



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIK INDONESIA**

LAPORAN AKHIR

KNKT.17.10.04.02

LAPORAN INVESTIGASI KECELAKAAN PERKERETAAPIAN

ANJLOK KA 1507

DI KM 5+640 EMPLASEMEN ST. MANGGARAI

DAOP I JAKARTA

3 OKTOBER 2017



2019



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.

*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

DAFTAR ISI	i
DAFTAR ISTILAH	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
SINOPSIS	vi
I. INFORMASI FAKTUAL	1
I.1 DATA KECELAKAAN KERETA API	1
I.2 KRONOLOGIS.....	1
I.3 AKIBAT KECELAKAAN KERETA API.....	3
I.3.1 Dampak Kecelakaan Terhadap Manusia	3
I.3.2 Dampak Kecelakaan Terhadap Sarana Perkeretaapian	3
I.3.3 Dampak Kecelakaan Terhadap Prasarana Perkeretaapian	3
I.3.4 Dampak Kecelakaan Terhadap Perjalanan Kereta Api.....	3
I.4 INFORMASI PRASARANA DAN SARANA	4
I.4.1 Prasarana	4
I.4.2 SARANA	15
I.5 INFORMASI OPERASI KA.....	16
I.6 INFORMASI REKAMAN OPERASI.....	17
I.7 INFORMASI SUMBER DAYA MANUSIA	21
I.8 INFORMASI RERUNTUHAN DAN BENTURAN SETELAH KECELAKAAN.....	22
I.9 UJI COBA DAN PENELITIAN	24
II. ANALISIS	27
II.1 SEQUENCE OF EVENTS ANJLOKAN KA 1507.....	27
II.2 MEKANISME ANJLOKAN KA 1507	28
III. KESIMPULAN	31
III.1 TEMUAN.....	31
III.2 FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI	32
IV. REKOMENDASI	33
IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN	33
IV.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)	33

DAFTAR ISTILAH

Emplasemen adalah tata letak jalur kereta api dilengkapi atau tidak dilengkapi jalur langsir, jalur tangkap atau jalur simpan di stasiun, dipergunakan untuk menerima, memberangkatkan dan atau melayani kereta api langsung, bagi stasiun yang dilengkapi jalur lain dapat dipergunakan sesuai dengan fungsinya

Grafik perjalanan kereta api adalah pedoman pengaturan pelaksanaan perjalanan kereta api, digambarkan dalam bentuk garis yang menunjukkan stasiun, waktu, jarak, kecepatan dan posisi perjalanan kereta api mulai dari berangkat, bersilang, bersusulan dan berhenti, digambarkan secara grafis untuk pengendalian perjalanan kereta api

Interlocking adalah peralatan yang bekerja saling bergantung satu sama lain yang berfungsi untuk membantu, mengunci dan mengontrol untuk mengamankan rute kereta api yaitu petak jalan rel yang akan dilalui kereta api

Kereta Api (KA) adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel terkait dengan perjalanan kereta api

Kompetensi adalah kemampuan dan karakteristik yang dimiliki oleh seseorang, berupa seperangkat pengetahuan, keterampilan, dan perilaku yang harus dihayati dan dikuasai untuk melaksanakan tugas keprofesionalannya

Lintas adalah bagian jalan kereta api yang terdiri dari beberapa petak jalan

Overhaul adalah prosedur pekerjaan terorganisir terdiri dari membongkar, memeriksa dan memasang kembali yang dilakukan untuk mengembalikan performa peralatan ke nilai spesifikasi yang dipersyaratkan atau sesuai spesifikasi pabrikan dan memberikan usia kedua dengan mengganti komponen yang aus atau rusak

Panel Pelayanan (Local Control Panel/LCP) adalah perangkat yang menggambarkan tata letak jalur, aspek sinyal dan wesel serta indikasi aspek sinyal, petak blok dan kedudukan wesel yang terpasang di lintas wilayah pengendaliannya untuk mengatur dan mengamankan perjalanan kereta api

Pemeriksaan Prasarana Perkeretaapian adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi dan fungsi prasarana perkeretaapian

Pemeriksaan Akhir (PA) adalah pemeriksaan menyeluruh terhadap lokomotif/ kereta/ gerbong biasanya dilakukan di bengkel khusus lokomotif/ kereta/ /gerbong, biasa disebut Balai Yasa

Pemeriksaan Akhir Yang Akan Datang (PA YAD) adalah pemeriksaan akhir selanjutnya dari lokomotif/ kereta /gerbong

Pengatur Perjalanan Kereta Api (PPKA) adalah orang yang melakukan pengaturan perjalanan kereta api dalam batas stasiun operasi atau beberapa stasiun operasi dalam wilayah pengaturannya

Pengendali Perjalanan Kereta Api adalah orang yang melakukan pengendalian perjalanan kereta api dari beberapa stasiun di wilayah pengendaliannya

Perawatan Prasarana Perkeretaapian adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan keandalan prasarana perkeretaapian agar tetap laik operasi

Peron adalah tempat terbuka di kiri/kanan/depan ujung jalur kereta api yang dipergunakan oleh penumpang untuk menunggu dan naik-turun kereta api

Petak jalan adalah bagian jalan kereta api yang letaknya diantara dua stasiun berdekatan

Reglemen diambil dari istilah Belanda yakni *reglement*, berarti peraturan yang berlaku untuk dan harus ditaati oleh anggota kelompok atau masyarakat tertentu, dalam hal ini adalah peraturan-peraturan yang digunakan PT. KAI (Persero)

Sertifikat Kecakapan merupakan bukti kecakapan sebagai awak sarana perkeretaapian yang diwujudkan dalam bentuk Sertifikat Kecakapan

Standar Keselamatan adalah ketentuan yang digunakan sebagai acuan agar terhindar dari risiko kecelakaan

Stasiun (St) adalah tempat kereta api berhenti dan berangkat, bersilang, menyusul atau disusul, dikuasai oleh seorang kepala yang bertanggung jawab penuh atas urusan perjalanan

Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan prasarana perkeretaapian.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Peta jalur KRL Commuterline	2
Gambar 2.	Posisi Lokasi anjlokkan di wesel 11A3 emplasemen St. Manggarai.....	1
Gambar 3.	Sketsa anjlokkan KA 1507 di Emplasemen St. Manggarai	2
Gambar 4.	Ukuran-ukuran pada wesel 11A3	6
Gambar 5.	Komponen dalam Point Machine NSE 2	11
Gambar 6.	Trackside Layout Point Machine NSE.2 Trailable Version.....	11
Gambar 7.	Komponen point machine yang terkait dengan mekanisme penguncian	12
Gambar 8.	Komponen-komponen dari friction unit dalam point machine	13
Gambar 9.	Langkah ke-1 Proses Pembalikan Kedudukan Wesel	14
Gambar 10.	Langkah ke-2 Proses Pembalikan Kedudukan Wesel	14
Gambar 11.	Titik pengukuran perangkat roda kereta K1 1 81 01	16
Gambar 12.	Posisi Lidah Wesel 11A 3 setelah kejadian anjlokkan:	23
Gambar 13.	Sketsa Wesel Inggris 11A3 posisi reverse	23
Gambar 14.	Bantalan beton diikat plat.....	24
Gambar 15.	Baut pengunci jantung wesel 11A3 yang kendur.....	29
Gambar 16.	Interaksi gaya lateral roda dengan pangkal lidah wesel yang berada di jantung wesel inggris	30

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jumlah Korban	3
Tabel 2. Form Pemeriksaan Wesel 11A3 (Bentuk D.145).....	5
Tabel 3. Kegiatan perawatan dari wesel 11A3/A4 di Emplasemen St. Manggarai	7
Tabel 4. Pengukuran pertinggian wesel 31A1/A2 dan 11A3/A4 pasca kecelakaan anjlok KA 1507	8
Tabel 5. Spesifikasi dari motor wesel tipe NSE 2	10
Tabel 6. Data Rangkaian KA 1507	15
Tabel 7. Hasil Pengukuran perangkat roda kereta K1 1 81 01	15
Tabel 8. Program dan Realisasi Perjalanan KA 1507 (Bentuk O.100)	16
Tabel 9. Event dalam data logger persinyalan Stasiun Manggarai pada tanggal 3 Oktober 2017 terkait dengan kecelakaan anjlok KA 1507 di Emplasemen St. Manggarai	17
Tabel 10. Data Kecepatan KA 1507 berdasarkan GPS	21

SINOPSIS

KA 1507 merupakan Kereta Rel Listrik (KRL) Commuter Line Jabodetabek dengan lintas pelayanan St. Bogor - St. Angke yang dioperasikan oleh PT. Kereta Commuter Indonesia. Pada hari Selasa tanggal 3 Oktober 2017 pukul 07.40 WIB, terjadi kecelakaan kereta api anjlok KA 1507 di emplasemen Stasiun Manggarai, DKI Jakarta, Wilayah Operasi Daop I Jakarta. KA 1507 adalah kereta Commuter Line dengan tenaga gerak listrik yang diberangkatkan dari Stasiun Bogor menuju Stasiun Angke dengan susunan rangkaian kereta terdiri dari 8 (delapan) kereta penumpang kelas 1.

Rangkaian KA 1507 diberangkatkan dari Stasiun Bogor pada pukul 06.10 dan dimasukkan ke Jalur III St. Manggarai pada pukul 07.32. Dilaporkan oleh Masinis KA 1507, saat tersebut jalur III menunjukkan S5 dan taspas menyala 3 sebagai petunjuk arah ke kiri. Setelah sinyal berangkat J22A menyala hijau, pada pukul 07.38 KA 1507 diberangkatkan dari Jalur III menuju Stasiun Tanah Abang.

Menghadapi sinyal UB 206, Masinis melihat akhiran KA (S21) dan diketahui bahwa banyak debu dari jalur yang berhamburan. Masinis langsung melakukan *emergency braking* dan setelah KA berhenti, masinis menanyakan ke PPK dengan menggunakan HT untuk memastikan apa yang terjadi.

PPK memberitahukan Masinis bahwa KA anjlok (K1 8108) dan ditindaklanjuti oleh Masinis dengan melaporkan kejadian ke PPKP.

Dari hasil kesimpulan investigasi kecelakaan ini, KNKT menyusun rekomendasi keselamatan yang ditunjukkan kepada 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

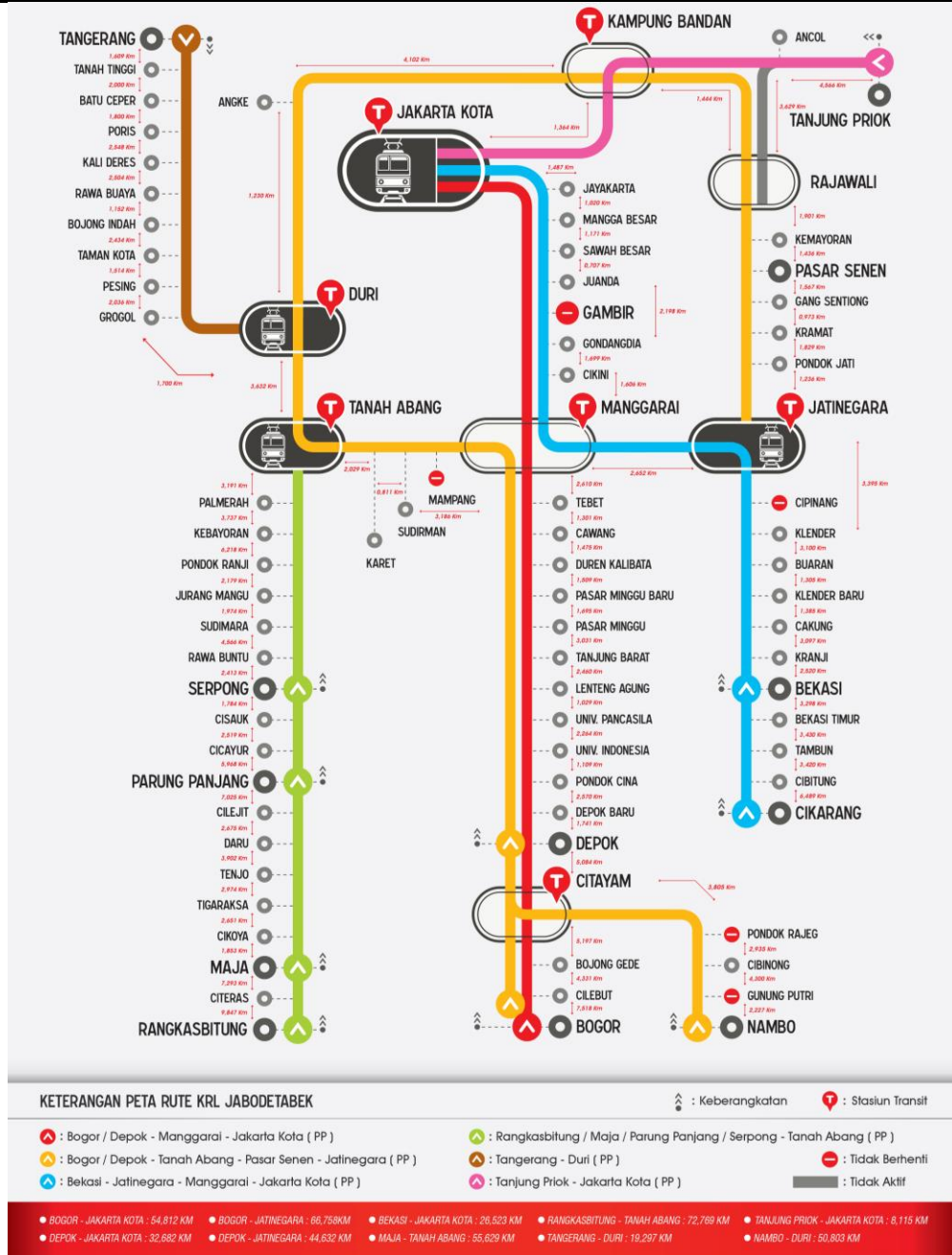
I.1 DATA KECELAKAAN KERETA API

Nomor/ Nama KA	KA 1507
Lintas Pelayanan	: Stasiun Bogor menuju Stasiun Angke
Jenis Pelayanan	: Penumpang KRL <i>Commuter Line</i>
Susunan Rangkaian	: 1. K1 1 811 2. K1 1 812 3. K1 1 813 4. K1 1 814 5. K1 1 815 6. K1 1 816 7. K1 1 817 8. K1 1 818
Jenis Kecelakaan	: Anjlok
Lokasi	: Wesel 11A3 Km 5+640 Emplasemen St. Manggarai
Lintas	: Stasiun Manggarai – Stasiun Tanah Abang
Provinsi	: DKI Jakarta
Wilayah Operasional	: Daop I Jakarta
Hari/Tanggal Kecelakaan	: Selasa/ 3 Oktober 2017
Jam Kejadian	: 07.40 WIB

I.2 KRONOLOGIS

KA 1507 merupakan Kereta Rel Listrik (KRL) Commuter Line Jabodetabek dengan lintas pelayanan St. Bogor - St. Angke yang dioperasikan oleh PT. Kereta Commuter Indonesia. Pada hari Selasa tanggal 3 Oktober 2017 pukul 07.40 WIB, terjadi kecelakaan kereta api anjlok KA 1507 di emplasemen Stasiun Manggarai, DKI Jakarta, Wilayah Operasi Daop I Jakarta. KA 1507 adalah kereta Commuter Line dengan tenaga gerak listrik yang diberangkatkan dari Stasiun Bogor menuju Stasiun Angke dengan susunan rangkaian kereta yang terdiri dari 8 (delapan) kereta penumpang kelas 1.



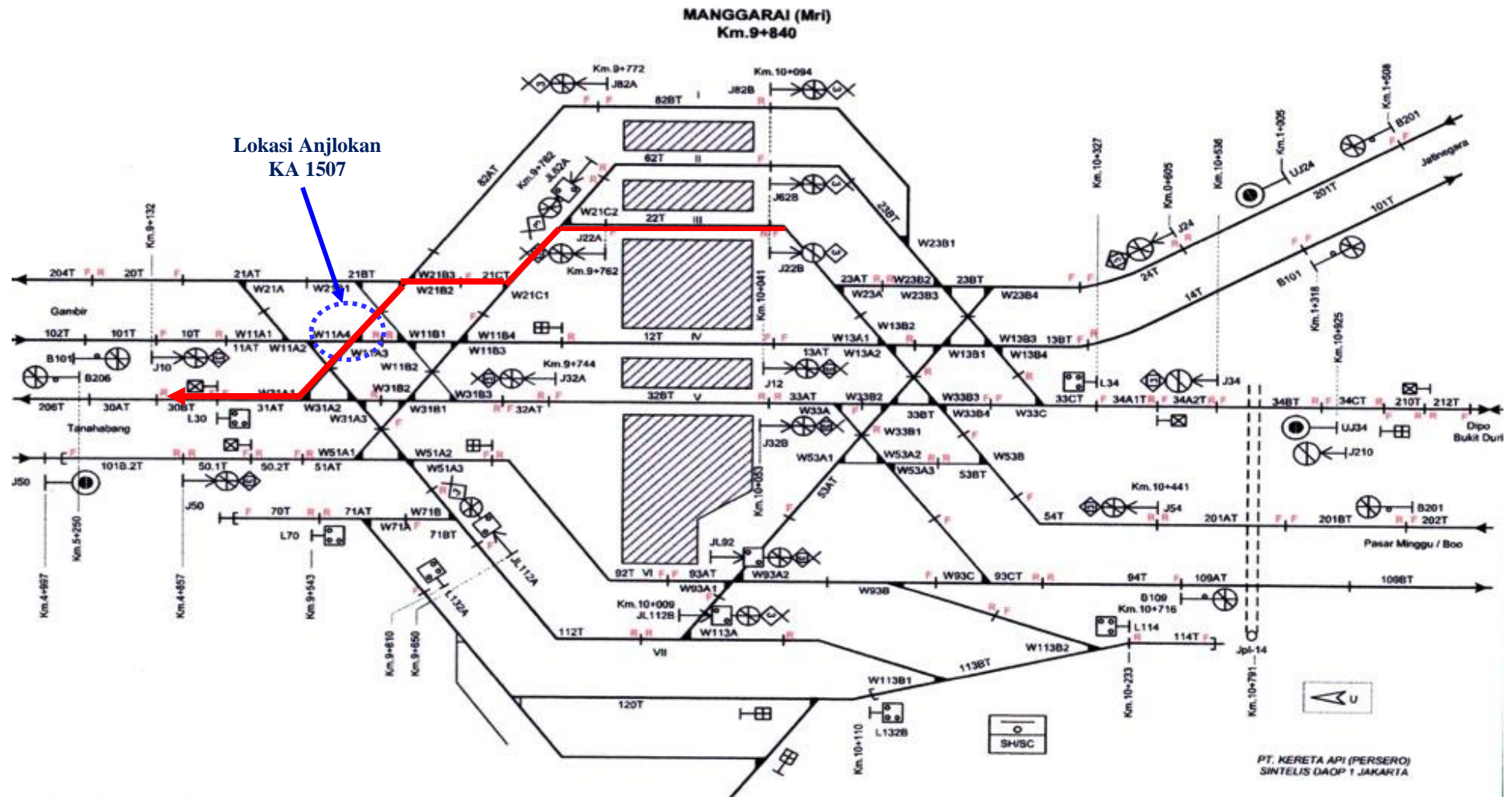


Gambar 1. Peta jalur KRL Commuterline

Rangkaian KA 1507 diberangkatkan dari Stasiun Bogor pada pukul 06.10 dan dimasukkan ke Jalur III St. Manggarai pada pukul 07.32. Dilaporkan oleh Masinis KA 1507, saat tersebut jalur III menunjukkan S5 dan taspat menyala 3 sebagai petunjuk arah ke kiri. Setelah sinyal berangkat J22A menyala hijau, pada pukul 07.38 KA 1507 diberangkatkan dari Jalur III menuju Stasiun Tanah Abang.

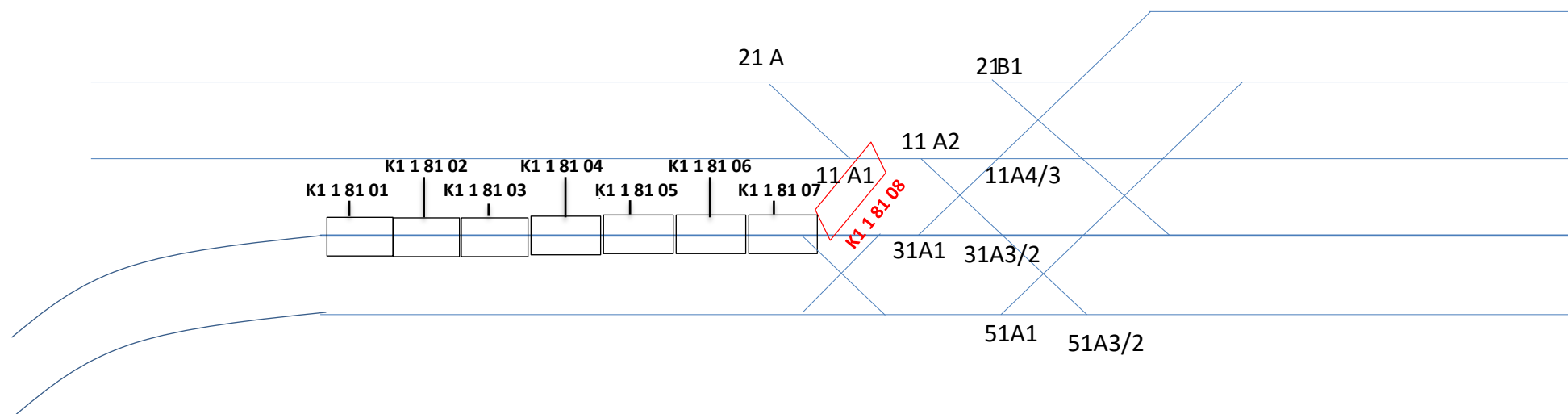
Menghadapi sinyal UB 206, Masinis melihat akhiran KA (S21) dan diketahui bahwa banyak debu dari jalur yang berhamburan. Masinis langsung melakukan *emergency braking* dan setelah KA berhenti Masinis menanyakan ke PPK dengan menggunakan HT untuk memastikan apa yang terjadi.

PPK memberitahukan Masinis bahwa KA anjlok (K1 1 8108) dan ditindaklanjuti oleh Masinis dengan melaporkan kejadian ke PPKP.



Gambar 2. Posisi Lokasi anjlok di wesel 11A3 emplasemen St. Manggarai

**SKET KJLB COMUTER LINE 1507 ANJLOG 2 AS DI KM 5+5/6 SPUR HILIR MRI - THB
PADA HARI SELASA TANGGAL 03 OKTOBER 2017 PUKUL 07.40 WIB**



Gambar 3. Sketsa anjlokkan KA 1507 di Emplasemen St. Manggarai

I.3 AKIBAT KECELAKAAN KERETA API

I.3.1 Dampak Kecelakaan Terhadap Manusia

Akibat kecelakaan anjloknya kereta api KA Commuter line 1507 tidak mengakibatkan adanya korban jiwa baik dari penumpang maupun awak KA

Tabel 1. Jumlah Korban

Korban	Meninggal	Luka-luka
Awak KA	0	0
Penumpang	0	0
Total	0	0

I.3.2 Dampak Kecelakaan Terhadap Sarana Perkeretaapian

Kecelakaan anjlok KA 1507 mengakibatkan kerusakan terhadap 2 (dua) kereta, yaitu pada kereta K1 1 81 08 dan kereta K1 1 81 07 dengan kerusakan sebagai berikut:

- a. K1 1 81 08:
 - 1) Harmonika : 1 buah
 - 2) Pintu Gangway : 1 buah
 - 3) Plat jembatan : 1 buah
 - 4) Rubber pengaman kereta : 1 buah
 - 5) Perangkat bogie : 2 buah

- b. K1 1 81 07:
 - 1) Pintu gangway : 1 buah
 - 2) Plat jembatan : 1 buah
 - 3) Rubber pengaman kereta : 1 buah
 - 4) Perangkat bogie : 2 buah
 - 5) Kaca antar sambungan : 1 buah

I.3.3 Dampak Kecelakaan Terhadap Prasarana Perkeretaapian

- a. Kerusakan pada ujung lidah wesel yang baru terpasang.
- b. Kerusakan pada bantalan beton wesel yang baru terpasang.

I.3.4 Dampak Kecelakaan Terhadap Perjalanan Kereta Api

- a. Pengaturan perjalanan KA lintas Bekasi – Jakartakota dan sebaliknya via Pasar Senen
- b. Pengaturan perjalanan KA lintas Jakarta kota – Bogor via Pasar Senen
- c. Pengaturan perjalanan KA lintas Gambir – Manggarai berjalan jalur kiri
- d. Potong lintas pelayanan St. Manggarai
- e. Potong lintas pelayanan St. Pasarminggu
- f. Potong lintas pelayanan St. Tanah Abang

- g. Potong lintas pelayanan St. Dukuh
- h. Potong lintas pelayanan St. Kampun Bandan
- i. Potong lintas pelayanan St. Angke
- j. Potong lintas pelayanan St. UI
- k. Potong lintas pelayanan St. Depok
- l. Pembatalan perjalanan 80 rangkaian KA dari total 924 perjalanan/hari di Manggarai

I.4 INFORMASI PRASARANA DAN SARANA

I.4.1 Prasarana

I.4.1.1 Jalur Kereta Api

Data Jalur I	
Rel Jalur I	: UIC R.42
Alat Penambat	: Elastis E-Clip
Bantalan	: Beton

I.4.1.2 Wesel

Data Wesel 11A3	
Letak	: Km 9+587
Jenis Wesel	: Wesel Inggris Kiri
Tipe rel wesel	: R.42
Penambat	: Rigid (baut BK/ TN)
Bantalan	: Kayu
Lidah	: Pegas
Sudut wesel	: 1:10

Data faktual terkait kondisi wesel dan jalan rel yang ditemukan di lokasi kejadian adalah sebagai berikut:

- 1) Lidah Wesel 11A3 untuk rute arah ke Stasiun Tanah Abang setelah kejadian anjlok, dalam posisi membuka keduanya.
- 2) Form Pemeriksaan Wesel (Bentuk D.145)
Ukuran-ukuran terkait wesel 11A3 yang didapatkan dari Form Pemeriksaan Wesel (Bentuk D.145) adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Form Pemeriksaan Wesel 11A3 (Bentuk D.145)

PT. KERETA API INDONESIA (Persero)
DAOP / DIVRE ...DAOP 1 JAKARTA.....

LAPORAN tentang keadaan wesel Inggris dengan lidah pegas dari rel tinggi 138 mm (Rel no. 42) dengan perbandingan sudut 1:10 (wesel Belanda) di emplasemenMANGGARAI.....

Wesel No : 11A4/3 Tanggal 02-Nov-17

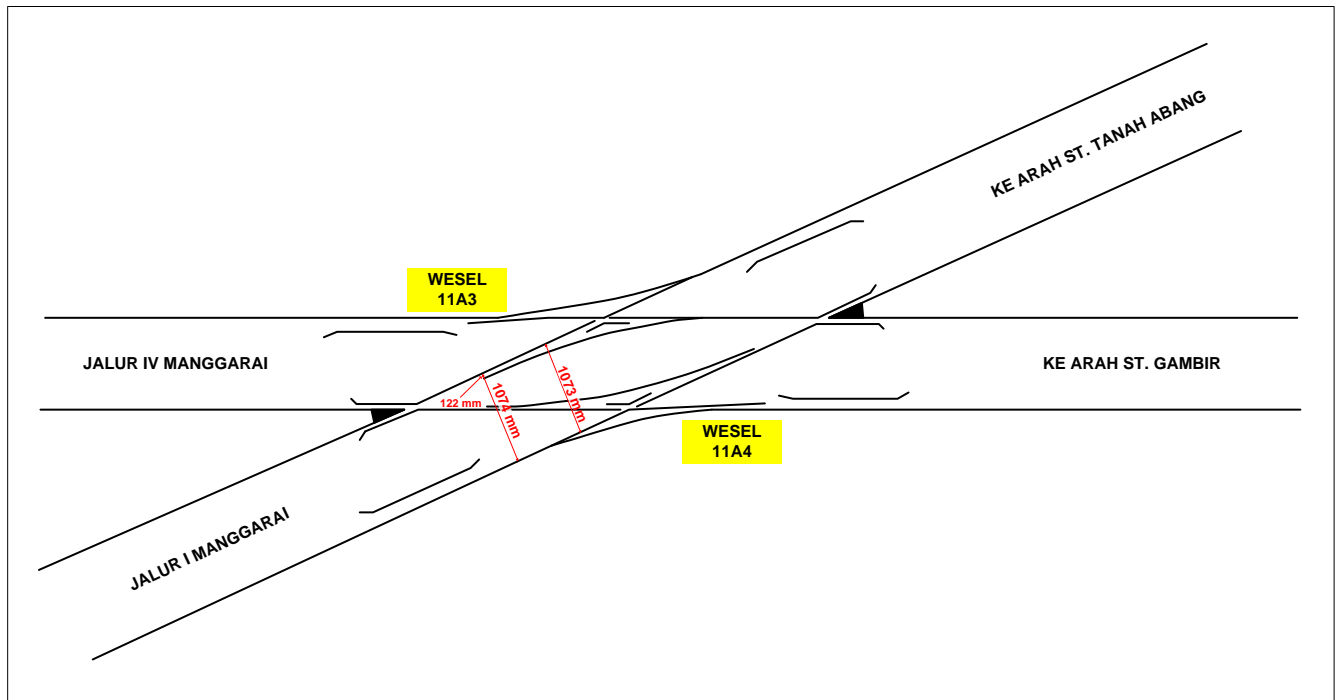
	UKURAN TEMPAT2 PENTING				LEBAR SEPUR				KETERANGAN
	LURUS		BELOK		LURUS		BELOK		
	JARAK								
23	75	76	75	76	1067	1069	1067	1070	<p>arah Tanggal</p> <p>Diperiksa 02-Nov-17 11A4/3</p> <p>Diperbaiki</p> <p>Ka.Ur</p> <p><u>OCKI WIJAYA</u> Nipp.50525</p> <p><i>*keausan :</i> jarum : mm</p> <p>vangrel,</p> <p>kanan : mm</p> <p>kiri : mm</p> <p><i>*posisi lidah dengan plat gelincir :</i></p> <p><i>*jumlah baud hilang :</i> Baut Sambung = Baut Kuping = Baut Rel Paksa = Baut BK = Paku Tirpon =</p> <p>Bantalan Rusak No.</p>
	55	56	55	54	-2		-2		
					+5		+5		
20	1033	1033	1033	1033					
	34	34	34	33					
	45	46	45	45					
	53	54	53	54					
16	55	55	55	56					
	75	75	75	76					
12H	120	121	120	121	1067	1070	1072	1075	
					-2		-2		
					+5		+5		
					1067	1068	1072	1073	
					-2		-2		
					+5		+5		
					1067	1068	1072	1076	
					-2		-2		
					+5		+5		
					1067	1068	1072	1073	
					-2		-2		
					+5		+5		
12H	120	120	120	122	1067	1070	1072	1072	
					-2		-2		
					+5		+5		
16	75	76	75	76					
	55	55	55	55					
20	45	46	45	45					
	53	54	53	54					
	34	34	34	35					
20	1033	1033	1033	1033					
23	55	56	55	55					
	75	76	75	76					
					1067	1069	1067	1069	
					-2		-2		
					+5		+5		

BENTUK D.145

Mengetahui
KUPT Resort JR 1.4 Manggarai

Manggarai, 30 November 2017
Dibuat KAUR

Dapat dikatakan bahwa pengukuran terhadap lebar jalur dari ujung lidah rapat ke rel lantak serta lebar jalur dari pangkal lidah wesel ke rel lantak masih di dalam nilai toleransi yang ditetapkan untuk dioperasikan di PT. Kereta Api Indonesia (Persero).



Gambar 4. Ukuran-ukuran pada wesel 11A3

Sebelum kejadian, dilakukan penggantian komponen di wesel 11A3 pada tanggal 28 Juli 2017, dalam kegiatan penggantian komponen tersebut lidah wesel 11A4/A3 ditukar dengan lidah wesel 21B3/B2 dan pada tanggal 12 September 2017 dilakukan penggantian komponen lantak wesel 11A3 diganti dengan rel lantak baru buatan Mekring.

3) Perawatan jalan rel (wesel)

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Unit Pelaksana Teknis Jalan Rel Resort 1.4 Manggarai, Daop 1 Jakarta PT. Kereta Api Indonesia (Persero) telah dilakukan perawatan terhadap wesel 11A3/A4 di Emplasemen St. Manggarai. Perawatan yang dilakukan pada wesel tersebut ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Kegiatan perawatan dari wesel 11A3/A4 di Emplasemen St. Manggarai

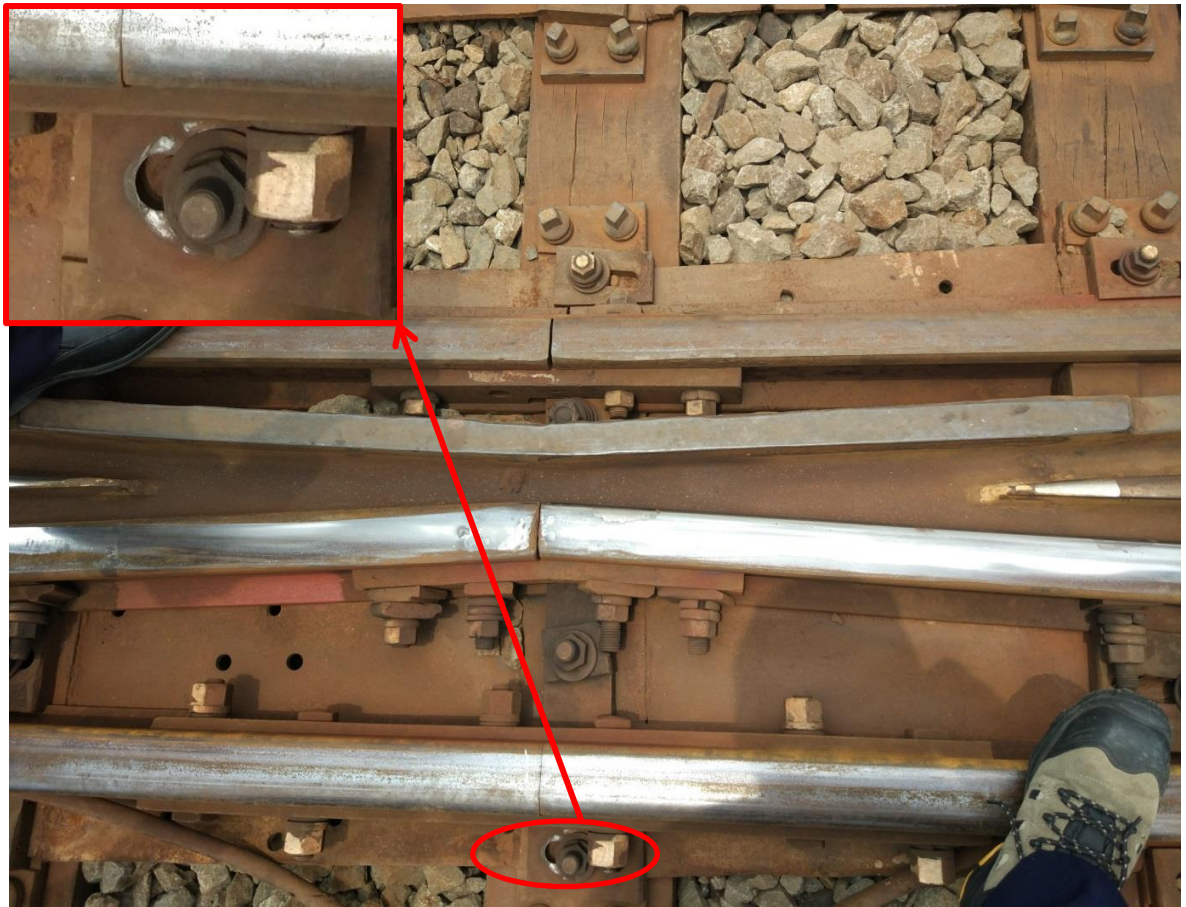
RIWAYAT PENGGANTIAN KOMPONEN DI WESEL 11 A4/3 EMPL. MRI				
NO.	KOMPONEN	EMPL.	TANGGAL PENGGANTIAN	KETERANGAN
1	LIDAH WESEL 11 A4/3	MANGGARAI	28 Juli 2017	DITUKAR DENGAN LIDAH W. 21B3/2
2	LANTAK WESEL 11 A3	MANGGARAI	12 September 2017	GANTI DENGAN REL LANTAK BARU BUATAN MEKRING
KEDUA NYA MASUK LAPORAN WO VENDOR INTI BULAN JULI DAN SEPTEMBER 2017				
RIWAYAT PENGELASAN KOMPONEN DI WESEL 11 A4/3 EMPL. MRI				
NO.	KOMPONEN	EMPL.	TANGGAL PENGELASAN	KETERANGAN
1	LANTAK WESEL 11 A3	MANGGARAI	12 MEI 2017	PENGELASAN OLEH TIM MEKANIK RINGAN
RIWAYAT ANGKAT LESTRENG DI WESEL 11 A4/3 DAN 31A1 EMPL. MRI				
NO.	LOKASI	EMPL.	TANGGAL PEKERJAAN	KETERANGAN
1	WESEL 11A4/3	MANGGARAI	28 JANUARI 2017	ANGKAT LESTRENG
2	WESEL 11A4/3	MANGGARAI	06 FEBRUARI 2017	ANGKAT LESTRENG
3	WESEL 11A4/3	MANGGARAI	05 MEI 2017	ANGKAT LESTRENG
4	WESEL 11A4/3	MANGGARAI	02 AGUSTUS 2017	ANGKAT LESTRENG
5	WESEL 31A1	MANGGARAI	18 APRIL 2017	ANGKAT LESTRENG
6	WESEL 31A1	MANGGARAI	06 JULI 2017	ANGKAT LESTRENG

Setelah dilakukan pengukuran terhadap peninggian wesel 31A1/A2 dan 11A3/A4 pasca kecelakaan anjlokkan KA 1507 di Emplasemen St. Manggarai diketahui hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Pengukuran pertinggian wesel 31A1/A2 dan 11A3/A4 pasca kecelakaan anjlogan KA 1507

DATA PERTINGGIAN DAN LEBAR SPUR PASCA ANJLOGAN KA CL 1507			DATA PERTINGGIAN DAN LEBAR SPUR PASCA ANJLOGAN KA CL 1507		
WESEL 31A1 MRI			WESEL 11A3 MRI		
NO.BTL	LEBAR SPUR	PERTINGGIAN	NO.BTL	LEBAR SPUR	PERTINGGIAN
1 (LIDAH)	1067	+ 7	1 (LIDAH)		
2	1065	+ 10	2	1084	+ 8
3	1068	+ 10	3	1078	+ 7
4	1067	+ 10	4	1072	+ 6
5	1065	+ 10	5	1072	+ 6
6	1066	+ 11	6	1069	+ 6
7	1065	+ 10	7	1066	+ 5
8	1066	+ 10	8	1065	+ 5
9	1067	+ 10	9	1063	+ 5
10	1069	+ 9	10	1064	+ 4
11	1074	+ 7	11	1062	+ 1
12	1080	+ 5	12	1068	+ 4
13	1087	+ 5			
14	1090	+ 5			
15	1093	+ 4			
16	1092	+ 5	WESEL 11A4 MRI		
17	1087	+ 6	NO.BTL	LEBAR SPUR	PERTINGGIAN
18	1085	+ 7	1	1057	- 5
19	1084	+ 6	2	1060	- 6
20	1083	+ 7	3	1060	- 6
21	1081	+ 7	4	1060	- 6
22	1079	+ 9	5	1059	- 6
23	1079	+ 9	6	1060	- 5
24	1076	+ 10	7	1059	- 5
25	1075	+ 11	8	1065	- 5
26	1073	+ 11	9	1070	- 5
27	1072	+ 10	10	1080	- 4
28	1071	+ 11	11	1067	- 5
29	1068	+ 10	12	LIDAH	
30	1067	+ 11			
31	1065	+ 11			
			KUPT RESORT JR 1.4 MRI		

- 4) Terdapat baut kendur yang mengunci posisi jantung wesel sehingga dapat menurunkan kekakuan dari jantung wesel 11A3.



Gambar 5. Terdapat baut kendur yang mengunci posisi jantung wesel sehingga dapat menurunkan kekakuan dari jantung wesel 11A3.

- 5) Untuk perjalanan KA yang diberangkatkan dari Jalur III Stasiun Manggarai menuju Stasiun Tanah Abang, peralatan persinyalan yang terkait dengan perjalanan tersebut yaitu:
- Sinyal keluar J82A;
 - Track circuit 82AT;
 - Track Circuit 21BT (Wesel 21B3 dan Wesel 21B2);
 - Track Circuit 11AT (Wesel 11A3 dan Wesel 11A4);
 - Track Circuit 31AT (Wesel 31A1);
 - Track circuit 30BT;
 - Track circuit 30AT;
 - Sinyal Blok B206.

I.4.1.3 Fasilitas Pengoperasian KA

a. Persinyalan

Persinyalan di Stasiun Manggarai menggunakan persinyalan elektrik dengan aspek sinyal cahaya dan penggerak lidah wesel menggunakan motor penggerak wesel elektrik (*Point Machine*) yang dikendalikan oleh PPKA Stasiun Manggarai melalui meja pelayanan/ Local Control Panel (LCP).

1) Sistem Interlocking

Sistem Interlocking Persinyalan Elektrik di St. Manggarai menggunakan sistem Kyosan K5B. SSI buatan Kyosan Electric, Jepang yang dipasang pada tahun 2017 menggantikan sistem SSI (Solid State Interlocking) buatan PT. Alstom, Perancis yang terpasang sejak tahun 1994.

2) Pendeteksi Sarana KA

Pendeteksi sarana KA merupakan peralatan yang sangat penting selain mendeteksi keberadaan sarana KA, keperluan *interlocking*, *train numbering* dan *public address*.

Pendeteksi sarana KA baik di emplasemen stasiun maupun di petak jalan menggunakan motor relay AC yang *immune* terhadap induksi arus balik dari listrik aliran atas (LAA).

Prinsip dasar pendeteksi sarana KA ini adalah rel pada jalur maupun pada wesel dipotong menjadi wilayah-wilayah yang kemudian di-isolasi antara satu dengan lainnya dan dihubungkan dengan rangkaian listrik sehingga menjadi satu wilayah *track circuit*. Pembagian wilayah *track circuit* di emplasemen St. Manggarai.

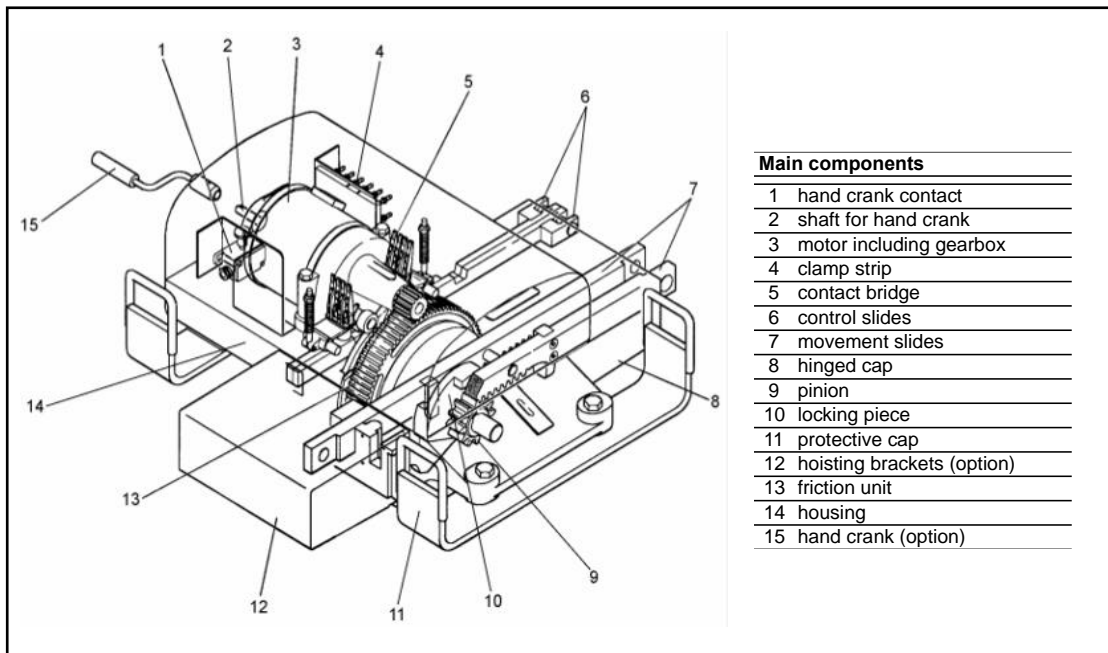
3) Point Machine

Point Machine 11A3 menggunakan tipe NSE 2 buatan *VRS Railway Industry a VolkerWessels Company*, Belanda yang dipasang pada tahun 2016 pasca kecelakaan anjlok KA 2473.

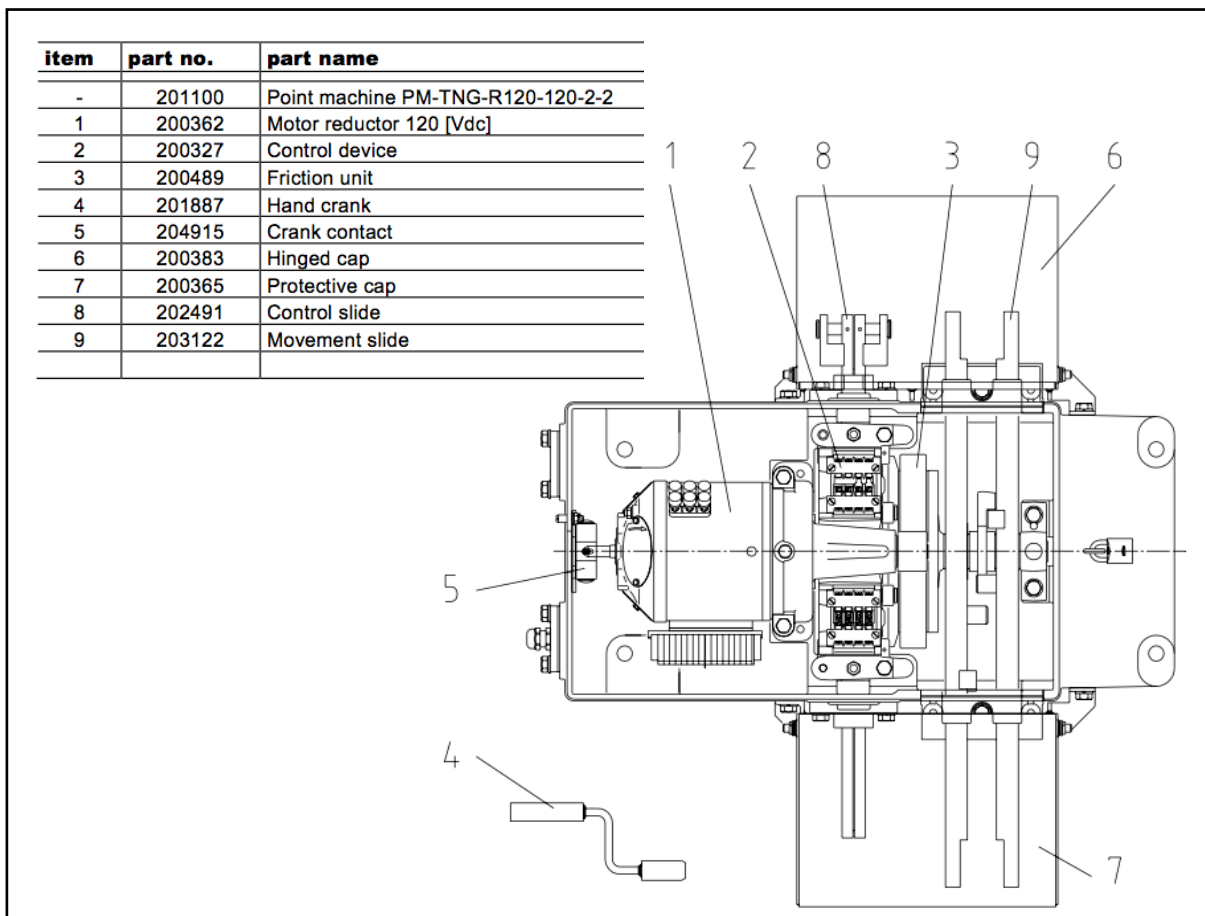
Secara umum point machine didesain untuk memenuhi kebutuhan pengoperasian wesel dan dioperasikan secara elektrik serta dihubungkan dengan sistem penguncian dan deteksi. Untuk menggerakkan dan mengoperasikan motor wesel 11A3 di Stasiun Manggarai menggunakan supply tegangan listrik AC. Namun pada kondisi darurat atau kondisi khusus, wesel dimungkinkan untuk digerakkan ke posisi *normal* atau *reverse* dengan menggunakan *crank handle*.

Tabel 5. Spesifikasi dari motor wesel tipe NSE 2

Data Point Machine	
Model	: NSE 2
Tipe	: Trailable
Buatan	: VRS Railway Industry a VolkerWessels Company, Belanda
Stroke (mm)	: 131 mm
Connection power (V)	: 120 V
2X operating bar	: 2
2X detection bar	: 2
Normal load	: 2750 N
Max load limited by friction unit	: > 5000 N
Trailing Force	: 4,5 – 8,5 kN
Cycle time normal load	: < 3 sec
Blocking force	: >> 10.000 N



Gambar 5. Komponen dalam Point Machine NSE 2



Gambar 6. Trackside Layout Point Machine NSE.2 Trailable Version

Wesel dapat dilanggar

Dari data teknis disebutkan bahwa versi atau jenis Point Machine NSE-2 adalah dapat dilanggar (*trailable version*). Yang dimaksud dengan dapat dilanggar yaitu apabila wesel tersebut dilewati sarana KA dari belakang dengan arah perjalanan yang salah (dari belakang), maka tidak boleh terjadi kerusakan pada point machine maupun anjokan terhadap sarana KA yang melewatinya.

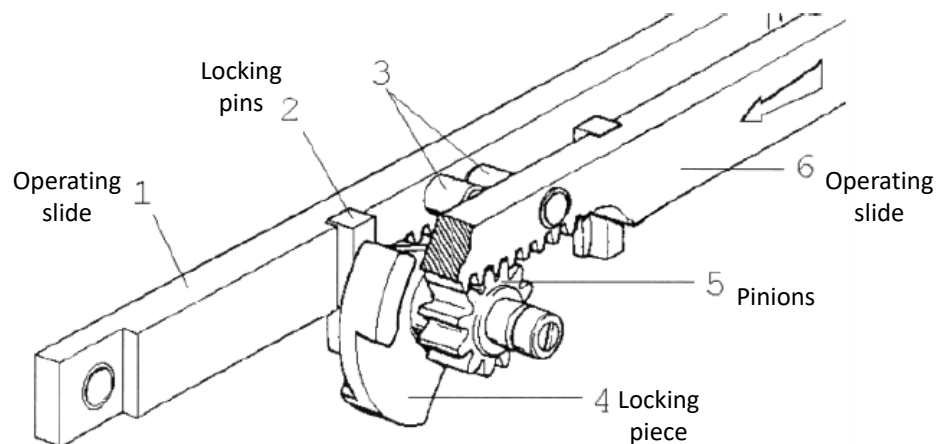
Penguncian dalam (*internal locking*)

Selain itu, Point Machine NSE-2 juga menggunakan penguncian dalam (*internal locking*). Yang dimaksud dengan penguncian dalam adalah bahwa “pengunci kedudukan lidah rapat dan pemegang lidah buka” berada di dalam *point machine*. Pada kondisi suatu wesel terlanggar, maka sarana KA yang melanggar tidak boleh digerakkan berbalik arah karena hal ini dapat mengakibatkan anjlokkan. Pada sistem persinyalan elektrik, wesel-wesel tidak dilengkapi “petunjuk arah kedudukan wesel” (semboyan 11A dan 11B) karena indikasi petunjuk arah kedudukan wesel telah ditampilkan pada LCP.

Mekanisme Penguncian

Mekanisme penguncian internal dari *point machine* NSE-2 terdiri dari tiga komponen utama, yaitu *slide*, *locking piece* dan *pinion*. Komponen *slide* dalam *point machine* terhubung dengan komponen *operating rod* yang terhubung langsung dengan lidah wesel.

Gerakan dari *slide* terhubung langsung dengan gerakan komponen *pinion* sedangkan komponen *locking piece* mengunci posisi *slide* ketika gerakan lidah wesel telah mencapai posisi akhir. Gerakan dari *locking piece* dan *pinion* terhubung pada komponen *main shaft*, dimana komponen ini terhubung pada motor *point machine*.



Gambar 7. Komponen point machine yang terkait dengan mekanisme penguncian

Mekanisme Pengoperasian

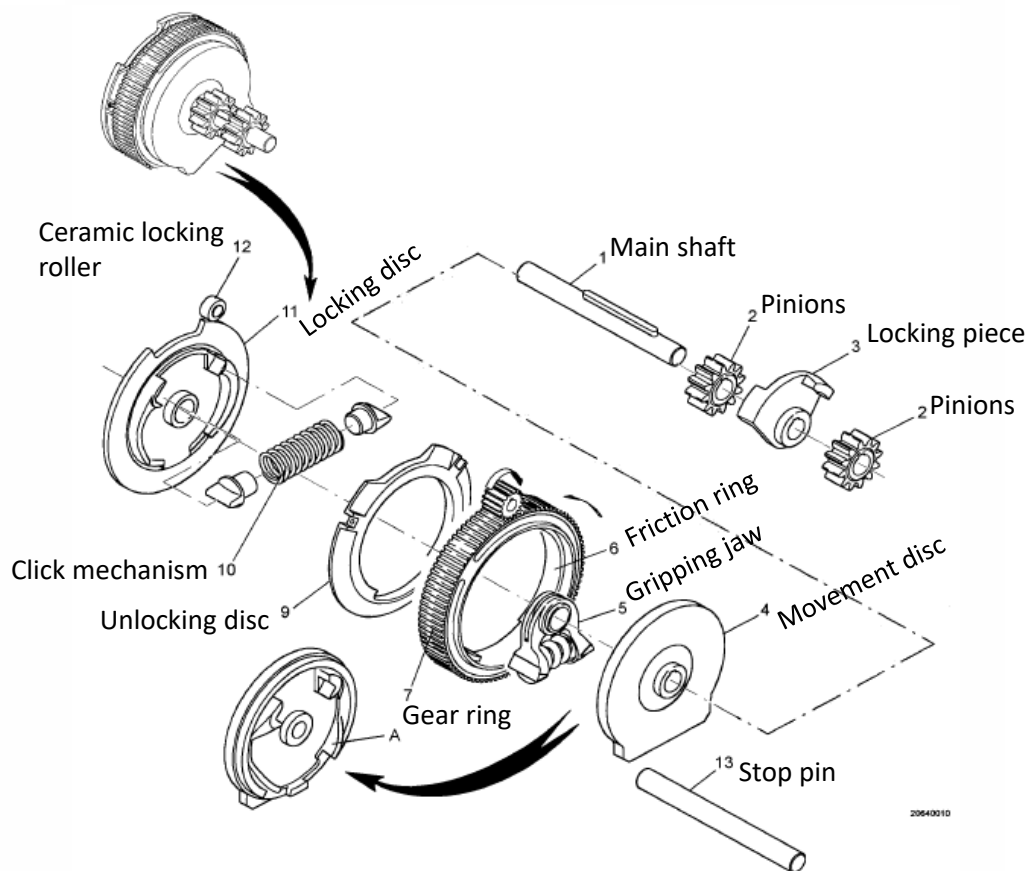
Pergerakan dari komponen *movement disc*, *pinion* dan *locking piece* terkunci melalui *locking pin* pada *main shaft*. Komponen *movement disc* terhubung dengan komponen *locking disc* dan *unlocking disc* melalui komponen *gripping jaw* dan *trailing spring*.

Pada akhir gerakan motor dari *point machine*, *main shaft* akan terkunci pada satu arah gerakan rotasi melalui *stop boss* dari *movement disc* yang tertahan oleh komponen *stop pin*. Sedangkan arah rotasi lainnya tertahan oleh komponen *ceramic locking roller* yang kontak dengan *locking disc*.

Ketika lidah wesel tidak mencapai posisi akhir seluruhnya, *cam* tidak akan jatuh dari *contact lever* ke dalam celah dari tiap *detection slide* sehingga deteksi kontak akan tetap dalam posisi terbuka dan motor penggerak akan berhenti.

Untuk mengaktifkan mekanisme penguncian komponen dari ceramic *locking roller* harus terangkat keluar dari celah pada *locking disc*. Untuk memulai proses mekanisme penguncian, komponen gear ring akan digerakkan oleh roda gigi yang terhubung dengan poros motor penggerak. Komponen *gripping jaw* yang terletak antara bagian ujung luar dari komponen *friction ring* akan mengikuti gerakan dari *gear ring* dan kemudian akan menggerakkan *unlocking disc*.

Komponen *gear ring* dan *unlocking disc* bergerak secara bersama-sama tetapi komponen *movement disc* dan *locking disc* belum bergerak. Komponen *gripping jaw* akan terus berputar sampai menabrak *cam* pada komponen *movement disc*. Akibat dari gerakan ini, *movement disc* dan *locking disc* yang terhubung melalui komponen *trailing spring* akan mengangkat *locking roller* keluar dari celah pada *locking disc*.



Gambar 8. Komponen-komponen dari friction unit dalam point machine

Mekanisme Trailing Point Machine

Dalam proses terlanggarnya lidah wesel oleh roda, lidah yang dalam posisi menutup akan terbuka oleh paksaan roda. Gaya yang ditransfer oleh roda ke lidah wesel akan diteruskan ke *point machine* dan pada akhirnya akan melepas penguncian dalam *point machine*.

Saat terlanggarnya lidah wesel oleh roda, gaya yang ditransfer oleh lidah wesel akan memutar *moving disc* dan menekan *trailing spring* sejauh 10 mm dan kemudian memutar *locking disc* yang selanjutnya memutar *unlocking disc* sehingga penguncian dari *locking piece* akan terbuka dan *pinion* berputar dan menggerakkan *slide* yang terkoneksi dengan *operating rod*.

Trailing Resistance

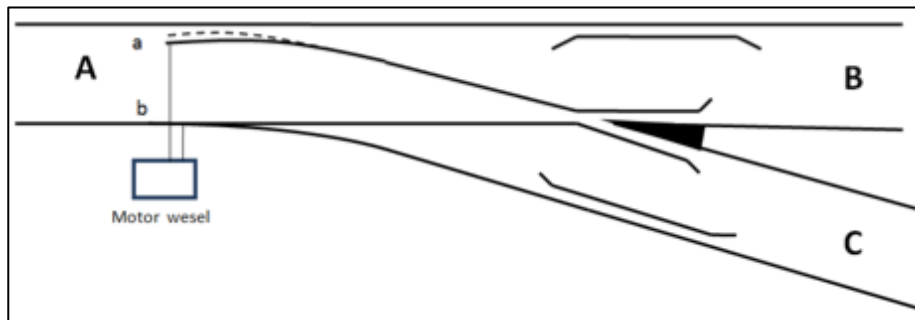
Sesuai spesifikasi *Point machine* NSE-2 memiliki trailing resistance sebesar 4,5 – 8,5 kN. Berbeda dengan point machine sebelum kecelakaan tahun 2016 (saat itu menggunakan point machine S90) yakni 10.000 N.

Proses Pembalikan Kedudukan Wesel

Pada prinsipnya proses pembalikan wesel terdiri dari 3 langkah. Sketsa langkah pembalikan wesel (wesel dibalik dari posisi “lurus” ke arah “belok”) sebagai berikut:

Langkah ke-1

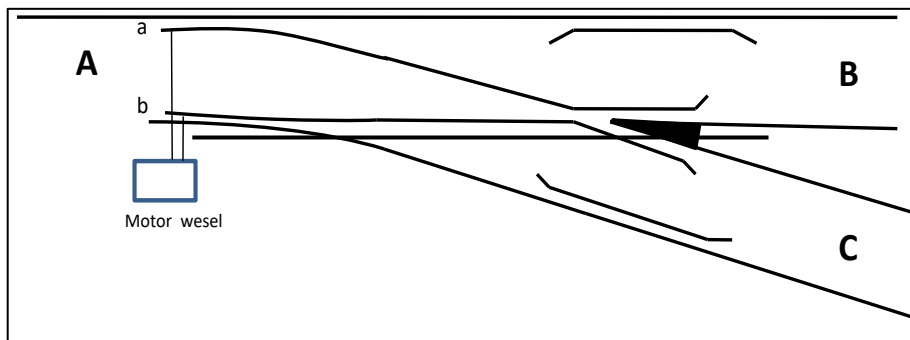
Lidah a bergerak sejauh 30mm (langkah untuk membuka penguncian lidah b).



Gambar 9. Langkah ke-1 Proses Pembalikan Kedudukan Wesel

Langkah ke-2

Lidah a dan b bergerak secara bersamaan sejauh 60mm.



Gambar 10. Langkah ke-2 Proses Pembalikan Kedudukan Wesel

Wesel 11A3 berpasangan (*couple*) dengan wesel 31A1. Wesel 11A3 berada pada *track circuit* 11AT sedangkan wesel 31A1 berada pada *track circuit* 31AT. Satu perintah dari sistem interlocking akan menggerakkan wesel 11A3/31A1. Jika hanya salah satu *track circuit* (11AT atau 31AT) *clear*, maka dengan tentu wesel tidak dapat dibalik.

Wesel 11A3/31A1 baru dapat dibalik/ dapat diubah arah kedudukannya apabila kedua *track circuit* (11AT dan 31AT) sudah *clear* dan tidak adanya *rollingstock* di kedua *track circuit* tersebut.

b. Telekomunikasi

Sistem komunikasi antara Masinis dengan PK serta PPKA dengan PK menggunakan *radio traindispatching* yang terekam.

I.4.2 SARANA

I.4.2.1 Rangkaian KA

Susunan rangkaian kereta dari KA 1507 terdiri dari 1 (satu) kereta Trailer Cabin (TC), 3 (tiga) kereta Motor dengan pantograph (M1), 2 (dua) kereta Motor, 1 (satu) kereta Trailer (T) dan 1 (satu) kereta Motor Cabin (MC2) dengan nomor dan urutan yang ditunjukkan pada tabel di bawah.

Tabel 6. Data Rangkaian KA 1507

No	NO KERETA	MULAI DINAS	PA	JENIS SARANA
1	K1 1 81 0 1	24-Jan-07	30-Apr-15	TC
2	K1 1 81 0 2	24-Jan-07	30-Apr-15	M1
3	K1 1 81 0 3	24-Jan-07	30-Apr-15	M2
4	K1 1 81 0 4	24-Jan-07	30-Apr-15	M1
5	K1 1 81 0 5	24-Jan-07	30-Apr-15	M2
6	K1 1 81 0 6	24-Jan-07	30-Apr-15	T
7	K1 1 81 0 7	24-Jan-07	30-Apr-15	M1
8	K1 1 81 0 8	24-Jan-07	30-Apr-15	MC2

I.4.2.2 Pemeriksaan Sarana Perkeretaapian

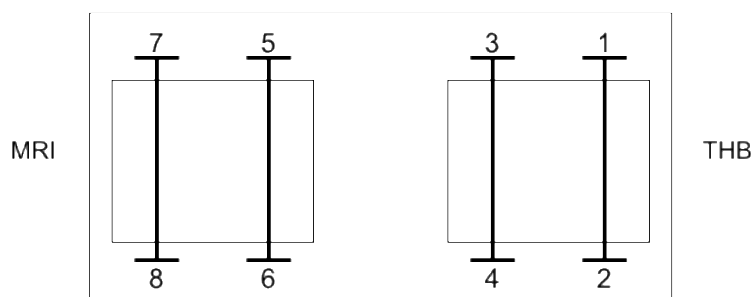
Pasca kecelakaan anjlokkan KA 1507, dilakukan pemeriksaan dimensi perangkat roda kereta K1 1 81 01 dengan hasil sebagai berikut

Tabel 7. Hasil Pengukuran perangkat roda kereta K1 1 81 01

No	HASIL PENGUKURAN RODA				Ket
	diameter (mm)	Jarak antar keping (mm)	Tebal flens (mm)	Tinggi flens (mm)	
1	838	990	29,5	27,3	Tanah Abang
2	838		22,6	27,5	
3	839		29,6	28,2	
4	838,5		28,3	27,7	
5	838,5	991,5	25,6	27,4	Manggarai
6	838,5		26	27,4	
7	839		27,3	27,4	
8	840		30	27,2	

Ket :

Pengukuran dilakukan di Dipo Depok



Gambar 11. Titik pengukuran perangkat roda kereta K1 1 81 01

I.5 INFORMASI OPERASI KA

KA 1507 adalah kereta api rel listrik *commuter line* relasi Stasiun Bogor – Stasiun Angke. Program dan realisasi perjalanan KA 1507 pada tanggal 3 Oktober 2017 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Program dan Realisasi Perjalanan KA 1507 (Bentuk O.100)

LETAK STASIUN	STASIUN	PROGRAM (GAPEKA 2017)				REALISASI				
		KEC OPERASI	KEC MAKS	DAT	BER	DAT	LAMBAT	BER	LAMBAT	KET
0.000	Bogor	54	70	-	05.40.00		-	06.10	30	
54.810	Cilebut	63	70	05.50.00	05.51.00	06.18		06.19	30	
47.296	Bojonggede	63	70	05.56.00	05.57.00	06.24		06.25		
42.965	Citayam	63	70	06.03.00	06.04.00	06.36		06.37	33	
37.768	Depok	63	70	06.10.00	06.11.00					
32.684	Depokbaru	63	70	06.14.00	06.15.00	06.44		06.49	34	
30.943	Pondokcina	63	70	Berh	Sb					
28.373	Univ. Indonesia	63	70	06.21.00	06.22.00	06.50		07.00	38	
27.264	Univ. Pancasila	63	70	Berh	Sb					
25.000	Lenteng Agung	63	70	Berh	Sb					
23.971	Tanjungbarat	63	70	Berh	Sb					
21.400	Pasarminggu	63	70	06.36.00	06.37.00	07.14		07.15	38	
18.480	Pasarminggu Baru	63	70	Berh	Sb					
16.200	Duren Kalibata	63	70	Berh	Sb					
15.276	Cawang	63	70	Berh	Sb					
13.700	Tebet	63	70	Berh	Sb					
12.500	Manggarai	54	60	06.54.00	06.55.00	07.32	38	07.38	43	
6.026										
9.890										

Legend:

BERH Berhenti, Sb Sebentar, Bjp Berhenti jika Perlu

I.6 INFORMASI REKAMAN OPERASI

I.6.1 Rekaman Persinyalan

Tahapan urutan kejadian mulai saat KA 1507 masuk St. Manggarai sampai dengan terjadinya kecelakaan anjlokkan berdasarkan data logger persinyalan di St. Manggarai pada tanggal 3 Oktober 2017 ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 9. Event dalam data logger persinyalan Stasiun Manggarai pada tanggal 3 Oktober 2017 terkait dengan kecelakaan anjlokkan KA 1507 di Emplasemen St. Manggarai

No.	Jam	Keterangan
1	07:38:38 WIB	Permintaan rute utama J22AMRI-30AT Manggarai
2	07:38:38 WIB	Indikasi set signal J22A Manggarai menyala
3	07:38:38 WIB	Permintaan wesel 11A3-31A1 Manggarai Normal tidak Aktif
4	07:38:38 WIB	Permintaan wesel 11A4-21B2 Manggarai Normal tidak Aktif
5	07:38:38 WIB	Permintaan wesel 11A2-31A2 Manggarai Reverse tidak Aktif
6.	07:38:38 WIB	Permintaan wesel 11A3-31A1 Manggarai Reverse Aktif
7	07:38:38 WIB	Permintaan wesel 11A4-21B2 Manggarai Reverse Aktif
8	07:38:38 WIB	Permintaan wesel 21C2 Manggarai Reverse tidak Aktif
9	07:38:38 WIB	Bit feedback output CC2 J22AMRI30ATMRIF2 bernilai 1
10	07:38:38 WIB	Indikasi wesel 11A4 Normal Kuning Tenang
11	07:38:38 WIB	Indikasi wesel 21B2 Normal Kuning Tenang
12	07:38:38 WIB	Indikasi wesel 11A3 Normal Kuning Tenang
13	07:38:38 WIB	Indikasi wesel 31A1 Normal Kuning Tenang
14	07:38:38 WIB	Indikasi wesel 11A2 Normal Reverse Tenang
15	07:38:38 WIB	Indikasi wesel 31A2 Normal Reverse Tenang
16	07:38:38 WIB	Indikasi wesel 21C2 Normal Reverse Tenang
17	07:38:38 WIB	Permintaan wesel 11A2-31A2 Manggarai Normal Aktif
18	07:38:38 WIB	Permintaan wesel 21C2 Manggarai Normal Aktif
19	07:38:40 WIB	Wesel 11A3-31A1 Manggarai tidak pada posisi Normal
20	07:38:40 WIB	Wesel 11A4-21B2 Manggarai tidak pada posisi Normal
21	07:38:40 WIB	Wesel 11A2-31A2 Manggarai tidak pada posisi Reverse
22	07:38:40 WIB	Wesel 21C2 Manggarai tidak pada posisi Reverse
23	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 11A4 Reverse Kuning Tenang
24	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 11A4 Reverse Kuning Tenang
25	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 21B2 Reverse Kuning Tenang
26	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 21B2 Reverse Kuning Tenang
27	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 31A1 Reverse Kuning Tenang
28	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 31A1 Reverse Kuning Tenang
29	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 11A2 Normal Kuning Tenang
30	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 11A2 Normal Kuning Tenang
31	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 31A2 Normal Kuning Tenang
32	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 31A2 Normal Kuning Tenang
33	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 21C2 Normal Kuning Tenang
34	07:38:40 WIB	Indikasi wesel 21C2 Normal Kuning Tenang
35	07:38:41 WIB	Bit feedback output CC2 J22AMRI30ATMRIF2 bernilai 0
36	07:38:42 WIB	Wesel 11A2-31A2 Manggarai pada posisi Normal
37	07:38:42 WIB	Wesel 21C2 Manggarai pada posisi Normal

No.	Jam	Keterangan
38	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 30BT Manggarai Aktif
39	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 30AT Manggarai Aktif
40	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 21CT C Manggarai Aktif
41	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 21BT C1 Manggarai Aktif
42	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 21CT N1 Manggarai Aktif
43	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 31AT C2Manggarai Aktif
44	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 21CT N2 Manggarai Aktif
45	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 21BT R2 Manggarai Aktif
46	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 31AT R3 Manggarai Aktif
47	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 11AT R3 Manggarai Aktif
48	07:38:43 WIB	Bit Track output 11ATMRITR4KW bernilai 1
49	07:38:43 WIB	Wesel 11A3-31A1 Manggarai pada posisi Reverse
50	07:38:43 WIB	Wesel 11A4-21B2 Manggarai pada posisi Reverse
51	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Arrival Track 30AT Manggarai menyala
52	07:38:43 WIB	Wesel 11A2-31A2 Manggarai Tersekat
53	07:38:43 WIB	Wesel 11A3-31A1 Manggarai Tersekat
54	07:38:43 WIB	Wesel 11A4-21B2 Manggarai Tersekat
55	07:38:43 WIB	Wesel 11B1-21B1 Manggarai Tersekat
56	07:38:43 WIB	Wesel 11B4-21C1 Manggarai Tersekat
57	07:38:43 WIB	Wesel 21C2 Manggarai Tersekat
58	07:38:43 WIB	Wesel 21B3 Manggarai Tersekat
59	07:38:43 WIB	Indikasi wesel 21C1 Normal Putih Tenang
60	07:38:43 WIB	Indikasi wesel 11A4 Reverse Putih Tenang
61	07:38:43 WIB	Indikasi wesel 21B2 Reverse Putih Tenang
62	07:38:43 WIB	Indikasi wesel 11A3 Reverse Putih Tenang
63	07:38:43 WIB	Indikasi wesel 31A1 Reverse Putih Tenang
64	07:38:43 WIB	Indikasi wesel 21B3 Normal Putih Tenang
65	07:38:43 WIB	Indikasi wesel 21C2 Normal Putih Tenang
66	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 31AT Manggarai Aktif
67	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 21BT Manggarai Aktif
68	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 21CT Manggarai Aktif
69	07:38:43 WIB	Indikasi Locking Track 11AT Manggarai Aktif
70	07:38:44 WIB	Indikasi batas kecepatan sinyal J22A Manggarai menyala
71	07:38:46 WIB	Indikasi Hijau sinyal J22A Manggarai menyala
72	07:38:46 WIB	Indikasi Merah sinyal J22A Manggarai Padam
73	07:39:38 WIB	Track 21CT C Manggarai Indikasi Terisi
74	07:39:38 WIB	Track 21CT N1 Manggarai Indikasi Terisi
75	07:39:38 WIB	Track 21CT N2 Manggarai Indikasi Terisi
76	07:39:38 WIB	Indikasi Locking Track 21CT C Manggarai Padam
77	07:39:38 WIB	Indikasi Locking Track 21CT N1 Manggarai Padam
78	07:39:38 WIB	Indikasi Locking Track 21CT N2 Manggarai Padam
79	07:39:38 WIB	Indikasi batas kecepatan sinyal J22A Manggarai Padam
80	07:39:38 WIB	Indikasi wesel 21C1 Normal Merah Tenang
81	07:39:38 WIB	Indikasi wesel 21C2 Normal Merah Tenang
82	07:39:38 WIB	Track 21CT Manggarai Indikasi Terisi
83	07:39:38 WIB	Indikasi Locking Track 21CT Manggarai Padam
84	07:39:38 WIB	Indikasi Hijau sinyal J22A Manggarai Padam
85	07:39:38 WIB	Indikasi Merah sinyal J22A Manggarai menyala

No.	Jam	Keterangan
86	07:39:58 WIB	Track 21BT C1 Manggarai Indikasi Terisi
87	07:39:58 WIB	Track 21BT R2 Manggarai Indikasi Terisi
88	07:39:58 WIB	Indikasi Locking Track 21BT C1 Manggarai Padam
89	07:39:58 WIB	Indikasi Locking Track 21BT R2 Manggarai Padam
90	07:39:58 WIB	Indikasi wesel 21B2 Reverse Merah Tenang
91	07:39:58 WIB	Indikasi wesel 21B3 Normal Merah Tenang
92	07:39:58 WIB	Track 21BT Manggarai Indikasi Terisi
93	07:39:58 WIB	Indikasi Locking Track 21BT Manggarai Padam
94	07:39:58 WIB	Permintaan rute utama J22AMRI-30AT Manggarai tidak Aktif
95	07:39:58 WIB	Indikasi set signal J22A Manggarai Padam
96	07:40:07 WIB	Track 22T Manggarai Indikasi Kosong
97	07:40:07 WIB	Indikasi Locking Track 22T Manggarai Aktif
98	07:40:08 WIB	Track 11AT R3 Manggarai Indikasi Terisi
99	07:40:08 WIB	Bit Track output 11ATMRITR4KW bernilai 1
100	07:40:08 WIB	Indikasi Locking Track 11AT R3 Manggarai Padam
101	07:40:08 WIB	Bit Track output 11ATMRITR4KW bernilai 0
102	07:40:08 WIB	Indikasi wesel 11A4 Reverse Merah Tenang
103	07:40:08 WIB	Indikasi wesel 11A3 Reverse Merah Tenang
104	07:40:08 WIB	Track 11AT Manggarai Indikasi Terisi
105	07:40:08 WIB	Indikasi Locking Track 11AT Manggarai Padam
106	07:40:15 WIB	Track 31AT C2 Manggarai Indikasi Terisi
107	07:40:15 WIB	Track 31AT R3 Manggarai Indikasi Terisi
108	07:40:15 WIB	Indikasi Locking Track 31AT C2 Manggarai Padam
109	07:40:15 WIB	Indikasi Locking Track 31AT R3 Manggarai Padam
110	07:40:15 WIB	Indikasi wesel 31A1 Reverse Merah Tenang
111	07:40:15 WIB	Track 31AT Manggarai Indikasi Terisi
112	07:40:15 WIB	Indikasi Locking Track 31AT Manggarai Padam
113	07:40:20 WIB	Track 30BT Manggarai Indikasi Terisi
114	07:40:20 WIB	Indikasi Locking Track 30BT Manggarai Padam
115	07:40:26 WIB	Track 21CT C Manggarai Indikasi Kosong
116	07:40:26 WIB	Track 21CT N1 Manggarai Indikasi Kosong
117	07:40:26 WIB	Track 21CT N2 Manggarai Indikasi Kosong
118	07:40:26 WIB	Indikasi Locking Track 21CT C Manggarai Aktif
119	07:40:26 WIB	Indikasi Locking Track 21CT N1 Manggarai Aktif
120	07:40:26 WIB	Indikasi Locking Track 21CT N2 Manggarai Aktif
121	07:40:26 WIB	Indikasi wesel 21C1 Normal Putih Tenang
123	07:40:26 WIB	Indikasi wesel 21C2 Normal Putih Tenang
124	07:40:26 WIB	Track 21CT Manggarai Indikasi Kosong
125	07:40:26 WIB	Indikasi Locking Track 21CT Manggarai Aktif
126	07:40:28 WIB	Indikasi Hijau sinyal J54 Manggarai menyala
127	07:40:28 WIB	Indikasi Merah sinyal J54 Manggarai Padam
128	07:40:29 WIB	Track Blok B103TTTTM Indikasi terisi
129	07:40:31 WIB	Track 11AT C1 Manggarai Indikasi Terisi
130	07:40:31 WIB	Track 11AT N1 Manggarai Indikasi Terisi
131	07:40:31 WIB	Track 11AT N Manggarai Indikasi Terisi
132	07:40:31 WIB	Track 11AT N2 Manggarai Indikasi Terisi
134	07:40:31 WIB	Track 11AT R1 Manggarai Indikasi Terisi
135	07:40:31 WIB	Wesel 11A3-31A1 Manggarai tidak pada posisi Reverse

No.	Jam	Keterangan
136	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 11A3 Normal Merah Flashing
137	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 11A3 Normal Merah Tenang
138	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 11A3 Reverse Merah Flashing
139	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 31A1 Normal Merah Flashing
140	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 31A1 Normal Merah Tenang
141	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 31A1 Reverse Merah Flashing
142	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 11A2 Normal Merah Tenang
143	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 31A2 Normal Merah Tenang
144	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 11A1 Normal Merah Tenang
145	07:40:31 WIB	Indikasi wesel 31A3 Normal Merah Tenang
146	07:40:38 WIB	Track 21BT C1 Manggarai Indikasi Kosong
147	07:40:38 WIB	Track 21BT R2 Manggarai Indikasi Kosong
148	07:40:38 WIB	Indikasi Locking Track 21BT C1 Manggarai Aktif
149	07:40:38 WIB	Indikasi Locking Track 21BT R2 Manggarai Aktif
150	07:40:38 WIB	Indikasi wesel 21B2 Reverse Putih Tenang
151	07:40:38 WIB	Indikasi wesel 21B3 Normal Putih Tenang
152	07:40:38 WIB	Track 21BT Manggarai Indikasi Kosong
153	07:40:38 WIB	Indikasi Locking Track 21BT Manggarai Aktif
154	07:40:38 WIB	Track 30AT Manggarai Indikasi Terisi
156	07:40:38 WIB	Indikasi Locking Track 30AT Manggarai Padam
157	07:40:38 WIB	Indikasi Locking Track 21BT C1 Manggarai Padam
158	07:40:38 WIB	Indikasi Locking Track 21BT R2 Manggarai Padam
159	07:40:38 WIB	Wesel 21B3 Manggarai tidak Tersekat
160	07:40:38 WIB	Indikasi wesel 21B2 Reverse Kuning Tenang
161	07:40:38 WIB	Indikasi wesel 21B3 Normal Kuning Tenang
162	07:40:38 WIB	Indikasi Locking Track 21BT Manggarai Padam
163	07:40:41 WIB	Indikasi THB Menyala Kedip
164	07:40:41 WIB	Indikasi THB Menyala Tenang
165	07:40:41 WIB	Alarm buzzer bunyi
166	07:40:41 WIB	Indikasi Kedip Gangguan Komponen Critical Sistem
167	07:40:41 WIB	Wesel 11A3-31A1 Manggarai Terlanggar

- 1) Setiap aktifitas pengoperasian peralatan persinyalan (sinyal, motor wesel dan *track circuit*) yang dilakukan oleh PPKA Stasiun Manggarai melalui meja pelayanan/ *Local Control Panel* (LCP) akan dikerjakan oleh sistem interlocking Kyosan K5B.
- 2) Proses pengolahan perintah dilakukan oleh *Trackside Function Module* (TFM) di *Location Case* yang ada di lintas.
- 3) *Function Module* dari TFM meliputi sinyal, wesel dan *train detection*.
- 4) Setiap aktifitas persinyalan berupa input perintah dari PPKA/SSI 03 dan outputnya dari TFM akan terekam dalam *data logger* dalam bentuk bilangan biner dengan sejumlah 8 bit.
- 5) Data logger merekam semua aktivitas interlocking lengkap dengan waktu dan tanggal yang ditunjukkan oleh jam induk (*masterclock*). Data logger dilengkapi dengan fasilitas pengambilan data yang dilaporkan dalam keadaan baik dan siap pakai.
- 6) Pada saat kejadian anjlokkan, lidah wesel 11A3 ditemukan dalam posisi *normal* yang tidak sesuai dengan arah pengaturan perjalanan KA ke Stasiun Tanah Abang yang seharusnya pada posisi *reverse*.

- 7) Dari hasil investigasi yang dilakukan, sistem interlocking Kyosan K5B beroperasi dengan normal dan tidak ditemukan adanya gangguan pada sistem interlocking Kyosan K5B yang berpengaruh terhadap kejadian anjlokkan KA 1507.

I.6.2 Rekaman kecepatan kereta api

Pada KA 1507 terpasang peralatan Automatic Announcer System. Peralatan ini berbasis GPS dengan menghitung jarak dengan koordinat tertentu dimana alat ini akan mengeluarkan audio secara otomatis nama stasiun yang akan dimasuki. Fungsi utama dari peralatan ini adalah memberikan pemberitahuan secara otomatis ke penumpang mengenai nama stasiun yang akan dilewati. Hasil unduh data GPS dari Automatic Announcer System pada KA 1507 di St. Manggarai dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 10. Data Kecepatan KA 1507 berdasarkan GPS

Waktu	Kecepatan (km/jam)	Posisi
7:36:59	0	Di St Manggarai (132 m)
7:37:11	0	Di St Manggarai (132 m)
7:37:23	17	Di St Manggarai (153 m)
7:37:35	24	Dekat St Manggarai (225 m)
7:37:47	23	Dekat St Manggarai (302 m)
7:38:03	21	Dekat St Manggarai (399 m)
7:38:15	20	Dekat St Manggarai (468 m)
7:38:31	19	Dekat St Manggarai (555 m)
7:38:45	0	Dekat St Manggarai (582 m)
7:39:01	0	Dekat St Manggarai (582 m)

Dari data di atas, terdapat lompatan terhadap urutan waktu dan posisi dari KA 1507 sehingga kecepatan yang direkam GPS sebelum anjlokkan tidak bisa dijadikan acuan karena masalah keterlambatan menerima (receive) dan mengirim (transmit) yang dipengaruhi oleh posisi satelit dan kekuatan sinyal dari GPS tersebut

I.7 INFORMASI SUMBER DAYA MANUSIA

1. PPKP St. MANGGARAI

Umur	: 41 tahun
Mulai Bekerja	: 1 Juni 2008
Pendidikan Formal Terakhir	: SLTA
Pendidikan Fungsional Terakhir	: PPKA L3
Mulai Dinas Pada Jabatan	: 11 Maret 2014
Pangkat	: PTD 1 – II/B
Surat Tanda Kecakapan (Brevet)	: PKA.200776.02364

2. Masinis KA 1507

Umur	: 27 tahun
Mulai Bekerja	: 2 Februari 2015
Pendidikan Formal Terakhir	: SLTA
Pendidikan Fungsional Terakhir	: ASP Muda dengan Penggerak Listrik O63 – O64
Mulai Dinas Pada Jabatan	: Pengatur Muda II/A
Pangkat	: 15 Juli 2017
Surat Tanda Kecakapan (Brevet)	: ASP.120791.05574

- KA 1507 lintas pelayanan Bogor – Angke diberangkatkan dari Bogor pada pukul 06.10 WIB dan masuk jalur III di Stasiun Manggarai pada pukul 07.32.
- Jalur III St. MAnngarai menunjukkan Semboyan 5, sinyal pembatas kecepatan menyala angka 3 dan petunjuk arah ke kiri menyala. Semboyan 40 sura telah diberikan dan pintu tertutup (indikator pintu menyala) dan ybs memperdengarkan S35. KA 1507 berangkat dari St.Manggarai pukul 07.38
- Pada saat menghadapi UB 206, ybs melihat ke belakang (kodisi jalur lengkung ke kiri) untuk melihat akhiran kereta (S21). Ybs melihat rangkaian belakang banyak debu berhamburan dan langsung melakukan pengereman.
- Setelah kereta berhenti, ybs menanyakan ke PPK melalui HT, PPK menjawab kereta keluar dari rel (anjlok). Kemudian ybs menghubungi PPKP untuk menginformasikan kejadian tersebut serta berkoordinasi dengan PPKP untuk membuka pintu penumpang.

I.8 INFORMASI RERUNTUHAN DAN BENTURAN SETELAH KECELAKAAN

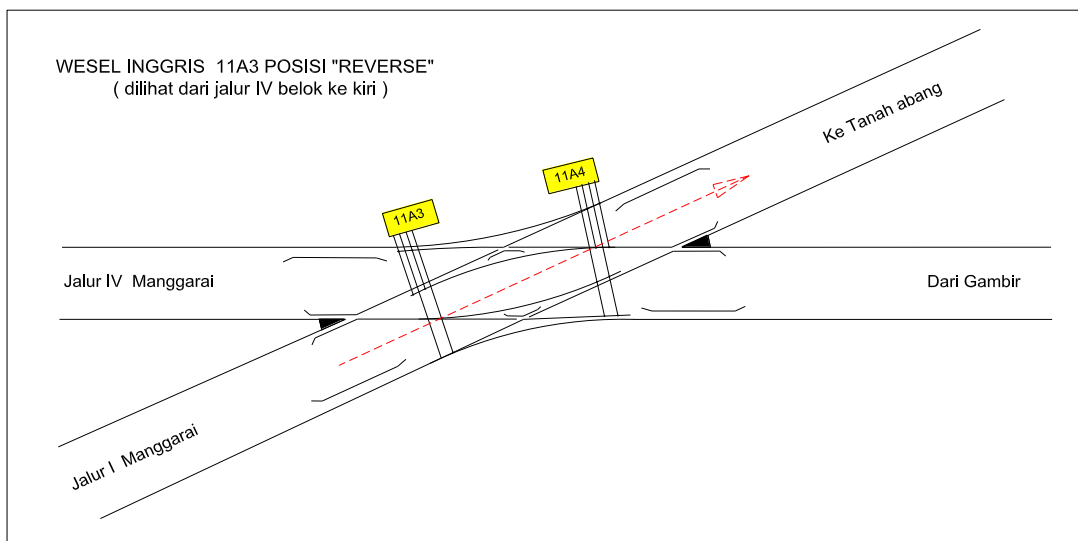
Dari informasi yang diperoleh oleh tim investigasi terkait dengan posisi dari prasarana dan sarana perkeretaapian pasca kecelakaan anjlokkan diperoleh fakta-fakta sebagai berikut:

- 1) Ditemukan Titik Awal Jatuh (TAJ) berupa jejak goresan flens roda kanan bogie belakang K1 10747 di pangkal lidah wesel 11A3 yang berjarak 5,18 m dari ujung lidah kanan wesel 11A3. Tidak ditemukan adanya Titik Awal Naik (TAN) sebelum TAJ.
- 2) Terjadi double spur di wesel 11A3, roda sebelah kanan menuju arah St. Gambir.
- 3) Tidak ditemukan jejak goresan flens roda pada baut rel lidah wesel dan rel lantak baik itu pada wesel 11A3 maupun pada wesel 11A4.
- 4) Ditemukan goresan perangkat roda pada bantalan setelah wesel 11A1.
- 5) Posisi lidah wesel 11A3 yang seharusnya untuk rute perjalanan KA ke St. Tanah Abang pada arah *reverse* berubah menjadi arah normal menuju ke St. Gambir.



Gambar 12. Posisi Lidah Wesel 11A 3 setelah kejadian anjlokkan:
lidah wesel kiri menutup dan lidah wesel kanan membuka

- Lidah Wesel kiri bila menutup untuk perjalanan KA ke arah St Gambir dan bila membuka untuk KA ke arah St Tanah Abang.
- Lidah Wesel kanan bila menutup untuk perjalanan KA ke arah St Tanah Abang dan bila membuka untuk KA ke arah St Gambir.



Gambar 13. Sketsa Wesel Inggris 11A3 posisi reverse

- 6) Terdapat jejak rusaknya bantalan akibat roda kereta dengan salah satu bantalan yang telah patah menjadi dua, diikat dengan menggunakan plat besi

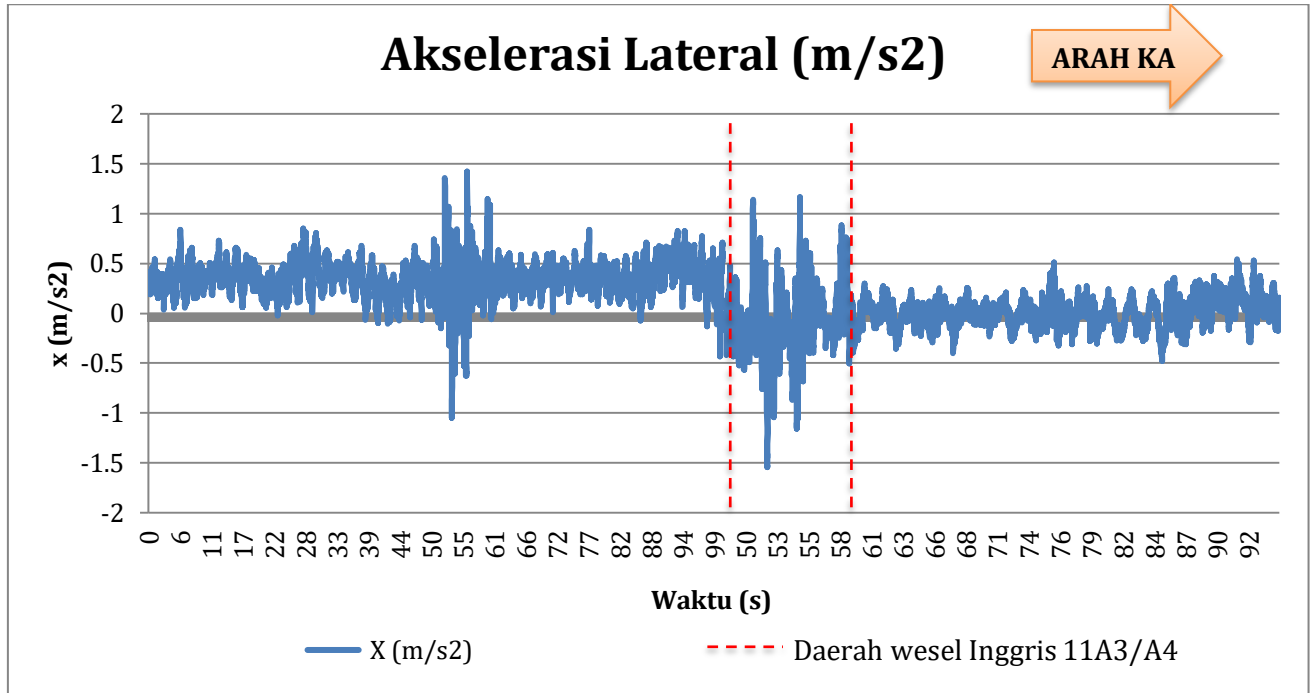


Gambar 14. Bantalan beton diikat plat

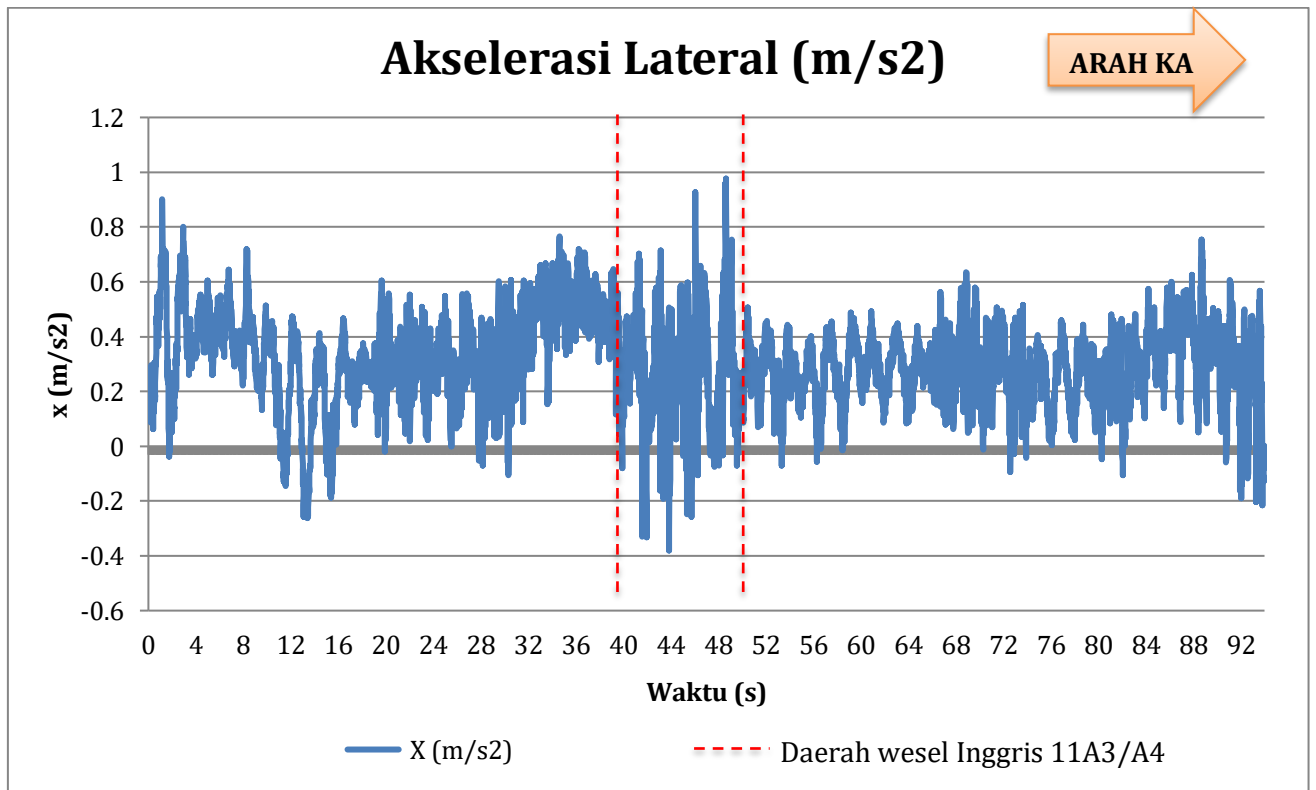
I.9 UJI COBA DAN PENELITIAN

Untuk mengetahui akselerasi dan gaya lateral roda yang terjadi pada saat KA melewati wesel Inggris, tim investigasi menggunakan accelerometer untuk mengukur percepatan lateral KA yang terjadi saat melewati wesel Inggris 11A3/A4 di St. Manggarai. Data percepatan yang diukur oleh accelerometer memiliki periode tiap 0.01 detik dengan nilai output data percepatan yang dihasilkan dari hasil pengukuran adalah dalam unit m/s^2 . Pengukuran dilakukan dengan meletakkan accelerometer di atas lantai kereta KA dengan posisi penempatan berada di bagian belakang kereta yang sejajar dengan bogie belakang kereta. Pengambilan data diambil dua kali pada kereta api KA *Commuter Line* yang berangkat dari jalur III St. Manggarai dengan hasil pengukuran sebagai berikut:

1) Pengukuran pertama perubahan percepatan lateral KA terhadap waktu

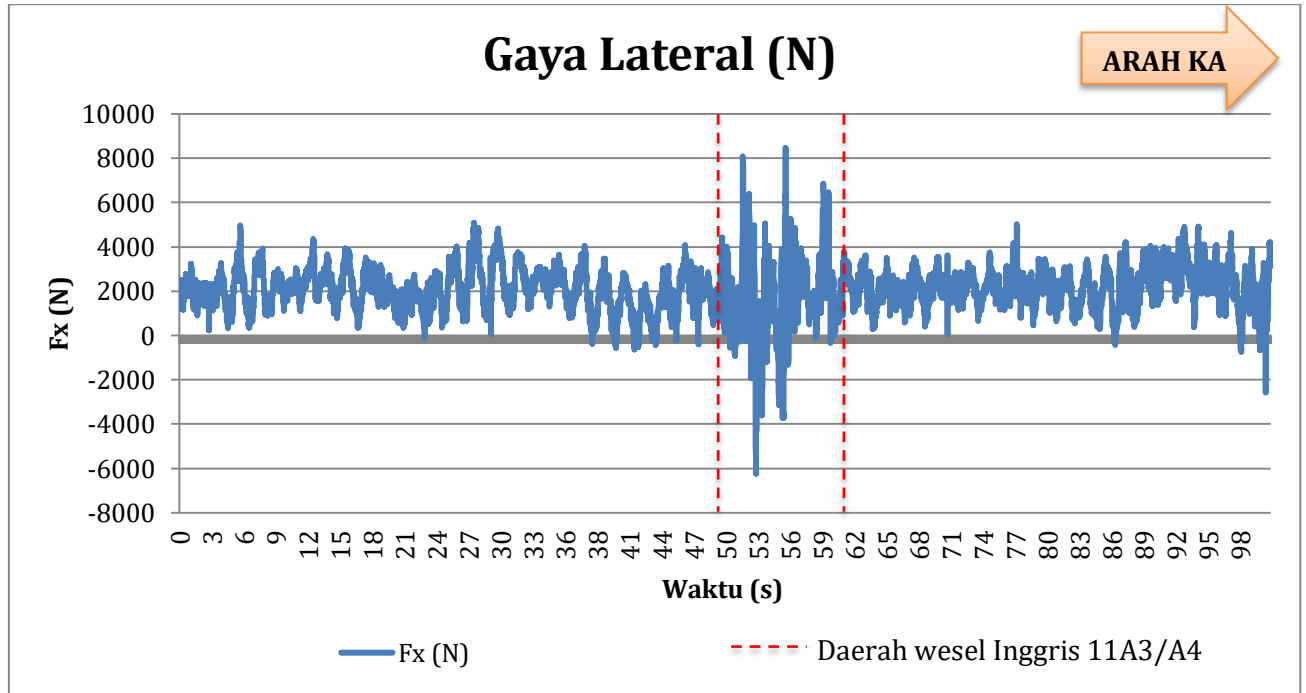


2) Pengukuran kedua perubahan percepatan lateral KA terhadap waktu

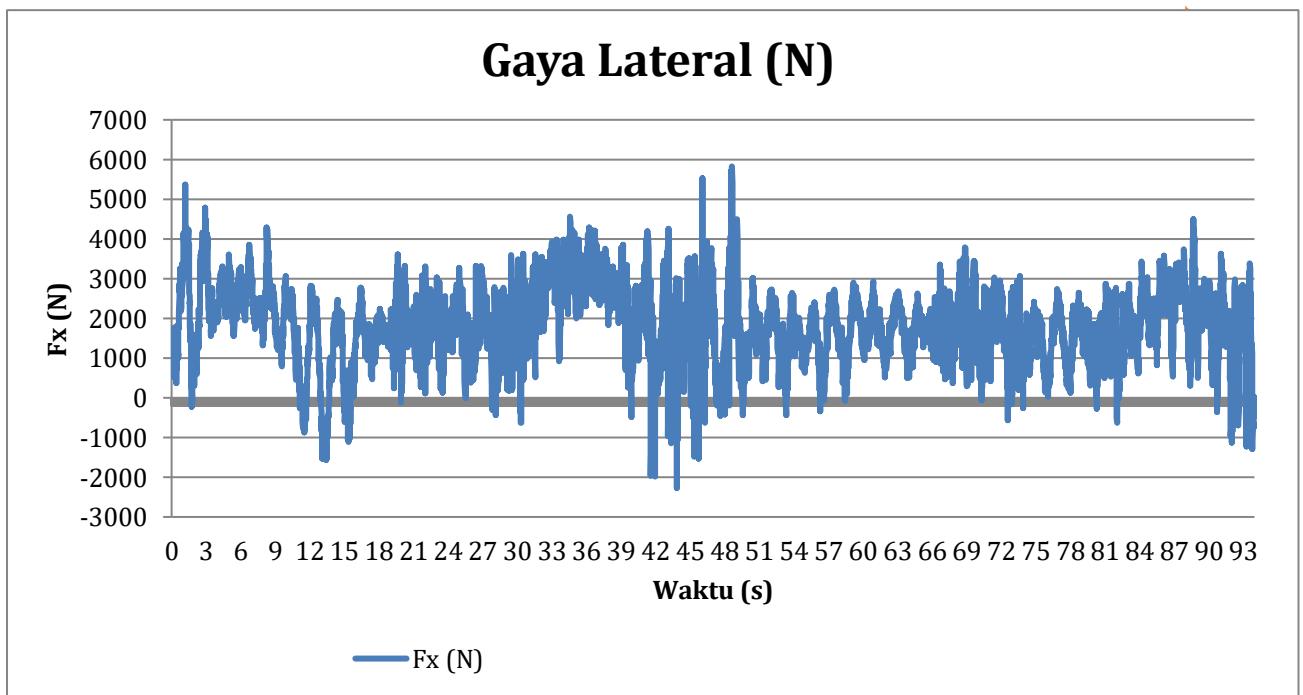


Berdasarkan dua hasil pengukuran nilai akselerasi yang ditampilkan pada grafik di atas, jika diasumsikan massa keseluruhan kereta dan penumpang sebesar 47.7 ton maka massa yang didistribusikan pada tiap roda adalah sebesar 5.9 ton. Sehingga gaya lateral yang terjadi adalah sebagai berikut

- 1) Pengukuran pertama perubahan Gaya Lateral KA terhadap waktu



- 2) Pengukuran kedua perubahan Gaya Lateral KA terhadap waktu



II. ANALISIS

Dalam laporan ini pembahasan analisis kecelakaan anjlok KA 1507 di Emplasemen Stasiun Manggarai difokuskan terhadap urutan tahapan kejadian (**sequence of events**) anjlok berdasarkan riwayat data logger persinyalan Stasiun Manggarai dan mekanisme Bergeraknya lidah wesel 11A3 yang menyebabkan kereta K1 1 81 08 anjlok sebanyak 2 (dua) as.

II.1 SEQUENCE OF EVENTS ANJLOKAN KA 1507

Berdasarkan urutan kejadian sebelum terjadinya anjlok, dari data logger persinyalan Stasiun Manggarai tanggal 3 Oktober 2017 adalah sebagai berikut:

Jam 07:38:38 WIB	Permintaan rute utama J22AMRI-30AT Manggarai
	Indikasi set signal J22A Manggarai menyala
	Permintaan wesel 11A3-31A1 Manggarai Normal tidak Aktif
	Permintaan wesel 11A4-21B2 Manggarai Normal tidak Aktif
	Permintaan wesel 11A3-31A1 Manggarai Reverse Aktif
Permintaan wesel 11A4-21B2 Manggarai Reverse Aktif	

Hal tersebut di atas menunjukkan PPKA Stasiun Manggarai telah melakukan pembentukan rute untuk KA 1507 dari Stasiun Manggarai menuju Stasiun Manggarai dari jalur III Emplasemen Stasiun Manggarai menuju ke *Locking Track* 30AT arah Stasiun Tanah Abang, dimana rute yang dipersiapkan akan melewati wesel 11A3-31A1 dan 11A4-21B2 dengan arah belok (reverse).

Jam 07:38:43 WIB	Wesel 11A3-31A1 Manggarai pada posisi Reverse
	Wesel 11A4-21B2 Manggarai pada posisi Reverse
	Wesel 11A3-31A1 Manggarai Tersekat
	Wesel 11A4-21B2 Manggarai Tersekat

Lidah wesel 11A3-31A1 dan 11A4-21B2 telah tersekat dan pada posisi *Reverse*, yang berarti gerakan lidah wesel telah mencapai posisi akhir pada arah belok menuju Stasiun Tanah Abang dari Jalur III Stasiun Manggarai, dimana posisi akhir lidah wesel tersebut diperiksa melalui *feedback* dari batang deteksi dan stang deteksi menuju ke motor wesel. Dengan posisi komponen cam kontak jari pada stang deteksi telah masuk ke dalam alur stang deteksi dan komponen *locking piece* telah mengunci stang penggerak wesel dalam motor wesel.

Jam 07:38:46 WIB	Indikasi Hijau sinyal J22A Manggarai menyala
	Indikasi Merah sinyal J22A Manggarai Padam

Lampu sinyal elektrik J22A berwarna hijau atau menunjukkan Semboyan 6, yang berarti bahwa jalur kereta api yang akan dilewati berstatus aman, KA 1507 diperbolehkan untuk berangkat dari jalur III Stasiun Manggarai.

Jam 07:39:38 WIB	Track 21CT Manggarai Indikasi Terisi
	Indikasi Hijau sinyal J22A Manggarai Padam
	Indikasi Merah sinyal J22A Manggarai menyala

Indikasi tersebut menunjukkan bahwa KA 1507 telah berangkat dari jalur III Stasiun Manggarai dan telah memasuki area *Track Circuit* 21CT Stasiun Manggarai.

Jam 07:40:07 WIB	Track 22T Manggarai Indikasi Kosong
	Indikasi Locking Track 22T Manggarai Aktif

Pada *event* ini seluruh rangkaian kereta dari KA 1507 telah melewati jalur III Emplasemen Stasiun Manggarai yang ditunjukkan dengan indikasi kosongnya *Track* 22T di jalur III.

Jam 07:40:08 WIB	Indikasi wesel 11A4 Reverse Merah Tenang
	Indikasi wesel 11A3 Reverse Merah Tenang
	Track 11AT Manggarai Indikasi Terisi

Terisinya area *Track* 11AT menunjukkan adanya rangkaian kereta dari KA 1507 yang telah memasuki wesel 11A3-31A1 dan 11A4-21B2 Stasiun Manggarai pada arah belok menuju Stasiun Tanah Abang.

Jam 07:40:26 WIB	Track 21CT C Manggarai Indikasi Kosong
	Track 21CT N1 Manggarai Indikasi Kosong
	Track 21CT N2 Manggarai Indikasi Kosong

Pada *event* ini seluruh rangkaian kereta dari KA 1507 telah melewati 21C2 dan wesel 21C1 Stasiun Manggarai yang ditunjukkan dengan indikasi kosongnya *Track* 21CT dan rangkaian kereta terakhir dari KA 1507 mulai memasuki wesel 11A3-31A1 dan 11A4-21B2 Stasiun Manggarai.

Jam 07:40:31 WIB	Indikasi wesel 11A3 Normal Merah Flashing
	Indikasi wesel 11A3 Reverse Merah Flashing
	Indikasi wesel 31A1 Normal Merah Flashing
	Indikasi wesel 31A1 Reverse Merah Flashing

Indikasi berkedipnya wesel 11A3/31A1 menunjukkan posisi lidah wesel 11A3 telah bergerak dari posisi yang semula menuju ke arah Stasiun Tanah Abang berpindah ke arah Stasiun Gambir, dimana perpindahan posisi dari lidah wesel 11A3 menyebabkan bogie pertama dari kereta K1 1 81 08 berjalan menuju ke arah Stasiun Tanah Abang sedangkan bogie kedua berjalan menuju ke arah Stasiun Tanah Abang.

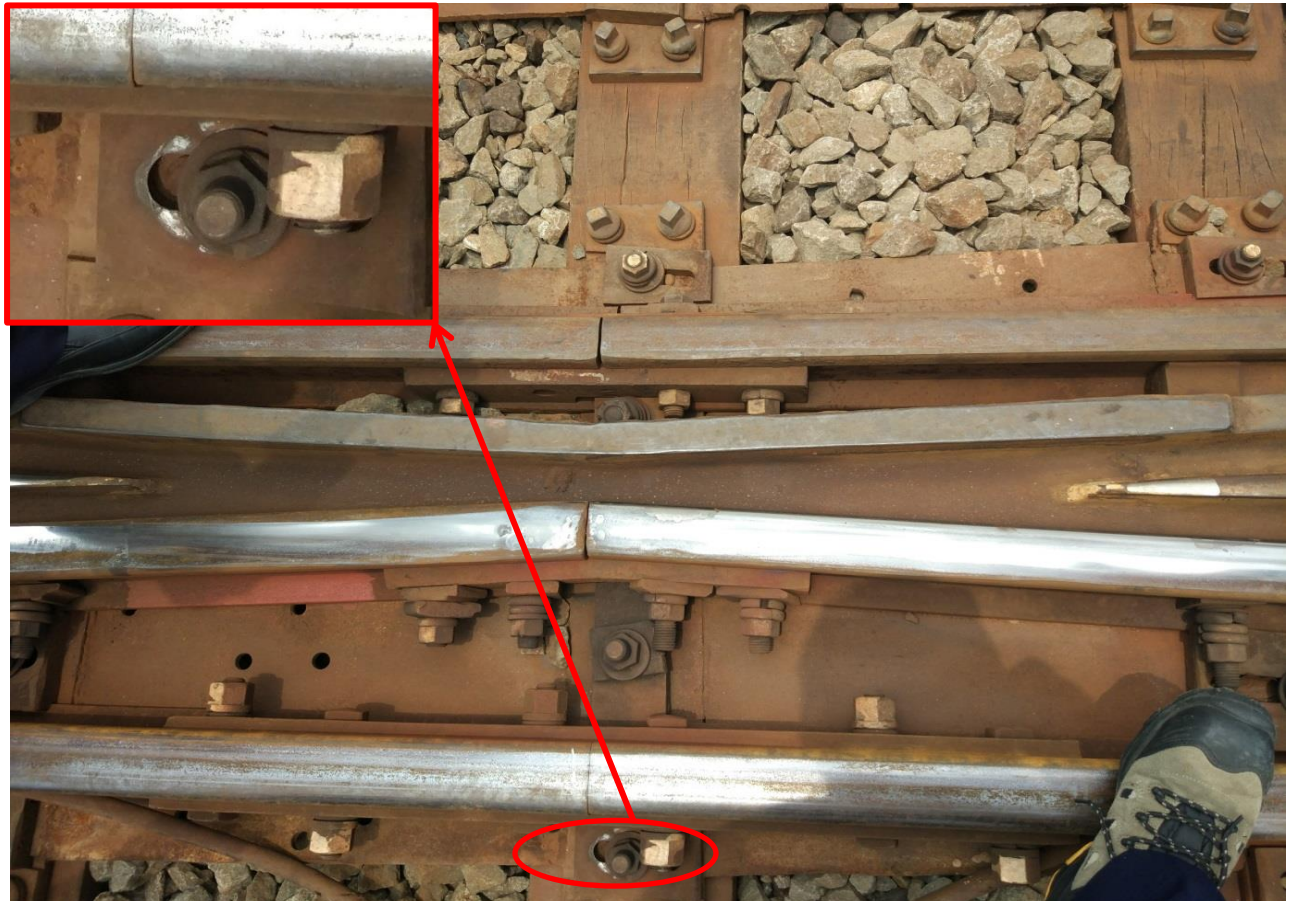
Jam 07:40:41 WIB	Wesel 11A3-31A1 Manggarai Terlanggar
------------------	--------------------------------------

Berubahnya posisi lidah wesel 11A3 Stasiun Manggarai tercatat dengan istilah “Terlanggar” yang berarti adanya gaya eksternal yang memaksa lidah wesel yang telah tertutup untuk membuka dimana gaya tersebut telah melampaui gaya retensi (*Trailing Force*) yang dispesifikasikan pada motor wesel.

II.2 MEKANISME ANJLOKAN KA 1507

Saat melewati wesel 11A3 di St. Manggarai, rangkaian pertama sampai dengan rangkaian ketujuh serta rangkaian kedelapan bogie depan berjalan normal ke arah St. Tanah Abang tetapi roda bogie belakang dari kereta kedelapan yaitu K1 1 81 08 pindah jalur ke arah St. Gambir kemudian anjlok di pangkal lidah wesel 11A3. Posisi dari lidah wesel 11A3 yang menuju ke arah Stasiun Tanah Abang dari jalur III berada pada posisi arah lurus (*reverse position*), dimana pada posisi ini roda kereta api akan berinteraksi dengan pangkal lidah wesel yang terletak di jantung wesel Inggris 11A3.

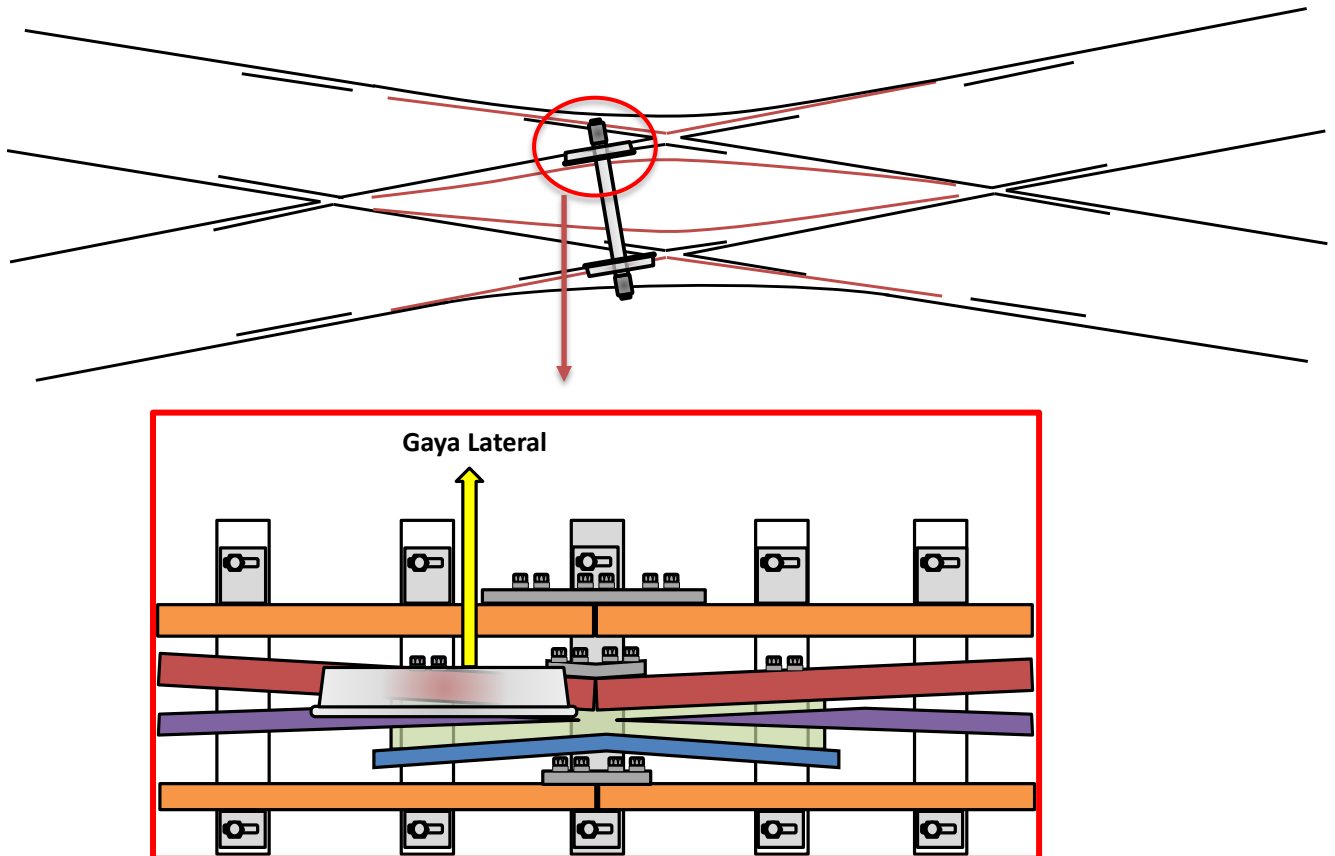
Berbeda halnya dengan lidah wesel pada posisi belok (normal position), dimana pada posisi ini tidak terjadi kontak antara roda kereta api dan pangkal lidah wesel yang berada di jantung wesel. Dari hasil temuan investigasi diketahui pada daerah jantung wesel inggris 11A3 terdapat penguncian baut yang kendur, yang ditandai adanya tanda gesekan antara komponen washer baut dengan landasan plat jantung wesel dimana hal ini dapat menyebabkan Bergeraknya ujung pangkal lidah wesel yang berada di daerah jantung wesel karena gaya lateral roda yang berinteraksi dengan pangkal lidah wesel saat kereta melewati jantung wesel.



Gambar 15. Baut pengunci jantung wesel 11A3 yang kendur

Kendurnya baut yang mengunci posisi jantung wesel menunjukkan terjadinya *self-loosening* pada baut dan mur yang disebabkan oleh getaran yang tinggi atau beban geser yang berulang sehingga menyebabkan pergeseran pada sambungan dan nilai *initial preload* atau *pre-tension* pada baut yang terlalu kecil. Kondisi ini berpengaruh terhadap keselamatan pengoperasian kereta api saat melewati wesel inggris karena adanya baut yang kendur pada jantung wesel dapat menurunkan kekakuan dari jantung wesel 11A3, dimana penurunan dari kekakuan jantung akan menyebabkan defleksi arah lateral pada jantung wesel terutama ketika lidah wesel kontak dengan gaya lateral roda sehingga memudahkan jantung wesel bergerak pada arah lateral yang diikuti dengan pergerakan pangkal lidah buka wesel pada arah lateral. Dari hasil pengukuran akselerasi dari KA yang berangkat dari St. Manggarai menuju St. Tanah Abang diketahui bahwa akselerasi lateral dari KA saat melewati wesel inggris dapat mencapai nilai sebesar 0.97 - 1.3 m/s².

Jika diasumsikan berat keseluruhan dari kereta dan penumpang pada kereta K1 1 8108 sebesar 47,7 ton dengan berat yang distribusikan ke tiap roda adalah sebesar 5.9 ton, maka gaya lateral roda yang terjadi saat melewati wesel Inggris memiliki rentang antara 5.7 kN – 7.6 kN, dimana besar dari gaya tersebut memungkinkan lidah buka wesel untuk bergerak melebihi 30 mm dan membuka penguncian lidah wesel pada point machine tipe NSE 2 yang memiliki gaya retensi (trailing force) sebesar 4.5 – 8.5 kN kondisi pangkal lidah wesel tidak stabil karena kendurnya baut pengunci dan penambat di pangkal lidah wesel.



Gambar 16. Interaksi gaya lateral roda dengan pangkal lidah wesel yang berada di jantung wesel Inggris

Lepasnya penguncian pada lidah wesel menyebabkan lidah wesel bergerak dan berubah posisi yang sebelumnya mengarah ke arah jalur menuju St. Tanah Abang berpindah ke arah jalur menuju St. Gambir dimana bogie depan dari kereta K1 1 8108 mengarah ke arah St. Tanah Abang sedangkan bogie belakang kereta K1 1 81 08 mengarah ke arah St. Gambir, dan hal ini membuat kereta K1 1 81 08 menjadi berjalan melintang pada jalur arah St. Tanah Abang dan jalur arah Stasiun Gambir. Jarak jalur yang semakin jauh dan melebar menyebabkan terjadinya tarik-menarik antara kedua bogie sehingga mengakibatkan bogie depan anjlok di jalur arah St. Tanah Abang sedangkan bogie belakang anjlok di jalur arah St. Gambir. Kereta K1 1 81 08 yang sudah anjlok berjalan melintang dan terseret sejauh 250 m dan berhenti setelah dilakukannya pengereman oleh Masinis KA 1507 pada jam 07.40 WIB.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan informasi faktual dan analisis dalam proses investigasi kecelakaan anjlokannya KA 1507 di Km. 5 + 640 Emplasemen Stasiun Manggarai, kesimpulan dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi terkait dengan kecelakaan tersebut adalah sebagai berikut:

III.1 TEMUAN¹

- a. Sistem Interlocking Persinyalan Elektrik di St. Manggarai menggunakan sistem Kyosan K5B. SSI buatan Kyosan Electric, Jepang yang dipasang pada tahun 2017 menggantikan sistem SSI (Solid State Interlocking) buatan PT. Alstom, Perancis yang terpasang sejak tahun 1994;
- b. Pada tanggal 28 Juli 2017, dilakukan penggantian komponen di lidah wesel 11A3/A4 dengan komponen lidah wesel dengan 21B3/B2;
- c. Pada tanggal 12 September 2017, dilakukan penggantian komponen lantak wesel 11A3 dengan rel lantak baru buatan Mekring;
- d. Pada tanggal 2 Agustus 2017, pada wesel 11A3/A4 dilakukan pekerjaan angkatan dan listringan;
- e. Pada saat kejadian anjlokannya, lidah wesel 11A3 ditemukan dalam posisi *normal* yang tidak sesuai dengan arah pengaturan perjalanan KA ke Stasiun Tanah Abang yang seharusnya pada posisi *reverse*;
- f. Pada lokasi Titik Awal Jatuh (TAJ) ditemukan jejak goresan flens roda kanan bogie belakang K1 10747 di pangkal lidah wesel 11A3 yang berjarak 5,18 m dari ujung lidah kanan wesel 11A3.
- g. Investigasi tidak menemukan adanya Titik Awal Naik (TAN) roda yang terjadi sebelum Titik Awal Jatuh (TAJ) roda;
- h. Investigasi menemukan adanya baut penambat wesel yang kendur pada daerah jantung wesel 11A3;
- i. Investigasi tidak menemukan adanya masalah pada sistem interlocking persinyalan Elektrik di St. Manggarai yang berpengaruh terhadap kejadian anjlokannya KA 1507;
- j. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan setelah kejadian anjlokannya KA 1507, lebar jalur dari ujung lidah rapat ke rel lantak dan lebar jalur dari pangkal lidah wesel ke rel lantak masih dalam rentang nilai toleransi yang ditetapkan untuk dioperasikan;
- k. Dimensi perangkat roda masih sesuai dengan toleransi yang dipersyaratkan hasil pengukuran terhadap kereta K1 1 81 01 pasca kecelakaan;
- l. Terdapat lompatan terhadap urutan waktu dan posisi dari data hasil rekaman kecepatan pada KA 1507 sehingga kecepatan yang direkam oleh GPS kereta sebelum anjlokannya tidak bisa dijadikan acuan;
- m. Berdasarkan hasil pengujian terhadap akselerasi KA yang melewati wesel Inggris di St. Manggarai diketahui bahwa gaya yang dihasilkan dari akselerasi KA memungkinkan lidah buka

¹ Temuan adalah pernyataan dari semua kondisi, kejadian atau keadaan yang signifikan dan biasanya disampaikan dalam urutan kronologis. Temuan merupakan langkah signifikan dalam urutan kecelakaan, namun tidak selalu kausal, atau menunjukkan kekurangan. Beberapa temuan menunjukkan kondisi yang mendahului urutan kecelakaan, namun biasanya penting untuk memahami kejadian.

wesel untuk bergerak dan membuka penguncian lidah wesel pada point machine tipe NSE 2 jika kondisi pangkal lidah wesel tidak stabil.

III.2 FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI²

Kendurnya baut yang mengunci posisi jantung wesel dapat menurunkan kekakuan dari jantung wesel 11A3, dimana penurunan dari kekakuan jantung akan menyebabkan defleksi arah lateral pada jantung wesel terutama ketika lidah wesel kontak dengan gaya lateral roda sehingga memudahkan jantung wesel bergerak pada arah lateral yang diikuti dengan pergerakan pangkal lidah wesel pada arah lateral, dimana besar dari gaya tersebut dan memungkinkan lidah wesel buka untuk bergerak melebihi jarak 30 mm dan membuka penguncian lidah buka wesel pada *point machine*.

² Faktor yang berkontribusi didefinisikan sebagai kejadian yang dapat menyebabkan kecelakaan. Jika kejadian tidak terjadi atau tidak ada maka kecelakaan itu mungkin tidak terjadi atau berakibat pada kejadian yang kurang parah.

IV. REKOMENDASI

Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) menyusun rekomendasi keselamatan berdasarkan data faktual, identifikasi, analisis dan temuan-temuan pada kejadian anjlokkan KA 1507 di emplasemen Stasiun Manggarai, Wilayah Operasi Daop I Jakarta agar kecelakaan serupa tidak terjadi dikemudian hari.

IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN

Melakukan Audit Sistem Manajemen Keselamatan Perkeretaapian (SMKP) terhadap kondisi pengoperasian dan perawatan prasarana perkeretaapian di Daop 1 Jakarta sesuai dengan yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 69 tahun 2018 Tentang Sistem Manajemen Keselamatan Perkeretaapian.

IV.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)

1. Melakukan identifikasi dan penilaian resiko terhadap kondisi perawatan prasarana Perkeretaapian khususnya di Emplasemen Stasiun yang mengoperasikan wesel inggris.
2. Memastikan torsi pengencangan seluruh jenis baut yang terpasang di wesel sesuai dengan diameter dan *grade*-nya untuk mengendalikan *self-loosening* pada ikatan baut di wesel sehingga tujuan perawatan yaitu mempertahankan kehandalan dapat tercapai.
3. Memastikan komponen-komponen wesel di Emplasemen Stasiun Manggarai memenuhi persyaratan yang diatur dalam ketentuan perawatan jalan rel dengan lebar 1067 mm.

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

