



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIK INDONESIA**

LAPORAN AKHIR

KNKT.18.08.08.02

LAPORAN INVESTIGASI KEJADIAN PERKERETAAPIAN GANGGUAN OPERASI LRT SUMSEL

KA 43 (TS-7)

**KM. 20+4/5 PETAK JALAN ANTARA STASIUN JAKABARING -
STASIUN POLRESTA
PALEMBANG, SUMATERA SELATAN**

12 AGUSTUS 2018



2020



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.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dipanjatkan kepada Alloh, SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas penyelesaian Laporan Akhir Investigasi Kejadian Perkeretaapian Gangguan Operasi LRT Sumatera Selatan KA 43 (TS-7) di km. 20+4/5 petak jalan antara stasiun Jakabaring – stasiun Polresta, Wilayah Operasi PT. KAI Divre III Sumatera Selatan, Palembang, Sumatera Selatan, tanggal 12 Agustus 2018.

Laporan Akhir Investigasi Kejadian Perkeretaapian ini sebagai pelaksanaan dari amanah 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 Akhir ini merupakan hasil pelaksanaan investigasi yang memuat; informasi faktual, analisis fakta penyebab paling memungkinkan terjadinya gangguan, temuan dan faktor yang berkontribusi, tindakan keselamatan, rekomendasi untuk pencegahan kejadian dengan penyebab yang sama agar tidak terulang, serta lampiran atau dokumen pendukung investigasi.

Demikian Laporan Akhir Investigasi Kejadian Perkeretaapian ini dibuat serta disampaikan kepada regulator, operator dan pihak-pihak yang berkepentingan lainnya, agar dapat mengambil pembelajaran di kemudian hari.

Jakarta, Desember 2020

**KOMITE NASIONAL
KESELAMATAN TRANSPORTASI
KETUA**



SOERJANTO TJAHJONO

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR ISTILAH.....	vi
SINOPSIS	1
I. INFORMASI FAKTUAL.....	2
I.1 DATA KEJADIAN DAN SUSUNAN RANGKAIAN KERETA API.....	2
I.2 KRONOLOGI KEJADIAN	2
I.3 AKIBAT KEJADIAN.....	4
I.3.1 Dampak Kejadian Terhadap Manusia	4
I.3.2 Dampak Kejadian Terhadap Prasarana Perkeretaapian	4
I.3.3 Dampak Kejadian Terhadap Sarana Perkeretaapian	4
I.3.4 Dampak Kejadian Terhadap Operasional Perkeretaapian	4
I.4 INFORMASI PRASARANA.....	4
I.4.1 Jalur Kereta	4
I.4.2 Jaringan Listrik Aliran Bawah	4
I.4.3 Persinyalan	4
I.5 INFORMASI SARANA.....	5
I.5.1 Konfigurasi dan Rangkaian Kereta	5
I.5.2 Spesifikasi Kereta <i>Light Rail Transit</i> (LRT) Sumatera Selatan.....	6
I.5.3 <i>Electrical System</i> (Sistem Kelistrikan)	8
I.5.4 Kabin Masinis	14
I.5.5 <i>Train Control Monitoring System</i> (TCMS)	17
I.5.8 <i>Current Collector Device</i>	18
I.5.9 Instalasi <i>Earth Connection/Grounding</i>	20
I.6 EVENT DATA LOGGER	23
I.7 INFORMASI OPERASI KA.....	26
I.8 INFORMASI PETUGAS	26
I.9 INFORMASI DAMPAK KERUSAKAN.....	27
I.9.1 Prasarana Perkeretaapian	27
I.9.2 Sarana Perkeretaapian.....	27

I.10 INFORMASI TAMBAHAN.....	28
I.10.1 Peraturan Tentang Pengadaan dan Pengoperasian Sarana Perkeretaapian	28
I.10.2 Peraturan Tentang Perawatan Sarana Perkeretaapian	29
I.10.3 Standar Lain Terkait Sarana LRT.....	29
I.10.4 Perawatan Sarana LRT	30
I.10.5 Uji Coba Sarana (<i>Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning</i>)	32
I.10.6 Penanganan Kondisi Darurat.....	36
II. ANALISIS.....	37
II.1 KONDISI INSTALASI <i>EARTH CONNECTION/GROUNDING</i>.....	37
II.2 KESIAPAN OPERASI PELAYANAN KOMERSIAL	39
III. KESIMPULAN.....	42
III.1 TEMUAN.....	42
III.2 FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI.....	44
IV. TINDAKAN KESELAMATAN.....	45
IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN.....	45
IV.2 PT. INDUSTRI KERETA API (PERSERO).....	45
V. REKOMENDASI	46
V.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN.....	46
V.2 PT. INDUSTRI KERETA API (PERSERO).....	46
VI. DAFTAR REFERENSI.....	47
VII. LAMPIRAN	49
VII.1 Dokumen <i>Process Instruction</i> nomor PI319U01018	49
VII.2 Dokumen <i>Inspection Sheet</i> nomor LRT-506.....	52
VII.3 Prototipe <i>Safety Box CCD</i> untuk <i>Enclosure Receiptacle Stinger</i>.....	54
VII.4 Diagram Alir Pengujian Sarana LRT	55
VII.5 <i>Hazard Analysis</i> Terkait Sarana	56
VII.6 Dokumentasi Pemeriksaan Instalasi <i>Grounding</i> Sarana LRT.....	57
VII.7 Dokumentasi Pelatihan Analisa <i>Event Data Logger TCMS</i>.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sarana <i>Light Rail Transit</i> (LRT) Sumsel.....	3
Gambar 2. Lokasi Kejadian Gangguan Operasi KA 43 (TS-7)	3
Gambar 3. Konfigurasi LRT Sumsel.....	5
Gambar 4. <i>Train Set</i> LRT Sumsel	6
Gambar 5. <i>Main Circuit Diagram</i>	8
Gambar 6. Diagram Skematik Daya 380 VAC	9
Gambar 7. Diagram Skematik Daya 110 VDC	10
Gambar 8. Diagram Skematik <i>Earth Connection</i> LRT Sumsel.....	10
Gambar 9. Diagram <i>Propulsion System</i>	11
Gambar 10. Diagram Skematik Kontrol <i>Deadman</i>	12
Gambar 11. Diagram Skematik Kontrol Pintu	13
Gambar 12. Meja Masinis (<i>Driver Desk/Dashboard</i>).....	14
Gambar 13. <i>Open – Close Door Switch</i>	15
Gambar 14. <i>Door Interlock Relay Switch</i> (DIRS).....	15
Gambar 15. <i>Deadman Switch</i>	16
Gambar 16. <i>Master Controller</i>	16
Gambar 17. <i>Human Machine Interface Display</i>	17
Gambar 18. Nilai (<i>Value</i>) untuk <i>Event</i> dalam TCMS	18
Gambar 19. Indikator Pintu: (a) Layar HMI; (b) <i>Event Data Logger</i> TCMS.....	18
Gambar 20. <i>Current Collector Device</i> (CCD)	18
Gambar 21. <i>CCD Assembly</i>	19
Gambar 22. <i>Design Drawing - Bracket of Underframe</i> (sheet 1)	20
Gambar 23. <i>Design Drawing - Bracket of Underframe</i> (sheet 2)	21
Gambar 24. <i>Design Drawing - Plate M16</i>	21
Gambar 25. <i>Design Drawing - Rail Fastening M12</i>	22
Gambar 26. Contoh <i>Checksheets</i> Perawatan Harian LRT	22
Gambar 27. Instalasi Kabel <i>Earth Connection/Grounding</i> LRT Sumsel.....	23
Gambar 28. Tampilan <i>Software</i> Pembaca TCMS	23
Gambar 29. <i>Event Data Logger</i> TCMS TS-7 (Pukul 16:30:02 WIB).....	24
Gambar 30. <i>Event Data Logger</i> TCMS TS-7 (Pukul 16:32:01 WIB).....	24
Gambar 31. <i>Event Data Logger</i> TCMS TS-7 (Pukul 16:37:00 WIB).....	25
Gambar 32. <i>Event Data Logger</i> TCMS TS-7 (Pukul 16:37:04 WIB).....	25
Gambar 33. <i>Event Data Logger</i> TCMS TS-7 (Pukul 16:43:24 WIB).....	26
Gambar 34. Penutup <i>Third Rail</i> pada Sisi Prasarana	27
Gambar 35. Kabel <i>Grounding</i> dan <i>Receiptacle Stinger</i> pada KA 43 (TS-7).....	27
Gambar 36. <i>Receiptacle Stinger</i> , <i>Bracket</i> dan <i>Fastening</i> pada Instalasi <i>Grounding</i>	28
Gambar 37. Realisasi <i>Timeline</i> Penyelesaian Proyek.....	33
Gambar 38. <i>Bracket Plate M16 - Joint Design</i>	37
Gambar 39. <i>Rail Fastening M12 - Design of Fastener</i>	38
Gambar 40. <i>Timeline</i> Uji Coba Rangkaian TS-7	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Susunan Rangkaian LRT Sumsel	6
Tabel 2. Spesifikasi LRT Sumatera Selatan	7
Tabel 3. Data Teknis <i>Current Collector Device</i>	19
Tabel 4. Fasilitas dan Peralatan Perawatan Sarana	31

DAFTAR ISTILAH

- Perkeretaapian** adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api
- Kereta api** adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaian dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel terkait dengan perjalanan kereta api
- Prasarana perkeretaapian** adalah jalur kereta api, stasiun kereta api dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan
- Sarana perkeretaapian** adalah kendaraan yang dapat bergerak di jalan rel
- Jalur kereta api** adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan lintasan 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
- Sinyal** adalah alat atau perangkat yang digunakan untuk menyampaikan perintah bagi pengaturan perjalanan kereta api dengan peragaan dan/atau warna. Perangkat sinyal terdiri atas peralatan luar ruangan (outdoor) dan peralatan dalam ruangan (indoor)
- Kereta** adalah sarana perkeretaapian yang ditarik dan/atau didorong lokomotif atau mempunyai penggerak sendiri yang digunakan untuk mengangkut orang
- Perawatan** adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan keandalan prasarana atau sarana perkeretaapian agar tetap laik operasi
- Tenaga Perawatan Sarana Perkeretaapian** adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan sarana perkeretaapian
- Light Rail Transit** adalah kereta kecepatan normal dengan penggerak sendiri dengan beban gandar maksimum 12 ton
- Train Set** adalah susunan konfigurasi dari beberapa sarana perkeretaapian yang terhubung satu sama lain membentuk satu rangkaian kereta api
- Third Rail** adalah sistem penyediaan tenaga listrik untuk kereta, melalui konduktor kaku semi-kontinu yang ditempatkan di samping atau di antara rel dari jalur kereta api yang memiliki koridor sendiri, sepenuhnya atau hampir sepenuhnya dipisahkan dari lingkungan luar. Sistem rel ketiga selalu dipasok listrik arus searah
- Train Control and Management System** adalah sistem pengendalian terpusat untuk memantau dan mengendalikan sistem lain di sarana untuk melakukan penguncian (*interlocking*) peralatan elektrik dan mekanikal saat diperlukan guna menjamin keselamatan dan kinerja sarana perkeretaapian
- Human Machine Interface (HMI)** adalah salah satu komponen pada *Train Control Monitoring System* (TCMS) serta berfungsi untuk monitor dan menampilkan status atau kondisi dari tiap-tiap subsistem dalam operasional kereta
- Bolted Joint** adalah metode sambungan mekanikal untuk mengikat dua area dari satu atau lebih komponen dengan menggunakan *fasteners*

SINOPSIS

Pada hari Minggu tanggal 12 Agustus 2018 pukul 16:32 WIB, kereta cadangan *train set* TS-7 yang beroperasi sebagai KA 43 diberangkatkan dari stasiun Jakabaring melalui jalur 2. *Train set* TS-7 adalah sarana perkeretaapian berpengerak sendiri dengan beban gandar maksimum 12 ton (*Light Rail Transit*) yang beroperasi di Palembang, Sumatera Selatan.

Pukul 16:37 WIB KA 43 (TS-7) mengalami gangguan di km. 20+4/5 (jalur 2) petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta. KA 43 (TS-7) berhenti sekitar 400 meter sebelum stasiun Polresta pada pukul 16:43 WIB. Pada saat yang sama KA 38 tertahan di km. 20+700 (jalur 1) di petak jalan antara stasiun Polresta dan stasiun Jakabaring serta KA 36 tertahan di km. 22+0/1 petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun DJKA.

Gangguan yang terjadi pada sarana KA 43 (TS-7) adalah kabel *grounding* (bermuatan negatif) terlepas dan menempel pada *receptacle Stinger*/tanduk (bermuatan positif), sehingga mengakibatkan hubungan pendek serta timbul percikan api dan ledakan. Sistem proteksi *sub-station* gardu traksi Jakabaring dan Polresta segera berfungsi atau *trip* dan mengakibatkan sumber tenaga listrik pada *third rail* non aktif (*off*).

Evakuasi penumpang dilakukan antara pukul 16:45 – 17:37 WIB melalui *walkway* dan dipandu oleh petugas yang berwenang. Sumber tenaga listrik pada *third rail* aktif (*on*) kembali setelah pukul 17:37 WIB, sehingga total waktu sumber tenaga listrik pada *third rail* non aktif (*off*) selama 1 jam (pukul 16:37 – 17:37 WIB). Kejadian gangguan operasi kereta api berdampak pada kerusakan komponen penutup *third rail* sisi prasarana di km. 20+4/5 (jalur 2) serta berdampak pada kerusakan komponen *bracket*, *fasteners* dan *receptacle stinger* pada kereta MC1 (K1 1 18 131).

KNKT menyimpulkan bahwa kejadian gangguan operasi disebabkan oleh kondisi *bolted joint* pada instalasi *earth connection/grounding* serta kemungkinan besar dipengaruhi oleh kesiapan operasi pelayanan komersial yang masih kurang. Berdasarkan hasil investigasi, KNKT menyusun rekomendasi keselamatan agar kejadian serupa tidak terjadi lagi dikemudian hari, yang ditujukan kepada Direktorat Jenderal Perkeretaapian sebagai regulator dan PT. INKA (Persero) sebagai produsen sarana perkeretaapian.

I. INFORMASI FAKTUAL

I.1 DATA KEJADIAN DAN SUSUNAN RANGKAIAN KERETA API

Nomor>Nama KA	: KA 43
Susunan Rangkaian	: 1. K1.1.18.131 2. K1.1.18.132 3. K1.1.18.133
Jenis Kejadian	: Gangguan operasi
Lokasi	: Km. 20+4/5
Lintas	: Petak jalan antara Stasiun Jakabaring – Stasiun Polresta
Wilayah	: Palembang, Sumatera Selatan
Daerah Operasi	: Divre III Sumatera bagian Selatan
Hari/Tanggal	: Minggu, 12 Agustus 2018
Waktu	: 16:37 WIB

I.2 KRONOLOGI KEJADIAN

Hari Minggu, 12 Agustus 2018 pukul 15:40 WIB, kereta KA 43 mengalami gangguan pintu dan tiba di stasiun DJKA pada, kemudian kereta cadangan *train set* TS-7 menggantikan dan beroperasi sebagai KA 43.

Pukul 16:32 WIB, KA 43 (TS-7) diberangkatkan dari stasiun Jakabaring melalui jalur 2 dan berjalan normal.

Pukul 16:37 WIB, KA 43 (TS-7) mengalami gangguan di km. 20+4/5 (jalur 2) petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta.

Pukul 16:43 WIB, KA 43 (TS-7) berhenti diam di daerah sekitar 400 meter sebelum stasiun Polresta. Pada saat yang sama KA 38 tertahan di km. 20+700 (jalur 1) petak jalan antara stasiun Polresta dan stasiun Jakabaring serta KA 36 tertahan di km. 22+0/1 petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun DJKA. Masinis KA 43 melaporkan terhentinya KA tersebut ke *Operation Control Center* (OCC) LRT dan Stasiun Jakabaring, sementara Teknisi Kereta Api (TKA) yang bertugas melakukan pemeriksaan pada rangkaian kereta TS-7. Gangguan yang terjadi pada sarana KA 43 (TS-7) adalah kabel *grounding* (bermuatan negatif) terlepas dan menempel pada *receptacle stinger*/tanduk (bermuatan positif), sehingga mengakibatkan hubungan pendek serta timbul percikan api dan ledakan. Sistem proteksi *sub-station* gardu traksi Jakabaring dan Polresta segera berfungsi atau trip dan mengakibatkan sumber tenaga listrik pada *Third Rail* non aktif (*off*), sehingga KA 43 (km. 20+4/5, jalur 2), KA 38 (km. 20+700, jalur 1) serta KA 36 (km. 22+0/1) berhenti.

Pukul 16:45 WIB, mulai dilakukan evakuasi penumpang melalui walkway dan dipandu oleh petugas yang berwenang. Penumpang KA 43 dievakuasi ke stasiun Polresta dan penumpang KA 38 dievakuasi ke stasiun Jakabaring, sedangkan penumpang KA 36 dievakuasi ke stasiun DJKA.

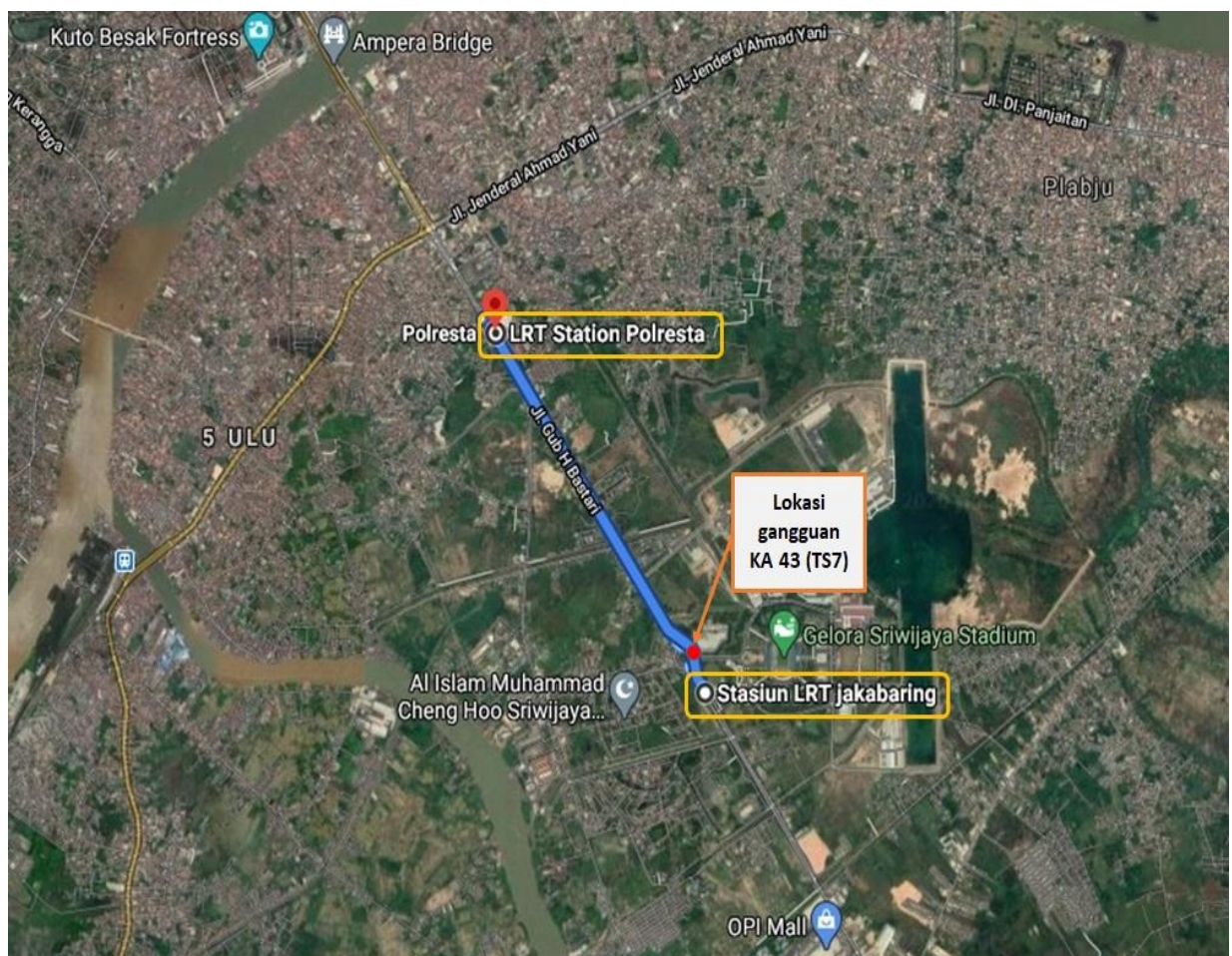
Pukul 17:37 WIB, evakuasi penumpang telah selesai dan sumber tenaga listrik telah diaktifkan kembali (*third rail on*).



Sumber: Dokumentasi

Gambar 1. Sarana *Light Rail Transit* (LRT) Sumsel

Lokasi kejadian gangguan operasi kereta bandara KA 43 (TS-7) adalah di di km. 20+4/5 (jalur 2) petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta, Divre III Sumatera bagian Selatan, wilayah administrasi kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan.



Sumber: Google Map (diolah)

Gambar 2. Lokasi Kejadian Gangguan Operasi KA 43 (TS-7)

I.3 AKIBAT KEJADIAN

I.3.1 Dampak Kejadian Terhadap Manusia

Tidak ada manusia yang terluka akibat kejadian kereta api.

I.3.2 Dampak Kejadian Terhadap Prasarana Perkeretaapian

Kejadian gangguan operasi kereta api berdampak pada kerusakan komponen penutup *third rail* pada sisi prasarana di km. 20+4/5 (jalur 2) petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta.

I.3.3 Dampak Kejadian Terhadap Sarana Perkeretaapian

Kejadian gangguan operasi kereta api berdampak pada kerusakan komponen *bracket*, *fasteners* dan *receiptacle Stinger* pada kereta MC1 (K1 1 18 131).

I.3.4 Dampak Kejadian Terhadap Operasional Perkeretaapian

Kejadian gangguan operasi KA 43 di km. 20+4/5 (jalur 2) petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta mengakibatkan KA 43 berhenti dan tertahan di daerah sekitar 400 meter sebelum stasiun Polresta (jalur 2), KA 38 tertahan di km. 20+700 (jalur 1) petak jalan antara stasiun Polresta dan stasiun Jakabaring serta KA 36 tertahan di km. 22+0/1 petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun DJKA. Seluruh penumpang dari KA 43, KA 38 dan KA 36 harus di evakuasi melalui *walkaway* serta total waktu gangguan operasi terjadi selama 1 jam (pukul 16:37 – 17:37 WIB).

I.4 INFORMASI PRASARANA

I.4.1 Jalur Kereta

Informasi jalur kereta api di petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta adalah sebagai berikut:

- a. Rel : Tipe UIC R.54
- b. Penambat : Elastis tipe Pandrol
- c. Bantalan : Beton

I.4.2 Jaringan Listrik Aliran Bawah

Sumber tenaga listrik yang digunakan untuk menggerakkan sarana *Light Rail Transit* (LRT) Sumsel menggunakan *Third Rail* (jaringan listrik aliran bawah) untuk menyuplai listrik ke sarana dengan tegangan listrik sebesar 750 VDC. Jaringan listrik di lokasi kejadian dilindungi oleh *system protection device* yang terdapat di *sub-station* gardu traksi di setiap stasiun. Apabila terjadi gangguan pada jaringan listrik di suatu petak jalan antar stasiun (dalam hal ini terjadi kelebihan beban akibat hubungan pendek), maka *system protection device* akan berfungsi dan memerintahkan *trip (open)* yang mengakibatkan *third rail off* (suplai aliran listrik putus) di petak jalan tersebut.

I.4.3 Persinyalan

Sistem persinyalan yang digunakan pada operasional LRT Sumsel adalah persinyalan elektrik dengan sistem Blok Otomatik serta telah dilengkapi dengan *Automatic Train*

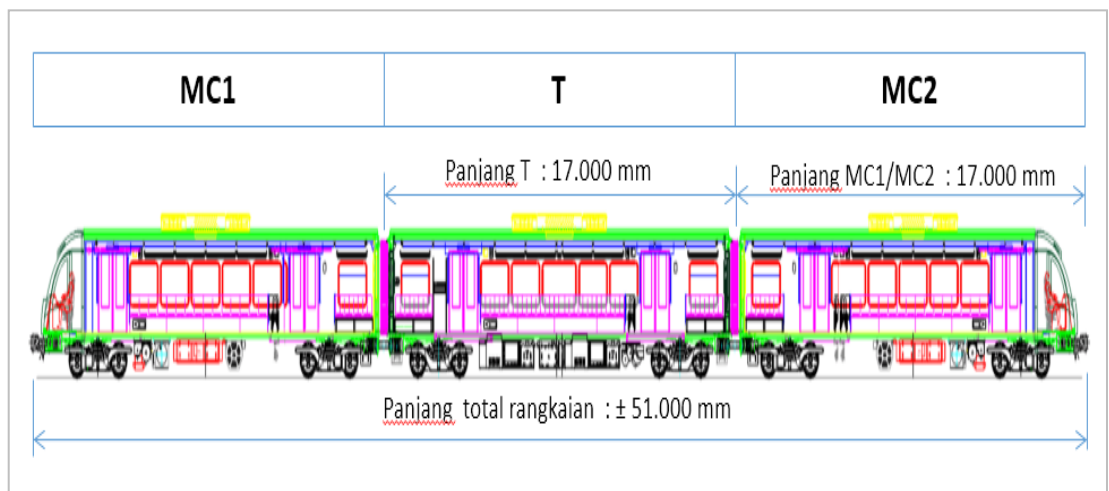
Protection (ATP), dimana perubahan aspek sinyal secara otomatis dideteksi berdasarkan keberadaan KA di petak blok berikutnya dengan prinsip dalam satu petak blok hanya boleh ada satu KA. Namun pada saat investigasi dilakukan, Sinyal Blok Otomatik dan ATP belum difungsikan sepenuhnya.

I.5 INFORMASI SARANA

Sarana *Light Rail Transit* Sumatera Selatan (LRT Sumsel) adalah sarana perkeretaapian berpengerak sendiri dengan beban gandar maksimum 12 ton.

I.5.1 Konfigurasi dan Rangkaian Kereta

- Satu unit rangkaian (*Train Set*) LRT terdiri dari 3 (tiga) kereta, yaitu 2 (dua) kereta penggerak dilengkapi kabin masinis (MC) dan 1 (satu) kereta pengikut tanpa kabin masinis (T), seperti ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini.



Sumber: PT. INKA

Gambar 3. Konfigurasi LRT Sumsel

Konfigurasi satu *trainset* Kereta LRT Sumsel adalah sebagai berikut:

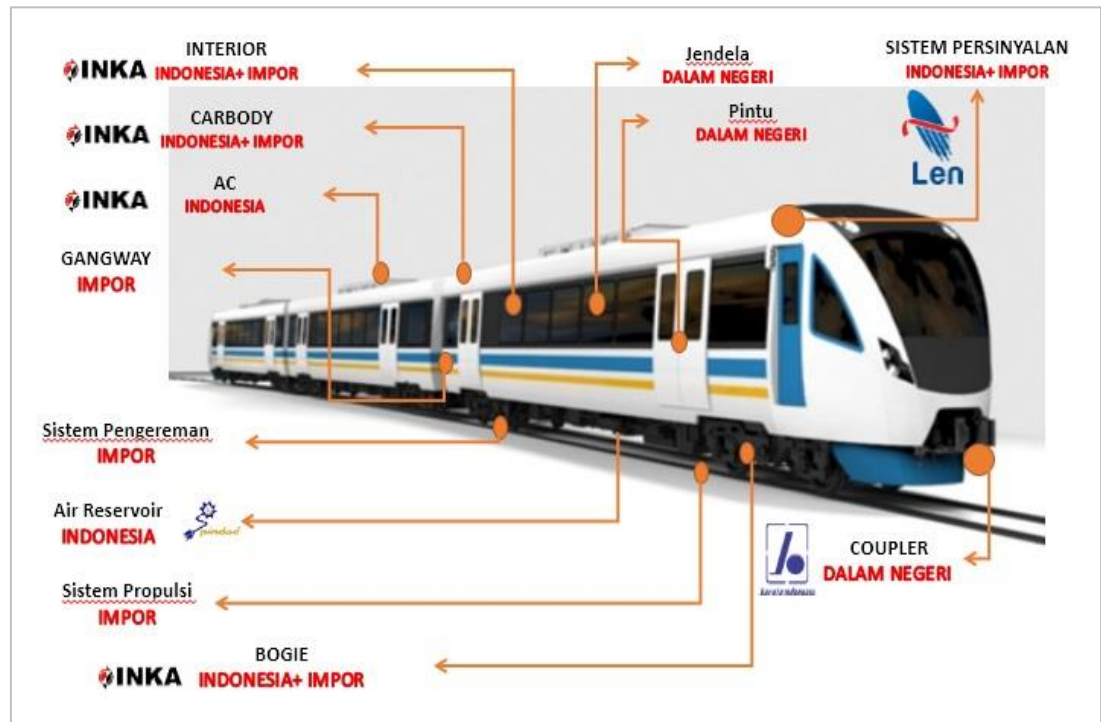
MC1 – T – MC2

Keterangan:

MC1, MC2 = *Motor Car with Driver's Cabin*, kereta dengan motor traksi/penggerak, *current collector device* serta memiliki kabin Masinis;

T = *Trailer Car*, kereta tanpa motor penggerak dan tidak dilengkapi dengan kabin masinis.

- Train set* LRT Sumsel merupakan hasil sinergi berbagai BUMN dengan integrator PT. Industri Kereta Api (PT. INKA, Persero) dengan beberapa komponen impor (gambar 4 halaman 6). Kereta LRT Sumsel merupakan kereta berpengerak sendiri dengan sumber energi listrik serta merupakan Kereta Rel Listrik produk dalam negeri yang pertama di Indonesia dengan teknologi pengambilan sumber tenaga listrik aliran bawah menggunakan *third rail*.



Sumber: PT. INKA

Gambar 4. Train Set LRT Sumsel

- c. KA 43 merupakan *Trainset* nomor 7 (TS-7) dengan susunan rangkaian sebagai berikut:

Tabel 1. Susunan Rangkaian LRT Sumsel

SUSUNAN RANGKAIAN			
Nomor	MC1	T	MC2
TS 1	K1 1 18 113	K1 1 18 114	K1 1 18 115
TS 2	K1 1 18 116	K1 1 18 117	K1 1 18 118
TS 3	K1 1 18 119	K1 1 18 120	K1 1 18 121
TS 4	K1 1 18 122	K1 1 18 123	K1 1 18 124
TS 5	K1 1 18 125	K1 1 18 126	K1 1 18 127
TS 6	K1 1 18 128	K1 1 18 129	K1 1 18 130
TS 7	K1 1 18 131	K1 1 18 132	K1 1 18 133
TS 8	K1 1 18 134	K1 1 18 135	K1 1 18 136

Sumber: PT. KAI

I.5.2 Spesifikasi Kereta *Light Rail Transit* (LRT) Sumatera Selatan

Sarana kereta *Light Rail Transit* (LRT) Sumatera Selatan merupakan *Electric Multiple Unit* (EMU) serta dirancang memiliki umur teknis selama 30 tahun (dengan kondisi perawatan yang memadai dan sesuai dengan Dokumen Manual Perawatan Sarana dari Pabrikan). Setiap komponen atau peralatan yang terpasang pada sarana kereta dirancang tidak menimbulkan *Electro Magnetic Interference* (EMI). Spesifikasi LRT Sumatera Selatan dapat dilihat pada tabel 2 halaman 7.

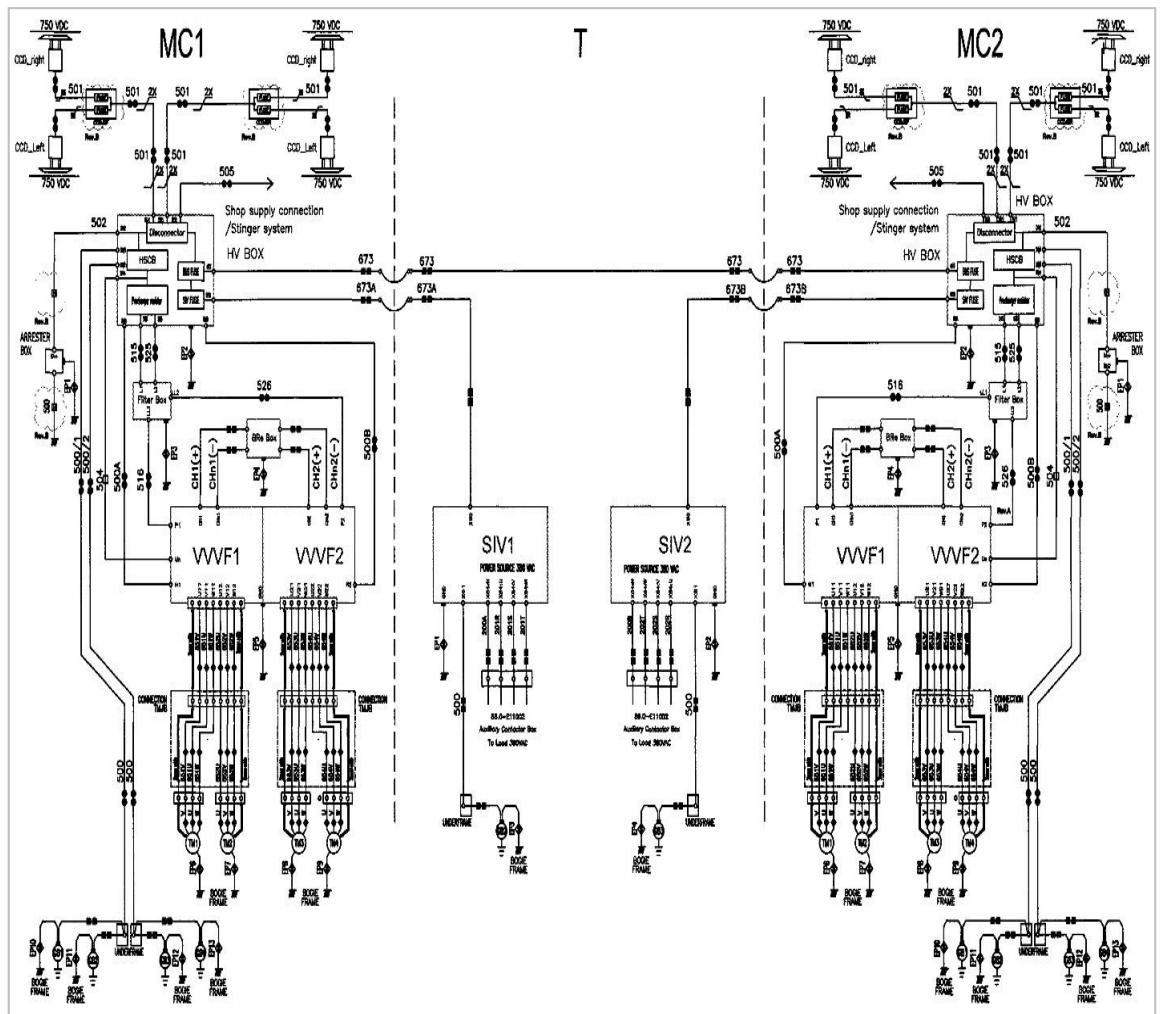
Tabel 2. Spesifikasi LRT Sumatera Selatan

NO	DESKRIPSI	KETERANGAN	
1.	<i>Wheel gauge</i>	1067	mm
2.	Panjang kereta maksimum MC1, MC2, T	17.000	mm
3.	Lebar badan kereta	2.650	mm
4.	Tinggi atap dari kepala rel (termasuk AC)	3.685	mm
5.	Tinggi lantai (diukur dari kepala rel)	1.000	mm
6.	Tinggi atap interior (dari lantai kereta)	1.991	mm
7.	Radius minimum (lintas utama)	80	m
	Radius minimum (lintas cabang)	60	m
8.	Jarak antara sumbu <i>bogie</i> pada MC1 - MC2	11.100	mm
	Jarak antara sumbu <i>bogie</i> pada T	11.600	mm
9.	<i>Axle distance</i>	2.050	mm
10.	Beban gandar maksimum	12	ton
11.	Berat kosong maksimum MC1, MC2	33,8	ton
	Berat kosong maksimum T	32,2	ton
12.	Kecepatan operasi maksimum	85	kpj
13.	Kelandaian maksimum (lintas utama)	23	‰
	Kelandaian maksimum (lintas cabang)	35	‰
14.	Percepatan (beban normal; 0-30 kpj; 0 ‰)	1,0	m/dt ²
	Percepatan (beban penuh; 0-30 kpj; 0 ‰)	0,8	m/dt ²
15.	Perlambatan (beban penuh, kelandaian 0 ‰)	1,0	m/dt ²
	Perlambatan (darurat)	1,3	m/dt ²
16.	Tegangan Listrik Aliran Bawah / <i>Third Rail</i> (tegangan nominal 750 VDC)	500 – 900	VDC
17.	Sistem kelistrikan utama (3 fasa, 50 Hz)	380	VAC
18.	Tegangan Kontrol	110	VDC
19.	Daya motor traksi	130	kW
20.	Jumlah kursi penumpang MC1, MC2	40	buah
	Jumlah kursi penumpang T	48	buah
21.	Kapasitas total 1 <i>trainset</i> (desain 4 orang/m ²)	330	orang
	Kapasitas total 1 <i>trainset</i> (desain 8 orang/m ²)	534	orang
22.	Diameter roda baru (maksimum)	780	mm
	Diameter roda lama (minimum)	700	mm
23.	<i>Bogie</i> pada kereta MC1, MC2	Berpenggerak (Tipe MB 617)	
	<i>Bogie</i> pada kereta T	Tidak berpenggerak (Tipe MB 1217)	
24.	<i>Bogie suspension</i> primer	<i>Conical rubber spring</i>	
	<i>Bogie suspension</i> sekunder	<i>Air spring</i>	
26.	Sistem pengereman	- <i>electro pneumatic brake</i> - <i>regenerative brake</i>	
25.	Sistem propulsi (traksi)	<i>Variable Voltage Variable Frequency</i> dengan <i>Traction Inverter IGBT</i>	
27.	<i>Current Collector Device</i> (alat pengambil arus)	<i>Third rail</i> SG172	
28.	Sistem pendingin udara (<i>Air Conditioner</i>)	AC INKA	

Sumber: PT. INKA

I.5.3 Electrical System (Sistem Kelistrikan)

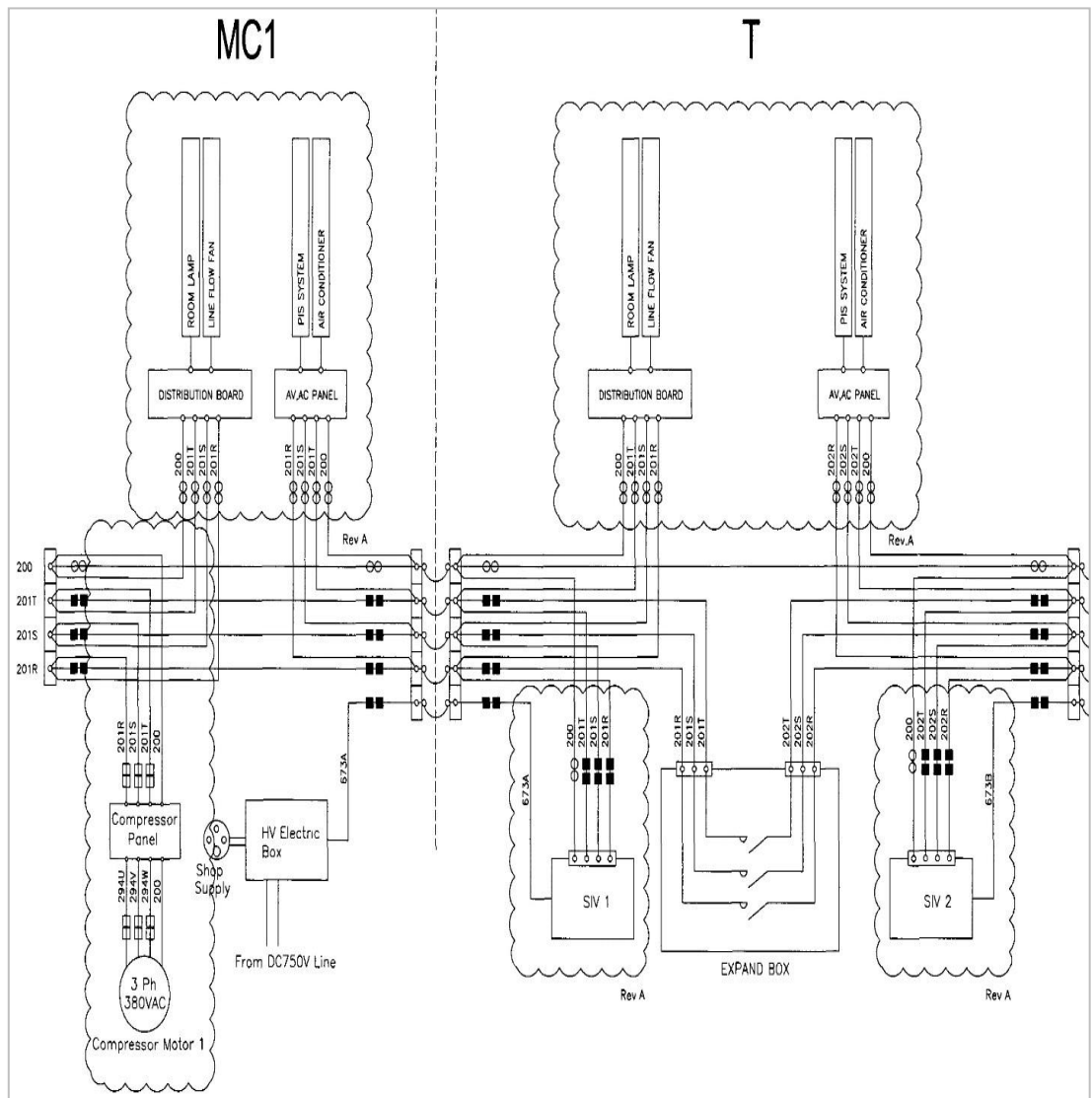
1. *Electrical System* (sistem kelistrikan) pada rangkaian kereta LRT Sumsel terdiri dari sistem Pembangkit (termasuk *Current Collector Device/CCD*, dimana menggunakan *Third Rail*), sistem Pengaman dan sistem Kontrol. Semua komponen tersebut untuk mendukung pengoperasian dari sistem pencahayaan, sistem komunikasi serta sistem propulsi dan pendukung (*Propulsion & Auxiliary System*). *Propulsion & Auxiliary System* terdiri dari:
 - *High Voltage Electrical (HV) Box*.
 - *Variable Voltage Variable Frequency (VVVF) Box*.
 - *Static Inverter (SIV) Box*.
 - *Extend Box*.
 - *Arrester Box*.
 - *Train Control and Management System (TCMS) Box*.
 - *Braking Resistor*.
 - *Traction Motor (TM)*.
 - *Battery Charger*.
 - *Air Core Reactor*.



Sumber: PT. INKA

Gambar 5. Main Circuit Diagram

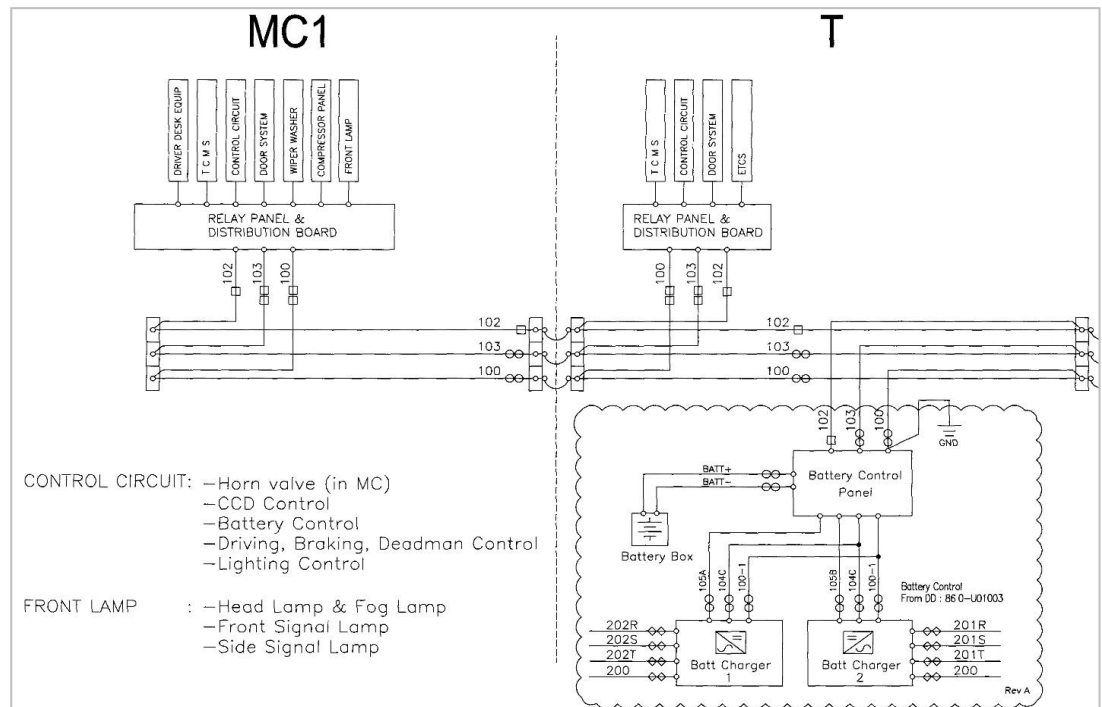
Sistem kelistrikan kereta dikendalikan oleh *Train Control and Management System* (TCMS) pada saat kondisi normal. *Main Circuit Diagram* (Diagram Sirkuit Utama) pada rangkaian kereta LRT Sumsel ditunjukkan pada gambar 5 di halaman 8 (*Design Drawing* untuk *Main Circuit Diagram* dapat dilihat pada lampiran). Daya dari *converter* sebesar 380 VAC digunakan untuk komponen sistem *auxiliary* yang ada pada kereta MC1, T dan MC2 seperti *battery charger*, AC dan *compressor*, distribusi daya tersebut melalui *electric coupler*. Diagram Skematik Daya 380 VAC ditunjukkan pada gambar 6 berikut ini.



Sumber: PT. INKA

Gambar 6. Diagram Skematik Daya 380 VAC

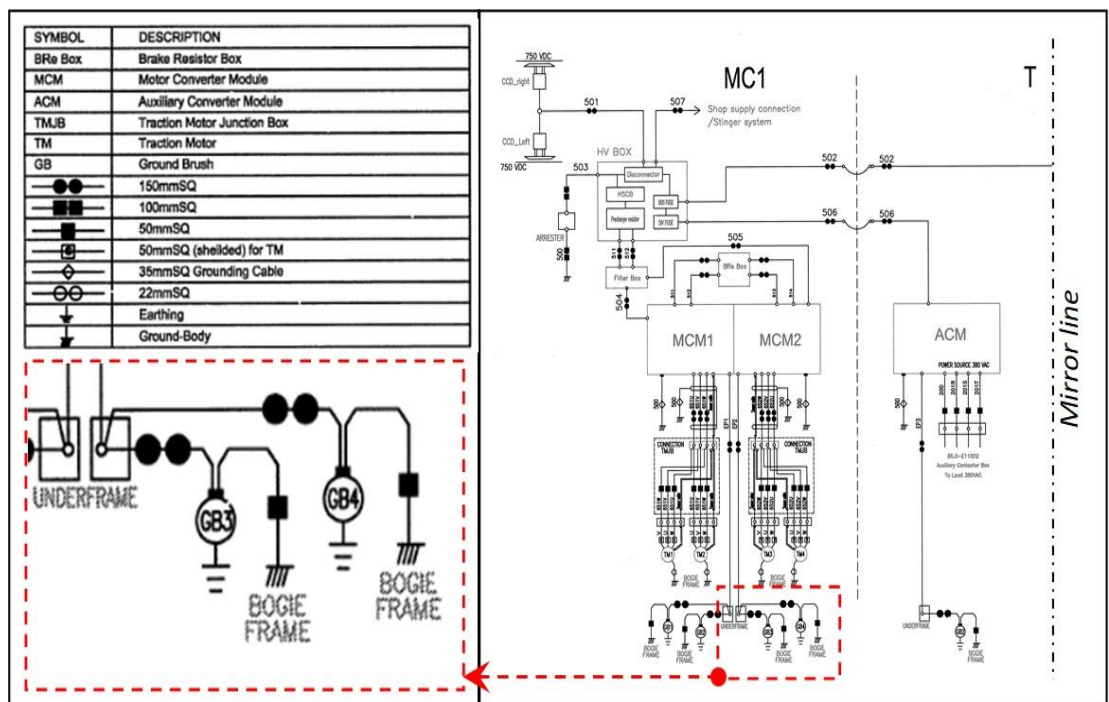
Daya dari *converter* sebesar 110 VDC digunakan untuk komponen seperti *interface*, *overspeed supervision*, sistem lampu, panel pintu dan sistem *wiper washer*, distribusi daya tersebut melalui *electric coupler* untuk sistem TCMS (diagram Skematik Daya 110 VDC ditunjukkan pada gambar 7 halaman 10).



Sumber: PT. INKA

Gambar 7. Diagram Skematik Daya 110 VDC

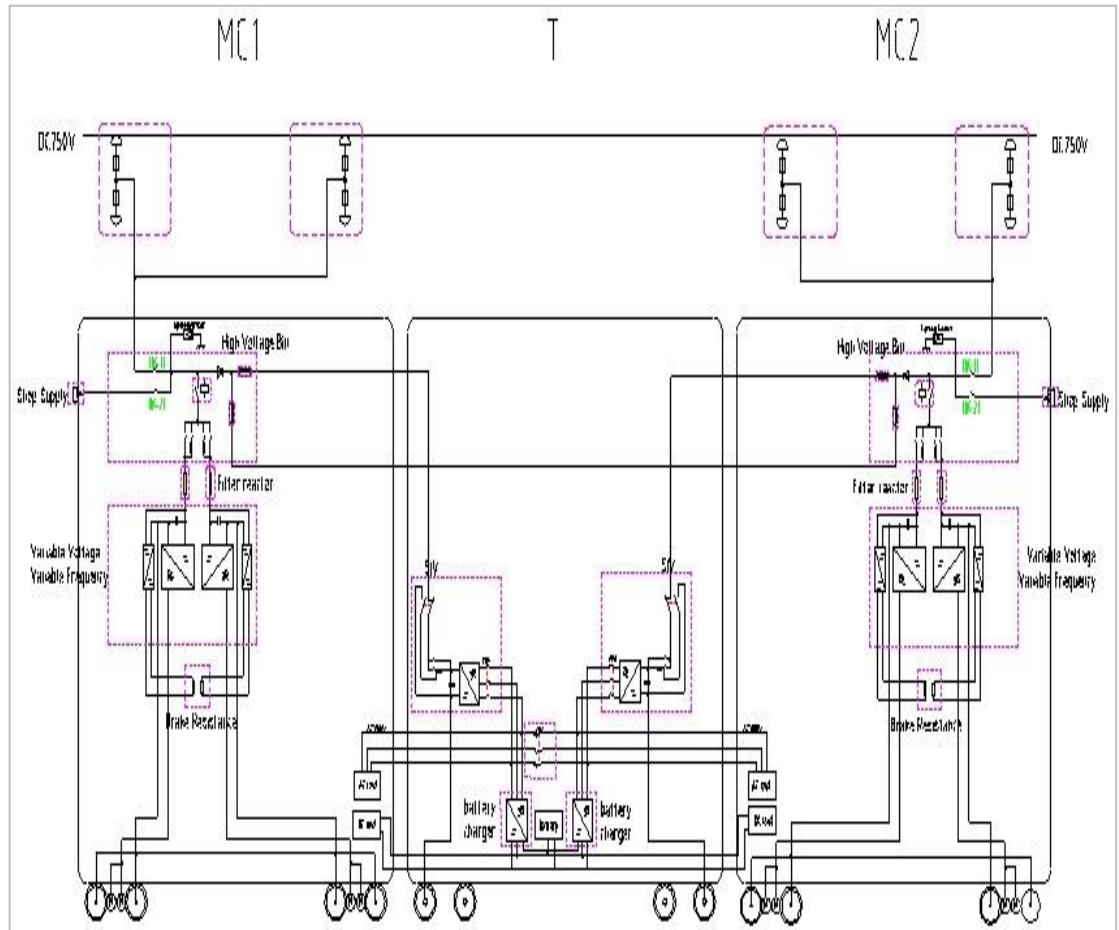
2. Sistem Pentanahan (*Earth Connection/Grounding*) pada sistem kelistrikan pada LRT Sumsel dihubungkan ke poros pada *bogie frame* kereta. Gambar 8 berikut ini menunjukkan diagram skematik untuk *earth connection/grounding* dan *ground-body* pada *bogie frame* serta dirangkai ke *Ground Brush*.



Sumber: PT. INKA (diolah)

Gambar 8. Diagram Skematik *Earth Connection* LRT Sumsel

3. *Propulsion System* (sistem propulsi/traksi) LRT Sumsel merupakan sistem penggerak utama yang merubah sumber daya listrik menjadi daya putar motor traksi serta menggerakkan roda dengan menggunakan inverter. Komponen utama dari *Propulsion System* tersebut terdiri dari *VVVF Inverter/box*, *HV box*, *Line Reactor*, *Brake Resistor box*, *Traction Motor* (motor traksi), *Gear Box Transmission* dan *Earthing Equipment* (diagram sistem propulsi/traksi ditunjukkan pada gambar 9).



Sumber: PT. INKA

Gambar 9. Diagram *Propulsion System*

4. Sistem kontrol *Deadman* (gambar 10 halaman 12) memiliki fungsi keselamatan operasional dan hanya aktif pada saat kereta beroperasi (tidak berhenti). Kontrol pengawasan *Deadman* yang dikontrol oleh TCMS berfungsi sebagai indikasi bahwa operasi *Emergency Brake* (Pengereman Darurat) aktif serta status indikasi akan di-set aktif ketika DSD aktif. Masukan dari I/O yaitu "Status: operasi *deadman* dari master controller (pada kereta Mc)" serta "Status: Operasi *Fast brake* dari master controller". Keluaran menuju I/O yaitu "Status: *Deadman supervision buzzer* telah aktif", "Status: *Deadman* aktif", "Status: *Deadman power cut off*" serta "Status: *Deadman emergency brake*". TCMS merekam kejadian serta dapat melakukan perintah yang dapat menghentikan sistem traksi yang dipicu oleh event terkait dengan *Deadman Switch*, sehingga terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

- NOTE:**

TCMS	Train Control Management System
BLN	Brake Loop NPS
DMN	Emergency Brake NPS
DMR	Emergency Brake
DMC2	Emergency Cut Switch
DMR1	Emergency Brake Switch
DMR2	Emergency Brake Switch
DMR3	Emergency Brake Switch
DMR4	Emergency Brake Switch
DMR5	Emergency Brake Switch
DMR6	Emergency Brake Switch
DMR7	Emergency Brake Switch
DMR8	Emergency Brake Switch
DMR9	Emergency Brake Switch
DMR10	Emergency Brake Switch
DMR11	Emergency Brake Switch
DMR12	Emergency Brake Switch
DMR13	Emergency Brake Switch
DMR14	Emergency Brake Switch
DMR15	Emergency Brake Switch
DMR16	Emergency Brake Switch
DMR17	Emergency Brake Switch
DMR18	Emergency Brake Switch
DMR19	Emergency Brake Switch
DMR20	Emergency Brake Switch
DMR21	Emergency Brake Switch
DMR22	Emergency Brake Switch
DMR23	Emergency Brake Switch
DMR24	Emergency Brake Switch
DMR25	Emergency Brake Switch
DMR26	Emergency Brake Switch
DMR27	Emergency Brake Switch
DMR28	Emergency Brake Switch
DMR29	Emergency Brake Switch
DMR30	Emergency Brake Switch
DMR31	Emergency Brake Switch
DMR32	Emergency Brake Switch
DMR33	Emergency Brake Switch
DMR34	Emergency Brake Switch
DMR35	Emergency Brake Switch
DMR36	Emergency Brake Switch
DMR37	Emergency Brake Switch
DMR38	Emergency Brake Switch
DMR39	Emergency Brake Switch
DMR40	Emergency Brake Switch
DMR41	Emergency Brake Switch
DMR42	Emergency Brake Switch
DMR43	Emergency Brake Switch
DMR44	Emergency Brake Switch
DMR45	Emergency Brake Switch
DMR46	Emergency Brake Switch
DMR47	Emergency Brake Switch
DMR48	Emergency Brake Switch
DMR49	Emergency Brake Switch
DMR50	Emergency Brake Switch
DMR51	Emergency Brake Switch
DMR52	Emergency Brake Switch
DMR53	Emergency Brake Switch
DMR54	Emergency Brake Switch
DMR55	Emergency Brake Switch
DMR56	Emergency Brake Switch
DMR57	Emergency Brake Switch
DMR58	Emergency Brake Switch
DMR59	Emergency Brake Switch
DMR60	Emergency Brake Switch
DMR61	Emergency Brake Switch
DMR62	Emergency Brake Switch
DMR63	Emergency Brake Switch
DMR64	Emergency Brake Switch
DMR65	Emergency Brake Switch
DMR66	Emergency Brake Switch
DMR67	Emergency Brake Switch
DMR68	Emergency Brake Switch
DMR69	Emergency Brake Switch
DMR70	Emergency Brake Switch
DMR71	Emergency Brake Switch
DMR72	Emergency Brake Switch
DMR73	Emergency Brake Switch
DMR74	Emergency Brake Switch
DMR75	Emergency Brake Switch
DMR76	Emergency Brake Switch
DMR77	Emergency Brake Switch
DMR78	Emergency Brake Switch
DMR79	Emergency Brake Switch
DMR80	Emergency Brake Switch
DMR81	Emergency Brake Switch
DMR82	Emergency Brake Switch
DMR83	Emergency Brake Switch
DMR84	Emergency Brake Switch
DMR85	Emergency Brake Switch
DMR86	Emergency Brake Switch
DMR87	Emergency Brake Switch
DMR88	Emergency Brake Switch
DMR89	Emergency Brake Switch
DMR90	Emergency Brake Switch
DMR91	Emergency Brake Switch
DMR92	Emergency Brake Switch
DMR93	Emergency Brake Switch
DMR94	Emergency Brake Switch
DMR95	Emergency Brake Switch
DMR96	Emergency Brake Switch
DMR97	Emergency Brake Switch
DMR98	Emergency Brake Switch
DMR99	Emergency Brake Switch
DMR100	Emergency Brake Switch

NOTE:

 - If DMN de-energized, without valve will be opened and emptying air from brake pipe (Emergency Brake Operation)
 - If DMN de-energized, without valve will be closed, or will be filled to brake pipe from left side based on 1132 valve condition

NOTE:

 - If DMN de-energized, valve will be opened and fill the brake pipe from left side (Emergency Brake Release Operation)
 - If DMN de-energized, valve will be closed and stop filling air to brake pipe

MC1, MC2

THIS DOCUMENT CONTAINS PROPRIETARY INFORMATION WHICH IS THE PROPERTY OF PT. INDUSTRI KAPETA. THE RECIPIENT HEREOF BY ACCEPTING ACCESS TO THIS DOCUMENT ASSUMES CUSTODY AND CONTROL UNDER A CONFIDENTIAL RELATIONSHIP AND AGREES THAT ALL RIGHTS TO THE DRAWING, DESIGN, RECONFIGURATION, INTELLECTUAL PROPERTY CONTAINED HEREIN ARE NOT TO BE MANUFACTURED, USED, SOLD OR DISCLOSED TO OTHERS. THIS DRAWING ARE NOT TO BE COPIED OR REPRODUCED WITHOUT WRITTEN PERMISSIONS FROM PT. INDUSTRI KAPETA.

REV	CONTENTS	REVISED BY	C
-----	----------	------------	---

Gambar 10. Diagram Skematik Kontrol *Deadman*

1. Perintah dapat dilakukan dengan menekan tombol yang terletak di kabin masinis-aktif (kabin tempat masinis mengoperasikan kereta).

- Door Interlock Relay Switch (DIRS) berfungsi sebagai tombol *bypass* untuk *interlock* traksi (membatalkan fungsi *traction safe*), DIRS dapat digunakan dalam kondisi darurat dimana terjadi kesalahan atau kerusakan pada pintu. Sistem *anti-trap* akan aktif apabila operasi buka-tutup pintu terhambat akibat sesuatu yang menghalangi pintu, dimana pintu akan kembali terbuka selama 3 detik serta kemudian pintu akan kembali menutup secara otomatis. Status indikasi *error* pintu akan muncul pada layar HMI, jika pintu tidak membuka/menutup setelah 10 detik sejak perintah buka-tutup pintu diberikan dan sistem *anti-trap* tidak aktif.



Gambar 11. Diagram Skematik Kontrol Pintu

I.5.4 Kabin Masinis

- a. Kabin masinis terletak pada kereta MC1 dan MC2 serta dilengkapi dengan peralatan operasional, peralatan keselamatan, peralatan pemantau dan peralatan kenyamanan kerja. Peralatan-peralatan tersebut tersebut berada pada meja masinis (*driver desk/dashboard*), seperti ditunjukkan dalam gambar 12 berikut ini.



Sumber: PT. INKA

Gambar 12. Meja Masinis (*Driver Desk/Dashboard*)

Penjelasan singkat untuk beberapa perlengkapan pada meja masinis (*driver desk/dashboard*) adalah sebagai berikut:

- *Switch Panel 1*, terdiri dari beberapa tombol atau saklar untuk melakukan fungsi aktivasi *Head Lamp*, *Fog Lamp*, *Cabin Lamp*, *Room Fan*, *Holding Brake*, *Room Lamp*, *Air Conditioner*, *Wiper* dan *Washer*.
- *Switch Panel 2*, terdiri dari beberapa tombol atau saklar untuk melakukan fungsi aktivasi *Battery On*, *Battery Off*, *Current Collector Device (CCD) Apply*, *CCD Retract*, *ETCS Isolation* dan *Reset*.
- *Switch Panel 3*, terdiri dari beberapa tombol atau saklar untuk melakukan fungsi aktivasi *Emergency Brake*, *Door Interlock Relay Switch*, *Emergency Cut Circuit*, *Parking Brake*, *Train Washing Mode*, *Manual Mode*, *Speed Limit 25*, *Horn*, *ACK*, *Back Up Mode*, *Open Door Left*, *Open Door Right*, *Close Door Left*, *Close Door Right* dan *Emergency Compressor*.

- *Switch Panel 4*, terdiri dari *Microphone*, tombol untuk melakukan fungsi aktivasi *Communication* serta lampu peringatan/indikator untuk *Deadman Buzzer*, *CCD Buzzer*, *Fault Buzzer* dan *Communication Buzzer*.
- *Meter Panel*, terdiri dari instrumen - instrumen ukur analog yaitu *Battery Voltmeter*, *High Voltage Voltmeter*, *High Voltage Amperemeter*, *Brake Pressure & Main Reservoir Pressure* dan *Speedometer*.
- *Indicator Lamp*, terdiri dari lampu peringatan/indikator untuk *HV Brake*, *Door OK*, *Door Close*, *Traction Ready*, *Back Up Mode*, *Low Speed*, *Traction Fault*, *Battery Low*, *Deadman*, *Emergency Brake*, *Parking Brake* dan *Speed Limit 25*.

Perlengkapan lain yang terletak di meja masinis (*driver desk/dashboard*) dijelaskan dalam uraian pada butir - butir selanjutnya.

- b. *Open – Close Door Switch* merupakan instrumen pengendali dalam pengoperasian buka tutup pintu penumpang. *Switch* tersebut terletak pada *Switch Panel 3* di meja masinis (gambar 13), sedangkan indikator status pintu terletak pada *Indicator Lamp* serta dapat dilihat pada layar *Human Machine Interface (HMI Display)*.



Sumber: PT. INKA

Gambar 13. *Open – Close Door Switch*

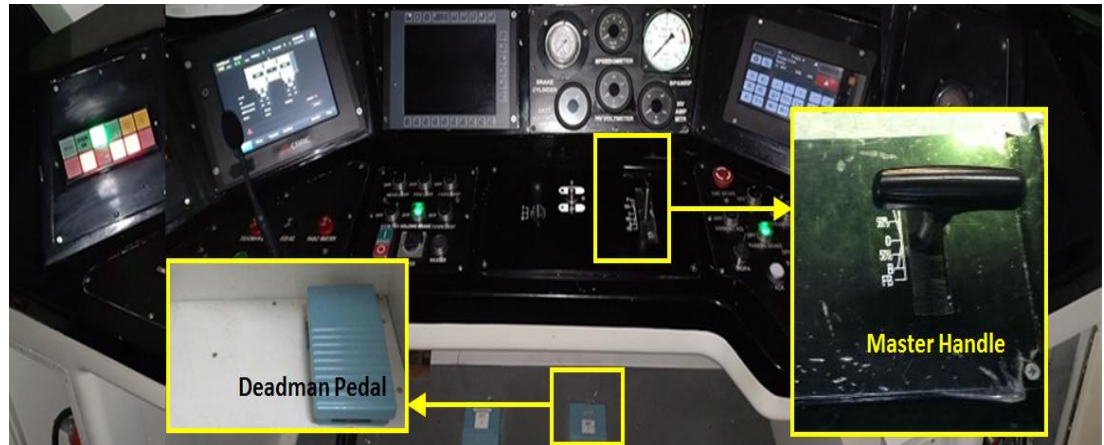
- c. *Door Interlock Relay Switch (DIRS)* merupakan saklar untuk non aktif-kan (*bypass*) fungsi *traction safe* serta hanya digunakan dalam keadaan darurat atau terjadi gangguan operasi pada pintu penumpang (gambar 14).



Sumber: PT. INKA

Gambar 14. *Door Interlock Relay Switch (DIRS)*

- d. *Deadman Switch* merupakan salah satu perangkat keselamatan dalam pengoperasian kereta yang hanya berfungsi (aktif) ketika kereta berjalan (tidak berhenti). *Deadman Control* terdiri dari tuas daya/traksi (*Master Handle*), yang terletak di *Master Controller* serta pedal kaki sebelah kanan (gambar 15).



Sumber: PT. INKA

Gambar 15. *Deadman Switch*

- e. *Master Controller* (gambar 16) merupakan instrumen pengendali dalam pengoperasian kereta yang terdiri dari *Master Key* (kunci utama), *Master Handle* (tuas utama) serta *Selector Switch* (saklar arah gerak kereta). *Master Handle* berfungsi untuk akselerasi, deselerasi/pengereman dan pengereman cepat (*Fast Brake*).

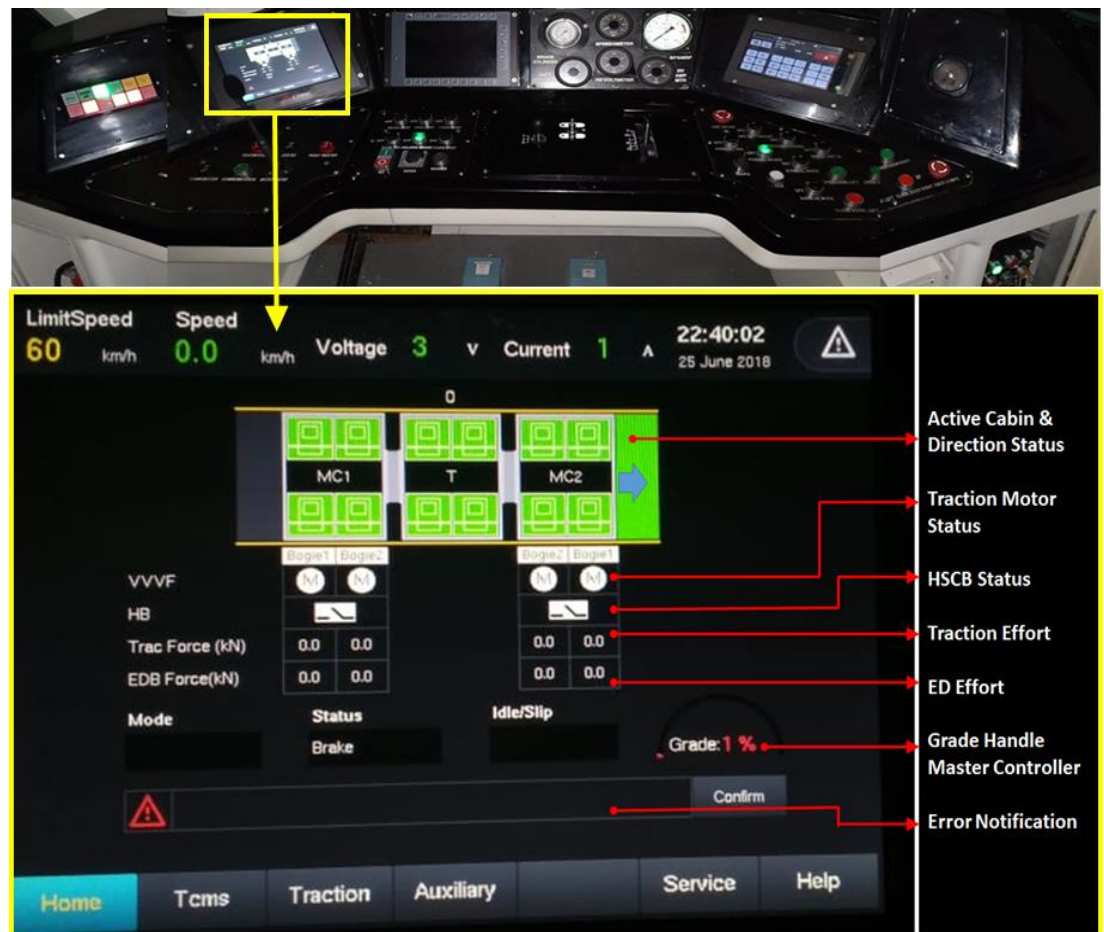


Sumber: PT. INKA

Gambar 16. *Master Controller*

- f. *Human Machine Interface (HMI) Display* merupakan salah satu komponen pada *Train Control Monitoring System (TCMS)* serta berfungsi untuk monitor dan menampilkan status atau kondisi dari tiap-tiap subsistem dalam operasional kereta, sehingga mempermudah masinis mengetahui kondisi kereta pada saat operasi dan mempermudah teknisi dalam melakukan *troubleshooting*. Beberapa kondisi yang

ditampilkan pada layar HMI antara lain adalah kondisi sistem penggerak (propulsi), arah kereta atau status kabin aktif, status pintu terbuka/tertutup dan kondisi operasional lainnya (gambar 17).



Sumber: PT. INKA

Gambar 17. Human Machine Interface Display

I.5.5 Train Control Monitoring System (TCMS)

Train Control Monitoring System (TCMS) merupakan sistem terpusat untuk pengendalian dan pemantauan sistem kereta, termasuk seluruh peralatan listrik dan mekanikal untuk menjamin kinerja dan keselamatan sarana. Beberapa hal yang perlu diketahui mengenai TCMS adalah sebagai berikut:

- TCMS yang digunakan pada sarana LRT Sumsel menggunakan produk dari China Railway Rollingstock Corporation (CRRC) dengan dukungan tenaga ahli pendamping dari CRRC.
- TCMS dapat melakukan perekaman data kejadian (*event data logger*) dan mampu melakukan *self-diagnosis*, deteksi kegagalan dan *troubleshooting* yang berguna untuk kepentingan pemeliharaan.
- Terdapat dua jenis nilai (*value*) untuk *event* dalam TCMS, yaitu nilai riil dan nilai biner ('0' dan '1'). Sebagai contoh apabila *event* 'Train Speed' ('kecepatan kereta') ditunjukkan dengan nilai 33.5, artinya kereta sedang melaju dengan kecepatan

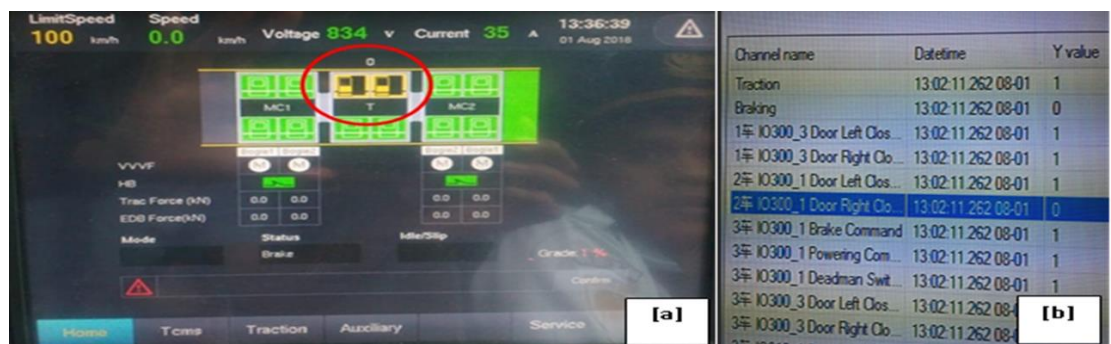
sebesar 33.5 km per jam. Sedangkan apabila *event* 'Braking' ('pengereman') ditunjukkan sebesar 0, artinya pengereman kereta tidak sedang bekerja (gambar 18).

Channel name	Datetime	Y value
Car 1 cabin is activated	16:33:09.000 08-12	0
Car 3 cabin is activated	16:33:09.000 08-12	1
Traction	16:33:09.000 08-12	1
Braking	16:33:09.000 08-12	0
Car 1 DCU Traction status	16:33:09.000 08-12	1
Car 1 DCU HB status	16:33:09.000 08-12	1
1车 IO300_1 Brake Command	16:33:09.000 08-12	1
1车 IO300_1 Powering Command	16:33:09.000 08-12	1
1车 IO300_1 Deadman Switch	16:33:09.000 08-12	0
3车 IO300_1 Brake Command	16:33:09.000 08-12	1
3车 IO300_1 Powering Command	16:33:09.000 08-12	1
3车 IO300_1 Deadman Switch	16:33:09.000 08-12	1
3车 IO300_3 Door Left Closed	16:33:09.000 08-12	1
3车 IO300_3 Door Right Closed	16:33:09.000 08-12	1
3车 IO310_1 Deadman Buzzer & ...	16:33:09.000 08-12	0
Grid voltage	16:33:09.000 08-12	798.0
Grid current	16:33:09.000 08-12	276.0
Train speed	16:33:09.000 08-12	33.5
Traction/brake control percent	16:33:09.000 08-12	6.0

Sumber: PT. INKA

Gambar 18. Nilai (*Value*) untuk *Event* dalam TCMS

- d. TCMS secara *default* membaca posisi komponen dengan acuan kereta MC1 sebagai kabin yang aktif. Contoh apabila saat kereta MC2 sebagai kabin yang aktif dan indikator pintu (pada layar HMI) menunjukkan pintu kiri terbuka, maka pada *event data logger* TCMS akan terbaca pintu kanan yang terbuka (gambar 19).



Sumber: PT. INKA

Gambar 19. Indikator Pintu: (a) Layar HMI; (b) *Event Data Logger* TCMS

I.5.8 Current Collector Device

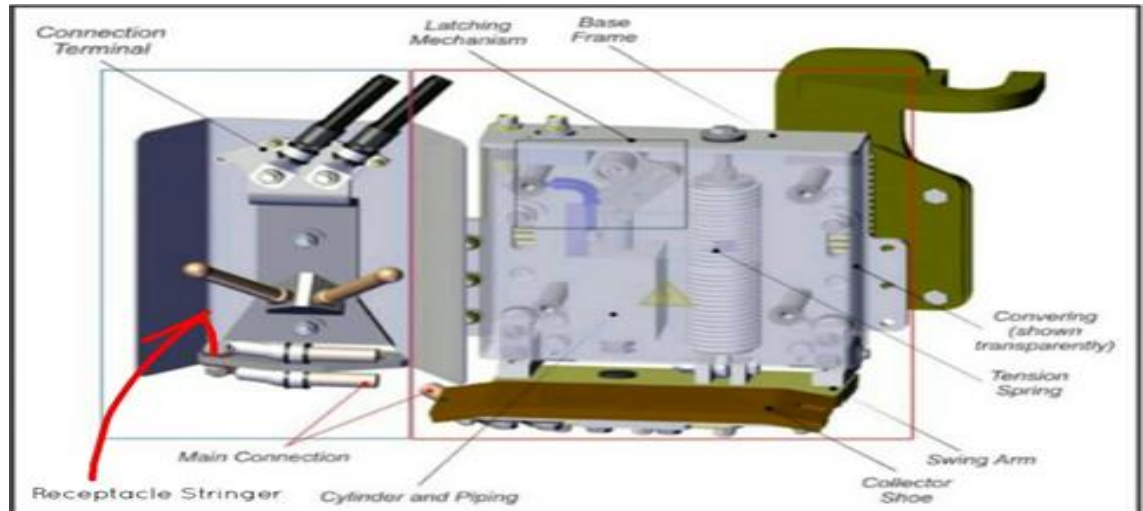
Current Collector Device (CCD) pada LRT Sumsel berfungsi sebagai alat pengumpul arus yang terhubung dengan *third rail* di prasarana serta menggunakan produk Stemann – Technik GmbH tipe SG172 (gambar 20).



Sumber: Dokumentasi

Gambar 20. *Current Collector Device* (CCD)

Terminal koneksi pada *CCD Assembly* (gambar 21) dipasang ke sisi kiri kolektor arus, dimana terminal koneksi tersebut berfungsi sebagai titik sambung untuk kabel daya pada sarana serta arus balik diteruskan oleh komponen *grounding* yang dipasang di poros roda pada bogie.



Sumber: PT. INKA (diolah)

Gambar 21. *CCD Assembly*

Receptacle Stinger (tanduk) berfungsi sebagai pengganti *Collector Shoe* dan digunakan pada saat sarana akan menjalani proses perawatan di area Depo, karena untuk keamanan di Depo tidak terdapat *Third Rail* sebagai penyedia tenaga ke sarana. *Collector Shoe* dan *Receptacle Stinger* (tanduk) dilalui arus bermuatan positif pada saat digunakan, dengan data teknis sebagai berikut:

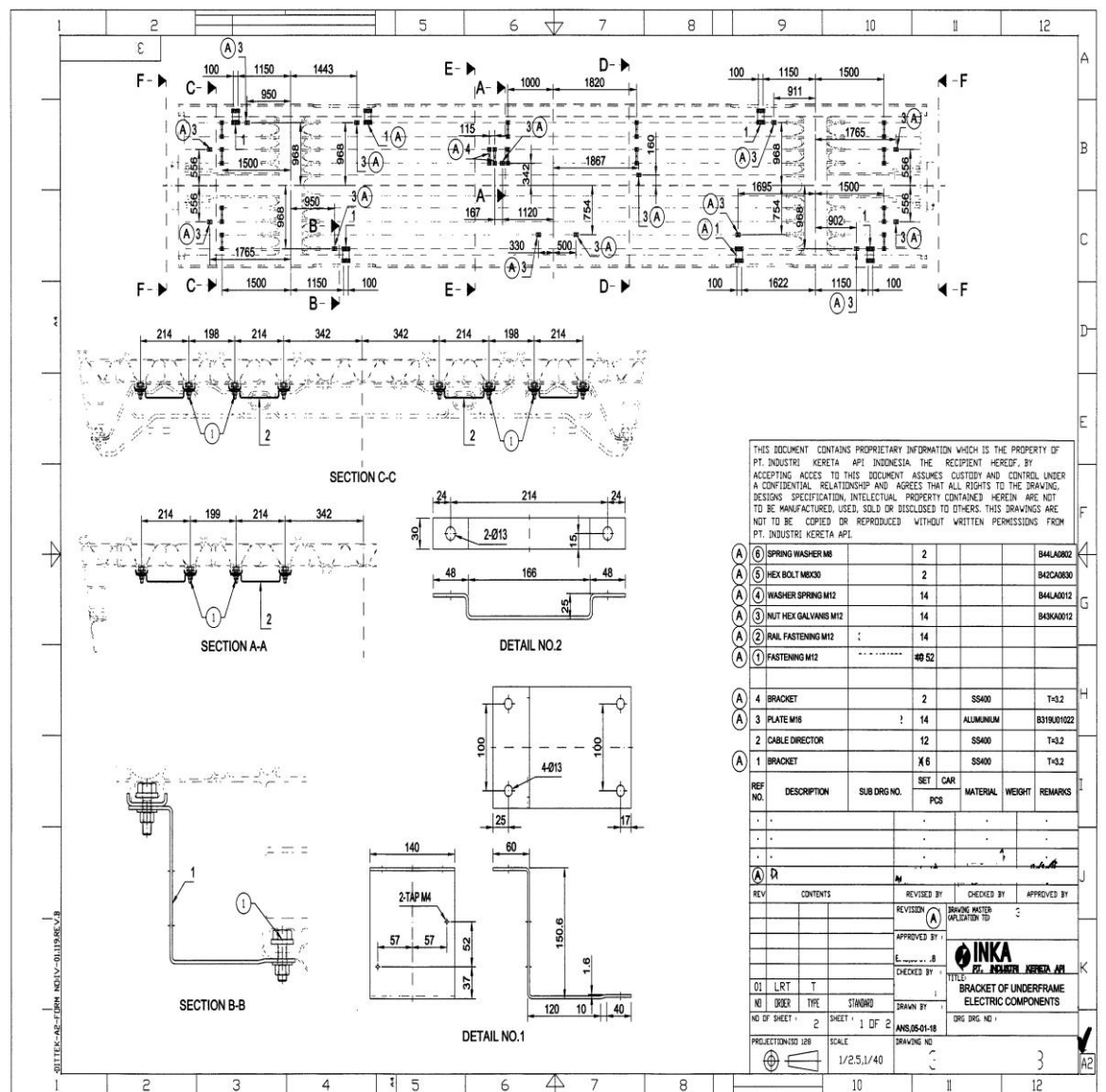
Tabel 3. Data Teknis *Current Collector Device*

1. <i>Manufacture</i>	Stemmann – Technik GmbH
2. <i>Type</i>	SG172
3. I_{max}	2400 A (3 min)
4. I_{eff}	2000 A
5. $I_{short-circuit}$	40 kA (5 ms)
6. U_{nom}	750 V (DC)
7. U_{Maks}	950 V (DC)
8. <i>Weight</i>	Approx. 34,5 kg
9. <i>Design max. speed</i>	110 km/h
10. <i>Air pressure</i>	7 bar (min) – 10 bar (max)
11. <i>Vertical adjustment</i>	30 mm (3 x 10 mm)
12. <i>Contact force of Current Collector in working position</i>	130 N $\pm$ 10 N 237 mm above running rail (Top of Rail)
13. <i>Collector at upper stop</i>	315 mm above running rail (Top of Rail)
14. <i>Collector at down stop (retracted position)</i>	190 mm above running rail (Top of Rail)
15. <i>Material – collector shoe</i>	Copper
16. <i>Surface coating – steel part</i>	Hot galvanis

Sumber: PT. INKA

I.5.9 Instalasi Earth Connection/Grounding

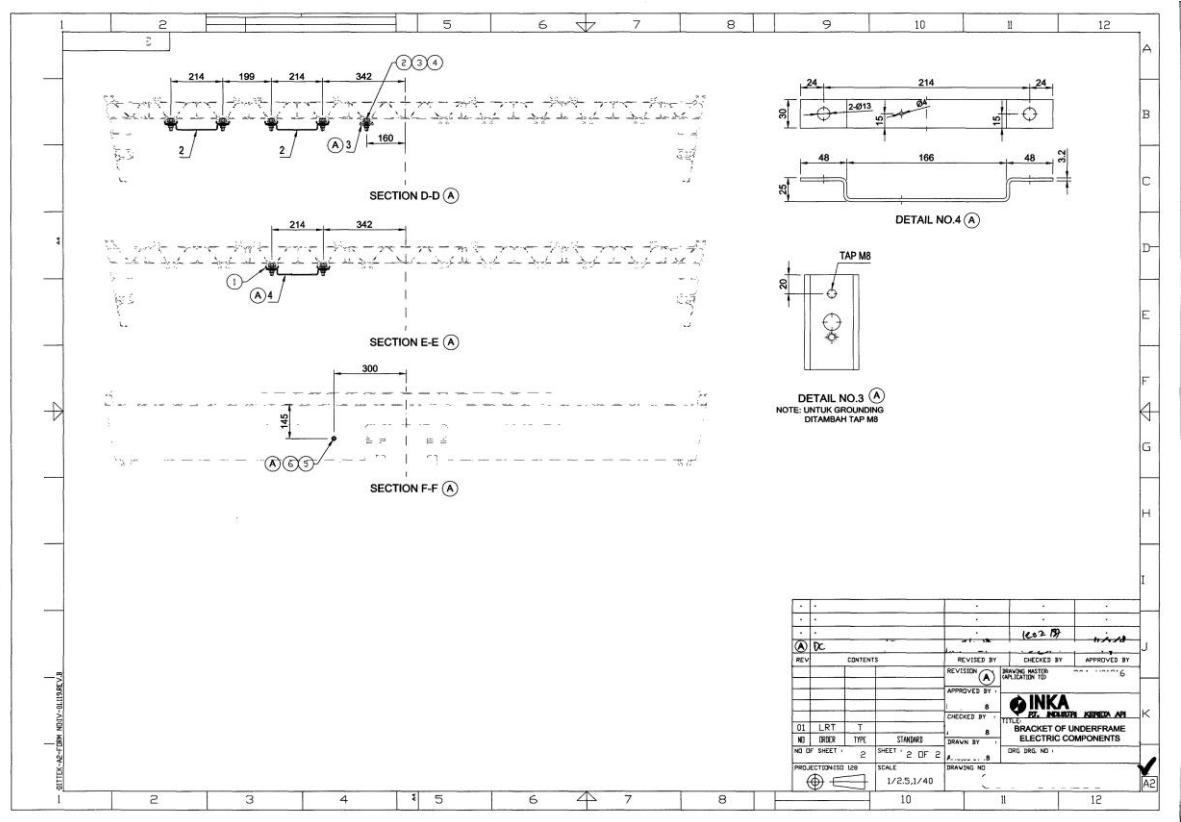
Pemasangan *grounding cable* pada instalasi *earth connection/grounding* LRT Sumsel menggunakan *mechanical joint* tipe *bolted joint* (menggunakan *fastener/baut*). Menurut Paul DeGarmo, pada umumnya *mechanical joint* dapat mengalami kegagalan akibat kekeliruan pada salah satu hal terkait: (1) desain *fasteners* (*design of fastener*) dan teknik manufaktur yang digunakan, (2) karakteristik dan sifat material *fastener*, (3) desain sambungan/*joint design*, serta (4) maksud dan detail instalasi (J T. Black & Ronald A. Kohser, *DeGarmo's Materials and Processes in Manufacturing's 10th Edition*, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, 2008). Salah satu acuan instalasi *earth grounding* adalah *design drawing*, diantaranya untuk komponen *Bracket of Underframe*, *Plate M16* dan *Rail Fastening M12*. Gambar 22 menunjukkan *Design drawing* untuk komponen *Bracket of Underframe* (sheet 1).



Sumber: PT. INKA

Gambar 22. Design Drawing - Bracket of Underframe (sheet 1)

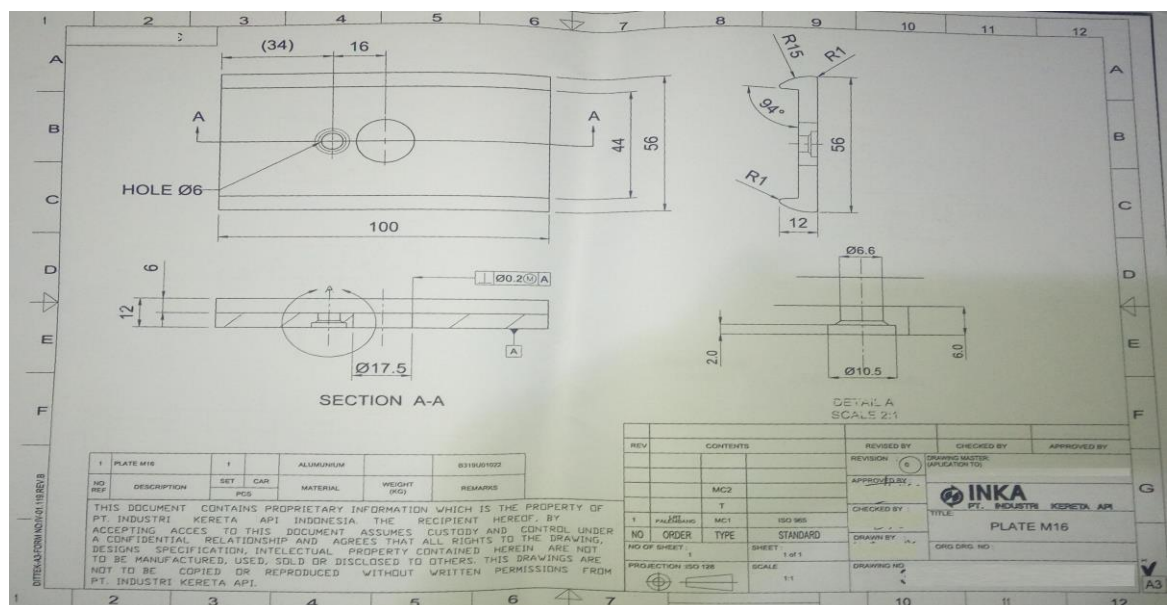
Design drawing untuk komponen *Bracket of Underframe (sheet 2)* dapat dilihat pada gambar 23 berikut ini.



Sumber: PT. INKA

Gambar 23. Design Drawing - Bracket of Underframe (sheet 2)

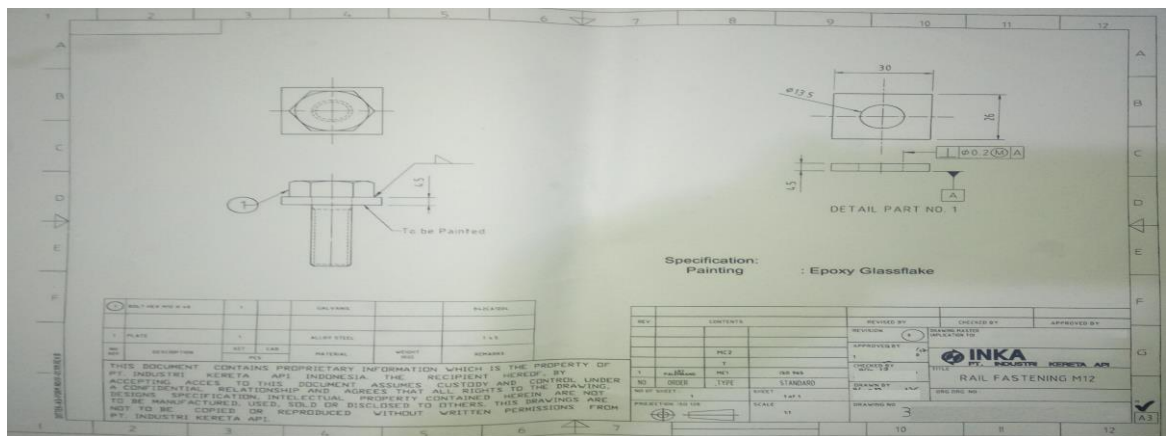
Design drawing yang menjadi acuan untuk komponen *Plate M16* dapat dilihat pada gambar 24 berikut ini.



Sumber: PT. INKA

Gambar 24. Design Drawing - Plate M16

Design drawing yang menjadi acuan untuk komponen Rail Fastening M12 dapat dilihat pada gambar 25 berikut ini.



Sumber: PT. INKA

Gambar 25. Design Drawing - Rail Fastening M12

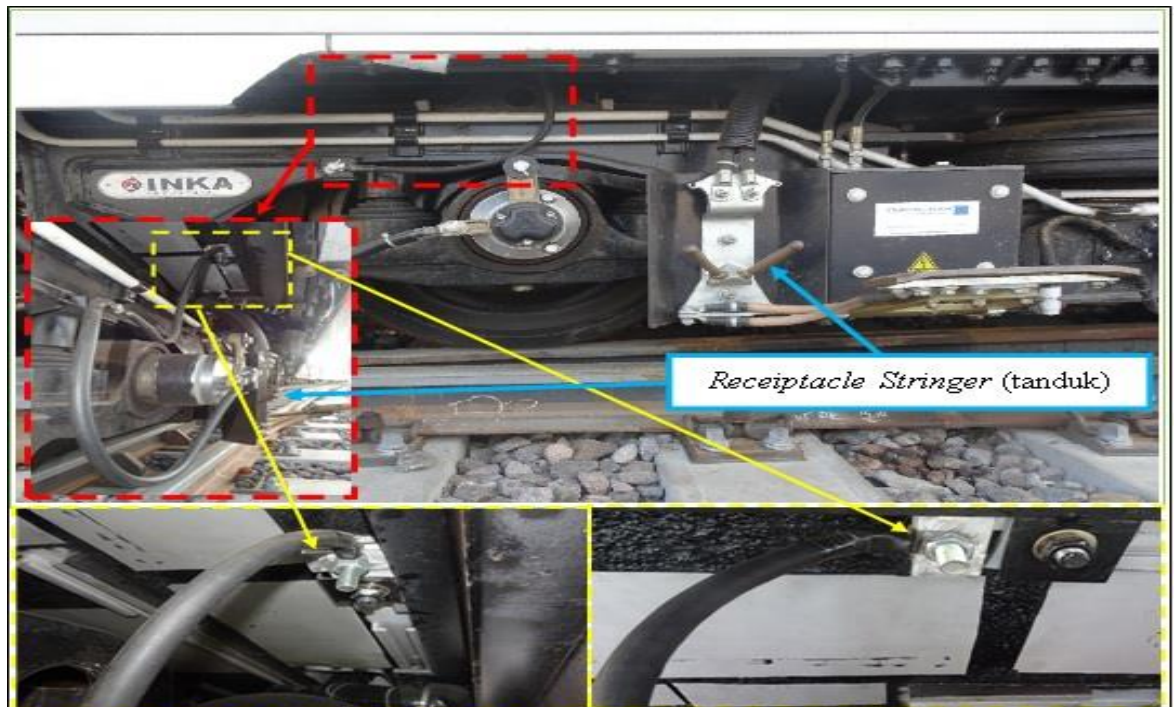
Salah satu alat kontrol terhadap hasil pemasangan *grounding cable* pada instalasi *earth connection/grounding* LRT Sumsel adalah dokumen *checksheet* perawatan harian LRT, seperti ditunjukkan pada gambar 26 (*checksheet* perawatan harian LRT versi lengkap dapat dilihat pada lampiran).

PT. INKA PT. INDUSTRI KERAJAAN INDONESIA		CHECKSHEET PERAWATAN LRT PALEMBANG	HARIAN (Rev. 0)	Tgl. Pemeriksaan Minggu, 19-8 No. Rangkaian Kereta TS. 2 UPT. OIPO
ITEM PERAWATAN DAN PENGECEKAN			STANDAR	MC-1 OK NG OK NG OK
I. CCD (CURRENT COLLECTOR DEVICE)				
a. Pemeriksaan fungsi CCD			- Berfungsi	☒
b. Pemeriksaan ketebalan contact strip CCD			- Ketebalan > 12,5mm	☒
II. SYSTEM PROPULSI				
II.1 ARRESTER BOX				
a. Pemeriksaan visual			- Tidak cacat / rusak	☒
II.2 BATTERY CHARGER				
a. Pemeriksaan kondisi visual box			- Tidak cacat / rusak	☒
b. Pemeriksaan kondisi baut pengikat box			- Tidak longgar	☒
II.3 EXTENDED BOX				
a. Pemeriksaan kondisi visual box			- Tidak cacat / rusak	☒
b. Pemeriksaan kondisi baut pengikat box			- Tidak longgar	☒
II.4 HV Box				
a. Pemeriksaan kondisi visual box			- Tidak cacat / rusak	☒
b. Pemeriksaan kondisi baut pengikat box			- Tidak longgar	☒
II.5 SIV Box				
a. Pemeriksaan kondisi visual box			- Tidak cacat / rusak	☒
b. Pemeriksaan kondisi baut pengikat box			- Tidak longgar	☒
II.6 TCMS				
a. Pemeriksaan fungsi pada HMI			- Tidak cacat / rusak	☒
II.7 VVVF				
a. Pemeriksaan visual VVVF Box			- Tidak cacat / rusak	☒
II.8 Braking Resistor				
a. Pemeriksaan visual Braking Resistor			- Tidak cacat / rusak	☒
II.9 Master Controller				
a. Pemeriksaan visual master controller			- Tidak cacat / rusak	☒
II.10 Air Core Reactor				
a. Pemeriksaan visual air core reactor			- Tidak cacat / rusak	☒
III. SISTEM KELISTRIKAN DAN PERALATAN KERETA				
a. Pemeriksaan fungsi Horn/ Klakson			- Berfungsi	☒
b. Pemeriksaan fungsi Headlamp			- Berfungsi	☒
CATATAN: 1. Pemeriksaan koneksi under frame 2. Perbaikan pintu T no. 1				
DEPO LRT				
NIP.			NIP.	

Sumber: PT. INKA

Gambar 26. Contoh *Checksheet* Perawatan Harian LRT

Sedangkan untuk instalasi kabel *earth grounding* pada bagian *underframe* rangkaian LRT Sumsel di lapangan, terutama untuk daerah yang berada di dekat *receiptacle Stinger* (tanduk) dapat dilihat pada gambar 27 berikut ini.



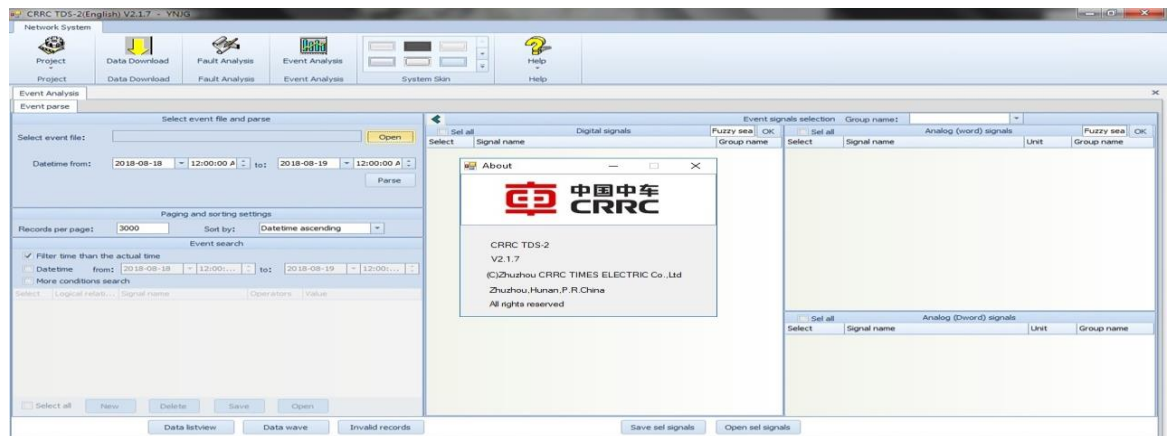
Sumber: PT. INKA (diolah)

Gambar 27. Instalasi Kabel *Earth Connection/Grounding* LRT Sumsel

I.6 EVENT DATA LOGGER

Event data logger adalah data mengenai daftar kejadian yang direkam oleh *Train Control Monitoring System* (TCMS). Penjabaran *event data logger* TCMS untuk kejadian gangguan KA43 (TS-7) pada 12 Agustus 2018 adalah sebagai berikut:

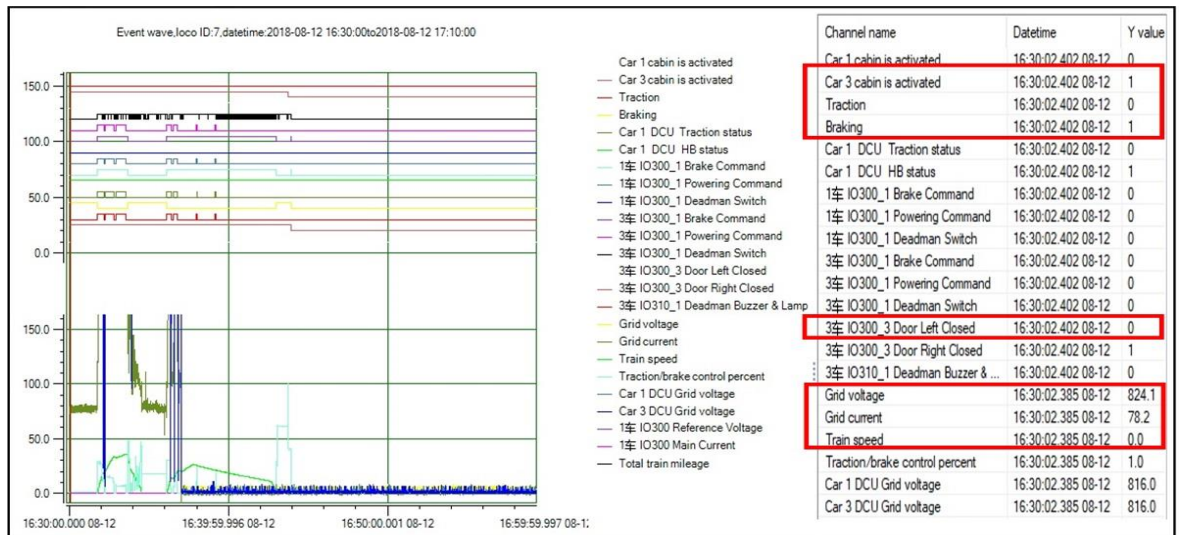
1. Pembacaan *event data logger* TCMS menggunakan *software* TDS-2 versi 2.1.7 dengan bahasa Inggris (gambar 28). Analisa terhadap *event data logger* TCMS belum dikuasai sepenuhnya oleh pihak PT. INKA.



Sumber: PT. INKA (diolah)

Gambar 28. Tampilan *Software* Pembaca TCMS

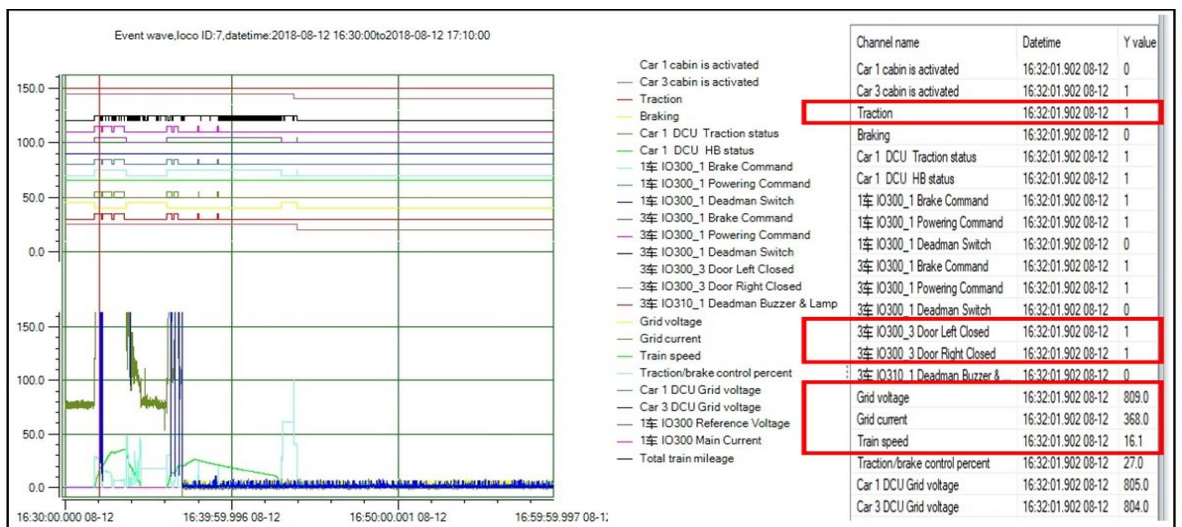
2. Pukul 16:30:02 WIB; kereta berhenti di stasiun Jakabaring dan beroperasi secara normal, (rekaman pada *event data logger* TCMS, gambar 29). Pada rekaman tersebut menunjukkan bahwa masinis berada pada MC2 (*event 'Car 3 cabin is activated', Y value = 1*), pengereman aktif (*event 'Braking', Y value = 1*) serta pintu kereta dibuka (*event '3...IO300 Door Left Closed', Y value = 0*). Sedangkan tegangan yang terdeteksi sebesar 824.1 Volt (*event 'Grid Voltage', Y value = 824.1*) dan arus yang terdeteksi sebesar 78.2 Ampere (*event 'Grid current', Y value = 78.2*).



Sumber: PT. INKA

Gambar 29. Event Data Logger TCMS TS-7 (Pukul 16:30:02 WIB)

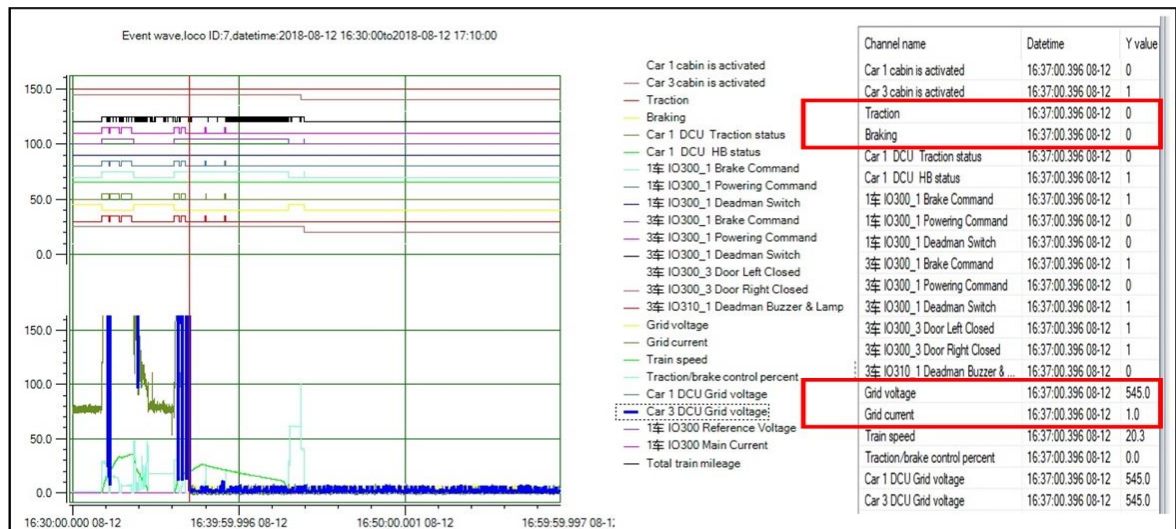
3. Pukul 16:32:01 WIB; kereta berangkat dari stasiun Jakabaring menuju stasiun Polresta beroperasi secara normal (rekaman pada *event data logger* TCMS, gambar 30). Pada rekaman tersebut menunjukkan bahwa traksi/akselerasi aktif (*event 'Traction', Y value = 1*), tegangan yang terdeteksi sebesar 809.0 Volt (*event 'Grid Voltage', Y value = 809.0*), arus yang terdeteksi sebesar 368.0 Ampere (*event 'Grid current', Y value = 368.0*) serta kecepatan kereta 16.1 km/jam (*event 'Grid Voltage', Y value = 16.1*).



Sumber: PT. INKA

Gambar 30. Event Data Logger TCMS TS-7 (Pukul 16:32:01 WIB)

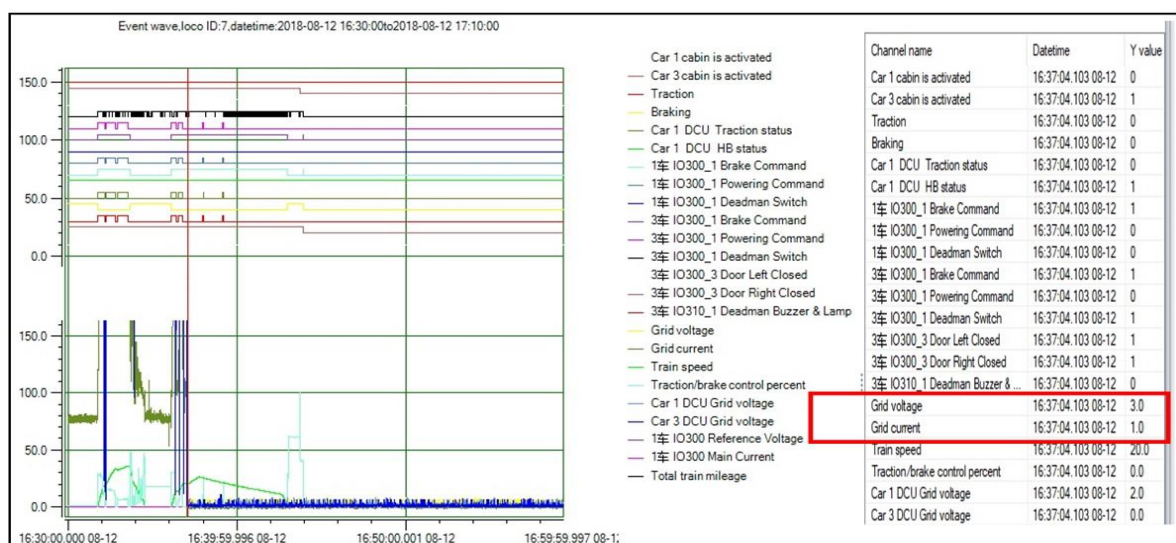
4. Pukul 16:37:00 WIB; kereta mengalami gangguan di petak jalan antara stasiun Jakabaring menuju stasiun Polresta (rekaman pada *event data logger TCMS*, gambar 31). Pada rekaman tersebut menunjukkan bahwa traksi/akselerasi tidak aktif (*event 'Traction', Y value=0*), serta pengereman tidak aktif (*event 'Braking', Y value = 0*). Sedangkan tegangan yang terdeteksi turun menjadi 545.0 Volt (*event 'Grid Voltage', Y value = 545.0*) serta arus yang terdeteksi turun menjadi 1.0 Ampere (*event 'Grid current', Y value = 1.0*), dimana penurunan arus menunjukkan telah terjadi hubungan pendek (*short-circuit*).



Sumber: PT. INKA

Gambar 31. Event Data Logger TCMS TS-7 (Pukul 16:37:00 WIB)

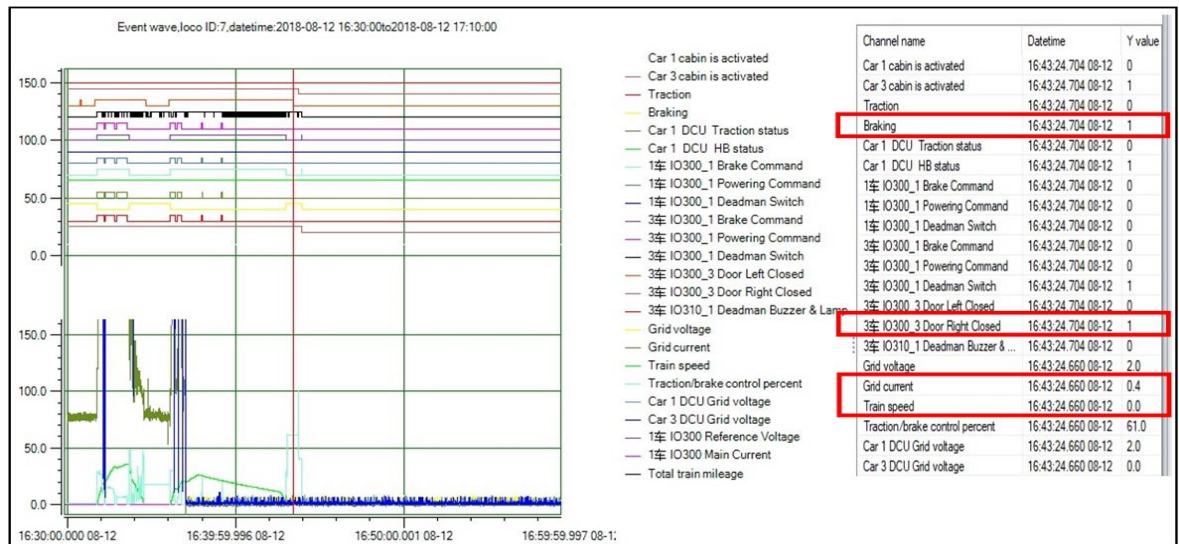
5. Pukul 16:37:04 WIB; tegangan yang terdeteksi pada *event data logger TCMS* (gambar 32) turun menjadi 3.0 Volt (*event 'Grid Voltage', Y value = 3.0*) serta arus yang terdeteksi turun menjadi 1.0 Ampere (*event 'Grid current', Y value = 1.0*), dimana penurunan tegangan tersebut menunjukkan bahwa sumber tenaga listrik yang melalui *Third Rail* telah diputus dari *Sub-station* yang berada di stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta.



Sumber: PT. INKA

Gambar 32. Event Data Logger TCMS TS-7 (Pukul 16:37:04 WIB)

6. Pukul 16:43:24 WIB; tegangan yang terdeteksi pada *event data logger* TCMS (gambar 33) turun menjadi 2.0 Volt (*event 'Grid Voltage', Y value = 2.0*) serta arus yang terdeteksi turun menjadi 0.4 Ampere (*event 'Grid current', Y value = 0.4*). Sedangkan status pengereman aktif (*event 'Braking', Y value = 1*) serta pintu kereta dibuka (*event '3...IO300 Door Left Closed', Y value = 0*), dimana sebenarnya pintu kereta yang terbuka adalah pintu sebelah kanan atau di sisi *walkway* (lihat keterangan pada butir 6.e di atas).



Sumber: PT. INKA

Gambar 33. *Event Data Logger* TCMS TS-7 (Pukul 16:43:24 WIB)

1.7 INFORMASI OPERASI KA

Kereta LRT Sumsel mulai dioperasikan oleh PT. Kereta Api Indonesia (KAI) Divre III Sumatera bagian Selatan pada tanggal 1 Agustus 2018. PT. KAI selaku operator memiliki 8 (delapan) *Trainset* Kereta Rel Listrik (KRL) dengan lintas operasi pelayanan awal meliputi; Stasiun DJKA - Stasiun Jakabaring - Stasiun Ampera - Stasiun Cinde - Stasiun Bumi Sriwijaya - Stasiun Asrama Haji - Stasiun Bandara Sultan Mahmud Badarudin II di wilayah administrasi Kotamadya Palembang, Provinsi Sumatera Selatan.

1.8 INFORMASI PETUGAS

Data petugas yang juga merupakan saksi atas kejadian gangguan KA 43 (TS-7) adalah sebagai berikut:

1. Masinis Kereta Api

Umur : 26 tahun
 Pendidikan Formal Terakhir : Sarjana
 Mulai Bekerja : April 2015
 Pendidikan Fungsional : O.61, O.62, O.63 dan O.64
 Mulai dinas pada jabatan : Desember 2017
 Sertifikat Kecakapan : ASP Tk. Muda (berlaku hingga Desember 2019)

2. Teknisi Kereta Api

Umur : 30 tahun
 Pendidikan Formal Terakhir : STM (Mesin)

Mulai Bekerja	: Februari 2016
Pendidikan Fungsional	: Pengoperasian dan Perawatan LRT Sumsel
Mulai dinas pada jabatan	: Januari 2018
Sertifikat Keahlian	: -

I.9 INFORMASI DAMPAK KERUSAKAN

I.9.1 Prasarana Perkeretaapian

Hubungan pendek (*short-circuit*) akibat kabel *grounding* (bermuatan negatif) menempel ke *Receiptacle Stinger* (bermuatan positif) menimbulkan percikan api. Hal tersebut yang mengakibatkan hangusnya penutup *third rail* pada sisi prasarana di km. 20+4/5 (jalur 2) petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta (gambar 34).



Sumber: Dokumentasi

Gambar 34. Penutup *Third Rail* pada Sisi Prasarana

I.9.2 Sarana Perkeretaapian

Saat kejadian pada 12 Agustus 2018 (gambar 35), kabel *grounding* (bermuatan negatif) pada rangkaian KA 43 (TS-7) terlepas, kemudian menempel pada *Receiptacle Stinger* (bermuatan positif) sehingga terjadi hubungan pendek (*short-circuit*).



Sumber: PT. INKA (diolah)

Gambar 35. Kabel *Grounding* dan *Receiptacle Stinger* pada KA 43 (TS-7)

Kondisi komponen *Receiptacle Stinger*, *bracket* dan *fastening* (baut) pada instalasi *grounding* yang sebelumnya terpasang pada rangkaian KA 43 (TS-7) ditunjukkan pada gambar 36 berikut ini.



Sumber: Dokumentasi

Gambar 36. *Receiptacle Stinger*, *Bracket* dan *Fastening* pada Instalasi *Grounding*

I.10 INFORMASI TAMBAHAN

I.10.1 Peraturan Tentang Pengadaan dan Pengoperasian Sarana Perkeretaapian

Peraturan yang berlaku telah mengatur hal – hal terkait dengan pengadaan dan pengoperasian sarana perkeretaapian adalah sebagai berikut:

- a. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian. Pasal 179 huruf (a) menyebutkan bahwa, Setiap pengadaan sarana perkeretaapian harus didasarkan pada persyaratan teknis dan standar spesifikasi teknis yang telah ditentukan. Pasal 198 ayat (2) menyebutkan bahwa, Kelaikan operasi sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi a. pengujian sarana perkeretaapian; dan b. pemeriksaan sarana perkeretaapian.
- b. Peraturan Menteri Perhubungan No. PM. 175 Tahun 2015 tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta Kecepatan Normal dengan Penggerak Sendiri. Pasal 6 ayat (3) menyebutkan bahwa, Pengadaan sarana kereta kecepatan normal dengan penggerak sendiri atau pembuatan komponen dan perakitan, seluruhnya atau sebagian yang dibuat di dalam negeri maupun di luar negeri, harus dilakukan oleh perusahaan manufaktur yang telah mempunyai sertifikat internasional.

I.10.2 Peraturan Tentang Perawatan Sarana Perkeretaapian

Peraturan yang berlaku telah mengatur hal – hal terkait dengan perawatan sarana perkeretaapian adalah sebagai berikut:

- a. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian. Pasal 346 ayat (2) huruf e menyebutkan bahwa, Untuk memperoleh izin operasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1), Badan Usaha wajib memenuhi persyaratan yaitu memiliki sistem dan prosedur pengoperasian, pemeriksaan, dan perawatan sarana perkeretaapian.
- b. Peraturan Menteri Perhubungan No. PM. 16 Tahun 2017 tentang Sertifikasi Tenaga Perawatan Sarana Perkeretaapian. Pasal 2 ayat (2) menyebutkan bahwa, Perawatan sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), harus dilaksanakan oleh tenaga perawatan sarana yang memiliki kompetensi untuk melakukan perawatan sarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya.
- c. Peraturan Menteri Perhubungan No. PM. 18 Tahun 2019 tentang Standar Tempat dan Peralatan Perawatan Sarana Perkeretaapian. Pasal 23 menyebutkan bahwa, untuk melaksanakan kegiatan Perawatan Sarana Perkeretaapian diperlukan: (a) peralatan perawatan; dan (b) fasilitas pendukung perawatan.

I.10.3 Standar Lain Terkait Sarana LRT

PT. INKA (Persero) selaku pihak manufaktur sarana perkeretaapian telah memiliki sertifikat *Quality Management System* ISO 9001: 2015 serta mengacu pada standar nasional/internasional yang terkait bidang perkeretaapian, beberapa dokumen mutu dan standar yang digunakan oleh PT. INKA adalah sebagai berikut:

- a. Dokumen Prosedur Mutu (Form No.: II-01.001 Rev. C) nomor PM-08.03 tanggal 16 Juli 2018 Revisi: C dengan judul Desain dan Pengembangan Produk & Jasa, yang merupakan revisi dokumen Prosedur Mutu nomor PM-07.03 tahun 2016 serta terkait dengan dokumen Manual Mutu – Operasional nomor MM-08.
- b. Dokumen rekaman (Form No.: III-01.001 Rev. C) nomor IM-13.08.022 tanggal 1 Maret 2018 Revisi: 0 dengan judul Perubahan Desain.
- c. Dokumen Rekaman Mutu (Form No.: IV-01.053 Rev. C) nomor 101/BOK/L1001XX011/16 tanggal 8 Januari 2018 Revisi: F dengan judul *Bill of Material 8 Trainset LRT* – Palembang, yang merupakan revisi dari dokumen tahun 2016.
- d. Dokumen *Inspection and Test Plan* nomor ITP/QC/010/2017 tanggal 1 Maret 2017 (Revisi: 0) dengan judul Pekerjaan Pengadaan Kereta LRT Sumsel.
- e. Petunjuk Perawatan Kereta *Light Rail Transit* Palembang atau *Maintenance Manual of Light Rail Transit Train* Palembang dengan nomor dokumen LRT.U01-18.MM.
- f. *Part Catalog* Kereta LRT (*Light Rail Transit*) Palembang dengan nomor dokumen LRT.U01-18.PC.
- g. Petunjuk Pengoperasian Kereta *Light Rail Transit* (LRT) Palembang dengan nomor dokumen LRT.U01-18.OM.

- h. Manual Produk *Light Rail Transit* (LRT) Palembang dengan nomor dokumen LRT.U01-18.PM.
- i. Beberapa dokumen *Quality Management System* lain yang terkait dengan sarana perkeretaapian yaitu:
 - 1. Laporan Ketidaksesuaian Produk atau *Non Conformity Report for Product* (Form No.: IV-01.012).
 - 2. Permintaan Perubahan Desain atau *Design Change Request* (Form No.: IV-01.054).
 - 3. Instruksi Pekerjaan atau *Process Instruction* (Form No.: IV-01.051 Rev A).
 - 4. Lembar Pemeriksaan atau *Inspection Sheet* (Form No.: IV-01.015 Rev B).
 - 5. Spesifikasi Teknikal atau *Technical Specification* (Form No.: IV-01.064 Rev 0).
 - 6. Gambar Teknik atau *Design Drawing* (Form No.: IV-01.119 Rev B).
- j. Beberapa Standar Internasional yang terkait dengan proses pengadaan, pengoperasian serta perawatan sarana antara lain adalah sebagai berikut:
 - 1. EN 12663-1 *Railway Application - Structural Requirement of Railway Vehicle Bodies - Part 1: Locomotives and Passenger Rolling Stock (and Alternative Method for Freight Wagons)*. Standar tersebut dikembangkan oleh *European Committee for Standardization (Comité Européen de Normalisation - CEN)*.
 - 2. *CEI/IEC 61133:2006 second edition; Railway applications – Rolling stock – Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service*. Standar tersebut dikembangkan oleh *International Electrotechnical Commission (IEC)*.

I.10.4 Perawatan Sarana LRT

Train set LRT Sumsel yang akan dioperasikan sebanyak 8 (delapan) TS yang terdiri dari TS-1, TS-2, TS-3, TS-4, TS-5, TS-6, TS-7 dan TS-8. Perawatan sarana LRT Sumsel masih dilakukan oleh PT. INKA selaku pihak manufaktur sampai dengan habisnya masa berlaku dari garansi terhadap pengadaan *train set* LRT Sumsel (*under manufacturer warranty*). Perawatan dilakukan untuk menjaga atau mempertahankan fungsi serta kinerja dari keseluruhan komponen dan sistem pada *train set* agar dapat bekerja sesuai dengan kriteria desain yang ditetapkan, dimana seluruh kegiatan perawatan *train set* dilakukan di Depo LRT Sumsel. Berdasarkan siklus perawatan yang ditetapkan dalam *Maintenance Manual* LRT Sumsel, kegiatan perawatan sarana terdiri dari perawatan harian (*Daily Check*), perawatan bulanan (P1, P3 dan P6) serta perawatan tahunan (P12, P24, P36 dan P48). Beberapa kondisi yang terkait dengan perawatan sarana LRT pada saat investigasi dilakukan, diuraikan sebagai berikut:

a. Fasilitas dan Peralatan Perawatan Sarana

Depo LRT Sumsel direncanakan memiliki 3 (tiga) jalur *underfloor-wide* yang diperuntukkan untuk pemeriksaan dan perawatan rangka bawah sarana kereta LRT, namun belum dapat digunakan. Untuk melakukan perawatan sarana *train set* LRT Sumsel di dalam depo diperlukan *Stinger System* sebagai pengganti *Third Rail* dalam suplai tenaga listrik, dimana *Stinger System* belum tersedia dan sebagai pengganti tersedia *Shunting Locomotive* (lokomotif penarik). Beberapa pemeriksaan dan

perawatan sarana dilakukan di area luar depo. Peralatan dan fasilitas pendukung untuk perawatan sarana juga belum memadai, sehingga menyulitkan proses perawatan dan dapat menjadi potensi awal dari kegagalan komponen atau sistem *train set* (berdasarkan tabel 4 di bawah, sebagian besar fasilitas perawatan belum tersedia serta hanya fasilitas pada nomor urut 9 – 14 yang telah tersedia).

Tabel 4. Fasilitas dan Peralatan Perawatan Sarana

No	Deskripsi	Keterangan
1.	Gedung perawatan, gedung kantor, ruang genset	Tersedia sebagian (gedung utama depo)
2.	Instalasi kelistrikan gedung dipo dan <i>lighting arrester</i>	Tersedia sebagian (instalasi listrik)
3.	Jalur <i>underfloor-wide</i> + penopang (untuk DC) + <i>stinger system</i>	Tersedia sebagian (2 jalur dari 10 jalur di dalam depo, tetapi tanpa <i>stinger system</i>)
4.	Jalur <i>mountly</i> + <i>stinger system</i>	Proses instalasi
5.	Jalur <i>stabling</i> + <i>overcaping</i>	Tersedia sebagian (jalur tanpa <i>overcaping</i>)
6.	Jalur pencucian + <i>overcaping</i>	Tersedia sebagian (dilakukan di jalur <i>stabling</i>)
7.	Gudang BBM	Belum tersedia
8.	Gudang penyimpanan Limbah B3	Belum tersedia
9.	Tools room	Tersedia
10.	Tempat pencucian komponen perawatan	Tersedia
11.	Gudang untuk suku cadang baru dan suku cadang bekas	Tersedia
12.	Tempat penampungan pelumas baru dan pelumas bekas	Tersedia
13.	Toilet gedung dipo	Tersedia
14.	CCTV area dipo dan gedung dipo	Tersedia
15.	IPAL (Instalasi Pengolahan Air dan Limbah)	Belum tersedia
16.	Tempat utama penampungan air + pompa air listrik dan instalasi perpipaan	Belum tersedia (masih menggunakan selang dan mengambil air dari gedung OCC)
17.	Instalasi <i>pneumatic tools</i> /instalasi perpipaan udara bertekanan	Belum tersedia (menggunakan kompresor sarana kereta pada saat perawatan)
18.	Mesin bubut roda <i>Underfloor</i>	Belum tersedia
19.	<i>Overhead crane</i> 2 x 10 Ton	Belum tersedia
20.	<i>Lifting jack</i> 12 x 15 Ton	Belum tersedia
21.	<i>Genset</i> 380 Vac	Belum tersedia
22.	<i>Grease pump</i>	Belum tersedia
23.	<i>Oil Vacuum Cleaner</i>	Belum tersedia
24.	Mesin las listrik	Belum tersedia
25.	Mesin bor dan <i>bench grinder</i>	Belum tersedia
26.	<i>Forklift</i> 3 Ton	Belum tersedia

Sumber: PT. INKA (diolah)

b. Tenaga Perawatan Sarana

Berdasarkan data dan informasi yang diperoleh saat investigasi, Sumber Daya Manusia (SDM) yang melakukan perawatan sarana perkeretaapian LRT Sumsel telah mendapatkan pendidikan dan pelatihan terkait perawatan sarana perkeretaapian LRT Sumsel. Pendidikan dan pelatihan tenaga perawatan sarana yang diselenggarakan oleh Institusi/Lembaga pendidikan dan pelatihan terkait dengan perawatan LRT Sumsel adalah sebagai berikut:

1. Pendidikan dan pelatihan tenaga perawatan sarana perkeretaapian berpenggerak dan tanpa penggerak yang diselenggarakan di Akademi Perkeretaapian Indonesia (API), Madiun mulai dari tanggal 4 s.d. 15 Februari 2018, yang terdiri dari 100 jam pelajaran.
2. Training pengoperasian dan perawatan *Light Rail Transit* (LRT) Palembang yang diselenggarakan oleh PT. INKA mulai dari tanggal 9 – 13 Juli 2018.

Terkait dengan perawatan sarana LRT Sumsel, kompetensi tenaga perawatan sarana dalam mengolah dan menganalisa data – data dari *event data logger* TCMS belum memadai dan belum merata. Meskipun demikian, pihak China Railway Rollingstock Corporation (CRRC) selaku produsen TCMS menyediakan tenaga ahli pendamping.

c. Dokumen Perawatan Sarana

Pekerjaan/kegiatan terkait dengan perawatan sarana meliputi pemeriksaan operasional, pemeriksaan fungsional, pembongkaran, perbaikan, penggantian dan pengelasan seluruh bagian penting dari tiap komponen, sub sistem dan sistem utama dari *train set*. Beberapa pekerjaan/kegiatan tidak masuk dalam dokumen rekaman mutu (seperti *Process Instruction* atau *Inspection Sheet*) atau terdapat dokumen rekaman mutu yang kurang jelas. Format lembar kerja perawatan sarana LRT Sumsel (harian, bulanan dan tahunan) tidak memuat penulisan nilai pada item kegiatan yang berhubungan dengan pemeriksaan fungsi, dimana nilai tersebut menunjukkan kesesuaian antara kondisi atau fungsi dari suatu komponen atau subsistem terhadap batas standar dan toleransi yang telah ditetapkan.

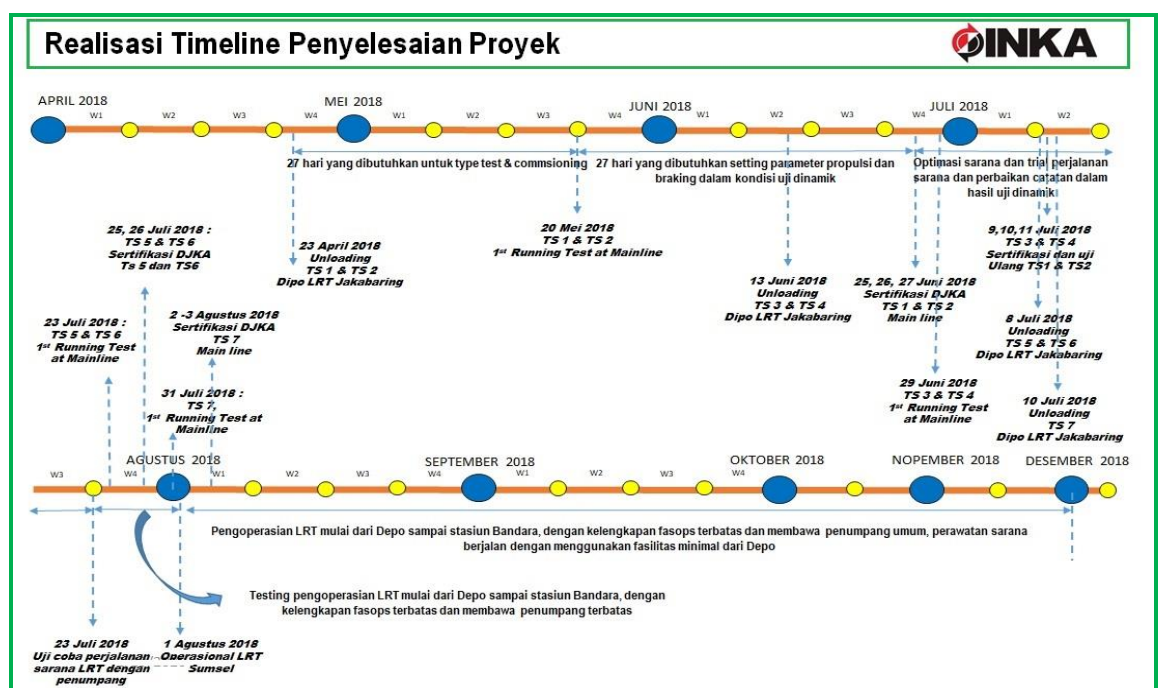
I.10.5 Uji Coba Sarana (*Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning*)

Testing & Commissioning (T&C) merupakan fase yang penting dalam pembangunan *Light Rail System* sebelum dioperasikan secara komersial (untuk kepentingan umum) dengan selamat. Pihak yang terlibat dalam T&C adalah *Infrastructure Owner* (pemberi kontrak pekerjaan utama), *Contractor* (pembangun infrastruktur/prasarana), *Manufacturer* (penyedia/produsen sarana dan fasilitas operasi), *Operator* (penyelenggara pengoperasian perkeretaapian) serta *Third Party* (organisasi atau institusi independen). Tahapan T&C dapat dibagi menjadi *Factory Acceptance / Inspection Test* (FAT), *Site Installation Test* (SIT), *Site Acceptance Test* (SAT) serta *Overall Site Acceptance / Performance Test* (SATOV).

Tujuan utama dari program T&C adalah melakukan identifikasi *erroneous* (kesalahan atau kegagalan) dan *non-complying* (ketidaksesuaian) *components, equipment* atau *sub-systems* sehingga dapat segera dilakukan perbaikan dan atau penyesuaian. Aspek vital dalam T&C adalah *System Integration*, yang didefinisikan sebagai proses penyatuan

dari masing-masing komponen *subsystems* dan memastikan dapat berfungsi dengan baik dalam satu kesatuan sistem. Kontrol proses T&C harus dilakukan bersama oleh seluruh pihak yang terlibat, dimana tertuang dalam dokumen kontrak serta memiliki dokumen kontrol minimal berupa *Test Procedures* dan *Test Reports*, dengan memperhatikan peraturan, standar dan atau kesepakatan bersama antara pihak-pihak yang terlibat (Sharma, *Testing and Commissioning Process for A Light Rail Project, Line B1 Infrastructure Works Project, Railway Procurement Agency (RPA) of Dublin*, 2010). Uraian berikut ini menjabarkan beberapa hal yang terkait dengan uji coba (*trial-run /burn-in/testing & commissioning/running test*) sarana perkeretaapian.

- a. Uji coba terhadap *train set* LRT Sumsel (TS-1 – TS-7) dilakukan secara bertahap oleh PT. INKA (rentang waktu April – Agustus 2018), sebagaimana dapat dilihat pada Realisasi *Timeline* Penyelesaian Proyek (gambar 37).



Sumber: PT. INKA

Gambar 37. Realisasi *Timeline* Penyelesaian Proyek

- b. Beberapa peraturan atau standar di negara lain, yang terkait dengan *Trial Run / Testing & Commissioning (Site Acceptance / System Integration Test)* adalah sebagai berikut:

1. *International Electrotechnical Commission; CEI/IEC 61133:2006 second edition; Railway applications – Rolling stock – Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service, Switzerland, October 2006.*

Pihak manufaktur harus memiliki dan menjalankan suatu sistem pengendali kualitas, dimana sistem tersebut harus memuat tentang prosedur yang *auditable* termasuk pemeriksaan akhir dan tata cara pengujian secara detail. Jangkauan perjalanan maksimum dari *trial run* dapat disesuaikan jika telah disepakati dalam kontrak dengan mempertimbangkan jenis kendaraan, terutama kecepatan

maksimumnya dan perangkat baru yang digunakan. Apabila nilai maksimum tidak disebutkan dalam kontrak kerja, maka jangkauan perjalanan maksimum 5000 km dapat ditetapkan untuk setiap sarana yang diuji serta harus dilakukan dalam pengawasan dan keterlibatan langsung perwakilan lembaga yang ditunjuk.

2. *The State of New South Wales Government, Asset Standards Authority (ASA), Document number T LR RS 00300 ST, LRU 300 Series – Minimum Operating Standards for Light Rail Vehicles – Compliance Testing Requirements Version 1.0 (Issued date: 25 May 2017), Australia, May 2017.*

Light rail vehicles (LRV) didesain dan dibangun guna memenuhi kriteria persyaratan *consistency, interoperability, interface management and RAMS (reliability, availability, maintainability and safety)*. Pengujian Statis dan Dinamis harus dilakukan di lintasan yang sesungguhnya, sebelum izin operasi diberikan untuk setiap unit LRV. Semua pengujian statis dan dinamis sarana LRV/LRT harus selalu dimonitor dan didokumentasikan untuk memastikan kinerja LRV memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Pengujian harus dilakukan untuk setiap konfigurasi LRV, apabila terdapat beberapa konfigurasi LRV yang berbeda.

3. *U.S. DOT Federal Transit Administration, TPM-20 Office of Capital Project Management, Project Management Oversight, Oversight Procedure 54 – Readiness for Service (Revenue Operations), USA, September 2015.*

Kesiapan untuk beroperasi komersial harus memenuhi persyaratan *System Integration Testing (SIT)* dari komponen2 proyek, peralatan, *subassemblies, assemblies, subsystems, and systems*; pemenuhan persyaratan sertifikasi keselamatan dan keamanan; pemenuhan persyaratan *pre-revenue operations (PRO)* serta memastikan bahwa operator telah memiliki kemampuan dan kapasitas manajemen untuk menjalankan fasilitas transportasi baru. SIT dapat memastikan kinerja semua fasilitas, sistem dan peralatan telah memenuhi persyaratan, baik secara mandiri maupun secara menyeluruh saat terintegrasi. SIT juga memastikan semua tenaga kerja memiliki kemampuan dan kapasitas untuk memberikan pelayanan yang selamat dan handal serta kesiapan kondisi darurat sebelum operasi pelayanan komersial.

4. *US Government Printing Office; The Office of the Federal Register National Archives and Records Administration; Code of Federal Regulations (CFR); Title 49 – Transportation; Subtitle B - Other Regulations Relating to Transportation-Continued; Volume IV (Parts 200 – 299), Chapter II - Federal Railroad Administration, Department of Transportation; Part 238 - Passenger Equipment Safety Standards; Section 238-111 Pre-revenue service acceptance testing plan (10–1–18 Edition, Revised as of October 1, 2018).*

Sarana-prasarana penumpang yang akan digunakan untuk melayani operasi komersial (*revenue service operation*) harus mempersiapkan rencana *pre-revenue service acceptance testing* untuk setiap sarana-prasarana, memberitahukan rencana waktu dan tempat pelaksanaan pengujian pra-operasi komersial untuk

mendapatkan izin pengawasan pengujian, melaksanakan pengujian sesuai perencanaan, pendokumentasian hasil pengujian, melakukan perbaikan semua *safety deficiencies* yang teridentifikasi saat pelaksanaan pengujian (apabila *safety deficiencies* tidak dapat diperbaiki dengan perubahan desain, operator harus menetapkan batasan operasional dalam melaksanakan pelayanan komersial untuk menjamin keselamatan operasional) serta membuat arsip rencana dan dokumentasi sesuai dengan rencana.

- c. Beberapa *recommended practice* terkait dengan pelaksanaan uji coba (*Trial-run/Burn-in/Testing & Commissioning*) sebelum pelaksanaan pelayanan komersial di negara lain, yang dapat dijadikan bahan pertimbangan yaitu sebagai berikut:

1. *Region of Waterloo and Ontario Infrastructure and Lands Corporation, Performance Output Specifications, Article 13 Verification, Testing, Acceptance and Commissioning (VTAC), Canada, 2013.*

Verification, Test, Acceptance and Commissioning Plan memuat tentang persyaratan untuk komponen, peralatan, dan verifikasi sistem serta pengujian, termasuk *Integrated Systems Tests, Demonstrated System Operations Test* dan *Maintainability Demonstration Test*. Apabila lulus uji, akan dikeluarkan *the Substantial Completion Certificate for the Region of Waterloo Stage 1 Light Rail Transit System*. Sertifikat tersebut merupakan persyaratan wajib untuk dapat melaksanakan operasi pelayanan komersial (*revenue service operations*).

2. *Columbia River Crossing, Portland Metropolitan Area, LRT System Testing and Start-Up, USA, May 2013.*

Pengujian pra-komersial (*Pre-revenue test*) harus dilaksanakan sebelum melaksanakan operasi pelayanan komersial dan dimulai setelah elemen sistem yang berhubungan dengan operasi sistem dinyatakan telah lengkap dan diterima. *Pre-revenue test* menguji seluruh kemampuan fungsional secara lengkap dari seluruh elemen yang ada dalam sistem. Program *Pre-revenue test* meliputi simulasi dari operasi normal, kondisi darurat dan situasi khusus lainnya serta harus dijadwalkan dan dilaksanakan sebelum operasi pelayanan komersial dimulai. *Integrated Test Plan* memuat tentang rencana detail untuk setiap pengujian dan tahapan yang dipersyaratkan.

3. *Metropolitan Washington Airports Authority (MWAA) in cooperation with the Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA), Washington DC, Dulles Corridor Metrorail Project Extension to Wiehle Avenue, Comprehensive Monthly Report March 2015, USA, April 2015.*

Dua rangkaian kereta pertama (masing-masing terdiri dari empat kereta) merupakan subyek *revenue service test* (subyek berupa satu rangkaian terdiri dari delapan kereta). Durasi pengujian keseluruhan sekurang-kurangnya 6 bulan, dengan ketentuan minimum 30.000 mil (sekitar 48.280 km) atau dengan pertimbangan *burn-in test* telah dilakukan apabila sarana telah berjalan sejauh

1000 mil (sekitar 1609 kilometer) di seluruh jaringan rel tanpa gangguan/kegagalan. *Burn-in Test* sarana perkeretaapian yang dilaksanakan selama bulan februari dan maret 2015 menemukan kegagalan pada dua kali percobaan pertama. MWAA menyatakan *Burn-in Test* telah selesai dilakukan pada 3 april 2015 dan delapan kereta pertama mulai melakukan operasi pelayanan komersial pada 14 april 2015.

4. *Regional Transportation District, Denver, Colorado, Commuter Rail Projects Newsletter July-Oct 2015, USA, October 2015.*

Fase pertama pengujian jaringan perkeretaapian baru (durasi pelaksanaan 7 bulan) fokus pada pelaksanaan *integration testing* antara sistem komunikasi perkeretaapian, sistem persinyalan perkeretaapian, komunikasi jaringan sistem lalu lintas jalan dengan sistem persinyalan perkeretaapian pada perlintasan sebidang, pengujian peralatan pada fasilitas perawatan sarana perkeretaapian serta pengujian sarana perkeretaapian. Fase kedua pengujian (durasi pelaksanaan 5 bulan) fokus pada pelaksanaan kesiapan dan pelatihan seluruh personil yang terlibat, *vehicle burn-in testing* serta *system performance demonstration*. *Burn-in Test* sarana perkeretaapian yang dilakukan mencakup pengujian sejauh 1000 mil (sekitar 1609 kilometer) terhadap setiap sarana di jalur yang sesungguhnya sebelum operasi pelayanan komersial dimulai.

I.10.6 Penanganan Kondisi Darurat

Penanganan kondisi darurat (*emergency operation*) saat kejadian gangguan operasi KA 43 (TS-7) telah dilakukan sesuai dengan standar pengoperasian darurat. Ketika LRT Sumsel mengalami gangguan di tengah lintasan dan tidak dapat bergerak karena suplai listrik padam (*third rail off*), ditentukan waktu maksimum 20 menit untuk memutuskan evakuasi penumpang melalui *walkaway*. Tindakan pengoperasian darurat yang dilakukan adalah sebagai berikut:

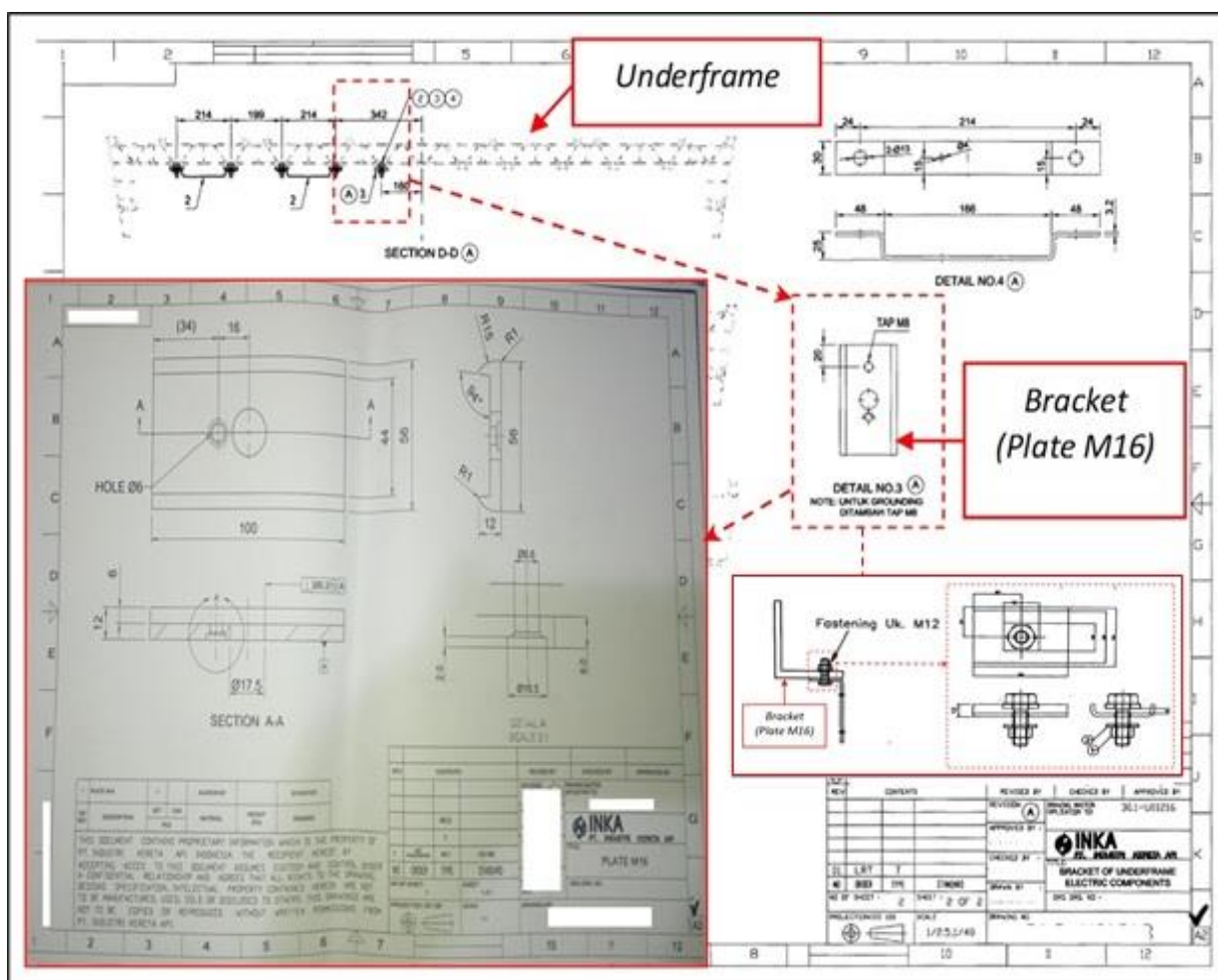
- a. Indikasi peringatan gangguan di sarana.
- b. Masinis memberi informasi kepada petugas *Operation Control Center* (OCC) LRT dan stasiun terdekat melalui radio.
- c. Petugas OCC melanjutkan informasi kepada petugas di gardu traksi terdekat.
- d. Petugas dari gardu traksi memastikan suplai listrik telah padam (*third rail off*).
- e. Petugas Teknisi Kereta Api (TKA) melakukan pemeriksaan terhadap sarana.
- f. Petugas yang berwenang di OCC memerintahkan untuk melakukan evakuasi penumpang.
- g. Penumpang dievakuasi melalui *walkway* menuju ke stasiun terdekat dengan dipandu oleh petugas yang berwenang.

II. ANALISIS

Berdasarkan data dan fakta yang telah dikumpulkan KNKT dalam melakukan investigasi kejadian gangguan KA 43 (TS-7) di km. 20+4/5 (jalur 2) petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta pada tanggal 12 Agustus 2018, KNKT akan memfokuskan analisis pada kondisi instalasi *earth connection/grounding* dan kesiapan operasi pelayanan komersial.

II.1 KONDISI INSTALASI *EARTH CONNECTION/GROUNDING*

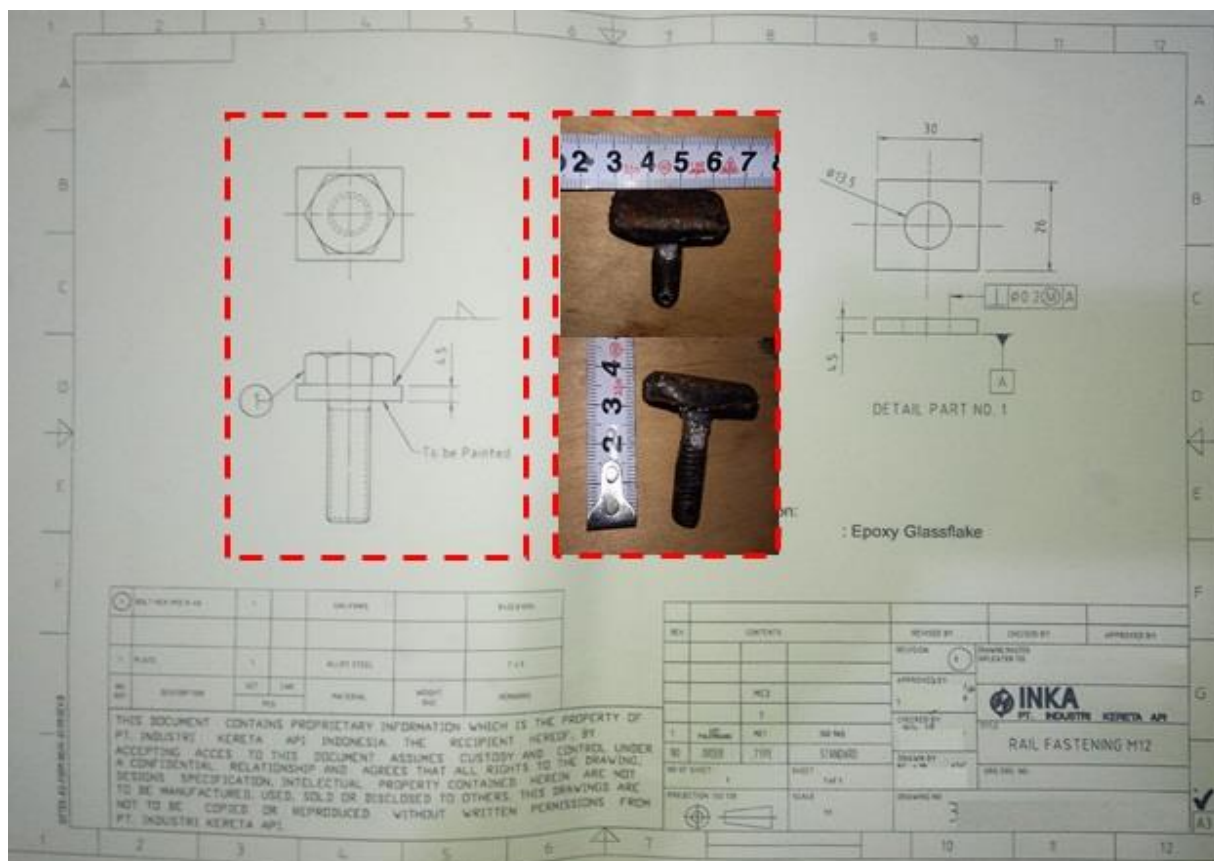
Bolted joint pada instalasi *earth connection/grounding* KA 43 (TS-7) dapat dikatakan mengalami kegagalan, karena sambungan baut yang terlepas serta menyebabkan kabel *grounding* ikut terlepas dan menyebabkan hubungan pendek. Berdasarkan temuan di lapangan terdapat beberapa kekurangan pada pemasangan kabel *grounding* dalam instalasi *earth connection/grounding*. Kekurangan pertama adalah ketidaksesuaian *joint design*/desain sambungan (gambar 38), yaitu desain untuk mengikat *bracket* beserta kabel *grounding* dengan *underframe* kereta. Menurut Paul DeGarmo (2008), kekeliruan *joint design* (termasuk konfigurasi dan atau jumlah *fastener*) dapat memperbesar kemungkinan *bolted joint* mengalami kegagalan, dengan memperhatikan beban yang akan diterima dan kondisi operasi.



Sumber: PT. INKA (diolah)

Gambar 38. Bracket Plate M16 - Joint Design

Kekurangan kedua adalah penyimpangan pada komponen *fastener* (baut) untuk pemasangan kabel *grounding* pada instalasi *earth connection/grounding* tidak sesuai dengan *design drawing* yang ada, terutama komponen *rail fastening*. Komponen *rail fastening* yang terpasang pada instalasi di KA 43 (TS-7) saat kejadian menggunakan *fastener* M10, sedangkan berdasarkan *design drawing* seharusnya menggunakan *fastening* M12 (gambar 39). *Design of fastener* (termasuk dimensi *fastener*) yang tidak tepat dapat memperbesar kemungkinan *bolted joint* mengalami kegagalan (Paul DeGarmo, 2008).



Sumber: PT. INKA (diolah)

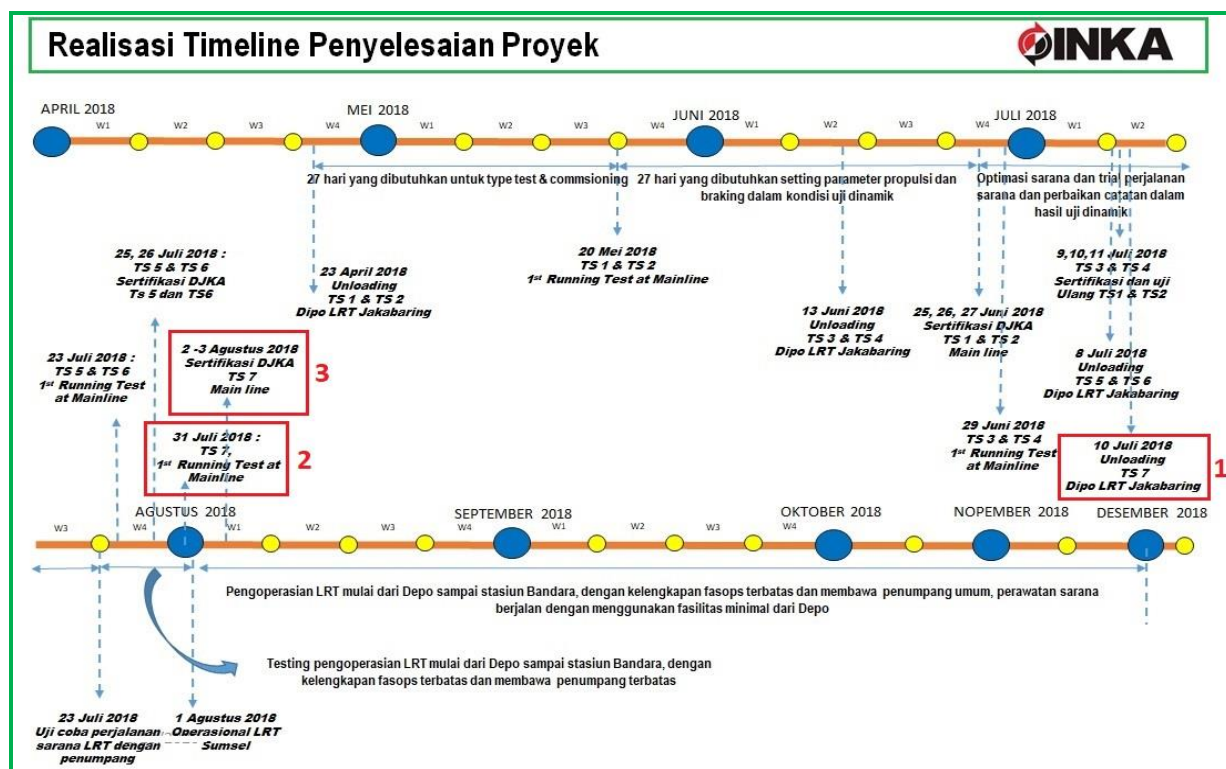
Gambar 39. Rail Fastening M12 - Design of Fastener

Kekurangan ketiga adalah belum ada pedoman instruksi pengerjaan (*process instruction*) dan dokumen *quality control* (*inspection sheet*) untuk pekerjaan instalasi *earth connection/grounding*. Dokumen yang ada hanyalah dokumen *checksheet* perawatan harian, dimana pekerjaan pemeriksaan hasil instalasi *earth connection/grounding* hanya dimasukkan pada kolom tambahan (catatan). Hal tersebut dapat menimbulkan interpretasi yang berbeda antar tiap personil yang terlibat dalam pekerjaan instalasi *earth connection/grounding*, termasuk cara pemasangan yang benar, komponen yang digunakan, peralatan yang digunakan, susunan pemasangan komponen serta torsi yang diperlukan untuk pengencangan *fastener*. Menurut Paul DeGarmo (2008), kekeliruan dalam menjabarkan “maksud dan detail instalasi” (dalam hal ini tidak ada pedoman instalasi) dapat memperbesar kemungkinan *bolted joint* mengalami kegagalan.

II.2 KESIAPAN OPERASI PELAYANAN KOMERSIAL

Sarana serta prasarana perkeretaapian sebelum digunakan untuk operasi pelayanan komersial, perlu dipastikan bahwa keselamatan, keamanan dan kehandalan operasi telah dipenuhi, termasuk untuk mengetahui *system integrity* serta memberikan pelatihan (*training*) kepada Sumber Daya Manusia (SDM) yang terkait. Aspek keselamatan, keamanan dan kehandalan operasi dapat dipenuhi melalui serangkaian pengujian atau uji coba (*Trial-run/Burn-in/Testing & Commissioning*) sesuai peraturan/standar yang berlaku dan atau dapat mengacu pada *recommended practice* yang ada di negara lain.

PT. INKA mendatangkan rangkaian TS-7 pada tanggal 10 Juli 2018 (gambar 40, nomor 1) serta melakukan uji coba kesiapan operasi pelayanan komersial (*Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning*) pada 31 Juli 2018 (gambar 40, nomor 2). Rangkaian TS-7 melakukan uji pertama untuk mendapatkan sertifikasi dari Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan pada 2 -3 Agustus 2018 (gambar 40, nomor 3) serta mulai beroperasi secara komersial pada 12 Agustus 2018 (saat terjadi gangguan operasi), namun dokumentasi waktu dan jarak tempuh selama masa uji coba tidak tersedia. Berdasarkan pada PP Republik Indonesia No. 56 Tahun 2009, PM Perhubungan No. PM. 175 Tahun 2015, PM Perhubungan No. PM. 16 Tahun 2017 dan PM Perhubungan No. PM. 18 Tahun 2019, kesiapan operasi pelayanan komersial LRT Sumsel masih kurang sesuai. Beberapa kekurangan diantaranya proses manufaktur (pengadaan dan pengoperasian) yang belum sesuai (seperti di bahas pada sub bab II.1 sebelumnya), fasilitas perawatan yang belum memadai (sebagai contoh fasilitas depo perawatan sarana yang belum lengkap) serta kompetensi tenaga perawatan sarana yang masih kurang.



Sumber: PT. INKA (diolah)

Gambar 40. Timeline Uji Coba Rangkaian TS-7

Menurut Sharma (2010), “tujuan utama dari program *Testing & Commissioning* (T&C) adalah melakukan identifikasi *erroneous* (kesalahan atau kegagalan) dan *non-complying* (ketidaksesuaian) *components, equipment* atau *sub-systems* sehingga dapat dilakukan perbaikan dan atau penyesuaian dengan segera. Aspek vital dalam program T&C adalah *System Integration*, yang didefinisikan sebagai proses penyatuan dari masing-masing komponen *subsystems* dan memastikan dapat berfungsi dengan baik dalam satu kesatuan *system*”. Standar Eropa (*CEI/IEC 61133:2006*) menyebutkan “Jangkauan perjalanan maksimum dari *trial run* dapat disesuaikan jika telah disepakati dalam kontrak...apabila nilai maksimum tidak disebutkan dalam kontrak kerja, maka jangkauan perjalanan maksimum 5000 km dapat ditetapkan untuk setiap sarana yang diuji”. Peraturan U.S. *DOT FTA: Oversight Procedure 54 – Readiness for Service (Revenue Operations)* menyebutkan “*System Integration Testing* (SIT) juga memastikan semua tenaga kerja memiliki kemampuan dan kapasitas untuk memberikan pelayanan yang selamat dan handal serta kesiapan kondisi darurat sebelum operasi pelayanan komersial”. Standar Australia (*T LR RS 00300 ST, LRU 300 Series: 2017*) dan Peraturan Amerika Serikat (*Code of Federal Regulations; Title 49 – Transportation; Subtitle B; Volume IV, Parts 200 – 299: 2018*) juga dapat dijadikan referensi untuk melakukan uji coba kesiapan operasi pelayanan komersial (*Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning*).

Recommended practice berdasarkan uji coba yang dilakukan oleh *MWAA in cooperation with WMATA, Washington DC* (2015), dimana durasi pengujian keseluruhan sekurang-kurangnya 6 bulan, dengan ketentuan minimum 30.000 mil (sekitar 48.280 km) atau apabila sarana telah berjalan sejauh 1000 mil di seluruh jaringan rel tanpa gangguan/kegagalan. Kemudian *recommended practice* yang dilakukan oleh *Regional Transportation District, Denver, Colorado* (2015), dimana *Burn-in Test* sarana perkeretaapian yang dilakukan mencakup pengujian sejauh 1000 mil (sekitar 1609 kilometer) terhadap setiap kereta. *Recommended practice* yang dilakukan oleh *Region of Waterloo and Ontario Infrastructure and Lands Corporation, Canada* (2013) dan *Columbia River Crossing, Portland Metropolitan Area* (2013) juga dapat dijadikan referensi untuk melakukan uji coba kesiapan operasi pelayanan komersial. Acuan standar, peraturan serta *recommended practice* yang berlaku dan pernah dilaksanakan di negara lain dapat disesuaikan dengan situasi dan kondisi yang ada di lapangan, karena uji coba kesiapan operasi pelayanan komersial (*Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning*) seperti telah diuraikan diatas memiliki durasi waktu dan jarak tempuh yang berbeda - beda.

Akar permasalahan yang masih dapat memungkinkan menjadi penyebab terjadinya gangguan operasi pada KA 43 (TS-7) adalah faktor kesiapan operasi pelayanan komersial. Kekurangan dalam kesiapan operasi pelayanan komersial diantaranya disebabkan oleh faktor kekurangan waktu untuk melakukan uji coba (*Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning*) sehingga data-data hasil uji coba kurang memadai. Faktor - faktor berikutnya adalah kompetensi personil (SDM) perawatan sarana yang masih kurang, masih terdapat kekurangan dalam pelaksanaan kerja berdasarkan peraturan dan atau prosedur mutu yang telah ada (baik pada proses manufaktur, proses perawatan atau proses lainnya), ketidakterediaan prosedur kerja terkait perawatan sarana, kurangnya pengawasan/kontrol kualitas kerja serta

kelengkapan fasilitas perawatan sarana yang kurang memadai. Faktor – faktor tersebut kemungkinan dapat menyebabkan kekurangan dalam kesiapan operasi pelayanan komersial, sehingga mengakibatkan gangguan atau waktu penyelesaian untuk mengatasi gangguan menjadi lebih lama. Upaya peningkatan kesiapan operasi pelayanan komersial diharapkan dapat menurunkan risiko terjadinya gangguan/permasalahan.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan informasi faktual serta analisis yang dilakukan selama proses investigasi kejadian gangguan *Light Rail Transit* (LRT) Sumatera Selatan KA 43 (TS-7) di Wilayah Operasi Divre III Sumatera bagian Selatan, Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) mengambil kesimpulan sebagai berikut:

III.1 TEMUAN¹

1. *Light Rail Transit* Sumatera Selatan (LRT Sumsel) mulai beroperasi secara komersial pada tanggal 1 Agustus 2018 dengan PT. Kereta Api Indonesia (PT. KAI) selaku operator, sedangkan perawatan sarana LRT masih dilakukan oleh PT. INKA sampai dengan habisnya masa berlaku dari garansi terhadap pengadaan *train set* LRT Sumsel.
2. *Trainset 7* (TS-7) merupakan salah satu rangkaian dari paket pengadaan 8 (delapan) *trainset* LRT Sumsel serta tiba di Depo LRT Jakabaring, Sumatera Selatan pada tanggal 10 Juli 2018.
3. Tanggal 31 Juli 2018, *Trainset 7* (TS-7) melakukan uji coba operasi pertama di lintas utama (*1st running test - mainline*) LRT Sumsel.
4. Sertifikat Uji Pertama untuk *trainset 7* (TS-7) belum diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian pada saat kejadian gangguan (12 Agustus 2018), tetapi telah terdapat Berita Acara Pengujian Pertama yang dilakukan pada tanggal 1 Agustus 2018.
5. *Trainset 7* (TS-7) merupakan rangkaian kereta cadangan serta menggantikan rangkaian kereta lain dan beroperasi sebagai KA 43 pada saat kejadian gangguan operasi (12 Agustus 2018).
6. Tanggal 12 Agustus 2018 pukul 16:37:00 WIB (berdasarkan *event data logger* TCMS kereta TS-7) menunjukkan status traksi/akselerasi dan pengereman tidak aktif (*value=0*) serta tegangan dan arus yang terdeteksi turun (545.0 Volt dan 1.0 Ampere), dimana penurunan nilai arus terjadi akibat gangguan berupa hubungan pendek (*short-circuit*).
7. Tanggal 12 Agustus 2018 pukul 16:37:04 WIB (berdasarkan *event data logger* TCMS kereta TS-7) menunjukkan status traksi/akselerasi dan pengereman tidak aktif (*value=0*) serta tegangan dan arus yang terdeteksi turun (3.0 Volt dan 1.0 Ampere), dimana penurunan nilai tegangan terjadi akibat sumber tenaga listrik yang melalui *third rail* telah diputus dari *sub-station* yang berada di stasiun Jakabaring dan stasiun Polresta.
8. Kereta KA 43 (TS-7) mengalami gangguan di 20+4/5 (jalur 2) petak jalan antara stasiun Jakabaring menuju stasiun Polresta (pukul 16:37:00 WIB) karena terjadi hubungan pendek (*short circuit*) antara kabel *grounding* dengan *Receiptacle Stinger* (tanduk) yang kemudian memicu sistem proteksi di *sub-station* mematikan sumber tenaga listrik (*third rail off*).

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.

9. Tanggal 12 Agustus 2018 pukul 16:43:24 WIB (berdasarkan *event data logger* TCMS kereta TS-7) terekam status traksi/akselerasi tidak aktif (*value=0*), status pengereman aktif (*value=1*) dan status pintu kereta dibuka (*event 'Door Left Closed', value = 0*) serta tegangan dan arus yang terdeteksi semakin turun (2.0 Volt dan 0.4 Ampere), dimana kondisi tersebut menunjukkan rangkaian kereta telah berhenti dan pintu penumpang pada kereta telah dibuka.
10. Kereta KA 43 (TS-7) berhenti diam di daerah sekitar 400 meter sebelum stasiun Polresta (pukul 16:43:24 WIB). Pada saat yang sama KA 38 tertahan di km. 20+700 (jalur 1) petak jalan antara stasiun Polresta dan stasiun Jakabaring serta KA 36 tertahan di km. 22+0/1 petak jalan antara stasiun Jakabaring dan stasiun DJKA.
11. Evakuasi penumpang dari rangkaian kereta yang tertahan dilakukan melalui *walkway* dan dipandu oleh petugas yang berwenang (12 Agustus 2018 pukul 16:45 WIB). Penumpang KA 43 dievakuasi ke stasiun Polresta dan penumpang KA 38 dievakuasi ke stasiun Jakabaring, sedangkan penumpang KA 36 dievakuasi ke stasiun DJKA.
12. Penanganan kejadian darurat dan evakuasi penumpang saat terjadinya gangguan operasi, telah dilakukan sesuai dengan SOP pengoperasian darurat ketika LRT mengalami mogok di tengah lintasan.
13. Terdapat ketidaksesuaian serta perbedaan terkait instalasi *earth connection/grounding* antara instalasi yang ditemukan pada rangkaian kereta di lapangan dengan *Engineering Design/Design Drawing* LRT Sumsel.
14. Investigasi tidak menemukan dokumen instruksi pengerjaan (*process instruction*) dan dokumen *quality control (inspection sheet)* untuk pekerjaan instalasi *earth connection/grounding* pada rangkaian LRT Sumsel.
15. Fungsi kontrol dan pengawasan pada bagian *quality control* masih belum dapat berjalan sebagaimana mestinya, sehingga jaminan mutu dan kehandalan produk kurang terjamin.
16. Teknologi pengambilan sumber tenaga listrik melalui jaringan aliran bawah (*third rail collector*) pada sistem LRT Sumsel adalah produk dalam negeri pertama yang dibuat di Indonesia, sehingga PT. INKA belum memiliki *test track* khusus untuk sarana perkeretaapian tersebut.
17. Waktu efektif (teoritis) untuk melakukan uji coba kesiapan operasi pelayanan komersial (*Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning*) *Trainset 7* (TS-7) adalah antara tanggal 31 Juli hingga 11 Agustus 2018.
18. Depo perawatan sarana masih dalam tahap pembangunan serta belum memiliki peralatan dan fasilitas yang memadai untuk melakukan perawatan terhadap keseluruhan sistem sarana perkeretaapian LRT Sumsel.
19. Pendidikan dan pelatihan perawatan sarana perkeretaapian LRT Sumsel telah diberikan kepada tenaga perawatan sarana perkeretaapian melalui institusi/lembaga pendidikan dan pelatihan Akademi Perkeretaapian Indonesia, Madiun dan melalui pelatihan internal yang diselenggarakan oleh PT. INKA.

20. Komponen kritis seperti *Receiptacle Stinger* (tanduk) tidak dilengkapi dengan penutup untuk melindungi komponen dari kontak dengan benda asing.
21. *Train Control Monitoring System* (TCMS) dapat melakukan perekaman data kejadian (*event data logger*) berupa *diagnostic information*, melakukan deteksi kegagalan dan *troubleshooting* yang berguna untuk kepentingan pemeliharaan serta visualisasi informasi melalui *Human Machine Interface* (HMI).
22. Indikator pintu yang tidak sesuai antara data dalam *event data logger* TCMS serta tampilan di layar HMI dengan keadaan yang sebenarnya, terutama pada saat kabin yang aktif adalah kereta MC2 (kereta 3).
23. Aktivasi tombol *Door Interlock Relay Switch* (DIRS) tidak terekam pada *event data logger* TCMS LRT Sumatera Selatan.
24. Pengolahan data dan analisa *event data logger* TCMS belum dikuasai secara merata oleh pihak PT. INKA, meskipun demikian pihak China Railway Rollingstock Corporation (CRRC) selaku produsen TCMS menyediakan tenaga ahli pendamping.
25. Investigasi menemukan bahwa meskipun PT. INKA sudah memiliki sertifikat ISO 9001 tetapi beberapa pekerjaan/kegiatan tidak tertuang dalam instruksi kerja atau terdapat instruksi kerja yang tidak jelas sehingga *quality system* menjadi tidak efektif.

III.2 FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI²

1. Kondisi *bolted joint* pada instalasi *earth connection/grounding* memiliki beberapa kekurangan, yaitu *joint design* yang kurang sesuai, *design of fastener* yang menyimpang dari desain yang ada serta tidak ada dokumen *process instruction* dan dokumen *quality control (inspection sheet)* terkait pemasangan/instalasi. Beberapa kekurangan tersebut mengakibatkan gangguan operasi terjadi.
2. Kejadian gangguan operasi kereta kemungkinan besar dapat juga dipengaruhi oleh kesiapan operasi pelayanan komersial yang masih kurang. Kekurangan dalam kesiapan operasi pelayanan komersial diantaranya disebabkan masih terdapat kekurangan dalam pelaksanaan uji coba (*Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning*), kompetensi SDM yang kurang, ketidaktersediaan prosedur kerja, pelaksanaan prosedur kerja yang kurang sesuai, kurangnya pengawasan/kontrol kualitas kerja serta kelengkapan fasilitas perawatan sarana yang tidak memadai.

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. TINDAKAN KESELAMATAN

Tindakan Keselamatan merupakan tindakan yang dilakukan oleh pihak-pihak terkait, sebagai bentuk tindak lanjut terhadap kejadian gangguan *Light Rail Transit* (LRT) Sumatera Selatan KA 43 (TS-7) di Wilayah Operasi Divre III Sumatera bagian Selatan.

IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN

Merencanakan untuk mengadakan inspeksi dan atau audit keselamatan dalam rangka pembinaan dan pengawasan terhadap pengoperasian, perawatan serta kondisi operasional LRT Sumatera Selatan.

IV.2 PT. INDUSTRI KERETA API (PERSERO)

PT. Industri Kereta Api (Persero) telah melakukan beberapa tindakan keselamatan sebagai tindak lanjut terhadap kejadian gangguan operasi sarana LRT yaitu:

1. Membuat dokumen instruksi pengerjaan instalasi *earth connection/grounding*, yaitu *Process Instruction* nomor PI319U01018 Revision: 0 tanggal 4 September 2018 dengan judul “Pemasangan *Grounding* Cable pada Body” (Form No. IV-01.051 Rev. A), dimana terdapat perubahan desain *bracket* dengan menambahkan tap M10.
2. Membuat dokumen *quality control* instalasi *earth connection/grounding*, yaitu *Inspection Sheet* nomor LRT-506 Revision: 0 tanggal 20 Agustus 2018 dengan judul “Pemeriksaan Sistem Pentanahan (*Grounding*)” (Form No. IV-01.015 Rev. B), dimana dokumen tersebut telah memuat nilai torsi pengencangan baut.
3. Melakukan pemeriksaan menyeluruh, evaluasi dan perbaikan yang diperlukan terhadap instalasi *grounding* pada sarana LRT Sumsel, terutama setelah operasional harian.
4. Melakukan sosialisasi dan pemahaman *quality product* dan *quality improvement* bagi seluruh pekerja di divisi produksi.
5. Membuat prototipe *Safety Box CCD* untuk *enclosure Receiptacle Stinger* (tanduk) agar komponen terlindungi dari kontak dengan benda asing.
6. Melaksanakan pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi SDM Teknisi Kereta Api (TKA), terutama terkait analisa *event data logger* TCMS sarana LRT Sumsel.
7. Melakukan identifikasi, pemetaan serta mitigasi resiko terutama yang terkait dengan keselamatan dan kehandalan sarana LRT, diantaranya dengan membuat dokumen *hazard analysis*.

V. REKOMENDASI

Komite Nasional Keselamatan Transportasi menyusun rekomendasi keselamatan berdasarkan temuan, analisis dan kesimpulan investigasi agar kejadian serupa tidak terjadi dikemudian hari.

V.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN

Melakukan pembinaan dan pengawasan yang berkelanjutan terhadap pengoperasian dan perawatan sarana kereta untuk menjamin keselamatan dan kehandalan operasi LRT Sumatera Selatan.

V.2 PT. INDUSTRI KERETA API (PERSERO)

1. Memastikan untuk melakukan uji coba kesiapan operasi pelayanan komersial (*Trial-run/Burn-in/Testing & Commissioning*) sebelum beroperasi secara komersil termasuk untuk produk selanjutnya, dengan tujuan untuk mengetahui kehandalan serta *system integration* keseluruhan sistem sarana serta integrasi dengan keseluruhan sistem prasarana sesuai peraturan/standar serta *recommended practice* yang telah ada.
2. Memastikan untuk melakukan pengawasan dan perbaikan yang berkelanjutan agar tindakan – tindakan keselamatan yang telah dilakukan dapat berjalan dengan efektif.

VI. DAFTAR REFERENSI

1. PT. Industri Kereta Api (Persero), LRT.U01-18.PM: Manual Produk *Light Rail Transit* (LRT) Palembang (*Product Manual for Light Rail Transit Unit Palembang*), Madiun, 2018.
2. PT. Industri Kereta Api (Persero), LRT.U01-18.OM: Petunjuk Pengoperasian Kereta *Light Rail Transit* (LRT) Palembang (*Manual Operation for Light Rail Transit Unit Palembang*), Madiun, 2018.
3. PT. Industri Kereta Api (Persero), LRT.U01-18.MM: Petunjuk Perawatan Kereta *Light Rail Transit* (LRT) Palembang (*Maintenance Manual of Light Rail Transit Train Palembang*), Madiun, 2018.
4. PT. Industri Kereta Api (Persero), LRT.U01-18.PC: *Part Catalog* Kereta LRT (*Light Rail Transit*) Palembang (*Part Catalog of Light Rail Transit Train Palembang*), Madiun, 2018.
5. J T. Black & Ronald A. Kohser, *DeGarmo's Materials and Processes in Manufacturing 10th Edition*, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, 2008
6. Pemerintah Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian, Jakarta, 2009.
7. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan No. PM. 175 Tahun 2015 tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta Kecepatan Normal dengan Penggerak Sendiri, Jakarta, 2015.
8. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 16 Tahun 2017 tentang Sertifikasi Tenaga Perawatan Sarana Perkeretaapian, Jakarta, 2017.
9. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan No. PM. 18 Tahun 2019 tentang Standar Tempat dan Peralatan Perawatan Sarana Perkeretaapian, Jakarta, 2019.
10. PT. Industri Kereta Api (Persero), Dokumen Prosedur Mutu nomor PM-08.03: Desain dan Pengembangan Produk & Jasa, Madiun, 2018.
11. Sharma. R, *Testing and Commissioning Process for A Light Rail Project, Line B1 Infrastructure Works Project, Railway Procurement Agency (RPA) of Dublin*, Solihull (West Midlands), 2010.
12. International Electrotechnical Commission, *CEI/IEC 61133:2006 second edition: Railway applications – Rolling stock – Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service*, Switzerland, 2006.
13. The Commonwealth of Australia Government, The State of New South Wales Government, Asset Standards Authority (ASA), *Document number T LR RS 00300 ST, LRU 300 Series – Minimum Operating Standards for Light Rail Vehicles – Compliance Testing Requirements Version 1.0 (Issued date: 25 May 2017)*, Sydney, 2017.
14. The United States of America Government, U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration, *TPM-20 Office of Capital Project Management, Project Management Oversight, Oversight Procedure 54 – Readiness for Service (Revenue Operations)*, Washington DC, 2015.

15. The United States of America Government, U.S. Government Printing Office, The Office of the Federal Register National Archives and Records Administration, *Code of Federal Regulations (CFR); Title 49 – Transportation; Subtitle B - Other Regulations Relating to Transportation-Continued; Volume IV (Parts 200 – 299), Chapter II - Federal Railroad Administration, Department of Transportation; Part 238 - Passenger Equipment Safety Standards; Section 238-111 Pre-revenue service acceptance testing plan (Revised as of October 1)*, Washington DC, 2018.
16. The Canada Government, The Regional Municipality of Waterloo, Region of Waterloo and Ontario Infrastructure and Lands Corporation, *Performance Output Specifications, Article 13 Verification, Testing, Acceptance and Commissioning (VTAC)*, Kitchener, 2013.
17. The United States of America Government, U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration, The Columbia River Crossing - Portland Metropolitan Area, *LRT System Testing and Start-Up*, Portland, 2013.
18. The United States of America Government, Federal Transit Administration, Metropolitan Washington Airports Authority (MWAA) in cooperation with the Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA), *Dulles Corridor Metrorail Project Extension to Wiehle Avenue, Comprehensive Monthly Report March 2015*, Washington DC, 2015.
19. The United States of America Government, Federal Transit Administration, The Regional Transportation District, *RTD Denver - Colorado, Commuter Rail Projects Newsletter July-Oct 2015*, Denver, 2015.

VII.LAMPIRAN

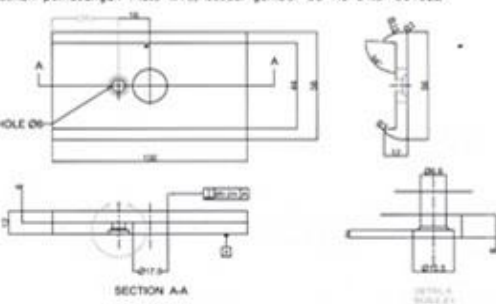
VII.1 Dokumen *Process Instruction* nomor PI319U01018

INKA		Task No. :	Process Instruction		Doc. No. : PI319U01018																												
		Design Drawing No. : 31.9-U01018	Title : PEMASANGAN GROUNDING CABLE PADA BODY	Type Of Car : LRT PALEMBANG (MC)	Order No. : -																												
				Revision : 0																													
No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources																													
I	PERSIAPAN		Berikut gambar desain pemasangan awal, Bracket of Underframe Electric Component (DO No 31.9-U01218, Rev. 0) dimana seharusnya di gambar menggunakan fastening uk. M12 tetapi menggunakan M10 Fastening Uk. M10 Fastening Uk. M12, yang seharusnya terpasang <table border="1"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>DESCRIPTION</th> <th>SUB-DWG NO.</th> <th>REV</th> <th>CHK</th> <th>DATE</th> <th>REMARKS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> </tbody> </table> Berikut gambar desain yang terpasang di lapangan, dimana desain seperti ini mengalami banyak kekurangan dan kurang safety	NO	DESCRIPTION	SUB-DWG NO.	REV	CHK	DATE	REMARKS	1	FASTENING M12	31.9-U01028	40				2	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	3	BRACKET		4		2008	11-0-2	- Kabel Grounding - Tool set - Obeng - Fastening M12 - Box Bolt M16x30 - Nut M16 - Spring Washer M16 - Rail Fastening M12 - Nut Hex Galvane M12 - Spring Washer M12 - DR	Tuning personal
NO	DESCRIPTION	SUB-DWG NO.	REV	CHK	DATE	REMARKS																											
1	FASTENING M12	31.9-U01028	40																														
2	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																											
3	BRACKET		4		2008	11-0-2																											
Time Estimated : hour		Date: 04-09-2018	Prepared by:	Checked by:	Approved by:																												

Form No. : IV - 01.051 Rev A

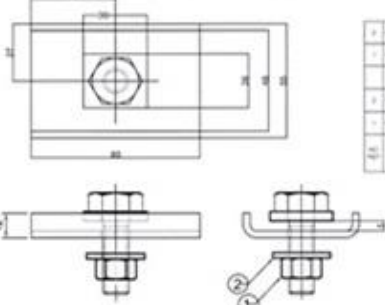
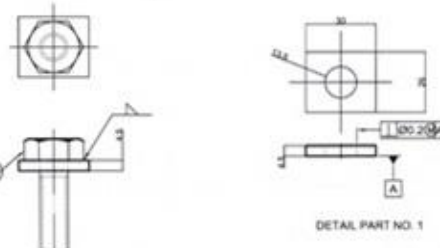
Halaman : 1 dari 6

INKA		Task No. :	Process Instruction		Doc. No. : PI319U01018																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		Design Drawing No. : 31.9-U01018	Title : PEMASANGAN GROUNDING CABLE PADA BODY	Type Of Car : LRT PALEMBANG (MC)	Order No. : -																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				Revision : 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
II	PEMASANGAN		1. Pemasangan Fastening pada kabel Grounding Fastening Uk. M12 Section B-B Bracket Section A-A Fastening Uk. M12 <table border="1"> <thead> <tr> <th>NO</th> <th>DESCRIPTION</th> <th>SUB-DWG NO.</th> <th>REV</th> <th>CHK</th> <th>DATE</th> <th>REMARKS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>BRACKET</td> <td>31.9-U01018</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>37</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>39</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>47</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>48</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>49</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>51</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>52</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>53</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>54</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>55</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>56</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>57</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>58</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>59</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>62</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>63</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>64</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>65</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>66</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>67</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>68</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>69</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>71</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>72</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>73</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>74</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>75</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>76</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>77</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>78</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>79</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>81</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>82</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>83</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>84</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>85</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>86</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>87</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>88</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>89</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>91</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>92</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>93</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>94</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>96</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>97</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>98</td> <td>CABLE BRACKET</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>99</td> <td>BRACKET</td> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>2008</td> <td>11-0-2</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>FASTENING M12</td> <td>31.9-U01028</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	NO	DESCRIPTION	SUB-DWG NO.	REV	CHK	DATE	REMARKS	1	BRACKET	31.9-U01018	1				2	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	3	BRACKET		4		2008	11-0-2	4	FASTENING M12	31.9-U01028	40				5	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	6	BRACKET		4		2008	11-0-2	7	FASTENING M12	31.9-U01028	40				8	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	9	BRACKET		4		2008	11-0-2	10	FASTENING M12	31.9-U01028	40				11	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	12	BRACKET		4		2008	11-0-2	13	FASTENING M12	31.9-U01028	40				14	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	15	BRACKET		4		2008	11-0-2	16	FASTENING M12	31.9-U01028	40				17	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	18	BRACKET		4		2008	11-0-2	19	FASTENING M12	31.9-U01028	40				20	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	21	BRACKET		4		2008	11-0-2	22	FASTENING M12	31.9-U01028	40				23	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	24	BRACKET		4		2008	11-0-2	25	FASTENING M12	31.9-U01028	40				26	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	27	BRACKET		4		2008	11-0-2	28	FASTENING M12	31.9-U01028	40				29	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	30	BRACKET		4		2008	11-0-2	31	FASTENING M12	31.9-U01028	40				32	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	33	BRACKET		4		2008	11-0-2	34	FASTENING M12	31.9-U01028	40				35	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	36	BRACKET		4		2008	11-0-2	37	FASTENING M12	31.9-U01028	40				38	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	39	BRACKET		4		2008	11-0-2	40	FASTENING M12	31.9-U01028	40				41	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	42	BRACKET		4		2008	11-0-2	43	FASTENING M12	31.9-U01028	40				44	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	45	BRACKET		4		2008	11-0-2	46	FASTENING M12	31.9-U01028	40				47	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	48	BRACKET		4		2008	11-0-2	49	FASTENING M12	31.9-U01028	40				50	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	51	BRACKET		4		2008	11-0-2	52	FASTENING M12	31.9-U01028	40				53	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	54	BRACKET		4		2008	11-0-2	55	FASTENING M12	31.9-U01028	40				56	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	57	BRACKET		4		2008	11-0-2	58	FASTENING M12	31.9-U01028	40				59	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	60	BRACKET		4		2008	11-0-2	61	FASTENING M12	31.9-U01028	40				62	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	63	BRACKET		4		2008	11-0-2	64	FASTENING M12	31.9-U01028	40				65	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	66	BRACKET		4		2008	11-0-2	67	FASTENING M12	31.9-U01028	40				68	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	69	BRACKET		4		2008	11-0-2	70	FASTENING M12	31.9-U01028	40				71	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	72	BRACKET		4		2008	11-0-2	73	FASTENING M12	31.9-U01028	40				74	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	75	BRACKET		4		2008	11-0-2	76	FASTENING M12	31.9-U01028	40				77	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	78	BRACKET		4		2008	11-0-2	79	FASTENING M12	31.9-U01028	40				80	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	81	BRACKET		4		2008	11-0-2	82	FASTENING M12	31.9-U01028	40				83	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	84	BRACKET		4		2008	11-0-2	85	FASTENING M12	31.9-U01028	40				86	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	87	BRACKET		4		2008	11-0-2	88	FASTENING M12	31.9-U01028	40				89	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	90	BRACKET		4		2008	11-0-2	91	FASTENING M12	31.9-U01028	40				92	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	93	BRACKET		4		2008	11-0-2	94	FASTENING M12	31.9-U01028	40				95	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	96	BRACKET		4		2008	11-0-2	97	FASTENING M12	31.9-U01028	40				98	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2	99	BRACKET		4		2008	11-0-2	100	FASTENING M12	31.9-U01028	40					
NO	DESCRIPTION	SUB-DWG NO.	REV	CHK	DATE	REMARKS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
1	BRACKET	31.9-U01018	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
2	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
3	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
4	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
5	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
6	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
7	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
8	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
9	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
11	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
12	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
13	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
14	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
15	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
16	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
17	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
18	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
19	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
20	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
21	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
22	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
23	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
24	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
25	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
26	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
27	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
28	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
29	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
30	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
31	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
32	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
33	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
34	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
35	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
36	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
37	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
38	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
39	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
40	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
41	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
42	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
43	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
44	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
45	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
46	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
47	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
48	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
49	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
50	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
51	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
52	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
53	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
54	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
55	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
56	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
57	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
58	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
59	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
60	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
61	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
62	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
63	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
64	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
65	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
66	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
67	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
68	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
69	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
70	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
71	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
72	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
73	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
74	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
75	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
76	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
77	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
78	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
79	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
80	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
81	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
82	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
83	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
84	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
85	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
86	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
87	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
88	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
89	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
90	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
91	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
92	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
93	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
94	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
95	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
96	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
97	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
98	CABLE BRACKET		12		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
99	BRACKET		4		2008	11-0-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
100	FASTENING M12	31.9-U01028	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Form No. : IV - 01.051 Rev A		Halaman : 2 dari 6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

		Task No. :		Process Instruction		Doc. No. : PI319U01018	
		Design Drawing No. : 31.9-U01018		Title : PEMASANGAN GROUNDING CABLE PADA BODY		Type Of Car : LRT PALEMBANG (MC)	
						Order No. : -	
						Revision : 0	
No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources			
				Equipment	Personel		
4.	Lakukan Pemasangan Fastening pada kabel ground dengan terlebih dahulu melakukan langkah-langkah seperti: - Pemasangan Plate M16		 Fastening M12 Nut Hex Galvanis M12 Spring Washer M12 Single Clamp 1/2 " 2. Pastikan pemasangan Plate M16, sesuai gambar DD No 31.9-U01022  SECTION A-A				

Form No. : IV - 01.051 Rev A

Halaman : 3 dari 6

		Task No. :		Process Instruction		Doc. No. : PI319U01018																								
		Design Drawing No. : 31.9-U01018		Title : PEMASANGAN GROUNDING CABLE PADA BODY		Type Of Car : LRT PALEMBANG (MC)																								
						Order No. : -																								
						Revision : 0																								
No.	Working Process	Key Point / Acceptance Criteria	Description / Sketch	Resources																										
				Equipment	Personel																									
	- Pemasangan Fastening M12 - Pemasangan Rail Fastening M12		3. Pastikan pemasangan Fastening M12 sesuai gambar DD No 31.9-U01026  DETAIL PART NO. 1 4. Pastikan pemasangan Rail Fastening M12 sesuai gambar DD No 31.9-U01027  DETAIL PART NO. 1 <table border="1" data-bbox="949 1355 1380 1500"> <tr> <td>1</td> <td>Fastening M12</td> <td>1</td> <td>100000</td> <td>100000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Nut Hex Galvanis M12</td> <td>1</td> <td>100000</td> <td>100000</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Spring Washer M12</td> <td>1</td> <td>100000</td> <td>100000</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Single Clamp 1/2 "</td> <td>1</td> <td>100000</td> <td>100000</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Plate M16</td> <td>1</td> <td>100000</td> <td>100000</td> </tr> </table>	1	Fastening M12	1	100000	100000	2	Nut Hex Galvanis M12	1	100000	100000	3	Spring Washer M12	1	100000	100000	4	Single Clamp 1/2 "	1	100000	100000	5	Plate M16	1	100000	100000		
1	Fastening M12	1	100000	100000																										
2	Nut Hex Galvanis M12	1	100000	100000																										
3	Spring Washer M12	1	100000	100000																										
4	Single Clamp 1/2 "	1	100000	100000																										
5	Plate M16	1	100000	100000																										

Form No. : IV - 01.051 Rev A

Halaman : 4 dari 6

Form No. : IV - 01.051 Rev A

Form No. : IV - 01.051 Rev A

VII.2 Dokumen *Inspection Sheet* nomor LRT-506

INKA		INSPECTION SHEET		DOCUMENT NO. : LRT - 506																																
Title : Pemeriksaan Sistem Pentanahan (Grounding)		PROJECT NO. :		PROJECT :																																
Date : 20 Agustus 2018	Date Verified By : 20 Agustus 2018	PART NO. :		Date Approved By : 21 Agustus 2018																																
I. Alat yang digunakan <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama Alat</th> <th>No. Seri Alat</th> <th>Keterangan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> II. History Revisi <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Deskripsi</th> <th>Tanggal Revisi</th> <th>Dibuat Oleh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Keluaran pertama (First Issue)</td> <td>20 Agustus 2018</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> III. Referensi 1. Process Instruction (PI) Doc. No. P1319U/01218 Rev.0 2. Process Instruction (PI) Doc. No. P1319U/01018 Rev.0 3. Dwg. 59.1-U/01003 Rev. B 4. Dwg. 59.1-U/01007 Rev. B 5. Dwg. 31.9-U/01092 Rev. 0 * : isi dengan tanda (✓) apabila hasil pemeriksaan sesuai kolom standard dan beri tanda (X) apabila hasil pemeriksaan tidak sesuai kolom standard. Segera keahukan NCR apabila hasil pemeriksaan berupa (X) ** : lingkari kolom OK atau N OK sesuai dengan hasil pemeriksaan Status Hasil Pemeriksaan ** <table border="1"> <thead> <tr> <th>Date</th> <th>OK</th> <th>N OK</th> <th>Rev.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Checked by :</td> <td>Date Approved by :</td> <td></td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>					No	Nama Alat	No. Seri Alat	Keterangan	1				2				3				Rev	Deskripsi	Tanggal Revisi	Dibuat Oleh	0	Keluaran pertama (First Issue)	20 Agustus 2018		Date	OK	N OK	Rev.	Checked by :	Date Approved by :		0
No	Nama Alat	No. Seri Alat	Keterangan																																	
1																																				
2																																				
3																																				
Rev	Deskripsi	Tanggal Revisi	Dibuat Oleh																																	
0	Keluaran pertama (First Issue)	20 Agustus 2018																																		
Date	OK	N OK	Rev.																																	
Checked by :	Date Approved by :		0																																	

Form No. IV-01.015 Rev.B

Page 1 of 8

INKA		INSPECTION SHEET		DOCUMENT NO. : LRT - 506																																
Title : Pemeriksaan Sistem Pentanahan (Grounding)		PROJECT NO. :		PROJECT :																																
Date : 20 Agustus 2018		Date Verified By : 20 Agustus 2018		Date Approved By : 21 Agustus 2018																																
I. Alat yang digunakan <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama Alat</th> <th>No. Seri Alat</th> <th>Keterangan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> II. History Revisi <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Deskripsi</th> <th>Tanggal Revisi</th> <th>Dibuat Oleh</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Keluaran pertama (First Issue)</td> <td>20 Agustus 2018</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> III. Referensi 1. Process Instruction (PI) Doc. No. P1319U/01218 Rev.0 2. Process Instruction (PI) Doc. No. P1319U/01018 Rev.0 3. Dwg. 59.1-U/01003 Rev. B 4. Dwg. 59.1-U/01007 Rev. B 5. Dwg. 31.9-U/01092 Rev. 0 * : isi dengan tanda (✓) apabila hasil pemeriksaan sesuai kolom standard dan beri tanda (X) apabila hasil pemeriksaan tidak sesuai kolom standard. Segera keahukan NCR apabila hasil pemeriksaan berupa (X) ** : lingkari kolom OK atau N OK sesuai dengan hasil pemeriksaan Status Hasil Pemeriksaan ** <table border="1"> <thead> <tr> <th>Date</th> <th>OK</th> <th>N OK</th> <th>Rev.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Checked by :</td> <td>Date Approved by :</td> <td></td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>					No	Nama Alat	No. Seri Alat	Keterangan	1				2				3				Rev	Deskripsi	Tanggal Revisi	Dibuat Oleh	0	Keluaran pertama (First Issue)	20 Agustus 2018		Date	OK	N OK	Rev.	Checked by :	Date Approved by :		0
No	Nama Alat	No. Seri Alat	Keterangan																																	
1																																				
2																																				
3																																				
Rev	Deskripsi	Tanggal Revisi	Dibuat Oleh																																	
0	Keluaran pertama (First Issue)	20 Agustus 2018																																		
Date	OK	N OK	Rev.																																	
Checked by :	Date Approved by :		0																																	

Form No. IV-01.015 Rev.B

Page 2 of 8

INKA		INSPECTION SHEET		DOCUMENT NO. : LRT - 506																																																													
Title : Pemeriksaan Sistem Pentanahan (Grounding)		PROJECT NO. :		PROJECT :																																																													
Date : 20 Agustus 2018		Date Verified By : 20 Agustus 2018		Date Approved By : 21 Agustus 2018																																																													
IV. Hasil 1. Kereta MCI <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>ITEM</th> <th>STANDARD</th> <th>Hasil*</th> <th>Ket.</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Cek1</th> <th>Cek2</th> <th>Cek3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Speed Sensor Box 1</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Speed Sensor Box 2</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Speed Sensor Box 3</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Speed Sensor Box 4</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Arrester</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Junction Box</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Brake Resistor</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> Catatan : Pengujian 2 dan 3 di lakukan jika pada hasil pengujian 1 tidak memenuhi standard					No.	ITEM	STANDARD	Hasil*	Ket.				Cek1	Cek2	Cek3		1	Speed Sensor Box 1	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)					2	Speed Sensor Box 2	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)					3	Speed Sensor Box 3	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)					4	Speed Sensor Box 4	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)					5	Arrester	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)					6	Junction Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)					7	Brake Resistor	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
No.	ITEM	STANDARD	Hasil*	Ket.																																																													
			Cek1	Cek2	Cek3																																																												
1	Speed Sensor Box 1	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)																																																															
2	Speed Sensor Box 2	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)																																																															
3	Speed Sensor Box 3	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)																																																															
4	Speed Sensor Box 4	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)																																																															
5	Arrester	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																															
6	Junction Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																															
7	Brake Resistor	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																															

Form No. IV-01.015 Rev.B

Page 3 of 8

INKA		INSPECTION SHEET		DOCUMENT NO. : LRT - 506																																																																				
Title : Pemeriksaan Sistem Pentanahan (Grounding)		PROJECT NO. :		PROJECT :																																																																				
Date : 20 Agustus 2018		Date Verified By : 20 Agustus 2018		Date Approved By : 21 Agustus 2018																																																																				
IV. Hasil <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>ITEM</th> <th>STANDARD</th> <th>Hasil*</th> <th>Ket.</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Cek1</th> <th>Cek2</th> <th>Cek3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>WSP Unit</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Filter Reactor</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Shop Supply</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Compressor Panel Box</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>HV Box</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Compressor Module</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>VVVF</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Bracket koneksi kabel Grounding ke Car Body</td> <td> - Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M12 x 30 4.4 (70 N.m) </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> Catatan : Pengujian 2 dan 3 di lakukan jika pada hasil pengujian 1 tidak memenuhi standard					No.	ITEM	STANDARD	Hasil*	Ket.				Cek1	Cek2	Cek3		8	WSP Unit	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)					9	Filter Reactor	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)					10	Shop Supply	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)					11	Compressor Panel Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)					12	HV Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)					13	Compressor Module	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)					14	VVVF	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)					15	Bracket koneksi kabel Grounding ke Car Body	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M12 x 30 4.4 (70 N.m)				
No.	ITEM	STANDARD	Hasil*	Ket.																																																																				
			Cek1	Cek2	Cek3																																																																			
8	WSP Unit	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																																						
9	Filter Reactor	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																																						
10	Shop Supply	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																																						
11	Compressor Panel Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																																						
12	HV Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																																						
13	Compressor Module	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																																						
14	VVVF	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)																																																																						
15	Bracket koneksi kabel Grounding ke Car Body	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M12 x 30 4.4 (70 N.m)																																																																						

Form No. IV-01.015 Rev.B

Page 4 of 8

INKA		INSPECTION SHEET		DOCUMENT NO. : LRT - 506		
		PRODUCT NO. :		PROJECT :		
		PART NO. :				
Title : Pemeriksaan Sistem Pentanahan (Grounding)						
2. Kereta MC2						
No.	ITEM	STANDARD	Hasil*			Ket.
			Cek1	Cek2	Cek3	
1	Speed Sensor Box 1	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)				
2	Speed Sensor Box 2	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)				
3	Speed Sensor Box 3	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)				
4	Speed Sensor Box 4	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)				
5	Arrester	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
6	Junction Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
7	Brake Resistor	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				

Catatan : Pengujian 2 dan 3 di lakukan jika pada hasil pengujian 1 tidak memenuhi standard

Form No. IV-01.015 Rev.B

Page 5 of 8

INKA		INSPECTION SHEET		DOCUMENT NO. : LRT - 506		
		PRODUCT NO. :		PROJECT :		
		PART NO. :				
Title : Pemeriksaan Sistem Pentanahan (Grounding)						
No.	ITEM	STANDARD	Hasil*			Ket.
			Cek1	Cek2	Cek3	
8	WSP Unit	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
9	Fiber Reactor	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
10	Shop Supply	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
11	Compressor Panel Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
12	HV Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
13	Compressor Module	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
14	VVVF	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
15	Bracket koneksi kabel Grounding ke Car Body	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - baut M12 x 30 4.4 (70 N.m)				

Catatan : Pengujian 2 dan 3 di lakukan jika pada hasil pengujian 1 tidak memenuhi standard

Form No. IV-01.015 Rev.B

Page 6 of 8

INKA		INSPECTION SHEET		DOCUMENT NO. : LRT - 506		
		PRODUCT NO. :		PROJECT :		
		PART NO. :				
Title : Pemeriksaan Sistem Pentanahan (Grounding)						
3. Kereta T						
No.	ITEM	STANDARD	Hasil*			Ket.
			Cek1	Cek2	Cek3	
1	Speed Sensor Box 1	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)				
2	Speed Sensor Box 2	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)				
3	Speed Sensor Box 3	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)				
4	Speed Sensor Box 4	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Kekencangan Skun M4 (2 N.m)				
5	Battery Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
6	Junction Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
7	Battery Control Box	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				

Catatan : Pengujian 2 dan 3 di lakukan jika pada hasil pengujian 1 tidak memenuhi standard

Form No. IV-01.015 Rev.B

Page 7 of 8

INKA		INSPECTION SHEET		DOCUMENT NO. : LRT - 506		
		PRODUCT NO. :		PROJECT :		
		PART NO. :				
Title : Pemeriksaan Sistem Pentanahan (Grounding)						
No.	ITEM	STANDARD	Hasil*			Ket.
			Cek1	Cek2	Cek3	
8	SIV	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - Skun M10 x 30 4.4 (40 N.m)				
9	Bracket koneksi kabel Grounding ke Car Body	- Krimping kabel kuat terhadap skun - Ground Plate tidak di cat - Instalasi kabel kuat dan rapi - baut M12 x 30 4.4 (70 N.m)				

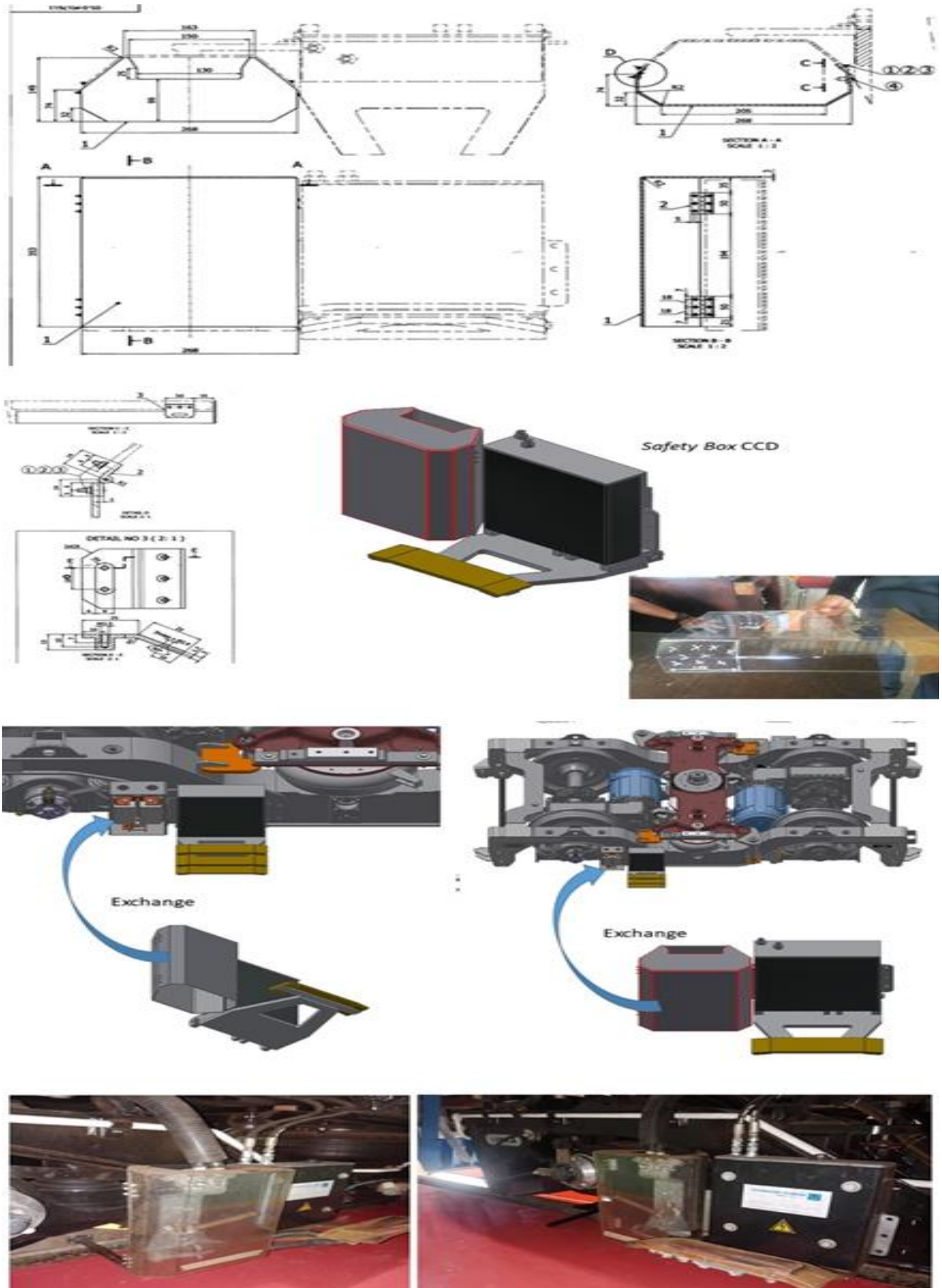
Catatan : Pengujian 2 dan 3 di lakukan jika pada hasil pengujian 1 tidak memenuhi standard

V. Catatan

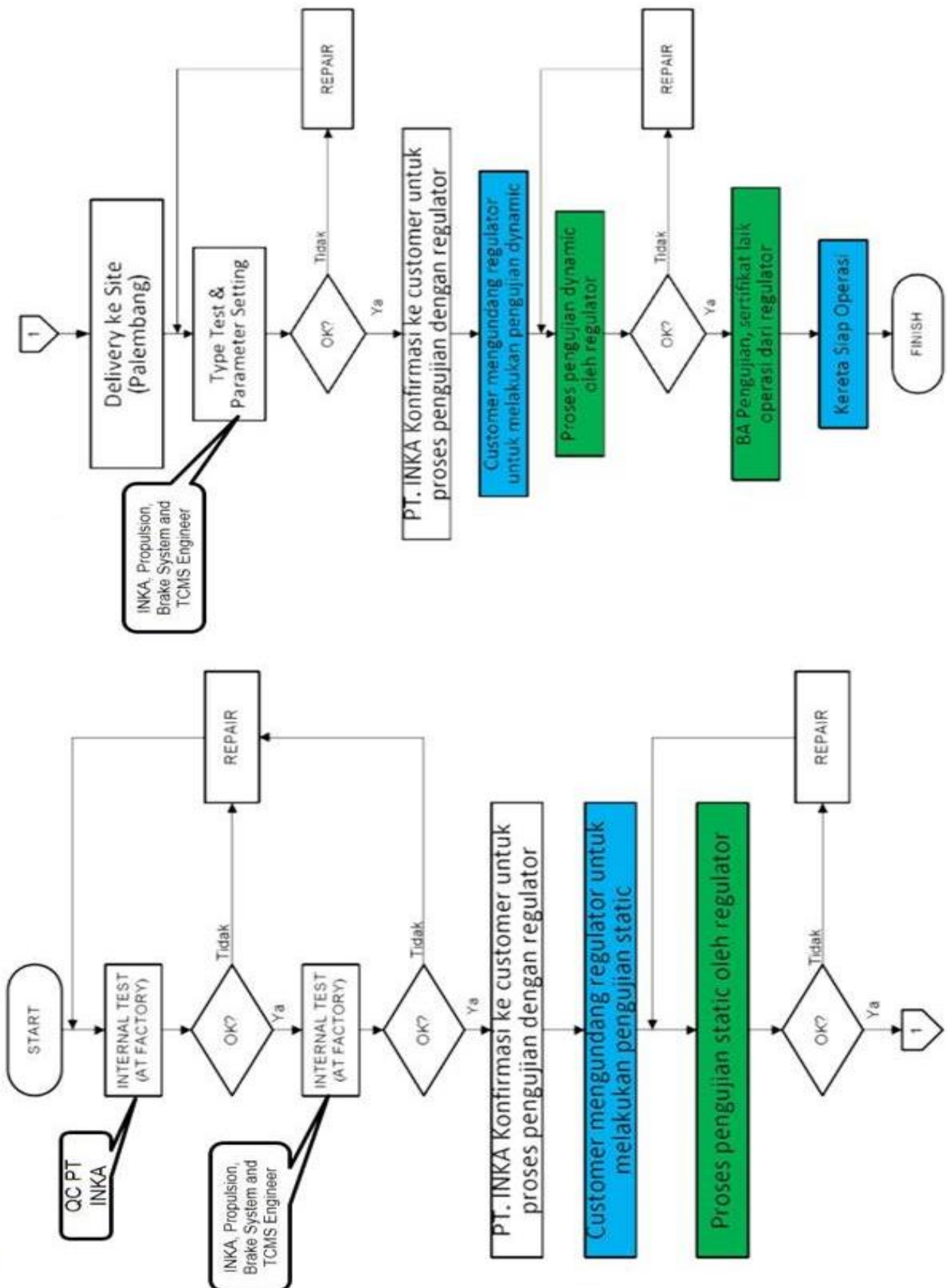
Form No. IV-01.015 Rev.B

Page 8 of 8

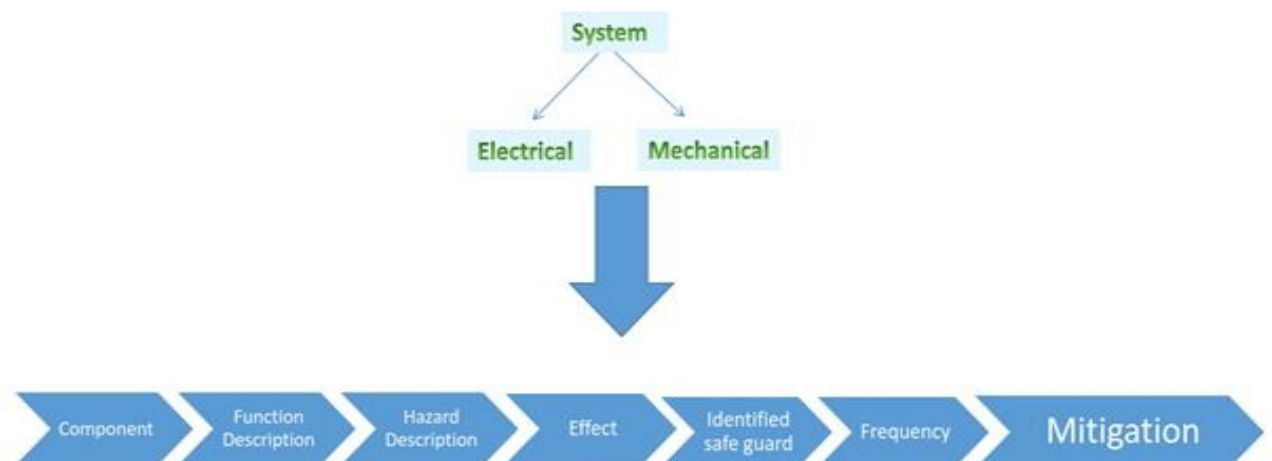
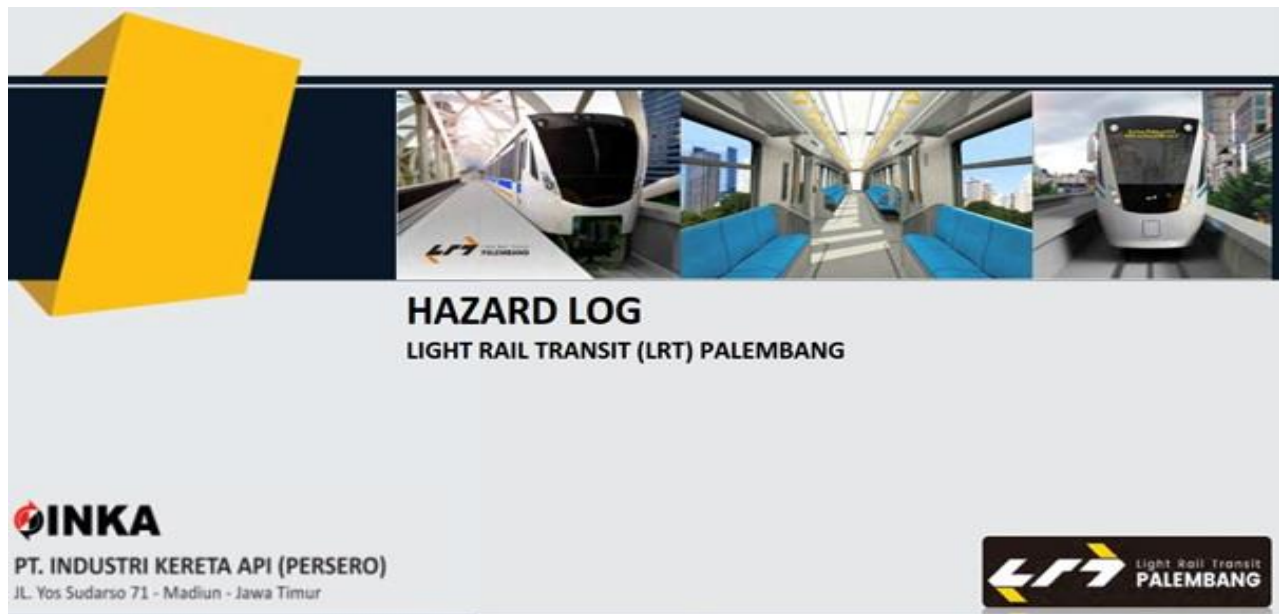
VII.3 Prototipe Safety Box CCD untuk Enclosure Receiptacle Stinger



VII.4 Diagram Alir Pengujian Sarana LRT

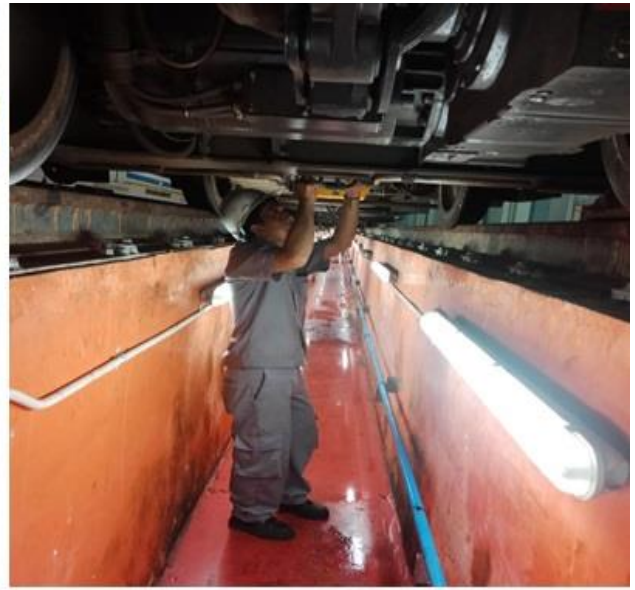


VII.5 Hazard Analysis Terkait Sarana



Electrical Hazard Identification

Component	Function Description	Hazard Description	Effect	Identified safeguard	Frequency	Mitigation
Deadman Device	Deadman / vigilance devices merupakan sebuah sistem yang berfungsi untuk membantu driver (masinis) selalu dalam keadaan terjaga pada saat bertugas. Deadman haru selalu dijaga agar tidak aktif selama kereta berjalan dengan cara mengoperasikan switch handle mode tangan atau kaki yang berada di driver desk. Deadman harus selalu dif tekan dan dilepas secara kontinyu dari salah satu sisi mode tangan atau kaki di cabin aktif. Apabila driver terlena beberapa saat sehingga handle deadman tertekan atau terlepas terus menerus, maka sistem deadman akan aktif dan membuat Emergency Brake Loop terputus, Traction Safe Loop terputus yang berakibat kereta akan berhenti secara tiba-tiba.	Handle Deadman tertekan atau terlepas secara terus menerus pada saat kereta sedang beroperasi / berjalan	Emergency Valve deadman apply, sehingga kereta akan mengalami emergency brake dan kereta berhenti secara tiba-tiba.	Terdapat lampu indikator & Buzzer peringatan apabila handle tertekan atau terlepas dalam beberapa detik	Improbable	1. Cek koneksi kabel deadman system. 2. Cek fungsi pedal deadman tangan & kaki. 3. Cek tuas handel Emergency Brake di ruang penumpang, pastikan dalam keadaan rilis

VII.6 Dokumentasi Pemeriksaan Instalasi *Grounding* Sarana LRT

VII.7 Dokumentasi Pelatihan Analisa Event Data Logger TCMS



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