



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI  
REPUBLIK INDONESIA**

**LAPORAN AKHIR**

**KNKT.18.08.07.02**

**LAPORAN INVESTIGASI KEJADIAN PERKERETAAPIAN  
GANGGUAN OPERASI LRT SUMSEL**

**KA 45 (TS-4)**

**DI PETAK JALAN ANTARA STASIUN ASRAMA HAJI –  
STASIUN SULTAN MAHMUD BADARUDDIN II  
PALEMBANG, SUMATERA SELATAN**

**1 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 45 (TS-4) di petak jalan antara stasiun Asrama Haji – stasiun Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II, Wilayah Operasi Divre III Sumatera Selatan, Palembang, Sumatera Selatan, tanggal 1 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 TJAHOJONO**

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>vi</b>
<b>I. INFORMASI FAKTUAL</b> .....	<b>2</b>
<b>I.1 DATA KEJADIAN DAN SUSUNAN RANGKAIAN KERETA API</b> .....	<b>2</b>
<b>I.2 KRONOLOGI KEJADIAN</b> .....	<b>2</b>
<b>I.3 AKIBAT KEJADIAN KERETA API</b> .....	<b>3</b>
I.3.1 Dampak Kejadian Terhadap Manusia .....	3
I.3.2 Dampak Kejadian Terhadap Prasarana Perkeretaapian.....	3
I.3.3 Dampak Kejadian Terhadap Sarana Perkeretaapian .....	3
I.3.4 Dampak Kejadian Terhadap Operasional Perkeretaapian .....	3
<b>I.4 INFORMASI PRASARANA</b> .....	<b>4</b>
I.4.1 Jalur Kereta .....	4
I.4.2 Jaringan Listrik Aliran Bawah .....	4
I.4.3 Persinyalan.....	4
<b>I.5 INFORMASI SARANA</b> .....	<b>4</b>
I.5.1 Konfigurasi dan Rangkaian Kereta .....	4
I.5.2 Spesifikasi Kereta <i>Light Rail Transit</i> (LRT) Sumatera Selatan.....	6
I.5.3 <i>Electrical System</i> (Sistem Kelistrikan) .....	7
I.5.4 Kabin Masinis .....	12
I.5.5 <i>Deadman Control</i> .....	16
I.5.6 Pintu Kereta.....	17
I.5.7 <i>Train Control Monitoring System</i> (TCMS) .....	17
<b>I.6 EVENT DATA LOGGER</b> .....	<b>18</b>
<b>I.7 INFORMASI OPERASI KA</b> .....	<b>20</b>
<b>I.8 INFORMASI PETUGAS</b> .....	<b>20</b>
<b>I.9 INFORMASI TAMBAHAN</b> .....	<b>20</b>
I.9.1 Peraturan Tentang Pengadaan dan Pengoperasian Sarana Perkeretaapian .....	20
I.9.2 Peraturan Tentang Perawatan Sarana Perkeretaapian .....	21
I.9.3 Standar Terkait Pengadaan, Pengoperasian dan Perawatan Sarana Perkeretaapian .....	21

---

I.9.4 Perawatan Sarana LRT .....	22
I.9.5 Uji Coba Sarana ( <i>Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing &amp; Commissioning</i> ) .....	24
<b>II. ANALISIS.....</b>	<b>29</b>
<b>II.1 EVENT DATA LOGGER SARANA LRT .....</b>	<b>29</b>
<b>II.2 KESIAPAN OPERASI PELAYANAN KOMERSIAL .....</b>	<b>31</b>
<b>III. KESIMPULAN.....</b>	<b>34</b>
<b>III.1 TEMUAN.....</b>	<b>34</b>
<b>III.2 FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI.....</b>	<b>35</b>
<b>IV. TINDAKAN KESELAMATAN.....</b>	<b>36</b>
<b>IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN.....</b>	<b>36</b>
<b>IV.2 PT. INDUSTRI KERETA API (PERSERO).....</b>	<b>36</b>
<b>V. REKOMENDASI .....</b>	<b>37</b>
<b>V.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN .....</b>	<b>37</b>
<b>V.2 PT. INDUSTRI KERETA API (INKA).....</b>	<b>37</b>
<b>VI. DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>38</b>
<b>VII. LAMPIRAN .....</b>	<b>40</b>
<b>VII.1 Dokumen Laporan Ketidaksesuaian Produk Nomor 489/M8-14/TEST/2018 .....</b>	<b>40</b>
<b>VII.2 Design Drawing Nomor 40.0-U01002 Rev. C (sheet 1) .....</b>	<b>41</b>
<b>VII.3 Design Drawing Nomor 40.0-U01002 Rev. C (sheet 2) .....</b>	<b>42</b>
<b>VII.4 Diagram Alir Pengujian Sarana LRT .....</b>	<b>43</b>
<b>VII.5 Hazard Analysis Terkait Sarana .....</b>	<b>44</b>
<b>VII.6 Dokumentasi Pemeriksaan Sarana LRT .....</b>	<b>45</b>
<b>VII.7 Dokumentasi Pelatihan Sarana LRT .....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Light Rail Transit (LRT)</i> di Depo Jakabaring .....	2
Gambar 2. Lokasi Kejadian Gangguan Operasional KA 45 .....	3
Gambar 3. Konfigurasi LRT Sumsel .....	5
Gambar 4. <i>Train Set</i> LRT Sumsel .....	5
Gambar 5. <i>Main Circuit Diagram</i> .....	8
Gambar 6. Diagram Skematik Daya 380 VAC .....	9
Gambar 7. Diagram Skematik Daya 110 VDC .....	9
Gambar 8. <i>Current Collector Device (CCD)</i> .....	10
Gambar 9. Diagram <i>Propulsion System</i> .....	10
Gambar 10. Diagram Skematik Kontrol <i>Deadman</i> .....	11
Gambar 11. Diagram Skematik Kontrol Pintu .....	12
Gambar 12. Meja Masinis ( <i>Driver Desk/Dashboard</i> ) .....	13
Gambar 13. <i>Open – Close Door Switch</i> .....	14
Gambar 14. <i>Door Interlock Relay Switch (DIRS)</i> .....	14
Gambar 15. <i>Deadman Switch</i> .....	15
Gambar 16. <i>Master Controller</i> .....	15
Gambar 17. <i>Human Machine Interface Display</i> .....	16
Gambar 18. Nilai ( <i>Value</i> ) untuk <i>Event</i> dalam TCMS .....	18
Gambar 19. Tampilan <i>Software</i> Pembaca TCMS .....	18
Gambar 20. Tampilan Indikator Pintu Penumpang Kereta <i>Trailer</i> Terbuka: .....	19
Gambar 21. Tampilan <i>Event Logger</i> TCMS - Pintu Penumpang <i>Trailer</i> .....	19
Gambar 22. Realisasi <i>Timeline</i> Penyelesaian Proyek .....	25
Gambar 23. <i>Event Data Logger</i> TCMS TS-4 (Pukul 13:24:43 WIB) .....	29
Gambar 24. <i>Event Data Logger</i> TCMS TS-4 (Pukul 14:10:02 WIB) .....	30
Gambar 25. <i>Event Data Logger</i> TCMS TS-4 (Pukul 14:25:16 WIB) .....	30
Gambar 26. <i>Timeline</i> Uji Coba Rangkaian TS-4 .....	32

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Susunan Rangkaian LRT Sumsel .....	6
Tabel 2. Spesifikasi LRT Sumatera Selatan .....	6
Tabel 3. Fasilitas dan Peralatan Perawatan Sarana .....	23

---

## 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 elektrikal 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



## SINOPSIS

Pada hari Kamis tanggal 1 Agustus 2018 pukul 13:24 WIB, KA 45 (TS-4) tiba-tiba terhenti di petak jalan antara Stasiun Asrama Haji – Stasiun Bandara SMB II ( $\pm 2$  km dari Stasiun Bandara SMB II). Awak Sarana KA 45 (Masinis dan Teknisi KA) melaporkan terhentinya KA tersebut ke *Operation Control Center* (OCC) LRT dan Stasiun SMB II.

Pukul 14:25 WIB KA 45 (TS-4) dapat berjalan kembali dan meneruskan perjalanan menuju ke Stasiun SMB II setelah Teknisi KA (TKA) yang bertugas di KA 45 melakukan pemeriksaan pada ketiga kereta rangkaian KA 45. *Train set* TS-4 adalah sarana perkeretaapian berpengerak sendiri dengan beban gandar maksimum 12 ton (*Light Rail Transit*) yang beroperasi di Palembang, Sumatera Selatan.

Berdasarkan hasil analisa terhadap *event data logger* TCMS sarana diketahui bahwa penyebab terjadinya gangguan pada KA 45 (TS4) adalah aktifnya sistem kontrol *Deadman* yang menyebabkan TCMS memutus (menonaktifkan) sistem daya/traksi serta mengaktifkan *emergency brake* pada kereta. Sinyal *Deadman Switch* tidak diterima oleh TCMS sehingga *Deadman Buzzer* aktif selama lebih dari 5 detik, kemudian TCMS memutus (menonaktifkan) sistem daya/traksi serta mengaktifkan *emergency brake* pada kereta. Total waktu gangguan operasi KA 45 (TS-4) adalah selama 1 jam 1 menit (pukul 13:24 – 14:25 WIB).

KNKT menyimpulkan bahwa kejadian gangguan operasi disebabkan oleh aktifnya sistem kontrol *Deadman* yang menyebabkan TCMS memutus (menonaktifkan) sistem daya/traksi 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 45
Susunan Rangkaian	:	1. K1.1.18.122 2. K1.1.18.123 3. K1.1.18.124
Jenis Kejadian	:	Gangguan operasi
Lokasi	:	Petak jalan antara Stasiun Asrama Haji – Stasiun Bandara SMB II
Lintas	:	Asrama Haji – Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II
Wilayah	:	Palembang, Sumatera Selatan
Daerah Operasi	:	Divre III Sumatera bagian Selatan
Hari/Tanggal	:	Kamis, 1 Agustus 2018
Waktu	:	13:24 WIB

## I.2 KRONOLOGI KEJADIAN

Pada hari Kamis tanggal 1 Agustus 2018 pukul 13:04 WIB, KA 45 (TS-4) diberangkatkan dengan tujuan akhir Stasiun Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II (SMB II). Sebelum KA tersebut diberangkatkan telah dilakukan pemeriksaan sarana KA dan dinyatakan laik jalan.

Pukul 13:24 WIB, KA 45 (TS-4) tiba-tiba terhenti dalam perjalanan antara petak jalan antara Stasiun Asrama Haji – Stasiun Bandara SMB II ( $\pm 2$  km dari Stasiun Bandara SMB II). Awak Sarana KA 45 (Masinis dan Teknisi KA) melaporkan terhentinya KA tersebut ke *Operation Control Center* (OCC) LRT dan Stasiun SMB II.

Pukul 14:25 WIB, KA 45 dapat berjalan kembali meneruskan perjalanan menuju ke Stasiun SMB II setelah dilakukan pemeriksaan dan *system reset* oleh teknisi KA (TKA) yang bertugas di KA 45. Total gangguan pada sarana Light Rail Transit (LRT) KA 45 selama 1 jam 1 menit (pukul 13:24 – 14:25 WIB).



Sumber: Dokumentasi

Gambar 1. *Light Rail Transit* (LRT) di Depo Jakabaring

Lokasi kejadian gangguan operasi kereta bandara KA 45 adalah di petak jalan antara Stasiun Asrama Haji – Stasiun Bandara SMB II, Divre III Sumatera bagian Selatan. Lokasi tersebut berada di wilayah administrasi kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan.



Sumber: Google Map (diolah)

Gambar 2. Lokasi Kejadian Gangguan Operasional KA 45

### **I.3 AKIBAT KEJADIAN KERETA API**

#### **I.3.1 Dampak Kejadian Terhadap Manusia**

Tidak ada manusia yang terluka akibat kejadian kereta api.

#### **I.3.2 Dampak Kejadian Terhadap Prasarana Perkeretaapian**

Tidak ada kerusakan prasarana akibat kejadian kereta api.

#### **I.3.3 Dampak Kejadian Terhadap Sarana Perkeretaapian**

Tidak ada kerusakan sarana akibat kejadian kereta api.

#### **I.3.4 Dampak Kejadian Terhadap Operasional Perkeretaapian**

Gangguan operasi KA 45 (TS-4) antara petak jalan antara Stasiun Asrama Haji – Stasiun Bandara SMB II tidak mengakibatkan gangguan yang signifikan pada operasional di lintas KA, namun terjadi keterlambatan jadwal kereta KA 45 (TS-4) selama kurang lebih 1 jam.

## I.4 INFORMASI PRASARANA

### I.4.1 Jalur Kereta

Informasi jalur kereta api di petak jalan antara Stasiun Asrama Haji – Stasiun Bandara SMB II ( $\pm 2$  km dari Stasiun Bandara SMB II) 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

- a. 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 pada halaman 5.

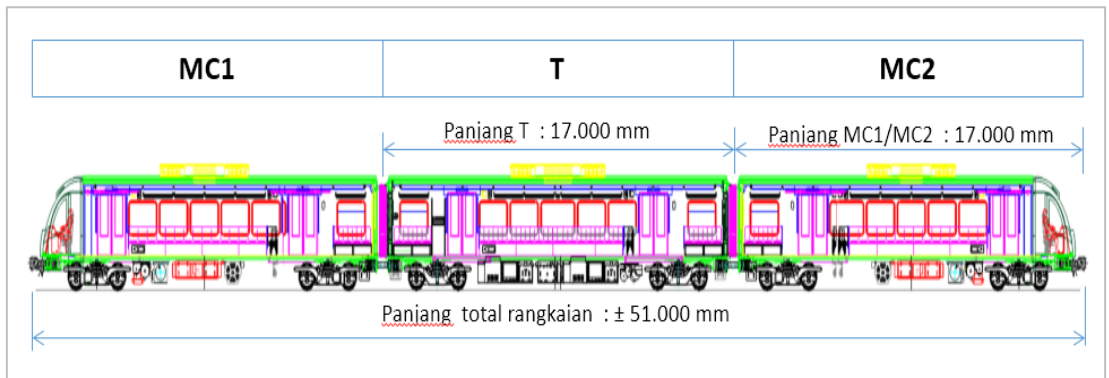
Konfigurasi satu *trainset* Kereta LRT Sumsel adalah sebagai berikut:

- b. MC1 – T – MC2

Keterangan:

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

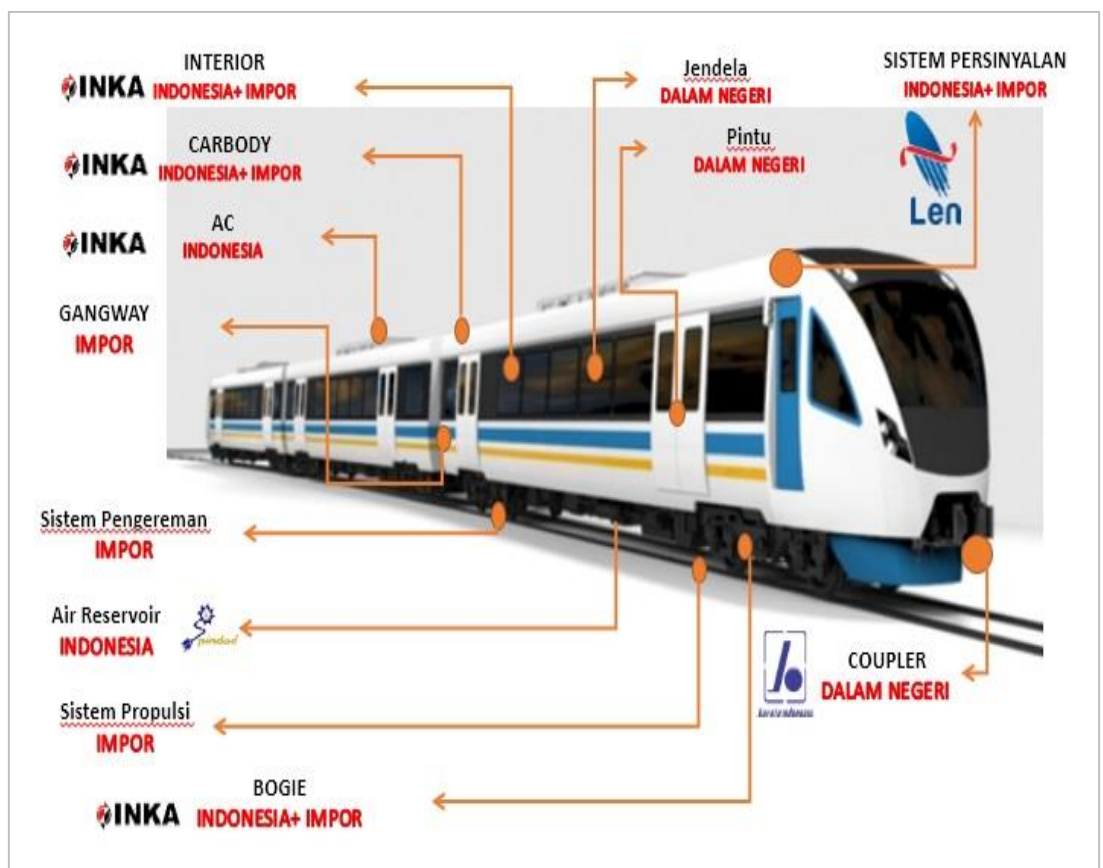
T = *Trailer Car*, kereta tanpa motor penggerak dan tidak dilengkapi dengan kabin masinis.



Sumber: PT. INKA

Gambar 3. Konfigurasi LRT Sumsel

- c. *Train set* LRT Sumsel merupakan hasil sinergi berbagai BUMN dengan integrator PT. Industri Kereta Api (PT. INKA, Persero) dengan beberapa komponen impor (gambar 4). 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

- d. KA 45 merupakan *Train set* nomor 4 (TS-4) 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
<b>TS 4</b>	<b>K1 1 18 122</b>	<b>K1 1 18 123</b>	<b>K1 1 18 124</b>
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 Pabrik). 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 berikut ini.

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 ‰



NO	DESKRIPSI	KETERANGAN	
14.	Percepatan (beban normal; 0-30 kpj; 0 ‰)	1,0	m/dt <sup>2</sup>
	Percepatan (beban penuh; 0-30 kpj; 0 ‰)	0,8	m/dt <sup>2</sup>
15.	Perlambatan (beban penuh, kelandaian 0 ‰)	1,0	m/dt <sup>2</sup>
	Perlambatan (darurat)	1,3	m/dt <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup> )	330	orang
	Kapasitas total 1 <i>trainset</i> (desain 8 orang/m <sup>2</sup> )	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 SG172</i>	
28.	Sistem pendingin udara ( <i>Air Conditioner</i> )	AC INKA	

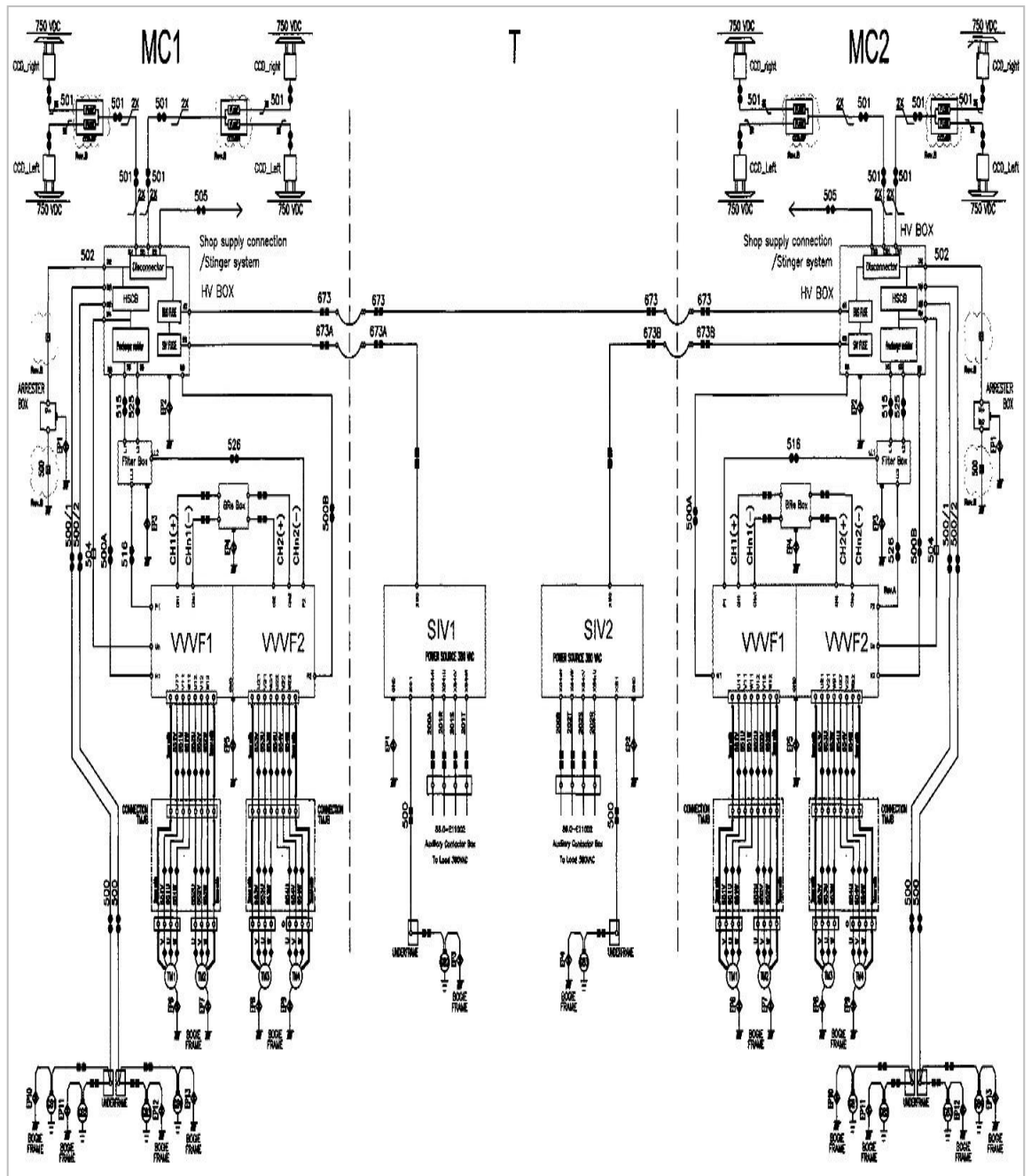
(Tabel 2 lanjutan) Sumber: PT. INKA

### 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.

Sistem kelistrikan kereta dikendalikan oleh *Train Control and Management System* (TCMS) pada saat kondisi normal. Gambar 5 berikut ini merupakan gambar *Main Circuit Diagram* (Diagram Sirkuit Utama) pada rangkaian kereta LRT Sumsel.

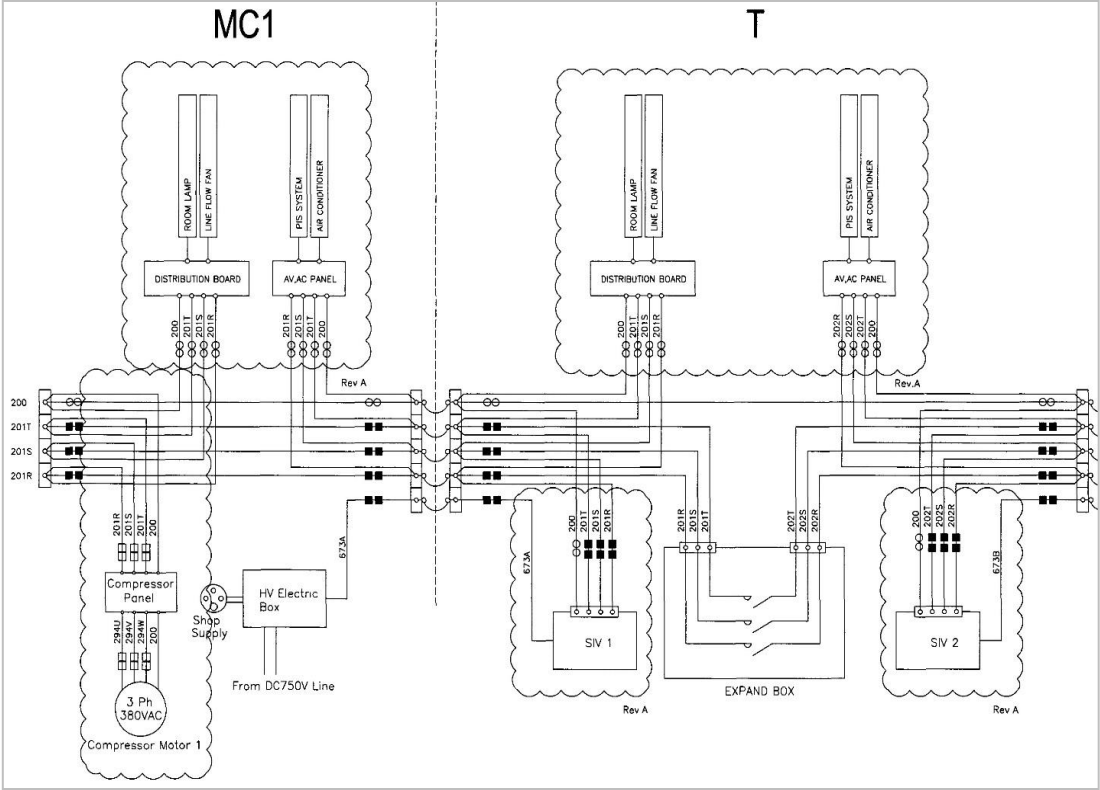


Sumber: PT. INKA

Gambar 5. Main Circuit Diagram

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.

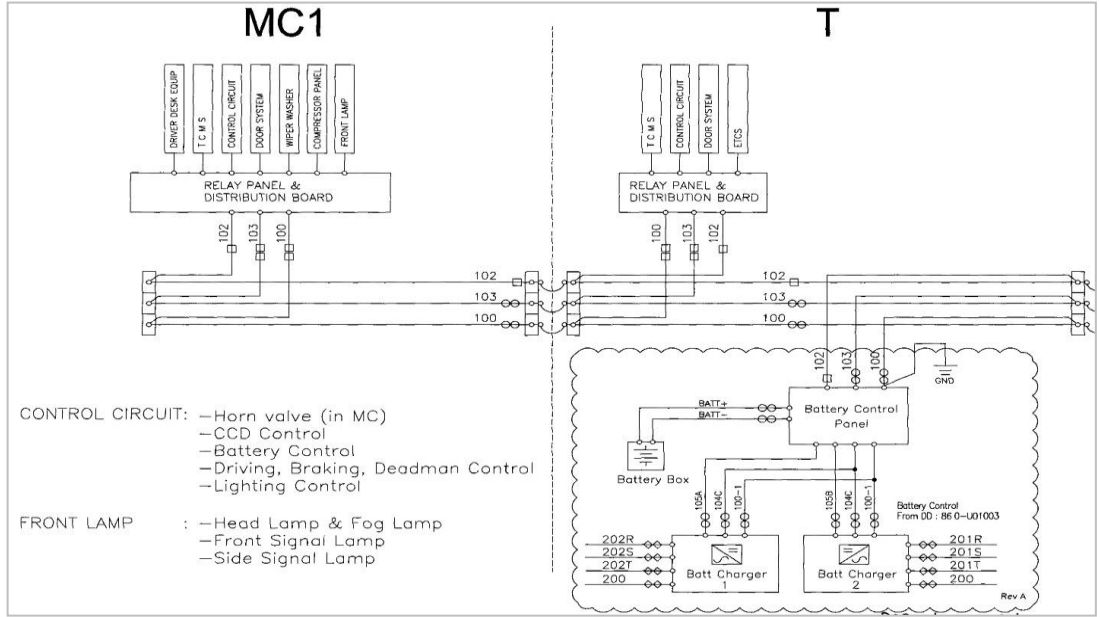




Sumber: PT. INKA

Gambar 6. Diagram Skematik Daya 380 VAC

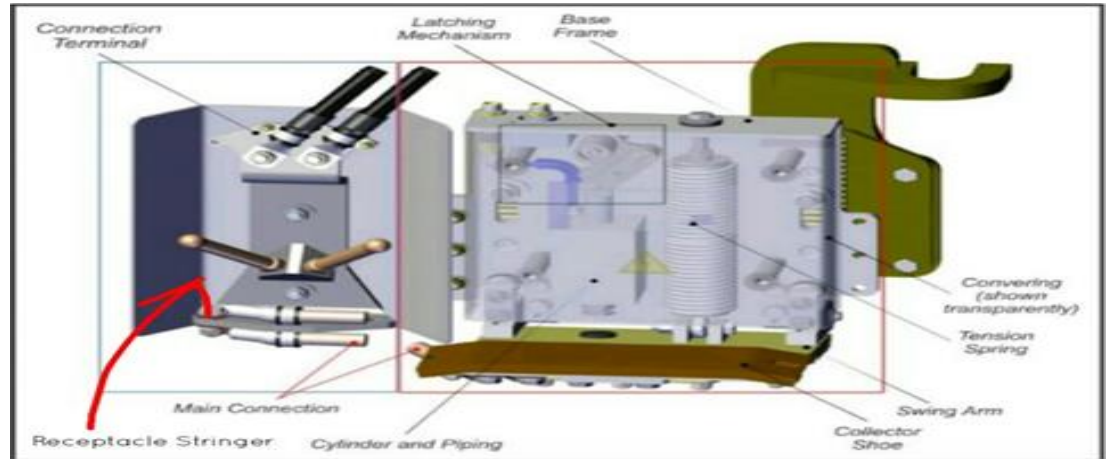
Daya dari *converter* sebesar 110 VDC digunakan untuk komponen seperti *interface*, *overspeed supervision*, sistem lampu, panel pintu dan sistem *wiper washer*, distribusi daya tersebut melalui *electric coupler* untuk sistem TCMS. Diagram Skematik Daya 110 VDC ditunjukkan pada gambar 7 berikut ini.



Sumber: PT. INKA

Gambar 7. Diagram Skematik Daya 110 VDC

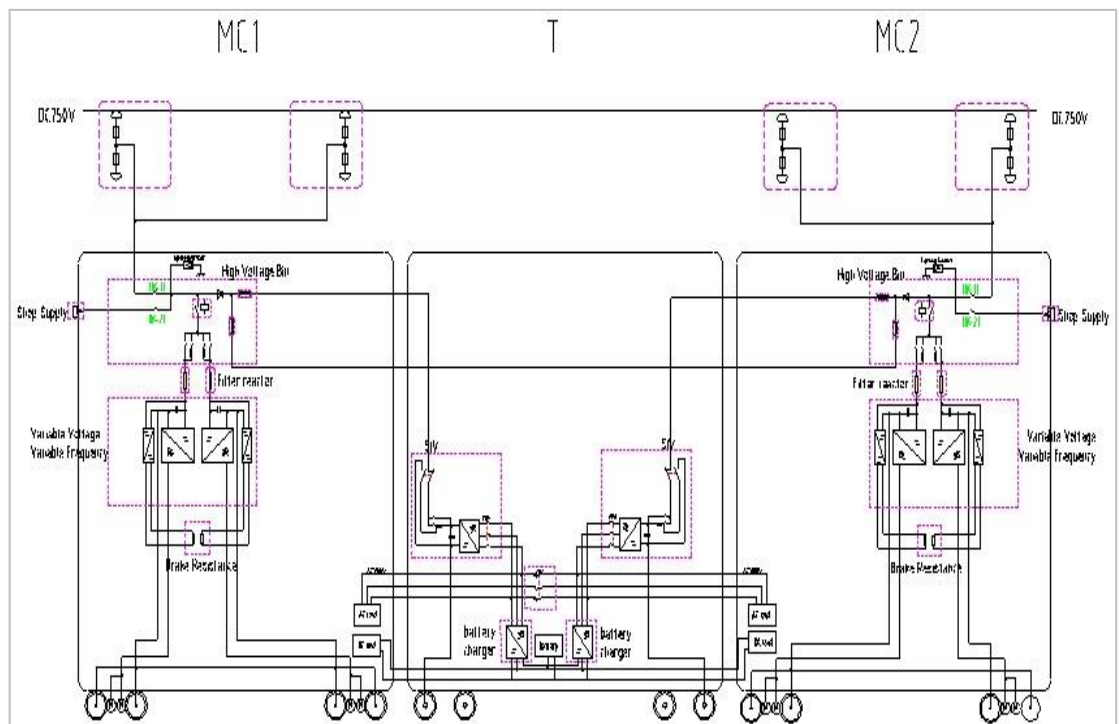
2. *Current Collector Device (CCD)* pada LRT Sumsel berfungsi sebagai alat pengumpul arus yang terhubung dengan *third rail* di prasarana, dimana menggunakan produk Stemmann – Technik GmbH tipe SG172 serta arus balik diteruskan oleh komponen *grounding* yang dipasang di poros roda pada *bogie*.



Sumber: PT. INKA

Gambar 8. *Current Collector Device (CCD)*

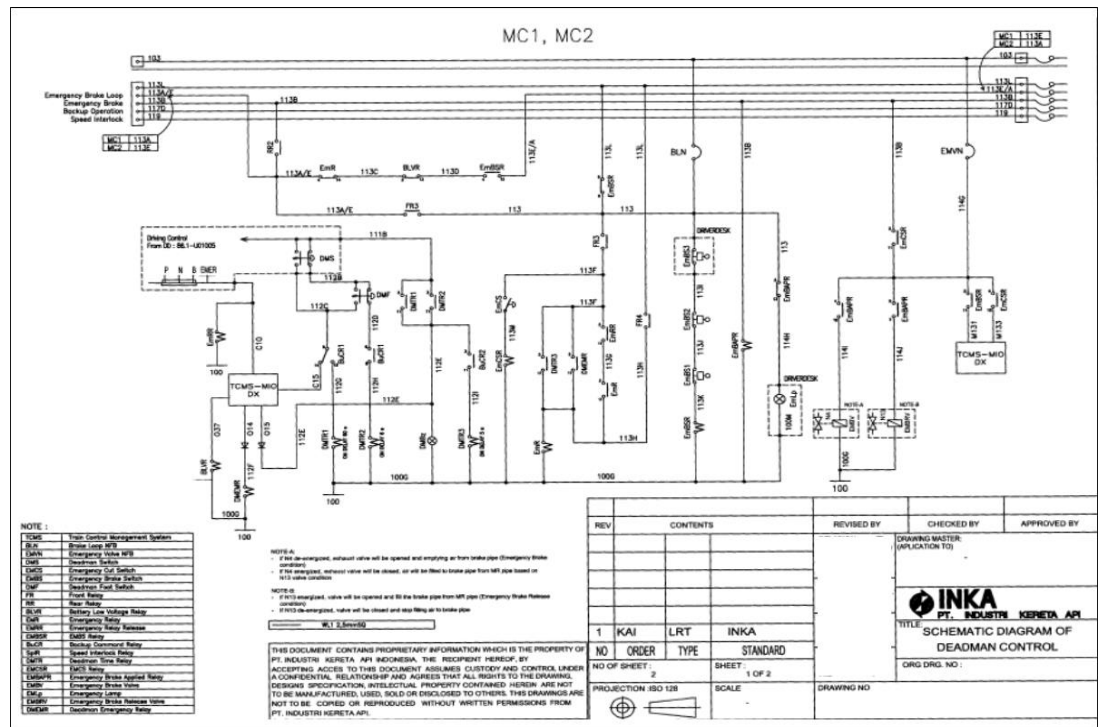
3. *Propulsion System* (sistem propulsi/traksi) LRT Sumsel merupakan sistem penggerak utama yang merubah sumber daya listrik menjadi daya putar motor traksi serta menggerakkan roda dengan menggunakan inverter. Komponen utama dari *Propulsion System* tersebut terdiri dari *VVVF Inverter/box*, *HV box*, *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* 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*”.



Sumber: PT. INKA

Gambar 10. Diagram Skematik Kontrol *Deadman*

5. Sistem kontrol pintu (*Door control*) untuk operasi buka-tutup pintu penumpang pada kondisi normal dikontrol oleh TCMS. Terdapat lampu indikator yang menunjukkan keadaan pintu (pada saat pintu terbuka atau tertutup sempurna/normal) serta tanda peringatan (pada saat terjadi gangguan pada pintu). Beberapa prinsip utama dari perintah operasi buka-tutup pintu adalah sebagai berikut:
1. Perintah dapat dilakukan dengan menekan tombol yang terletak di kabin masinis-aktif (kabin tempat masinis mengoperasikan kereta).
  2. Perintah tersebut (pada butir no.1) hanya dapat diberikan ketika kecepatan kereta kurang dari 3 km/jam.
  3. Keluaran digital dari TCMS akan memerintahkan *buzzer* aktif (indicator tanda operasi buka-tutup pintu) pada waktu 2 detik sebelum pintu terbuka atau tertutup hingga proses tersebut berjalan dengan sempurna.
  4. TCMS akan menghasilkan sinyal keluaran digital yang mengindikasikan bahwa pintu pada tiap kereta telah tertutup, jika semua pintu pada sisi yang sama telah menutup dengan sempurna.





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.

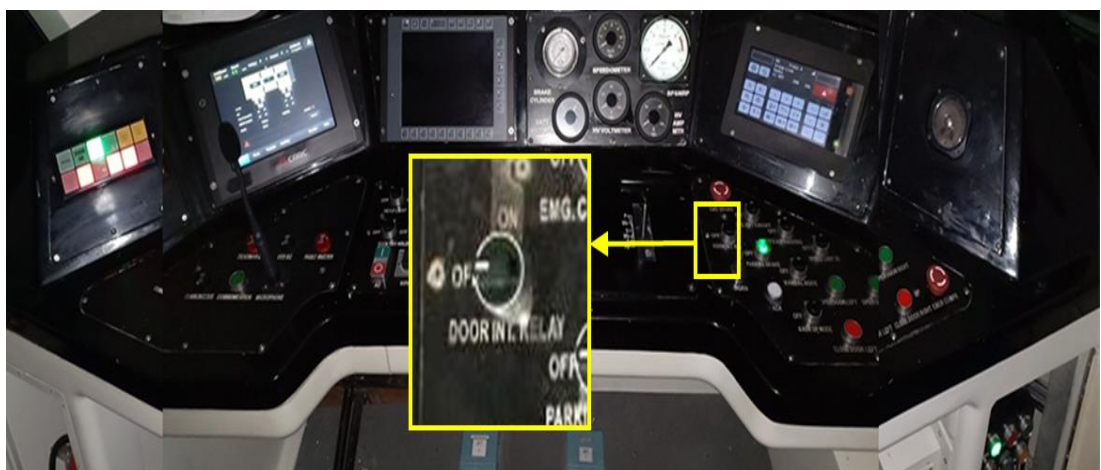
- b. *Open – Close Door Switch* merupakan instrumen pengendali dalam pengoperasian buka tutup pintu penumpang. *Switch* tersebut terletak pada *Switch Panel 3* di meja masinis (gambar 13), sedangkan indikator status pintu terletak pada *Indicator Lamp* serta dapat dilihat pada layar *Human Machine Interface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

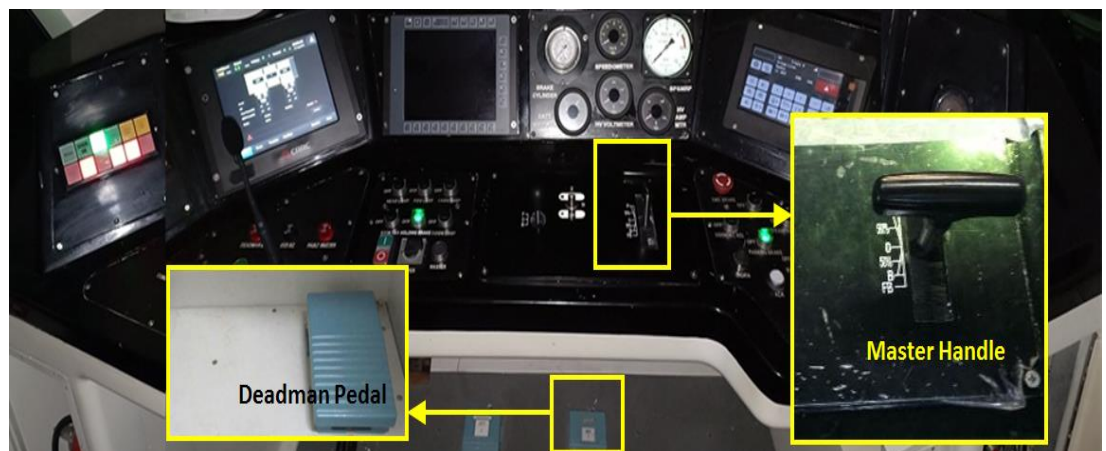


Sumber: PT. INKA

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 Deadman Control

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:

- Tuas daya/traksi atau pedal kaki sebelah kanan harus ditekan minimal setiap 5 – 6 detik. Apabila tidak ditekan dalam rentang waktu tersebut, *Deadman Buzzer* akan aktif (ditandai dengan bunyi *buzzer* dan lampu indikator berkedip).
- Tuas daya/traksi atau pedal kaki sebelah kanan tidak boleh ditekan lebih dari rentang waktu 20 – 90 detik. Apabila ditekan lebih dari rentang waktu tersebut, *Deadman Buzzer* akan aktif (ditandai dengan bunyi *buzzer* dan lampu indikator berkedip).
- TCMS akan memutus (menonaktifkan) sistem daya/traksi kereta jika *Deadman Buzzer* aktif selama 3 detik, selanjutnya TCMS akan mengaktifkan *emergency brake* setelah 3 detik berikutnya.



- d. Jika *Deadman Buzzer* telah aktif dan *Emergency Brake* (Pengereman Darurat) telah diaktifkan, maka *Deadman* dapat di-*reset* dengan cara menempatkan tuas daya/traksi pada posisi "*Fast Brake*" (hanya berlaku pada kabin yang aktif).

### I.5.6 Pintu Kereta

Setiap kereta dilengkapi dengan empat buah pintu masuk penumpang yang terdiri dari 2 (dua) daun pintu, dengan desain *sliding pocket*. Beberapa prinsip utama dari operasi pintu masuk penumpang adalah sebagai berikut:

- a. Hanya kabin aktif (kabin tempat masinis mengoperasikan kereta) yang dapat memberikan perintah untuk membuka/menutup pintu, perintah hanya dapat diberikan ketika kecepatan kereta kurang dari 3 km/jam.
- b. TCMS akan menghalangi status perintah traksi yang diberikan jika masih terdapat pintu yang belum tertutup. Kereta tidak dapat berjalan secara normal (kecepatan lebih dari 3 km/jam), jika masih terdapat pintu yang terbuka.
- c. Status operasi dari pintu digunakan sebagai referensi untuk *traction safe*, yaitu perintah aktif atau non aktif yang diberikan pada sistem traksi.
- d. Ketika terjadi kesalahan pada indikasi pintu, fungsi *traction safe* dapat di-non aktifkan (*bypass*) dengan mengaktifkan tombol "*Door Interlock Relay Switch (DIRS)*" pada meja kabin masinis (lihat gambar 14).
- e. Apabila tombol "*Door Interlock Relay Switch (DIRS)*" diaktifkan, *event* (kejadian) tersebut tidak terekam pada *Event Logger* TCMS. Meskipun demikian indikasi tombol DIRS yang diaktifkan dapat dilihat dari status indikasi pintu terbuka, namun kereta tetap berjalan normal (sistem traksi tetap aktif).

### I.5.7 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:

- a. TCMS yang digunakan pada sarana LRT Palembang menggunakan produk dari China Railway Rollingstock Corporation (CRRC) dengan dukungan tenaga ahli pendamping dari CRRC.
- b. *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.
- c. TCMS dapat melakukan perekaman data kejadian (*event data logger*) dan mampu melakukan *self-diagnosis*, deteksi kegagalan dan *troubleshooting* yang berguna untuk kepentingan pemeliharaan.
- d. 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

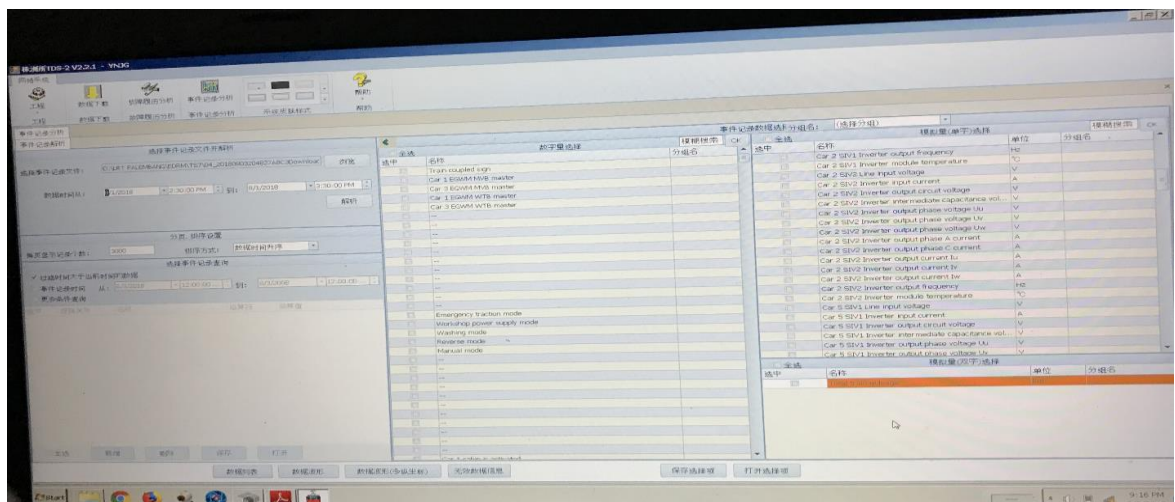
Sumber: PT. INKA

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

### 1.6 EVENT DATA LOGGER

*Event data logger* adalah data mengenai daftar kejadian yang direkam oleh *Train Control Monitoring System* (TCMS). Penjelasan mengenai *event data logger* TCMS untuk data kejadian gangguan KA 45 (TS-4) pada 1 Agustus 2018 adalah sebagai berikut:

1. Pembacaan *event data logger* TCMS menggunakan *software* TDS-2 versi 2.2.1 dengan bahasa Cina (gambar 19), sehingga analisa terhadap *event data logger* TCMS belum dikuasai sepenuhnya oleh pihak PT. INKA.

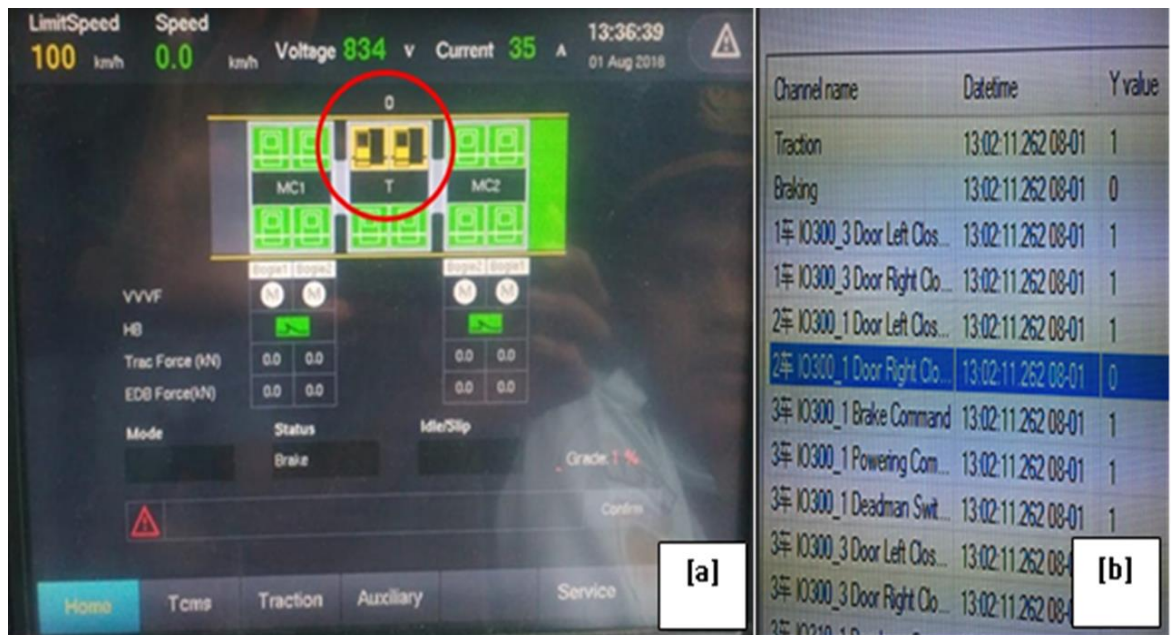


Sumber: PT. INKA

Gambar 19. Tampilan *Software* Pembaca TCMS

2. Gambar 20 menunjukkan indikator pintu terbuka yang dapat dilihat pada layar HMI pada pukul 13:26:39 WIB (hasil dokumentasi) serta dapat dilihat pada *event logger* TCMS sejak pukul 13:02:11 WIB. 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 logger* TCMS akan terbaca pintu kanan yang terbuka.



Sumber: PT. INKA

Gambar 20. Tampilan Indikator Pintu Penumpang Kereta *Trailer* Terbuka:  
 [a] Pintu Kiri pada Layar HMI, [b] Pintu Kanan pada *Event Logger* TCMS

3. Pukul 13:02:11 WIB; *event data logger* TCMS mencatat terdapat indikasi pintu sebelah kanan dari kereta *Trailer* terbuka (indikasi yang sebenarnya pintu kiri yang terbuka) dengan nama kejadian (a) “2...IO300\_1 Door Right Close dan nilai “Y value = 0”. Pada saat yang bersamaan, kereta tetap berjalan normal dengan bukti nama kejadian (b) “Traction” dan nilai “Y value = 1” (gambar 21).

Channel name	Datetime	Y value
Traction	13:02:11.262 08-01	1
Braking	13:02:11.262 08-01	0
1车 IO300_3 Door Left Clos...	13:02:11.262 08-01	1
1车 IO300_3 Door Right Clo...	13:02:11.262 08-01	1
2车 IO300_1 Door Left Clos...	13:02:11.262 08-01	1
2车 IO300_1 Door Right Clo...	13:02:11.262 08-01	0
3车 IO300_1 Brake Command	13:02:11.262 08-01	1
3车 IO300_1 Powering Com...	13:02:11.262 08-01	1
3车 IO300_1 Deadman Swit...	13:02:11.262 08-01	1
3车 IO300_3 Door Left Clos...	13:02:11.262 08-01	1
3车 IO300_3 Door Right Clo...	13:02:11.262 08-01	1

Sumber: PT. INKA

Gambar 21. Tampilan *Event Logger* TCMS - Pintu Penumpang *Trailer*

## I.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 Provinsi Sumatera Selatan.

## I.8 INFORMASI PETUGAS

Data petugas yang juga merupakan saksi atas kejadian gangguan KA 45 (TS-4) adalah sebagai berikut:

### 1. Masinis Kereta Api

Umur	: 27 tahun
Pendidikan Formal Terakhir	: Sarjana
Mulai Bekerja	: Februari 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 Palembang/Sumsel
Mulai dinas pada jabatan	: Januari 2018
Sertifikat Keahlian	: -

## I.9 INFORMASI TAMBAHAN

### I.9.1 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.9.2 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.9.3 Standar Terkait Pengadaan, Pengoperasian dan Perawatan Sarana Perkeretaapian**

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).
  7. Dokumen *Technical Specification* (Form No.: IV-01.064 Rev 0), contoh dokumen nomor 105/SPT/L1001XX011/16 tanggal 23 Februari 2017 dengan judul *Technical Specification of Passenger Entrance Door System*.
- 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.9.4 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 *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*.

Tabel 3. Fasilitas dan Peralatan Perawatan Sarana

No	Deskripsi	Keterangan
1.	Gedung perawatan, gedung kantor, ruang genset	Tersedia sebagian (gedung utama depo)
2.	Instalasi kelistrikan gedung depo 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.	<b>Tools room</b>	<b>Tersedia</b>
10.	<b>Tempat pencucian komponen perawatan</b>	<b>Tersedia</b>
11.	<b>Gudang untuk suku cadang baru dan suku cadang bekas</b>	<b>Tersedia</b>
12.	<b>Tempat penampungan pelumas baru dan pelumas bekas</b>	<b>Tersedia</b>
13.	<b>Toilet gedung depo</b>	<b>Tersedia</b>
14.	<b>CCTV area depo dan gedung depo</b>	<b>Tersedia</b>
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 berpengerak dan tanpa pengerak 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.9.5 Uji Coba Sarana (*Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning*)**

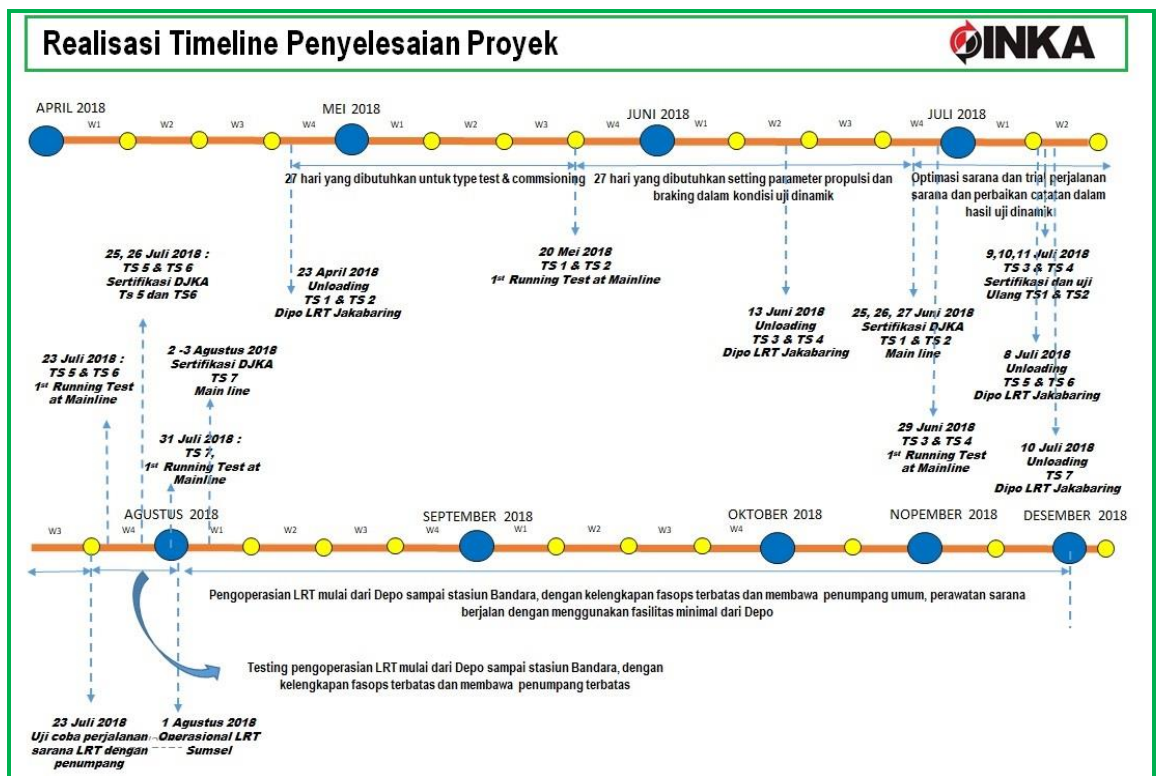
*Testing & Commissioning* (T&C) merupakan fase yang penting dalam pembangunan *Light Rail System* sebelum dioperasikan secara komersial (untuk kepentingan umum) dengan selamat. Pihak yang terlibat dalam T&C adalah *Infrastructure Owner* (pemberi kontrak pekerjaan utama), *Contractor* (pembangun infrastruktur/prasarana), *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 22).



Sumber: PT. INKA

Gambar 22. 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.

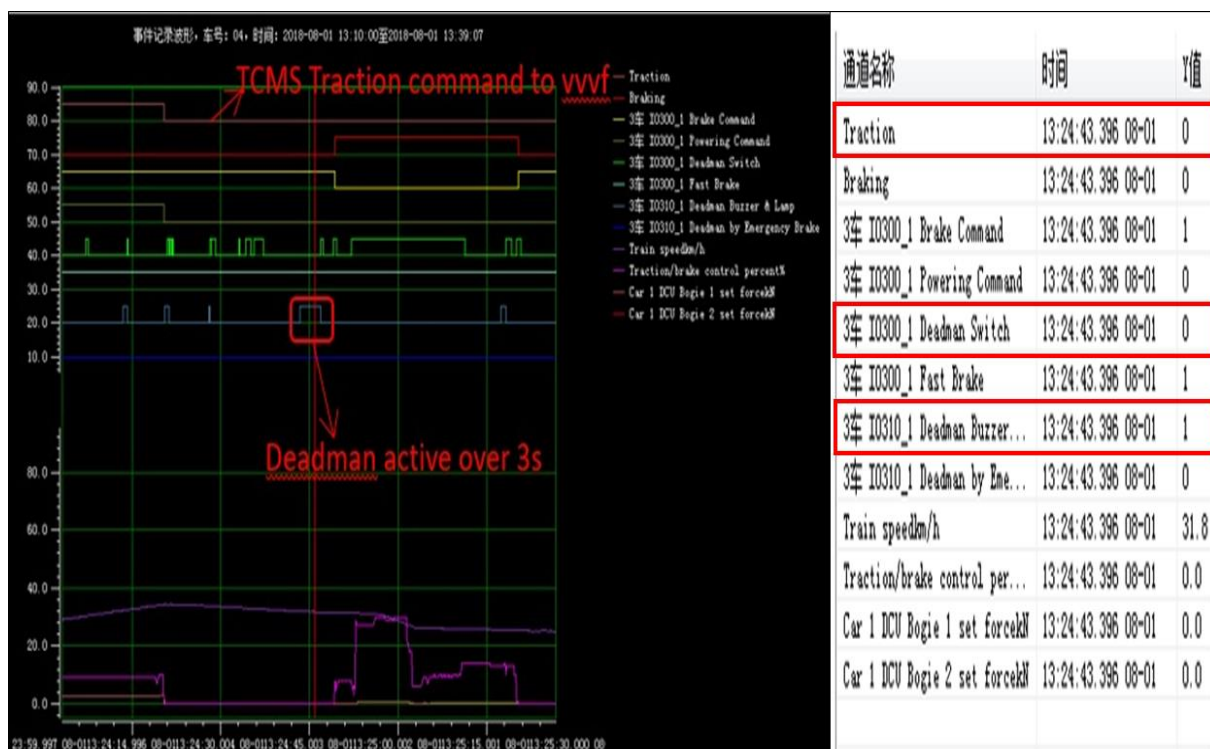
## II. ANALISIS

Berdasarkan data dan fakta pada saat melakukan investigasi gangguan operasi KA 45 (TS4) di petak jalan antara Stasiun Asrama Haji – Stasiun Bandara SMB II. KNKT akan memfokuskan pada faktor-faktor sebagai berikut:

### II.1 EVENT DATA LOGGER SARANA LRT

Indikasi awal penyebab kejadian gangguan KA 45 (TS4) pada tanggal 1 Agustus 2018 adalah akibat pintu penumpang yang terbuka, berdasarkan dokumentasi tampilan layar HMI pada pukul 13:26:39 WIB (lihat gambar 20, halaman 19). Rekaman kejadian pada *event data logger Train Control Monitoring System (TCMS)* mencatat sejak pukul 13:02:11 WIB terdapat indikasi pintu penumpang dari kereta *Trailer* yang terbuka, sedangkan pada saat bersamaan kereta tetap berjalan (lihat gambar 21, halaman 19). Berdasarkan uraian tersebut di atas menunjukkan bahwa “indikasi pintu penumpang yang terbuka” bukan penyebab gangguan “fungsi traksi/daya yang non aktif (kereta berhenti)”, dimana terdapat kemungkinan bahwa *Door Interlock Relay Switch (DIRS)* telah diaktifkan karena semua pintu penumpang dalam kondisi tertutup setelah dilakukan pemeriksaan.

Selanjutnya tim CRRC bersama tim PT. INKA melakukan analisa lebih lanjut berdasarkan pembacaan rekaman kejadian pada *event data logger TCMS KA 45 (TS4)*, sehingga didapatkan “akar masalah yang sangat memungkinkan” penyebab terjadinya gangguan sebagaimana dijelaskan pada uraian sebagai berikut:



Sumber: PT. INKA

Gambar 23. Event Data Logger TCMS TS-4 (Pukul 13:24:43 WIB)

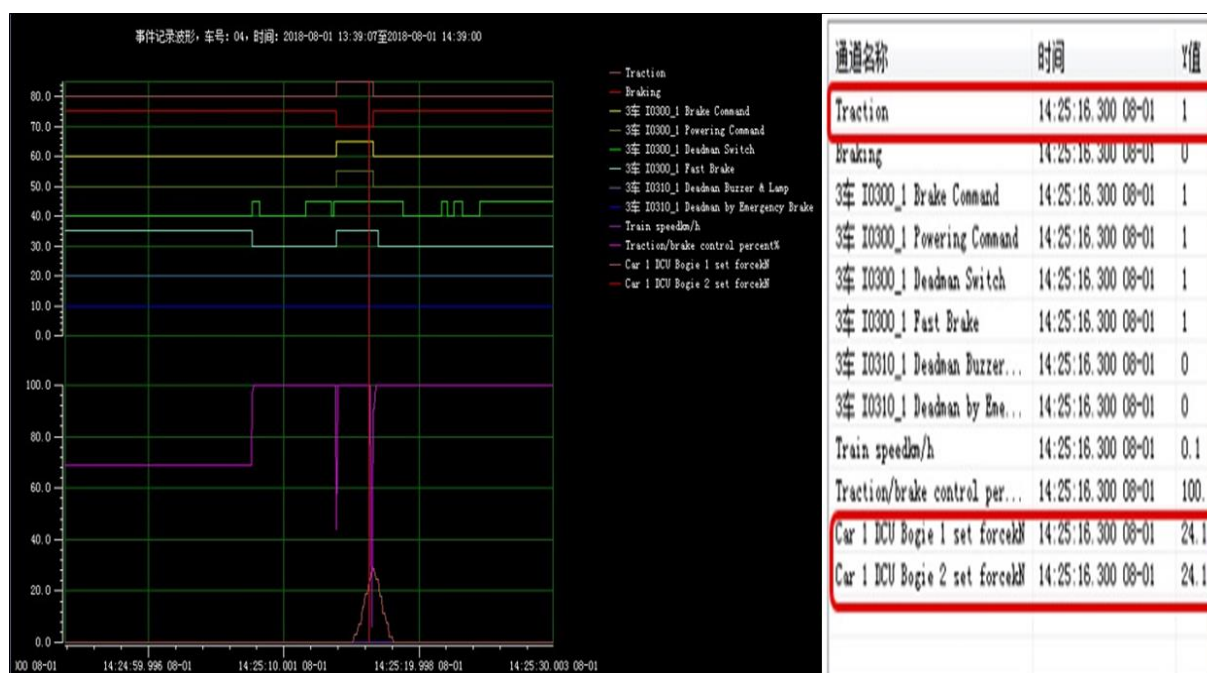
Pukul 13:24:43 WIB; TCMS System tidak menerima sinyal “Deadman Switch” lebih dari 6 detik ( $Y$  value = 0), TCMS secara otomatis mengaktifkan sinyal “Deadman Buzzer (Deadman Active)”. Ketika sinyal tersebut aktif selama lebih dari 3 detik, maka TCMS akan menonaktifkan fungsi traksi/daya (gambar 23 halaman 29).



Sumber: PT. INKA

Gambar 24. Event Data Logger TCMS TS-4 (Pukul 14:10:02 WIB)

Pukul 14:10:02 WIB; TCMS menerima sinyal “Fast Brake command” tetapi karena TCMS tidak menerima sinyal “Deadman Switch” lagi, maka sinyal “Deadman Buzzer (Deadman Active)” aktif kembali kemudian mengaktifkan perintah “Emergency Brake” (gambar 24).



Sumber: PT. INKA

Gambar 25. Event Data Logger TCMS TS-4 (Pukul 14:25:16 WIB)

Pukul 14:25:16 WIB; TCMS menerima sinyal "*Fast Brake command*" kemudian membatalkan perintah *Traction Cut Off* atau mengaktifkan sistem traksi/daya serta fungsi traksi ke VVVF kembali normal, sehingga kereta dapat berjalan (gambar 25 halaman 30).

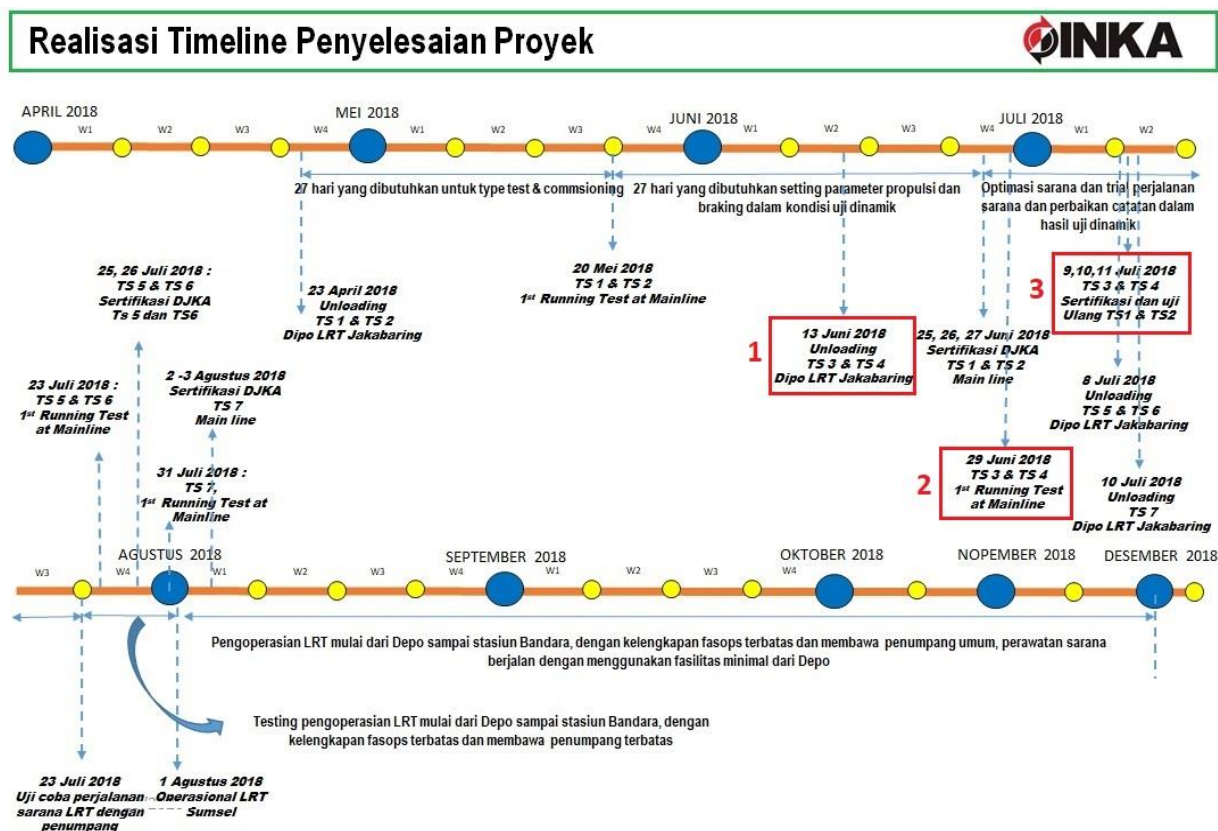
Akar masalah yang sangat memungkinkan sebagai penyebab terjadinya gangguan pada KA 45 (TS4) adalah aktifnya sistem kontrol *Deadman* yang menyebabkan TCMS memutuskan (menonaktifkan) sistem daya/traksi serta mengaktifkan *emergency brake* pada kereta. Namun untuk lebih menjamin keselamatan serta kehandalan operasional kereta, masih diperlukan tindakan lebih lanjut dengan melakukan pemeriksaan menyeluruh, evaluasi dan perbaikan yang diperlukan terhadap *hardware* serta *software* TCMS, terutama terkait dengan sistem kontrol *Deadman* serta sistem kontrol pintu penumpang pada kereta LRT Sumatera Selatan.

## 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-4 pada 13 Juni 2018 (gambar 26, nomor 1, halaman 32) serta melakukan uji coba pertama di lintasan (*1<sup>st</sup> running test at mainline*) pada 29 Juni 2018 (gambar 26, nomor 2, halaman 32). Rangkaian TS-4 melakukan uji pertama untuk mendapatkan sertifikasi dari Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan pada 9 -11 Juli 2018 (gambar 26, nomor 3, halaman 32) serta mulai beroperasi secara komersial pada 1 Agustus 2018, 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 26. Timeline Uji Coba Rangkaian TS-4

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 45 (TS-4) 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), ketidaktersediaan 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 yang dikumpulkan serta analisis yang dilakukan selama proses investigasi kejadian gangguan *Light Rail Transit* (LRT) Sumatera Selatan KA 45 (TS4) di Wilayah Operasi Divre III Sumatera bagian Selatan, Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) mengambil kesimpulan sebagai berikut:

#### III.1 TEMUAN<sup>1</sup>

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* 4 (TS-4) merupakan salah satu rangkaian dari paket pengadaan 8 (delapan) *trainset* LRT Sumsel serta tiba di Depo LRT Jakabaring, Sumatera Selatan pada tanggal 13 Juni 2018.
3. Tanggal 29 Juni 2018, *Trainset* 4 (TS-4) melakukan uji coba operasi pertama di lintas utama (*1<sup>st</sup> running test - mainline*) LRT Sumsel.
4. *Trainset* 4 (TS-4) menjalani sertifikasi dan pengujian pertama yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian pada 9 -11 Juli 2018
5. Sertifikat Uji Pertama untuk *Trainset* 4 (TS-4) telah diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian dengan nomor SK KA405-SK-84-DJKA-VII-2018 tanggal 23 Juli 2018.
6. Tanggal 1 Agustus 2018, kereta KA 45 berhenti karena sinyal *Deadman Switch* tidak diterima oleh *Train Control Monitoring System* (TCMS) sehingga *Deadman Buzzer* aktif selama lebih dari 5 detik, kemudian TCMS memutuskan (menonaktifkan) sistem daya/traksi serta mengaktifkan *emergency brake* pada kereta.
7. 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.
8. Waktu efektif (teoritis) untuk melakukan uji coba kesiapan operasi pelayanan komersial (*Trial-run/Running Test/Burn-in/Testing & Commissioning*) *Trainset* 4 (TS-4) adalah antara tanggal 29 Juni hingga 31 Juli 2018.
9. 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.

---

<sup>1</sup> 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.

10. 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.
11. *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).
12. 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).
13. Aktivasi tombol *Door Interlock Relay Switch* (DIRS) tidak terekam pada *event data logger* TCMS LRT Sumatera Selatan.
14. 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.
15. 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 BERKONTRIBUSI<sup>2</sup>

1. *Train Control Monitoring System* (TCMS) memutus (menonaktifkan) sistem daya/traksi serta mengaktifkan *emergency brake* pada kereta, karena *Deadman Buzzer* aktif selama lebih dari 5 detik sebagai akibat dari sinyal *Deadman Switch* yang tidak diterima oleh TCMS, sehingga menyebabkan 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.

---

<sup>2</sup> 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 45 (TS-4) 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 dan perawatan sarana 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. Melakukan perbaikan mekanisme pintu penumpang berdasarkan dokumen *Non Conformity Report for Product* Nomor 489/M8-14/TEST/2018 tanggal 7 Agustus 2018 mengenai “Mekanisme pintu tidak berfungsi dengan baik” (Form No.: IV-01.012 Rev. G) serta merevisi *design drawing* nomor 40.0-U01002 dengan judul “Bracket Door Engine” menjadi *design drawing* nomor 40.0-U01002 Rev. C, kemudian melakukan uji coba mekanisme pintu penumpang hingga 200 siklus (dengan hambatan) dan 850 siklus (tanpa hambatan).
2. Melaksanakan pemeriksaan, evaluasi dan perbaikan terhadap *hardware* dan *software Train Control Monitoring System* (TCMS) sarana LRT yang terkait dengan sistem kontrol *Deadman*.
3. Melaksanakan pemeriksaan, evaluasi dan perbaikan terhadap *hardware* dan *software Train Control Monitoring System* (TCMS) sarana LRT yang terkait dengan sistem kontrol pintu penumpang.
4. Melaksanakan pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi SDM Teknisi Kereta Api (TKA), terutama terkait analisa *event data logger* TCMS sarana LRT Sumsel.
5. 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 (INKA)

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. Pemerintah Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian, Jakarta, 2009.
6. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan No. PM. 175 Tahun 2015 tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta Kecepatan Normal dengan Penggerak Sendiri, Jakarta, 2015.
7. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 16 Tahun 2017 tentang Sertifikasi Tenaga Perawatan Sarana Perkeretaapian, Jakarta, 2017.
8. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan No. PM. 18 Tahun 2019 tentang Standar Tempat dan Peralatan Perawatan Sarana Perkeretaapian, Jakarta, 2019.
9. PT. Industri Kereta Api (Persero), Dokumen Prosedur Mutu nomor PM-08.03: Desain dan Pengembangan Produk & Jasa, Madiun, 2018.
10. PT. Industri Kereta Api (Persero), Dokumen Laporan Ketidaksesuaian Produk (*Non Conformity Report for Product*) nomor 489/M8-14/TEST/2018, 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 Laporan Ketidaksesuaian Produk Nomor 489/M8-14/TEST/2018

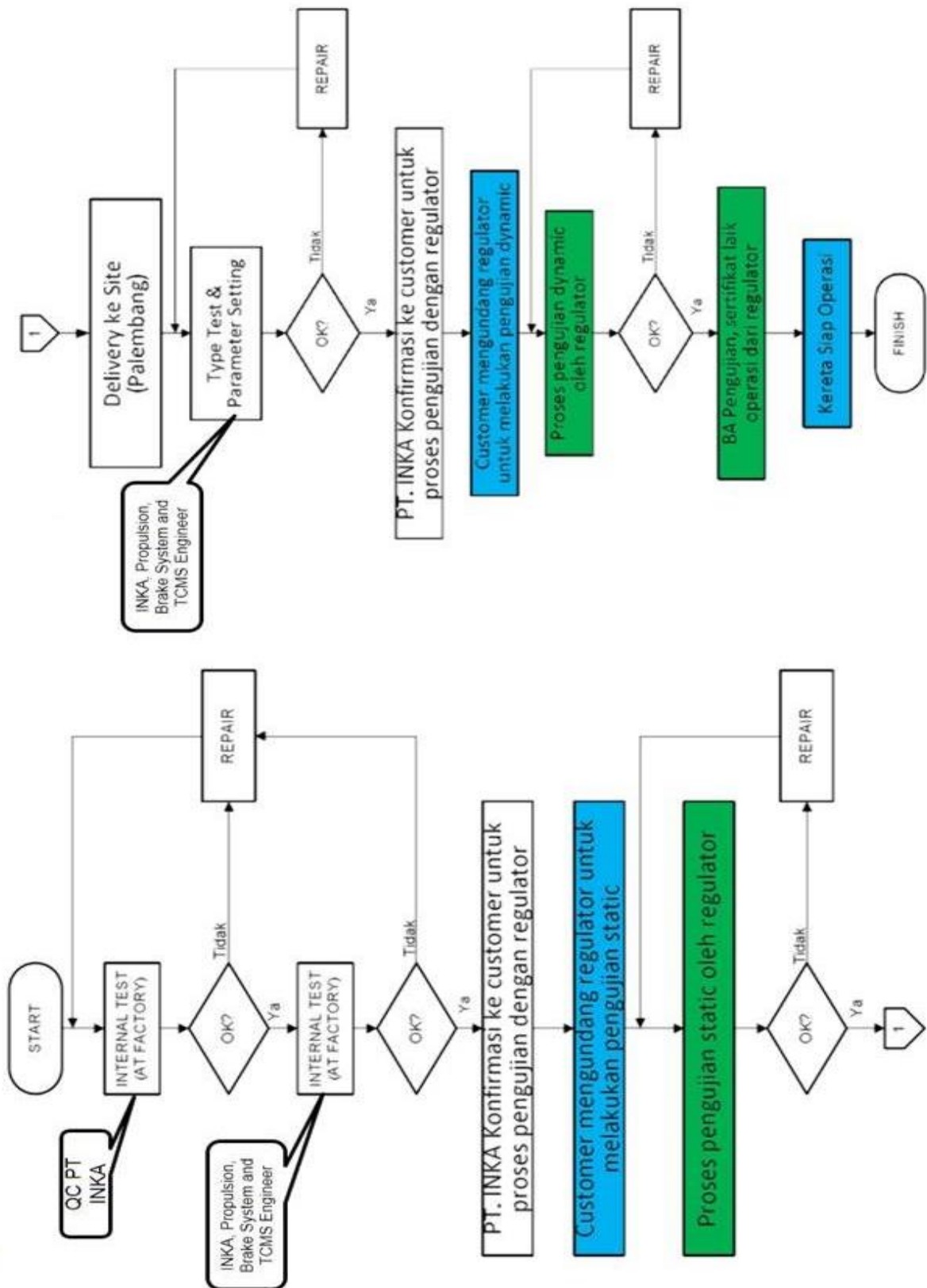
	<b>LAPORAN KETIDAKSESUAIAN PRODUK</b> NONCONFORMITY REPORT FOR PRODUCT (NCR)		No. NCR (xxx) : 4
			No. Reg. Inspektur :
		Tgl. Terbit (dd/mm/yyyy) :	
Nama Produk/Proses :	Nama/Kode Proyck : B- n 8 Trainset LRT Palembang	Produk Masuk	
Uji Dinamik LRT Palembang	Lokasi/Unit Ketidaksesuaian : BAG. ENGINEERING INFORMATION MANAGEMENT (EIM)		
	Acuan Pemeriksaan : Uji dinamik		
<b>Uraian Ketidaksesuaian :</b> Mekanisme pintu tidak berfungsi dengan baik. Person In Charge (PIC) : Kategori Ketidaksesuaian* : Mayor Disposisi Inspektur : Kembali ke Pemasok Internal Target Tanggal Penyelesaian : :			
BAG. ENGINEERING INFORMATION MANAGEMENT (EIM) DIV. TEKNOLOGI		QC Inspector 	
Akar Masalah* : <input type="checkbox"/> Personil <input checked="" type="checkbox"/> Metode <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Mesin/Tool <input type="checkbox"/> Lain-lain Uraian akar masalah* : <i>pintu maset karena sistem pintu tidak mengakomodasi terjadinya misalignment pemancangan guide rail pintu dan axis motor.</i> Tindakan Perbaikan* : <i>memodifikasi sistem pintu supaya bisa mengakomodasi mis-alignment yg terjadi.</i> Tanggal Penyelesaian : Tindakan Pencegahan* : <i>system pintu harus dibuat terlebih dahulu protatypenya, dan dites buka tutup sebanyak 1 jr. cycle untuk mengetahui performanecnya.</i> Tanggal Penyelesaian :			
Lampiran: Disposisi Unit yang dituju* : Minor: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Repair <input type="checkbox"/> Reject Mayor: <input type="checkbox"/> MRB			
Senior Manager/Manager* : Tanggal* : .. ..			
Disposisi MRB : <input type="checkbox"/> 'Use as is' <input type="checkbox"/> Scrap <input type="checkbox"/> Repair <input type="checkbox"/> Rework <input type="checkbox"/> RTS			
Departemen yang menindaklanjuti hasil MRB :		Disetujui oleh :	
1.		GM Pengendalian Kualitas : .....	
2.		Tanggal : .....	
3.			
4.			
Verifikasi atas tindakan perbaikan :		Verifikasi atas tindakan pencegahan :	
Verifikasi oleh Inspektur		Verifikasi oleh MMLH	
Tanggal :	Hasil Verifikasi	Tanggal :	Hasil Verifikasi
Nama & Tanda Tangan	<input type="checkbox"/> Efektif	Nama & Tanda Tangan	<input type="checkbox"/> Efektif
	<input type="checkbox"/> Tidak Efektif		<input type="checkbox"/> Tidak Efektif
	Terbit NCR baru no. ....		Terbit CAR baru no. ....

Form No. : I





VII.4 Diagram Alir Pengujian Sarana LRT

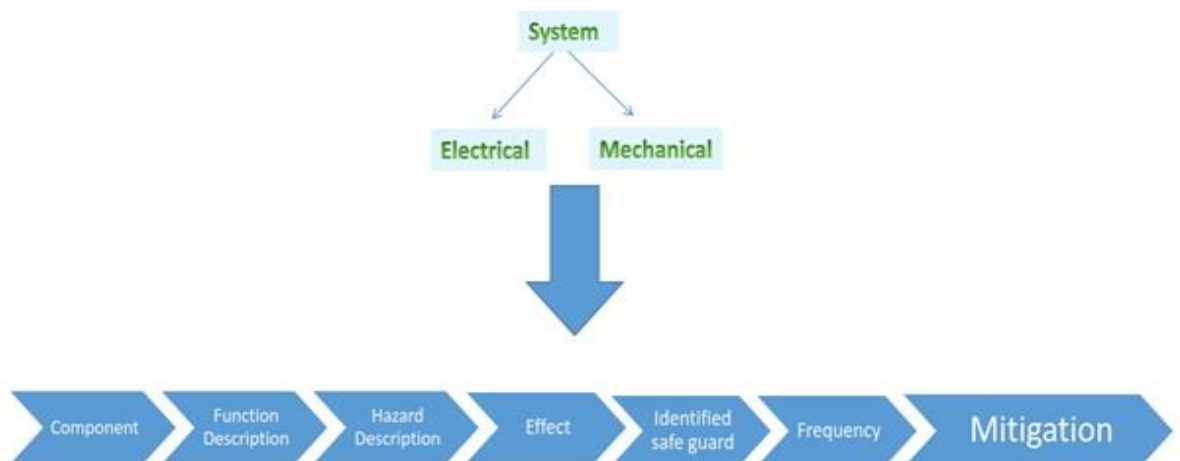


VII.5 Hazard Analysis Terkait Sarana

**HAZARD LOG**  
LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) PALEMBANG

**INKA**  
PT. INDUSTRI KERETA API (PERSERO)  
JL. Yos Sudarso 71 - Madiun - Jawa Timur

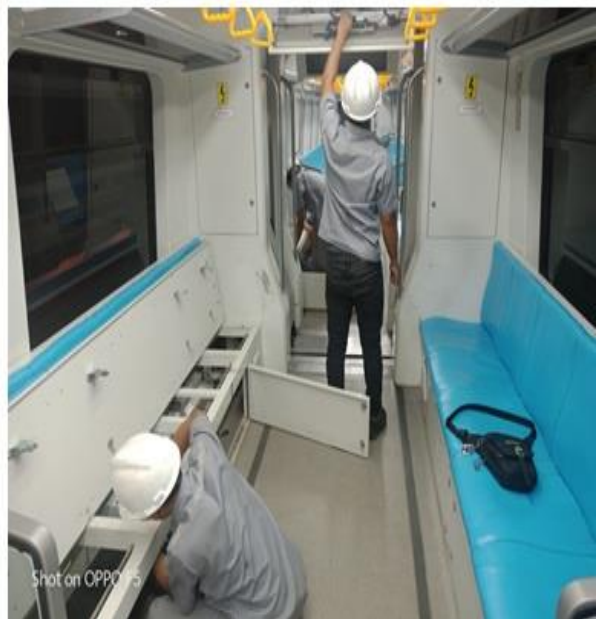
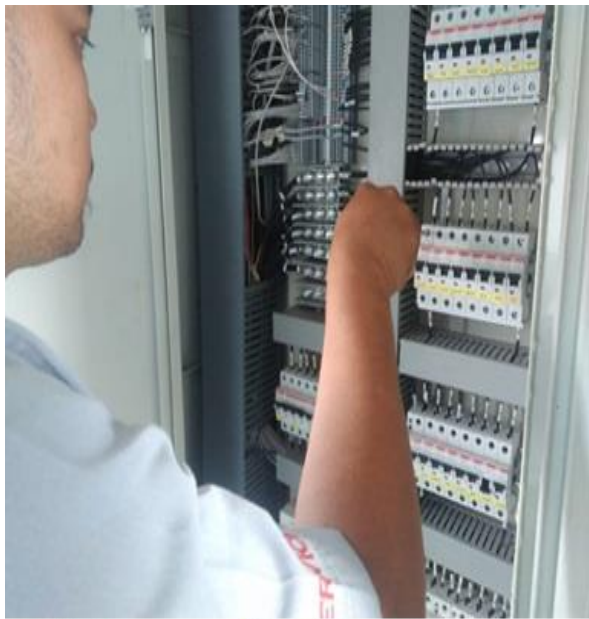
**LRT PALEMBANG** Light Rail Transit PALEMBANG



Electrical Hazard Identification	
	<p><b>Function Description</b> Deadman / vigilance devices merupakan sebuah sistem yang berfungsi untuk membantu driver (masinis) selalu dalam keadaan terjaga pada saat bertugas. Deadman harus 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 ditekan 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.</p> <p><b>Hazard Description</b> Handle Deadman tertekan atau terlepas secara terus menerus pada saat kereta sedang beroperasi / berjalan</p> <p><b>Effect</b> Emergency Valve deadman apply, sehingga kereta akan mengalami emergency brake dan kereta berhenti secara tiba-tiba.</p> <p><b>Identified safeguard</b> Terdapat lampu indikator &amp; Buzzer peringatan apabila handle tertekan atau terlepas dalam beberapa detik.</p> <p><b>Frequency</b> Improbable</p>
<p><b>Mitigation</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cek koneksi kabel deadman system.</li> <li>2. Cek fungsi pedal deadman tangan &amp; kaki.</li> <li>3. Cek tuas handel Emergency Brake di ruang penumpang, pastikan dalam keadaan riis</li> </ol>	



## VII.6 Dokumentasi Pemeriksaan Sarana LRT



### VII.7 Dokumentasi Pelatihan Sarana LRT



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI REPUBLIK INDONESIA**

Jl. Medan Merdeka Timur No.5 Jakarta 10110 INDONESIA

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

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

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

ISBN  
BARCODE