



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI  
REPUBLIK INDONESIA**

**LAPORAN AKHIR**

**KNKT.16.08.05.02**

**LAPORAN INVESTIGASI KECELAKAAN PERKERETAAPIAN**

**ANJLOK KA 3019**

**KM 238+864 EMPLASEMEN STA. LUBUK BATANG**

**SUMATERA SELATAN**

**DIVRE IV TANJUNGPANG**

**19 AGUSTUS 2016**



**2017**

# KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

*“Keselamatan dan Keamanan Transportasi  
Merupakan Tujuan Bersama”*

## DASAR HUKUM

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, dengan dasar sebagai berikut:

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;
5. Peraturan-peraturan lainnya yang berkaitan dengan Perkeretaapian

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

*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 ISTILAH .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>SINOPSIS .....</b>	<b>1</b>
<b>I. INFORMASI FAKTUAL .....</b>	<b>1</b>
<b>I.1 DATA KEJADIAN DAN SUSUNAN RANGKAIAN KERETA API.....</b>	<b>1</b>
<b>I.2 KRONOLOGIS .....</b>	<b>1</b>
<b>I.3 PETA LOKASI DAN SKETSA KECELAKAAN.....</b>	<b>4</b>
<b>I.4 AKIBAT KECELAKAAN KERETA API.....</b>	<b>6</b>
I.4.1 Dampak Kecelakaan Terhadap Manusia.....	6
I.4.2 Dampak Kecelakaan Terhadap Prasarana Perkeretaapian .....	6
I.4.3 Dampak Kecelakaan Terhadap Sarana Perkeretaapian .....	6
I.4.4 Dampak Kecelakaan Terhadap Operasional Perkeretaapian.....	7
<b>I.5 INFORMASI PRASARANA DAN SARANA.....</b>	<b>7</b>
I.5.1 Prasarana .....	7
I.5.2 Sarana .....	9
<b>I.6 INFORMASI OPERASI KA .....</b>	<b>17</b>
I.6.1 Operasi KA Babaranjang.....	17
I.6.2 Realisasi Perjalanan KA 3019 .....	18
<b>I.7 INFORMASI PETUGAS SARANA DAN PRASARANA.....</b>	<b>18</b>
<b>I.8 KETERANGAN SAKSI.....</b>	<b>20</b>
<b>I.9 DATA REKAMAN POSISI DAN KECEPATAN KA .....</b>	<b>25</b>
<b>I.10 INFORMASI DAMPAK KERUSAKAN AKIBAT KECELAKAAN.....</b>	<b>26</b>
<b>(SCRATCH MARK &amp; WRECKAGE).....</b>	<b>26</b>
I.10.1 Prasarana .....	26
I.9.2 Sarana .....	28
<b>I.11 HASIL PENGUKURAN SETELAH KECELAKAAN.....</b>	<b>28</b>
I.11.1 Skilu Statis .....	28
I.11.2 Skilu Dinamis.....	29
I.11.3 Pengukuran Lebar Jalan Rel .....	30
<b>I.12 PENGAWASAN DAN PEMBINAAN .....</b>	<b>31</b>
<b>II. ANALISIS .....</b>	<b>37</b>
<b>II.1 INTERAKSI RODA DAN REL .....</b>	<b>37</b>

---

II.1.1 Skilu Jalan Rel .....	39
II.1.2 Penyempitan Lebar Jalan Rel .....	40
II.1.3 Pengaruh kekasaran permukaan rel .....	41
II.1.4 Pengaruh keausan sisi samping kepala rel .....	43
<b>II.2 ANALISIS GAYA LONGITUDINAL PANJANG RANGKAIAN KA BABARANJANG .....</b>	<b>43</b>
<b>III. KESIMPULAN .....</b>	<b>45</b>
<b>III.1 TEMUAN.....</b>	<b>45</b>
<b>III.2 FAKTOR – FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI.....</b>	<b>46</b>
<b>IV. REKOMENDASI.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO) .....</b>	<b>47</b>
<b>V. SAFETY ACTIONS .....</b>	<b>49</b>
<b>VI. DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>VII.LAMPIRAN .....</b>	<b>51</b>

---

## 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
- Emplasemen stasiun kereta api** adalah tempat terbuka atau tanah lapang yang disediakan untuk jawatan atau satuan bangunan (seperti tanah lapang di dekat stasiun untuk keperluan jawatan kereta api)
- As roda** adalah pusat atau sumbu dari roda yang berputar bersama dengan roda dan berfungsi untuk meneruskan tenaga gerak dari sarana perkeretaapian ke roda
- Lokomotif** adalah sarana perkeretaapian yang memiliki penggerak sendiri yang bergerak dan digunakan untuk menarik dan/atau mendorong kereta, gerbong, dan/atau peralatan khusus
- 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
- Kereta Api Batubara Rangkaian Panjang** adalah kereta api angkutan barang yang mengangkut muatan batubara dari Tanjung Enim Baru, Propinsi Sumatera Selatan sampai dengan Tarahan, Propinsi Lampung

- 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 (PPKA)** 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 Perkeretapian** adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan sarana perkeretaapian
- Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretapian** adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan prasarana perkeretaapian
- Tenaga Pemeriksa Prasarana Perkeretapian** adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan pemeriksaan prasarana perkeretaapian
- Perawatan Sarana Perkeretaapian** adalah kegiatan dilakukan untuk mempertahankan kehandalan sarana perkeretaapian agar tetap laik
- Semboyan** adalah pesan yang bermakna bagi petugas yang berkaitan dengan perjalanan kereta api sebagai perintah atau larangan yang diperagakan melalui orang atau alat berupa wujud, warna atau bunyi dan pemberitahuan tentang kondisi jalur, pembeda, batas, dan petunjuk tertentu
- Jalur tunggal** adalah satu jalur kereta api yang digunakan untuk dua arah kereta api
- Keselamatan** adalah kondisi yang bebas dari ancaman dan risiko kecelakaan
- Flens roda** adalah tonjolan di bagian pinggiran keping roda sarana perkeretaapian yang berfungsi untuk mengendalikan gerakan roda dan mencegah roda agar tidak keluar rel
- 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
- Track Quality Index (TQI)** adalah nilai kuantitatif berupa angka dari hasil pengukuran geometri jalan rel yang menunjukkan kinerja dan kualitas jalan rel
- Skilu Jalan Rel** adalah penyimpangan pertinggian jalan rel antara dua titik sepanjang tiga meter baik lebih kecil atau lebih besar dari pertinggian jalan rel yang telah ditentukan.
- Gaya Longitudinal** adalah gaya yang memiliki arah gaya yang sejajar dengan arah perjalanan kereta api

**Gaya Lateral** adalah gaya yang memiliki arah gaya ke arah samping dari arah perjalanan kereta api

**Gaya Vertikal** adalah gaya yang memiliki arah gaya sejajar dengan arah gravitasi bumi

**Gaya Tangensial** adalah gaya yang bekerja pada benda berputar dan bergerak pada arah lurus terhadap permukaan benda tersebut

**Koefisien Gesek** adalah nilai rasio kekasaran suatu permukaan yang menyebabkan gaya hambatan yang berlawanan arah dengan gaya yang menggerakkan suatu benda

**Kriteria Nadal** adalah persamaan yang digunakan pada roda tunggal sarana perkeretaapian untuk menghubungkan pengaruh gaya berat roda saat berputar di atas rel dengan gaya lateral flens roda yang kontak dengan sisi samping kepala rel. Persamaan ini digunakan untuk membatasi rasio antara gaya berat roda dengan gaya lateral flens roda dan untuk meminimalkan risiko anjlok

# DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Situasi kecelakaan anjlok KA 3019 .....	2
<b>Gambar 2.</b> Peta lintas dan lokasi kejadian .....	4
<b>Gambar 3.</b> Lokasi Kecelakaan Anjlok KA 3019 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang .....	4
<b>Gambar 4.</b> Sketsa Kecelakaan KA 3019 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang .....	5
<b>Gambar 5.</b> Bantalan dengan lebar 1067 mm di lengkung nomor 114 .....	9
<b>Gambar 6.</b> Kondisi ballast tipis di Km. 238 + 860 .....	9
<b>Gambar 7.</b> Kecepatan Lokomotif CC 202 86 13 berdasarkan GPS .....	25
<b>Gambar 8.</b> Titik Awal Naik roda di km 238+877,5 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang .....	26
<b>Gambar 9.</b> Titik Awal Jatuh roda di km 238+864 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang .....	26
<b>Gambar 10.</b> Goresan flens roda di atas kepala rel yang terlihat .....	27
<b>Gambar 11.</b> Jarak antara TAN dan TAJ .....	27
<b>Gambar 12.</b> Kerusakan Permukaan Tapak Roda dan Flens Roda pada gerbong GB 50 90 114 .....	28
<b>Gambar 13.</b> Pengukuran skilu statis pada lokasi anjlok .....	29
<b>Gambar 14.</b> Pengukuran skilu dinamis pada lokasi anjlok .....	29
<b>Gambar 15.</b> Pengukuran skilu dinamis pada lokasi anjlok .....	30
<b>Gambar 16.</b> Pengukuran lebar jalan rel pada lokasi anjlok .....	30
<b>Gambar 17.</b> Ilustrasi vektor gaya sarana perkeretaapian di lengkung .....	37
<b>Gambar 18.</b> Ilustrasi tahapan proses terjadinya wheel flange climb pada kecelakaan anjlok .....	38
<b>Gambar 19.</b> Gaya kontak antara roda dengan rel saat wheel flange climb .....	39
<b>Gambar 20.</b> Efek skilu pada jalan rel terhadap bogie .....	39
<b>Gambar 21.</b> Ilustrasi pengaruh skilu rel di jalur lengkung terhadap sarana perkeretaapian .....	40
<b>Gambar 22.</b> Ilustrasi osilasi gerak roda di jalan rel .....	41
<b>Gambar 23.</b> Standard play roda dengan rel .....	41
<b>Gambar 24.</b> Ilustrasi arah gaya kontak roda dengan rel pada posisi roda dengan sudut serang positif .....	42
<b>Gambar 25.</b> Nilai koefisien gesek antara ro dengan rel yang ideal .....	42
<b>Gambar 26.</b> Hubungan antara nilai kriteria Nadal, sudut kontak flens roda-rel dan koefisien gesek roda-rel .....	43

---

---

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Daftar Kerusakan Sarana Perkeretaapian KA 3019.....	6
<b>Tabel 2.</b> Nilai Track Quality Index Rel di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang .....	8
<b>Tabel 3.</b> Lengkung di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang.....	8
<b>Tabel 4.</b> Pengukuran dimensi gerbong GB 50 86 185.....	10
<b>Tabel 5.</b> Pengukuran dimensi gerbong GB 50 08 127.....	11
<b>Tabel 6.</b> Pengukuran dimensi gerbong GB 50 90 114.....	12
<b>Tabel 7.</b> Pengukuran dimensi gerbong GB 50 08 128.....	12
<b>Tabel 8.</b> Pengukuran dimensi gerbong GB 50 11 146.....	13
<b>Tabel 9.</b> Pengukuran dimensi gerbong GB 50 08 167.....	14
<b>Tabel 10.</b> Pengukuran dimensi gerbong GB 50 08 122.....	15
<b>Tabel 11.</b> Pengukuran dimensi gerbong GB 50 97 141 .....	15
<b>Tabel 12.</b> Pengukuran dimensi gerbong GB 50 86 224.....	16
<b>Tabel 13.</b> Realisasi perjalanan KA 3019 tanggal 19 Agustus 2016.....	18
<b>Tabel 14.</b> Temuan dan Rekomendasi Audit Audit Keselamatan Pengoperasian KA Babaranjang di Divre III Palembang PT. KAI (Persero) .....	31
<b>Tabel 15.</b> Temuan dan Rekomendasi Audit Audit Keselamatan Pengoperasian KA Babaranjang di Divre IV tanjungkarang PT. KAI (Persero).....	33

## SINOPSIS

Pada hari Jumat tanggal 19 Agustus 2016 jam 21.38 WIB, terjadi kecelakaan kereta api anjlok KA 3019 di Km 238+864 Stasiun Lubuk Batang, Sumatera Selatan, Wilayah Operasi Divre IV Tanjungkarang, Propinsi Lampung.

KA 3019 adalah kereta api batu bara rangkaian panjang tanpa muatan yang diberangkatkan dari Stasiun Prabumulih X6 menuju Stasiun Tarahan dengan rangkaian kereta api yang terdiri dari 3 (tiga) Lokomotif CC 202 dan 58 GB yang digunakan untuk mengangkut muatan batu bara dengan kemampuan angkut sebesar 50 ton.

Pada hari Jumat tanggal 19 Agustus 2016, jam 18.02 WIB, KA 3019 diberangkatkan dari Stasiun Prabumulih X6. Pada jam 21.28 WIB, KA 3019 berangkat dari Stasiun Belatung menuju Stasiun Lubuk Batang.

Saat KA 3019 melewati jalur II Stasiun Lubuk Batang, PPKA Stasiun Lubuk Batang mengetahui terjadinya anjlok pada rangkaian gerbong dari KA 3019 dan melaporkan kejadian tersebut ke PPKP Divre IV Tanjung Karang pada jam 21.38 WIB. Setelah menerima laporan terjadinya anjlok KA 3019 dari PPKA Stasiun Lubuk Batang, kemudian PPKP memerintahkan masinis KA 3019 untuk menghentikan KA karena adanya rangkaian KA 3019 yang anjlok. Masinis KA 3019 kemudian melakukan pengereman dan KA 3019 berhenti di KM 237+141 Emplasemen Stasiun Lubuk Batang.

Setelah KA 3019 berhenti, diketahui anjlok tersebut mengakibatkan 9 rangkaian gerbong KA 3019 anjlok sebanyak 34 as, mulai dari gerbong urutan ke-46 sampai dengan gerbong urutan ke-54 dan rusaknya komponen prasarana jalan rel dan wesel di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang mulai dari KM 238+864,1 sampai dengan KM 237+141.

Dari temuan investigasi kecelakaan ini diketahui Titik Awal Naik roda berada di Km. 238+877,5 dan Titik Awal Jatuh roda di Km. 238+864,1 dengan goresan flens roda di atas kepala rel sepanjang 13,4 meter. Hasil temuan ini menunjukkan bahwa terjadinya anjlok merupakan proses naiknya roda ke atas kepala rel (wheel climbing) yang terjadi karena berkurangnya tekanan berat roda dari sarana perkeretaapian bersamaan dengan dengan meningkatnya gaya lateral pada roda. Dari temuan lapangan juga diketahui gerbong pertama yang anjlok adalah gerbong dengan nomor GD 50 90 114 yang diketahui dari terdapatnya kerusakan pada permukaan tapak roda dan flens roda dari bogie gerbong tersebut akibat benturan dengan bantalan setelah anjlok terjadi. Anjlok yang terjadi pada gerbong ini mengakibatkan anjlok dan tergulingnya gerbong lainnya dari rangkaian KA 3019 setelah gerbong GD 50 90 114 membentur wesel nomor 1 Stasiun Lubuk Batang.

KNKT menyimpulkan bahwa kondisi jalan rel yang tidak laik seperti nilai TQI jalan rel yang buruk, penyempitan lebar jalan rel di lengkung dan keausan rel di lengkung menjadi faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan. Berdasarkan kesimpulan tersebut, KNKT menyusun rekomendasi keselamatan yang ditunjukkan untuk Direktorat Jenderal Perkeretaapian sebagai regulator dan PT. KAI (Persero) sebagai operator prasarana dan sarana perkeretaapian, agar kecelakaan serupa tidak terjadi lagi dikemudian hari.

# I. INFORMASI FAKTUAL

## I.1 DATA KEJADIAN DAN SUSUNAN RANGKAIAN KERETA API

Nomor>Nama KA : KA 3019

Susunan Rangkaian : Lokomotif CC 202 86 14  
Lokomotif CC 202 86 13  
Lokomotif CC 202 86 10

### Menarik 58 GB :

- |                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| 1. GB 50 86 80   | 21. GB 50 86 191 | 41. GB 50 97 158 |
| 2. GB 50 90 08   | 22. GB 50 08 58  | 42. GB 50 11 18  |
| 3. GB 50 08 88   | 23. GB 50 08 104 | 43. GB 50 11 104 |
| 4. GB 50 97 74   | 24. GB 50 90 125 | 44. GB 50 08 113 |
| 5. GB 50 11 33   | 25. GB 50 90 106 | 45. GB 50 08 140 |
| 6. GB 50 08 86   | 26. GB 50 95 57  | 46. GB 50 86 185 |
| 7. GB 50 08 33   | 27. GB 50 97 14  | 47. GB 50 08 127 |
| 8. GB 50 86 253  | 28. GB 50 86 110 | 48. GB 50 90 114 |
| 9. GB 50 11 126  | 29. GB 50 11 103 | 49. GB 50 08 128 |
| 10. GB 50 08 174 | 30. GB 50 95 55  | 50. GB 50 11 146 |
| 11. GB 50 97 50  | 31. GB 50 89 75  | 51. GB 50 08 167 |
| 12. GB 50 86 234 | 32. GB 50 08 149 | 52. GB 50 08 122 |
| 13. GB 50 86 74  | 33. GB 50 08 134 | 53. GB 50 97 141 |
| 14. GB 50 89 76  | 34. GB 50 97 67  | 54. GB 50 86 224 |
| 15. GB 50 11 157 | 35. GB 50 08 129 | 55. GB 50 90 93  |
| 16. GB 50 97 31  | 36. GB 50 11 148 | 56. GB 50 08 125 |
| 17. GB 50 86 249 | 37. GB 50 08 105 | 57. GB 50 95 01  |
| 18. GB 50 08 138 | 38. GB 50 08 85  | 58. GB 50 96 08  |
| 19. GB 50 97 27  | 39. GB 50 11 45  |                  |
| 20. GB 50 11 112 | 40. GB 50 08 74  |                  |

Jenis Kecelakaan : Anjlokkan

Lokasi : Km 238+864

Lintas : Prabumulih X6 – Tarahan

Propinsi : Sumatera Selatan

Wilayah : Divre IV Tanjungkarang

Hari/Tanggal : Jumat, 19 Agustus 2016  
Kecelakaan

Waktu : 21.38 WIB

## I.2 KRONOLOGIS

Pada hari Jumat tanggal 19 Agustus 2016 jam 21.38 WIB, terjadi kecelakaan kereta api anjlokkan KA 3019 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang, Sumatera Selatan, Wilayah Operasi Divre IV Tanjungkarang, Propinsi Lampung.

KA 3019 adalah kereta api batu bara rangkaian panjang tanpa muatan yang diberangkatkan dari Stasiun Prabumulih X6 menuju Stasiun Tarahan dengan rangkaian kereta api yang terdiri dari 3 (tiga) Lokomotif CC 202 dan 58 (lima puluh delapan) gerbong GB yang digunakan untuk mengangkut muatan batu bara dengan kapasitas angkut sebesar 50 ton.

Pada hari Jum'at tanggal 19 Agustus 2016, jam 18.02 WIB, KA 3019 diberangkatkan dari Stasiun Prabumulih X6. Pada jam 21.28 WIB, KA 3019 berangkat dari Stasiun Belatung menuju Stasiun Lubuk Batang.

Saat KA 3019 melewati lengkung di Km 238+769 pada Emplasemen Stasiun Lubuk Batang, roda gerbong urutan ke-48 dari KA 3019 anjlok di Km 238+864. Pada saat terjadinya anjlokan awak sarana perkeretaapian KA 3019 tidak mengetahui adanya rangkaian KA 3019 yang anjlok dan ketika KA 3019 masuk di jalur II Stasiun Lubuk Batang, PPKA yang bertugas di stasiun tersebut mengetahui terjadinya anjlokan pada rangkaian KA 3019 dan segera melaporkan kejadian tersebut ke PPKP Divre IV Tanjung Karang pada jam 21.38 WIB. Setelah menerima laporan terjadinya anjlokan KA 3019 dari PPKA Stasiun Lubuk Batang, kemudian PPKP memerintahkan masinis KA 3019 untuk menghentikan KA karena adanya rangkaian KA 3019 yang anjlok. Masinis KA 3019 kemudian melakukan pengereman dan KA 3019 berhenti di KM 237+141 Emplasemen Stasiun Lubuk Batang.

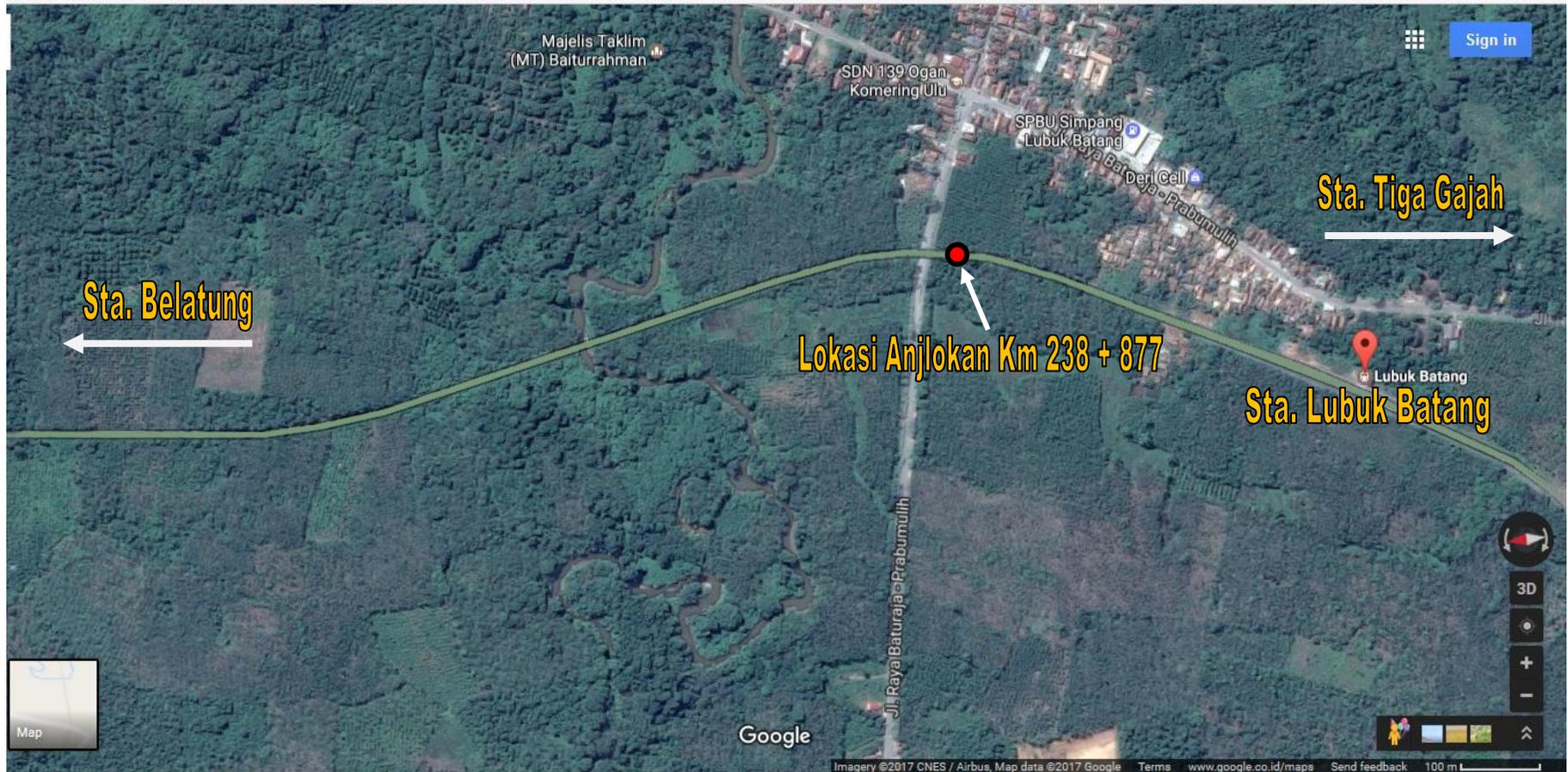
Setelah KA 3019 berhenti, diketahui anjlokan tersebut mengakibatkan 9 rangkaian gerbong KA 3019 anjlok sebanyak 34 as, mulai dari gerbong urutan ke-46 sampai dengan gerbong urutan ke-54 dan rusaknya komponen prasarana jalan rel dan wesel di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang. Kecelakaan ini menyebabkan terjadinya rintang jalan (rinja) di Stasiun Lubuk Batang selama 53 jam 07 menit yang dimulai dari jam 21.38 WIB pada tanggal 19 Agustus 2016 sampai dengan jam 02.45 WIB tanggal 21 Agustus 2016.



**Gambar 1.** Situasi kecelakaan anjlokan KA 3019

### I.3 PETA LOKASI DAN SKETSA KECELAKAAN

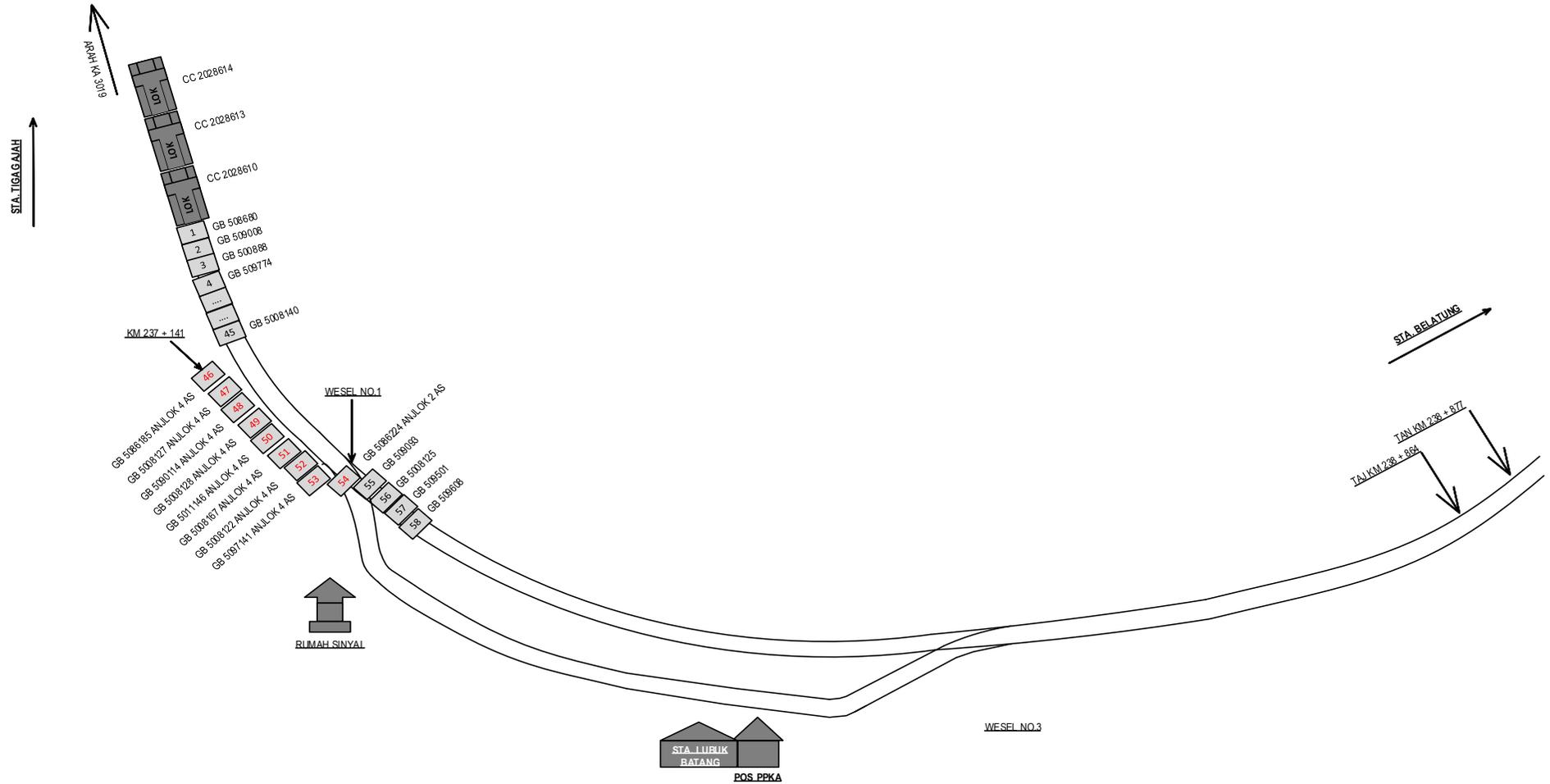
#### I.3.1 Peta Lokasi



Sumber: Google Map

**Gambar 3.** Lokasi Kecelakaan Anjlok KA 3019 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang

I.3.2 Sketsa Kecelakaan



Not to scale

Gambar 4. Sketsa Kecelakaan KA 3019 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang

## I.4 AKIBAT KECELAKAAN KERETA API

### I.4.1 Dampak Kecelakaan Terhadap Manusia

Tidak ada manusia yang terluka akibat kecelakaan kereta api.

### I.4.2 Dampak Kecelakaan Terhadap Prasarana Perkeretaapian

- a. 1900 bantalan beton mengalami kerusakan;
- b. 27 bantalan wesel berbagai ukuran mengalami kerusakan;
- c. Rel tipe R.54 dengan panjang bentang 75 m mengalami kerusakan;
- d. 200 paku tirpon rusak;
- e. 30 *rail pad* rusak;
- f. 100 baut BK rusak;
- g. 1 unit lidah wesel tipe R.54 pada wesel nomor 1 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang mengalami kerusakan;
- h. 1 unit jarum wesel sudut 1:12 tipe R.54 pada wesel nomor 3 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang mengalami kerusakan.

### I.4.3 Dampak Kecelakaan Terhadap Sarana Perkeretaapian

Rangkaian gerbong dari KA 3019 anjlok sebanyak 32 as dengan posisi miring ke arah kiri dari Emplasemen Stasiun Lubuk Batang menuju Stasiun Tiga Gajah mulai dari rangkaian gerbong urutan ke-46 sampai dengan gerbong urutan ke-53 dari lokomotif, yaitu GB 50 86 185, GB 50 08 127, GB 50 90 114, GB 50 08 128, GB 50 11 146, GB 50 08 167 dan GB 50 08 122, GB 50 97 141 serta satu rangkaian gerbong anjlok 1 as pada gerbong urutan ke-54 dengan nomor GB 50 86 224.

**Tabel 1.** Daftar Kerusakan Sarana Perkeretaapian KA 3019

No	Nomor Gerbong Yang Anjlok	Kerusakan Akibat Anjlokan
1	GB 500874	Ujung <i>Claw</i> alat perangkai patah
2	GB 5086185	Tidak ada kerusakan
3	GB 5008127	Tidak ada kerusakan
4	GB 5090114	<ol style="list-style-type: none"><li>a. <i>Journal bearing</i> nomor 2,3 dan 4 dari as roda bogie pertama rusak</li><li>b. Flens dan permukaan tapak roda nomor 3 dan 4 dari bogie pertama cacat akibat benturan dengan bantalan</li><li>c. <i>Triangle beam</i> dari bogie pertama rusak</li><li>d. <i>Brake block shoes</i> nomor 3 dan 4 dari bogie pertama rusak</li><li>e. Frame bogie nomor 1 bogie pertama cacat tergesek rel</li><li>f. Pegas <i>outer</i> dan <i>inner</i> dari bogie pertama hilang sebanyak 10 set</li><li>g. Pegas <i>friction wedges</i> nomor 1 dan 3 dari bogie pertama hilang</li></ol>

No	Nomor Gerbong Yang Anjlok	Kerusakan Akibat Anjlokan
		h. <i>Center pin</i> dari bogie pertama bengkok i. Pegas <i>friction wedges</i> nomor 1 dan 3 dari bogie kedua hilang j. <i>Friction wedges</i> nomor 1 dan 3 dari bogie kedua hilang k. Pegas <i>outer</i> dan <i>inner</i> dari bogie kedua hilang 5 set l. <i>Center pin</i> dari bogie kedua bengkok
5	GB 5008128	a. <i>Center pin</i> bogie pertama dan kedua bengkok b. <i>Brake linkage</i> gerbong bengkok
6	GB 5011146	a. <i>Center pin</i> dari bogie pertama dan kedua bengkok b. <i>Brake linkage</i> gerbong bengkok
7	GB 5008167	<i>Center pin</i> dari bogie 1 bengkok
8	GB 5008122	<i>Center pin</i> dari bogie 1 bengkok
9	GB 5097141	a. Pegas <i>outer</i> dan <i>inner</i> bogie 1 hilang 4 set b. Bagian ujung rumah <i>boffer</i> retak

#### I.4.4 Dampak Kecelakaan Terhadap Operasional Perkeretaapian

Akibat kecelakaan anjlokan KA 3019 di Stasiun Lubuk Batang terjadi pembatalan perjalanan KA mulai dari tanggal 20 Agustus 2016 sampai dengan tanggal 21 Agustus 2016 dengan jumlah pembatalan KA BBR relasi Stasiun Tanjung Enim Baru – Stasiun Tarahan sebanyak 56 perjalanan KA, pembatalan KA KPT relasi Stasiun Tanjung Enim Baru – Stasiun Kertapati sebanyak 8 perjalanan KA, pembatalan KA SCT relasi Stasiun Sukacinta – Stasiun Kertapati sebanyak 7 perjalanan KA, pembatalan KA BBM relasi Stasiun Kertapati – Stasiun Tiga Gajah sebanyak 1 perjalanan KA, pembatalan KA PULP relasi Stasiun Niru – Stasiun Tarahan sebanyak 4 perjalanan KA, pembatalan KA PT SB relasi Stasiun Tanjung Enim Baru – Stasiun Tiga Gajah sebanyak 1 perjalanan KA dan KA Semen Klingker relasi Stasiun Tiga Gajah – Stasiun Kertapati sebanyak 7 perjalanan KA.

### I.5 INFORMASI PRASARANA DAN SARANA

#### I.5.1 Prasarana

Informasi jalur kereta api di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang adalah sebagai berikut:

- a. Rel : Tipe UIC R.54
- b. Penambat : Elastis tipe Pandrol
- c. Bantalan : Beton
- d. Wesel : Monoblok Mekanik
- e. Hasil pengukuran *Track Quality Index* (TQI) dari kereta ukur pada tanggal 10 Agustus 2016 antara Stasiun Prabumulih – Stasiun Baturaja, adalah tabel berikut:

**Tabel 2.** Nilai Track Quality Index Rel di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang

No.	Lokasi (Km, Hm)		Panjang (Meter)	Kelas	TQI
	Dari	Ke			
<b>1</b>	<b>239</b>	<b>238,8</b>	<b>200</b>	<b>3</b>	<b>70,93</b>
<b>2</b>	<b>238,8</b>	<b>238,6</b>	<b>200</b>	<b>3</b>	<b>52,83</b>
3	238,6	238,4	200	3	46,84
4	238,4	238,2	200	3	40,4
<b>5</b>	<b>238,2</b>	<b>238,0</b>	<b>200</b>	<b>3</b>	<b>52,4</b>
6	238	238	78	3	41,6
7	238	237,8	200	3	36,39
8	237,8	237,6	200	3	30,24
9	237,6	237,4	200	3	33
10	237,4	237,2	200	3	25,14
<b>11</b>	<b>237,2</b>	<b>237</b>	<b>200</b>	<b>3</b>	<b>50,18</b>
<b>12</b>	<b>237</b>	<b>236,8</b>	<b>200</b>	<b>3</b>	<b>50,77</b>

Nilai TQI melebihi 50 menunjukkan kualitas jalan rel yang buruk dengan batas kecepatan kereta api yang lewat di atas jalan rel kurang dari 60 km/jam [1].

- f. Terdapat lengkung di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang dengan posisi sebagai berikut:

**Tabel 3.** Lengkung di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang

Nomor Lengkung	Lintas	Antara	Radius (m)	Posisi		Panjang	
				Busur Awal	Busur Akhir	PL	PLA
114	Thn - Pbm	Lbt - Blt	485	238+769	239+136	367	50
113	Thn - Pbm	Tjh - Lbt	446	238+095	238+262	167	62
112	Thn - Pbm	Tjh - Lbt	467	236+703	236+955	252	90

- g. Tidak ada pelumasan/lubrikasi pada kepala rel di lengkung nomor 114, 113 dan 112 Emplasemen Stasiun Lubuk Batang.

- h. Terdapat bantalan dengan lebar 1067 mm di lengkung nomor 114.



**Gambar 5.** Bantalan dengan lebar 1067 mm di lengkung nomor 114

- i. Terdapat keausan permukaan sisi samping kepala rel di Km. 238 + 877 sebesar 4 mm dan di Km. 238 + 864 sebesar 16 mm.
- j. Terdapat ballast dengan kondisi ketebalan yang tipis (kurang dari 30 cm) di Km. 238 + 680.



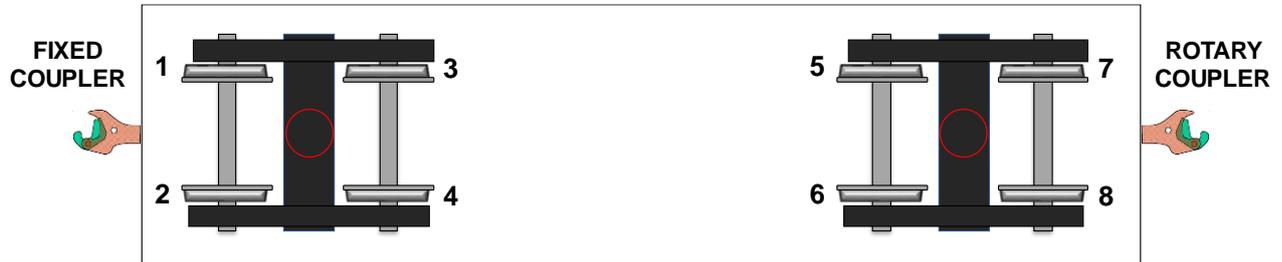
**Gambar 6.** Kondisi ballast tipis di Km. 238 + 860

### I.5.2 Sarana

1. Informasi data sarana perkeretaapian dari KA 3019 yang anjlok mulai dari rangkaian gerbong urutan ke-46 sampai dengan gerbong urutan ke-53 adalah sebagai berikut:
  - a. Informasi Gerbong GB 50 86 185

Tipe bogie	: BARBER S2 (Three Piece Bogie)
Berat kosong gerbong	: 19800 kg
Kapasitas maksimum beban gerbong	: 50000 kg

Produksi : Kanada  
 Tanggal pengoperasian pertama : 23/10/1986  
 Tanggal pengerjaan perawatan terakhir : 22/06/2016  
 Tanggal selesai perawatan : 21/07/2016  
 Status perawatan : Perawatan Akhir  
 Tanggal pemeriksaan terakhir : 30/06/2016



Tabel 4. Pengukuran dimensi gerbong GB 50 86 185

No	Ø Roda (mm)	Toleransi Ø Roda (mm)	Keausan flens (mm)	Toleransi Keausan Flens (mm)	Jarak Keping Roda (mm)	Toleransi Jarak Keping Roda (mm)	Tinggi Alat Perangkai dari rel (mm)	Toleransi Tinggi Alat Perangkai (mm)
1	790	Ø max : 857 Ø min : 746 ΔØ roda dalam satu as : 0	0	8	1000	± 1	770	Max : 785 Normal : 775 Min : 760
2	790		0	8	1000	± 1		
3	790		0	8	1000	± 1		
4	790		0	8	1000	± 1		
5	792	ΔØ roda dalam satu bogie : 1	0	8	1000	± 1	775	
6	792	ΔØ roda antara bogie : 4	0	8	1000	± 1		
7	792		0	8	1000	± 1		
8	792		0	8	1000	± 1		

b. Informasi Gerbong GB 50 08 127

Tipe bogie : BARBER S2 HD INDON  
 Berat kosong gerbong : 20000 kg  
 Kapasitas maksimum beban gerbong : 50000 kg  
 Produksi : INKA  
 Tanggal pengoperasian pertama : 26/06/2006  
 Tanggal pengerjaan perawatan terakhir : 23/03/2016  
 Tanggal selesai perawatan terakhir : 21/07/2016  
 Status perawatan : Semi Perawatan Akhir  
 Tanggal pemeriksaan terakhir : 30/06/2016



Tabel 5. Pengukuran dimensi gerbong GB 50 08 127

No	Ø Roda (mm)	Toleransi Ø Roda (mm)	Keausan flens (mm)	Toleransi Keausan Flens (mm)	Jarak Keping Roda (mm)	Toleransi Jarak Keping Roda (mm)	Tinggi Alat Perangkai dari rel (mm)	Toleransi Tinggi Alat Perangkai (mm)
1	822	Ø max : 857 Ø min : 746 ΔØ roda dalam satu as : 0 ΔØ roda dalam satu bogie : 1 ΔØ roda antara bogie : 4	0	8	1000	± 1	770	Max : 785 Normal : 775 Min : 760
2	822		0	8	1000	± 1		
3	822		0	8	1000	± 1		
4	822		0	8	1000	± 1		
5	824	0	8	1000	± 1	775		
6	824	0	8	1000	± 1			
7	824	0	8	1000	± 1			
8	824	0	8	1000	± 1			

c. Informasi gerbong GB 50 90 114

Tipe bogie : BARBER S2  
 Berat kosong gerbong : 19800 kg  
 Kapasitas maksimum beban gerbong : 50000 kg  
 Produksi : Kanada  
 Tanggal pengoperasian pertama : 01/03/1990  
 Tanggal pengerjaan perawatan terakhir : 20/06/2016  
 Tanggal selesai perawatan terakhir : 21/07/2016  
 Status perawatan : Perawatan Akhir  
 Tanggal pemeriksaan terakhir : 30/06/2016

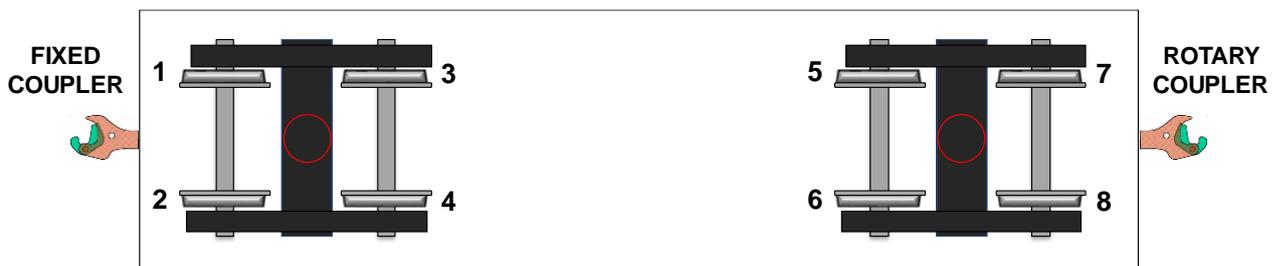


Tabel 6. Pengukuran dimensi gerbong GB 50 90 114

No	Ø Roda (mm)	Toleransi Ø Roda (mm)	Keausan flens (mm)	Toleransi Keausan Flens (mm)	Jarak Keping Roda (mm)	Toleransi Jarak Keping Roda (mm)	Tinggi Alat Perangkai dari rel (mm)	Toleransi Tinggi Alat Perangkai (mm)
1	820	Ø max : 857 Ø min : 746 ΔØ roda dalam satu as : 0 ΔØ roda dalam satu bogie : 1 ΔØ roda antara bogie : 4	0	8	1000	± 1	765	Max : 785 Normal : 775 Min : 760
2	820		0	8	1000	± 1		
3	820		0	8	1000	± 1		
4	820		0	8	1000	± 1		
5	822		0	8	1000	± 1	770	
6	822		0	8	1000	± 1		
7	822		0	8	1000	± 1		
8	822		0	8	1000	± 1		

d. Informasi gerbong GB 50 08 128

Tipe bogie : BARBER S2 (Three Piece Bogie)  
 Berat kosong gerbong : 19800 kg  
 Kapasitas maksimum beban gerbong : 50000 kg  
 Produksi : INKA (Indonesia)  
 Tanggal pengoperasian pertama : 26/06/2008  
 Tanggal pengerjaan perawatan terakhir : 23/06/2016  
 Tanggal selesai perawatan terakhir : 21/07/2016  
 Status perawatan : Semi Perawatan Akhir  
 Tanggal pemeriksaan terakhir : 30/06/2016



Tabel 7. Pengukuran dimensi gerbong GB 50 08 128

No	Ø Roda (mm)	Toleransi Ø Roda (mm)	Keausan flens (mm)	Toleransi Keausan Flens (mm)	Jarak Keping Roda (mm)	Toleransi Jarak Keping Roda (mm)	Tinggi Alat Perangkai dari rel (mm)	Toleransi Tinggi Alat Perangkai (mm)
1	808	Ø max : 857 Ø min : 746 ΔØ roda dalam satu as : 0 ΔØ roda dalam satu bogie : 1 ΔØ roda antara bogie : 4	0	8	1000	± 1	765	Max : 785 Normal : 775 Min : 760
2	808		0	8	1000	± 1		
3	808		0	8	1000	± 1		
4	808		0	8	1000	± 1		
5	810		0	8	1000	± 1	765	
6	810		0	8	1000	± 1		
7	810		0	8	1000	± 1		
8	810		0	8	1000	± 1		

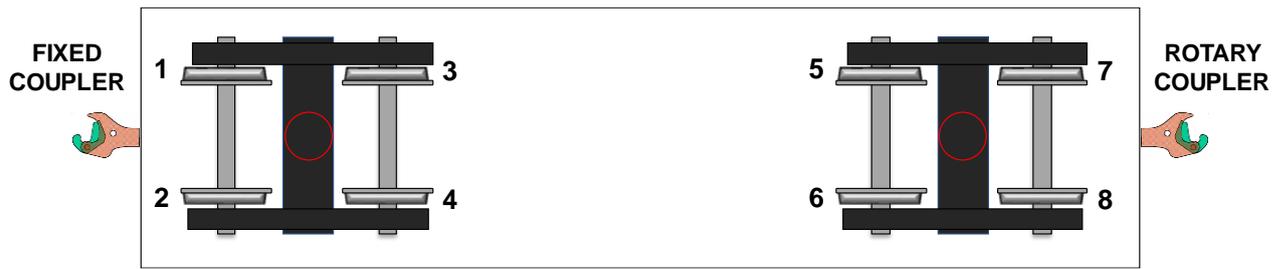
- e. Informasi gerbong GB 50 11 146
- Tipe bogie : BARBER S2 (Three Piece Bogie)
  - Berat kosong gerbong : 19800 kg
  - Kapasitas maksimum beban gerbong : 50000 kg
  - Produksi : INKA (Indonesia)
  - Tanggal pengoperasian pertama : 22/10/2011
  - Tanggal pengerjaan perawatan terakhir : 20/06/2016
  - Tanggal selesai perawatan terakhir : 21/07/2016
  - Status perawatan : Semi Perawatan Akhir
  - Tanggal pemeriksaan terakhir : 30/06/2016



Tabel 8. Pengukuran dimensi gerbong GB 50 11 146

No	Ø Roda (mm)	Toleransi Ø Roda (mm)	Keausan flens (mm)	Toleransi Keausan Flens (mm)	Jarak Keping Roda (mm)	Toleransi Jarak Keping Roda (mm)	Tinggi Alat Perangkai dari rel (mm)	Toleransi Tinggi Alat Perangkai (mm)
1	843	Ø max : 857 Ø min : 746 ΔØ roda dalam satu as : 0 ΔØ roda dalam satu bogie : 1 ΔØ roda antara bogie : 4	0	8	1000	± 1	785	Max : 785 Normal : 775 Min : 760
2	843		0	8	1000	± 1		
3	843		0	8	1000	± 1		
4	843		0	8	1000	± 1		
5	841		0	8	1000	± 1	785	
6	841		0	8	1000	± 1		
7	841		0	8	1000	± 1		
8	841		0	8	1000	± 1		

- f. Informasi gerbong GB 50 08 167
- Tipe bogie : S2 HD INA
  - Berat kosong gerbong : 20000 kg
  - Kapasitas maksimum beban gerbong : 50000 kg
  - Produksi : INKA
  - Tanggal pengoperasian pertama : 01/08/2008
  - Tanggal pengerjaan perawatan terakhir : 10/02/2016
  - Tanggal selesai perawatan terakhir : 18/02/2016
  - Status perawatan : Semi Perawatan Akhir
  - Tanggal pemeriksaan terakhir : 30/06/2016



Tabel 9. Pengukuran dimensi gerbong GB 50 08 167

No	Ø Roda (mm)	Toleransi Ø Roda (mm)	Keausan flens (mm)	Toleransi Keausan Flens (mm)	Jarak Keping Roda (mm)	Toleransi Jarak Keping Roda (mm)	Tinggi Alat Perangkai dari rel (mm)	Toleransi Tinggi Alat Perangkai (mm)
1	824	Ø max : 857 Ø min : 746 ΔØ roda dalam satu as : 0	0	8	1000	± 1	785	Max : 785 Normal : 775 Min : 760
2	824		0	8	1000	± 1		
3	824		0	8	1000	± 1		
4	824		0	8	1000	± 1		
5	824	ΔØ roda dalam satu bogie : 1 ΔØ roda antara bogie : 4	0	8	1000	± 1	775	
6	824		0	8	1000	± 1		
7	824		0	8	1000	± 1		
8	824		0	8	1000	± 1		

g. Informasi gerbong GB 50 08 122

Tipe bogie : S2 HD INA  
 Berat kosong gerbong : 20000 kg  
 Kapasitas maksimum beban gerbong : 50000 kg  
 Produksi : Kanada  
 Tanggal pengoperasian pertama : 26/06/2008  
 Tanggal pengerjaan perawatan terakhir : 23/06/2016  
 Tanggal selesai perawatan terakhir : 21/07/2016  
 Status perawatan : Semi Perawatan Akhir  
 Tanggal pemeriksaan terakhir : 30/06/2016



Tabel 10. Pengukuran dimensi gerbong GB 50 08 122

No	Ø Roda (mm)	Toleransi Ø Roda (mm)	Keausan flens (mm)	Toleransi Keausan Flens (mm)	Jarak Keping Roda (mm)	Toleransi Jarak Keping Roda (mm)	Tinggi Alat Perangkai dari rel (mm)	Toleransi Tinggi Alat Perangkai (mm)
1	830	Ø max : 857 Ø min : 746 ΔØ roda dalam satu as : 0 ΔØ roda dalam satu bogie : 1 ΔØ roda antara bogie : 4	0	8	1000	± 1	780	Max : 785 Normal : 775 Min : 760
2	830		0	8	1000	± 1		
3	830		0	8	1000	± 1		
4	830		0	8	1000	± 1		
5	828		0	8	1000	± 1	775	
6	828		0	8	1000	± 1		
7	828		0	8	1000	± 1		
8	828		0	8	1000	± 1		

h. Informasi gerbong GB 50 97 141

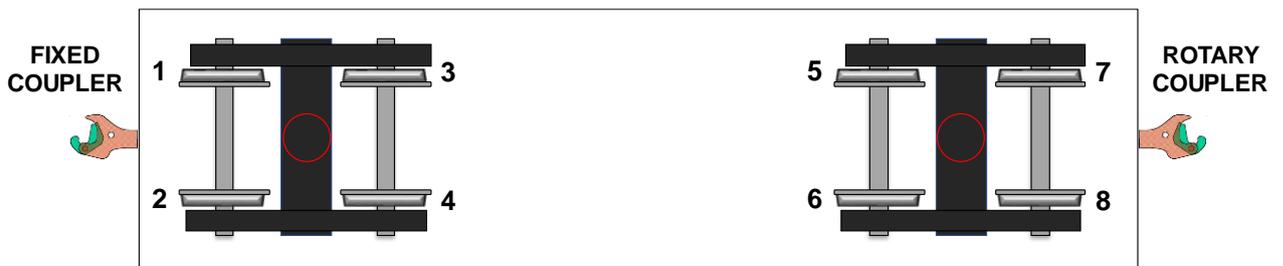
Tipe bogie : BARBER S2 (Three Piece Bogie)  
 Berat kosong gerbong : 19800 kg  
 Kapasitas maksimum beban gerbong : 50000 kg  
 Produksi : Kanada  
 Tanggal pengoperasian pertama : 20/12/1997  
 Tanggal pengerjaan perawatan terakhir : 20/06/2016  
 Tanggal selesai perawatan terakhir : 21/07/2016  
 Status perawatan : Semi Perawatan Akhir  
 Tanggal pemeriksaan terakhir : 30/06/2016



Tabel 11. Pengukuran dimensi gerbong GB 50 97 141

No	Ø Roda (mm)	Toleransi Ø Roda (mm)	Keausan flens (mm)	Toleransi Keausan Flens (mm)	Jarak Keping Roda (mm)	Toleransi Jarak Keping Roda (mm)	Tinggi Alat Perangkai dari rel (mm)	Toleransi Tinggi Alat Perangkai (mm)
1	793	Ø max : 857 Ø min : 746 ΔØ roda dalam satu as : 0 ΔØ roda dalam satu bogie : 1 ΔØ roda antara bogie : 4	0	8	1000	± 1	775	Max : 785 Normal : 775 Min : 760
2	793		0	8	1000	± 1		
3	793		0	8	1000	± 1		
4	793		0	8	1000	± 1		
5	795		0	8	1000	± 1	770	
6	795		0	8	1000	± 1		
7	795		0	8	1000	± 1		
8	795		0	8	1000	± 1		

- i. Informasi gerbong GB 50 86 224
  - Tipe bogie : BARBER S2 (Three Piece Bogie)
  - Berat kosong gerbong : 19800 kg
  - Kapasitas maksimum beban gerbong : 50000 kg
  - Produksi : Kanada
  - Tanggal pengoperasian pertama : 19/02/1986
  - Tanggal pengerjaan perawatan terakhir : 20/06/2016
  - Tanggal selesai perawatan terakhir : 21/07/2016
  - Status perawatan : Perawatan Akhir
  - Tanggal pemeriksaan terakhir : 30/06/2016



Tabel 12. Pengukuran dimensi gerbong GB 50 86 224

No	Ø Roda (mm)	Toleransi Ø Roda (mm)	Keausan flens (mm)	Toleransi Keausan Flens (mm)	Jarak Keping Roda (mm)	Toleransi Jarak Keping Roda (mm)	Tinggi Alat Perangkai dari rel (mm)	Toleransi Tinggi Alat Perangkai (mm)
1	816	Ø max : 857 Ø min : 746 ΔØ roda dalam satu as : 0	0	8	1000	± 1	765	Max : 785 Normal : 775 Min : 760
2	816		0	8	1000	± 1		
3	816		0	8	1000	± 1		
4	816		0	8	1000	± 1		
5	818	ΔØ roda dalam satu bogie : 1 ΔØ roda antara bogie : 4	0	8	1000	± 1	770	
6	818		0	8	1000	± 1		
7	818		0	8	1000	± 1		
8	818		0	8	1000	± 1		

- 2. Dari hasil investigasi lanjutan tim KNKT di fasilitas perawatan sarana perkeretaapian Balai Yasa Lahat diketahui hal-hal sebagai berikut:
  - a. Terdapat *backlog* terhadap perawatan gerbong dikarenakan keterbatasan fasilitas perawatan sarana perkeretaapian di Balai Yasa Lahat dalam melakukan Perawatan Akhir (PA) atau Semi Perawatan Akhir (SPA) dari keseluruhan gerbong yang beroperasi di wilayah Divre III Palembang dan Divre IV tanjungkarang PT.KAI (Perero); (data terlampir)
  - b. Alat uji tekan bogie (Bogie Load Test) dan Alat uji tekan pegas (Spring Load Test) di Balai Yasa Lahat rusak sehingga pengukuran defleksi pegas dilakukan secara manual dengan menggunakan mistar.

## **I.6 INFORMASI OPERASI KA**

### **I.6.1 Operasi KA Babaranjang**

Kereta Api 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) tiga puluh dua – empat puluh 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 enam puluh gerbong dengan berat kosong 20 ton dan berat muat 52 ton tiap gerbongnya.

Pengoperasian KA Babaranjang dengan rangkaian enam puluh gerbong tersebut dari empat puluh 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 panjang rangkaian enam puluh gerbong adalah berupa laporan hasil uji coba pengoperasian triple lokomotif tipe CC 202 pada tanggal 20 Januari 2016 yang menarik enam puluh 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 enam puluh 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 enam puluh gerbong yang telah dilakukan oleh PT. KAI (Persero). Selain itu KNKT tidak mendapatkan informasi tentang kajian yang dilakukan secara komprehensif oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian sebagai dasar pengoperasian KA Babaranjang yang semula terdiri dari empat puluh gerbong datar .

### I.6.2 Realisasi Perjalanan KA 3019

Perjalanan KA 3019 pada tanggal 19 Agustus 2016 dapat dilihat pada tabel di bawah ini

**Tabel 13.** Realisasi perjalanan KA 3019 tanggal 19 Agustus 2016

No.	Stasiun	Datang	Berangkat	Keterangan
1	Lubukrukam	LS	20:50	
2	Durian	LS	20:57	
3	Blimbingairkaka	LS	21:07	
4	Kepayang	LS	21:18	
5	Belatung	21:26	21:28	Di GAPEKA bersilang dengan KA 3166
6	Lubukbatang	21:37		Anjlok di Km 238+ 7/8

Berdasarkan tabel perjalanan kereta api (bentuk O.100) dari KA 3019, kecepatan maksimum KA di Stasiun Lubuk Batang adalah 55 km/jam dan kecepatan operasional KA di Stasiun Lubuk Batang adalah 44 km/jam.

### I.7 INFORMASI PETUGAS SARANA DAN PRASARANA

#### a. Masinis KA 3019

##### Data Masinis

Umur	: 27 tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: SLTA
Mulai Bekerja	: 16 Desember 2009
Pendidikan Fungsional	: Tld.3 Masinis (Klasikal)
Mulai dinas pada jabatan	: 1 Mei 2016
Pangkat	: Ptd.I - II/B
Sertifikat Kecakapan	: Awak sarana Perkeretaapian Tk. Pertama tanggal 30 Desember 2010

#### b. Asisten Masinis KA 3019

##### Data Asisten Masinis

Umur	: 26 tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: SLTA
Mulai Bekerja	: 1 September 2011
Pendidikan Fungsional	: DF 2 Masinis
Mulai dinas pada jabatan	: 1 Mei 2016
Pangkat	: Ptd.I - II/B Awak sarana Perkeretaapian
Surat Tanda Kecakapan	: Tk. Pertama tanggal 30 Nopember 2011

#### c. Kepala Stasiun Lubuk Batang

##### Data Kepala Stasiun

Umur	: 51 tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: SLTA

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| Mulai Bekerja            | : 1 September 1991                                    |
| Pendidikan Fungsional    | : Junior Chief Development Program                    |
| Mulai dinas pada jabatan | : 1 Mei 2016  |
| Pangkat                  | : Pnd.I - III/B<br>L3; PPKA, Junior Chief Development |
| Surat Tanda Kecakapan    | : Program tanggal 29 Maret 2016                       |
- d. PPKA Stasiun Tigagajah
- Data PPKA
- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| Umur                           | : 26 tahun   |
| Mulai Bekerja                  | : 2009   |
| Pendidikan Formal Terakhir     | : S1 MANAJEMEN                                       |
| Pendidikan Fungsional Terakhir | : 3/L.3  |
| Mulai Dinas Pada Jabatan       | : 1 Mei 2016   |
| Pangkat                        | : Ptd.1 - II/C                                       |
| Surat Tanda Kecakapan          | : 3/L3, Pengatur Perjalanan Kereta Api<br>tahun 2010 |
- e. PPKA Stasiun Belatung
- Data PPKA
- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| Umur                           | : 25 tahun   |
| Mulai Bekerja                  | : 1 Agustus 2009                                     |
| Pendidikan Formal Terakhir     | : SLTA   |
| Pendidikan Fungsional Terakhir | : L.3  |
| Mulai Dinas Pada Jabatan       | : 7 September 2016                                   |
| Pangkat                        | : Ptd.I - II/B                                       |
| Surat Tanda Kecakapan          | : 3/L3, Pengatur Perjalanan Kereta Api<br>tahun 2010 |
- f. Juru Rumah Sinyal (JRS) Stasiun Lubuk Batang
- Data JRS
- |                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| Umur                           | : 43 tahun     |
| Mulai Bekerja                  | : 1997         |
| Pendidikan Formal Terakhir     | : SLTP         |
| Pendidikan Fungsional Terakhir | : T.OP         |
| Mulai Dinas Pada Jabatan       | : 1 Mei 2016   |
| Pangkat                        | : Ptd.I - II/B |
- g. Kepala Resort Jalan Rel (KARES JR) IV.15 Blambangan Umpu
- Data KARES
- |                                |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| Umur                           | : 25 tahun        |
| Mulai Bekerja                  | : 1 Nopember 2013 |
| Pendidikan Formal Terakhir     | : S1 Teknik Sipil |
| Pendidikan Fungsional Terakhir | : DE.4, DE.3      |
| Mulai Dinas Pada Jabatan       | : 7 Nopember 2016 |
| Pangkat                        | : Pnd.I - III/a   |
| Surat Tanda Kecakapan          | : -               |

## h. Kepala Urusan Resort Jalan Rel IV.20 Baturaja

Data Kaur RES

Umur	: 54 tahun
Mulai Bekerja	: 1 Maret 1986
Pendidikan Formal Terakhir	: SD
Pendidikan Fungsional Terakhir	: DF.3
Mulai Dinas Pada Jabatan	: 13 September 2016
Pangkat	: Pt - II/B
Surat Tanda Kecakapan	: DF.3, DF. Perawatan Jalan Rel & Jembatan Tk. Lanjut Tahun 2014

## i. Manager QC UPT Balai Yasa Lahat

Data Manager QC UPT BYLT

Umur	: 51 tahun
Mulai Bekerja	: 1 Maret 1985
Pendidikan Formal Terakhir	: STM
Pendidikan Fungsional Terakhir	: TB.4
Mulai Dinas Pada Jabatan	: 10 Agustus 2015
Pangkat	: Pnt.I - III/D
Surat Tanda Kecakapan	: -

## j. Tenaga Pemeriksa Sarana Perkeretaapian Tanjung Enim Baru

Data Pemeriksa Sarana Perkeretaapian

Umur	: 40 tahun
Mulai Bekerja	: 1 Juni 1996
Pendidikan Formal Terakhir	: STM
Pendidikan Fungsional Terakhir	: TLK.3
Mulai Dinas Pada Jabatan	: 1 Mei 2016
Pangkat	: Pnd.I - III/B
Surat Tanda Kecakapan	: -

**I.8 KETERANGAN SAKSI**

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan oleh tim investigasi KNKT pada tanggal 29 Agustus 2016 diperoleh keterangan sebagai berikut:

## a. Keterangan masinis KA 3019

- Yang bersangkutan mulai bekerja pada tanggal 19 Agustus 2016, untuk mengoperasikan KA 3060/3019 dengan nomor lokomotif CC 202 8610; CC 202 8613; CC 202 8613; dengan jumlah rangkaian 58 gerbong dengan berat rangkaian 4170 ton relasi Tanjung Enim Baru – Tiga Gajah;
- KA 3060 / KA 3019 berangkat dari Stasiun Tanjung Enim Baru tanggal 19 Agustus 2016 jam 14.44 WIB;

- KA 3019 sampai di Stasiun Belatung tanggal 19 Agustus 2016 jam 21.25 WIB dan berangkat kembali jam 21.27 WIB;
  - Pada saat perjalanan menuju Stasiun Lubuk Batang, masinis mengurangi kecepatan untuk meyakinkan kedudukan sinyal muka dan sinyal utama, kedudukan sinyal muka semboyan 9 A1 dan sinyal utama Semboyan 5, dan asisten masinis melakukan tunjuk sebut;
  - Saat memasuki emplasemen stasiun Lubuk Batang, masinis menghidupkan lampu kabin dan asisten masinis melakukan tunjuk sebut semboyan 1, PPKA berdiri siap dan kedudukan sinyal keluar dilayani semboyan 5, wesel terarah lurus semboyan 11 A;
  - KA 3019 berjalan langsung di setasiun Lubuk Batang pada jam 21.35 WIB.
  - Pada saat memasuki jalur simpang Banyuayu Pertamina, tiba-tiba terdengar dari radio lokomotif, PPKP memanggil untuk memberhentikan KA, periksa rangkaian;
  - Masinis langsung memberhentikan KA dan mengecek rangkaian ke belakang, dan ditemukan bahwa gerbong nomor urut 40 putus, sedangkan gerbong nomor urut 41 sampai dengan 44 tidak mengalami anjlok, S.21 tidak anjlok dan gerbong nomor urut 46 sampai dengan 54 (8 gerbong) terguling.
  - Selanjutnya masinis kembali ke lokomotif dan menghubungi PPKP untuk menginformasikan kejadian tersebut.
  - Setelah itu PPKP memerintahkan untuk mundur dan melakukan percobaan pengereman dinamis.
  - KA 3019 diberangkatkan pada tanggal 20 Agustus 2016 pada pukul 00.25 dengan membawa 40 rangkaian gerbong, sedangkan 18 gerbong lainnya ditinggal di Km 237+ 1/2.
  - KA 3019 masuk stasiun Tiga Gajah pada tanggal 20 Agustus 2016 jam 00.54 WIB.
  - Masinis melapor kepada PPKP Tiga Gajah dan membuat KDLB.
- b. Keterangan Asisten Masinis KA 3019
- Yang bersangkutan mulai bekerja pada tanggal 19 Agustus 2016 untuk mengoperasikan KA 3060/3019;
  - KA 3019 berangkat dari Stasiun TMB tanggal 19 Agustus 2016 jam 14.44 WIB;
  - KA 3019 masuk Belatung jam 21.25 dan berangkat kembali jam 21.27 WIB.
  - Yang bersangkutan melakukan penggantian jadwal jam kerja di Stasiun Tiga Gajah dan mulai dinas kembali dengan mengoperasikan KA 3032 dari Stasiun Tiga Gajah;
  - Saat perjalanan menuju stasiun Lubukbatang, masinis mengurangi kecepatan untuk meyakinkan kedudukan sinyal muka dan sinyal utama, kedudukan sinyal muka 9 A1 dan sinyal utama Semboyan 5 dan asisten masinis melakukan tunjuk sebut;

- Saat memasuki emplasemen stasiun Lubukbatang, asisten masinis menghidupkan lampu kabin dan melakukan tunjuk sebut semboyan 1, PPKA kondisi siap dan kedudukan sinyal keluar dilayani semboyan 5, wesel terarah IIA.
  - KA 3019 berjalan langsung setasiun Lubukbatang jam 21.35 WIB.
  - Saat masuk jalur simpang Banyuayu Pertamina, tiba-tiba terdengar dari radio lokomotif, PPKP memanggil memerintahkan untuk memberhentikan KA, periksa rangkaian belakang;
  - Masinis langsung memberhentikan KA dan langsung mengecek rangkaian ke belakang;
  - Dari hasil pemeriksaan masinis, ternyata gerbong nomor urut 40 putus, sedangkan nomor urut 41 sampai dengan 44 tidak anjlok dan Semboyan 21 tidak anjlok., gerbong 46 sampai dengan 54 (8 gerbong) terguling.
  - Masinis kembali ke lokomotif, kemudia menghubungi PPKP untuk menginformasikan hal tersebut;
  - PPKP memerintahkan untuk mundur dan melaksanakan percobaan rem dinamis;
  - Setelah itu KA 3019 diberangkatkan jam 00.25 WIB dengan menarik 40 GB (18 GB ditinggal di Km. 237 ½).
  - KA 3019 masuk stasiun Tigagajah dan membuat KDLB.
- c. Keterangan PPKA Stasiun Lubuk Batang
- Pada tanggal 19 Agustus 2016, yang bersangkutan berdinias sebagai PPKA di Stasiun Lubuk Batang mulai dari jam 21.25 WIB sampai dengan jam 06.00 WIB;
  - PPKA Lubuk Batang memberikan warta aman kepada PPKA Belatung untuk KA 3019;
  - KA 3019 berangkat dari Setasiun Belatung jam 21.27 WIB;
  - Selanjutnya PPKA Lubuk Batang minta warta aman ke PPKA Tiga Gajah, dan setelah PPKA Tiga Gajah memberikan warta aman untuk KA 3019, yang bersangkutan melakukan proses pelayanan blok untuk KA 3019 tersebut.
  - PPKA Lubuk Batang minta ijin ke Pos A agar melayani sinyal keluar dan memberikan ijin kepada PPKA, selanjutnya PPKA melayani sinyal masuk dan sinyal muka.
  - Pada saat PPKA S1 menerima KA 3019 yang akan masuk ke emplasemen Setasiun Lubuk Batang, yang bersangkutan melihat adanya percikan api di bawah gerbong KA 3019. Pada jam 21.37 WIB, PPKA langsung melaporkan kepada PPKP Palembang untuk mem-BLB kan KA 3019 tersebut.
  - Selanjutnya PPKA keluar lagi untuk memastikan apakah KA 3019 tersebut anjlok atau hanya Aspan, dan pada saat itu JJ secara kebetulan berada di stasiun dan ikut menyaksikan bahwa KA 3019 tersebut mengalami anjlok.
  - Setelah KA 3019 di BLB kan di depan rumah sinyal dan yang bersangkutan memerintahkan kepada petugas rumah sinyal untuk memeriksa KA tersebut, dan diperoleh laporan bahwa ada 8 (delapan) gerbong yang terguling.

- PPKA selanjutnya memerintahkan kepada Petugas Rumah Sinyal untuk memasang S3 dibelakang rangkaian KA 3019 pada jarak 50 meter guna melindungi rangkaian tersebut;
  - Yang bersangkutan kemudian melaporkan kepada PPKP bahwa KA 3019 BLB dan ada 8 (delapan) gerbong yang terguling.
- d. Keterangan KUPT Jalan Rel IV.20 Baturaja
- Pada jam 21.45 WIB yang bersangkutan dikabari PPJ bahwa ada anjlokkan di emplasemen Lubuk Batang.
  - KUPT Jalan Rel IV.20 Baturaja langsung berangkat dari Baturaja menuju Stasiun Lubuk batang;
  - Setelah sampai di emplasemen, yang bersangkutan menuju kearah lokasi di Km. 238 + 9/0 berjalan kearah Stasiun Lubuk Batang dan langsung melakukan pengecekan ke lokasi kerusakan.
  - Pengecekan dilakukan bersama dengan PPJ dan Regu untuk mengecek kerusakan pada jalan dan mencari lokasi TAN dan TAJ;
  - Selanjutnya yang bersangkutan bersama PPJ dan Regu melakukan pengecekan seberapa jauh dan seberapa banyak kerusakan yang terjadi dari sinyal masuk arah Belatung ke Lubuk Batang sampai dengan sinyal keluar emplasemen Lubuk Batang kearah Tiga Gajah, dan mencatat nilai pertinggian dan lebar sepur yang diukur di lokasi tersebut.
  - Dari hasil pengukuran tersebut, KUPT Jalan Rel IV.20 Baturaja menjelaskan bahwa pada lokasi TAN dan TAJ nilai pertinggian maupun skilunya normal, masih dalam toleransi batas kecepatan perjalanan kereta, dan lebar sepurnya juga masih dalam batas toleransi.
- Memang ada rel aus, namun rel aus tersebut data lebar sepurnya normal karena pada lengkung tersebut bantalan yang dipakai adalah bantalan normal (1067 mm) yang seharusnya pada lengkung tersebut mengalami pelebaran sepur pada bantalan.
- e. Keterangan PPJ Resor IV.20 Baturaja
- Pemberangkatan awal KA 3019 dari stasiun Belatung pada jam 18.17 WIB pada Km. 242 + 231;
  - Pada saat pemeriksaan awal, yang bersangkutan sempat menemukan 1 bantalan jembatan BH 472 di Km. 239 + 4/5 terbakar, dan selanjutnya disampaikan kabar tersebut kepada Mandor, serta menunggu tenaga regu datang dan memadamkan api;
  - Setelah kondisi api padam, yang bersangkutan meneruskan pemeriksaan sampai batas di Km. 236 + 131 pada jam 20.20 WIB;
  - Pada jam 21.05 WIB yang bersangkutan berangkat kembali melakukan pemeriksaan ulang sambil melakukan pengencangan plat-plat sambung di Km. 237 + 0/2;

- Saat sampai di Stasiun Lubuk Batang yang bersangkutan mendengar suara yang tidak beres dari KA 3019, dan terlihat pada jarak  $\pm$  100 meter ada percikan api pada roda;
  - PPJ segera memberitahu kepada PPKA yang ketika itu yang berdinasi adalah KS Lubuk Batang bahwa bunyi tersebut seperti Aspan. Namun setelah roda yang mengeluarkan percikan api tersebut melewati depan stasiun Lubuk Batang pada Km. 238 + 400, terlihat ada kepulan debu tebal;
  - Yang bersangkutan meloncat ke sepur 1 dan melihat balas berhamburan, dan segera memberikan informasi kepada KS bahwa terjadi anjlokkan, dan KS segera menghubungi PK;
  - Selanjutnya yang bersangkutan berjalan menuju arah datangnya KA 3019, dan pada Km. 238 + 8/9 terlihat titik awal bantalan pecah yang merupakan Titik Awal Jatuh
  - Yang bersangkutan melanjutkan pemeriksaannya ke arah Km. 236 untuk melihat tingkat keparahan dari kerusakan jalan, selanjutnya kembali ke stasiun Lubuk Batang melaporkan kepada PPKA bahwa terdapat rintangan jalan pada petak jalan Tiga Gajah – Lubuk Batang;
  - PPJ melanjutkan pemeriksaan akhir ke Stasiun Belatung Km. 242 + 231 dan tiba jam 23.55 WIB dan melaporkan kepada PPKA Stasiun Belatung bahwa petak jalan Belatung – Lubuk Batang terhalang rintangan jalan.
- f. Keterangan PPKP Divre IV Tanjung Karang
- PPKP Wilayah IV menghubungi PPKP Lubuk Batang pada jam 21.37 WIB untuk meminta menghentikan / mem-BLB-kan KA 3019 karena melihat percikan api;
  - Selanjutnya PPKP menghubungi kru KA 3019 dan memerintahkan untuk BLB;
  - Setelah dikonfirmasi KA telah berhenti yang bersangkutan memerintahkan salah satu kru untuk mengecek rangkaian;
  - PPKP kemudian menghubungi PPKA Lubuk Batang meminta keterangan perihal permintaan untuk mem-BLB-kan KA 3019;
  - Yang bersangkutan menerima info dari PPKA Lubuk Batang bahwa KA 3019 anjlok dan ada yang terguling;
  - Selanjutnya yang bersangkutan menghubungi Stasiun Tiga Gajah untuk menginformasikan perihal anjloknya KA 3019 dan meminta disiapkan NR (Kereta Penolong), dan PPKA segera menghubungi Tanjung Karang untuk menyiapkan KA Penolong;
- g. Keterangan Manager QC Balai Yasa Lahat
- Yang bersangkutan menjelaskan bahwa Gerbong Nomor Seri 5090114 telah dilakukan perawatan terakhir dengan status PA di Balai Yasa Lahat pada tanggal 22 Juli 2016 dengan data *back to back* gerbong.
  - Selanjutnya yang bersangkutan menjelaskan data *back to back* gerbong tersebut tidak dapat disajikan karena kondisi printer mesin bubut Hegeinset mengalami kerusakan



Berdasarkan grafik di atas diketahui bahwa perlambatan rata-rata dari lokomotif terhadap waktu mulai dari kecepatan 42 km/jam sampai dengan berhenti adalah  $0.875 \text{ m/s}^2$ .

## I.10 INFORMASI DAMPAK KERUSAKAN AKIBAT KECELAKAAN (SCRATCH MARK & WRECKAGE)

### I.10.1 Prasarana

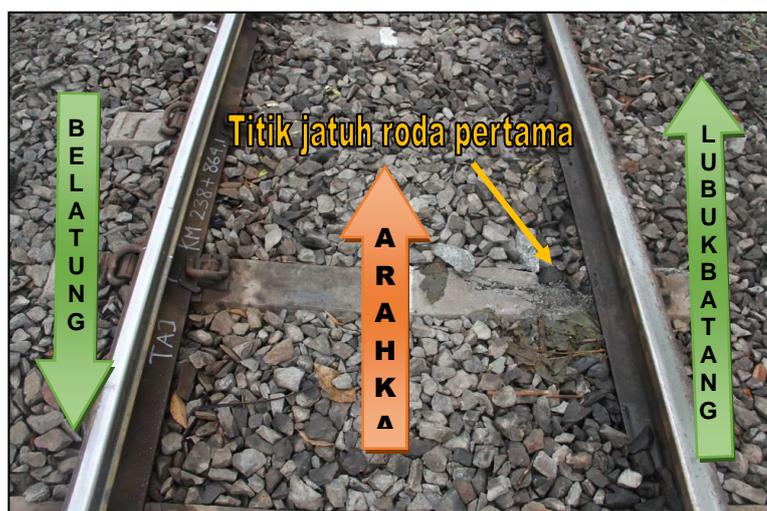
Temuan Tim Investigasi KNKT terkait prasarana jalan rel adalah sebagai berikut:

- Titik Awal Naik (TAN) roda yang terdapat di jalur II Emplasemen Stasiun Lubuk Batang KM 238+877,5.



**Gambar 8.** Titik Awal Naik roda di km 238+877,5 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang

- Titik Awal Jatuh (TAJ) roda yang terdapat di jalur II Emplasemen Stasiun Lubuk Batang Km 238+864.



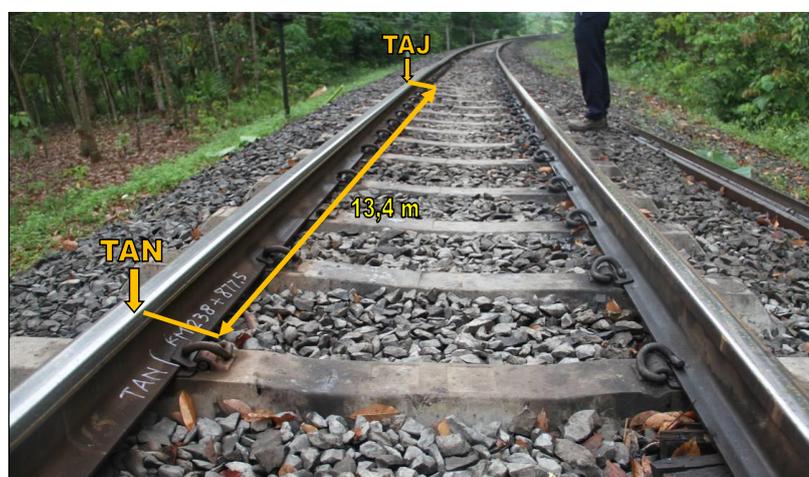
**Gambar 9.** Titik Awal Jatuh roda di km 238+864 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang

- c. Terdapat goresan flens roda mulai dari Titik Awal Naik (TAN) roda sampai dengan Titik Awal Jatuh (TAJ) roda.



**Gambar 10.** Goresan flens roda di atas kepala rel yang terlihat

- d. Jarak TAN dan TAJ di lokasi kecelakaan sepanjang 13,4 m.



**Gambar 11.** Jarak antara TAN dan TAJ

## I.9.2 Sarana

Temuan Tim Investigasi KNKT terkait struktur sarana yang anjlok adalah sebagai berikut:

- a. Terdapat kerusakan pada permukaan tapak roda dan flens roda pada bogie gerbong GB 50 90 114.

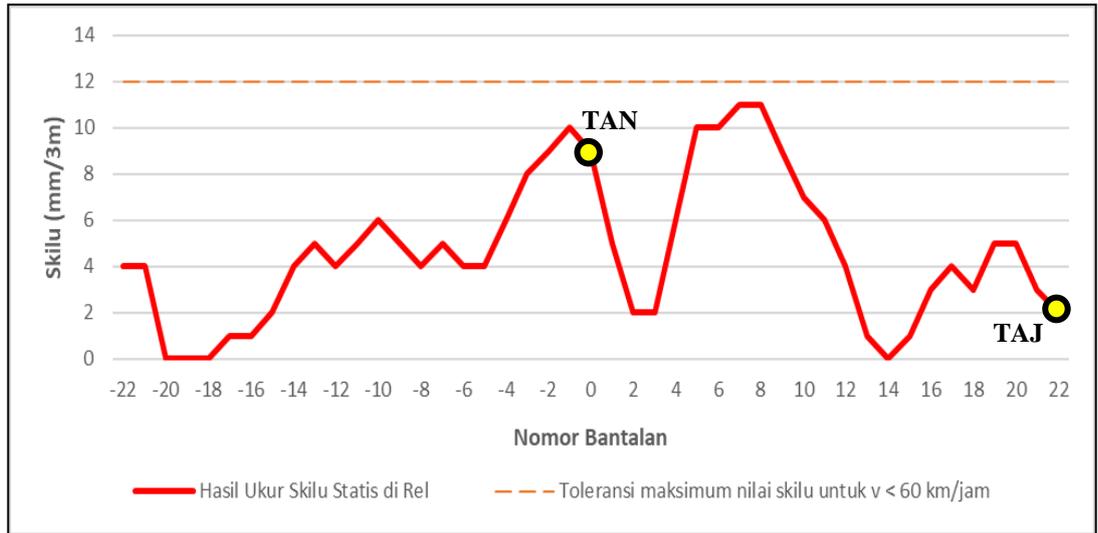


**Gambar 12.** Kerusakan Permukaan Tapak Roda dan Flens Roda pada gerbong GB 50 90 114

## I.11 HASIL PENGUKURAN SETELAH KECELAKAAN

### I.11.1 Skilu Statis

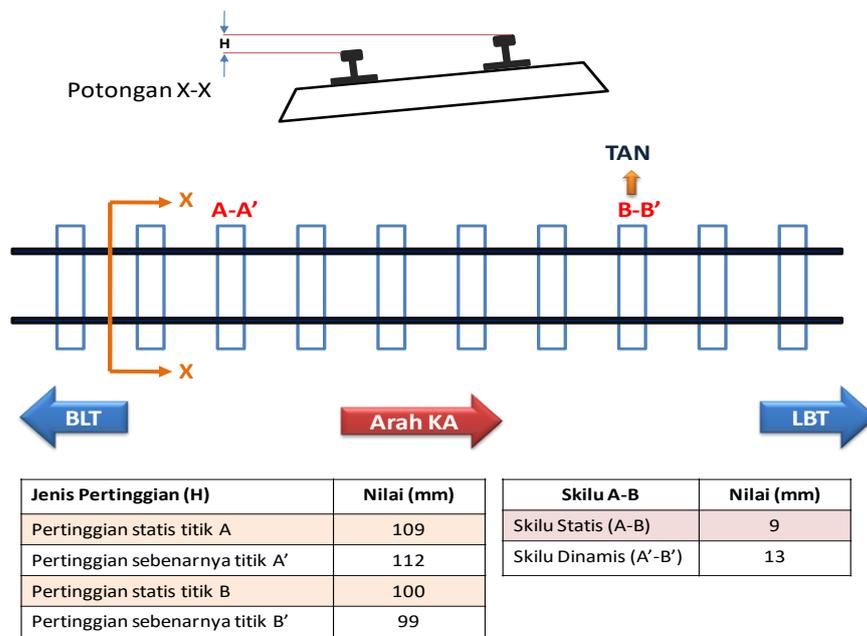
Pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran perubahan ketinggian jalan rel untuk mengevaluasi nilai skilu/*twist* statis pada jalan rel. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur tinggi rel dan lebar jalan rel. Rentang pengukuran nilai skilu dilakukan pada 2 (dua) titik setiap jarak 3 meter atau tiap 6 (enam) bantalan. Proses pengukuran dimulai pada jarak 22 (dua puluh dua) bantalan sebelum TAN sampai dengan jarak 22 (dua puluh dua) bantalan setelah TAN, dimana posisi TAN menjadi titik 0 pengukuran. Dari hasil pengukuran skilu statis diketahui nilai skilu statis maksimum yang terjadi adalah 10 mm/3m dan nilai skilu statis di posisi TAN adalah 9 mm/3m. Grafik dari pengukuran skilu statis yang telah dilakukan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



**Gambar 13.** Pengukuran skilu statis pada lokasi anjlokan

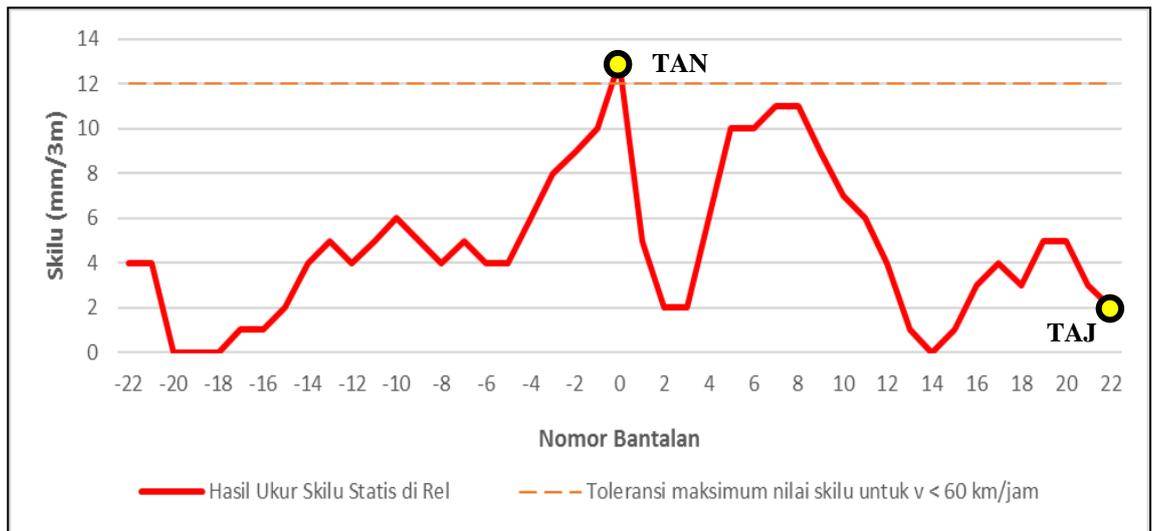
**I.11.2 Skilu Dinamis**

Pengukuran skilu dinamis dilakukan dengan menggunakan alat fleximeter/densometer. Skilu dinamis merupakan nilai skilu rel yang sebenarnya saat jalan rel dilewati oleh sarana perkeretaapian. Dari hasil pengukuran diketahui nilai skilu dinamis yang terjadi di posisi TAN adalah 13 mm/3m. Hasil pengukuran skilu dinamis ditunjukkan pada gambar 14.



**Gambar 14.** Pengukuran skilu dinamis pada lokasi anjlokan

Grafik dari pengukuran skilu statis yang telah dilakukan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

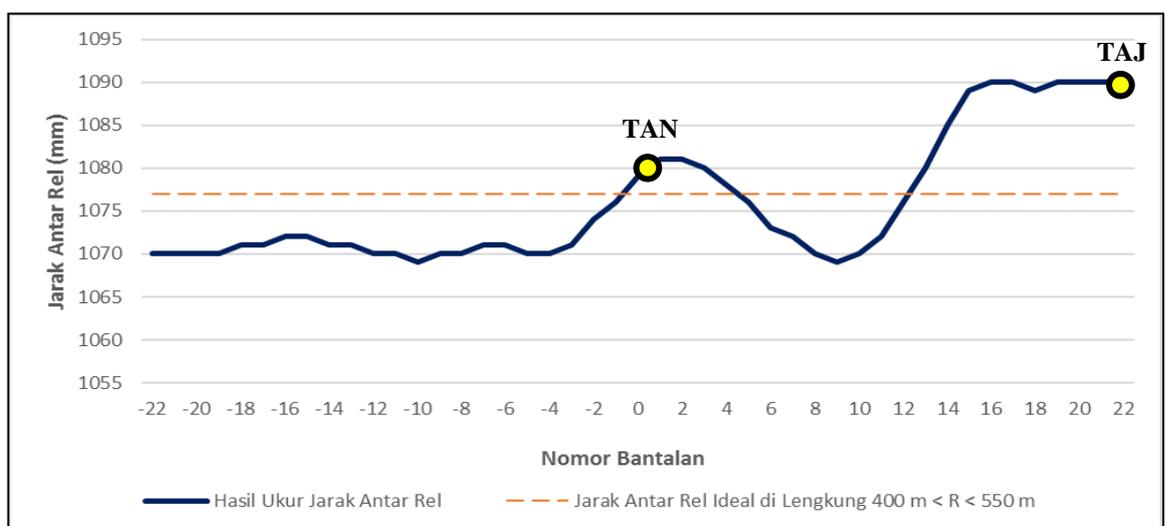


**Gambar 15.** Pengukuran skilu dinamis pada lokasi anjlokkan

### I.11.3 Pengukuran Lebar Jalan Rel

Dari hasil pengukuran terhadap lebar jalan rel di lengkung nomor 119 dengan radius 485 m diketahui terdapat penyempitan terhadap lebar jalan rel pada jarak 22 (dua puluh dua) bantalan sebelum TAN.

Berdasarkan persyaratan teknis jalur kereta api, lebar jalan rel untuk lengkung dengan radius  $400\text{ m} < R < 550\text{ m}$  adalah 1077 mm. Grafik dari pengukuran lebar jalan rel ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



**Gambar 16.** Pengukuran lebar jalan rel pada lokasi anjlokkan

## I.12 PENGAWASAN DAN PEMBINAAN

Pada tanggal 16 sampai dengan 17 September 2016, Direktorat Jenderal Perkeretaapian telah melakukan Audit Keselamatan Pengoperasian KA Babaranjang di Divre III Palembang PT. KAI (Persero) dan Divre IV Tanjungkarang PT. KAI (Persero) dengan ruang lingkup audit meliputi bidang:

- a. Kebijakan pengoperasian;
- b. Prosedur dan pengoperasian KA Babaranjang;
- c. Pemeriksaan dan Perawatan Sarana dan Prasarana Perkeretaapian;
- d. Review Pengoperasian KA Babaranjang.

Hasil temuan dan rekomendasi dari kegiatan Audit Keselamatan Pengoperasian KA Babaranjang di Divre III Palembang PT. KAI (Persero) adalah sebagai berikut:

**Tabel 14.** Temuan dan Rekomendasi Audit Keselamatan Pengoperasian KA Babaranjang di Divre III Palembang PT. KAI (Persero)

TEMUAN			Rekomendasi
No.	Uraian	Bukti Obyektif	
1.	Terdapat prosedur operasi KA Babaranjang (Sarana, Prasarana, Operasi) dan identifikasi Bahaya dan Upaya Pengendalian Risiko	Prosedur pengoperasian KA Babaranjang diatur dalam “Instruksi Khusus Operasi Batubara rangkaian panjang di ESS”	Mempercepat penyelesaian PD 19 jilid 3 tentang pengoperasian kereta api rangkaian panjang di sumatera selatan yang pada saat ini masih dalam bentuk draft
2.	Terdapat prosedur operasi KA Babaranjang (Sarana gerbong) dan identifikasi Bahaya dan Upaya Pengendalian Risiko	Identifikasi potensi bahaya untuk KA Babaranjang belum ada, Identifikasi potensi bahaya masih dilakukan secara umum	Dibuat identifikasi potensi bahaya khusus untuk KA Babaranjang
3.	Prasarana dan sarana perkeretaapian memiliki sertifikat yang masih berlaku sesuai dengan persyaratan peraturan perundang-undangan dan standar	Sertifikat kelaikan sarana dan prasarana berada pada Unit Aset Kantor Pusat PT.KAI (Persero)	Divre III Palembang mengusahakan agar mendapatkan Salinan sertifikat untuk setiap sarana dan prasarana, hal ini bertujuan untuk meyakinkan bahwa sarana dan prasarana dalam kondisi laik operasi
4.	Jumlah petugas pemeriksaan, pemeliharaan, perawatan, perbaikan mencukupi untuk melaksanakan tugasnya	Berdasarkan perhitungan Jam Orang (JO), Jumlah SDM pada Dipo Gerbong belum mencukupi	Penambahan SDM sesuai dengan perhitungan Jam Orang (JO)

TEMUAN			Rekomendasi
No.	Uraian	Bukti Obyektif	
5.	Terdapat suatu sistem penandaan (tagging) khusus bagi suku cadang, komponen sarana dan prasarana yang sudah tidak aman lagi jika digunakan atau yang sudah tidak digunakan lagi.	Hasil temuan di lapangan belum terdapat penandaan khusus bagi suku cadang yang sudah tidak digunakan, dan terdapat suku cadang yang tersimpan di luar gudang dan tercampur dengan suku cadang yang masih digunakan	Agar dibuatkan penandaan khusus dan pemisahan penyimpanan antara suku cadang yang masih terpakai dengan yang sudah tidak digunakan lagi <b><u>Tambahan</u></b> Log Book Sarana gerbong agar tidak ditempatkan di Gudang tetapi ditempatkan di ruang arsip dan dipelihara dengan baik
6.	Terdapat prosedur yang dapat menjamin kondisi gerbong siap untuk dioperasikan	Pemeriksaan telah dilakukan sesuai dengan prosedur yang ada <b><u>namun</u></b> - Pada saat ini banyak perawatan gerbong yang tidak dilakukan di Dipo tetapi di emplasemen yang menyulitkan proses pemeriksaan - Tidak terdapat peralatan milik PT. KAI (Persero) untuk menimbang dan memastikan distribusi beban yang merata pada setiap gandar gerbong, pada saat ini pengawasan terhadap distribusi beban dilakukan dengan cara visual (kondisi pegas)	Peningkatan fasilitas perawatan gerbong di Dipo khususnya jalur perawatan yang memiliki spoor kolong untuk memudahkan proses perawatan Disusun prosedur untuk pengawasan muatan beban gerbong dan penyediaan peralatan untuk menimbang muatan pada gerbong
7.	Terdapat prosedur yang terdokumentasi untuk - Identifikasi - Kalibrasi - Pemeliharaan dan penyimpanan Pada alat-alat pemeriksaan/perawatan gerbong yang memberikan suatu nilai atau hasil ukur	Identifikasi, pemeliharaan dan penyimpanan peralatan telah dilakukan dengan baik namun kalibrasi masih dilakukan secara internal PT. KAI (Persero), kalibrasi agar dilakukan pihak lain yang memiliki kewenangan untuk menjamin hasil yang akurat dan bersifat independen	Penyusunan program kalibrasi peralatan dan proses kalibrasi dilakukan oleh pihak yang berwenang untuk menjamin hasil yang akurat dan bersifat independen

TEMUAN			Rekomendasi
No.	Uraian	Bukti Obyektif	
	serta prosedur untuk memastikan ketersediaan suku cadang.		
8.	Review tentang prosedur keselamatan dilakukan oleh Direktorat Keselamatan dan Keamanan Divre	Prosedur keselamatan (Tanggap Darurat dan Penanganan Kecelakaan) telah tersedia namun perlu dilakukan review untuk menyesuaikan perubahan struktur organisasi	Percepatan penerbitan PD 23 (revisi R23) tentang penanganan kecelakaan

Sedangkan hasil temuan dan rekomendasi dari kegiatan Audit Keselamatan Pengoperasian KA Babaranjang di Divre IV Tanjungkarang PT. Kereta Api Indonesia (Persero) adalah sebagai berikut:

**Tabel 15.** Temuan dan Rekomendasi Audit Audit Keselamatan Pengoperasian KA Babaranjang di Divre IV tanjungkarang PT. KAI (Persero)

TEMUAN			Rekomendasi
No.	Uraian	Bukti Obyektif	
1.	Terdapat jadwal pemeriksaan dan perawatan pada sarana perkeretaapian gebong yang mencakup aspek keselamatan sesuai dengan peraturan perundang-undangan, standar dan pedoman teknis yang relevan.	Terdapat program perawatan dan pemeriksaan untuk lokomotif gerbong dan gerbong di Dipo lokomotif dan Dipo Gerbong Trarahan namun untuk perawatan 3 (tiga) bulanan (P3) di Dipo Gerbong Tarahan dikerjakan di lintas dan bersamaan dengan pekerjaan pemeriksaan harian dengan waktu pelaksanaan perawatan dan pemeriksaaan dibatasi hanya 60 menit karena faktor operasional sehingga pelaksanaan P3 untuk rangkaian RJS 60 gerbong hanya cukup untuk perawatan 6 s.d. 10 gerbong mengakibatkan penyelesaian P3 rangkaian RJS 60 gerbong dibutuhkan 18 s.d. 30 hari dengan asumsi WPG 3 hari.	Agar dapat diprogramkan untuk pembangunan jalur perawatan di Dipo Gerbong Tarahan.

TEMUAN			Rekomendasi
No.	Uraian	Bukti Obyektif	
		Pelaksanaan perawatan gerbong di lintas juga berpotensi risiko keselamatan personil perawatan dan pemeriksaan.	
2.	Terdapat prosedur yang terdokumentasi untuk <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikasi</li> <li>- Kalibrasi</li> <li>- Pemeliharaan dan penyimpanan</li> </ul> Pada alat-alat pemeriksaan/perawatan gerbong yang memberikan suatu nilai atau hasil ukur serta prosedur untuk memastikan ketersediaan suku cadang.	Dipo gerbong tarahan keterbatasan peralatan untuk perawatan P3 gerbong dan peralatan perawatan yang ada belum dikalibrasi.	Agar diprogramkan penambahan peralatan ukur untuk P3 di Dipo Gerbong Tarahan sesuai kebutuhan.
3.	Terdapat unit kerja yang bertanggung jawab terhadap keselamatan	Belum terdapat unit kerja yang bertanggung jawab secara khusus terhadap keselamatan pengoperasian, semenjak pemekaran Divre III Sumatera Selatan menjadi Divre III Palembang dan Divre IV Tanjungkarang maka pada bulan April tahun 2016, SK pembentukan Safety Committee tidak lagi berlaku.	Agar dibentuk unit kerja yang bertanggung jawab secara khusus terhadap keselamatan.
4.	Terdapat suatu sistem penandaan (tagging) khusus bagi suku cadang, komponen jalur dan bangunan KA serta suku cadang, komponen fasilitas operasi yang sudah tidak aman lagi jika digunakan atau yang sudah tidak digunakan lagi.	Tidak ada penandaan khusus pada suku cadang yang sudah tidak lagi digunakan.	Agar dilakukan pencatatan suku cadang dan dibuatkan penandaan khusus pada suku cadang yang sudah tidak digunakan lagi.
5.	Jumlah petugas pemeriksaan, pemeliharaan, perawatan, perbaikan Fasilitas Operasi (Sintelis) mencukupi untuk	Kebutuhan pegawai sintelis berdasarkan perhitungan beban kerja dan kebutuhan pegawai yang disampaikan sebanyak 124	Agar menambahkan jumlah petugas pemeriksaan, perawatan, perbaikan fasilitas operasi

TEMUAN			Rekomendasi
No.	Uraian	Bukti Obyektif	
	melaksanakan tugasnya	orang, akan tetapi saat ini pegawai yang aktif sebanyak 107.	sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan
6.	Terdapat prosedur operasi KA Babaranjang (Sarana gerbong) dan identifikasi Bahaya dan Upaya Pengendalian Risiko	Tidak terdapat prosedur untuk identifikasi bahaya dan upaya pengendalian risiko secara khusus pada sarana gerbong.	Agar dibuatkan prosedur untuk identifikasi potensi bahaya khusus KA Babaranjang
7.	Terdapat prosedur operasi KA Babaranjang (Jalur dan Bangunan KA) dan identifikasi Bahaya dan Upaya Pengendalian Risiko	Pada keputusan direksi PT. KAI (Persero) Nomor: KEP.U/KO.104/IV/6/KA-2016 tentang Organisasi dan Tata Laksana Divisi Regional IV Tanjungkarang bahwa pada pasal 37 yang mengatur tugas dan tanggung jawab senior manager jalan rel dan jembatan belum menyebutkan pengelolaan risiko dan terjaminnya safety di bagiannya	Dilakukan revisi tugas pokok dan tanggung jawab senior manager jalan rel dan jembatan dengan menambahkan tugas untuk pengelolaan risiko dan dan terjaminnya safety di bagiannya

Dari hasil pelaksanaan kegiatan audit tersebut di atas, terkait dengan pengoperasian KA Babaranjang KNKT mencatat beberapa poin penting sebagai berikut:

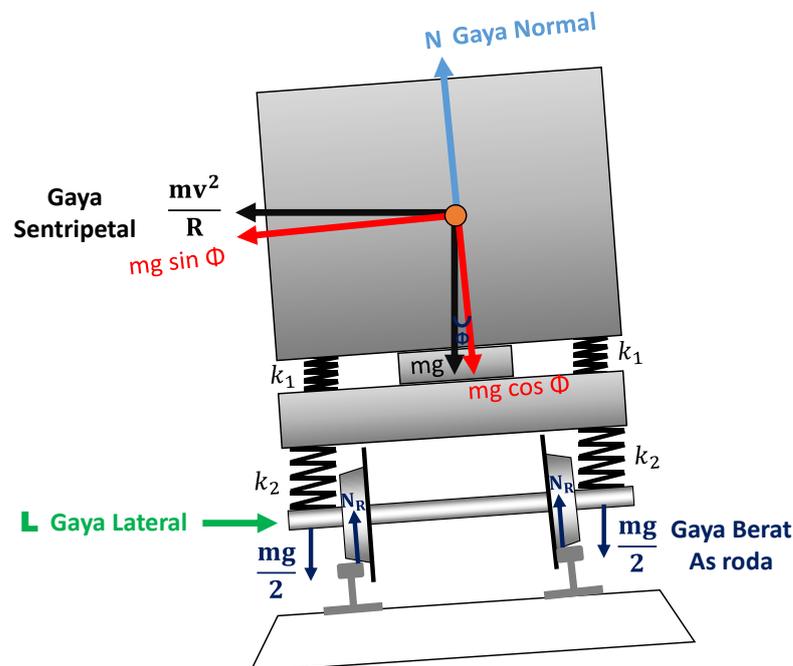
- a. Di Divre III Palembang dan Divre IV Tanjungkarang PT. KAI (Persero) belum menerapkan identifikasi dan penilaian risiko sesuai dengan Keputusan Direksi PT.KAI (Persero) Nomor: KEP.U/LL.507/IX/1/KA-2013 Tentang Pelaporan Risiko Keselamatan Dalam Bentuk Daftar Risiko (*Risk Register*) dan Pembuatan 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), terkait dengan perawatan prasarana dan sarana perkeretaapian setelah dioperasikannya KA Babaranjang yang terdiri dari enam puluh rangkaian gerbong datar muatan batubara dengan berat maksimum muatan batubara yang diangkut adalah sebesar 50 ton untuk tiap gerbongnya.
- b. Fasilitas perawatan di Depo Gerbong yang ada Divre III Palembang dan Divre IV Tanjungkarang PT. KAI (Persero) tidak memiliki kapasitas yang cukup untuk melakukan perawatan terhadap keseluruhan jumlah gerbong yang dioperasikan sehingga untuk mengatasi hal ini terdapat perawatan gerbong yang dilakukan di lintas.
- c. Belum ada penandaan yang dilakukan terhadap komponen suku cadang prasarana dan sarana perkeretaapian yang tidak digunakan.

- d. Di Divre III Palembang PT. KAI (Persero) tidak ada fasilitas timbangan yang diperuntukkan untuk mengukur berat roda dari tiap gerbong yang telah dimuati batubara seberat 50 ton dari tempat pengisian batubara.
- e. Tidak adanya ketentuan batas waktu penyelesaian tindak lanjut rekomendasi hasil audit dan pengawasan tindak lanjut rekomendasi tersebut dari pihak Direktorat Jenderal Perkeretaapian sebagai tim audit untuk dilaksanakan oleh pihak dari PT. KAI (Persero) sebagai auditi. Dimana pengawasan rekomendasi dari hasil audit merupakan bagian dari pengawasan terhadap kegiatan pemeriksaan dan perawatan prasarana dan sarana perkeretaapian.

## II. ANALISIS

### II.1 INTERAKSI RODA DAN REL

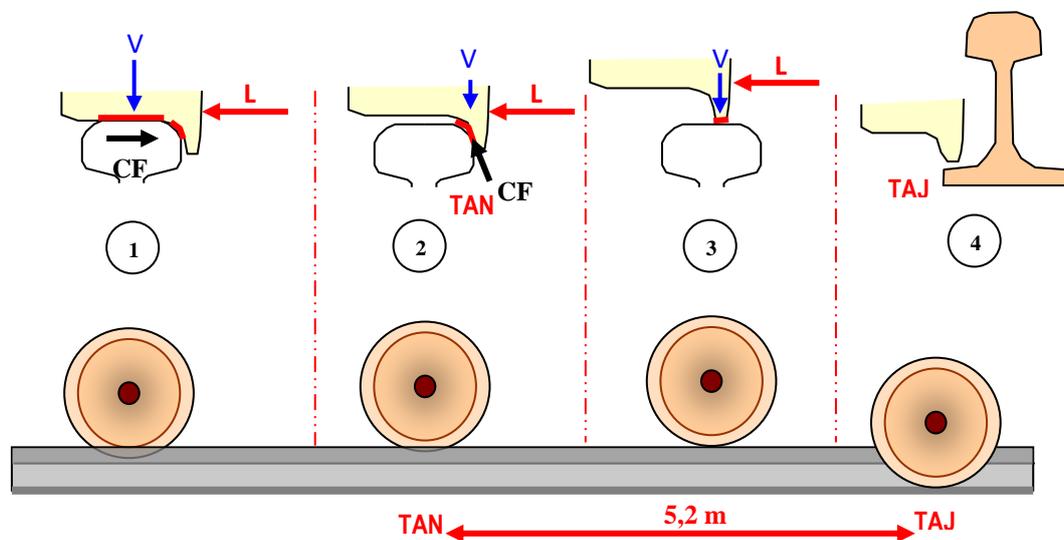
Dari hasil pemeriksaan lapangan diketahui letak TAN roda berada di KM 238+877,5 dan TAJ roda pada Km 238+864 Emplasemen Stasiun Lubuk Batang di lengkung nomor 119 dengan radius 485 meter dari arah Stasiun Belatung. Diantara TAN dan TAJ terdapat tanda goresan flens roda di atas kepala rel dengan jarak goresan roda sepanjang 13,4 meter. Hal tersebut menunjukkan proses flens roda yang naik ke atas kepala rel (*wheel flange climb*) dan diakhiri dengan jatuhnya roda ke luar rel atau disebut dengan kejadian anjlok. Naiknya flens roda di atas kepala rel cenderung terjadi di lengkung karena adanya gaya sentripetal dan gaya tangensial pada sarana perkeretaapian saat melewati radius lengkung, dimana resultan dari kedua gaya ini menyebabkan terjadinya gaya lateral pada flens roda ke arah kepala rel yang meningkatkan risiko anjlok. Risiko anjlok ini akan meningkat cukup signifikan jika dipengaruhi oleh beberapa parameter lainnya seperti skivu di jalan rel, penyempitan jarak antar rel, keausan permukaan rel, kekasaran permukaan rel, distribusi beban yang tidak merata di sarana perkeretaapian, kerusakan di suspensi bogie, keausan pada tapak roda dan flens roda, gesekan pada *center bowl bogie* dan sebagainya.



**Gambar 17.** Ilustrasi vektor gaya sarana perkeretaapian di lengkung

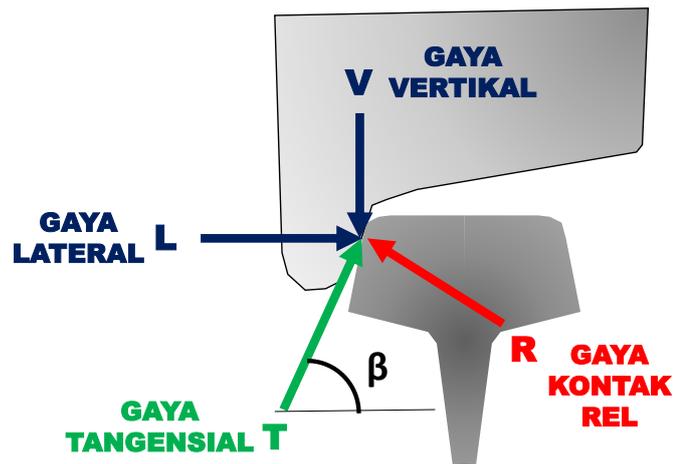
Proses anjlok disebabkan oleh adanya gaya lateral (L) roda yang lebih besar dibandingkan dengan gaya vertikal roda (V). Tahapan dari proses ini terjadi dalam empat fase sebagai berikut:

1. Fase pertama. Pada fase ini gaya lateral pada roda mendorong flens roda ke arah samping sehingga bergesekan dengan sisi permukaan samping kepala rel. Hal ini menimbulkan terjadinya gaya rambat lateral (*lateral creep force*) pada roda yang berlawanan dengan arah naiknya flens roda.
2. Fase Kedua. Pada permukaan flens roda yang bergesekan dengan permukaan samping kepala rel menyebabkan sudut kontak flens roda meningkat, dimana saat meningkatnya sudut ini gaya rambat lateral roda bergerak pada arah tangensial terhadap kontak flens roda dengan kepala rel sehingga membantu flens roda untuk naik ke atas kepala rel dan menyebabkan nilai gaya vertikal roda menjadi lebih kecil dibandingkan gaya lateral roda.
3. Fase Ketiga. Kombinasi antara gaya lateral pada flens roda dan gaya rambat lateral roda terhadap gaya vertikal roda membuat rasio antara gaya lateral dan gaya vertikal (rasio  $L/V$ ) menjadi bertambah besar sehingga menyebabkan flens roda naik ke atas kepala rel.
4. Fase Keempat. Naiknya kepala flens roda di atas kepala rel mengakibatkan goresan di atas kepala rel dan gaya lateral pada roda pada akhirnya mendorong roda keluar rel dimana jarak goresan yang terjadi di atas kepala rel karena naiknya flens roda ke atas kepala rel secara bertahap umumnya berjarak lebih dari 30 cm.



**Gambar 18.** Ilustrasi tahapan proses terjadinya *wheel flange climb* pada kecelakaan anjlok

Pada fase terjadinya gesekan antara permukaan flens roda dengan permukaan samping kepala rel karena gaya lateral roda menyebabkan munculnya gaya tangensial pada bidang kontak antara flens roda dengan kepala rel. Gaya ini dipengaruhi oleh sudut kontak ( $\beta$ ) yang terbentuk antara bidang kontak permukaan flens roda dengan bidang kontak permukaan samping kepala rel yang kemudian menentukan batas nilai maksimum rasio  $L/V$  roda, dimana nilai rasio  $L/V$  roda yang melebihi nilai maksimum mengindikasikan naiknya flens roda ke atas kepala rel yang berakibat pada terjadinya anjlok. Dan jika nilai  $L/V$  roda di bawah nilai maksimum maka flens roda tidak akan naik ke atas kepala rel atau dengan kata lain anjlok tidak akan terjadi.

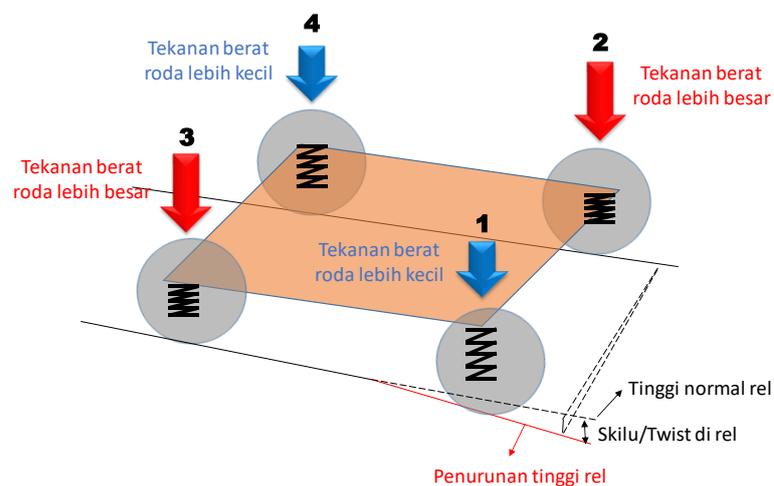


**Gambar 19.** Gaya kontak antara roda dengan rel saat *wheel flange climb*

Berdasarkan hasil temuan investigasi KNKT, proses terjadinya anjlokkan di lengkung nomor 119 Emplasemen Stasiun Lubuk Batang disebabkan oleh parameter seperti skilu yang melebihi toleransi maksimum pada jalan rel, penyempitan lebar jalan rel di lengkung, keausan rel dan kekasaran permukaan rel. Selain itu ditemukan roda bogie gerbong GB 50 90 114 mengalami kerusakan dan deformasi akibat membentur bantalan setelah TAJ sehingga diketahui gerbong GB 50 90 114 (rangkaian gerbong ke-48 dari 58 rangkaian gerbong) merupakan gerbong yang anjlok dalam rangkaian KA 3019. Untuk mengetahui efek panjang rangkaian, dalam analisis laporan akan dikaji tentang pengaruh panjang rangkaian terhadap peningkatan risiko anjlokkan.

### II.1.1 Skilu Jalan Rel

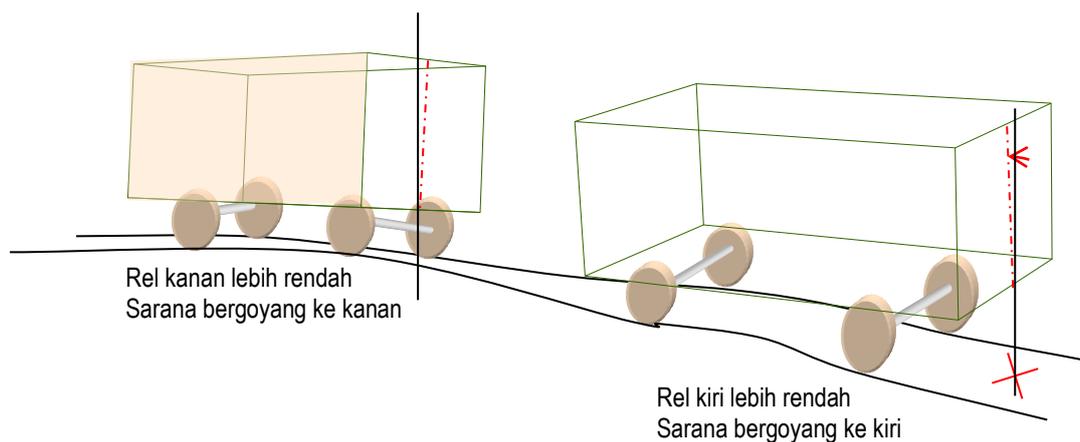
Skilu yang terjadi pada jalan rel menjadi satu diantara penyebab berkurangnya tekanan berat vertikal roda saat melewati jalan rel. Skilu diartikan sebagai laju perubahan gaya vertikal roda pada jarak antar roda dalam satu bogie. Mekanisme perbedaan tekanan roda yang disebabkan oleh skilu pada jalan rel dapat dilihat pada ilustrasi gambar 20.



**Gambar 20.** Efek skilu pada jalan rel terhadap bogie

Dari gambar ilustrasi di atas, efek skilu pada jalan rel menyebabkan tekanan pada roda 1 berkurang karena rel yang dilewati oleh roda 1 tidak sebidang dengan ketiga roda lainnya dalam satu bogie. Hal ini mengakibatkan terjadinya puntiran pada bogie sehingga tekanan vertikal roda 2 dan roda 3 lebih besar dibandingkan dengan roda 1 dan roda 4.

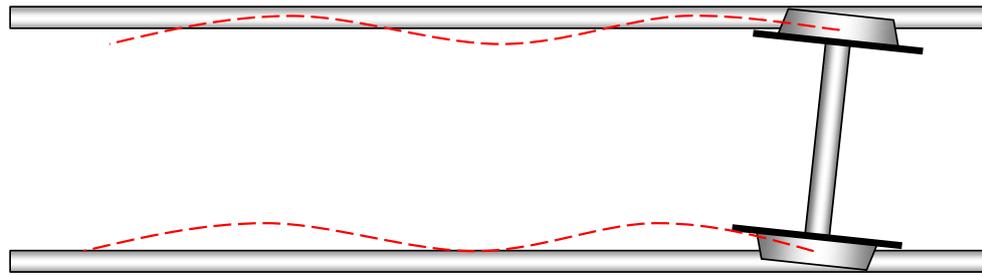
Pengaruh skilu akan meningkat di jalur lengkung terutama ketika sarana perkeretaapian memasuki lengkung, dimana skilu yang terjadi di lengkung dapat menyebabkan guncangan pada sarana perkeretaapian dan berdampak pada ketidakstabilan perpindahan gaya berat vertikal roda. Ketidakstabilan perpindahan gaya berat vertikal roda dan efek gaya lateral flens roda di lengkung dapat mengakibatkan terjadinya anjlokkan di lengkung.



**Gambar 21.** Ilustrasi pengaruh skilu rel di jalur lengkung terhadap sarana perkeretaapian

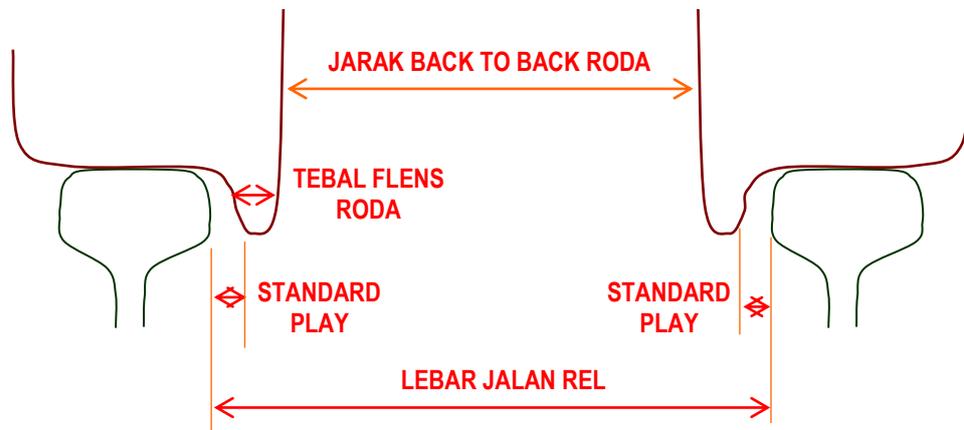
### II.1.2 Penyempitan Lebar Jalan Rel

Selain skilu yang terjadi di jalan rel, pada jarak 21 bantalan sebelum posisi TAN roda diketahui terjadi penyempitan lebar jalan rel di lengkung nomor 119. Penyempitan lebar jalan rel di lengkung menyebabkan pergerakan roda tidak dapat memiliki jarak yang cukup untuk bersilasi terhadap as jalan rel. Terbatasnya gerak osilasi roda pada as jalan rel menyebabkan kontak antara flens roda dengan kepala rel karena gaya lateral pada roda akan lebih sering terjadi dan mengakibatkan bertambahnya laju keausan permukaan samping kepala rel di lengkung.



**Gambar 22.** Ilustrasi osilasi gerak roda di jalan rel

Berdasarkan ketentuan persyaratan teknis jalur kereta api, lebar jalan rel narrow gauge untuk jalur lurus adalah 1067 mm dan untuk jalur lengkung dengan radius  $400 \text{ m} < R < 550 \text{ m}$  adalah 1077 mm [2], sehingga total jarak gerak flens roda (standard play) ideal untuk *three piece bogie* adalah 17 mm dan total *standard play* untuk jalur lengkung dengan radius 485 m adalah 27 mm.

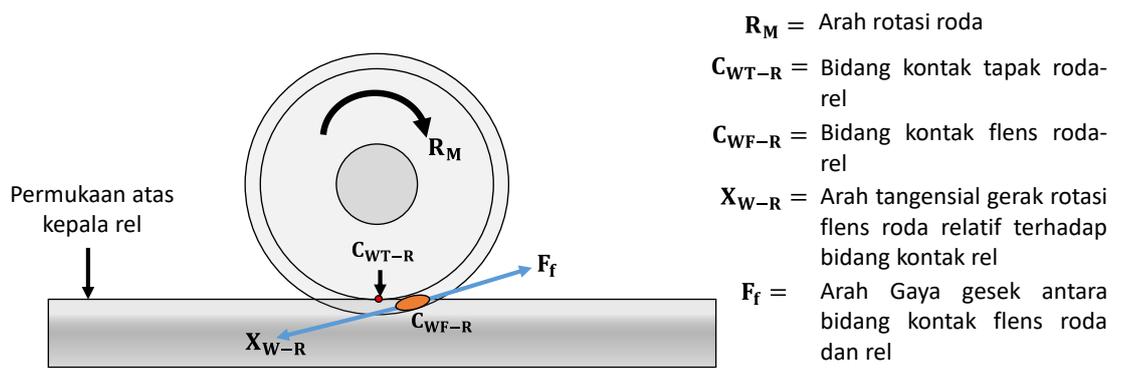


**Gambar 23.** *Standard play* roda dengan rel

### II.1.3 Pengaruh kekasaran permukaan rel

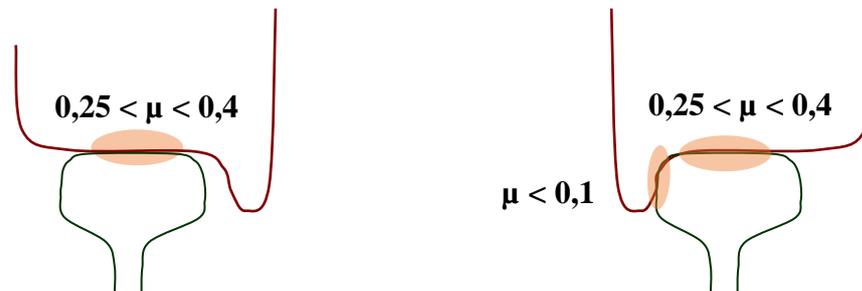
Kekerasan dari material rel tipe UIC 54/R.54 memiliki rentang kekerasan antara 320 - 370 BHN sedangkan material roda kelas C (AAR M107) yang digunakan oleh *three piece bogie* memiliki rentang kekerasan antara 321 – 363 BHN [3]. Tingkat kekerasan roda yang mendekati tingkat kekerasan rel dapat menyebabkan meningkatnya laju keausan rel khususnya di lengkung jika tidak terdapat pelumasan di rel. Peningkatan laju keausan rel di jalur lengkung dapat terjadi karena gaya lateral roda yang besar saat melewati lengkung. Besarnya gaya lateral roda yang besar di jalur lengkung dipengaruhi oleh gerak osilasi roda dan gerak rotasi bogie pada sumbu vertikal yang kaku ketika bogie melewati lengkung. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Makoto Ishida dan Fusayoshi Aoki dalam jurnal penelitian yang berjudul “*Effect of Lubrication on Vehicle/Track Interaction*” [4], pelumasan minyak pada kepala rel rendah di jalur lengkung dapat mengurangi gaya lateral pada roda secara signifikan dibandingkan dengan kepala rel tanpa pelumasan.

Selain berpengaruh terhadap keausan roda, nilai koefisien gesek ( $\mu$ ) yang tinggi dapat meningkatkan risiko anjlokkan karena nilai koefisien gesek antara roda dengan rel yang tinggi dapat menurunkan nilai kriteria Nadal (single wheel L/V limit criterion) dimana semakin kecil nilai kriteria Nadal maka semakin tinggi risiko anjlokkan yang dapat terjadi. Kondisi paling kritis yang dapat terjadi adalah jika sudut serang roda membentuk sudut eksentrisitas sudut positif karena pada posisi ini rotasi flens roda bergerak ke arah bawah atau searah jarum jam sedangkan gaya flens roda yang bergesekan dengan kepala rel menuju ke arah atas atau berlawanan dengan arah gerak rotasi roda. Arah gaya gesek ini menyebabkan gaya tangensial di flens roda yang membantu flens roda untuk naik ke atas kepala rel.



**Gambar 24.** Ilustrasi arah gaya kontak roda dengan rel pada posisi roda dengan sudut serang positif

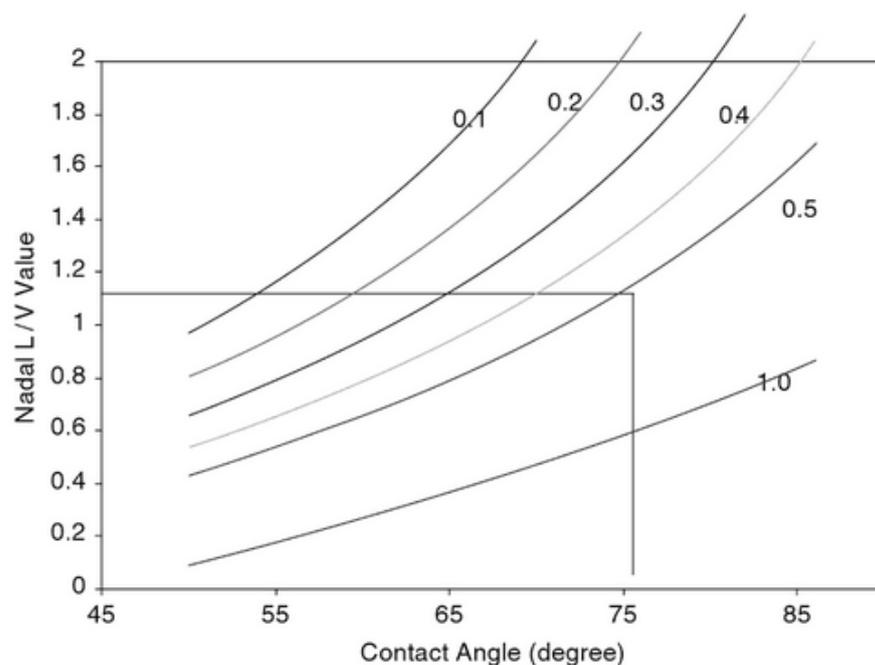
Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Harison et al. dalam jurnal penelitian yang berjudul “*Recent development in COF Measurement at the Rail/Wheel Interface, Contacts Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems*” [5], merekomendasikan nilai koefisien gesek antara roda dengan rel dengan rentang antara  $0,25 < \mu < 0,4$  pada kepala rel yang kontak dengan tapak roda dan nilai  $\mu < 0,1$  pada kepala rel yang kontak dengan flens roda.



**Gambar 25.** Nilai koefisien gesek antara roda dengan rel yang ideal

### II.1.4 Pengaruh keausan sisi samping kepala rel

Keausan yang terjadi pada sisi samping kepala rel terjadi akibat gaya lateral roda yang tinggi saat melewati lengkung dan kekasaran permukaan sisi samping kepala rel yang tinggi saat kontak dengan flens roda. Pengaruh keausan rel di sisi samping kepala rel dapat menyebabkan frekuensi gerak osilasi roda meningkat sehingga kontak antara flens roda dengan rel akan menjadi lebih sering. Selain itu, keausan pada sisi samping kepala rel dapat mengubah kontak antara flens roda dengan kepala rel, dimana keausan menyebabkan sudut kontak yang terbentuk antara flens roda dengan rel (sudut  $\beta$ ) saat flens kontak dengan rel menjadi lebih kecil. Sudut  $\beta$  yang lebih kecil dapat menurunkan nilai kriteria Nadal sehingga meningkatkan kecenderungan roda untuk anjlok. Hubungan antara nilai kriteria Nadal, sudut kontak flens roda dan rel dan koefisien gesek roda dan rel dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



**Gambar 26.** Hubungan antara nilai kriteria Nadal, sudut kontak flens roda-rel dan koefisien gesek roda-rel [6]

## II.2 ANALISIS GAYA LONGITUDINAL PANJANG RANGKAIAN KA BABARANJANG

Analisis gaya longitudinal terhadap KA Babaranjang dilakukan dengan menggunakan *software* Universal Mechanism™ untuk menghitung secara numerik besar gaya longitudinal di *coupler* yang terjadi pada tiap rangkaian KA Batubara. Parameter simulasi yang dimasukkan dalam simulasi adalah massa lokomotif CC 205, massa rangkaian gerbong batubara kapasitas 50 ton, kekakuan dan redaman dari tipe *coupler* rangkaian, kecepatan awal lokomotif sebesar 43 km/jam dan geometri jalur dari lengkung 114 dan 113 di Emplasemen Stasiun Lubuk Batang.

Simulasi dibuat menjadi tiga stamformasi rangkaian KA Batubara, yaitu pada simulasi pertama stamformasi KA terdiri dari 1 lokomotif CC 202 dan 20 rangkaian gerbong isi batubara sebanyak 50 ton untuk tiap gerbongnya, simulasi kedua stamformasi KA terdiri dari 2 lokomotif CC 202 dan 40 rangkaian gerbong isi batubara sebanyak 50 ton untuk tiap gerbongnya, serta simulasi ketiga stamformasi KA terdiri dari 3 lokomotif CC 202 dan 60 rangkaian gerbong isi batubara sebanyak 50 ton untuk tiap gerbongnya. Dari hasil simulasi tersebut diketahui hal sebagai berikut:

- a. Pada simulasi stamformasi pertama diketahui 81<sup>th</sup> sampai dengan 95<sup>th</sup> percentile gaya longitudinal coupler rangkaian KA berada pada rangkaian gerbong ke-17 sampai dengan gerbong ke-20 dengan gaya longitudinal terbesar pada coupler rangkaian saat melewati lengkung 114 sebesar 6.5 ton.
- b. Pada simulasi stamformasi kedua diketahui 81<sup>th</sup> sampai dengan 98<sup>th</sup> percentile gaya longitudinal coupler rangkaian KA berada pada rangkaian gerbong ke-31 sampai dengan gerbong ke-40 dengan gaya longitudinal terbesar pada coupler rangkaian saat melewati lengkung 114 sebesar 8.9 ton.
- c. Pada simulasi stamformasi ketiga diketahui 80<sup>th</sup> sampai dengan 95<sup>th</sup> percentile gaya longitudinal coupler rangkaian KA berada pada rangkaian gerbong ke-45 sampai dengan gerbong ke-60 dengan gaya longitudinal terbesar pada coupler rangkaian saat melewati lengkung 114 sebesar 9.9 ton.

Dari hasil simulasi dapat disimpulkan penambahan jumlah rangkaian dapat menambah beban longitudinal pada rangkaian akhir KA saat melewati lengkung karena adanya gaya resistensi lengkung pada lengkung tersebut. Berdasarkan penelitian El-Sibaie, dalam jurnal penelitian yang berjudul “*Recent Advancements in Buff and Draft Testing Techniques*” [7], berkurangnya tekanan berat vertikal roda dapat berkurang karena komponen gaya lateral coupler di lengkung yang dapat disebabkan oleh meningkatnya gaya longitudinal coupler dan berkurangnya radius lengkung. Sehingga diperlukan kontrol terhadap momentum pada KA rangkaian panjang karena massa yang besar dari rangkaian tersebut serta kesesuaian geometri jalan harus selalu dimonitoring sesuai dengan persyaratan teknis jalur kereta api agar risiko berkurangnya berat vertikal roda dapat diminimalisir.

Analisis yang dilakukan oleh tim KNKT masih berupa kajian awal dan ruang lingkup analisis yang dilakukan difokuskan terhadap efek panjang rangkaian KA dengan gaya longitudinal di coupler untuk tiap rangkaian KA, oleh karena itu diperlukan kajian teknis yang lebih komprehensif tentang keselamatan pengoperasian KA Babarajang perlu dilakukan oleh PT. KAI (Persero) sebagai penyelenggara prasarana dan sarana perkeretaapian di wilayah Divre III Palembang serta Divre IV Tanjungkarang atau oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian sebagai pemilik prasarana perkeretaapian.

## III. KESIMPULAN

Berdasarkan informasi faktual dan analisis dalam proses investigasi kecelakaan anjlokkan KA 3019 di KM 238 + 8/9 Stasiun Lubuk Batang, kesimpulan dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi terkait dengan kecelakaan tersebut adalah sebagai berikut:

### III.1 TEMUAN

- a. Tidak ada identifikasi dan penilaian risiko yang dilakukan terhadap pengoperasian KA Babaranjang yang terdiri dari tiga lokomotif dan enam puluh Gerbong Datar untuk mengangkut 50 ton batubara pada tiap gerbongnya di wilayah operasi Divisi Regional III Palembang dan Divisi Regional IV Tanjungkarang;
- b. Tidak ada kajian yang komprehensif atas pengoperasian KA Babaranjang yang semula terdiri dari empat puluh Gerbong Datar menjadi enam puluh Gerbong Datar;
- c. Kapasitas fasilitas perawatan gerbong di wilayah Divre III Palembang dan Divre IV Tanjungkarang PT. KAI (Persero) tidak cukup sehingga perawatan dilakukan di Emplasemen Stasiun dimana hal ini dapat mempengaruhi keselamatan dan kelancaran operasional kereta api;
- d. Tidak adanya penimbangan terhadap berat roda pada tiap gerbong pada rangkaian KA Babaranjang setelah dimuati batubara dari tempat pengisian batubara mengakibatkan tidak diketahuinya distribusi beban pada tiap roda, dimana hal ini dapat meningkatkan risiko anjlokkan;
- e. Hasil TQI jalur kereta api pada lokasi anjlokkan KA 3019 yang terletak diantara Km 239 sampai dengan Km 238,6 menunjukkan kualitas jalur yang tidak laik;
- f. Terdapat skilu rel sebesar 13 mm/3m di lokasi TAN roda;
- g. Terdapat penyempitan lebar jalan rel karena penggunaan bantalan untuk lebar 1067 mm di lengkung nomor 114 Emplasemen Stasiun Lubuk Batang;
- h. Terdapat keausan rel di lokasi anjlokkan yang terletak di Km. 238 + 877 sebesar 4 mm dan di Km. 238 + 864 sebesar 16 mm;
- i. Tidak ada pelumasan di lengkung nomor 114 Emplasemen Stasiun Lubuk Batang menyebabkan terjadinya keausan rel di lengkung tersebut;
- j. Terdapat kondisi ballast dengan ketebalan kurang dari 30 cm di Km 238 + 680 pada Emplasemen Stasiun Lubuk Batang yang tidak sesuai dengan ketentuan persyaratan teknis jalur kereta api;
- k. Dimensi ukuran perangkat roda dan tinggi alat perangkai pada rangkaian gerbong datar dari rangkaian KA 3019 masih dalam batas toleransi yang dipersyaratkan dalam Manual Instruksi perawatan gerbong datar 50 ton;
- l. Tidak ada pelanggaran batas kecepatan yang dilakukan oleh awak sarana perkeretaapian KA 3019 saat memasuki Stasiun Lubuk Batang;

- m. Awak sarana perkeretaapian KA 3019 tidak mengetahui terjadinya anjlok pada gerbong yang berada di urutan ke-48 dari keseluruhan rangkaian KA 3019 sehingga mengakibatkan kerusakan prasarana jalur kereta api mulai dari Km 238 + 864 sampai dengan Km 237 + 141 dan anjlok serta tergulingnya gerbong urutan ke-46 sampai dengan gerbong ke-54.

### III.2 FAKTOR – FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI

- a. Kondisi geometri jalan rel yang tidak laik di Km 239 sampai dengan Km 238,6 yang ditunjukkan dengan nilai TQI yang buruk di lokasi tersebut berdasarkan hasil pengukuran TQI dari kereta ukur antara Stasiun Prabumulih – Stasiun Baturaja pada tanggal 10 Agustus 2016 berkontribusi terhadap anjlok;
- b. Terjadinya skilu pada jalan rel menyebabkan berkurangnya tekanan berat vertikal roda saat melewati jalan rel yang berdampak pada ketidakstabilan perpindahan gaya berat vertikal roda dimana ketidakstabilan perpindahan gaya berat vertikal roda dan efek gaya lateral flens roda di lengkung dapat mengakibatkan terjadinya anjlok di lengkung;
- c. Kondisi penyempitan lebar jalan di lengkung nomor 114 Emplasemen Stasiun Lubuk Batang menyebabkan berkurangnya jarak *standard play* roda di lengkung sehingga intensitas gesekan antara flens roda dengan permukaan samping kepala rel meningkat;
- d. Keausan samping kepala rel di Km. 238 + 877 sampai dengan Km. 238 + 864 menyebabkan frekuensi gerak osilasi roda meningkat sehingga kontak antara flens roda dengan rel akan menjadi lebih sering dan menyebabkan sudut kontak yang terbentuk antara flens roda dengan rel (sudut  $\beta$ ) saat flens kontak dengan rel menjadi lebih kecil, dimana sudut  $\beta$  yang lebih kecil dapat menurunkan nilai kriteria Nadal sehingga kecenderungan roda untuk anjlok menjadi lebih tinggi.
- e. Tidak adanya pelumasan pada kepala rel di lengkung nomor 114 Emplasemen Stasiun Lubuk Batang menyebabkan keausan rel di lengkung dan meningkatkan risiko anjlok karena nilai koefisien gesek antara roda dengan rel yang tinggi;
- f. Tidak diketahuinya anjlok yang terjadi di gerbong GB 50 90 114 oleh awak sarana perkeretaapian KA 3019 mengakibatkan kerusakan berat prasarana jalan rel di Emplasemen Lubuk Batang serta anjlok dan tergulingnya rangkaian gerbong ke-46 sampai dengan gerbong ke-54.

## IV. REKOMENDASI

Berdasarkan temuan, analisis dan kesimpulan investigasi, Komite Nasional Keselamatan Transportasi menyusun rekomendasi keselamatan agar kecelakaan serupa tidak terjadi dikemudian hari kepada:

### IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN

- a. Melakukan kajian komprehensif atas pengoperasian KA Babaranjang yang semula terdiri dari empat puluh rangkaian gerbong datar muatan batubara menjadi enam puluh rangkaian gerbong datar muatan batubara;
- b. Meningkatkan pengawasan terhadap pemeriksaan dan perawatan prasarana perkeretaapian di Divre III Palembang dan Divre IV Tanjungkarang sesuai dengan ketentuan 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;
- c. Menetapkan batas waktu penyelesaian rekomendasi dari temuan Audit Keselamatan Pengoperasian KA Babaranjang dan melakukan pengawasan terhadap tindak lanjut penyelesaian rekomendasi tersebut.

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

- a. Segera melakukan upaya perbaikan terhadap geometri jalur kereta api jika berdasarkan hasil pengukuran dari kereta ukur diketahui nilai TQI jalur kereta api di bawah toleransi yang dipersyaratkan;
- b. Melakukan pelumasan terhadap kepala rel di lengkung untuk mengurangi gaya lateral roda, mengurangi laju keausan rel di lengkung dan meningkatkan kriteria Nadal;
- c. Melakukan perbaikan terhadap kondisi lebar jalan rel di lengkung yang mengalami penyempitan dan memastikan bantalan yang dipasang di lengkung sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan dalam Peraturan Menteri perhubungan Nomor: PM 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api;
- d. Memasang sistem pendeteksi anjlokkan pada rangkaian sarana perkeretaapian dan/atau sistem yang dapat memberikan peringatan awal ke awak sarana perkeretaapian agar proses pengereman dapat langsung dilakukan sesaat setelah terjadinya anjlokkan kereta api untuk mengurangi tingkat kerusakan prasarana dan sarana perkeretaapian akibat anjlokkan;
- e. Melakukan penimbangan terhadap berat tiap roda dari gerbong yang telah diisi batubara untuk memastikan keseimbangan distribusi beban dari tiap roda;
- f. Memastikan ketebalan ballast dari jalur kereta api yang dioperasikan sesuai dengan ketentuan dan persyaratan teknis jalur kereta api;

- g. Melakukan identifikasi dan penilaian risiko terhadap kondisi perawatan prasarana dan sarana perkeretaapian di Divre III Palembang dan Divre IV Tanjungkarang terkait dengan pengoperasian KA Babaranjang;
- h. Melakukan penambahan kapasitas fasilitas perawatan gerbong yang sesuai dengan keseluruhan jumlah gerbong yang dioperasikan sehingga tidak ada perawatan gerbong yang dilakukan di Emplasemen Stasiun.

## **V. SAFETY ACTIONS**

### **V.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN**

Direktorat Jenderal Perkeretaapian melalui surat Nomor C.04/K5/DJKA/I/2018 tanggal 5 Januari 2018, menyampaikan tanggapan terhadap rekomendasi keselamatan KNKT dalam Laporan Akhir Investigasi Kecelakaan Anjlok KA 3019 di Km 238+864 Stasiun Lubuk Batang, Sumatera Selatan tanggal 19 Agustus 2016, dengan tindak lanjut sebagai berikut:

1. Penyampaian rekomendasi KNKT terhadap kejadian kecelakaan kepada Direktorat Prasarana Perkeretaapian, Direktorat Lalu Lintas dan Angkutan KA serta Subdit Audit dan Inspeksi Keselamatan agar menindaklanjuti hasil rekomendasi yang telah diberikan oleh Komite Nasional Keselamatan Transportasi.
2. Direktorat jenderal perkeretaapian akan melakukan pengawasan terhadap PT. Kereta Api Indonesia (Persero) untuk menindaklanjuti hasil temuan Audit Keselamatan.

### **V.I1 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)**

Hingga berakhirnya masa penanggapan, KNKT tidak menerima informasi berkaitan dengan *Safety Actions* yang telah dilakukan oleh PT. Kereta Api Indonesia (Persero) sebagai akibat dari kecelakaan ini.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Seri PERJANA 2012 PT. Kereta Api Indonesia (Persero), Buku 2A Rencana Perawatan Tahunan Jalan Rel, Bandung, 2012.
- [2] Peraruran Menteri Perhubungan Republik Indonesia, Peraturan Menteri perhubungan Nomor: PM. 60 tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api, Jakarta, 2012.
- [3] PT. Industri Kereta Api, Manual Instruksi Gerbong Datar 50 ton – Bogie, Madiun, 2015.
- [4] Ishida, M., Ban, T. and Aoki, F., Effect of Lubrication on Vehicle/Track Interaction, Railway Technical Institute, Japan, 2004.
- [5] Harrison, H., McCanney, T. and Cotter, J., Recent development in COF Measurement at the Rail/Wheel Interface, Contacts Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems, Tokyo, Japan, 2000.
- [6] Iwnicki, S., Handbook of Railway Vehicle Dynamics, CRC Press Taylor and Francis Group, 2006.
- [7] El-Sibaei, M., Recent Advancements in Buff and Draft Testing Techniques, Fifth International Heavy haul Conference, Beijing, 1993.

## VII. LAMPIRAN

### PROGRAM DAN REALISASI PA/SPA GERBONG UPT BALAI YASA LAHAT

NO	BULAN	PA				+ / - PA 7 =5-3	BACK LOG KOM PA 8	SPA				+ / - SPA 13 =11-9	BACK LOG KOM SPA 14	TOTAL (PA + SPA)				+ / - TOTAL 19 =17-15	BACK LOG KOM TOTAL 20	% KOM 21	REALISASI		
		P	P. KOM	R	R. KOM			P	P. KOM	R	R. KOM			P	P. KOM	R	R. KOM				PB	RH	TBY
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>PROGRAM &amp; REALISASI SEMESTER 1 TAHUN 2016</b>																							
1	JANUARI	34	34	41	41	7	7	117	117	90	90	-27	-27	151	151	131	131	-20	-20	13%	9	0	0
2	FEBRUARI	44	78	61	102	17	24	109	226	117	207	8	-19	153	304	178	309	25	5	30%	12	2	0
3	MARET	40	118	39	141	-1	23	119	345	133	340	14	-5	159	463	172	481	13	18	47%	3	0	0
4	APRIL	29	147	46	187	17	40	172	517	96	436	-76	-81	201	664	142	623	-59	-41	61%	11	0	0
5	MEI	32	179	24	211	-8	32	169	686	188	624	19	-62	201	865	212	835	11	-30	82%	13	2	0
6	JUNI	31	210	49	260	18	50	118	804	135	759	17	-45	149	1014	184	1019	35	5	100%	7	7	0
<b>JUMLAH SM 1</b>		<b>210</b>		<b>260</b>		<b>50</b>		<b>804</b>		<b>759</b>		<b>-45</b>		<b>1014</b>		<b>1019</b>		<b>5</b>		<b>100%</b>	<b>55</b>	<b>11</b>	<b>0</b>
<b>PROGRAM &amp; REALISASI SEMESTER 2 TAHUN 2016</b>																							
7	JULI	31	241	37	297	6	56	175	979	106	865	-69	-114	206	1220	143	1162	-63	-58	153%	6	1	0
8	AGUSTUS	49	290	20	317	-29	27	67	1046	86	951	19	-95	116	1336	106	1268	-10	-68	167%	7	0	0
9	SEPTEMBER	42	332	57	374	15	42	136	1182	125	1076	-11	-106	178	1514	182	1450	4	-64	191%	18	0	0
10	OKTOBER	24	356	57	431	33	75	95	1277	130	1206	35	-71	119	1633	187	1637	68	4	85%	2	0	0
11	NOPEMBER	33	389	1	432	-32	43	108	1385	59	1265	-49	-120	141	1774	60	1697	-81	-77	89%	5	0	0
12	DESEMBER	29	418					114	1499					143	1917								
<b>TOTAL S.D NOV 2016</b>		<b>179</b>		<b>172</b>		<b>-7</b>		<b>581</b>		<b>506</b>		<b>-75</b>		<b>760</b>		<b>678</b>		<b>-82</b>		<b>89%</b>	<b>38</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL TAHUN 2016</b>		<b>418</b>		<b>432</b>		<b>14</b>		<b>1499</b>		<b>1265</b>		<b>-234</b>		<b>1917</b>		<b>1697</b>		<b>-220</b>		<b>89%</b>	<b>93</b>	<b>12</b>	<b>0</b>

Total realisasi perawatan gerbong tahun 2016 untuk kondisi tanggal 30 November 2016 terjadi *backlog* perawatan gerbong sebanyak 220 gerbong

**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)

ISBN  
BARCODE