rel putus sepanjang minimum 20 cm untuk memasang rel sementara 4 m.

Stasiun yang terdekat dari regu, harus mempunyai persediaan potongan rel sementara panjang 4 m untuk tiap jenis rel. potongan rel harus telah dilubangi pada ujung-ujungnya. Jangan memotong atau melubangi rel dengan memakai pemotong pijar. Pemotongan harus dilakukan dengan menggergaji rel dan dilubangi dengan mesin bor. Seluruh penggantian rel harus dikerjakan dengan memasang semboyan 3.

- h. Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Nomor: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013 Tentang Pelaporan Risiko Keselamatan Dalam Bentuk Daftar Risiko (*Risk Register*) dan Pembuatan Profil Risiko (*Risk Profile*) Daop/Divre di Lingkungan PT. KAI (Persero)
  1. Setiap satu bulan sekali senior manager/manager melaporkan kepada EVP/VP dan direksi PT. KAI (Persero) terkait serta ditembuskan kepada direktur keselamatan dan keamanan melalui email [pussel.she@kereta-api.co.id](mailto:pussel.she@kereta-api.co.id) sebagaimana bentuk pada lampiran 1 surat keputusan ini.
  2. Setiap semester EVP/VP Daop/Divre mengirimkan profil risiko (*risk profile*) Daop/Divre yang menjadi satu kesatuan yang tidak terpisahkan dengan laporan pada rapat executive committee sebagaimana bentuk pada lampiran 2 surat keputusan ini.
  3. Setiap satu tahun sekali EVP/VP Daop/Divre mengirimkan profil risiko (*risk profile*) Daop/Divre yang menjadi satu kesatuan yang tidak terpisahkan sebagai referensi penyusunan RKA.



Lampiran 1  
 SK Direksi No: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013  
 Daftar Risiko lembar 1 dari 3

LEMBAR KERJA DAFTAR RISIKO (RISK REGISTER)

Tanggal:

A. IDENTIFIKASI BAHAYA			B. KONTROL YANG ADA				C. PENILAIAN RISIKO				D. RENCANA TINDAK LANJUT			E. PENILAIAN RISIKO SETELAH TINDAK LANJUT				
(1) ID	BAHAYA		(1) PENJELASAN KONTROL	(2) REFERENSI	(3) EFEKTIVITAS			(4) POSISI PENANGGUNG JAWAB	(1) PENJELASAN RISIKO	(2) KEMUNGKINAN (LIKELIHOOD)	(3) AKIBAT	(4) NILAI RISIKO (C2+3)	(1) PENJELASAN RENCANA TINDAK LANJUT	(2) POSISI PENANGGUNG JAWAB	(3) TANGGAL SELESAI	(1) KEMUNGKINAN (LIKELIHOOD)	(2) AKIBAT	(3) NILAI RISIKO (E1+E2)
	(2) PENJELASAN	(3) PENYEBAB			T	S	R											

Lampiran 1  
 SK Direksi No: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013  
 Daftar Risiko lembar 2 dari 3

**METODE PENILAIAN RISIKO - TABEL KEMUNGKINAN**

Skor	Kemungkinan	Deskripsi	Frekuensi
6	Hampir pasti/sering terjadi	Kejadian sudah diperkirakan	Frekuensi lebih dari 5 kali per tahun
5	Kemungkinan besar/pernah terjadi sebelumnya	Kejadian ini mungkin terjadi	Frekuensi antara 3 - 5 kali per tahun
4	Mungkin/dapat terjadi	Kejadian ini mungkin terjadi di suatu waktu	Frekuensi antara 1 - 2 kali per tahun
3	Jarang	Kejadian ini mungkin saja terjadi	Frekuensi lebih dari satu kali tiap 2 tahun
2	Sangat jarang	Kejadian ini mungkin terjadi tetapi tidak sering	Frekuensi lebih dari 1 kali tiap 5 tahun
1	Secara praktik tidak mungkin	Kejadian ini hanya dapat terjadi pada kondisi yang eksepsional	Frekuensi lebih dari 1 kali tiap 10 tahun

**METODE PENILAIAN RISIKO - TABEL AKIBAT**

Skor	Rating	Keselamatan	Finansial	Operasional
6	Bencana	Kematian	Kerusakan atau kerugian materi mencapai lebih dari 1 milyar rupiah	Rintang jalan lebih dari 6 jam
5	Besar	Cacat tetap	Kerusakan atau kerugian materi antara 100 juta – 1 milyar rupiah	Rintang jalan antara 5 - 6 jam
4	Serius	Luka berat	Kerugian materi antara 50 juta – 100 juta rupiah	Rintang jalan antara 3 - 4 jam
3	Signifikan	Luka ringan	Kerugian materi antara 10 juta – 50 juta rupiah)	Rintang jalan antara 1 - 2 jam
2	Minor	Luka tanpa penanganan medis	Kerugian materi antara 5 juta – 10 juta rupiah	Rintang jalan kurang dari 1 jam
1	Tidak signifikan	Tidak ada korban luka, cacat, dan meninggal	Kerugian materi kurang dari 5 juta rupiah	Tidak mengakibatkan rintang jalan

Lampiran 1  
SK Direksi No: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013  
Daftar Risiko lembar 3 dari 3

**METODE PENILAIAN RISIKO - TINGKAT RISIKO**

	6	7	8	9	10	11	12
Kemungkinan	5	6	7	8	9	10	11
	4	5	6	7	8	9	10
	3	4	5	6	7	8	9
	2	3	4	5	6	7	8
	1	2	3	4	5	6	7
+	1	2	3	4	5	6	
	Akibat						

Skor	Tingkat Risiko	Penjelasan	Tindak Lanjut
11 - 12	Ekstrim	Operasi harus dihentikan dan kontrol lebih lanjut diperlukan sebelum kegiatan dilakukan	Setiap operasi atau aktivitas dengan kondisi ini tidak diijinkan tanpa adanya persetujuan tertulis dan tanda tangan dari Direksi
8 - 10	Tinggi	Membutuhkan rencana pengendalian risiko dengan pertanggungjawaban manajemen terhadap kontrol tersebut	Harus dievaluasi dan rencana kontrol risiko dilakukan serta diawasi oleh manajemen
5 - 7	Sedang	Dikelola melalui prosedur rutin dan dinilai ulang pada saat review daftar risiko setiap bulan	Dapat ditoleransi atau dalam batas kewajaran jika risiko telah dievaluasi dan dimonitor
2 - 4	Rendah	Tidak membutuhkan kontrol tambahan	Dapat diterima dan tidak ada penanganan yang diperlukan

Lampiran 1  
SK Direksi No: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013  
Daftar Risiko lembar 1 dari 1

CONTOH

LEMBAR KERJA DAFTAR RISIKO (RISK REGISTER)

Tanggal: 29 Agustus 2013

A. IDENTIFIKASI BAHAYA			B. KONTROL YANG ADA				C. PENILAIAN RISIKO				D. RENCANA TINDAK LANJUT			E. PENILAIAN RISIKO SETELAH TINDAK LANJUT						
(1) ID	BAHAYA		(1) PENJELASAN KONTROL	(2) REFERENSI	(3) EFEKTIVITAS			(4) POSISI PENANGGUNG JAWAB	(1) PENJELASAN RISIKO	(2) KEMUNGKINAN (LIKELIHOOD)	(3) AKIBAT	(4) NILAI RISIKO [C+H3]	(1) PENJELASAN RENCANA TINDAK LANJUT			(2) POSISI PENANGGUNG JAWAB	(3) TANGGAL SELESAI	(1) KEMUNGKINAN (LIKELIHOOD)	(2) AKIBAT	(3) NILAI RISIKO [E+H2]
	(2) PENJELASAN	(3) PENYEBAB			T	S	R						(1)	(2)	(3)					
R-03-01-001	Anjlogan di km 210+3/4	Rel spaten karena balas kurang	Melangsir balas	Perjana	V		Kares JR	Anjlogan di km 210+3/4 disebabkan oleh rel spaten karena balas kurang mengakibatkan korban jiwa, kerusakan sarana, kerusakan prasarana, dan rintang jalan. Anjlogan terjadi di jalur lurus pada lintas dengan puncak kecepatan 90 km/jam.	4	6	10	1. Pengadaan balas 2. Diklap identifikasi penanganan dan pencegahan rel spaten	Man JJ Kares JR, JMI JJ	Oktober 2013 Oktober 2013	1	6	7			

Mengetahui,  
VP Daop 3 Cn

Dibuat oleh,  
Man JJ Daop 3 Cn

.....  
NIPP.

.....  
NIPP.

Lampiran 2  
 SK Direksi No: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013  
 Profil Risiko lembar 1 dari 2

DAFTAR RISIKO KESELAMATAN  
 DAOP/DIVRE.....

Tanggal:

No	Risiko	Kemungkinan		Akibat		Tingkat Risiko	Prioritas Risiko
		Kemungkinan	Skor	Rating	Skor		
1	2	3	4	5	6	7(4+6)	8

Lampiran 2  
 SK Direksi No: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013  
 Profil Risiko lembar 2 dari 2

PETA RISIKO KESELAMATAN  
 DAOP/DIVRE.....

Kemungkinan		Distribusi Risiko					
		Tidak signifikan	Minor	Signifikan	Serius	Besar	Bencana
Kemungkinan	Hampir pasti/ Sering terjadi						
	Kemungkinan besar/ Pernah terjadi sebelumnya						
	Mungkin/ Dapat terjadi						
	Jarang						
	Sangat jarang						
	Secara praktik tidak mungkin						
		Tidak signifikan	Minor	Signifikan	Serius	Besar	Bencana

**Akibat**

Lampiran 2  
SK Direksi No: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013  
Profil Risiko lembar 1 dari 2

CONTOH

**DAFTAR RISIKO KESELAMATAN  
DAOP/DIVRE.....**

Tanggal:							
No	Risiko	Kemungkinan		Akibat		Tingkat Risiko	Prioritas Risiko
		Kemungkinan	Skor	Rating	Skor		
1	2	3	4	5	6	7(4+6)	8
1	Anjlogan di km 210+3/4 disebabkan oleh rel spaten karena balas kurang mengakibatkan korban jiwa, kerusakan sarana, kerusakan prasarana, dan rintang jalan. Anjlogan terjadi di jalur lurus pada lintas dengan puncak kecepatan 90 km/jam.	Mungkin/Dapat terjadi	4	Bencana	6	10	3
2	Anjlogan wesel 8 disebabkan oleh penguncian lidah wesel yang tidak sempurna mengakibatkan kerusakan sarana, kerusakan prasarana, dan rintang jalan. Anjlogan terjadi ketika kereta api akan memasuki jalur belok dengan kecepatan 30 km/jam.	Kemungkinan besar/Pernah terjadi sebelumnya	5	Serius	4	9	5
3	Anjlogan wesel 16 disebabkan oleh keringnya pelumasan pada center plate mengakibatkan kerusakan sarana, kerusakan prasarana, dan rintang jalan. Anjlogan terjadi di lengkung dengan kecepatan kereta api 50 km/jam.	Kemungkinan besar/Pernah terjadi sebelumnya	5	Besar	5	10	4
4	Tabrakan KA vs KA di empl Sta Rck disebabkan oleh PPKA mengutik penster saat terjadi gangguan blok mengakibatkan korban jiwa, kerusakan sarana, kerusakan prasarana, dan rintang jalan.	Kemungkinan besar/Pernah terjadi sebelumnya	5	Bencana	6	11	2
5	Tabrakan KA vs KA di empl Sta Smc disebabkan oleh masinis melanggar sinyal mengakibatkan korban jiwa, kerusakan sarana, kerusakan prasarana, dan rintang jalan.	Kemungkinan besar/Pernah terjadi sebelumnya	5	Bencana	6	11	1

**Gambar 16.** Lampiran SK Direksi PT.KAI (Persero) Tentang Pelaporan Risiko Keselamatan Dalam Bentuk Daftar Risiko dan Pembuatan Profil Risiko

- i. Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Nomor: KEP.U/LL.507/III/1/KA-2015 Tentang Penilaian *Level of Safety* (LoS) Pada Daop/Divre/ SubDivre di Lingkungan PT. KAI (Persero)
  - 1. *Level of Safety* merupakan metode untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada unit jalan rel dan jembatan, sintelis, sarana serta operasi yang dapat menampilkan tingkat keselamatan operasional kereta api (sintel, operasi, sarana dan JJ), maupun tingkat keselamatan secara keseluruhan untuk Daop/Divre/SubDivre.
  - 2. *Level of Safety* memiliki kriteria penilaian/*score* tingkat keselamatan sebagai berikut:

<b>Selamat</b>	:	1. 801 – 1000	<i>Excellent</i>	Hijau
			2. 601 – 800	<i>High</i>
<b>Tidak selamat</b>	:	3. 401 – 600	<i>Medium</i>	Orange
			4. 0 – 400	<i>Low</i>

- 3. Mekanisme penilaian *Level of Safety* adalah mengisi formulir *check list Level of Safety* sesuai dengan unit kerja dan lokasi masing-masing sebagaimana dijelaskan dalam lampiran.
- 4. EVP/ VP Daop/Divre/SubDivre membuat penilaian dengan melakukan pengisian *form check list* menggunakan aplikasi yang sudah disediakan oleh tim SHE yang dikirimkan kepada ketua *safety committee* daerah.

5. EVP/ VP Daop/Divre/SubDivre harus melaporkan penilaian *Level of Safety* secara periodik yang ditujukan kepada Direktur Keselamatan dan Keamanan paling lambat tanggal 5 (lima) setiap bulannya melalui email: [pussel.she@kereta-api.co.id](mailto:pussel.she@kereta-api.co.id).
6. EVP/ VP Daop/Divre/SubDivre harus melakukan peningkatan keselamatan apabila menemukan penilaian *Level of Safety* dengan nilai tidak selamat (orange dan merah) dan melakukan monitoring serta analisa *risk management* bersama dengan *safety committee* daerah.

Lampiran 1 SK Direksi No.: <u>KEP.U/LL.507/III/1/KA-2015</u>					
<b>FORM PENGISIAN LEVEL OF SAFETY STASIUN DI JALUR</b>					
TANGGAL :			<b>LoS</b>		
LOKASI :		<input type="button" value="Batal"/>	<input type="button" value="Input"/>	<input type="text" value="1000"/>	
JALUR :		JUMLAH JALUR <input type="text"/>			
PETUGAS :					
PEMERIKSA :					
NO	OBJEK YANG DIPERIKSA	SEHARUSNYA	KONDISI SAAT DIPERIKSA		CATATAN
1	KONDISI JALUR				
	a. Balas (rata dengan permukaan atas bantalan dan ada bahunya)	Cukup	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	b. Terdapat kecrotan (berjajar lebih dari 2 bantalan)	Tidak Ada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	c. Jarak bantalan beraturan	Ya	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	d. Bantalan pecah/lapuk/kropos berjajar lebih dari 2 batang	Tidak Ada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	e. Rel aus (a) / aus (e) lebih dari = 10 mm	Tidak Ada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	f. Las-lasan/rel retak dipasang plat sambung	Ya	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	g. Skilu melebihi toleransi sesuai kecepatan yang ditentukan	Tidak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	h. Baud sambung sesuai jumlah lubang dan kencang	4 (2ka+2ki)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	i. Batas ruang bebas terpenuhi	Ya	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	j. Ada celah rel lebih dari 5 cm / pasteuk	Tidak Ada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	k. Terdapat taspas sementara	Tidak Ada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	l. Drainase ada dan berfungsi	Ya	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Catatan Penting :</b>					

**Gambar 17.** Lampiran SK Direksi PT.KAI (Persero) Tentang Penilaian *Level of Safety*

- j. Instruksi Direksi PT. KAI (Persero) Nomor. 36/PS. 001/KA-2011 tanggal 28 Oktober 2011 tentang Peningkatan Kepedulian Pimpinan terhadap Pembinaan dan Pengawasan Pegawai.

Instruksi Direksi ditandatangani oleh Direktur Utama dan ditujukan kepada EVP/VP, Manajer, Seluruh jajaran Pimpinan terkait. Latar belakang terbitnya Instruksi Direksi tersebut adalah masih banyaknya pelanggaran tertib operasional KA dan rendahnya kepedulian pimpinan terhadap aspek keselamatan.

Adapun isi Instruksi Direksi adalah sebagai berikut :

- 1) Meningkatkan peran aktif pimpinan dalam peningkatan aspek keselamatan
  - 2) Pengawasan mutu pemeliharaan mutu Sarana dan Prasarana.
  - 3) Standar dan Mutu Suku Cadang Sarana dan Prasarana.
  - 4) Mutu dan kemampuan SDM melalui Diklat.
  - 5) Mengambil Tindakan Cepat dan Tepat bila terdapat penyimpangan dan mengganggu keselamatan operasi KA.
  - 6) Memberikan sanksi administratif dan hukuman jika tidak mematuhi SOP dan regulasi, jika tidak melapor PLH atau potensinya.
- k. Surat Direktur Keselamatan PT. KAI nomor. 507/III/3/KA-2012 tanggal 26 Maret 2012 perihal Upaya Pencegahan Kecelakaan, yang ditujukan kepada EVP/VP DAOP dan Divre.

Surat Direktur Keselamatan dan Keamanan PT.KAI (Persero) berisi sebagai berikut :

- 1) Memerintahkan manajer Operasi untuk meningkatkan pembinaan dan pengawasan bawahan.
- 2) Memerintahkan Junior Manajer Inspektur untuk meningkatkan pembinaan dan pengawasan para KAUP/pegawai.
- 3) Memerintahkan KAUP untuk meningkatkan pembinaan dan pengawasan seluruh pegawai.
- 4) Meyakinkan bahwa seluruh pegawai paham dan melaksanakan tugas sesuai regulasi.
- 5) Segera melaksanakan rekomendasi yang tercantum dalam buku review PL/PLH tahun 2011 dan rekomendasi pencegahan tahun 2012.
- 6) Melapor secara berkala dan berkelanjutan kepada Direktur Keselamatan.

#### **I.5.6. Manajemen dan Organisasi**

##### **a. Pemeriksaan hasil pengawasan**


- 1) Belum efektifnya fungsi pengawasan dari manajemen PT. KAI (Persero) terhadap penerapan SOP kerja pada petugas pemeriksa dan perawatan jalan dan jembatan saat melakukan kegiatan pemeriksaan dan perawatan jalur kereta api, hal ini ditunjukkan dengan masih ditemukannya pembuatan lubang baut untuk pelat sambung di badan rel dengan menggunakan las pijar.
- 2) Pemasangan pelat sambung pada rel patah melebihi batas waktu yang ditentukan dalam prosedur perbaikan sementara rel patah (tidak boleh lebih dari 2 minggu). Diketahui pelat sambung tersebut telah dipasang sejak bulan Desember 2014 dan masuk dalam daftar usulan pengelasan yang dibuat bulan Februari 2016.
- 3) Tidak adanya ketersediaan rel maupun pelat sambung di regu pemeliharaan dalam lingkup wilayah tertentu (satuan kerja) untuk menangani pemeliharaan darurat sehingga gangguan operasional dan keselamatan perjalanan kereta api dapat ditanggulangi.

- 4) Dari hasil wawancara tim KNKT, diketahui bahwa pemeriksaan sambungan dan pelat sambung hanya dilakukan secara visual tanpa pemeriksaan khusus terutama kondisi keausan pelat dan keretakan serta jarak siar antar rel. Peralatan yang digunakan hanya berupa peralatan untuk pengencangan baut (kunci) serta senter yang mana peralatan ini tidak memenuhi peralatan yang diharuskan ada bagi petugas perawatan sambungan sebagaimana dijelaskan dalam Perjana 2012.
  - 5) Tidak dijelaskannya standar keandalan dari perawatan berdasarkan kelas jalur kereta api sehingga tidak ada acuan/target dalam mempertahankan konsistensi hasil perawatan.
  - 6) Belum dilaksanakannya uji berkala dari jalur kereta api di wilayah III.2.10 Resort Peninjawan, Sub Divre III.2 (Divre IV) Tanjungkarang.
  - 7) Tenaga perawatan jalur kereta api di wilayah Sub Divre III.2 (Divre IV) Tanjungkarang belum memiliki *smart card* sebagai bukti telah memiliki sertifikat kompetensi tenaga perawatan prasarana perkeretaapian.
  - 8) Tidak dilakukannya audit keselamatan pengoperasian perkeretaapian oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian secara rutin tiap tahun di wilayah Sub Divre III.2 (Divre IV) Tanjungkarang.
  - 9) Tidak dilakukannya pengawasan pelaksanaan lasan thermit sebagaimana telah djabarkan dalam Buku Seri Perjana 2012 Seri 6A Metode Kerja Perawatan Jalan Rel Bagian 4 Pengelasan Thermit termasuk pemeriksaan hasil lasan thermit dengan menggunakan metode NDT (*Non Destructive Test*) antara lain dengan peralatan ultrasonik, serta dilakukan oleh personel yang bersertifikat (*certified personnel*).
- b. Pelaporan dan Hasil Evaluasi Pemeriksaan

Dari hasil investigasi Tim investigasi KNKT diketahui hal sebagai berikut:

- 1) Tidak dilaksanakannya Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Nomor: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013 Tentang Pelaporan Risiko Keselamatan Dalam Bentuk Daftar Risiko (*Risk Register*) dan Pembuatan Profil Risiko (*Risk Profile*) Daop/Divre di Lingkungan PT. KAI (Persero) dan Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Nomor: KEP.U/LL.507/III/1/KA-2015 Tentang Penilaian *Level of Safety* (LoS) Pada Daop/Divre/ SubDivre di Lingkungan PT. KAI (Persero) secara konsisten
- 2) Belum disusunnya standar kerusakan dan prosedur inspeksi jalan rel sebagai dasar untuk menentukan kondisi dan klasifikasi kerusakan jalan rel yang menjadi acuan dalam menentukan risiko keselamatan dan prioritas perawatan.
- 3) Tidak dilakukannya pelaporan kegiatan hasil pemeriksaan dan perawatan jalur kereta api dari penyelenggara perkeretaapian PT. Kereta Api Indonesia (Persero) yang ditujukan kepada Ditjen Perkeretaapian sebagaimana telah diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 31 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Pemeriksaan Prasarana Perkeretaapian dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian.

**Lampiran 1 Peraturan Menteri Perhubungan  
Nomor : PM. 31 Tahun 2011  
Tanggal : 25 FEBRUARI 2011**

Hari :		Tanggal :			
 Nama Instansi Pemeriksa <b>FORMULIR PEMERIKSAAN JALUR KA</b>					
Alasan Pemeriksaan Lokasi Waktu, Tgl Pemeriksaan Wilayah Kerja					
HASIL PEMERIKSAAN HARIAN JALUR KA					
NO	ITEM PEMERIKSAAN	ALAT	BATASAN		HASIL PEMERIKSAAN
			OPERASI DENGAN BATASAN	OPERASI DIBERHENTIKAN	
1	Pemeriksaan Geometri				
1.1	Pemeriksaan ruang bebas	Visual, Meteran		terdapat rintangan jalan	
1.2	Pemeriksaan Kelurusan, kerataan, dan kelandaian jalan rel	Visual, penggaris	2,5 mm/m ≤ skilu ≤ 5 mm/m	Skilu > 5 mm/m	
1.3	c. Pemeriksaan Sambungan	Visual, Kunci Inggris, penggaris	Sambungan retak, Baut hilang satu sisi atau hanya masing-masing sisi terdapat satu baut	Sambungan Patah, Pelat Sambung lepas/hilang	
1.4	d. Pemeriksaan Lebar Jalan KA	Visual, meteran		Diluar batas toleransi	
1.5	e. Pemeriksaan Lengkung	Visual, meteran	2,5 mm/m ≤ skilu ≤ 5 mm/m	Skilu > 5 mm/m	

(a)

NO	ITEM PERAWATAN	ALAT	FREKUENSI
1	Perawatan Geometri		
a.	Ruang Bebas	Meteran	1 hari
b.	Sambungan		
-	Penggencangan baut	Kunci Inggris	1 harian
-	Penggantian baut yang hilang	Kunci Inggris	30 harian
-	Pemeriksaan keretakan	Ultrasonic	30 harian
2	Perawatan Komponen Jalan Rel		
a.	Sistem Penambat		
-	pengencangan penambat yang kendur	Penpuller / hammer	7 harian
-	penggantian penambat hilang	Penpuller / hammer	30 harian

(b)

**Gambar 18.** (a) Formulir pemeriksaan harian jalan rel dalam PM 31 Tahun 2011  
(b) Perawatan harian jalan rel dalam PM 32 Tahun 2011

c. Pelaksanaan Audit Keselamatan di wilayah Sub Divre III.2/Divre IV Tanjungkarang

Audit keselamatan pengoperasian kereta api di wilayah Divre III Sumatera Selatan hanya dilakukan di tahun 2012, 2013 dan 2016. Khusus untuk audit yang dilakukan di tahun 2013, pelaksanaan audit lebih difokuskan pada sarana perkeretaapian dan fasilitas operasi. Sedangkan di tahun 2014 dan 2015 tidak dilaksanakan audit di wilayah Divre III Sumatera Selatan.



## I.6 PENELITIAN LABORATORIUM

Untuk mengetahui proses penyambungan yang dilakukan di lokasi patahnya rel, maka KNKT membawa spesimen rel patah tersebut ke Laboratorium Metalurgi dan Teknik Material, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB (Lampiran V.1 Hasil Penelitian di Laboratorium ITB).

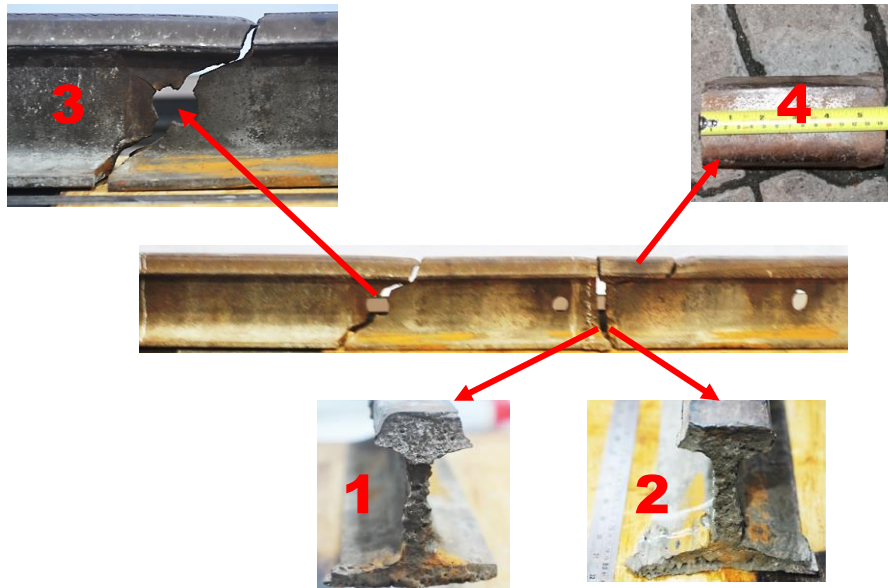
### I.6.1 Urutan kejadian

Pada awalnya rel disambung dengan menggunakan rel thermit. Kemudian karena pengoperasian kereta api di jalur maka terjadilah keausan rel sehingga diputuskan rel dibalik (rel sisi dalam diputar menjadi sisi luar sehingga diharapkan mengurangi kontak dengan flens roda/*wheel flange*).

Rel yang dibalik ini kemudian disambung kembali dengan cara dilas yang tidak menggunakan las thermit (las *electrode*). Hal ini teridentifikasi dengan komposisi bahan hasil lasan yang tidak konsisten dengan hasil lasan thermit.

Penyambungan dengan las yang tidak kuat ini kemudian patah kembali dan diperbaiki dengan menggunakan pelat sambung pada bulan Desember 2014.

Pembuatan lubang di badan rel untuk pemasangan pelat sambung menggunakan peralatan yang tidak sesuai.



**Gambar 19.** Patahan rel

### I.6.2 Hasil

1. Terbentuk awal retakan (*crack initiation*) pada tepi lubang kasar pada web rel
2. Penjalaran retakan (*crack propagation*)
3. Patah akhir (*total disintegration*) bersamaan dengan terjadinya patahan pada daerah lasan
4. Bagian patahan rel bergerak turun relatif terhadap rel pada kedua sisi dan berakibat deformasi plastis pada tepi kepada kedua sisi rel.

5. Bagian patahan rel tersangga *fish plate*, ditandai dengan bekas benturan pada bagian bawah kepala rel, bagian ini kemudian gompal.
6. Lubang baut untuk *fish plate*  
Lubang untuk baut *fish plate* dibuat dengan kualitas yang buruk sehingga mengakibatkan *stress concentration* yang kemudian menjadi awal retakan (*crack initiation*).
7. Sambungan las  
Logam lasan yang digunakan bukan elektroda yang seharusnya digunakan, melainkan logam yang diambil dari material rel. Penyambungan seharusnya dilakukan dengan elektroda las yang dispesifikasikan atau pengelasan dengan metode *thermite welding*.

## II. ANALISIS

Rel patah di Km 262+151 petak jalan antara Stasiun Lubukrukam – Stasiun Peninjawan, menjadi objek analisis anjlokkan KA 3008 pada tanggal 1 Maret 2016 yang mengakibatkan meninggalnya seorang awak kereta api. Fokus analisis ditujukan pada aspek teknis melalui penjelasan tentang proses dan mekanisme patahnya rel, aspek regulasi terkait keselamatan perkeretaapian dan perawatan prasarana perkeretaapian serta aspek manajemen dan organisasi penyelenggara prasarana perkeretaapian dan Pemerintah terkait dengan penerapan manajemen keselamatan.

### II.1 PROSES DAN MEKANISME PATAHNYA REL



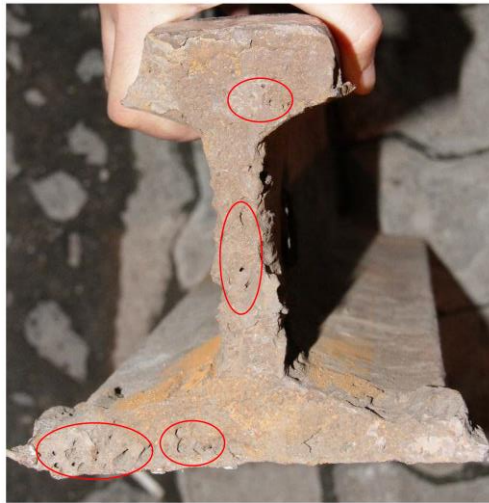
**Gambar 20.** Potongan patahan rel Km 262+151 petak jalan antara Sta. Lubuk rukam – Sta. Peninjawan

Di lokasi kejadian, tim investigasi menemukan terdapat sambungan rel melayang (*suspended rail joint*) di Km 262+151 petak jalan antara Sta. Lubuk rukam – Sta. Peninjawan yang awalnya disambung dengan pengelasan. Sambungan las ini kemudian patah sehingga dilakukan pemasangan pelat sambung pada bagian patahan tersebut. Untuk menangani rel patah pada sambungan las kemudian dilakukan perbaikan sementara dengan menggunakan pelat sambung yang dilakukan pada bulan Desember 2014. Sampai dengan terjadinya kecelakaan anjlokkan KA 3008 yang mengakibatkan meninggalnya asisten masinis KA 3008, tidak ada penggantian rel atau perbaikan pengelasan terhadap kondisi sambungan patah yang disambung dengan menggunakan pelat sambung. Analisis terhadap proses patahnya rel, dibagi menjadi dua tahapan, yaitu pada proses patahnya rel sebelum dipasang pelat sambung (daerah 1) dan setelah dilakukan pemasangan pelat sambung (daerah 2 dan daerah 3).

#### II.1.1 Rel Patah Sebelum Dipasang Pelat Sambung

Dari hasil penelitian struktur metalurgi terhadap spesimen rel yang patah di daerah 1, diketahui bahwa rel tersebut pernah dilakukan pengelasan thermit yang kemudian patah sebelum rel tersebut dibalik karena terdapat keausan pada bagian sisi samping dari kepala rel. Setelah rel dibalik, pada patahan sambungan las thermit dilakukan pengelasan kembali dengan metode pengelasan yang tidak menggunakan las thermit ataupun las elektroda, dimana hal ini teridentifikasi dengan komposisi bahan hasil lasan yang tidak konsisten dengan hasil lasan thermit. Pada permukaan patahan sambungan las banyak terbentuk porositas pada bagian badan rel (*rail web*) karena diskontinu geometri akibat dari pengelasan seperti porositas pada material pengisi (*filler*) sambungan.

Porositas yang terjadi pada bagian struktur yang di las merupakan cacat yang dapat terjadi akibat udara yang terperangkap pada saat proses pengelasan. Lubang udara yang terbentuk dapat disebabkan oleh minyak, air atau senyawa cair lainnya yang menempel pada bagian permukaan yang disambung. Kenaikan temperatur akibat proses pengelasan menyebabkan senyawa cair tersebut kemudian menguap dan meninggalkan rongga kosong berupa porositas pada bagian permukaan yang disambung. Selain itu porositas dapat terjadi akibat ikatan sambungan las yang lemah (*lack of metallurgical bonding fusion*) antara permukaan logam yang disambung (*base metal*) dengan material pengisi yang disebabkan oleh ketidakrataan permukaan sambungan las serta temperatur dari logam penyambung yang belum mencapai titik lebur. Porositas yang terbentuk pada permukaan sambungan las menjadi daerah konsentrasi tegangan (*stress concentration*) yang menyebabkan awal retak (*initial crack*) dan kemudian terjadi perambatan retak pada daerah ini akibat beban dinamik dari sarana perkeretaapian saat melewati sambungan yang pada akhirnya menjadi patah akhir. *Fatigue* yang menyebabkan retak awal merupakan fenomena permukaan struktur sedangkan perambatan retak (*crack propagation*) yang terjadi tergantung dari nilai faktor ketahanan patah dari struktur tersebut. Faktor ketahanan patah ditentukan oleh faktor geometri struktur dan panjang dari retak awal yang terjadi. Jika nilai faktor ketahanan patah yang terjadi pada struktur melebihi nilai faktor ketahanan patah kritisnya maka laju perambatan menjadi cepat sehingga mengakibatkan terjadinya patah akhir (*total disintegration*).



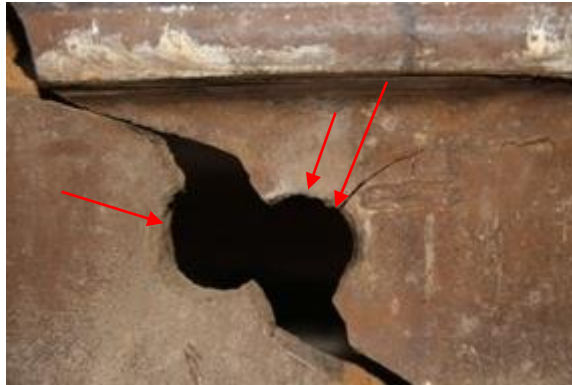
**Gambar 21.** Porositas yang terjadi pada permukaan sambungan las

### II.1.2 Rel Patah Setelah Dipasang Pelat Sambung

Perbaikan rel patah di daerah sambungan las (daerah 1), dilakukan dengan menggunakan pelat sambung (*fish plates*) sebagai pengikat antara dua bagian rel yang putus. Dari hasil penelitian, pemasangan pelat sambung ini tidak dilakukan berdasarkan prosedur pemasangan pelat sambung yang tidak sesuai dengan buku pedoman Perawatan Jalan Rel dan Jembatan Terencana (PERJANA) yang menjadi acuan penyelenggara prasarana perkeretaapian (PT. KAI) dalam melakukan perawatan jalan rel. Ketidaksihesuaian pemasangan pelat sambung ini menyebabkan terjadinya patah rel pada daerah 2 dan daerah 3. Proses patahnya rel yang terjadi pada tiap daerah tersebut dijelaskan pada bagian di bawah ini.

### II.1.2.1 Rel Patah di Daerah 2

Patahnya rel pada daerah 2 terjadi pada bentuk lingkaran lubang baut sambungan rel di badan rel yang tidak sempurna atau asimetris sehingga terdapat bentuk takikan (*notch*). Bentuk ini terjadi karena pengerjaan pembuatan lubang baut (*fish bolts*) di badan rel yang seharusnya menggunakan mesin bor tetapi pada praktiknya pembuatan lubang baut pada pelat sambung ini dilakukan dengan menggunakan las pijar/brander. Takikan yang terbentuk pada lubang baut ini kemudian menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan yang tinggi pada bagian takikan.



**Gambar 22.** Takikan pada lubang baut di badan rel

Konsentrasi tegangan yang tinggi pada takikan di lubang baut menjadi awal retakan (*initial crack*) yang berujung pada patah akhir. Secara mekanika dan metalurgi, pengerjaan permukaan lubang baut dengan menggunakan las pijar (*oxyfuel gas cutting*) dapat menyebabkan hal sebagai berikut:

1. Bentuk geometri lubang tidak sempurna sehingga menimbulkan konsentrasi tegangan pada bagian lubang di sudut radius yang paling kecil.
2. Proses pengerjaan ini dapat menyebabkan daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) di permukaan sekitar bentuk lubang, dimana pada daerah ini terjadi penurunan kekerasan material di zona yang terkena pengaruh panas.
3. Terjadinya tegangan sisa tarik (*residual tensile stress*) pada bagian permukaan lubang yang terkena panas setelah dingin. Tegangan tarik inilah yang menambah nilai konsentrasi tegangan yang sebelumnya sudah ada pada bentuk takikan lubang. Konsentrasi tegangan adalah titik yang terlemah jika terkena pembebanan pada struktur rel.

Patahan yang terjadi di lubang baut ini tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan secara bertahap setelah melewati tahap perambatan retak akibat siklus pembebanan struktur rel yang berulang-ulang dan *passing tonnage* yang tinggi. Patahan di lubang baut diawali dengan retakan berbentuk bintang pada lubang baut dan menjalar ke atas serta bawah (*vertical*) dengan sudut  $45^\circ$  hingga rel patah menjadi dua bagian. Hal ini terjadi karena tegangan geser maksimum dari rel terjadi pada bagian badan rel, sedangkan tegangan tarik maksimum dan tegangan tekan maksimum akibat momen tekuk (*bending moment*) terjadi pada permukaan atas kepala rel dan permukaan bawah kaki rel.

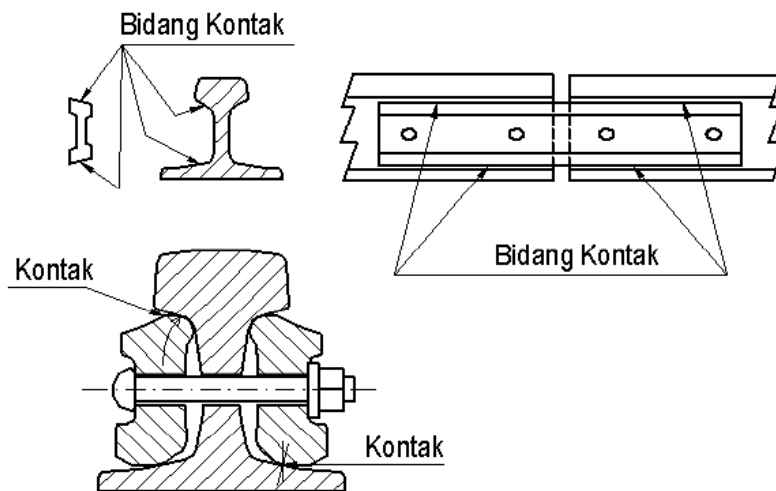
### II.1.2.2 Rel Patah di Daerah 3

Rel patah yang terjadi pada daerah 3 berada di bagian leher kepala rel yang terbentur oleh pelat sambung. Pelat sambung yang digunakan untuk penyambungan rel tipe R.54 hanya satu tipe yakni tipe Saturday dengan jumlah lubang baut sebanyak 6 baut (gambar 21). Berdasarkan kegunaannya pelat sambung merupakan komponen yang digunakan untuk mengikat dua bagian rel yang terpisah, dimana antara pelat sambung dengan rel terjadi kontak langsung di daerah permukaan miring dari pelat sambung (*fishing angle slope*) dengan permukaan miring kepala rel dan permukaan miring kaki rel (gambar 22). Baut yang digunakan pada pelat sambung berfungsi menghasilkan gaya jepit (*clamping force*) dari pelat sambung untuk mengikat kedua bagian rel yang terpisah baik pada arah vertikal maupun pada arah horizontal.



**Gambar 23.** Pelat sambung tipe Saturday untuk tipe rel UIC 54/R.54

Saat dilewati oleh beban dinamik sarana perkeretaapian pelat sambung akan meneruskan momen tekuk dan gaya geser (*shearing force*) dari satu bagian rel ke bagian rel lainnya. Posisi dan jumlah baut yang dipasang di pelat sambung menentukan besarnya gaya jepit dari pelat sambung dan kemampuan pelat sambung dalam mendistribusikan momen tekuk dan gaya geser. Kekuatan dari struktur pelat sambung tidak lebih dari 30% kekuatan struktur rel dalam menerima momen tekuk<sup>1</sup>.



**Gambar 24.** Pemasangan pelat sambung pada rel UIC54/R54

<sup>1</sup> Mudrey J.S., 2009, Railway Track Engineering 4<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill Education (India) Private Limited, New Delhi, India.

Dari hasil temuan investigasi ditemukan jumlah baut yang kurang terhadap pemasangan pelat sambung yang berjumlah 3 baut dari yang seharusnya berjumlah 6 baut untuk pelat sambung tipe Saturday.

Kurangnya jumlah baut menyebabkan gaya jepit dari pelat sambung berkurang sehingga kapasitas atau kemampuan pelat sambung dalam menahan momen tekuk menjadi berkurang. Selain itu, kesalahan dalam posisi pembuatan lubang baut dan pemasangan baut yang berada di lubang paling ujung pelat sambung dan satu baut yang terpasang di dekat bagian akhir rel menyebabkan bagian akhir rel lainnya yang tidak terpasang baut bersifat seperti *cantilever*, sehingga saat bagian akhir rel dilewati oleh sarana perkeretaapian, momen tekuk yang terjadi di bagian akhir kepala rel membentur permukaan miring pelat sambung akibat beban impact roda yang terjadi di sambungan, dimana defleksi terbesar dari rel akibat beban impact roda terjadi di bagian akhir dari rel.

Berdasarkan perhitungan tegangan geser dari struktur rel, terdapat transisi perubahan yang besar terhadap nilai tegangan geser dari kepala rel ke badan rel, dimana nilai tegangan geser di bagian bawah kepala rel dapat mencapai 90% dari nilai tegangan geser maksimum di sumbu netral rel. Tingginya nilai tegangan geser di bagian bawah kepala rel menjadi faktor peningkat tegangan (*stress riser*) pada struktur rel sehingga dapat menjadi penyebab awal kegagalan dari rel. Benturan yang berulang-ulang antara bagian bawah kepala rel dengan permukaan pelat sambung dapat menyebabkan terjadinya awal retakan (*crack initiation*) di bagian bawah kepala rel yang kemudian menjadi rambatan retak (*crack propagation*) dan pada akhirnya mengakibatkan terjadinya rel gompal.



**Gambar 25.** Konfigurasi pemasangan pelat sambung Km 262+151 petak jalan antara Sta. Lubuk rukam – Sta. Peninjawan

---

## II.2 FAKTOR PRASARANA YANG BERKONTRIBUSI TERHADAP PATAHNYA REL

---

Di lokasi kejadian selain rel patah, terdapat bahaya (*hazard*) terhadap kondisi komponen jalan rel lainnya seperti kurangnya volume ballast dan penggunaan bantalan beton yang pecah. Berdasarkan mekanisme kerjanya, bantalan beton merupakan komponen jalan rel yang berfungsi untuk memberikan tumpuan terhadap rel dan menjaga lebar, ketinggian dan alinemen dari jalan rel. Bantalan mendistribusikan beban atau gaya vertikal, lateral dan longitudinal dari permukaan kaki rel ke permukaan ballast. Sedangkan ballast berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan beban dari bantalan ke formasi luas permukaan yang lebih besar, memberikan elastisitas terhadap beban vertikal yang terjadi pada rel, memberikan stabilitas longitudinal dan lateral pada bantalan, sebagai drainase dan menjaga posisi bantalan agar tidak bergeser. Volume ballast yang kurang dan penggunaan bantalan pecah saat dilalui oleh beban dinamik roda sarana perkeretaapian yang melewati sambungan memperbesar defleksi/lendutan dan mempercepat terjadinya deformasi plastis yang terjadi di bagian akhir kepala rel sambungan karena berkurangnya kemampuan bantalan dan ballast dalam menyerap energi dampak dan getaran serta dalam mendistribusikan beban vertikal roda sarana perkeretaapian.

---

## II.3 TIPE TUMPUAN DI SAMBUNGAN REL

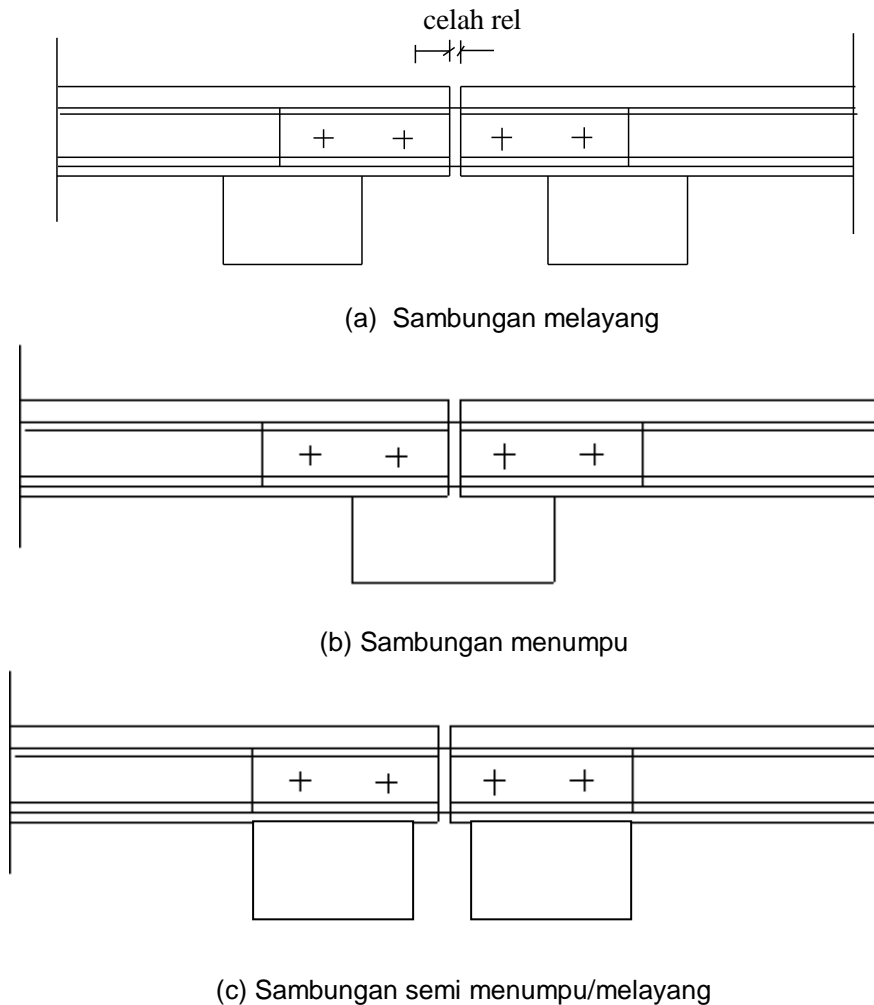
---

Berdasarkan jenis tipe tumpuan yang digunakan, sambungan rel di Indonesia terdiri dari tipe sambungan melayang (*suspended joint*) dan tipe sambungan menumpu (*supported joint*). Tiap jenis tipe sambungan memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, tipe sambungan melayang memberikan sifat elastisitas yang baik terhadap struktur jalan rel dengan gangguan yang lebih kecil terhadap gerak gelombang di rel tetapi tipe sambungan ini memerlukan perawatan yang lebih intensif khususnya terhadap pengencangan baut yang harus dilakukan secara berkala dan keausan pelat sambung yang lebih cepat karena getaran yang terjadi pada pelat sambung yang disebabkan oleh beban dinamik roda cenderung membuat sambungan menjadi longgar. Sedangkan kelebihan dari tipe sambungan menumpu adalah perawatan yang lebih minimum dibandingkan sambungan melayang tetapi sambungan ini dapat memperlambat kerja mesin pemotong dan menyebabkan deformasi plastis pada bagian akhir permukaan atas kepala rel di sambungan karena gaya reaksi yang besar di tumpuan akibat kurangnya sifat elastisitas sambungan. Untuk mengetahui tipe sambungan yang terbaik, dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Sisay Guta dan Daniel Tilahun yang berjudul "*Stress Analysis of Rail Joint under Wheel Load*"<sup>2</sup> diketahui bahwa tegangan von mises maksimum, tegangan tekuk maksimum dan tegangan geser maksimum yang terjadi di sambungan rel melayang lebih besar dibandingkan dengan sambungan tipe menumpu tetapi hasil perhitungan nilai tegangan yang lebih kecil diperoleh untuk tipe sambungan yang mendekati bantalan sehingga tipe sambungan semi menumpu/melayang dapat dijadikan solusi alternatif sambungan karena sambungan ini tetap memiliki sifat elastisitas dari sambungan melayang serta meminimalisasi tegangan tekuk dan tegangan geser yang terjadi pada bagian akhir rel di sambungan saat dilalui oleh sarana perkeretaapian.

---

<sup>2</sup> Sisay Guta. & Tilahun Daniel, 2016, *Stress Analysis of Rail Joint under Wheel Load*, IJSET Rail Conference, Vol.3 Issue 6, June 2016, ISSN (Online) 2348 – 7968, Impact Factor (2015) – 4.332.





**Gambar 26.** Tipe sambungan rel

## II.4 PELAPORAN DAN EVALUASI KESELAMATAN PERKERETAAPIAN

Dalam rangka peningkatan keselamatan pengoperasian perkeretaapian, PT. KAI (Persero) mengeluarkan 2 (dua) produk regulasi, yaitu Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Nomor: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013 Tentang Pelaporan Risiko Keselamatan Dalam Bentuk Daftar Risiko (Risk Register) dan Pembuatan Profil Risiko (Risk Profile) Daop/Divre di Lingkungan PT. KAI (Persero) dan Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) KEP.U/LL.507/III/1/KA-2015 Tentang Penilaian Level of Safety (LoS) Pada Daop/Divre/ SubDivre di Lingkungan PT. KAI (Persero). Tujuan dibuatnya kedua instruksi ini adalah sebagai bentuk evaluasi terhadap tingkat keselamatan pengoperasian perkeretaapian di tiap Daop/Divre. Daftar risiko/profil risiko dan LoS digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya atau risiko dalam pengoperasian perkeretaapian, dimana penilaian risiko dan objek yang diperiksa dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Hasil penilaian daftar risiko/profil risiko dan LoS kemudian dipetakan dalam bentuk kode warna hijau, kuning, orange dan merah sebagai indikator tingkat keselamatan operasional perkeretaapian. Dalam pembuatan daftar risiko Senior Manager/Manager di tiap Daop/Divre wajib melaporkan hasil penilaian daftar risiko setiap bulannya kepada EVP/VP dan Direksi PT.KAI (Persero) terkait dan tembusan ke Direktur Keselamatan dan Keamanan PT. KAI (Persero).

Tugas EVP/VP adalah melaporkan profil risiko ke Direksi PT. KAI (Persero) tiap 6 bulan sekali sebagai bagian yang tidak terpisahkan dalam laporan rapat *safety committee* dan tiap satu tahun sekali sebagai referensi dalam penyusunan RKA, serta melaporkan LoS ke Direktur Keselamatan dan Keamanan tiap bulannya.

Berdasarkan hasil temuan investigasi tim KNKT, diketahui di Subdivre III.2 Tanjungkarang (mulai bulan Mei 2016 menjadi Divre IV Tanjungkarang) belum pernah dilakukan pelaporan daftar risiko/profil risiko dan LoS sehingga kondisi prasarana, sarana dan operasi yang berisiko tinggi dan memerlukan tindakan perbaikan/keselamatan (*safety actions*) segera seringkali tidak mendapat prioritas utama, hal ini dapat dilihat dari kejadian kecelakaan KA 3008, dimana dalam laporan bulanan Resort III.2.10 Peninjauan di bulan Februari 2016 telah diusulkan untuk dilakukan pengelasan terhadap rel patah yang disambung dengan pelat sambung di km 262 +100/200, tetapi sebelum pengelasan sempat dilakukan telah terjadi kecelakaan fatal yang mengakibatkan meninggalnya seorang asisten masinis.

Tidak berjalannya pelaporan daftar risiko tiap bulannya yang dilakukan oleh senior manager/manager di tiap Daop/Divre dapat terjadi karena kesulitan yang dialami oleh senior manager/manager dalam menentukan tingkat risiko dalam lembar kerja daftar risiko. Untuk mengisi lembar kerja ini, tiap senior manager/manager Jalan Rel dan Jembatan di Daop/Divre mengandalkan laporan bulanan dari kepala Resort Jalan Rel dan Jembatan serta laporan hasil inspeksi *safety committee* yang dilakukan secara rutin, dimana dalam laporan tersebut tidak dijelaskan secara detail tentang klasifikasi tingkat kerusakan dari prasarana jalan rel beserta langkah perbaikannya, sehingga risiko dan prioritas tindakan yang harus dilakukan tidak dapat diketahui secara langsung.

**Tabel 15.** Tingkat kerusakan (sistem A,B,C dan S)<sup>3</sup>

Tingkat		Uraian	Langkah Perbaikan
A	AA	Sangat Berbahaya	Perbaikan Segera
	A1	Kritis	Tindakan Cepat
	A2	Sedikit Rusak	Perbaikan terjadwal
B		Hampir Kritis	Inspeksi Ekstensif
C		Berisiko	Perhatian Tetap
S		Aman (cukup)	Tanpa Tindakan

Untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat terlambatnya penanganan prasarana jalan rel yang berisiko tinggi terhadap keselamatan, maka penyusunan buku pedoman dan standar kerusakan jalan rel harus segera dilakukan. Dalam pedoman dan standar kerusakan jalan rel disertai dengan matriks yang berisi uraian dan fungsi tiap komponen jalan rel, tiap komponen jalan rel kemudian diuraikan jenis kerusakannya dan dari tiap jenis kerusakan tersebut dideskripsikan dengan rinci tentang kondisi kerusakan jalan rel yang dapat terlihat secara visual dengan klasifikasi tingkat kerusakannya. Agar pedoman dan standar kerusakan jalan rel dapat lebih mudah dipahami oleh petugas yang melakukan pengawasan, pemeriksaan dan perawatan jalan rel maka pedoman dan standar ini dapat dilengkapi dengan gambar/ilustrasi yang menjelaskan tiap jenis kerusakan dan kondisi kerusakan dari tiap jenis kerusakan komponen jalan rel.

<sup>3</sup> Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian

Model daftar risiko yang diadopsi terdiri dari 4 (empat) bagian, yaitu identifikasi bahaya, kontrol yang ada, penilaian risiko, rencana tindak lanjut dan penilaian risiko tidak lanjut yang merupakan metode dalam menentukan identifikasi risiko, penilaian risiko, pengendalian risiko dan tindakan perbaikan. Pada bagian identifikasi bahaya dari contoh lembar kerja daftar risiko, penggunaan kejadian kecelakaan anjlok dalam identifikasi bahaya tidak tepat, karena kecelakaan merupakan konsekuensi yang terjadi akibat adanya risiko, dimana semakin tinggi risiko maka semakin tinggi pula kecenderungan terjadinya kegagalan dan konsekuensi yang harus diterima. Dalam identifikasi bahaya seharusnya lebih ke kondisi bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Penggunaan kondisi bahaya dalam identifikasi risiko dan upaya pengendalian dalam memitigasi risiko agar tidak terjadi kecelakaan akan lebih baik karena bersifat preventif dibandingkan tindakan perbaikan yang dilakukan setelah kecelakaan yang bersifat korektif.

Selain tidak dilakukannya pelaporan daftar risiko/profil risiko dan LoS dalam lingkungan organisasi PT. KAI (Persero), dari hasil temuan investigasi diketahui bahwa PT. KAI (Persero) belum pernah melakukan pelaporan tahunan kegiatan pemeriksaan dan perawatan jalan rel di wilayah SubDivre III.2 Tanjungkarang kepada Direktur Jenderal Perkeretaapian sesuai dengan ketentuan dalam PM 31 Tahun 2011 dan PM 32 Tahun 2011. Tidak dilakukannya pelaporan tersebut menyebabkan Direktorat Jenderal Perkeretaapian sulit untuk mengevaluasi kelaikan operasi dari jalan rel dimana hasil evaluasi dari laporan kegiatan pemeriksaan dan perawatan jalan rel digunakan sebagai data dukung dalam memberikan sertifikat uji berkala. Saat kegiatan investigasi dilaksanakan, jalan rel di wilayah SubDivre III.2 Tanjungkarang belum memiliki sertifikat uji berkala.

## **II.5 MANAJEMEN PERAWATAN JALAN REL**

---

Perawatan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan kinerja dan keandalan suatu sistem sesuai dengan fungsi dari desain operasionalnya. Dalam perawatan, keandalan dari suatu sistem dalam pengoperasiannya adalah hal yang harus paling diperhatikan. Keandalan adalah nilai probabilitas dari suatu sistem untuk dapat terus beroperasi menjalankan fungsinya, dalam jangka waktu dan kondisi operasi tertentu tanpa mengalami kegagalan.

Berdasarkan data kondisi jalan rel di Subdivre III.2/Divre IV Tanjungkarang antara tahun 2015 – 2016 terjadi peningkatan drastis jumlah kejadian rel patah/rel cacat di tahun 2015 sebanyak 7 kejadian menjadi 482 kejadian di tahun 2016 (sampai dengan bulan November). Penurunan keandalan jalan rel tersebut dapat diketahui dari realisasi perawatan jalan rel di tahun 2016 yang tidak dapat mengatasi *backlog* perawatan tahun sebelumnya dan kondisi ini diperburuk dengan terjadinya penambahan kerusakan baru. Dengan semakin menurunnya keandalan dari jalan rel maka risiko terjadinya kecelakaan yang disebabkan jalan rel akan semakin tinggi.

Kegagalan dari sistem jalan rel bermula dari gagalnya satu diantara komponen pada sistem jalan rel yang menyebabkan turunnya keandalan dari keseluruhan sistem jalan rel. Sistem ini terdiri dari gabungan beberapa komponen seperti rel, pelat andas rel, penambat rel, bantalan dan batu ballast yang terhubung satu sama lain, dimana jika satu diantara komponen jalan rel mengalami kegagalan dalam meneruskan beban, maka akibat dari kegagalan komponen ini dapat menyebabkan komponen jalan rel lainnya menerima beban yang lebih besar. Jika beban yang diterima oleh suatu komponen jalan rel mencapai batas kekuatan materialnya maka komponen tersebut kemudian akhirnya mengalami kegagalan.

---

Efek berantai dari kegagalan yang terjadi pada tiap komponen jalan rel dalam suatu sistem mengakibatkan kegagalan pada keseluruhan sistem jalan rel. Kegagalan yang terjadi pada komponen dari suatu sistem jalan rel sangat bergantung dengan perlakuan dan tindakan yang dilakukan terhadap komponen jalan rel, dengan demikian peran dari manusia yang mendesain, membangun, mengoperasikan dan yang melakukan perawatan terhadap komponen – komponen dalam sistem tersebut sangat menentukan keandalan sistem. Dalam praktiknya kegagalan dalam pengoperasian suatu sistem jalan rel dapat disebabkan oleh faktor – faktor di bawah ini:

1. Kesalahan dalam mendesain suatu sistem (*Design Error*)

Kesalahan dalam desain suatu sistem jalan rel dalam suatu lintas/koridor umumnya terjadi karena hal sebagai berikut:

- a. Kesalahan dalam melakukan kajian kelayakan pembangunan (*feasibility study*) jalan rel terhadap beban operasi yang direncanakan atau kesalahan *assesment* terhadap kondisi lingkungan di sekitar lokasi pembangunan.
- b. Kesalahan pada saat penetapan desain akhir sistem (*Detail Engineered Design*) jalan rel.

2. Kesalahan saat proses pembuatan komponen (*Manufacture Error*)

Kesalahan ini umumnya berupa kerusakan/cacat yang terjadi pada komponen jalan rel pada saat proses produksi komponen jalan rel.

3. Kesalahan dalam pembangunan sistem (*Construction Error*)

Kesalahan yang terjadi saat pembagunan umumnya karena proses konstruksi tidak sesuai dengan DED atau menggunakan komponen yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan dalam DED.

4. Kesalahan dalam kebijakan/tindakan manajemen (*Management Error*)

Kesalahan yang dilakukan oleh suatu manajemen dalam suatu organisasi khususnya dalam pemeriksaan dan perawatan jalan rel umumnya terjadi karena hal sebagai berikut:

- a. Tidak melakukan kajian/evaluasi dan pertimbangan antara pengaruh pola dan beban operasional KA terhadap dampaknya dengan perawatan jalan rel sebelum menetapkan sistem operasional KA.
- b. Lemahnya pengawasan pimpinan dalam struktur organisasi terhadap pelaksanaan kegiatan pemeriksaan dan perawatan jalan rel.
- c. Kesalahan dalam penetapan strategi dan prosedur perawatan.
- d. Tidak melakukan/mengimplementasikan manajemen risiko.
- e. Kurangnya perhatian manajemen terhadap kualitas SDM dan peralatan untuk menunjang serta meningkatkan kualitas pemeriksaan dan perawatan jalan rel.

5. Kesalahan operator di lapangan (*Human Error*)

Kesalahan dalam melakukan kegiatan pengoperasian komponen jalan rel umumnya terjadi karena hal sebagai berikut:

- a. Kurangnya pengetahuan dan keterampilan SDM pemeriksa dan perawatan dalam melakukan perawatan jalan rel (*lack of competence*).
- b. Kesalahan dalam melakukan pengukuran.
- c. Kesalahan dalam melakukan prosedur pemeriksaan dan perawatan atau pemeriksaan dan perawatan yang dilakukan tidak sesuai prosedur.
- d. Kesalahan dalam mengartikan atau menginterpretasikan prosedur pemeriksaan dan perawatan.
- e. Kesalahan dalam menggunakan peralatan yang digunakan dalam kegiatan pemeriksaan dan perawatan.

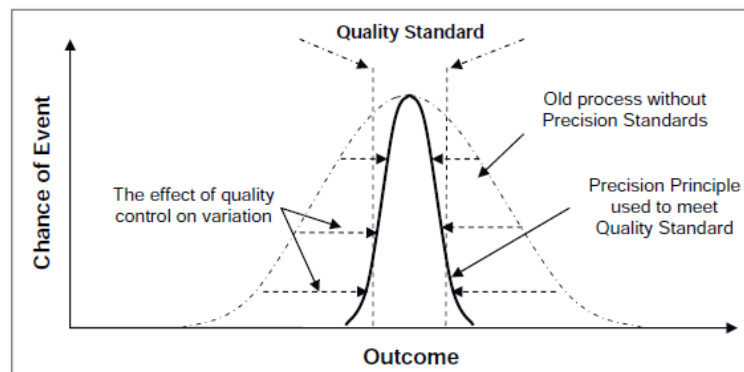
- f. Seringkali mengandalkan asumsi/perkiraan dalam melakukan kegiatan pemeriksaan dan perawatan.

Berdasarkan faktor – faktor tersebut di atas kesalahan tindakan manajemen dan kesalahan operator di lapangan menjadi faktor yang paling dominan dalam menentukan keandalan jalan rel. Dalam kejadian patahnya rel di Km 262 + 151 petak jalan antara Sta. Lubukrukam – Sta. Peninjawan, faktor kesalahan SDM yang berkontribusi pada kejadian ini disebabkan oleh ketidaktahuan petugas perawatan jalan rel terhadap dampak negatif dari proses pembuatan lubang baut pelat sambung di badan rel menggunakan las pijar dan pemasangan baut di pelat sambung dengan jumlah yang kurang, dimana proses dan cara pemasangan pelat sambung tersebut tidak sesuai dengan prosedur yang ada dalam PERJANA terkait dengan prosedur pemasangan pelat sambung.

Dari sisi keandalan perawatan, pengetahuan dan keterampilan SDM yang dimiliki oleh petugas dalam melakukan kegiatan perawatan pemeriksaan dan perawatan menentukan tinggi dan rendahnya nilai keandalan suatu perawatan, jika petugas pemeriksaan dan perawatan jalan rel di lapangan memahami betul prosedur kegiatan pemeriksaan dan perawatan yang dilakukan serta dapat mengidentifikasi kondisi – kondisi yang dapat menyebabkan kerusakan komponen jalan rel dan ciri – ciri awal kerusakan komponen jalan rel, maka risiko terjadinya kecelakaan yang disebabkan oleh jalan rel akan menurun, sehingga nilai keandalan perawatan jalan rel akan meningkat. Dengan demikian pelatihan diperlukan agar SDM pemeriksa dan perawatan memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai untuk melakukan kegiatan pemeriksaan dan perawatan jalan rel.

Pada praktiknya, meskipun tiap SDM pemeriksa dan perawatan telah diberikan pelatihan yang sama untuk melakukan kegiatan pemeriksaan dan perawatan jalan rel tetapi variasi kinerja tiap individu dapat berbeda saat melakukan pekerjaan. Variasi ini dapat disebabkan oleh kesalahan tiap individu dalam memahami prosedur kerja. Variasi yang terjadi pada kegiatan pemeriksaan dan perawatan membuat distribusi kualitas hasil perawatan tidak konsisten dan pada akhirnya akan menyebabkan keandalan perawatan menurun, oleh karena itu untuk mencegah terjadinya variasi dalam pelaksanaan kegiatan pemeriksaan dan perawatan diperlukan SOP yang memberikan penjelasan detail tentang tiap langkah pekerjaan secara berurutan, jenis peralatan yang digunakan untuk melakukan pekerjaan, uji ketepatan (*Test for Correctness*), sasaran (*Target*) dan toleransi (*Tolerances*) hasil kualitas pekerjaan yang ingin dicapai. SOP pemeriksaan dan perawatan jalan rel yang jelas, rinci, mudah dipahami dan tidak bersifat multi persepsi akan memberikan jaminan terhadap kualitas hasil perawatan yang terbaik.

4



**Gambar 27.** Pengaruh SOP dalam mengendalikan variasi kualitas pekerjaan

<sup>4</sup> Sondalini, Mike, 2009, Plant and Equipment Wellness: A Process for Exceptional Equipment Realibility and Maximum Life Cycle Profits, EA Books, Australia.

Kompetensi SDM, pembuatan SOP dan pengawasan terhadap kegiatan pemeriksaan dan perawatan merupakan kewenangan manajemen PT. KAI (Persero) yang mengoperasikan perkeretaapian, dimana kebijakan dan komitmen manajemen dalam menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan (SMK) sangat menentukan terhadap pencapaian tingkat keselamatan dengan risiko kecelakaan yang minimum. Dalam menetapkan suatu sistem dan pola pengoperasian perkeretaapian, manajemen PT. KAI (Persero) harus mempertimbangkan efek dari sistem dan pola tersebut terhadap kondisi prasarana dan sarana perkeretaapian yang dioperasikan, khususnya dalam hal manajemen perawatan.

Terkait dengan pengoperasian angkutan barang di wilayah Sumatera Selatan dan Lampung, pada awal tahun 2016 PT.KAI (Persero) melakukan perubahan operasional KA Babaranjang untuk mencapai target operasional pengangkutan batubara dengan menambah jumlah rangkaian gerbong dengan kapasitas muat 50 ton di KA Babaranjang yang semula berjumlah 40 rangkaian gerbong menjadi 60 gerbong. Tetapi penambahan jumlah rangkaian tersebut tidak disertai dengan evaluasi terhadap sistem perawatan jalan rel melainkan berdasarkan evaluasi terhadap kemampuan traksi lokomotif dalam menarik 60 gerbong rangkaian. Penambahan jumlah rangkaian ini tentu berpengaruh terhadap meningkatnya jumlah daya angkut lintas (*passing tonnage*) jalan rel di wilayah Sumatera Selatan dan Lampung dimana penambahan daya angkut lintas akan berpengaruh pada periode/siklus perawatan jalan rel.

Dalam PERJANA, daya angkut lintas menjadi dasar untuk penetapan siklus/periode perawatan jalan rel. Siklus perawatan menyeluruh ditentukan melalui klasifikasi/golongan UIC berdasarkan daya angkut lintas jalan rel dan jenis bantalan. Siklus pemecokan MTT ditentukan melalui formula/rumus frekuensi pemecokan dimana daya angkut lintas, kecepatan maksimum KA di lintas, jenis bantalan, jenis penambat, jenis sambungan rel dan kondisi tanah dasar menjadi inputan parameter untuk menentukan siklus pemecokan dalam setahun.

Dari hasil investigasi diketahui pada tahun 2015 tidak ada program pemecokan MTT di SubDivre III.2 Tanjungkarang. Realisasi pemecokan dilakukan berdasarkan kapasitas mesin MTT dalam melakukan pemecokan dan *window time* yang diperoleh mesin MTT untuk melakukan pemecokan. Dari data yang diperoleh, realisasi kinerja pemecokan MTT yang dilakukan hanya dapat memecok sepanjang 494,916 km rel atau 65% dari panjang total km rel di SubDivre III.2 Tanjungkarang yang mencapai 764.022 km rel di tahun 2015. Sisa dari jumlah km rel yang tidak dipekok kemudian menjadi *backlog* di tahun 2016, dimana kondisi *backlog* pemecokan dapat meningkatkan risiko terjadinya kegagalan komponen jalan rel terutama pada ballast yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan beban sarana perkeretaapian yang diterima oleh bantalan.

Selain itu, 3 unit mesin MTT yang beroperasi di SubDivre III.2 tidak diketahui wilayah kerja tiap mesin MTT dan kinerja dari tiap mesin tersebut tidak sama. Hal ini terlihat dari total kinerja mesin MTT 08 – 16 GS 2400 dan MTT 08 -16 GS 2491 yang jauh di bawah mesin MTT 09 – 16 CSM 3528. Tidak seimbangnyanya kinerja tiap mesin MTT menyebabkan tidak tercapainya target pemecokan jalan rel secara menyeluruh.

Untuk meningkatkan kualitas perawatan dan mencegah terjadinya *backlog* pemecokan jalan rel terkait dengan sistem dan pola pengoperasian KA di Subdivre III.2/Divre IV Tanjungkarang, maka manajemen PT.KAI (Persero) harus selalu memperhatikan daya angkut lintas, kecepatan maksimum KA di lintas, jenis bantalan, jenis penambat, jenis sambungan rel dan kondisi tanah dasar dalam penyusunan program pemecokan sesuai dengan acuan yang telah ditetapkan dalam PERJANA serta melakukan evaluasi terhadap *window time* perawatan dan kemampuan kinerja dari mesin MTT.

---

## **II.6 STANDAR KELAS JALAN REL SEBAGAI ACUAN PERAWATAN JALAN REL**

---

Dalam pasal 65 Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian telah diamanatkan bahwa untuk keperluan pengoperasian dan perawatan, jalur kereta api umum dikelompokkan dalam lima kelas jalur. Jaringan jalur kereta api di wilayah SubDivre III.2/Divre 4 Tanjungkarang adalah jaringan jalur kereta api nasional sehingga jalur kereta api tersebut ditetapkan oleh Menteri Perhubungan.

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api dan PERJANA tidak diperuntukkan dalam penetapan kelas jalur untuk tiap lintas jaringan jalur kereta api eksisting, dimana idealnya dalam penetapan jalur kereta api terdiri dari jaringan jalur kereta api sesuai dengan kelas jalur dan standar keandalan perawatan dari jalur yang dioperasikan. Seharusnya kriteria standar keandalan perawatan diatur dalam Peraturan Menteri Nomor: PM Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian. Penetapan kelas jalur tersebut di atas dimaksudkan sebagai acuan dalam penetapan keandalan perawatan jalur kereta api.

Standar keandalan merupakan kriteria yang ditetapkan untuk menjamin kinerja dari jalur sesuai dengan desain yang diinginkan dan dapat mempertahankan kinerja tersebut sampai dengan periode waktu perawatan yang diharapkan atau ditetapkan sesuai kelas jalurnya. Standar keandalan dapat berupa nilai TQI yang ditetapkan sebagai acuan dalam penetapan target dan konsistensi keandalan hasil perawatan jalur kereta api, sehingga efek yang diharapkan dari penetapan keandalan perawatan jalur kereta api adalah meningkatnya keselamatan perkeretaapian dengan berkurangnya *backlog* komponen jalan rel dan mencegah terjadinya kegagalan dari komponen jalan rel.

---

## III. KESIMPULAN

Berdasarkan data faktual dan analisis yang dilakukan dalam proses investigasi kecelakaan Anjlok KA 3008 di Km 262+100/200 Petak Jalan antara Stasiun Lubukrukam – Stasiun Peninjawan, Sumatera Selatan wilayah SubDivre III.2 Tanjung Karang (sekarang Divre IV Tanjung Karang) tanggal 1 Maret 2016, Komite Nasional Keselamatan Transportasi menyimpulkan bahwa:

### III.1 TEMUAN

---

Penyebab utama Anjlok KA 3008 adalah karena patahnya rel di Km 262+100/200 adalah karena penyambungan rel yang tidak sesuai dengan prosedur; penggunaan pelat sambung dan pelubangan baut pelat sambung yang tidak sesuai sehingga terbentuk awal retakan (*crack initiation*) pada tepi lubang kasar pada *web rail*, penjaralan retakan (*crack propagation*) hingga patah akhir (*total disintegration*) bersamaan dengan terjadinya patahan (gompal) dari bagian bawah kepala rel akibat benturan dengan *fish plate*.

Selain itu, Tim Investigasi kecelakaan KNKT menyimpulkan temuan lain yang turut menyebabkan terjadinya kecelakaan yakni:

1. Tidak lengkapnya jumlah baut yang terpasang di pelat sambung sebanyak 3 baut menyebabkan tekanan jepit dari pelat sambung berkurang sehingga terjadi gerakan pada rel yang kemudian membentur *fishplate*.
2. Porositas yang terbentuk pada permukaan sambungan las menjadi daerah konsentrasi tegangan (*stress concentration*) yang menyebabkan awal retak (*initial crack*) ketika sambungan dilewati oleh beban dinamik roda.
3. Kondisi jalan rel yang tidak baik (antara lain ballast kurang dan bantalan pecah) mengakibatkan terjadinya deformasi/lendutan yang besar sehingga mempercepat proses patahnya rel.
4. Tidak adanya ketersediaan rel maupun pelat sambung di regu pemeliharaan dalam lingkup wilayah tertentu (satuan kerja) untuk menangani pemeliharaan darurat
5. Tingginya *backlog* perawatan komponen jalan rel di Sub Divre III.2/Divre IV Tanjungkarang meningkatkan risiko kecelakaan akibat kegagalan komponen jalan rel.
6. Tidak dilakukannya evaluasi terhadap kondisi prasarana dan siklus perawatan jalur kereta api di Divre 3 Palembang dan Divre 4 Tanjungkarang setelah dioperasikannya KA Babaranjang 60 rangkaian gerbong dengan berat muat 50 ton.
7. Tidak dijelaskannya standar keandalan dari perawatan berdasarkan kelas jalur kereta api sehingga tidak ada acuan/target dalam mempertahankan konsistensi hasil perawatan.
8. Tidak dilakukannya pelaporan daftar risiko, profil risiko dan *Level of Safety* di SubDivre III.2/Divre IV Tanjungkarang untuk mengidentifikasi potensi bahaya atau risiko dalam pengoperasian perkeretaapian.



### **III.2 FAKTOR– FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI**

---

1. Tidak dilakukannya pelaporan hasil pemeriksaan dan perawatan jalur kereta api dari penyelenggara perkeretaapian PT. Kereta Api Indonesia (Persero) yang ditujukan kepada Ditjen Perkeretaapian sebagaimana telah diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 31 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Pemeriksaan Prasarana Perkeretaapian dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian.
2. Belum efektifnya fungsi pengawasan dari manajemen PT. Kereta Api Indonesia (Persero) terhadap penerapan SOP kerja pada petugas pemeriksa dan perawatan jalan dan jembatan saat melakukan kegiatan pemeriksaan dan perawatan jalur kereta api.
3. Belum dilaksanakannya uji pertama dan uji berkala dari jalur kereta api di wilayah III.2.10 Resort Peninjawan, Sub Divre III.2/Divre IV Tanjungkarang.
4. Tenaga perawatan jalur kereta api di wilayah Sub Divre III.2/Divre IV Tanjungkarang belum memiliki *smart card* sebagai bukti telah memiliki sertifikat kompetensi tenaga perawatan prasarana perkeretaapian.
5. Tidak dilakukannya audit keselamatan pengoperasian perkeretaapian oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian secara rutin tiap tahun di wilayah Sub Divre III.2/Divre IV Tanjungkarang.

## IV. REKOMENDASI

Berdasarkan temuan, analisis dan kesimpulan investigasi Anjlok KA 3008 di Km 262+100/200 Petak Jalan antara Stasiun Lubukrukam – Stasiun Peninjawan, Sumatera Selatan wilayah SubDivre III.2 Tanjung Karang (sekarang Divre IV Tanjung Karang) tanggal 1 Maret 2016, Komite Nasional Keselamatan Transportasi menyusun rekomendasi keselamatan agar kecelakaan serupa tidak terjadi di kemudian hari yang ditujukan kepada:

### IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN

---

1. Melaksanakan pengujian berkala terhadap jalur kereta api di wilayah Resort III.2.10 Peninjawan khususnya dan pengujian berkala pada jalur kereta api di wilayah Divre IV Tanjungkarang dan Divre III Palembang yang belum bersertifikat pada umumnya.
2. Meningkatkan pengawasan pelaksanaan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 95 Tahun 2010 tentang Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian melalui program sertifikasi, penerbitan Tanda Pengenal (Smart Card), bimbingan teknis, supervisi dan evaluasi kompetensi terhadap tenaga perawatan prasarana perkeretaapian khususnya di wilayah Divre III Palembang dan Divre IV Tanjungkarang.
3. Meningkatkan pengawasan pelaksanaan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 31 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Pemeriksaan Prasarana Perkeretaapian melalui program monitoring dan evaluasi laporan pemeriksaan prasarana perkeretaapian terutama laporan pemeriksaan sambungan dan tindak lanjutnya, program sertifikasi, penerbitan Tanda Pengenal (Smart Card), bimbingan teknis, supervisi dan evaluasi kompetensi terhadap tenaga perawatan prasarana perkeretaapian khususnya di wilayah Divre III Palembang dan Divre IV Tanjungkarang
4. Meningkatkan pengawasan pelaksanaan perawatan prasarana perkeretaapian dilakukan melalui program audit secara rutin, khususnya untuk organisasi dan manajemen perawatan prasarana perkeretaapian di PT. Kereta Api Indonesia (Persero) di Divre III Sumatera Selatan (sekarang Divre IV Tanjung Karang).
5. Merevisi Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian terutama penjelasan mengenai perbaikan untuk mengembalikan fungsi jalur yang disebabkan oleh rel patah.
6. Membuat Rancangan Peraturan Menteri Perhubungan tentang Penetapan Kelas Jalur Kereta Api, untuk menetapkan kelas jalur pada jaringan jalur kereta api eksisting di tiap lintas jalur kereta api di Indonesia dan menetapkan standar keandalan perawatan pada jalur kereta api sebagai acuan dalam target dan konsistensi hasil perawatan.

---

## IV.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)

---

1. Melakukan kajian teknis mengenai dampak pengoperasian KA babaranjang dengan 60 rangkaian gerbong batubara isi 50 ton terhadap kondisi, siklus perawatan, *window time* perawatan, kemampuan SDM dan mesin perawatan jalan rel di wilayah Divre III Palembang dan Divre IV Tanjungkarang.
2. Menerapkan pembuatan daftar risiko dan profil risiko serta Level of Safety secara rutin di Divre IV Tanjungkarang sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan dalam Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Tentang Pelaporan Risiko Keselamatan Dalam Bentuk Daftar Risiko (Risk Register) dan Pembuatan Profil Risiko (Risk Profile) Daop/Divre di Lingkungan PT. KAI (Persero) dan Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Tentang Penilaian Level of Safety (LoS) Pada Daop/Divre/ SubDivre di Lingkungan PT. KAI (Persero)
3. Menyusun pedoman standar kerusakan jalan rel yang terdiri dari deskripsi kerusakan, tingkat kerusakan dan prioritas perawatan yang harus dilakukan.
4. Melakukan pelatihan terhadap tenaga pemeriksa dan perawatan jalur kereta api khususnya dalam pemahaman dan penerapan pedoman perawatan jalan rel
5. Memastikan ketersediaan rel maupun pelat sambung di regu pemeliharaan dalam lingkup wilayah tertentu (satuan kerja) untuk menangani pemeliharaan darurat.
6. Memastikan bahwa pembuatan lubang pada badan rel (*rail web*) untuk baut pelat sambung harus dilakukan dengan menggunakan mesin pembuat lubang rel (*rail drilling machine*) dan tidak diperbolehkan menggunakan las pijar (*oxyfuel cutting*) dalam pembuatan lubang baut pada badan rel.
7. Memastikan prosedur pemasangan dan pengencangan baut pelat sambung sesuai dengan ketentuan yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian dan Perawatan Jalan Rel Terencana (PERJANA).
8. Menambahkan *ballast* sesuai ketentuan dan persyaratan teknis yang berlaku.
9. Melaksanakan pengelasan sambungan rel sesuai dengan metode pengelasan yang tepat (sebagaimana telah dijabarkan dalam Buku Seri Perjana 2012 Seri 6A Metode Kerja Perawatan Jalan Rel Bagian 4 Pengelasan Thermis) dan dikerjakan oleh personil yang memiliki kompetensi di bidang pengelasan yang dibuktikan dengan sertifikat.
10. Melaksanakan perawatan berkala terhadap sambungan rel sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 32 Tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian.
11. Menyediakan Sumber Daya Manusia untuk pelaksanaan *Non destructive Test* (NDT) terhadap hasil pengelasan yang memiliki kompetensi dan sertifikat sesuai standar praktis yang berlaku.

## V. SAFETY ACTIONS

Tidak ada tanggapan terkait *safety actions* terhadap kecelakaan anjlokkan KA 3008 di Km 262 +.100/200 petak jalan antara Stasiun Lubukrukam – Stasiun Peninjawan tanggal 1 Maret 2016 di wilayah Divre IV Tanjung Karang, Propinsi Sumatera Selatan.

# VI. LAMPIRAN

## VI.1 HASIL PENELITIAN DI LABORATORIUM ITB

Untuk mengetahui proses penyambungan yang dilakukan di lokasi patahnya rel, maka KNKT membawa specimen rel patah tersebut ke Laboratorium Metalurgi dan Teknik Material, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB.

### Latar belakang



1. Bagian rel yang patah ditunjukkan pada gambar di atas.
2. Bagian rel tersebut sebelumnya dilas pada saat “pembalikan rel”.
3. Kemudian pada tahun 2014 bagian yang dilas ditemukan retak dibagian atas hingga separuh rel.
4. Rel patah di KM 262 + 151, lintasan yang sering dilewati KA Babaranjang.
5. Rel yang retak “diperkuat” dengan cara memasang fish plate dengan tiga baut (*fishplate* dan tiga baut pengikatnya tidak dikirimkan ke Lab. MTM).

### Analisis

1. Kronologi terjadinya patahan
  - a. Terbentuk awal retakan (*crack initiation*) pada tepi lubang kasar pada web rel
  - b. Penjalaran retakan (*crack propagation*)
  - c. Patah akhir (*total disintegration*) bersamaan dengan terjadinya patahan pada daerah lasan
  - d. Bagian patahan rel bergerak turun relatif terhadap rel pada kedua sisi dan berakibat deformasi plastis pada tepi kepada kedua sisi rel.
  - e. Bagian patahan rel tersangga fish plate, ditandai dengan bekas benturan pada bagian bawah kepala rel, bagian ini kemudian gompal.

Catatan: Setelah patah dan gompal, kereta masih melewatinya dan akhirnya terjadi PLH berupa anjloknya dua lokomotif dan tergulingnya satu lokomotif
2. Lubang baut untuk *fish plate*  
Lubang untuk baut *fish plate* dibuat dengan kualitas yang buruk sehingga mengakibatkan *stress concentration* yang kemudian menjadi awal retakan (*crack initiation*)
3. Sambungan las  
Sambungan lasan untuk menyambung rel, dari aspek metalurgi, merupakan lasan yang janggal dan tidak lazim dilakukan:
  - a. Logam lasan yang digunakan bukan elektroda yang seharusnya digunakan, melainkan logam yang diambil dari material rel.
  - b. Penyambungan seharusnya dilakukan dengan elektroda las yang dispesifikasikan atau pengelasan dengan metode *thermite welding*.



# ANALISIS PATAHAN REL

Prof Dr Ir Mardjono Siswosuwarno  
Dr Ir Arif Basuki

Laboratorium Metalurgi dan Teknik Material (LMTM)  
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara (FTMD)  
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG (ITB)

**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI (KNKT)**

April 2016

## INFORMASI TENTANG REL



Bagian rel yang patah ditunjukkan pada gambar .  
Bagian rel tersebut sebelumnya dilas pada saat "pembalikan rel".

Kemudian pada tahun 2014 bagian yang dilas ditemukan retak dibagian atas hingga separuh rel.  
Rel patah di KM 262 + 151, lintasan yang sering dilewati KA Babaranjang.

Rel yang retak "diperkuat" dengan cara memasang fish plate dengan tiga baut.  
(Fish plate dan tiga baut pengikatnya tidak dikirimkan ke Lab. MTM)

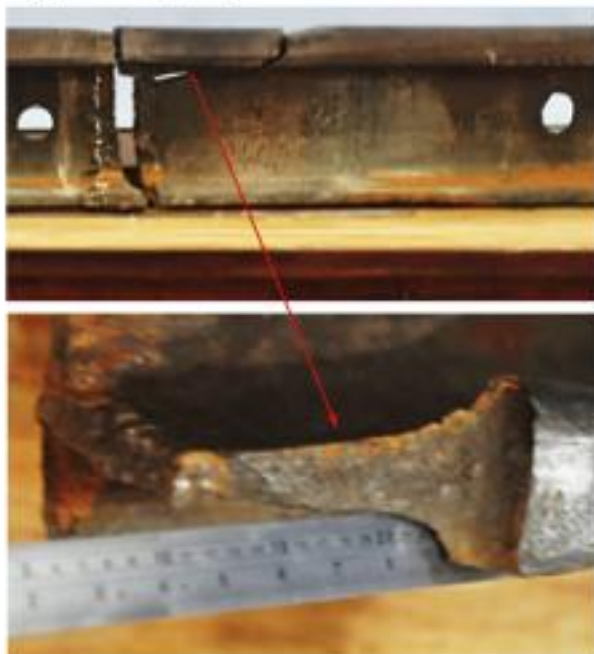
### TUJUAN ANALISIS



**Mengetahui penyebab kegagalan**  
**Menyusun Safety Recommendation**  
**untuk mencegah kegagalan serupa**

### OBSERVASI

bagian rel gompal



**OBSERVASI**

**keausan pada sisi kepala rel akibat gesekan dengan flens roda**



**OBSERVASI**

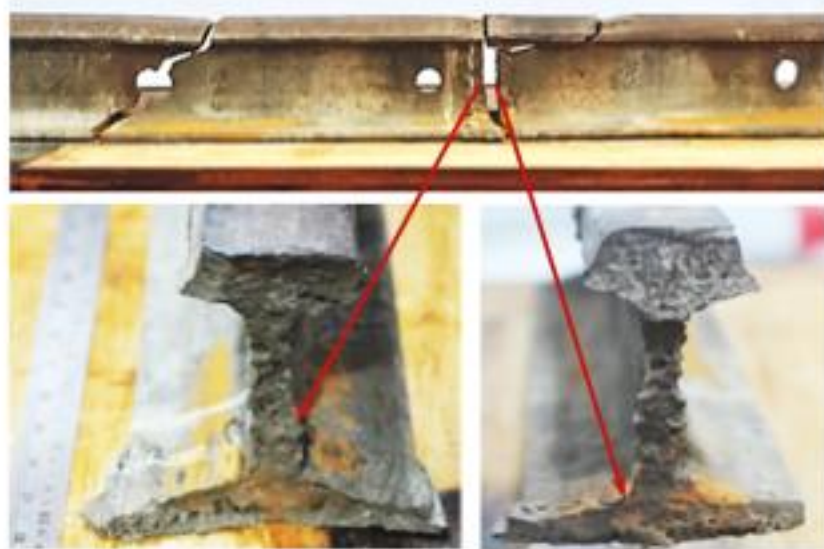
**permukaan kepala rel mengalami deformasi plastis dan berakibat pada kenaikan kekerasan (*strain hardening*)**





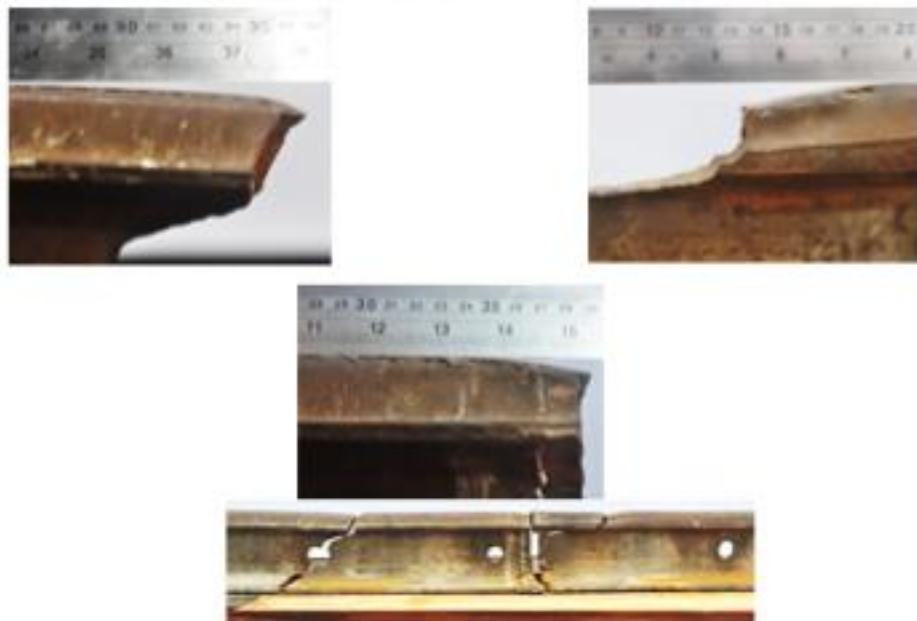
**OBSERVASI**

**Patahan pada lasan**



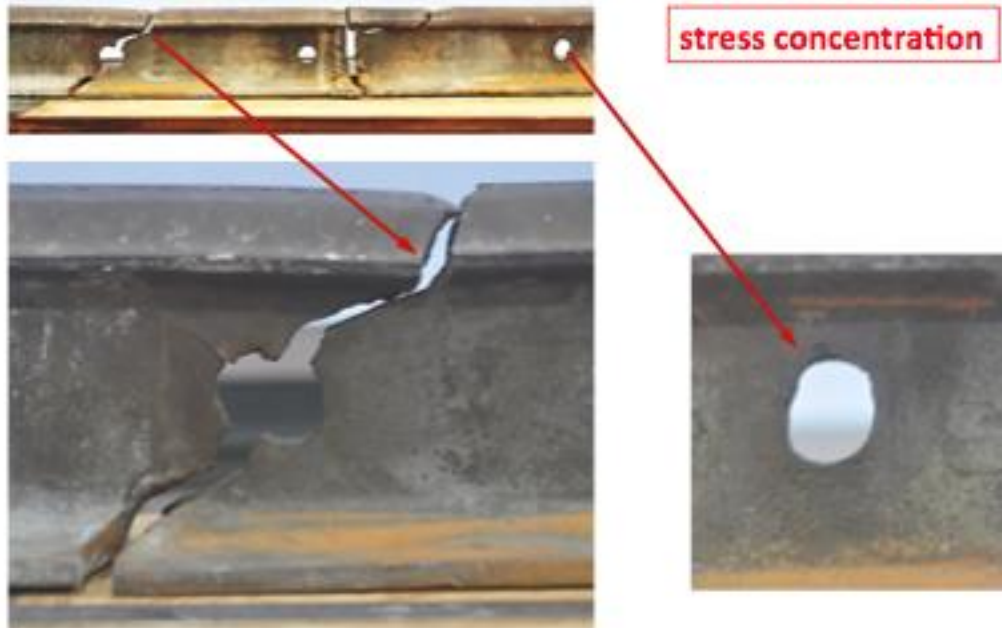
**OBSERVASI**

**Deformasi plastis pada kepala rel**



**OBSERVASI**

Retak *fatigue* berawal dari tepi lubang yang kasar



**OBSERVASI**

Retak *fatigue* pada web: warna gelap terjadi lebih dahulu retak



**OBSERVASI**

**Retak *fatigue* berawal dari tepi lubang yang kasar**



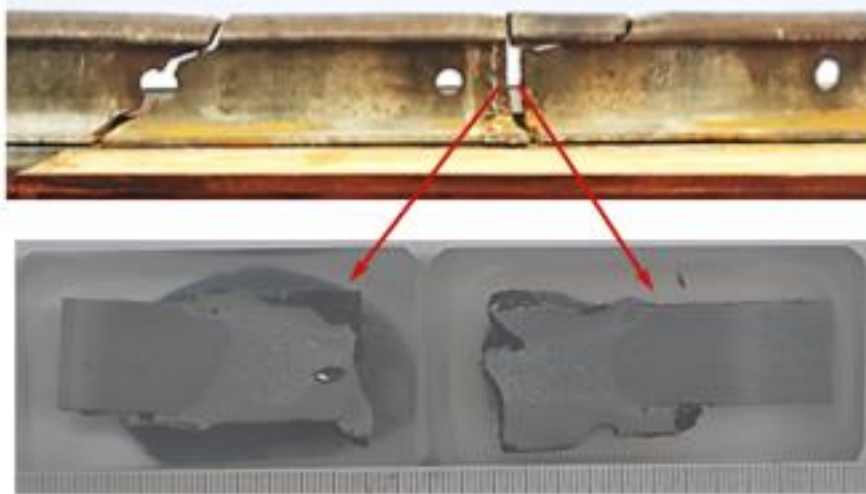
**OBSERVASI**

**Porosity banyak dan besar, lack of fusion (metallurgical bonding)**



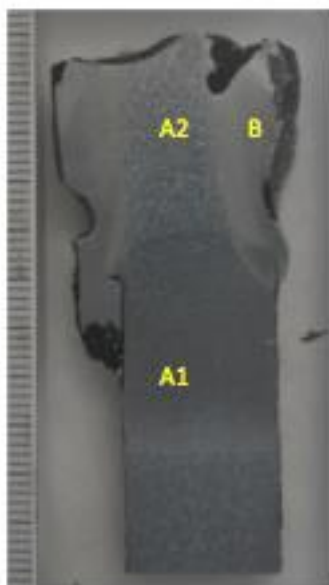
**OBSERVASI**

**Porosity banyak dan besar, lack of fusion (metallurgical bonding)**



**OBSERVASI**

**Komposisi kimia & kekerasan**



**Komposisi Kimia (%w)**

	A	B
C	0,51	0,75
Si	0.54	0.18
Mn	0,62	0,93
P	0,01	0,01
S	0.01	0.01

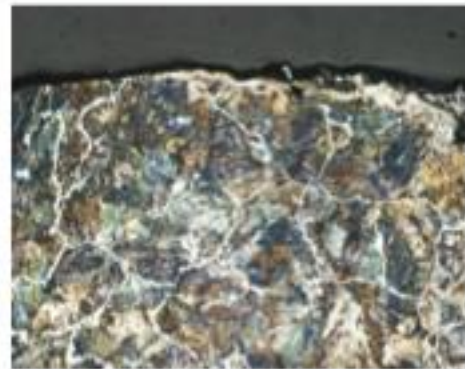
**bukan thermite welding**

**Kekerasan micro-Vickers (VHN)**

A1	272-276
A2	251-263
B	234-263

**OBSERVASI**

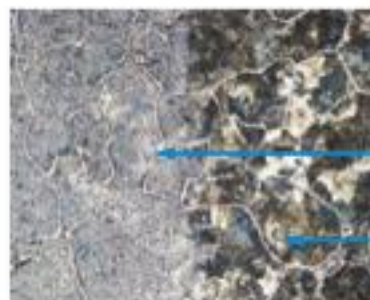
**Mikrostruktur rel web**



**Perlit dikelilingi ferit pada batas butir**

**OBSERVASI**

**Mikrostruktur rel web & lasan**



**Perlit dikelilingi ferit pada batas butir**

**Terpengaruh panas**

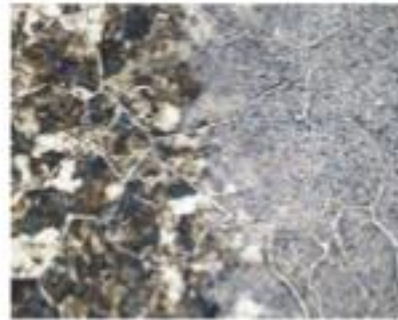
**Tidak terpengaruh panas**



**Mikrostruktur lasan; Perlit & ferit dengan ukuran butir kecil**

**OBSERVASI**

**Mikrostruktur rel web & lasan**



**OBSERVASI**

**Mikrostruktur rel web & lasan**



**lasan**



**rel web**

**OBSERVASI**

**Mikrostruktur rel web & lasan**



lasan



rel web

**OBSERVASI**

**Mikrostruktur rel web & lasan**



## OBSERVASI

### Mikrostruktur rel web & lasan



## ANALISIS

### Kronologi terjadinya patahan

1. Terbentuk awal retakan (*crack initiation*) pada tepi lubang kasar pada web rel
2. Penjalaran retakan (*crack propagation*)
3. Patah akhir (*total disintegration*) bersamaan dengan terjadinya patahan pada daerah lasan
4. Bagian patahan rel bergerak turun relatif terhadap rel pada kedua sisi dan berakibat deformasi plastis pada tepi kepada kedua sisi rel.
5. Bagian patahan rel tersangga *fish plate*, ditandai dengan bekas benturan pada bagian bawah kepala rel, bagian ini kemudian gompal.

### Catatan

Setelah patah dan gompal, kereta masih melewatinya dan akhirnya terjadi PLH berupa anjloknya dua lokomotif dan tergulingnya satu lokomotif.



## ANALISIS

### Lubang baut untuk *fish plate*

Lubang untuk baut *fish plate* dibuat dengan kualitas yang buruk sehingga mengakibatkan *stress concentration* yang kemudian menjadi awal retakan (*crack initiation*)

### Sambungan las

Sambungan lasan untuk menyambung rel, dari aspek metalurgi, merupakan lasan yang janggal dan tidak lazim dilakukan:

1. Logam lasan yang digunakan bukan elektroda yang seharusnya digunakan, melainkan logam yang diambil dari material rel.
2. Penyambungan seharusnya dilakukan dengan elektroda las yang dispesifikasikan atau pengelasan dengan metode *thermite welding*.

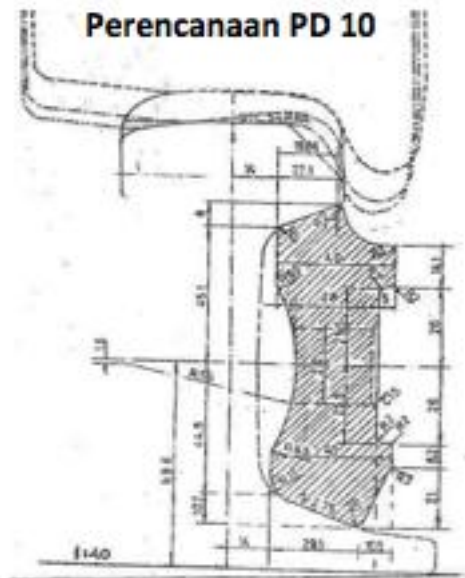
## REMINDER

### Perencanaan PD 10

Welding process		Place of welding			Welding time (min)	Reliability (welds)	Equipment cost	Mobility of equipment
		Shop	Site depot	On-track				
Gas pressure welding	Stationary	⊕	⊕	⊗	15	⊕	High	⊗
	Portable	—	⊕	⊕	20	⊕	Medium	⊕
Flash welding	Stationary	⊕	⊗	⊗	5	⊕	High	⊗
	Portable	⊕	⊕	⊕	5	⊕	High	⊕
Enclosed arc welding		—	⊕	⊕	60	⊕	Medium	⊕
Alumina-thermic welding		—	—	⊕	40	⊕	Low	⊕

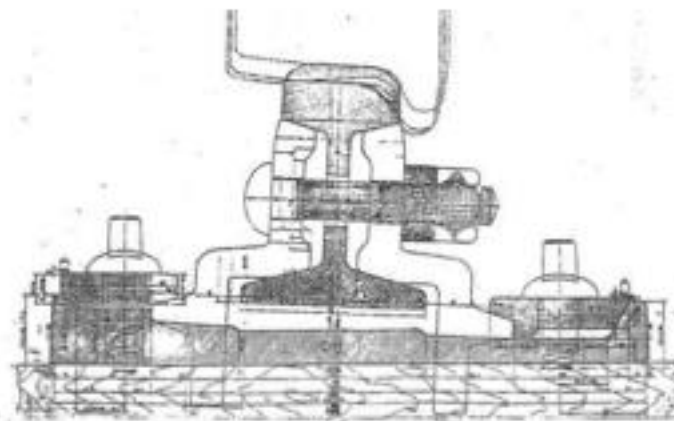
**REMINDER**

**Perencanaan PD 10**



**REMINDER**

**Perencanaan PD 10**



**Bagian 2.8c - PERBAIKAN REL PUTUS**

1. PERBAIKAN REL PUTUS ATAU KERUSAKAN PADA RPM.  
Rel putus pada jarak lebih 200 m dari ujung RPM.
- 2.1.1. Kondisi Pertama : Rel putus pada tempat hasil pengelasan listrik dan dapat diperbaiki dengan pengelasan termis.
- 2.1.2. Kondisi Kedua : Rel putus yang memerlukan penggantian potongan rel atau hasil pengelasan putus yang tidak dapat diperbaiki dengan pengelasan termis.
  - 2.1.2.1. Perbaikan tetap dibuat langsung tanpa perbaikan sementara.
  - 2.1.2.2. Perbaikan tetap dibuat setelah perbaikan sementara.
- 2.2. Putus atau kerusakan pada jarak kurang dari 200 m dari ujung RPM.
  - 2.2.1. Kondisi Pertama : Pengelasan terdekat berada pada jarak lebih dari 100 m dari ujung RPM.
  - 2.2.2. Kondisi Kedua : Pengelasan terdekat berada antara 30 m dan 100 m dari ujung RPM.
  - 2.2.3. Kondisi Ketiga : Pengelasan terdekat berada pada jarak kurang 30 m dari ujung RPM. Pembebasan tegangan atau penyeragaman tegangan tidak dibuat.
- 2.3. Ringkasan tentang penyeragaman atau pembebasan tegangan.

**PERUSAHAAN JAWATAN KERETA API  
THE INDONESIA STATE RAILWAYS**

**BUKU LATIHAN JALAN REL  
TEKNIK DASAR PERAWATAN**

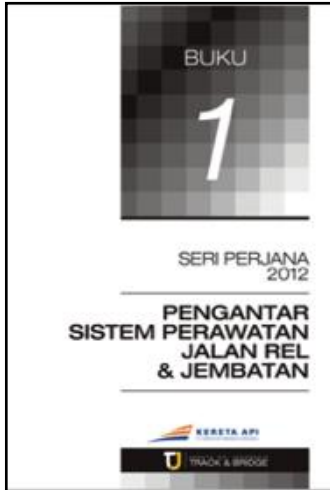
**BAB 1  
MATERIAL JALAN REL**

DICAKUP KEPERAL/OLEH DIBY DIT JALAN REL S. JPMW - DECEMBER 2004

PROJECT MANAGEMENT GROUP  
SURTASAM COAL RAIL TRANSPORTATION PROJECT  
JALAN M. H. JUMUDA 250  
SARONG - INDONESIA  
PRESS BY KEMKOT/PERAL TRAINING SECTION

15 / 11 / 1984  
13'

## VI.2 PERAWATAN JALAN REL



Untuk menyelaraskan, memfokuskan dan mengoptimalkan kualitas pemeliharaan, perawatan jalan rel dan jembatan, maka disusunlah suatu system perawatan jalan rel yang meliputi metodologi kerja, kedudukan, tugas pokok, fungsi organisasi dan tata laksana di bidang perawatan jalan rel dalam Keputusan Direksi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Nomor: KEP.D2/JB.002/V/11/KA-2012 tentang Sistem Perawatan Jalan Rel dan Jembatan Terencana (Perjana 2012) di Lingkungan PT. Kereta Api Indonesia (Persero) tanggal 29 Mei 2012.

Perjana adalah suatu buku acuan penyusunan, pelaksanaan dan evaluasi perawatan jalan rel dan jembatan yang disusun untuk memenuhi suatu standar perawatan jalan rel dan jembatan dengan mengacu kepada sistem perawatan jalan rel (Perjana 1978, Perjana 2008) dan jembatan (MPJ1993) dilakukan perbaikan, dan penyesuaian-penyesuaian sesuai dengan perubahan kondisi dan perubahan struktur organisasi yang terjadi di PT. Kereta Api Indonesia (Persero).

Dengan Perjana 2012 maka kegiatan perawatan jalan rel, fasilitas dan jembatan dilakukan secara terencana dimulai dari menghitung beban lintas, pengklasifikasian kelas jalan rel menurut standar UIC (PD 10), kegiatan pemeriksaan aset dan kerusakan, penyusunan program perawatan, pelaksanaan dan pengendalian kegiatan perawatan. Sistem Perjana 2012 dijabarkan dalam Buku 1 sampai dengan Buku 10.

Kondisi prasarana jalan rel dan jembatan perlu dijaga agar tetap laik operasi, untuk itu perlu dilakukan perawatan (*maintenance*). Proses perawatan ini harus dapat berjalan efektif dan efisien, maka perlu disusun suatu sistem perawatan yang mampu mengatur seluruh kegiatan perawatan dengan menerapkan prinsip dasar manajemen perawatan. Perawatan jalan rel dan jembatan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan, memperbaiki dan mengembalikan material dan geometri jalan rel dan jembatan agar kondisi kondisinya tetap laik untuk operasi sehingga kereta api dapat berjalan dengan aman dan nyaman pada kecepatan yang diijinkan.

Perawatan secara umum dapat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu perawatan terencana dan perawatan tidak terencana.

### **Perawatan Terencana (*Planned Maintenance*)**

Merupakan perawatan yang dapat direncanakan dengan tujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan sistem (*preventive maintenance*) dan memperbaiki kerusakan (*corrective maintenance*).

Perawatan terencana dibagi lagi kedalam 2 bagian yaitu perawatan yang bersifat pencegahan dan perawatan yang bersifat korektif.

- 1) Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*): Perawatan untuk menjaga kondisi konstruksi jalan rel dan jembatan yang dilakukan secara berkala agar memiliki ketahanan sesuai umur teknis yang direncanakan. Kegiatan ini meliputi pemeriksaan dan perbaikan ringan yang tidak membutuhkan pengadaan material dalam jumlah besar serta dilakukan oleh tenaga pemeliharaan dimana jumlahnya dihitung berdasarkan aset yang akan dirawat.
- 2) Perawatan korektif (*corrective maintenance*): Perbaikan terhadap kerusakan yang terjadi bertujuan untuk mengembalikan fungsi dengan cara penggantian, penambahan atau

perbaikan material dan geometri berdasarkan hasil pemeriksaan kerusakan atau umur teknis material yang akan terlampaui. Kegiatan ini pada umumnya membutuhkan material atau tenaga dalam jumlah yang besar dimana dalam pelaksanaannya dapat dilimpahkan ke pihak III berdasarkan kontrak pekerjaan.

### **Perawatan Tidak Terencana (*Unplanned Maintenance*)**

Merupakan perawatan yang dilakukan untuk menangani kegiatan yang belum terprogram dan harus segera ditangani guna mencegah atau menanggulangi gangguan yang berdampak terhadap operasional dan keselamatan perjalanan kereta api. Kegiatan ini dilakukan oleh regu pemeliharaan yang bersifat tetap dan selalu siap (*standby*) yaitu regu satuan kerja dengan lingkup kegiatan antara lain:

- 1) Kegiatan Perawatan yang bersifat darurat (*Emergency Maintenance*), adalah kegiatan perbaikan yang perlu segera dilakukan sehingga Jalur Kereta Api dapat tetap beroperasi dengan kecepatan tertentu.
- 2) Kegiatan Pemeliharaan yang bersifat spesifik/teknis, adalah kegiatan yang membutuhkan kompetensi dan keterampilan yang spesifik.

Dapat dikatakan bahwa penyambungan rel akibat rel patah merupakan kegiatan perawatan tidak terencana sehingga membutuhkan penanganan perawatan darurat (*emergency maintenance*). Regu pemeliharaan dalam lingkup wilayah tertentu (satuan kerja) dipersyaratkan harus siap (*standby*) untuk menangani pemeliharaan darurat sehingga gangguan operasional dan keselamatan perjalanan kereta api dapat ditanggulangi baik itu dengan Perbaikan Darurat, Perbaikan Sementara maupun Penggantian Rel.

Stasiun yang terdekat dari regu, harus mempunyai persediaan potongan rel sementara dengan panjang 4 meter untuk tiap jenis rel untuk tindakan perbaikan. Potongan rel tersebut harus telah dilubangi pada ujung-ujungnya. Seluruh regu dilarang memotong atau melubangi rel dengan memakai pemotong pijar (*brander*). Pemotongan harus dilakukan dengan menggergaji rel dan dilubangi dengan mesin bor (Perjana 2012).

Ketersediaan peralatan penanganan rel patah di lintas perlu dipersiapkan mengingat bahwa beban lintas (*passing tonnage*) di Sumatera cukup tinggi sehingga mempengaruhi kondisi material dan geometri jalan rel.

### **Siklus Perawatan Prasarana**

Perawatan jalan rel di PT. Kereta Api Indonesia (Persero) dimulai dengan menghitung siklus perawatan menyeluruh yang ditentukan berdasarkan beban lintas yang melewati suatu koridor dalam periode satu tahun dan dinyatakan sebagai Daya Angkut Lintas.

Daya angkut lintas adalah jumlah angkutan anggapan yang melewati suatu lintas dalam jangka waktu satu tahun. Daya angkut lintas mencerminkan jenis serta jumlah beban total dan kecepatan kereta api yang lewat di lintas yang bersangkutan (dinyatakan *T* dengan satuan ton/tahun).

Daya Angkut Lintas yang dimaksud dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$TE = Tp + Kb.Tb + K1.T1$$

Dimana:

- T = daya angkut lintas (ton/tahun)  
TE = Tonase ekuivalen (ton/hari)

---

Tp	=	Tonase penumpang dan kereta harian
Tb	=	Tonase barang dan gerbong harian
T1	=	Tonase lokomotif harian
Kb	=	Koefisien yang besarnya tergantung pada beban gandar
	=	1.5 untuk beban gandar < 18 ton
	=	1.3 untuk beban gandar > 18 ton
K1	=	Koefisien yang besarnya = 1.4
S	=	Koefisien yang besarnya tergantung pada kualitas lintas
	=	1.1 untuk lintas dengan kereta penumpang yang berkecepatan max 120 km/jam
	=	1.0 untuk lintas tanpa kereta penumpang

Hasil perhitungan Daya Angkut Lintas suatu koridor menentukan **Kelas Jalan (Penggolongan UIC)** dan selanjutnya dapat diperoleh siklus perawatan menyeluruh untuk koridor tersebut.

Oleh PT. Kereta Api Indonesia (Persero) dibakukan kedalam bentuk tabel dan menjadi bagian dari Buku 1. Perjana 2012 terutama digunaknkan untuk penentuan siklus Perawatan Jalan Rel dan Jembatan.

Tujuan dari perawatan menyeluruh yang dilakukan secara siklus/bertahap adalah agar kegiatan perawatan lebih efektif sesuai dengan beban lintasnya dan efisien dalam pengelolaan anggaran dimana kebutuhan anggaran perawatan akan terbagi selama siklus perawatan menyeluruh, tidak menumpuk dalam satu periode perawatan.

Penerapan siklus perawatan menyeluruh adalah dengan membagi suatu lintas menjadi beberapa petak perawatan sebanyak jumlah siklusnya. Perawatan menyeluruh dilaksanakan pada salah satu petak perawatan, sedangkan pada petak perawatan yang lain dilakukan perawatan pilih-pilih. Pada tahun anggaran berikutnya perawatan menyeluruh dilakukan pada petak pemeliharaan yang lain, demikian seterusnya hingga akan kembali ke petak perawatan semula sesuai dengan siklusnya. Perhitungan ini dilakukan kembali apabila terjadi perubahan beban lintas atau perubahan GAPEKA.

Berdasarkan tersebut, kemudian didefinisikan bahwa Perjana 2012 adalah suatu bentuk kegiatan perawatan jalan rel, fasilitas dan jembatan yang terencana yang kegiatannya mulai dari menghitung beban lintas, pengklasifikasian kelas jalan rel menurut standar UIC (PD 10), kegiatan pemeriksaan aset dan kerusakan, penyusunan program perawatan, pelaksanaan dan pengendalian kegiatan perawatan.

### VI.3 PEMERIKSAAN JALAN REL

Kerusakan rel yang utama dan biasa ditemukan adalah rel bengkok, kerusakan pada bidang permukaan atau retakan. Hal ini ditemukan dalam pemeriksaan tahunan rel. Berikut ini akan dijabarkan dua pemeriksaan yang dilakukan jalur di PT. Kereta Api Indonesia (Persero), yakni Pemeriksaan Tahunan dan Pemeriksaan Tambahan.

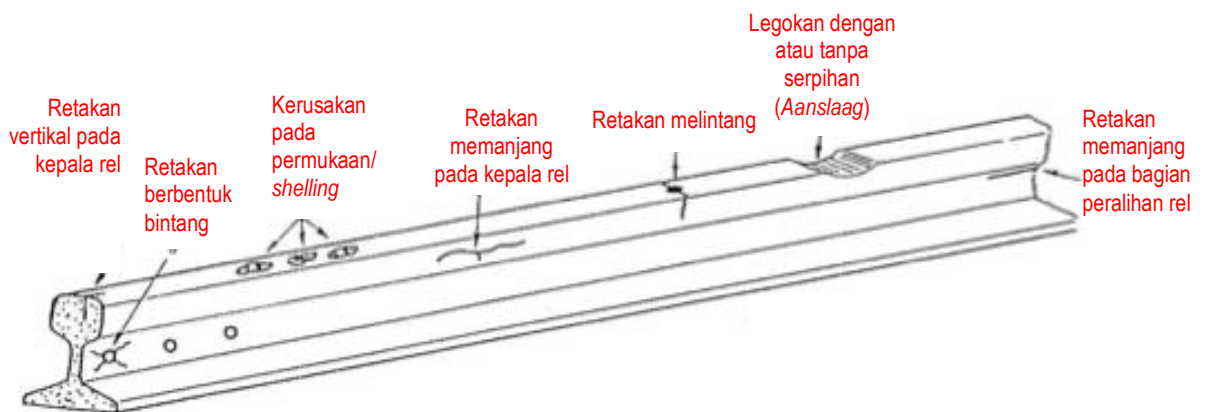
#### Pemeriksaan Tahunan Rel

Pemeriksaan yang paling besar dilakukan berdasarkan penglihatan terhadap rel, yaitu:

- Pengamatan bidang permukaan atas kepala rel (tempat roda lewat), sisi samping rel, bagian peralihan antara badan dan kepala rel bagian peralihan antara badan dan kaki rel (gunakan cermin kecil untuk memeriksa bagian peralihan tersebut).
- Pengamatan lasan pada rel panjang menerus/RPM (*continous welded rail/CWR*).
- Pemeriksaan dilengkapi dengan pengujian suara, dengan menggunakan sebuah palu (berat 500 gram, panjang tangkai 0,7 m).
- Pemeriksaan ini dilakukan pada bidang permukaan penyambung, Pukulan pertama diberikan pada tempat 2 cm dari ujung rel, kemudian tiap 10 cm sepanjang bidang permukaan penyambung.
- Untuk mengetahui lokasi suatu retakan horizontal, pegang palu pada bagian ujung tangkai, kemudian jatuhkan palu ke bidang permukaan kepala rel pada suatu ketinggian yang cukup rendah.
- Untuk mengetahui lokasi retakan vertikal, pukul kepala rel pada kedua sisi kepala rel.
- Jika palu memantul dan pukulan menghasilkan suara nyaring, tidak ada kerusakan.
- Jika palu tidak memantul dan pukulan menghasilkan suara kosong maka buat pemeriksaan yang lebih lengkap.

#### Pemeriksaan Tambahan

Kerusakan yang berada dalam baja yang tidak bisa dilihat tidak dapat diperoleh dengan cara-cara biasa, untuk itu dibutuhkan peralatan khusus yakni dengan menggunakan detector ultrasonic untuk mendeteksi kerusakan tersebut.



Penentuan tempat kerusakan rel dilakukan oleh Mandor sedangkan Kepala Distrik menentukan apakah rel harus dilakukan tindakan “diganti” atau “pengawasan” sesuai dengan sifat kerusakan rel tersebut.

### Pemeriksaan Sambungan

Dalam Buku Seri Perjana 2012 Seri 6A Metode Kerja Perawatan Jalan Rel Bagian 2.7 Sambungan, dijelaskan mekanisme perawatan yang harus dilakukan di sambungan rel. Perbaikan dilakukan dengan beberapa langkah yang secara rinci menjelaskan bagaimana proses pelepasan sambungan, pemeriksaan, pembersihan/peminyakan hingga pemasangan kembali.

Pemeriksaan berkala merupakan kegiatan pemeriksaan untuk menjamin kelaikan prasarana operasi sebelum prasarana kereta api dioperasikan sedangkan pemeriksaan tidak terjadwal dilakukan apabila terjadi rintang jalan atau pada saat terjadinya hujan deras, gempa atau longsor atau kejadian perubahan kondisi alam yang membahayakan keselamatan pengoperasian kereta api.

PERBAIKAN SAMBUNGAN REL.	
PERSONEL	1 Mandor dan 2 pekerja
PERALATAN	1 kunci baut pelat penyambung 1 kunci repon atau alat pelepas lockspike dengan palu 1 sikat besi 1 kaleng minyak 1 kwasat 1 kapur tulis Beberapa pelat pengisi (pelat Cis) dengan ukuran berbeda 1 alat pengukur untuk keausan rel Plat sambung Palu besi belincong untuk mengorek balas sambungan rel

Pemeriksaan harian yang merupakan bagian dari pemeriksaan berkala dan dilakukan setiap hari oleh tenaga pemeriksa untuk meyakinkan bahwa jalur kereta api siap untuk dioperasikan. Pemeriksaan harian yang dilakukan oleh tenaga pemeriksa dalam jarak yang direkomendasikan sepanjang 4 km sampai dengan 6 km dengan tetap mempertimbangkan ketersediaan tenaga pemeriksa dan lingkungan. Petugas pemeriksa jalur harus melaporkan kondisi jalur kereta api di wilayah tugasnya kepada petugas pengatur perjalanan kereta api di stasiun akhir tugasnya.

Petugas juga melakukan pengukuran besaran keausan pelat sambung untuk memastikan bahwa bidang kontak tersangga sempurna.

### Pelaksana Pemeriksaan

Keberagaman tingkat pendidikan petugas pemeriksa jalur mempengaruhi tingkat penilaian pemeriksaan jalur antar tiap personel. Untuk mengatasi kesenjangan pemahaman nilai batasan tiap pekerjaan (toleransi) maka diperlukan pelatihan yang berkesinambungan untuk tiap personel pemeriksa maupun perawatan jalur. Hal ini akan mengurangi variasi penilaian hasil pemeriksaan jalur oleh petugas pemeriksa jalur mengingat bahwa mereka adalah bagian terdepan dalam perawatan jalur.



Petugas pemeriksa jalur dapat memberikan penilaian yang tepat untuk pengamanan lintas terutama saat terjadinya keadaan darurat dengan menggunakan peralatan pemeriksaan sebagaimana fungsinya.

## VI.4 PROSEDUR PENYAMBUNGAN JALAN REL

### Prosedur Penyambungan Rel



Peraturan tentang perbaikan rel putus telah diatur jelas di dalam Buku Latihan Jalan Rel: Teknik Dasar Perawatan pada Bab I Material Jalan Rel.

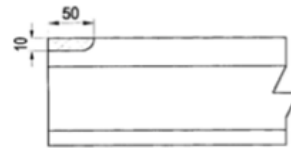
Buku ini disusun untuk Project Bukit Asam Coal Rail Transportation pada tahun 1984 dan disadur kembali oleh Subdit Jalan Rel dan Jembatan Perusahaan Jawatan Kereta Api pada bulan Desember 2004.

Dalam buku ini telah diatur beberapa hal yang terkait dengan prasarana perkeretaapian

Mengenai penanganan rel putus telah diatur 3 Langkah Perbaikan yakni: Perbaikan Darurat, Perbaikan Sementara, dan Penggantian Rel (Lampiran V.2 Perjana – Perbaikan Rel Putus). Dalam Buku tersebut telah dijelaskan langkah-langkah pelaksanaan untuk ketiga perbaikan

rel putus, tindakan yang harus dilakukan maupun yang tidak boleh dilakukan. Patut dicatat bahwa pemasangan pelat sambung adalah penggantian darurat yang sedianya dilakukan penggantian rel atau pemasangan klem.

Rel dikatakan putus jika terbagi dalam dua bagian atau jika bagian bidang permukaan atas kepala rel (tempat roda lewat) hilang dengan ukuran-ukuran panjang 50mm dan dalamnya 10mm atau lebih besar



### Pembatasan Penyambungan Rel

Untuk penanganan rel putus telah diatur langkah perbaikan, namun selain itu diatur pula pembatasan yang harus dilakukan agar penanganan dapat meningkatkan keselamatan. Pembatasan tersebut dilakukan terutama terkait dengan pembatasan kecepatan, tata cara pelubangan untuk *fishbolt* hingga batas waktu pemasangan *fishplate*. Dapat dikatakan bahwa apabila terhadap penyambungan rel di lokasi kecelakaan dilakukan dengan mempertimbangkan hal-hal berikut ini, maka akan meningkatkan kekuatan sambungan.

#### **Kecepatan dan Waktu**

Pemasangan pelat sambung dipersyaratkan dengan pembatasan kecepatan 5km/jam (Semboyan 2C) serta harus dilakukan pemeriksaan pada saat paling panas atau siang untuk melakukan pengencangan klem serta pemadatan balok pendukung serta bantalan sekitarnya.

#### **Pelubangan Rel**

Dalam PERJANA juga telah ditegaskan bahwa pengeboran pada rel yang mempunyai kerusakan di dalam baja; seperti retakan memanjang kepala rel, retakan vertikal dan memanjang pada kaki rel dapat menyebabkan kerusakan-kerusakan lainnya, kalau rel putus tidak disebabkan oleh kerusakan permukaan seperti legokan dari *aanslaag*.

*Oleh karena itu, dilarang melubangi rel.*

Sedianya pemasangan pelat penyambung sementara harus dilaksanakan dengan menggunakan klem (penjepit) khusus.

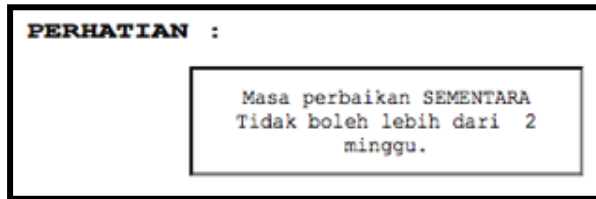
TERJADI REL PUTUS : ----->>> <b>K.A. DIHENTIKAN</b> :	
<b>PERTAMA : PERBAIKAN DARURAT</b>	
REL NORMAL, PANJANG DAN PANJANG MENERUS (RPM)	
Tempat rel putus.	
Pada jarak kurang 4 m dari sambungan.	Pada jarak lebih 4 m dari sambungan.
1. Pasang pembatasan kecepatan 5 km/jam (SEMBOYAN 2C)	2. Pasang pembatasan kecepatan 20 km/jam (SEMBOYAN 2B).
<p><b>Pehatian :</b> Jika posisi celah putusnya rel dari pada ujung rel tidak memungkinkan memasang pelat penyambung secara simetris dari pada celah tersebut, maka perbaikan darurat tidak boleh dilakukan. Lakukan langsung perbaikan sementara.</p> <p>Jika bagian bidang permukaan atas kepala rel hilang dengan ukuran-ukuran panjang 50 mm dan dalamnya 10 mm atau lebih besar, maka perbaikan darurat tidak boleh dilakukan. Lakukan langsung perbaikan sementara.</p>	
<p>2. Periksa sedikitnya satu kali sehari dan minimumnya satu kali pada saat yang paling panas pada siang), dan lakukan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pengencangan klem.</li> <li><input type="checkbox"/> Padatkan blok pendukung dan bantalan sekitarnya.</li> </ul>	

<b>KEDUA : PERBAIKAN SEMENTARA</b>	
REL NORMAL DAN PANJANG	<b>REL PANJANG MENERUS (RPM)</b>
<p>1. Dengan menggunakan klem.</p> <p>a) Pasang pembatasan kecepatan 40 km/jam (SEMBOYAN 2A).</p> <p>b) Periksa sedikitnya satu kali sehari dan minimumnya satu kali pada saat yang paling panas pada siang), dan lakukan pengencangan klem.</p> <p>2. Tanpa menggunakan klem (dibaut). Cabut semboyan dan kembalikan pada KECEPATAN NORMAL.</p> <p><b>Catatan :</b> Hindari penggunaan klem tiap kali mungkin.</p>	<p>a) Lubangi rel sehingga pelat penyambung dapat dipasang dengan baut 9tidak boleh pakai klem).</p> <p>b) Pasang pembatasan kecepatan 40 km/jam (SEMBOYAN 2A).</p> <p>c) Periksa satu kali sehari pada saat yang paling panas siang.</p>

<b>KETIGA : PERBAIKAN TETAP</b>	
REL NORMAL DAN PANJANG	<b>REL PANJANG MENERUS (RPM)</b>
<p>1. GANTI REL</p> <p>2. Kembalikan pada KECEPATAN NORMAL</p>	<p>1. GANTI REL</p> <p>2. LAKUKAN PENYERAGAMAN , PEMEBEBASAN TEGANGAN ATAU TIDAK sesuai dengan lokasi pengelasan yang terekat daripada ujung RPM. (lihat tabel ringkasan tentang penyeragaman, pembebasan, pembebasan tegangan).</p> <p>3. Kembalikan pada KECEPATAN NORMAL.</p> <p><b>Catatan :</b> Kalau perlu penyeragaman atau pebebasan tegangan diperlukan dan tidak dilakukan, pasang atau tetapkan SEMBOYAN 2A (40 Km/jam).</p>

***Batas Waktu Pemasangan***

Pemasangan klem yang khusus untuk sambungan merupakan metode perbaikan sementara dan telah ditekankan bahwa masa perbaikan sementara tidak boleh lebih dari 2 minggu. Hal ini dimaksudkan agar rel dapat segera diganti sehingga kecepatan normal perjalanan kereta api di lintas tersebut dapat dicapai.



Kemudian perbaikan selanjutnya adalah perbaikan tetap dengan penggantian rel untuk mengembalikan kecepatan kereta api pada jalur tersebut sesuai kecepatan rencana.

## VI.5 PERAWATAN JALAN REL DAN JEMBATAN TERENCANA 2012 - PERBAIKAN REL PUTUS

Peraturan tentang perbaikan rel putus telah diatur jelas di dalam Buku Seri Perjana Buku 6A Metode Kerja Perawatan Jalan Rel. Dalam Buku tersebut telah dijelaskan langkah-langkah pelaksanaan untuk ketiga perbaikan rel putus, yakni: Perbaikan Darurat, Perbaikan Sementara, dan Penggantian Rel.



### PERBAIKAN REL PUTUS

#### 1. LANGKAH-LANGKAH PELAKSANAAN

##### 1.1 LANGKAH 1 : LAKSANAKAN PERBAIKAN DARURAT

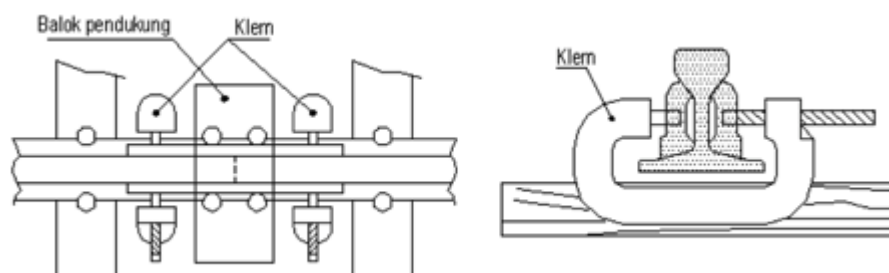
##### 1.1.1 Penjelasan penting – pendahuluan

Pengeboran pada rel yang mempunyai kerusakan di dalam baja seperti retakan memanjang kepala rel, retakan vertikal dan memanjang pada kaki rel dapat menyebabkan kerusakan-kerusakan lainnya, kalau rel putus tidak disebabkan oleh kerusakan permukaan seperti legokan dari *aanslaag*.

*Oleh karena itu, dilarang melubangi rel.*

Dalam segala hal, pemasangan pelat penyambung sementara harus dilaksanakan dengan menggunakan klem (penjepit) khusus.

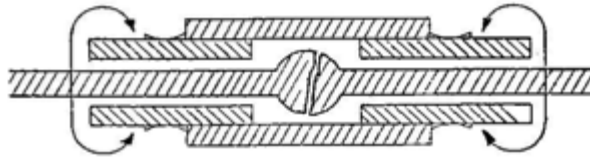
Seluruh bidang permukaan harus didukung oleh balok pendukung dan dipecok dengan sempurna.



**1.1.2 Memilih penggunaan pelat penyambung**

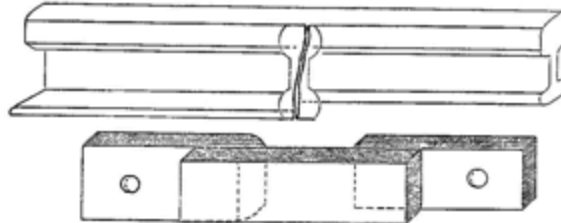
Keadaan 1 :

Lasan yang putus berada antara dua rel dengan profil yang sama, maka gunakan pelat penyambung dengan bentuk seperti gambar di bawah ini.



Keadaan 2 :

Lasan putus berada antara dua rel dengan profil berbeda : gunakan pelat penyambung khusus seperti gambar di bawah ini.



Keadaan 3 :

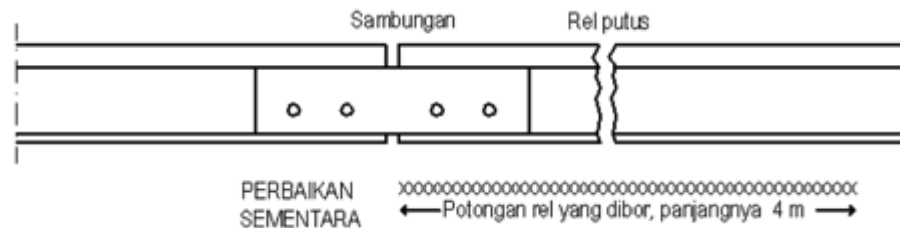
Putus berada rel biasa.

Gunakan pelat penyambung biasa untuk mendukung rel yang putus.

Perhatian :

Jika posisi celah putusnya rel dari pada ujung rel, tidak memungkinkan memasang pelat penyambung secara simetris dari pada celah tersebut, maka perbaikan darurat tidak boleh dilakukan.

Lakukan langsung perbaikan sementara.



Jika bagian bidang permukaan atas kepala rel (tempat roda lewat) hilang dengan ukuran-ukuran panjang 50 mm dan dalamnya 10 mm atau lebih besar, maka perbaikan darurat tidak boleh dilakukan.

Lakukan langsung perbaikan sementara.

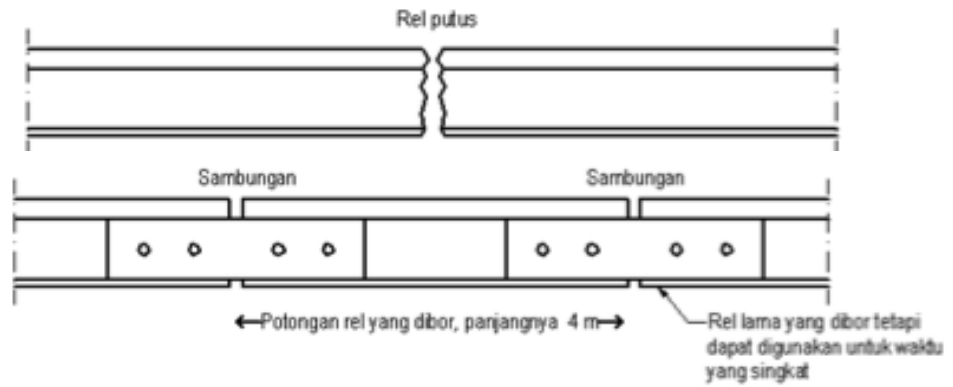
**1.2. LANGKAH 2 : LAKUKAN PERBAIKAN SEMENTARA**

Sering terjadi rel tidak mungkin diganti dengan segera. Untuk sementara, pasang potongan rel dengan panjang minimum 4 m pada bagian yang putus.

*Jangan kurang dari 4 m untuk kebaikan jalan rel.*

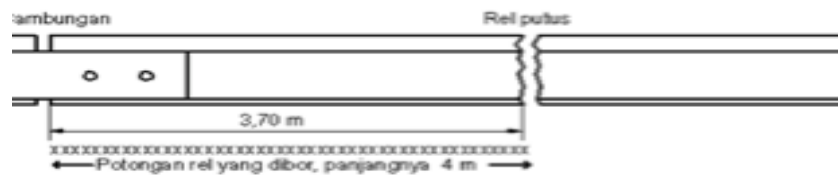
Potong bagian ujung rel putus sepanjang minimum 20 cm untuk memasang rel sementara 4 m.

1.2.2. Keadaan Umum



1.2.2. Keadaan Khusus

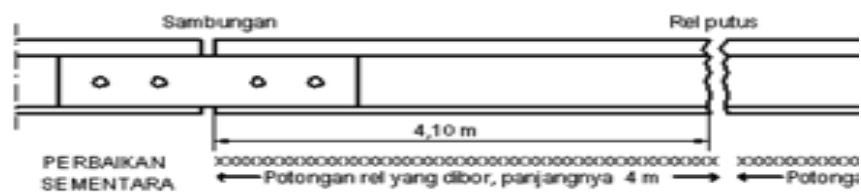
Keadaan I



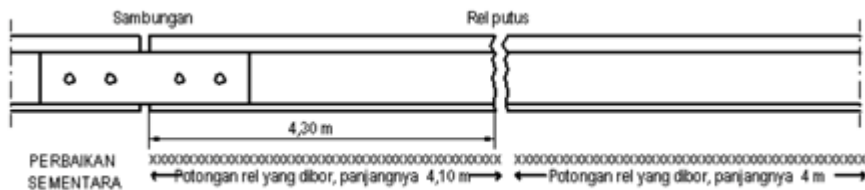
Keadaan II



Keadaan III



Keadaan IV



Stasiun yang terdekat dari regu, harus mempunyai persediaan potongan rel sementara panjang 4 m untuk tiap jenis rel. Potongan rel harus telah dilubangi pada ujung-ujungnya. Jangan memotong atau melubangi rel dengan memakai pemotong pijar. Pemotongan harus dilakukan dengan menggergaji rel dan dilubangi dengan mesin bor.

Seluruh penggantian rel harus dikerjakan dengan memasang Semboyan 3.

**1.3. LANGKAH 3 : MENGGANTI REL**

Periksa, apakah rel baru sama (panjang, lubang, keausan) dengan kondisi rel disekitarnya. Perbedaan ketinggian harus kurang dari 1 mm.

Untuk memegang rel, gunakan Tang pengangkat rel dan Tang pemutar rel.

**PERHATIAN :**

Masa perbaikan SEMENTARA  
Tidak boleh lebih dari 2  
minggu.

**TERJADI REL PUTUS : ----->>> K.A. DIHENTIKAN :**

sambungan.	dari sambungan.
<p>1. Pasang pembatasan kecepatan 5 km/jam (SEMBOYAN 2C)</p> <p><u>Perhatian :</u> Jika posisi celah putusnya rel dari pada ujung rel tidak memungkinkan memasang pelat penyambung secara simetris dari pada celah tersebut, maka perbaikan darurat tidak boleh dilakukan. Lakukan langsung perbaikan sementara.</p> <p>Jika bagian bidang permukaan atas kepala rel hilang dengan ukuran-ukuran panjang 50 mm dan dalamnya 10 mm atau lebih besar, maka perbaikan darurat tidak boleh dilakukan. Lakukan langsung perbaikan sementara.</p> <p>2. Periksa sedikitnya satu kali sehari dan minimumnya satu kali pada saat yang paling panas pada siang), dan lakukan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pengencangan klem.</li> <li><input type="checkbox"/> Padatkan blok pendukung dan bantalan sekitarnya.</li> </ul>	<p>2. Pasang pembatas kecepatan 20 km/jam (SEMBOYAN 2B).</p>



**EDUA : PERBAIKAN SEMENTARA**

REL NORMAL DAN PANJANG	<b>REL PANJANG MENERUS (RPM)</b>
<p>Dengan menggunakan klem.</p> <p>a) Pasang pembatasan kecepatan 40 km/jam (SEMBOYAN 2A).</p> <p>b) Periksa sedikitnya satu kali sehari dan minimumnya satu kali pada saat yang paling panas pada siang, dan lakukan pengencangan klem.</p> <p>Tanpa menggunakan klem (dibaut). Cabut semboyan dan kembalikan pada KECEPATAN NORMAL.</p> <p>Catatan : Hindari penggunaan klem tiap kali mungkin.</p>	<p>a) Lubangi rel sehingga pelat penyambung dapat dipasang dengan baut 9tidak boleh pakai klem).</p> <p>b) Pasang pembatasan kecepatan 40 km/jam (SEMBOYAN 2A).</p> <p>c) Periksa satu kali sehari pada saat yang paling panas siang.</p>

**KETIGA : PERBAIKAN TETAP**

REL NORMAL DAN PANJANG	<b>REL PANJANG MENERUS (RPM)</b>
<p>1. GANTI REL</p> <p>2. Kembalikan pada KECEPATAN NORMAL</p>	<p>1. GANTI REL</p> <p>2. LAKUKAN PENYERAGAMAN , PEMBEBASAN TEGANGAN ATAU TIDAK, sesuai dengan lokasi pengelasan yang terekat daripada ujung RPM. (lihat tabel ringkasan tentang penyeragaman, pembebasan, pembebasan tegangan).</p> <p>3. Kembalikan pada KECEPATAN NORMAL.</p> <p>Catatan : Kalau perlu penyeragaman atau pebebasan tegangan diperlukan dan tidak dilakukan, pasang atau tetapkan SEMBOYAN 2A (40 Km/jam).</p>

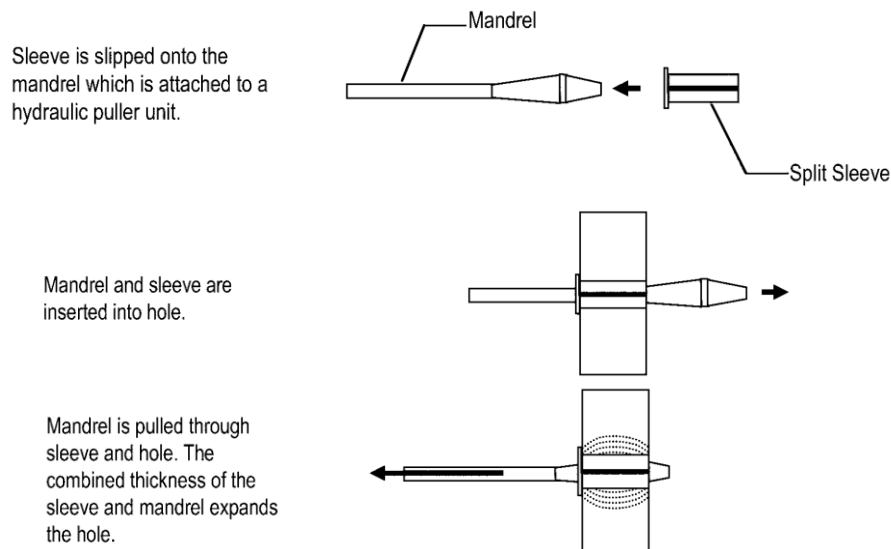
## VI.6 PEMBUATAN LUBANG DI RAILWEB DENGAN METODE *SPLIT SLEEVE/ SPLIT MANDREL COLD EXPANSION PROCESS*

Untuk meningkatkan umur lelah (*fatigue life*) pada lubang baut rel (*fish bolt hole*), dapat dipertimbangkan penggunaan metode *split sleeve/ split mandrel cold expansion process* setelah proses pengeboran lubang baut yang telah lama digunakan dalam dunia penerbangan dan perkeretaapian.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Amol Y. Chaudhari dan Prof. R. D. Patil, pengerjaan lubang menggunakan *rail drilling machine* dengan *split sleeve cold expansion process* adalah metode paling ekonomis yang telah lama digunakan untuk meningkatkan ketahanan pada lubang terhadap kegagalan akibat kelelahan (*fatigue*) secara efektif, hal ini dicapai ketika permukaan lubang diperluas secara lokal melebihi batas luluh material. Akibatnya terjadi kontraksi material yang berarti terdapat tegangan sisa tekan pada permukaan lubang.

Selain waktu pengerjaan yang lebih singkat, metode ini dapat membantu struktur agar terhindar dari inisiasi retak (*crack initiation*) dan perambatan retak (*crack propagation*) serta membuat struktur menjadi lebih keras, kuat, mengurangi biaya pemeliharaan dan interval inspeksi dapat diperpanjang<sup>5</sup>.

Setelah pembuatan lubang dengan mesin pembuat lubang rel (*rail drilling machine*), *mandrel/ sleeve* dimasukkan ke lubang dan ditarik untuk memperluas diameter lubang. Metode ini mengakibatkan deformasi plastis di sekeliling lubang dan menghasilkan daerah tegangan tekan sisa (*residual compressive stress*).



Split sleeve cold expansion process <sup>6</sup>

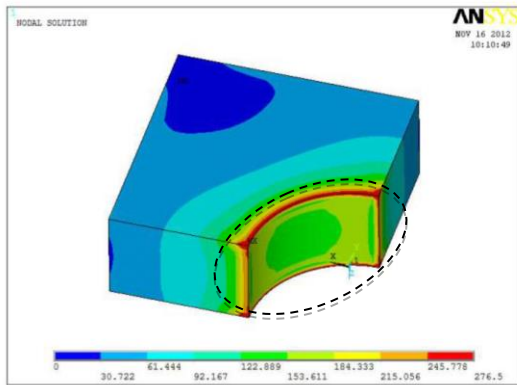
Pada gambar di halaman berikut ini, tegangan pada lubang yang diberi perlakuan *cold expansion process* berkurang hingga sekitar 32 persen.

Tegangan sisa tekan (*residual compressive stress*) berkurang mengakibatkan peningkatan kekuatan material setelah meningkatnya nilai pengerasan regangan (*strain hardening rate*) akibat pengerjaan *split sleeve cold expansion process*.

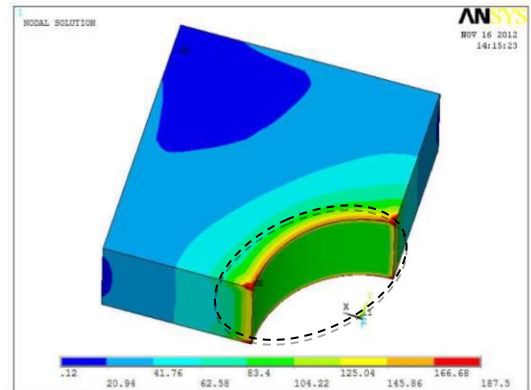
<sup>5</sup> Chaudhari, Amol Y. and Patil, R.D., Analysis an Experimental Investigation of Rail Joint to Improve Fatigue Life Using Cold Expansion Process. 2014. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). pp 81-84.

<sup>6</sup> Campbell, F.C. Elements of Metallurgy and Engineering Alloys. 2008. ASM International. Pp 260-264.

Semakin tinggi *strain hardening rate*, semakin meningkat kemampuan struktur untuk menahan beban yang tinggi<sup>1</sup>.



(a)



(b)

Hasil perhitungan dengan metode elemen hingga  
 (a) tegangan *von mises* pada permukaan lubang baut sebelum perlakuan;  
 (b) tegangan *von mises* setelah perlakuan *split sleeve cold expansion process*<sup>1</sup>

## VI.7 CONTOH FORMAT STANDAR KEANDALAN SEBAGAI ACUAN HASIL PERAWATAN BERDASARKAN KELAS JALUR KA

KELAS JALUR KA	DAYA ANGKUT LINTAS (JUTA TON/TAHUN)	STANDAR KEANDALAN BERDASARKAN NILAI TQI
I	> 20	TQI ≤ 35
II	10 – 20	TQI ≤ 35
III	5 – 10	TQI ≤ 35
IV	2,5 – 5	35 ≤ TQI < 40
V	< 2,5	35 ≤ TQI < 40

### Catatan:

1. Nilai TQI merupakan kinerja dari jalan rel yang menjadi acuan/target yang harus dipenuhi dari hasil perawatan jalan rel.
2. Nilai TQI sesuai dengan kelas jalurnya harus dipertahankan sampai dengan siklus/periode perawatan yang telah ditentukan.
3. Siklus/periode perawatan jalan rel ditentukan berdasarkan beberapa faktor, diantaranya adalah karakteristik dari material komponen jalan rel, geometri jalan rel, iklim dan kondisi lingkungan di sekitar jalan rel, struktur tanah, beban gandar dan respon dinamik dari sarana perkeretaapian yang dioperasikan, kecepatan operasional KA di tiap petak jalan, frekuensi perjalanan KA, laju keausan rel dsb. Dimana siklus/periode perawatan jalur kereta api di lintas dapat berbeda dalam satu wilayah Daerah Operasil atau berbeda di tiap wilayah Daerah Operasi.

## VI.8 SIMULASI PERHITUNGAN FREKUENSI PEMECOKAN MTT DI SUBDIVRE III.2/DIVRE IV TANJUNGPANG TAHUN 2015 DAN 2016

- ❖ Data kuantitas dan aset jalan rel di wilayah SubDivre III.2 Tanjungkarang tahun 2015 ditunjukkan pada matriks di bawah ini

No	Lintas	Daya Angkut Lintas (Juta ton/tahun)	V maks (km/jam)	Jumlah Bantalan		Jumlah Penambat		Jumlah Sambungan Rel	
				Beton	Kayu	Elastis	Kaku	Fish plate	RPM
1	Pbm - Tjh	44.91	70	159296	2213	621352	12990	191	3823
2	Tjh - Kb	41.78	60	716373	5958	905829	26326	860	17193
3	Kb - Tnk	116.53	70	177771	655	705552	22945	213	4266
4	Tnk - Thn	113.97	45	36506	53	151140	12472	44	876

- ❖ Data kuantitas dan aset jalan rel di wilayah Divre IV Tanjungkarang tahun 2016 ditunjukkan pada matriks di bawah ini

No	Lintas	Daya Angkut Lintas (Juta ton/tahun)	V maks (km/jam)	Jumlah Bantalan		Jumlah Penambat		Jumlah Sambungan Rel	
				Beton	Kayu	Elastis	Kaku	Fish plate	RPM
1	Pbm - Tjh	44.91	70	159296	2213	621352	12990	191	3823
2	Tjh - Kb	41.78	60	716373	5958	905829	26326	860	17193
3	Kb - Tnk	116.53	70	177771	655	705552	22945	213	4266
4	Tnk - Thn	113.97	45	36506	53	151140	12472	44	876

- ❖ Dari keterangan yang diperoleh dari unit Jalan dan Jembatan Kereta Api, kondisi tanah di wilayah SubDivre III.2/Divre IV Tanjungkarang lintas Prabumulih – Tigagajah dan Tigagajah – Kotabumi kondisi struktur tanahnya tidak baik, lintas Kotabumi – Tanjungkarang kondisi struktur tanahnya sedang, dan lintas Tanjungkarang – Tarahan kondisi struktur tanahnya baik.
- ❖ Berdasarkan keterangan tersebut diasumsikan parameter komposisi tanah baik, sedang dan tidak baik adalah sebagai berikut:
  - Persentase kualitas tanah di Lintas Prabumulih – Tigagajah
    - Baik : 20 %
    - Sedang : 20%
    - Tidak baik : 60%
  - Persentase kualitas tanah di Lintas Tigagajah – Kotabumi
    - Baik : 20 %
    - Sedang : 20%
    - Tidak baik : 60%
  - Persentase kualitas tanah di Lintas Kotabumi – Tanjungkarang
    - Baik : 20 %
    - Sedang : 60%
    - Tidak baik : 20%
  - Persentase kualitas tanah di Lintas Tanjungkarang – Tarahan
    - Baik : 60 %
    - Sedang : 20%
    - Tidak baik : 20%
- ❖ Nilai pembobotan Faktor penentu ( $F_p$ ) berdasarkan data kuantitas, aset dan kondisi tanah adalah sebagai berikut:

<b>Faktor penentu (F<sub>p</sub>)</b>	<b>Parameter</b>	<b>Bobot</b>
1. Bantalan (J <sub>b</sub> )	a. Kayu	0,2
	b. Besi	0,1
	c. Beton	0
2. Penambat (J <sub>p</sub> )	a. Kaku	0,25
	b. Elastis	0
3. Sambungan Rel (J <sub>s</sub> )	a. Fishplate	0,5
	b. Rel Panjang Menerus	0
4. Tanah dasar (K <sub>t</sub> )	a. Baik	0
	b. Sedang	0,75
	c. Tidak baik	1,5

$$F_p = (\sum \text{parameter faktor penentu} \times \text{bobot})/100$$

- ❖ Dengan diketahuinya nilai Faktor penentu dari tiap parameter tersebut maka frekuensi pemecokan pada tiap lintas berdasarkan rumus:

$$F = 0,023 \times T^{0,3} \times v_{maks}^{0,5} \times (1+F_p)$$

Adalah sebagai berikut:

#### Frekuensi pemecokan MTT Tahun 2015

Kondisi Tanah Dasar			Faktor Indeks				Faktor Penentu	Frekuensi Pemecokan (bulan)
Baik	Sedang	Jelek	J <sub>b</sub>	J <sub>p</sub>	J <sub>s</sub>	K <sub>t</sub>		
20	20	60	0.274040456	0.511947814	2.379172895	105	108.1651612	9
20	20	60	0.164965923	0.706052105	2.381875589	105	108.2528936	10
20	60	20	0.073419793	0.787408871	2.377762894	75	78.23859156	8
60	20	20	0.028994229	1.905728186	2.391304348	45	49.32602676	12

#### Frekuensi pemecokan MTT Tahun 2016

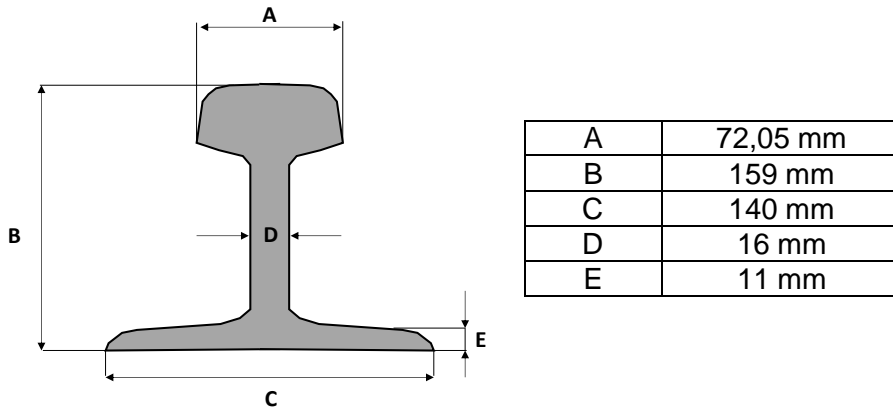
Kondisi Tanah Dasar			Faktor Indeks				Faktor Penentu	Frekuensi Pemecokan (bulan)
Baik	Sedang	Jelek	J <sub>b</sub>	J <sub>p</sub>	J <sub>s</sub>	K <sub>t</sub>		
20	20	60	0.261199535	0.897308011	2.384341637	105	108.5428492	9
20	20	60	0.163941192	1.373451294	2.380821315	105	108.9182138	10
20	60	20	0.073419793	0.67491011	2.377762894	75	78.1260928	8
60	20	20	0.026623132	1.818245434	2.395209581	45	49.24007815	12

Sehingga frekuensi pemecokan MTT di tiap lintas adalah:

- Prabumulih – Tigagajah : 9 bulanan
- Tigagajah – Kotabumi : 10 bulanan
- Kotabumi – Tanjungkarang : 8 bulanan
- Tanjungkarang – Tarahan : 12 bulanan

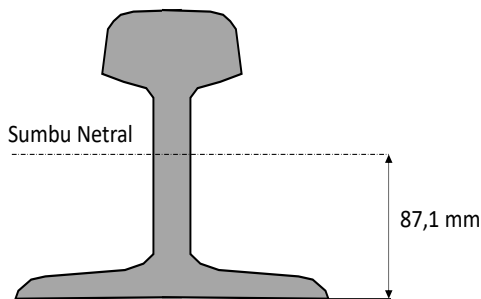
## VI.9 CONTOH PERHITUNGAN TEGANGAN YANG TERJADI DI STRUKTUR JALAN REL AKIBAT BEBAN GANDAR

- ❖ Diketahui parameter dimensi dari rel UIC 54 adalah sebagai berikut



- ❖ Dari parameter dimensi tersebut di atas maka sumbu netral dan momen Inersia dari penampang rel dapat diketahui dengan nilai sebagai berikut:

- Jarak vertikal sumbu netral rel ( $y$ ) dari bawah kaki rel adalah: 87,1 mm

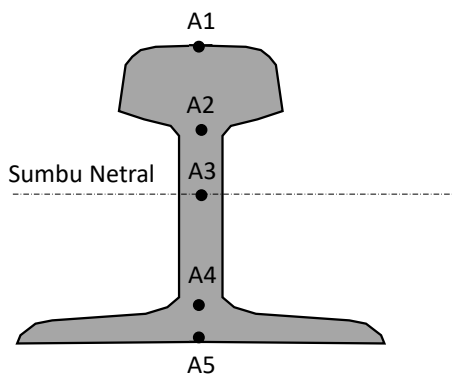


- Sehingga Momen Inersia ( $I$ ) dari penampang rel adalah: 21334228 mm<sup>4</sup>

- ❖ Jika diasumsikan besar tekanan gandar yang melewati rel adalah 18 ton atau 9 ton (90kN) pada tiap rodanya ( $V$ ), maka besarnya tegangan yang terjadi pada struktur rel adalah sebagai berikut:

- Tegangan Geser (Shear Stress)

Tegangan geser dari struktur rel dihitung berdasarkan 5 titik (A1, A2, A3, A4 dan A5) seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



- ✓ Tegangan Geser di titik A1

Pada titik ini nilai luas penampangnya adalah 0, sehingga nilai Centroid ( $Q_{a1}$ ) pada titik ini juga 0

- ✓ Tegangan Geser di titik A2

Nilai centroid ( $Q_{a2}$ ) pada titik ini adalah 167997,54 mm<sup>3</sup>

Tegangan geser di titik A2 terhadap kepala rel (rail head)

$$\tau_{A2f} = \frac{V Q_{a1f}}{I t_{a1f}} = 9,84 \frac{N}{mm^2} \approx 9,84 \text{ MPa}$$

Tegangan geser di titik A2 terhadap badan rel (rail web)

$$\tau_{A2w} = \frac{V Q_{a2w}}{I t_{a2w}} = 44,29 \frac{N}{mm^2} \approx 44,29 \text{ MPa}$$

- ✓ Tegangan Geser di titik A3/sumbu netral

Nilai centroid ( $Q_{a3}$ ) pada titik ini adalah 172047.54 mm<sup>3</sup>

$$\tau_{A3w} = \frac{V Q_{a3w}}{I t_{a2w}} = 45,36 \frac{N}{mm^2} \approx 45,36 \text{ MPa}$$

- ✓ Tegangan Geser di titik A4

Nilai centroid ( $Q_{a4}$ ) pada titik ini adalah 125664 mm<sup>3</sup>

Tegangan geser di titik A4 terhadap badan rel (rail web)

$$\tau_{A4w} = \frac{V Q_{a4f}}{I t_{a2w}} = 33,13 \frac{N}{mm^2} \approx 33,13 \text{ MPa}$$

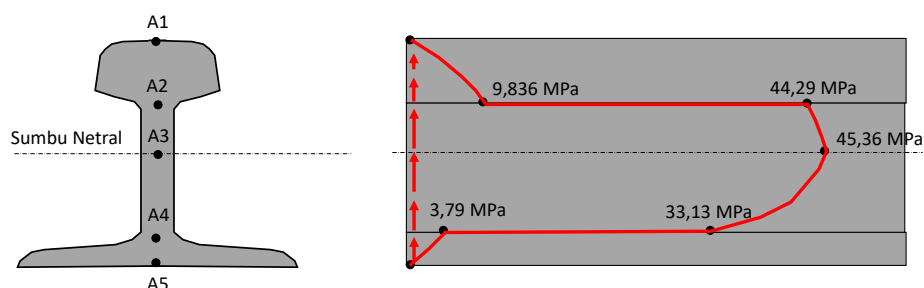
Tegangan geser di titik A4 terhadap kaki rel (rail foot)

$$\tau_{A4f} = \frac{V Q_{a4f}}{I t_{a3f}} = 3,79 \frac{N}{mm^2} \approx 3,79 \text{ MPa}$$

- ✓ Tegangan Geser di titik A5

Pada titik ini nilai luas penampangnya adalah 0, sehingga nilai Centroid ( $Q_{a5}$ ) pada titik ini juga 0

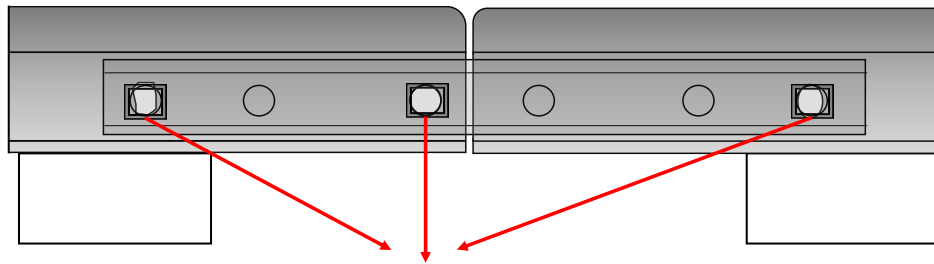
Sehingga distribusi dari tegangan geser akibat pembebanan dapat dilihat pada gambar di bawah ini





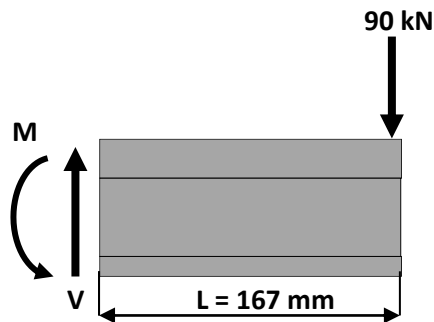
➤ Tegangan Tekuk (Bending Moment)

Hasil temuan di lapangan menunjukkan pemasangan baut pelat sambung hanya berjumlah 3 baut dari yang seharusnya 6 baut, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah



3 baut yang terpasang di pelat sambung

Kondisi seperti ini menyebabkan bagian rel dengan 1 baut terpasang di sambungan rel bersifat seperti cantilever saat dilewati oleh beban roda sehingga, momen tekuk pada bagian akhir rel ini adalah sebagai berikut:



$$M = VL = 15030 \text{ Nmm}$$

Sehingga tegangan tekuk di rel adalah sebagai berikut:

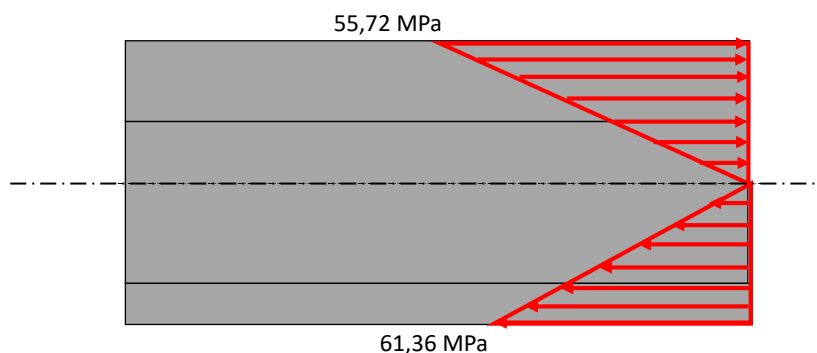
- ✓ Tegangan tarik ( $\sigma_T$ )

$$\sigma_T = \frac{My}{I} = 55,72 \text{ N/mm}^2 \approx 55,72 \text{ MPa}$$

- ✓ Tegangan tekan ( $\sigma_C$ )

$$\sigma_C = \frac{My}{I} = 61,36 \text{ N/mm}^2 \approx 61,36 \text{ MPa}$$

Dari perhitungan di atas, maka distribusi tegangan normal di rel adalah sebagai berikut:



- ❖ Dari hasil perhitungan di atas diketahui tegangan geser maksimum terjadi di sumbu netral dan 0 di permukaan atas kepala rel dan di permukaan bawah kaki rel, namun sebaliknya tegangan normal maksimum terjadi di permukaan atas kepala rel dan di permukaan bawah kaki rel dan 0 di sumbu netral.
- ❖ Permukaan radius di kepala rel memiliki nilai tegangan geser mendekati nilai tegangan geser maksimum atau 97,6 % dari tegangan geser maksimum.

ISBN 978-602-60626-9-7



9 786026 062697

**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI REPUBLIK INDONESIA**

Jl. Medan Merdeka Timur No.5 Jakarta 10110 INDONESIA

Phone : (021) 351 7606 / 384 7601 Fax : (021) 351 7606 Call Center : 0812 12 655 155

website 1 : <http://knkt.dephub.go.id/webknkt/> website 2 : <http://knkt.dephub.go.id/knkt/>

email : [knkt@dephub.go.id](mailto:knkt@dephub.go.id)