



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIK INDONESIA**

LAPORAN AKHIR

KNKT.18.03.03.02

LAPORAN KEJADIAN PERKERETAAPIAN

PATAHNYA PANTOGRAPH KA 2030 KRL

**DI KM 27 + 6 PETAK JALAN ANTARA ST. SUDIMARA –
ST. SERPONG, DAOP 1 JAKARTA**

3 MARET 2018



2018



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

DASAR HUKUM

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, Gedung Kementerian Perhubungan Lantai 3, Jalan Medan Merdeka Timur No. 5, Jakarta 10110, Indonesia, pada tahun 2018 berdasarkan:

1. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian.
2. Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 2017 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian.
3. Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2016 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api.
4. Peraturan Pemerintah Nomor 62 Tahun 2013 tentang Investigasi Kecelakaan Transportasi.
5. Peraturan Presiden Nomor 2 Tahun 2012 tentang Komite Nasional Keselamatan Transportasi.

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

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

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dengan telah selesainya penyusunan Laporan Final Kejadian Perkeretaapian Patahnya Pantograph KA 2030 KRL di Km 27 + 6 petak jalan antara St. Sudimara – St. Serpong, Daop 1 Jakarta tanggal 3 Maret 2018.

Bahwa tersusunnya Laporan Final Kejadian Perkeretaapian ini sebagai pelaksanaan dari amanah atau ketentuan Peraturan Pemerintah Nomor 62 Tahun 2013 tentang Investigasi Kecelakaan Transportasi pasal 39 ayat 2 huruf c, menyatakan “Laporan investigasi kecelakaan transportasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas laporan akhir (*final report*)”.

Laporan Final Kecelakaan Perkeretaapian ini merupakan hasil keseluruhan investigasi yang memuat antara lain; informasi fakta, analisis fakta penyebab paling memungkinkan terjadinya kecelakaan transportasi, saran tindak lanjut untuk pencegahan dan perbaikan, serta lampiran hasil investigasi dan dokumen pendukung lainnya. Di dalam laporan ini dibahas mengenai kejadian kecelakaan perkeretaapian tentang apa, bagaimana dan mengapa terjadi serta temuan tentang penyebab beserta rekomendasi keselamatan perkeretaapian kepada para pihak untuk mengurangi atau mencegah terjadinya kecelakaan dengan penyebab yang sama agar tidak terulang di masa yang akan datang. Penyusunan laporan final ini disampaikan kepada regulator, operator, pabrikan sarana transportasi dan para pihak terkait lainnya.

Demikian Laporan Final Kejadian Perkeretaapian ini dibuat agar para pihak yang berkepentingan dapat mengetahui dan mengambil pembelajaran dari kejadian ini.

Jakarta, 23 Juli 2018

**KOMITE NASIONAL
KESELAMATAN TRANSPORTASI
KETUA**



SOERJANTO TIAHJONO

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR ISTILAH	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
SINOPSIS	vi
I. INFORMASI FAKTUAL	7
I.1 DATA KEJADIAN KERETA API	7
I.2 KRONOLOGIS.....	7
I.3 AKIBAT KEJADIAN KERETA API	9
I.3.1 KORBAN	9
I.3.2 PRASARANA	9
I.3.3 SARANA.....	11
I.3.4 OPERASI.....	13
I.4 EVAKUASI.....	13
I.4.1 PRASARANA	13
I.4.2 SARANA.....	13
I.5 DATA INVESTIGASI.....	14
I.5.1 PRASARANA	14
I.5.2 SARANA.....	26
I.5.3 OPERASI.....	29
I.5.4 SUMBER DAYA MANUSIA.....	29
I.6 UJI COBA DAN PENELITIAN.....	30
II. TEMUAN	31
III. REKOMENDASI	32
IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN	32
IV.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO).....	32

DAFTAR ISTILAH

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

Instalasi listrik perkeretaapian merupakan fasilitas pengoperasian kereta api yang berfungsi untuk menggerakkan kereta api bertenaga listrik, memfungsikan peralatan persinyalan dan telekomunikasi kereta api yang bertenaga listrik dan memfungsikan fasilitas penunjang lainnya

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

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

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

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

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

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

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Peta jalur KA lintas St. Tanah Abang – Serpong	8
Gambar 2.	<i>Messenger wire</i> putus rantas	9
Gambar 3.	Hanger dan dropper dari lokasi kejadian	9
Gambar 4.	<i>Messenger wire</i> rantas di bagian <i>wire clamp</i>	10
Gambar 5.	Pemasangan <i>dropper</i> sementara	10
Gambar 6.	Ketiga <i>end horn</i> KA 2030	11
Gambar 7.	Patahan <i>end horn</i> pada sisi kanan <i>main collector</i>	11
Gambar 8.	<i>Carbon strip</i> bekas terbakar	11
Gambar 9.	K 205 123 terkena kabel LAA	12
Gambar 10.	Perpanjangan <i>main collector</i> KRL type JR 205	12
Gambar 11.	<i>Outer case system</i> pendinginan (<i>airconditioner</i>) KRL terbakar	12
Gambar 12.	Peta Jaringan LAA di Daop 1 Jakarta	14
Gambar 13.	Feeding System pada Jaringan Transmisi Listrik di Resort LAA 1.3 Serpong	16
Gambar 14.	LAA Logger di GT Jurangmangu	17
Gambar 15.	Rekaman Arus HSCB MC 21 di GT Jurangmangu	17
Gambar 16.	Rekaman Tegangan HSCB MC 21 di GT Jurangmangu	18
Gambar 17.	LAA Data Logger di GT Ciater	18
Gambar 18.	Putusnya <i>messenger wire</i> di antara St. Sudimara - St. Rawabuntu	20
Gambar 19.	Penyambungan <i>messenger wire</i> dengan <i>temporary clamping (U-clamp)</i>	21
Gambar 20.	<i>End strands failure</i> pada <i>messenger wire</i>	21
Gambar 21.	Penyambungan <i>messenger wire</i> dengan <i>clamp</i> sesuai buku Pedoman Pemeriksaan dan Perawatan STE	23
Gambar 23.	Penyambungan <i>messenger wire temporary</i> dengan <i>clamp</i> di lokasi	24
Gambar 24.	Pemasangan <i>compression sleeve</i> pada sambungan kawat	24
Gambar 24.	<i>Messenger wire</i> dengan klem buaya untuk pematian kawat	25
Gambar 25.	Daily Check Sheet KA 2030	26
Gambar 26.	<i>Diamond-shaped</i> pantograph pada JR 205	27
Gambar 27.	Desain modifikasi <i>end horn</i> perpanjangan pantograph KRL type JR 205	27
Gambar 28.	Lembar Pemeriksaan 3 Bulanan KA 2030	28

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Data Daya Gardu Listrik di Resort LAA Serpong	15
Tabel 2.	Data Gangguan Peralatan di Resort LAA Serpong.....	15
Tabel 3.	Instruksi Kerja untuk Messenger wire 1 (satu) Bulanan	22
Tabel 4.	Instruksi Kerja untuk Messenger wire 3 (tiga) Bulanan	22

SINOPSIS

Pada hari Sabtu tanggal 3 Maret 2018 pukul 19.35 WIB di Km 27+6 petak jalan antara St Sudimara – St Serpong, terjadi gangguan perjalanan rangkaian KA 2030 (*commuterline*). Masinis KA 2030 melaporkan bahwa kawat LAA putus pada jalur hulu dan mengakibatkan pantograf patah pada kereta ke-2 (K 205 335), kereta ke-4 (K 205 336) serta kereta ke-6 (K 205 162), selain kerusakan AC pada kereta ke-7 (K 204 162).

Kejadian gangguan perjalanan KA 2030 diawali pada kejadian trip-nya GT Jurangmangu akibat sambaran petir yang menyambar tower provider telepon seluler yang berada di halaman gardu traksi. Pada saat bersamaan, sistem proteksi yang ada di dalam gardu traksi, tepatnya di HSCB MC 21 mendeteksi arus mencapai ± 15.000 Ampere dan tegangan mencapai $\pm 2000V$. Dampak kejadian tersebut, GT Jurangmangu tidak bisa di-ON-kan kembali sehingga supply tegangan 1500VDC antara St Sudimara – St Serpong hanya dari GT Pondokbetung dan GT Ciater.

Investigasi terhadap kejadian KA 2030 yang dilakukan KNKT menemukan *messenger wire* yang putus pada sambungan dengan menggunakan *temporary clamping* dan terlihat bahwa ujung *messenger wire* mengalami kegagalan untuk menahan normal *tension* (tegangan tarik) dalam mensupport *contact wire* di bawahnya. Nilai resistensi di daerah sambungan naik dan mengakibatkan kenaikan temperatur yang terlihat pada *wire* yang meleleh. Hal ini diperparah pula dengan besarnya arus yang melewati *messenger wire* akibat beban trafik setelah tripnya GT Jurangmangu.

Selain itu, KNKT juga menyimpulkan temuan yang berkontribusi dalam kejadian patahnya pantograph KA 2030 KRL yakni mengenai tidak adanya prosedur penyambungan dengan memperhatikan material bahan *messenger wire* serta batasan waktunya dan tidak adanya pelaporan adanya penyambungan *messenger wire* di lintas pada buku hasil perawatan berkala di Resort LAA.

Untuk mencegah terulang kembalinya kecelakaan yang sama di kemudian hari, KNKT menyusun rekomendasi keselamatan yang ditujukan kepada Direktorat Jenderal Perkeretaapian untuk melakukan sertifikasi terhadap seluruh tenaga perawatan prasarana dan tenaga pemeriksa prasarana dan mengkoneksikan SCADA ke gardu lintas Tanahabang – Rangkasbitung.

KNKT juga merekomendasikan kepada PT. Kereta Api Indonesia (Persero) terkait prosedur perbaikan jaringan LAA apabila terjadi gangguan, membuat prosedur penyambungan untuk *messenger wire* (dengan menggunakan *compression sleeve* untuk mencegah resistensi berlebih pada sambungan; atau menggunakan *temporary clamp* dengan memperhatikan batasan waktu penyambungan dan material bahan *messenger wire*). Selain itu direkomendasikan pula untuk mencatat dengan detail temuan hasil pemeriksaan jaringan catenary (terutama sambungan) pada buku perawatan LAA serta evaluasi tindak lanjutnya.

I. INFORMASI FAKTUAL

I.1 DATA KEJADIAN KERETA API

Nomor/ Nama KA	KA 2030 (<i>commuterline</i>)
Lintas Pelayanan	: Stasiun Jakartakota – Stasiun Serpong
Jenis Pelayanan	: Penumpang <i>Commuter Line</i> (KRL)
Susunan Rangkaian	: <ol style="list-style-type: none"> 1. K 205 123 2. K 205 335 3. K 204 335 4. K 205 336 5. K 204 336 6. K 205 162 7. K 204 162 8. K 205 124 9. K 204 104 10. K 204 54
Lokasi	: Km 27 + 6 petak jalan antara St. Sudimara – St. Serpong
Lintas	: Stasiun Tanahabang – Stasiun Merak
Provinsi	: Banten
Wilayah Operasional	: Daop 1 Jakarta
Hari/Tanggal Kecelakaan	: Sabtu / 3 Maret 2018
Jam Kejadian	: 19.35 WIB

I.2 KRONOLOGIS

Pada hari Sabtu tanggal 3 Maret 2018 pukul 19.35 WIB di Km 27+6 petak jalan antara St Sudimara – St Serpong, terjadi gangguan perjalanan rangkaian KA 2030 (*commuterline*). Masinis KA 2030 melaporkan bahwa kawat LAA putus pada jalur hulu dan mengakibatkan panthograf patah pada kereta ke-2 (K 205 335), kereta ke-4 (K 205 336) serta kereta ke-6 (K 205 162), selain itu menyebabkan pula kerusakan AC pada kereta ke-7 (K 204 162). KA 2030 adalah rangkaian KA listrik dengan rute St Jakartakota – St Serpong yang terdiri dari sepuluh kereta yaitu K205123, K205335, K204335, K205336, K204336, K205162, K204162, K205124, K204104 dan K20454 dengan berat total rangkaian 204 ton.

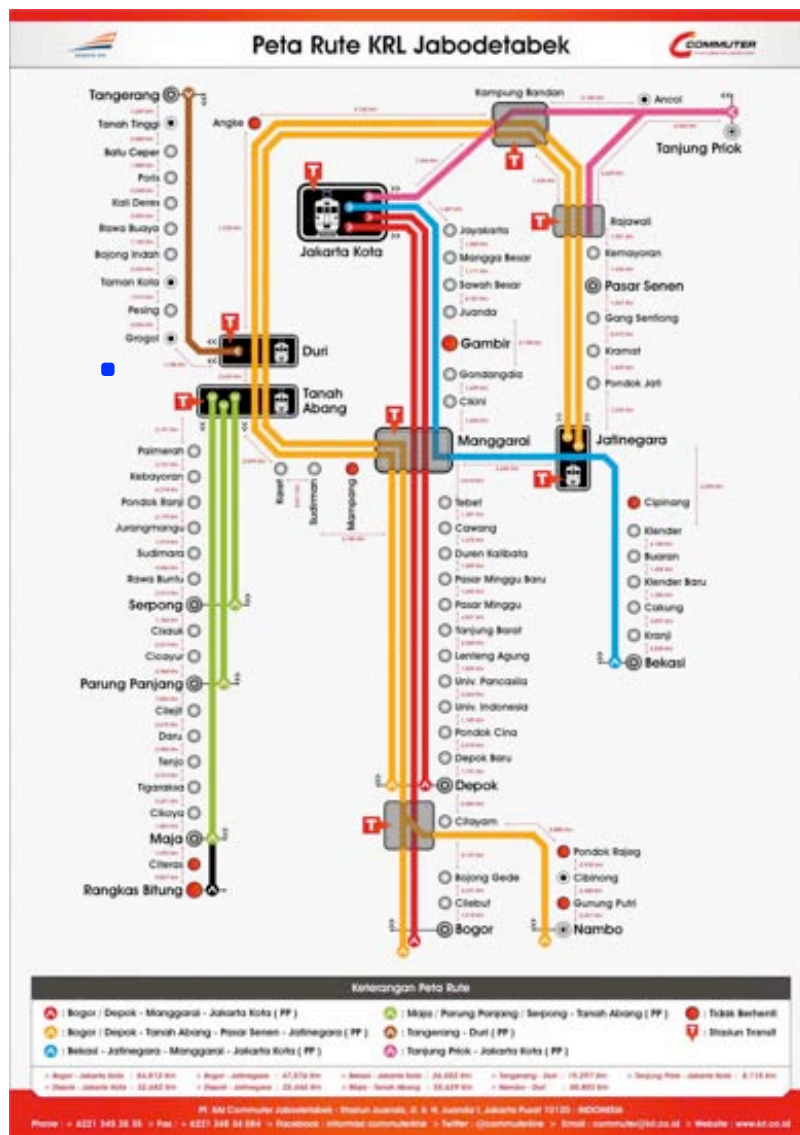
Kejadian gangguan perjalanan KA 2030 diawali pada kejadian OFF-nya Gardu Traksi Jurangmangu pada pukul 17.12 WIB. GT Jurangmangu trip akibat sambaran petir yang

menyambar tower provider telepon seluler yang berada di halaman gardu traksi. Pada saat bersamaan, sistem proteksi yang ada di dalam gardu traksi, tepatnya di HSCB MC 21 mendeteksi arus mencapai ± 15.000 Ampere dan tegangan mencapai ± 2000 .

Imbas kejadian tersebut semua perangkat pemutus (baik itu HSCB maupun VCB) trip dengan indikasi *Frame Fault Protection*, sehingga proteksi *Linked Breaking Device* (LBD) bekerja untuk memutus HSCB yang berpasangan dengan GT Jurangmangu (yakni GT Pondokbetung dan GT Ciater). Dampak kejadian tersebut, GT Jurangmangu tidak bisa di-ON-kan kembali sehingga supply tegangan 1500 VDC antara St Sudimara – St Serpong hanya dari GT Pondokbetung dan GT Ciater.

Akibat kejadian terjadi gangguan pola operasi KA *Commuter Line* relasi St. Tanah Abang – St. Serpong karena jalur hulu antara St Sudimara – St. Serpong terjadi rintang jalan dan diberlakukan berjalan jalur kiri untuk sementara serta pemadaman LAA di jalur hulu antara St. Sudimara-St. Serpong. Perbaikan dilakukan secara temporary dengan penyambungan *feeder* dan *messenger wire*, dengan menggunakan temporary hanger dan KA 2030 ditarik dengan NR ke Depo Bukit Duri.

Pada pukul 04.00 keesokan harinya, perbaikan terhadap jaringan LAA di antara St. Sudimara – St. Serpong selesai dilakukan dan pada pukul 04.15 supply tegangan sudah ON kembali.



Gambar 1. Peta jalur KA lintas St. Tanah Abang – Serpong

I.3 AKIBAT KEJADIAN KERETA API

I.3.1 KORBAN

Kejadian patahnya pantograph KA 2030 tidak mengakibatkan adanya korban jiwa baik dari penumpang maupun awak KA.

I.3.2 PRASARANA

1.3.2.1 Sinyal dan Telekomunikasi

Tidak ada kerusakan

1.3.2.1 Instalasi Listrik Kereta Api

1. Pada komponen listrik aliran atas

- a. Kawat pikul (*messenger wire* BC) di Km 27+4/5 antara St. Ciater – St. Rawabuntu putus rantas sepanjang 30 meter.



Gambar 2. *Messenger wire* putus rantas

- b. Kawat gantung (*hanger*) rusak sebanyak 62 buah
- c. Dropper diganti sebanyak 2 set

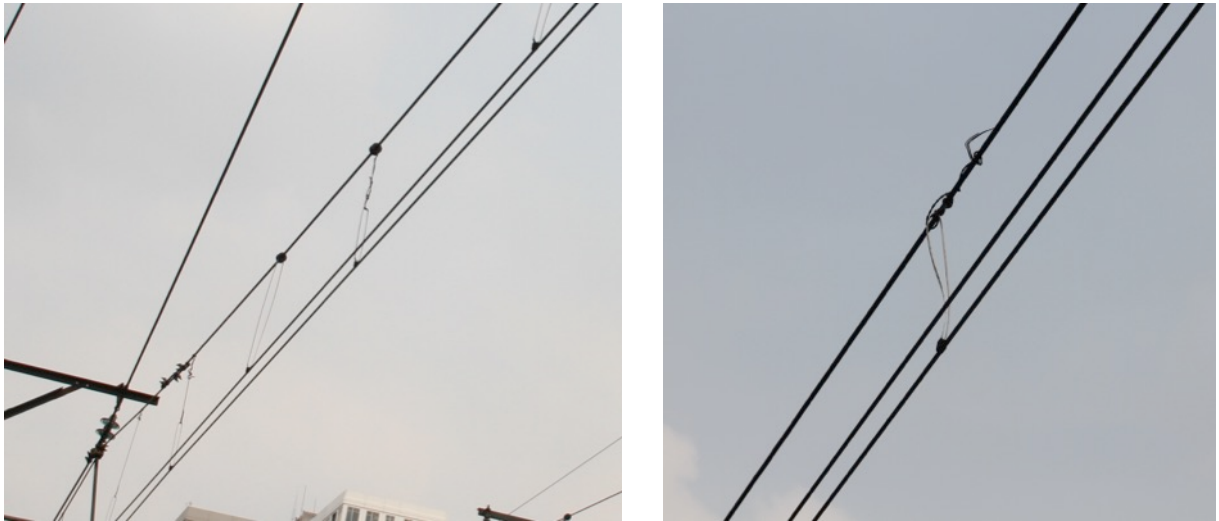


Gambar 3. Hanger dan dropper dari lokasi kejadian

- d. Connector M-M sejumlah 1 buah
- e. Kawat feeder rantas sepanjang 1,5 meter



Gambar 4. Messenger wire rantas di bagian *wire clamp*



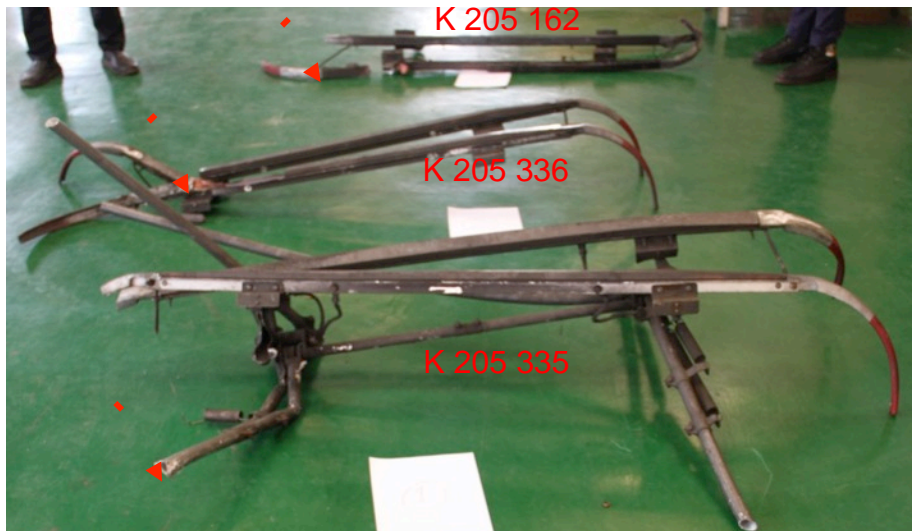
Gambar 5. Pemasangan *dropper* sementara

2. Pada GT Jurangmangu

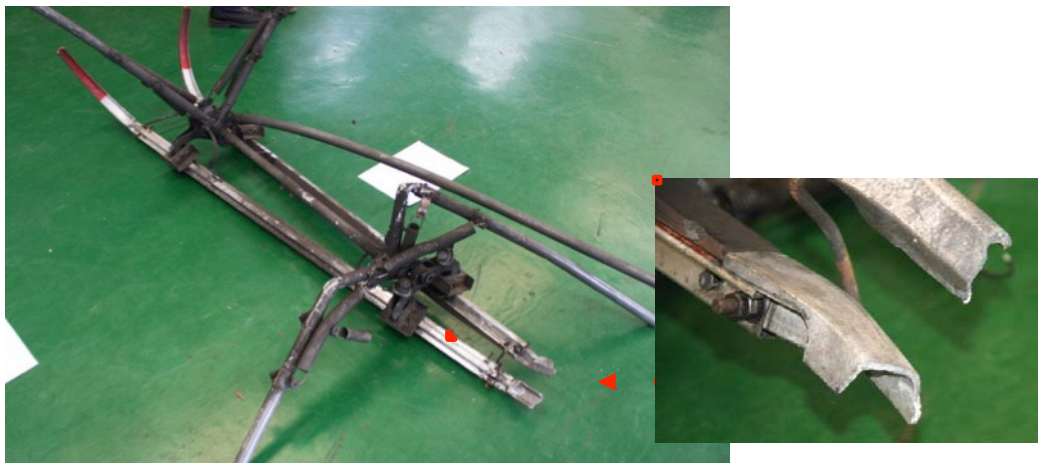
- a. Modul proteksi Sitras Pro sejumlah 2 unit.
- b. Ampere meter analog di kubikel negative.
- c. Komunikasi remote control kubikel HSBC ke arah VCP.
- d. Battery charger 125 VDC.

I.3.3 SARANA

1. Tiga *End Horn* sebelah kanan (arah perjalanan KA) pada *Main Collector* di KA 2030 dalam kondisi patah.



Gambar 6. Ketiga *end horn* KA 2030



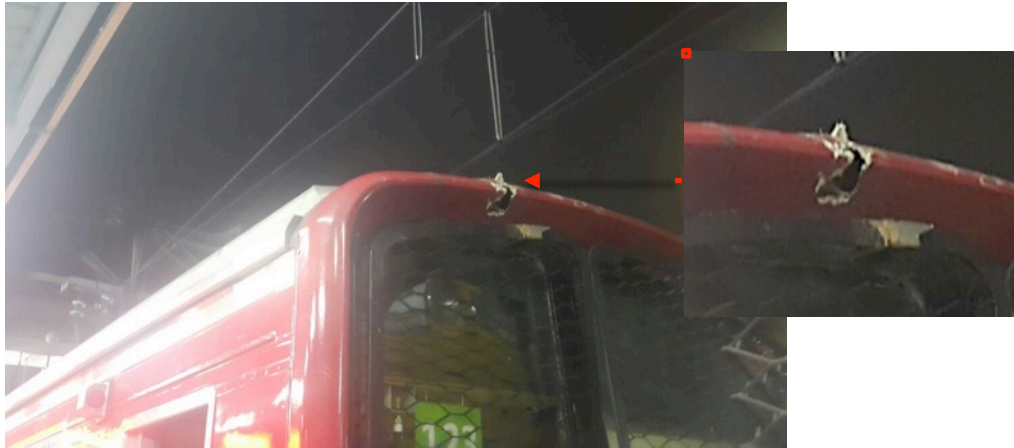
Gambar 7. Patahan *end horn* pada sisi kanan *main collector*

2. Satu *Main Collector* pada K 205162 terbakar.



Gambar 8. *Carbon strip* bekas terbakar

3. *Upper body* K 205123 (kabin masinis) terkena kawat jaringan LAA.



Gambar 9. K 205 123 terkena kabel LAA

4. Keseluruhan *main collector* di KA 2030 Commuterline telah dimodifikasi dengan diperpanjang menjadi 1350mm. Modifikasi mencakup pula perubahan terhadap *end horn* di kedua ujung *main collector*.



Gambar 10. Perpanjangan main collector KRL type JR 205

5. Komponen evaporator AC pada K 204162 terbakar.



Gambar 11. *Outer case system* pendingan (*airconditioner*) KRL terbakar

I.3.4 OPERASI

Akibat kejadian terjadi gangguan perjalanan kereta api berupa tertahannya rangkaian KA serta pengalihan perjalanan dengan pada jalur kiri.

1. KA Tertahan :
 - a. KA 8056 (Petikemas) di jalur I St. Sudimara terhalang rinja.
 - b. KA 2032 di St. Jurangmangu antrian KA terhalang rinja LAA padam.
 - c. KA 2034 di Pondokjati antrian KA terhalang rinja LAA padam
 - d. KA 2036 di St. Kebayoran berjalan jalur kiri antara St. Kebayoran – St. Serpong dan diberangkatkan dari St. Kebayoran pada jam 20.28.
 - e. KA 2038 di St. Palmerah program berjalan jalur kiri antara St. Kebayoran- St. Serpong.
 - f. KA 2048 di jalur V St. Tanahabang diprogramkan untuk berjalan jalur kiri antara St. Kebayoran-St. Serpong.
 - g. KA 2055 berjalan jalur benar antara St. Serpong – St. Kebayoran namun di St. Rawabuntu dihalangi oleh penumpang yang meminta agar KA kembali ke St. Serpong. Untuk itu KA dijalankan kembali sebagai KA 2056 antara St. Rawabuntu – St. Serpong – St. Maja.
2. Pengalihan KA untuk berjalan jalur kiri :
 - a. KA 2036 (Thb-Mj) di St. Jurangmangu.
 - b. KA 2038 (Thb-Srp) di St. Pondokjati.
 - c. KA 2040 (Thb-Prp) di St. Kebayoran.
 - d. KA 2048 (Thb-Mj) di St. Kebayoran.
 - e. KA 2034 (Thb-Rk) di St. Kebayoran.
 - f. KA 2054 (Thb-Srp) di St. Kebayoran.
 - g. KA 2060 (Thb-Rk) di St. Kebayoran.
 - h. KA 2076 (Thb-Rk) di St. Kebayoran.
 - i. KA 2082 (Thb-Prp) di St. Kebayoran.
 - j. KA 2086 (Thb-Prp) di St. Kebayoran.
 - k. Po1/70 (Thb-Prp) di St. Kebayoran.

I.4 EVAKUASI

I.4.1 PRASARANA

Penanganan prasarana di lokasi kejadian dilakukan pada jaringan LAA terutama untuk perbaikan *power supply* KRL serta perbaikan *messenger wire*, yakni pada:

1. Jam 01.25, LAA antara St. Sudimara – St. Serpong On kembali.
2. Jam 01.50, KA 2032 (Thb-Prp) diberangkatkan dari St. Jurangmangu.
3. Jam 02.08, NR + Ex Ka 2030 diberangkatkan dari Sr. Serpong menuju Depo KRL Bukit Duri.
4. Jam 04.00, perbaikan permanen jaringan LAA selesai dilakukan.
5. Jam 04.15, tegangan di petak jalan akibat kejadian sudah ON kembali.

I.4.2 SARANA

Proses evakuasi terhadap rangkaian KA 2030 dilakukan dengan pemeriksaan di tempat dan kemudian rangkaian KA 2030 dan NR ditarik ke Depo KRL Bukit Duri.

1.5 DATA INVESTIGASI

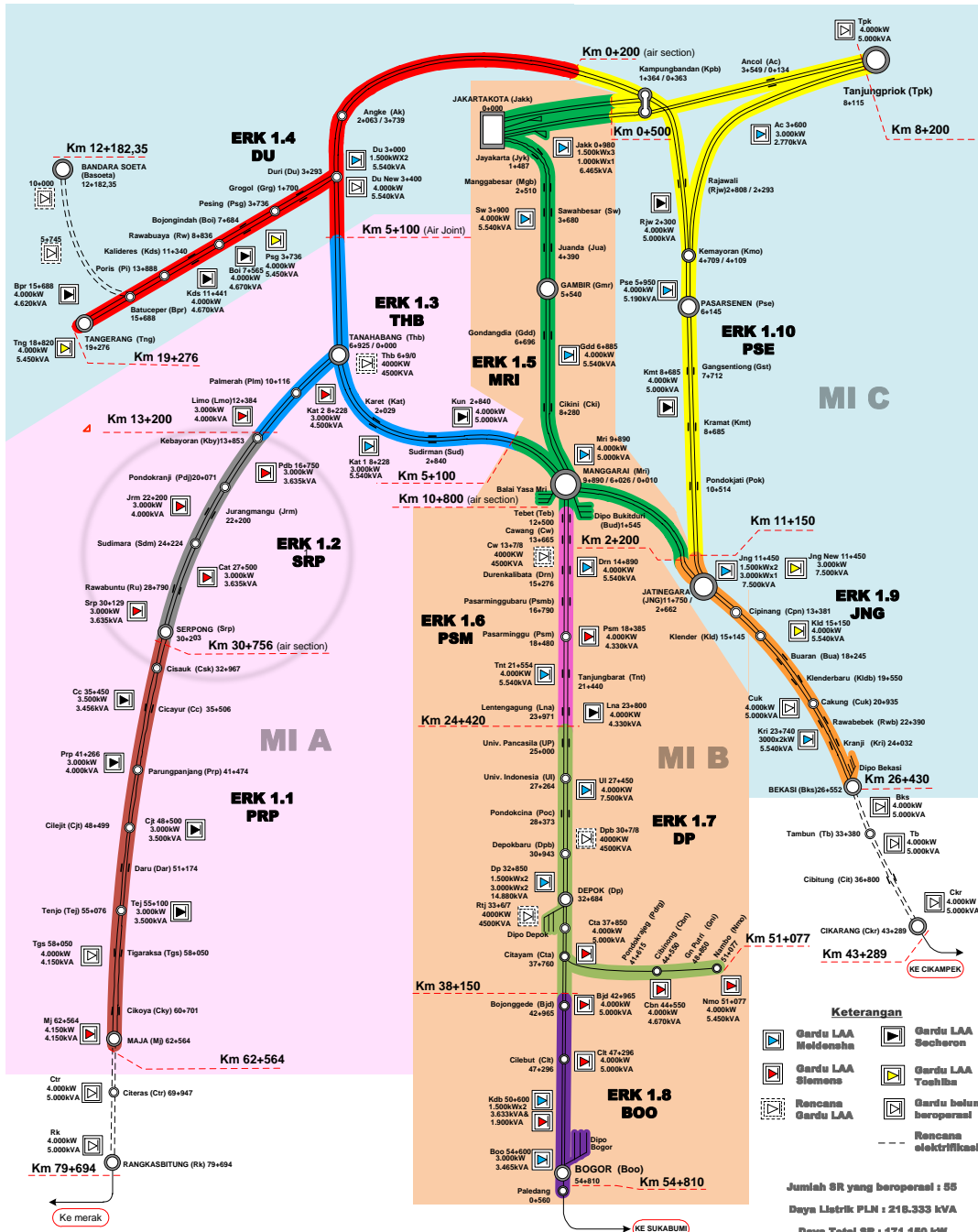
1.5.1 PRASARANA

1.5.1.1 Jalur Kereta Api

Rel Jalur I	: UIC R.54
Alat Penambat	: Elastis E-Clip
Bantalán	: Beton

1.5.1.2 Instalasi Listrik Kereta Api

1. Catu Daya



Gambar 12. Peta Jaringan LAA di Daop 1 Jakarta

Wilayah Resort LAA Serpong terdiri dari 4 gardu listrik di Pondok Betung, Jurangmangu, Ciater dan Serpong.

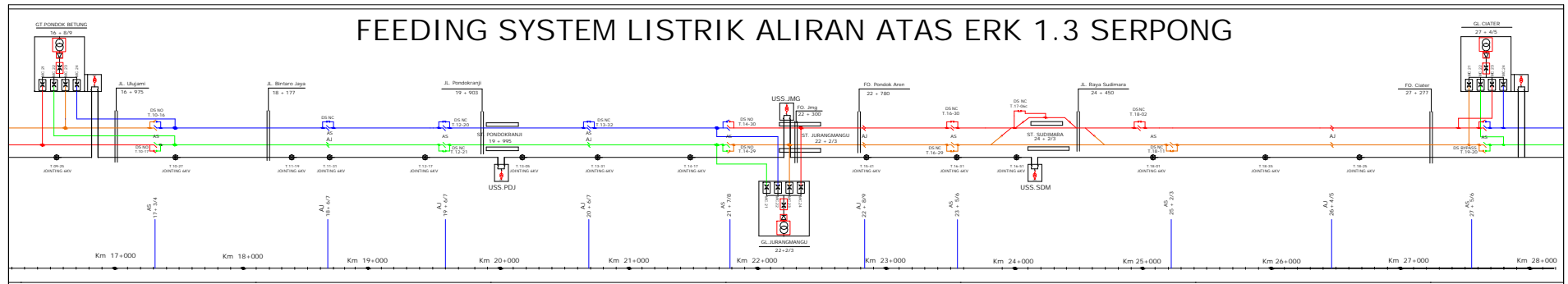
Tabel 1. Data Daya Gardu Listrik di Resort LAA Serpong

No	GT	LOKASI	DAYA PLN (KVA)	DAYA SR (KW)	KAPASITAS TRAFO (KVA)	GARDU PLN	TEGANGAN PLN (KV)	PENYEDIAAN DAYA LISTRIK OUTPUT			MULAI DINAS	PABRIK
								DAYA (KW)	TEG (VDC)	ARUS (A)		
1	PONDOK BETUNG	KM 16+760	3635	3000	3520	BT 165	20	3098	1500	2065	2007	SIEMENS
2	JURANGMANGU	KM 22+200	4000	3000	3520	CP 127	20	3409	1500	2273	1994	SIEMENS
3	CIATER	KM 27 + 300	3435	3000	3520	SRP 007	20	2928	1500	1962	2007	SIEMENS
4	SERPONG	KM 30 + 125	3635	3000	3520	SR 165	20	3098	1500	2065	1994	SIEMENS

Data gangguan terhadap peralatan di Wilayah Resort LAA Serpong menunjukkan bahwa sepanjang 2 bulan terakhir terdapat 8 kali gangguan pada ke-4 gardu listrik (Pondok Betung, Jurangmangu, Ciater dan Serpong). Dari 8 kali gangguan tersebut terdapat 1 kali gangguan akibat petir di GT Jurangmangu pada bulan Februari, sedangkan gangguan lainnya dikarenakan putusnya supply listrik dari PLN.

Tabel 2. Data Gangguan Peralatan di Resort LAA Serpong

No	LOKASI	PERALATAN	KOMPONEN	TANGGAL	MULAI JAM	LAMANYA (menit)	PENYEBAB	TINDAKAN	KLASIFIKASI	KET
JANUARI										
1	GT SERPONG	Catu daya LAA	JZ01 dan MC13	2-Jan-18	7:20	145	Supply 20kV PLN OFF	Koordinasi dengan pihak PLN	Uncontrollable	
2	GT CIATER	Catu daya LAA	JZ01 dan MC13	2-Jan-18	7:20	145	Supply 20kV PLN OFF	Koordinasi dengan pihak PLN	Uncontrollable	
3	GT JURANGMANGU	Catu daya LAA	JZ01 dan MC13	2-Jan-18	7:20	145	Supply 20kV PLN OFF	Koordinasi dengan pihak PLN	Uncontrollable	
4	GT PONDOK BETUNG	Catu daya LAA	JZ01 dan MC13	2-Jan-18	7:20	145	Supply 20kV PLN OFF	Koordinasi dengan pihak PLN	Uncontrollable	
5	GT SERPONG	Catu daya LAA	JZ01 dan MC13	2-Jan-18	9:45	1440	Supply 20kV PLN OFF dan VCB 20 kV tidak bisa ON	Koordinasi dengan pihak PLN	Controllable	
6	GT PONDOK BETUNG	Catu daya LAA	JZ01 dan MC13	27-Jan-18	4:32	57	Supply 20kV PLN OFF	Koordinasi dengan pihak PLN	Uncontrollable	
FEBRUARI										
1	GT JURANGMANGU	Catu daya LAA	MC22	3-Feb-18	6:33	1	Trip by protection instantaneous	HSCB autoreclose	Controllable	
2	GT SERPONG	Catu daya LAA	JZ01 dan MC13	9-Feb-18	8:29	05-Feb-00	Supply 20kV PLN OFF	Koordinasi dengan pihak PLN	Uncontrollable	



Gambar 13. Feeding System pada Jaringan Transmisi Listrik di Resort LAA 1.3 Serpong

Gangguan Supply Listrik tanggal 3 Maret 2018

Pada tanggal 3 Maret 2018 jam 17.12 WIB, GT Jurangmangu trip akibat sambaran petir yang menyambar tower provider telepon seluler yang berada di halaman gardu traksi.

Date	Time	Prioriti	Source	Event	Status	Info	Commi	Batch name	Area	Loop li	Type
25	10/02/18	08:14:43.449	0 JURANGMANGU	CB MC24 REMOTE ON	OK				1500VDC		Process mes
26	13/02/18	10:30:42.125	0 JURANGMANGU	MC23 Feeder 3 Truck trouble	Warning	Higt			635 4_DC		Warning Higt
27	13/02/18	10:31:11.127	0 JURANGMANGU	MC23 Feeder 3 CB trouble	Warning	Higt			634 4_DC		Warning Higt
28	13/02/18	10:45:20.152	0 JURANGMANGU	CB MC22 OPEN	Process	mes			1500VDC		Process mes
29	18/02/18	00:36:02.982	0 JURANGMANGU	CB MC24 OPEN	Process	mes			1500VDC		Process mes
30	18/02/18	00:37:16.991	0 JURANGMANGU	CB MC22 OPEN	Process	mes			1500VDC		Process mes
31	18/02/18	00:37:17.088	0 JURANGMANGU	MC24 Feeder 4 Instantaneous short circuit	Warning	Higt			686 4_DC		Warning Higt
32	18/02/18	00:37:38.089	0 JURANGMANGU	CB MC32 CLOSE	Process	mes			1500VDC		Process mes
33	18/02/18	03:50:01.580	0 JURANGMANGU	CB MC21 CLOSE	Process	mes			1500VDC		Process mes
34	18/02/18	03:58:38.689	0 JURANGMANGU	CB MC22 CLOSE	Process	mes			1500VDC		Process mes
35	18/02/18	07:05:16.201	0 JURANGMANGU	CB MC24 LOCAL ON	Process	mes			1500VDC		Process mes
36	18/02/18	07:09:13.213	0 JURANGMANGU	CB MC24 CLOSE	Process	mes			1500VDC		Process mes
37	03/03/18	17:12:32.001	0 JURANGMANGU	CB TR3520 OPEN	Process	mes			TR3520		Process mes
38	03/03/18	17:12:32.139	0 JURANGMANGU	CB MC21 OPEN	Process	mes			1500VDC		Process mes
39	03/03/18	17:12:32.139	0 JURANGMANGU	CB MC32 OPEN	Process	mes			1500VDC		Process mes
40	03/03/18	17:12:32.140	0 JURANGMANGU	MC21 Feeder 1 Protection device trouble	Warning	Higt			492 4_DC		Warning Higt
41	03/03/18	17:12:32.140	0 JURANGMANGU	MC21 Feeder 1 MCB trip	Warning	Higt			488 4_DC		Warning Higt
42	03/03/18	17:12:32.140	0 JURANGMANGU	MC21 Feeder 1 Frame fault trip	Warning	Higt			489 4_DC		Warning Higt
43	03/03/18	17:12:32.140	0 JURANGMANGU	MC21 Feeder 1 Trip by protection instantaneous	Warning	Higt			481 4_DC		Warning Higt
44	03/03/18	17:12:32.140	0 JURANGMANGU	MC23 Feeder 3 Frame fault trip	Warning	Higt			617 4_DC		Warning Higt
45	03/03/18	17:12:32.140	0 JURANGMANGU	MC24 Feeder 4 Frame fault trip	Warning	Higt			681 4_DC		Warning Higt
46	03/03/18	17:12:32.140	0 JURANGMANGU	MC32 Bypass panel Frame fault detected	Warning	Higt			745 4_DC		Warning Higt
47	03/03/18	17:12:35.138	0 JURANGMANGU	PLC1 Vis.Contr.Panel communication disturbed MC21	Warning	Higt			243 1_PLC		Warning Higt
48	03/03/18	17:12:35.138	0 JURANGMANGU	PLC1 Vis.Contr.Panel communication disturbed MC24	Warning	Higt			244 1_PLC		Warning Higt
49	03/03/18	17:12:35.138	0 JURANGMANGU	PLC1 Vis.Contr.Panel communication disturbed MC11	Warning	Higt			246 1_PLC		Warning Higt
50	03/03/18	17:12:35.138	0 JURANGMANGU	PLC1 Vis.Contr.Panel communication disturbed MC25	Warning	Higt			242 1_PLC		Warning Higt
51	03/03/18	17:12:35.138	0 JURANGMANGU	HH1 6KV Inc. CB Fault	Warning	Higt			274 5_MV_6KV		Warning Higt
52	03/03/18	17:12:35.138	0 JURANGMANGU	HH1 6KV Inc. Earthing switch Fault	Warning	Higt			275 5_MV_6KV		Warning Higt
53	03/03/18	17:12:35.138	0 JURANGMANGU	PLC1 Vis.Contr.Panel communication disturbed MC21	Warning	Higt			241 1_PLC		Warning Higt
54	03/03/18	17:37:13.212	0 JURANGMANGU	CB MC23 DIP SWITCH CLOSE	Process	mes			1500VDC		Process mes
55	03/03/18	17:37:13.212	0 JURANGMANGU	CB MC22 DIP SWITCH OPEN	Process	mes			1500VDC		Process mes
56	03/03/18	17:37:13.212	0 JURANGMANGU	CB MC24 DIP SWITCH OPEN	Process	mes			1500VDC		Process mes
57	03/03/18	18:35:58.384	0 JURANGMANGU	CB TR3520 CLOSE	Process	mes			TR3520		Process mes
58	03/03/18	18:35:58.385	0 JURANGMANGU	CB MC32 LOCAL ON	Process	mes			1500VDC		Process mes
60	03/03/18	18:35:59.389	0 JURANGMANGU	MC22 Feeder 2 Remote control OFF MC22	Warning	Higt			901 4_DC		Warning Higt
61	03/03/18	18:36:01.387	0 JURANGMANGU	CB MC21 LOCAL ON	Process	mes			1500VDC		Process mes
62	03/03/18	18:36:01.389	0 JURANGMANGU	MC21 Feeder 1 Remote control OFF MC21	Warning	Higt			900 4_DC		Warning Higt

Gambar 14. LAA Logger di GT Jurangmangu

Sistem proteksi HSCB MC 21 yang ada di dalam GT Jurangmangu mendeteksi arus mencapai ± 15.000 Ampere dan tegangan mencapai ± 2000 VDC.



Gambar 15. Rekaman Arus HSCB MC 21 di GT Jurangmangu



Gambar 16. Rekaman Tegangan HSCB MC 21 di GT Jurangmangu

Imbas kejadian tersebut semua perangkat pemutus (HSCB & VCB) trip dengan indikasi *Frame Fault Protection*, sehingga proteksi Linked Breaking Device (LBD) bekerja untuk memutus HSCB yang berpasangan.

Date	Time	Priority	Source	Event	Status	Info	Comm Batch name	Area	Loop Id	Type
26/02/18	11:34:50.587	0	CIATER	CB MC32 CLOSE	CG			1500VDC		Process mes
26/02/18	11:46:14.023	0	CIATER	MC22 Feeder 2 CB trouble	CG			570_4_DC		Warning High
26/02/18	11:58:21.643	0	CIATER	CB MC22 DIP SWITCH OPEN	C			1500VDC		Process mes
26/02/18	11:59:50.854	0	CIATER	MC32 Bypass panel Truck trouble	CG			763_4_DC		Warning High
26/02/18	12:05:20.375	0	CIATER	MC32 Bypass panel CB trouble	CG			763_4_DC		Warning High
26/02/18	12:05:23.632	0	CIATER	CB MC32 OPEN	C			1500VDC		Process mes
26/02/18	12:06:13.364	0	CIATER	CB MC32 IN OPERATING POSITION	C			1500VDC		Process mes
26/02/18	12:06:46.227	0	CIATER	CB MC24 REMOTE ON	C			1500VDC		Process mes
26/02/18	12:06:47.526	0	CIATER	CB MC32 REMOTE ON	C			1500VDC		Process mes
01/03/18	16:28:19.290	0	CIATER	MC13 Incoming panel Trip from Mediumvoltage	CG			1411_4_DC		Warning High
01/03/18	16:28:10.291	0	CIATER	CB TR3520 OPEN	CG			TR3520		Process mes
01/03/18	20:04:51.539	0	CIATER	CB TR3520 CLOSE	C			TR3520		Process mes
01/03/18	20:05:01.569	0	CIATER	Connection CTR_20KV not established	CG					Failure
03/03/18	17:16:56.016	0	CIATER	MC23 Feeder 3 Blocking from related station	CG			619_4_DC		Warning High
03/03/18	17:32:34.423	0	CIATER	CB MC23 LOCAL ON	C			1500VDC		Process mes
03/03/18	19:09:38.982	0	CIATER	CB MC23 REMOTE ON	C			1500VDC		Process mes
03/03/18	19:36:17.309	0	CIATER	CB MC24 OPEN	CG			1500VDC		Process mes
03/03/18	19:35:17.309	0	CIATER	CB MC13 OPEN	CG			1500VDC		Process mes
03/03/18	19:35:17.310	0	CIATER	MC21 Feeder 1 Trip by protection instantaneous	CG			451_4_DC		Warning High
03/03/18	19:35:17.310	0	CIATER	MC24 Feeder 4 Trip by protection instantaneous	CG			673_4_DC		Warning High
03/03/18	19:35:17.310	0	CIATER	MC13 Incoming panel Overcurrent trip	CG			803_4_DC		Warning High
03/03/18	19:35:25.993	0	CIATER	MC24 Feeder 4 Test contactor trouble	CG			697_4_DC		Warning High
03/03/18	19:35:25.993	0	CIATER	CB MC24 CLOSE	C			1500VDC		Process mes
03/03/18	19:35:51.256	0	CIATER	CB MC13 CLOSE	C			1500VDC		Process mes
03/03/18	19:38:52.449	0	CIATER	MC21 Feeder 1 Instantaneous short circuit	CG			484_4_DC		Warning High
03/03/18	20:51:46.081	0	CIATER	MC21 Feeder 1 Truck trouble	CG			507_4_DC		Warning High
03/03/18	20:54:56.179	0	CIATER	MC22 Feeder 2 Truck trouble	CG			571_4_DC		Warning High
04/03/18	01:45:13.593	0	CIATER	CB MC21 LOCAL ON	CG			1500VDC		Process mes
04/03/18	01:45:31.848	0	CIATER	CB MC22 IN OPERATING POSITION	C			1500VDC		Process mes
04/03/18	01:45:40.031	0	CIATER	CB MC21 IN OPERATING POSITION	C			1500VDC		Process mes
04/03/18	02:43:04.006	0	CIATER	CB MC21 OPEN	CG			1500VDC		Process mes
04/03/18	02:43:04.250	0	CIATER	CB MC22 OPEN	CG			1500VDC		Process mes
04/03/18	04:23:12.752	0	CIATER	CB MC22 CLOSE	C			1500VDC		Process mes
04/03/18	04:23:28.024	0	CIATER	CB MC21 CLOSE	C			1500VDC		Process mes
04/03/18	04:24:13.457	0	CIATER	CB MC22 REMOTE ON	C			1500VDC		Process mes
04/03/18	04:24:15.999	0	CIATER	CB MC21 REMOTE ON	C			1500VDC		Process mes

Gambar 17. LAA Data Logger di GT Ciater

Dampak kejadian tersebut, GT Jurangmangu tidak bisa di-on-kan kembali hingga saat ditulainya laporan.

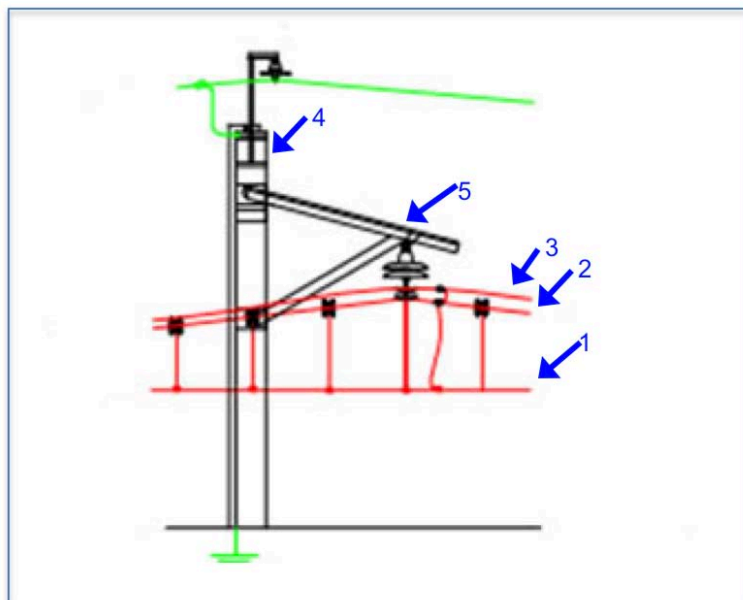
Untuk mensupply tegangan ke lintas, di-supply dari GT Ciater dan GT Pondokbetung. Sehingga beban arus KRL terkonsentrasi di *air section* GT Ciater KM 27 + 5/6 jalur hulu antara Sudimara – Serpong yang mengakibatkan *messenger wire* rantas.

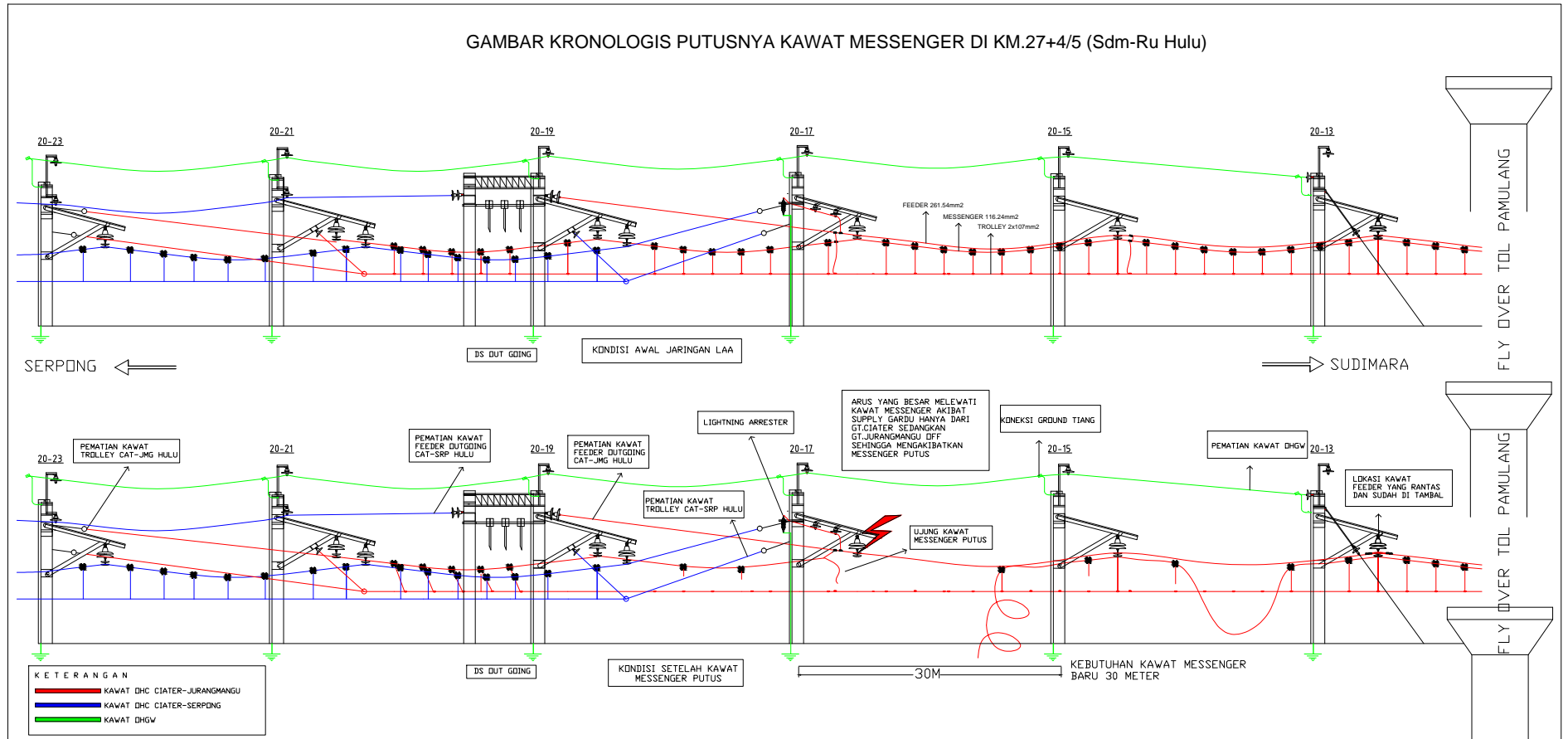
Pada saat KRL lewat di lokasi tersebut membutuhkan arus yang cukup besar terutama karena saat itu rangkaian KRL yang tertahan di St. Kebayoran (akibat tripnya GT Jurangmangu) mulai diberangkatkan ke arah Serpong sehingga berdampak pada putusnya *messenger wire*.

Sesuai hasil wawancara KNKT terhadap masinis, KA 2030 diberangkatkan dari St. Kebayoran pada jam 19.09, dan tiba di St. Sudimara pada jam 19.24. KA 2030 diberangkatkan kembali pada jam 19.25 dari St. Sudimara dan setelah berjalan \pm 4 menit terdengar adanya suara ledakan di atas kabin masinis. Masinis KA 2030 langsung menghentikan KA-nya di Km 27+6.

2. Transmisi Tenaga Listrik (Catenary)

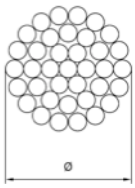
Data LAA	
1. Trolley wire	: Gt 107 mm ²
2. Messenger wire	: Bz 116 mm ²
3. Feeder wire	: Cu 262 mm ²
4. Tiang	: H-Beam
5. Cantilever	: Single
6. Truss	: Span wire
7. Tensile Strength	: 2200 kgf





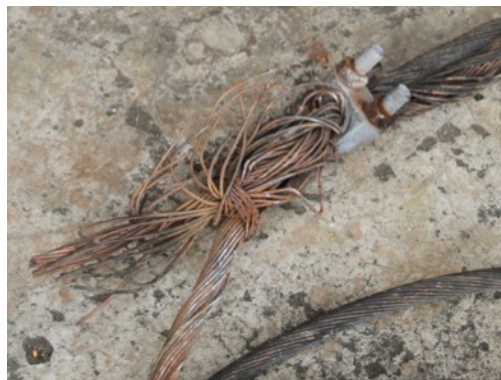
Gambar 18. Putusnya messenger wire di antara St. Sudimara - St. Rawabuntu

Pengamatan terhadap Messenger Wire



Messenger wire di lokasi kejadian merupakan *stranded conductor Bz* 166mm² dan memenuhi spesifikasi sesuai DIN 48201 Part 2. Jumlah strand dalam satu kawat adalah sejumlah 37-strands yang terbuat dari copper alloy (Cu Mg).

Pengamatan terhadap *messenger wire* yang putus pada sambungan memperlihatkan bahwa *messenger wire* disambung dengan menggunakan *temporary clamping (U-clamp)* yang terbuat dari *aluminium cast alloy* dan terlihat bahwa ujung kawat (*strand ends*) dari bagian *messenger wire* mengalami kegagalan untuk menahan normal *tension* (tegangan tarik) dalam mensupport *contact wire* di bawahnya. Nilai resistensi di daerah sambungan naik dan mengakibatkan kenaikan temperatur yang terlihat pada *wire* yang meleleh.



Gambar 19. Penyambungan *messenger wire* dengan *temporary clamping (U-clamp)*

Dalam kejadian yang dialami KA 2030 tanggal 3 Maret 2018, hal ini diperparah pula dengan besarnya arus yang melewati *messenger wire* akibat beban trafik setelah tripnya GT Jurangmangu.



Gambar 20. *End strands failure* pada *messenger wire*

Bagian *messenger wire* yang telah putus tersebut mengalami *overheating damage* yang disebabkan oleh *electrical arcing* dan kemudian mengenai kabin masinis serta mengenai bagian *outer case* dari *air conditioning* K 204162.

Perawatan Messenger Wire

Perawatan sedianya merupakan suatu proses untuk memastikan bahwa sistem terus melakukan apa yang dibutuhkan pengguna sesuai dengan apa yang dibutuhkan untuk kegiatan operasional.

Perawatan terhadap *messenger wire* dilakukan dengan pemeriksaan berkala jaringan catenary sesuai dengan Peraturan Direksi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Nomor PER.T/KI.105/I/1/KA-2018 tentang Buku Pedoman Pemeriksaan dan Perawatan *Signalling, Telecommunication and Electricity (STE)*. Perawatan peralatan STE dilakukan dengan tujuan untuk menjaga kondisi peralatan sehingga dapat berfungsi dengan baik dan aman untuk dioperasikan secara berkelanjutan sesuai dengan persyaratan teknis peralatan.

Buku ini merupakan pembaharuan Pedoman Perawatan Sintelis Di Lingkungan PT. Kereta Api Indonesia (Persero) yang disusun di tahun 2011 mengingat adanya beberapa perubahan metoda dan tata cara perawatan sintelis sesuai perkembangan teknologi terapan yang digunakan.

1. Perawatan 1 (Satu) Bulanan

Pemeriksaan 1 Bulanan dilakukan terhadap kondisi fisik *messenger wire* dan pada umumnya yang dilakukan adalah dengan memeriksa kebersihan kawat, kondisi kawat dan memeriksa ada tidaknya rantas dan sambungan.

Tabel 3. Instruksi Kerja untuk Messenger wire 1 (satu) Bulanan

No	ITEM PEMERIKSAAN	CATATAN PEMERIKSAAN	REFERENSI STANDAR	KLASIFIKASI
3	Kawat messenger	Periksa kebersihan kawat dari benda asing	Bersih	OK : Bersih
				NOT OK : Tidak bersih
		Periksa kondisi kawat dalam satu gawang	Tidak rantas	OK : Tidak ratas, tidak karat
				NOT OK : Rantas, karat
		Periksa tambalan atau sambungan yang terdapat dalam satu gawang	Tidak rantas	OK : Terpasang BS 90, klem buaya 150
				NOT OK : Tidak terpasang BS 90, klem buaya

2. Perawatan 3 (Tiga) Bulanan

Pemeriksaan 3 Bulanan dilakukan terhadap kondisi fisik *messenger wire* dan pada umumnya yang dilakukan adalah dengan memeriksa kebersihan kawat, kondisi kawat dan memeriksa ada tidaknya karat pada kawat.

Tabel 4. Instruksi Kerja untuk Messenger wire 3 (tiga) Bulanan

No	ITEM PEMERIKSAAN	CATATAN PEMERIKSAAN	REFERENSI STANDAR	KLASIFIKASI
3	Kawat messenger	Periksa kebersihan kawat dari benda asing	Bersih	OK : Bersih
				NOT OK : Tidak bersih
		Periksa kondisi kawat dalam satu gawang	Tidak rantas	OK : Tidak ratas, tidak karat
				NOT OK : Rantas, karat
		Periksa apakah kawat berkarat	Tidak berkarat	OK : Tidak berkarat
				NOT OK : Berkarat

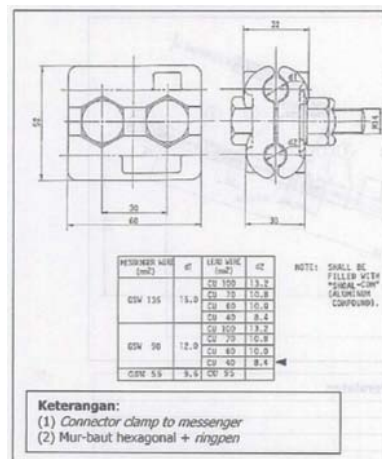
Tujuan pelaksanaan pemeriksaan visual dari setiap bagian dari LAA (OHE) yang merupakan bagian dari perawatan, agar setiap kelainan dan abnormalities dapat tercatat dan dilaporkan untuk ditindaklanjuti oleh petugas perawatan.

Pemeriksaan secara periodik tersebut dilakukan untuk merekondisi dan mengembalikan instalasi dalam kondisi ketika pertama kali dioperasikan, sedangkan pemeliharaan preventif memiliki tujuan untuk menjaga keausan dan kerusakan selama pengoperasian normal dan mencegah kemungkinan kegagalan dengan pemeriksaan rutin dan tepat.

Penyambungan Messenger Wire

Penyambungan messenger wire sebagaimana digambarkan dalam Peraturan Direksi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Nomor PER.T/KI.105/I/1/KA-2018 tentang Buku Pedoman Pemeriksaan dan Perawatan STE dijelaskan bahwa tambalan atau sambungan *messenger wire* dalam satu gawang adalah diperbolehkan (klasifikasi "OK").

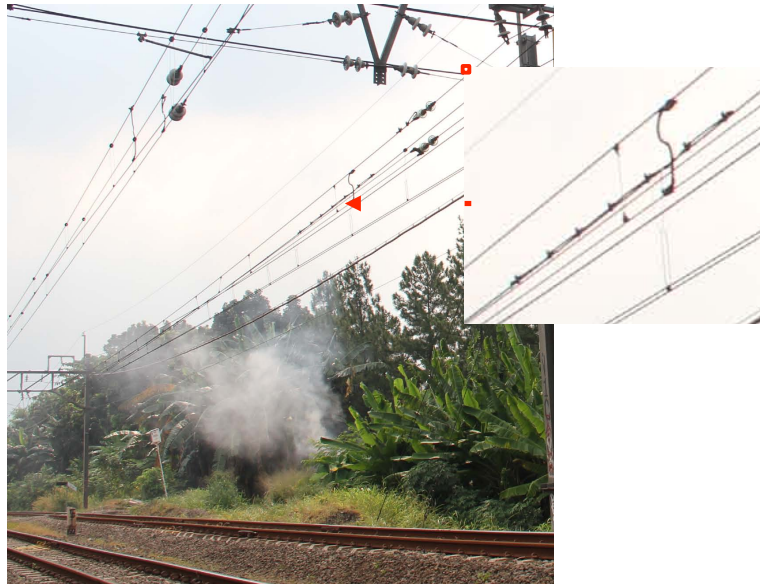
Sementara itu sesuai informasi dari bagian LAA bahwa penyambungan *messenger wire* hanya diperbolehkan bersifat temporer dan selain itu diperbolehkan pula untuk pematian kawat (*dead end*) di tiang LAA. Meskipun sesuai Buku Pedoman Pemeriksaan dan Perawatan STE diperbolehkan adanya penyambungan dalam satu gawang (*mid span splices*) dengan menggunakan clamp BS 90 atau klem buaya.



Gambar 21. Clamp pada messenger wire sesuai buku Pedoman Pemeriksaan dan Perawatan STE

Tidak rincinya batas waktu pemasangan *temporary clamp* yang seharusnya dijelaskan di dalam prosedur perawatan, sehingga membuat tiap personel memiliki pemahaman masing-masing akan kemampuan *clamp* serta kondisi sambungan itu sendiri. Sedianya *temporary clamp* (sesuai namanya adalah klem sementara), harus dilanjutkan dengan perbaikan tetap untuk menghindari kegagalan klem dalam menyambungkan *messenger wire*.

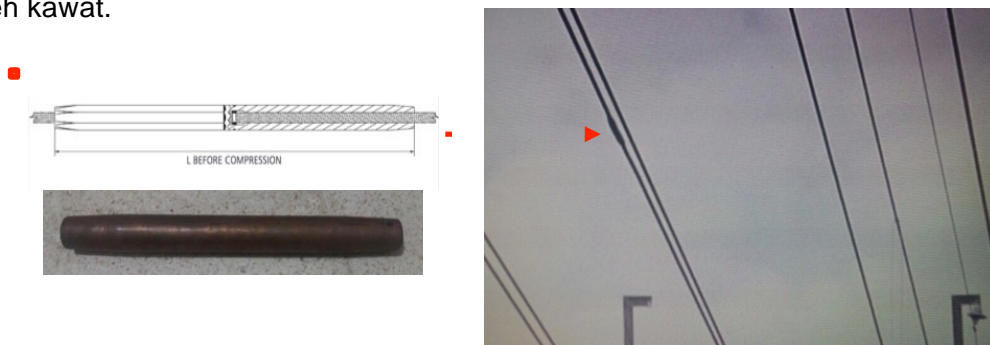
Selain itu, tidak ada aturan akan perbaikan tetap dengan penggantian alat sambung yang disarankan (*compression sleeve*) untuk mengembalikan fungsi *messenger wire*.



Gambar 22. Penyelesaian *messenger wire temporary* dengan *clamp* di lokasi

Penyelesaian *messenger wire* dengan *U-clamp* yang terbuat dari *aluminium cast alloy* di lokasi kejadian dapat dikatakan adalah *hazard* apabila dipandang sebagai penyelesaian kawat secara tetap (bukan penyelesaian sementara). Nilai *electrical conductivity* material *U-clamp* dengan bahan *aluminium cast alloy* sebesar $25-30 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ jauh lebih besar dari pada *copper based materials* sebesar $15-18 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$. Semestinya penyelesaian sementara ini harus segera diganti dengan menggunakan *compression sleeve* terbuat dari *copper* atau *copper alloy* untuk mencegah resistensi berlebih pada sambungan *clamping*. *Copper* dan *copper alloys* dipandang paling tepat untuk memenuhi persyaratan bagian OHE yang dialiri listrik (*energized*). Persyaratan tersebut termasuk pula kekuatan mekanikal yang besar dan konduktivitas *clamps* serta *compression sleeve* untuk menyambungkan *copper contact wires* dan *copper bronze catenary wires*. Selain itu, material ini memiliki sifat ketahanan yang lama (*long-term durability*).¹

Penggunaan *compression sleeve* (*mid-span splices* atau *full-tension splices/joints*) dimaksudkan agar *mechanical tension* dan *current* yang diterima oleh kawat dalam sambungan adalah sama. Pencengkraman kawat oleh *sleeve* agar inti kawat tetap lurus dan beban dapat dipikul secara merata oleh kawat.



Gambar 23. Pemasangan *compression sleeve* pada sambungan kawat

¹ Kessling, Puschman, Schmieder, Schneider, 2009, *Contact Lines For Electrical Railways*, Germany: Publicis Publishing

Selain itu, Tim Investigasi juga mengamati penyambungan *messenger wire* di jalur KA dengan klem buaya (atau *cone-type dead-end clamp*) yang hanya digunakan untuk pematian kawat di tiang LAA.



Gambar 24. *Messenger wire* dengan klem buaya untuk pematian kawat (atau *cone-type dead-end clamp*)

Kompetensi Tenaga Pemeriksa dan Perawatan Prasarana Perkeretaapian (LAA)

Dalam rangkaian perawatan rutin yang dilakukan di jalur instalasi listrik kereta api, dibutuhkan tenaga pemeriksa dan perawatan yang kompeten dan dibuktikan dengan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh pemerintah. Hal ini dimaksudkan agar personel tersebut mampu melakukan perbaikan sesuai dengan persyaratan dan standar pemeriksaan serta perawatan hingga mampu menganalisis dan mengevaluasi hasil perawatan. Rekomendasi dalam proses perawatan atau rekomendasi terhadap hasil perawatan juga harus diberikan sehingga keseluruhan manajemen perawatan agar tercapainya peningkatan sesuai dengan tingkat minimum perawatan yang aman (*safe minimum levels of maintenance*) sebagaimana yang telah ditetapkan. Dengan perawatan yang berkonsep tersebut akan menghasilkan peningkatan efektivitas biaya, kehandalan, peningkatan umur produktif dan pemahaman yang lebih besar mengenai tingkat risiko yang dikelola oleh manajemen perawatan.

1.5.1.3 Telekomunikasi

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


I.5.2 SARANA

I.5.2.1 Rangkaian KA 2030

Nomor/ Nama KA	KA 2030 (<i>commuterline</i>)
Susunan Rangkaian :	1. 205123 MC
	2. 205 335 T
	3. 204 335 M
	4. 205 336 T
	5. 204 336 M
	6. 205 162 T
	7. 204 162 M
	8. 205 124 M
	9. 204 104 M
	10. 204 54 MC

I.5.2.2 Perawatan KA 2030

Perawatan berkala



CHECK SHEET PEMELIHARAAN HARIAN

HARI / TANGGAL : Kamis, 01 Maret 2018
 NO. SERI KRL : TS 205JR 541123

ASAL KA : D1/10551

RENCANA UNTUK KA : 1917

NO	PEKERJAAN	KOMPONEN YANG DI CEK	METODE PENGECEKAN	NO. RANGKAIAN									
				205.123	205.335	204.335	205.336	204.336	205.162	204.162	205.124	204.104	204.54
I RANGKA ATAS													
a.	Pantograph	Frame Body, Komponen pantograph	Visual, Pengukuran		✓		✓		✓				
II RANGKA TENGAH													
Ruang Kabin:													
a.	Manometer	Manometer, tekanan (service & Emergency)	Cek Visual	✓								✓	
b.	Voltmeter	Voltmeter	Cek Visual	✓								✓	
c.	Pembuka/penutup pintu	Tuas, Tombol & Indikator pintu	Cek Fungsi	✓								✓	
d.	Kontrol pantograph	Saklar pantograph	Cek Fungsi	✓								✓	
Ruang Penumpang:													
a.	Lampu	Lampu	Cek Fungsi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
b.	Kipas	Kipas	Cek Fungsi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
c.	Hand grip	Hand grip	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
d.	Harmonika/Rubber below	Harmonika/Rubber below	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
e.	Kaca	kaca	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
f.	Bangku	Bangku	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
g.	Pintu	pintu	Cek Fungsi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
h.	Tirai	Tirai	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
l.	AC	AC & Blower	Cek Fungsi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
III RANGKA BAWAH													
a.	Axel Box	Axel Box	Cek Stiker suhu	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
b.	Rem blok	Rem blok	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
c.	Leveling Valve	Stang Leveling valve, Suspensi udara	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
d.	Tutup TM	Tutup TM	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
e.	Minyak Gear box	Volume Pelumas	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
f.	Coupling TM	Baut & plat kopling	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
g.	Compressor	Volume Pelumas, suara asing, & bocoran	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
h.	Motor Compressor	Suara asing	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
i.	Motor Generator	Suara asing	Cek Fisik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
j.	SIV	Cover, pengunci, kondisi box	Cek Fungsi & Fisik										
k.	DC DC	Cover, pengunci, kondisi box	Cek Fungsi & Fisik										
l.	Propulsi	Cover, pengunci, kondisi box	Cek Fungsi & Fisik		✓		✓		✓				

KETERANGAN :
 ✓ : ADA/BAIK
 ○ : MANCO
 - : TIDAK DILENGKAPI
 X : RUSAK

ALAT : Senter, Mistar ukur, Palu, Timbangan

KaPukri Pengawas DC

Gambar 25. Daily Check Sheet KA 2030

Perawatan Pantograph KA 2030

KA 2030 merupakan KRL tipe JR 205 dengan jenis pantograph *diamond-shaped*. Dalam satu train set terdapat 3 kereta yang diperlengkapi dengan pantograph yang berfungsi untuk mengalirkan listrik dari *contact wire* (trolley) ke konverter kemudian diteruskan ke motor sehingga KRL berjalan. Masing-masing pantograph terdiri dari double lengan (*arms*) yang digerakkan dengan *coupling rod*.

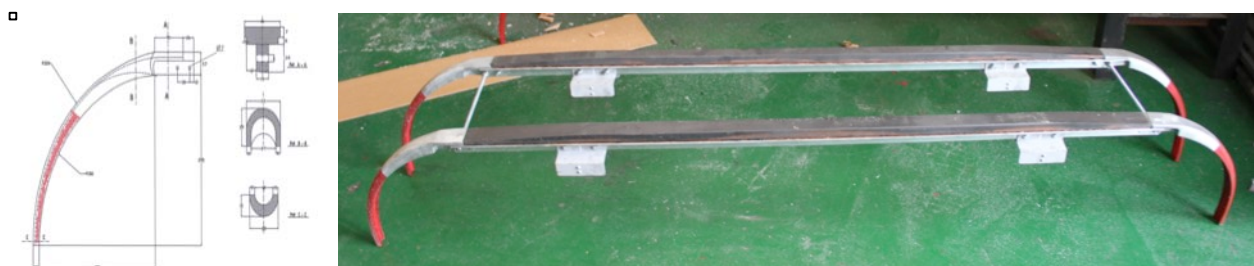


Gambar 26. *Diamond-shaped* pantograph pada JR 205

Perawatan detail terhadap pantograph dilakukan dalam perawatan sarana 3 bulanan untuk kereta jenis JR 205 dengan melakukan pemeriksaan kondisi fisik *main collector*, *endhorn*, splitpen, penyeimbang, kebersihan isolator serta arrester.

Pada lembaran hasil perawatan 3 bulanan terakhir terhadap KA 2030 yang dilakukan pada tanggal 26 Februari 2018 di Depo Bogor, seluruh bagian pantograph telah dinyatakan baik dan masih memenuhi standar sebagaimana di table acuan. Meskipun demikian, pada perawatan 3 bulanan tersebut, dilakukan penggantian *main collector* pantograph sebanyak 6 buah dan penggantian *endhorn* sebanyak 12 buah. Seluruh kegiatan perawatan yang dilakukan telah disetujui oleh bagian *Quality Control* serta Supervisor Pemeriksaan Bulanan setempat.

Keseluruhan *main collector* di KA 2030 Commuterline telah dimodifikasi dengan diperpanjang menjadi 1350mm. Modifikasi mencakup pula perpanjangan dan bentuk *end horn* di kedua ujung *main collector* karena seringnya *endhorn* menyangkut pada *contact wire*.



Gambar 27. Desain modifikasi end horn perpanjangan pantograph KRL type JR 205

PEMERIKSAAN 3 BULANAN (P3) TRAINSET 205JR



HARI, TANGGAL : SENIN, 26 FEBRUARI 2018
 TRAINSET : 205JR123
 DEPO INDUK : BOGOR

BAGIAN	SF 10 KERETA 1 PINTU DENGAN SIX DOOR											KETERANGAN
	NO RANGKAIAN											
	TC	M	M'	M	M'	M	M'	T	T	TC'		
	BAIK											
	RUSAK / HILANG											
	PEMERIKSAAN RANGKA ATAS											
	NO	STANDARD										
PANTOGRAPH	1	PERIKSA KONDISI COLLECTOR PANTOGRAPH	Minimal 7 mm	✓		✓		✓				
	2	PERIKSA KONDISI PERMUKAAN COLLECTOR PANTOGRAPH	Baik & Rata	✓		✓		✓				
	3	PERIKSA KONDISI PERMUKAAN ANDHORN PANTOGRAPH	Minimal 15 mm	✓		✓		✓				
	4	PERIKSA KONDISI SPLET PEN	Baik & Bersih	✓		✓		✓				
	5	CHEK KABEL SHUNT	Minimal 15%	✓		✓		✓				
	6	KEKENCANGAN BAUT SHUNT	kencang & nyaring	✓		✓		✓				
	7	CHEK KONDISI PER-PENYIMBANG PANTOGRAPH	Baik & Bersih	✓		✓		✓				
	8	CHEK BAUT DUDUKAN ISOLATOR PANTOGRAPH	kencang & nyaring	✓		✓		✓				
	9	BERSIHKAN ISOLATOR DUDUKAN PANTOGRAPH	Baik & Bersih	✓		✓		✓				
	10	CHEK KONDISI ARRESTER & RUMAH DUDUKAN	Baik & Bersih	✓		✓		✓				
	11	BERSIHKAN ISOLATOR PENARIK MANUAL	Baik & Bersih	✓		✓		✓				
	12	CHEK KONDISI PENARIK MANUAL & FUNGSINYA	Baik & Bersih	✓		✓		✓				
	13	SETTING TEKANAN PANTOGRAPH PADA CATENARY	± 7 kg	✓		✓		✓				
	14	LUMASI BAGIAN YANG BERGERAK DENGAN GREASE / PELUMAS	Baik & Bersih	✓		✓		✓				
	15	PERIKSA TAHANAN ISOLASI ISOLATOR	100 MΩ 1000vdc (0,3 ohm)	✓		✓		✓				
	16	CHEK KONDISI ARRESTER & RUMAH DUDUKANNYA	Baik & Bersih	✓		✓		✓				
	17	CHEK KEBERSIHAN SEKITARAN PANTOGRAPH	Baik & Bersih	✓		✓		✓				
	18	PERIKSA LAPISAN ATAP	Baik & Bersih	✓		✓		✓				

KETERANGAN :

YANG MENERJAKAN :

Ganti main collector pantograph 6 pcs
 and horn 12 pcs

- Group C
- " D
- "

MENGETAHUI,
 QUALITY CONTROL

MENGETAHUI,
 SENIOR SPV PEM BILANGAN

PERALATAN YANG DIGUNAKAN :

- | | | |
|-------------------------------|----------------------|-------------------|
| 1. MISTAR PENGGARIS STAINLESS | 4. SENTER | 7. SABUK PENGAMAN |
| 2. PALU KECIL | 5. OBENG + & OBENG - | |
| 3. TANG KOMBINASI | 6. KAPUR TULIS | |

Gambar 28. Lembar Pemeriksaan 3 Bulanan KA 2030

I.5.3 OPERASI

KA 2030 adalah kereta api rel listrik *commuter line* lintas pelayanan St, Jakartakota – St. Serpong. Pukul 17.05, KA 2030 diberangkatkan dari St. Tanahabang menuju St. Serpong.

Pada pukul 17.17, KA 2030 tertahan di St. Kebayoran karena adanya gangguan LAA antara St. Pondok Ranji – St. Sudimara. KA 2030 diberangkatkan kembali pada pukul 19.09 dan tiba di St. Sudimara pada pukul 19.24. ± 4 menit kemudian, KA 2030 berhenti dan rangkaiannya padam di Km 27+6.

I.5.4 SUMBER DAYA MANUSIA

1.5.4.1 KA UPT Resort LAA Serpong

Keterangan :

- Pada jam 17.12 tanggal 3 Maret 2018, diketahui bahwa GT Jurangmangu *log out (blank)* sebagai dampak tower seluler terkena petir. Tower seluler (BTS yang dipergunakan untuk PT. XL Axiata) berada pada jarak 10 meter dari GT Jurangmangu dan dipasang pada tahun 2015.
- Teknisi LAA di Resort LAA Serpong kemudian memeriksa dan memosisikan *switch* ke posisi *test* untuk LBD ke arah HSCB yang berpasangan dengan GT Jurangmangu; yakni GT Pondok Betung dan dan GT Ciater.
- Ybs menginstruksikan untuk meng-*on*-kan HSCB Pondok Betung dan Ciater secara lokal atau manual.
- Ybs menjelaskan bahwa SOP untuk menangani kejadian HSCB trip terkena LBD adalah: langkah pertama harus memosisikan *switch* ke posisi *test* baru setelah itu meng-*on*-kan HSCB secara lokal.
- Penanganan kejadian tersebut dilakukan oleh ybs dan teknisi LAA; penanganan di GT Ciater dilakukan oleh Teknisi LAA sedangkan penanganan di GT Pondok Betung dilakukan oleh ybs sendiri.
- Pada jam 18.57, GT Pondok Betung dan GT Ciater sudah bisa di-*on* secara lokal.
- Dikarenakan GT Jurangmangu belum bisa *on* akibat terkena petir, maka *supply* tegangan berkonsentrasi pada GT Pondok Betung dan GT Ciater.
- Pada jam 19.32, ybs menerima laporan dari *remote control (PK/OC)* MRI terdapat gangguan pantograph di Km 27+5 jalur hulu lintas St. Sudimara – St. Rawabuntu.
- Ybs bersama dengan personil LAA menuju lokasi dan setelah di lokasi baru diketahui adanya pantograph KRL patah dan messenger wire putus. Diketahui pula bahwa GT Ciater dalam kondisi *off* (trip).
- Pada jam 21.20 - 01.25, ybs bersama dengan personil LAA melakukan perbaikan temporer yakni dengan menyambung temporary messenger wire, hanger temporer, dan pemeriksaan ulang kawat di lokasi tersebut. Untuk itu supply tegangan dari GT Pondok Betung dan GT Ciater untuk jalur hulu di-*off*-kan.
- Jaringan LAA di jalur hulu pada lokasi tersebut dihidupkan kembali pada jam 02.00. Kemudian dilanjutkan perbaikan kembali hingga pukul 04.00 selesai perbaikan temporer.
- Ybs menambahkan bahwa hingga sekarang GT Jurangmangu dalam kondisi *off*, kontrol HSCB terimbas sambaran petir sehingga GT Jurangmangu *log out*.
- Ybs menyatakan bahwa pada tahun 2015 pernah terjadi messenger wire putus pada klem talang dan dilakukan perbaikan tanpa diganti.

- Sedangkan pada tahun 2017, pernah dilakukan penggantian messenger wire ke arah St. Serpong namun arah St. Sudimara belum pernah diganti.
- PT KAI (pengaturan LAA) tidak mengatur batasan umur atau pun jadwal penggantian baik itu untuk messenger wire maupun kawat feeder.
- Perawatan LAA di Resort Serpong telah disusun sesuai jadwal perawatan, seharusnya perawatan detail dilakukan pada bulan April minggu ke-2, 3 dan 4.
- Headway KRL di lokasi tersebut 10 menit.

1.5.4.2 Masinis KA 2030

Keterangan :

- Pada pukul 17.05, KA 2030 diberangkatkan dari St. Tanahabang menuju St. Serpong.
- Pada pukul 17.17, KA 2030 tertahan di St. Kebayoran karena adanya gangguan LAA antara St. Pondok Ranji – St. Sudimara.
- Pada pukul 19.09, KA 2030 diberangkatkan dari St. Kebayoran dan tiba di St. Sudimara pada pukul 19.24
- Pada pukul 19.25, KA 2030 diberangkatkan dari St. Sudimara dan setelah berjalan 4 menit, di Km 27+3/4 terdengar adanya suara ledakan di atas dan ybs langsung menghentikan KA-nya di Km 27+6.
- Setelah berhenti rangkaiannya padam dan dilakukan pengamanan kereta dengan mengerjakan handle ke posisi emergency
- Selanjutnya memastikan dan memeriksa rangkaian dan kedapatan (mengetahui, red) pantograph pada posisi tidak normal. Selanjutnya melaporkan PPKP terkait hal tersebut yang mengakibatkan tidak bisa melanjutkan perjalanan.
- Ybs kemudian menunggu evakuasi.

I.6 UJI COBA DAN PENELITIAN

Tidak dilakukan uji coba dan penelitian laboratorium dalam investigasi kejadian patahnya pantograph KA 2030 KRL di Km 27+6 petak jalan antara St. Sudimara – St. Serpong tanggal 3 Maret 2018.

II. TEMUAN

Berdasarkan data faktual yang dilakukan dalam proses investigasi kejadian patahnya pantograph KA 2030 KRL di Km 27+6 petak jalan antara St. Sudimara – St. Serpong tanggal 3 Maret 2018, Komite Nasional Keselamatan Transportasi mengidentifikasi temuan-temuan sebagai berikut:

1. *Messenger wire* di lokasi kejadian putus rantas dan terdapat *overheating damage* yang disebabkan oleh *electrical arcing* pada *messenger wire*.
2. *Messenger wire* yang putus rantas berada pada sambungan *messenger wire* dengan menggunakan *wire clamp* terbuat dari *aluminium cast alloy*.
3. Penyambungan *messenger wire* sambungan dalam satu gawang (*mid-span splices*) diperbolehkan dengan menggunakan *clamp* BS 90 atau dengan menggunakan klem buaya namun tidak diatur bahwa penyambungan tersebut bersifat sementara atau tetap.
4. Pada wilayah Resort LAA Serpong ditemukan adanya beberapa sambungan *messenger wire* dengan *wire clamp* untuk sambungan dalam satu gawang (*mid-span splices*).
5. Tidak diketemukan adanya penyambungan *messenger wire* dengan *compression sleeve* di wilayah Resort LAA Serpong.
6. Diketemukan adanya penyambungan dengan klem buaya untuk pematian kawat (*end point*) di tiang LAA.
7. Tidak diketemukan adanya laporan kerusakan jaringan LAA di petak jalan antara Sudimara – Serpong pada buku perawatan bulanan Januari dan Februari.
8. *Messenger wire* jalur hulu lintas St. Sudimara – St. Serpong belum pernah diganti sejak instalasi awal.
9. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) yang berada di Manggarai belum dikoneksikan ke gardu-gardu lintas St. Tanahabang – St. Rangkasbitung.
10. Dilakukan penggantian *main collector* pantograph sebanyak 6 buah dan penggantian *endhorn* sebanyak 12 buah pada perawatan 3 bulanan terakhir terhadap KA 2030 pada tanggal 26 Februari 2018 di Depo Bogor.

III. REKOMENDASI

Berdasarkan kesimpulan investigasi kejadian patahnya pantograph KA 2030 KRL di Km 27+6 petak jalan antara St. Sudimara – St. Serpong tanggal 3 Maret 2018, Komite Nasional Keselamatan Transportasi menyusun rekomendasi keselamatan agar kejadian serupa tidak terjadi di kemudian hari kepada:

IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN

1. Melakukan sertifikasi terhadap tenaga perawatan prasarana dan tenaga pemeriksa prasarana di lingkungan Daop 1 Jakarta terutama yang membidangi listrik.
2. Mengkoneksikan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) yang berada di Manggarai ke gardu-gardu lintas Tanahabang – Rangkasbitung.

IV.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)

1. Membuat prosedur perbaikan terhadap jaringan transmisi tenaga listrik (catenary) apabila terdapat gangguan.
2. Membuat prosedur penyambungan untuk *messenger wire* pada satu gawang (*mid-span splices* atau *full-tension splices/joints*) dengan menggunakan *compression sleeve* untuk mencegah resistensi berlebih pada sambungan.
3. Membuat prosedur pemasangan sambungan *messenger wire* dengan *temporary clamp* (termasuk batasan waktunya) dengan memperhatikan material bahan *messenger wire*.
4. Mencatat dengan detail temuan hasil pemeriksaan jaringan catenary (terutama sambungan) pada buku perawatan LAA serta tindak lanjutnya.

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

ISBN
BARCODE