



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIK INDONESIA**

LAPORAN AKHIR

KNKT.18.12.11.02

LAPORAN INVESTIGASI KECELAKAAN PERKERETAAPIAN

ANJLOK KA LAYANG

KM. 0 + 560 ANTARA TERMINAL 3 – TERMINAL 2

BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA

TANGERANG

12 DESEMBER 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

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dengan telah selesainya penyusunan Laporan Akhir Investigasi Kecelakaan Kereta Api Anjlokkan KA Layang di 0+560, jalur B antara Terminal 3 – Terminal 2 Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta, tanggal 12 Desember 2018.

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

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

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

Jakarta, 28 Februari 2020

**KOMITE NASIONAL
KESELAMATAN TRANSPORTASI
KETUA**



SOERJANTO TJAHHJONO

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR ISTILAH	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
SINOPSIS	1
I. INFORMASI FAKTUAL	2
I.1 DATA KEJADIAN DAN SUSUNAN RANGKAIAN KERETA API	2
I.2 KRONOLOGIS	2
I.3 PETA LOKASI KECELAKAAN	3
I.4 AKIBAT KECELAKAAN	5
I.4.1 Dampak Kecelakaan Terhadap Manusia	5
I.4.2 Dampak Kecelakaan Terhadap Prasarana Perkeretaapian	5
I.4.3 Dampak Kecelakaan Terhadap Sarana Perkeretaapian	5
I.4.4 Dampak Kecelakaan terhadap Operasi Kereta Api	5
I.5 INFORMASI BENTURAN (WRECKAGE)	5
I.6 INFORMASI PRASARANA PERKERETAAPIAN	7
I.6.1 Informasi Umum Jalur KA Layang	7
I.6.2 Informasi Riwayat Pemeriksaan dan Perbaikan Jalur Lintasan	7
I.7 INFORMASI SARANA PERKERETAAPIAN	9
I.7.1 Informasi TrainSet.....	9
I.7.2 Informasi Data Kereta	10
I.7.3 Informasi Pemeriksaan TrainSet	12
I.7.4 Informasi Perawatan TrainSet	13
I.7.4.1 Informasi Fasilitas Perawatan TrainSet	13
I.7.4.2 Informasi Roda Pengarah dan Roda Pengalih	14
I.7.4.3 Informasi Ketersediaan Suku Cadang TrainSet	16
I.7.4.4 Informasi Tenaga Perawatan TrainSet	17
I.8 INFORMASI MANAJEMEN DAN ORGANISASI	17
I.8.1 Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan	17
I.8.2 PT. Angkasa Pura II (Persero).....	18
I.8.3 Konsorsium Len-Woojin.....	19
I.8.4 PT. Wijaya Karya (Persero) tbk	19
I.8.5 PT. Len Reka Prima Semesta.....	19

I.9	INFORMASI OPERASIONAL KA LAYANG	19
I.9.1	Informasi Izin Operasi KA Layang.....	19
I.9.2	Informasi Operasional Sarana Perkeretaapian KA Layang.....	21
I.9.3	Informasi Riwayat Gangguan Operasional KA Layang	22
I.10	REGULASI ATAU STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP)	23
I.10.1	Regulasi Terkait Pengujian Pertama dari Sarana dan Prasarana KA Layang	23
I.10.2	SOP Penanganan Kondisi Darurat	24
II.	ANALISIS	25
II.1	Kondisi Permukaan Jalur Lintasan (Running Track)	25
II.2	Kondisi Pengoperasian Sarana Perkeretaapian (TrainSet) KA Layang	26
II.3	Proses Terjadinya Anjlokkan KA Layang	28
III.	KESIMPULAN	33
III.1	TEMUAN	33
III.2	FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI	36
IV.	REKOMENDASI	37
V.1	DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN	41
V.2	PT. ANGKASA PURA II (PERSERO)	41
V.	DAFTAR REFERENSI	42
VI.	LAMPIRAN	43
VI.1	HASIL PEMERIKSAAN KERATAAN JALAN LINTASAN KA LAYANG DI JALUR B PADA BULAN NOVEMBER 2018	43
VI.2	LEMBAR PENGOPERASIAN TRAINSET 2 DAN TRAINSET 6 TANGGAL 12 DESEMBER 2018	48
VI.3	LEMBAR PEMERIKSAAN HARIAN TRAINSET 2 DAN TRAINSET 6 TANGGAL 12 DESEMBER 2018	49
VI.4	STRUKTUR ORGANISASI SEMENTARA DI PT ANGKASA PURA II (PERSERO) YANG BERTANGGUNGJAWAB TERHADAP PENGOPERASIAN DAN PERAWATAN KA LAYANG	54

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
- Penyelenggara perkeretaapian khusus*** adalah badan usaha yang mengusahakan penyelenggaraan perkeretaapian khusus
- Penyelenggara prasarana perkeretaapian*** adalah pihak yang menyelenggarakan prasarana perkeretaapian
- Penyelenggara sarana perkeretaapian*** adalah badan usaha yang mengusahakan sarana perkeretaapian umum dan perkeretaapian khusus
- 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
- Jalan lintasan*** adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton atau konstruksi lain yang terletak di bawah permukaan, di bawah dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api
- Rel pengarah*** adalah konstruksi batang logam yang berfungsi untuk mengarahkan atau memandu pergerakan kereta api tanpa memerlukan pengendalian
- Wesel*** adalah konstruksi jalan rel yang bercabang (bersimpangan) untuk memindahkan jalur kereta api dari suatu jalur ke jalur lainnya
- Lidah wesel*** adalah bagian komponen dari struktur wesel yang berfungsi untuk memindahkan jalur kereta api dan terhubung secara mekanik dengan motor wesel
- Motor Wesel*** adalah peralatan elektrik dan mekanik yang digunakan untuk menggerakkan lidah wesel
- Terminal KA Layang*** adalah tempat pemberangkatan dan pemberhentian kereta api Layang di wilayah bandar udara
- Peron*** adalah jalan kecil yang sejajar dengan rel kereta api tempat lalu lalang penumpang di stasiun kereta api, halte kereta api, atau tempat pemberhentian transportasi rel lainnya
- Platform Screen Door (PSD)*** adalah partisi pembatas antara area peron penumpang dan jalur rel kereta
- 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)

- Penumpang Kereta Api** adalah orang yang menjadi pengguna jasa angkutan kereta api dan telah memiliki tiket kereta api
- Awak sarana perkeretaapian/Masinis** adalah orang yang ditugaskan di dalam kereta api oleh Penyelenggara Sarana Perkeretaapian untuk mengendalikan perjalanan kereta api
- Kereta Api Layang** adalah kereta api angkutan penumpang yang digerakkan dengan menggunakan energi listrik dan dioperasikan di wilayah bandar udara
- Third Rail** adalah sistem penyediaan tenaga listrik untuk kereta, melalui konduktor kaku semi-kontinyu 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 Set** adalah susunan konfigurasi dari beberapa sarana perkeretaapian yang terhubung satu sama lain membentuk satu rangkaian kereta api
- Kereta** adalah sarana perkeretaapian yang ditarik dan/atau didorong lokomotif atau mempunyai penggerak sendiri yang digunakan untuk mengangkut orang
- Kabin** adalah ruangan tertutup di dalam kereta/lokomotif untuk mengendalikan pergerakan dan arah perjalanan kereta api yang dioperasikan oleh awak sarana perkeretaapian
- Kereta Motor Cabin (MC)** adalah kereta penumpang berpengerak sendiri atau dilengkapi dengan traksi motor yang menyatu dengan kabin awak sarana perkeretaapian.
- Bogie** adalah suatu konstruksi yang terdiri dari dua perangkat roda atau lebih yang digabungkan oleh rangka yang dilengkapi dengan sistem pemegasan, pengereman, dengan atau tanpa peralatan penggerak dan anti selip, serta keseluruhan berfungsi sebagai pendukung rangka dasar dari badan kereta
- Roda penggerak** adalah roda utama dari sarana perkeretaapian KA Layang yang terbuat dari ban karet dan berfungsi untuk meneruskan putaran dari motor traksi sehingga kereta dapat bergerak
- Roda pengarah** adalah roda dari sarana perkeretaapian KA Layang yang terbuat dari material Urethane dan berfungsi untuk mengarahkan gerak dari sarana perkeretaapian mengikuti rel pengarah
- Roda pengalih** adalah roda dari sarana perkeretaapian KA Layang yang terbuat dari material Urethane dan berfungsi untuk mengarahkan gerak dari sarana perkeretaapian mengikuti arah perpindahan jalur di wesel
- Pemeriksaan** adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi dan fungsi prasarana atau sarana perkeretaapian
- Perawatan** adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan keandalan prasarana atau sarana perkeretaapian agar tetap laik operasi
- Pengendali Perjalanan Kereta Api** adalah orang yang mengendalikan perjalanan kereta api dari beberapa stasiun dalam wilayah pengendaliannya
- Tenaga Perawatan Sarana Perkeretaapian** adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan sarana perkeretaapian
- Tenaga Perawatan Prasarana Perkeretaapian** adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan prasarana perkeretaapian

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

Perawatan Sarana Perkeretaapian adalah kegiatan dilakukan untuk mempertahankan kehandalan sarana perkeretaapian agar tetap laik operasi

Manual Instruksi adalah dokumen pedoman perawatan berkala prasarana atau sarana perkeretaapian yang dikeluarkan oleh perusahaan manufaktur atau pabrikan pembuat prasarana atau sarana perkeretaapian tersebut

Keselamatan adalah kondisi yang bebas dari ancaman dan risiko kecelakaan

Anjlok adalah kondisi roda kereta keluar dari rel atau jalur lintasannya

Bouncing adalah gerakan ke atas atau kebawah pada keseluruhan badan sarana perkeretaapian atau naik dan turunnya badan sarana perkeretaapian depan dan belakang secara bersamaan

Pitching adalah gerakan (goncangan) bagian depan dan belakang badan sarana perkeretaapian naik dan turun terhadap titik pusat gravitasi kendaraan

Yawing adalah gerakan badan sarana perkeretaapian yang menyimpang ke salah satu sisi kendaraan, kesisi kanan atau ke sisi kiri dari titik sumbu tengah badan sarana perkeretaapian

Swaying adalah gerakan ke kanan atau ke kiri pada keseluruhan badan sarana perkeretaapian atau gerakan ke arah samping dari badan sarana perkeretaapian secara bersamaan

Rolling adalah gerakan badan sarana perkeretaapian miring ke salah satu sisi, kiri ataupun kanan. Ini terjadi ketika sarana perkeretaapian berjalan atau berbelok di jalan lintasan yang bergelombang

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Peta lintas dan lokasi kejadian	3
Gambar 2.	Lokasi anjloknya TS 2 KA Layang.....	3
Gambar 3.	Sketsa anjlokkan dari kereta K1 1 17-04 pada TS 2 KA Layang	4
Gambar 4.	Lokasi benturan antara ujung rel pengarah dan roda pengarah bogie kereta MC2 dari rangkaian TS 2	5
Gambar 5.	<i>Arm bogie</i> atau rangka pengarah bogie yang patah karena benturan antara rel pengarah dan roda pengarah	6
Gambar 6.	Kondisi tapak roda pengalih bogie kereta MC2 (roda ke-6) dari rangkaian TS 2 yang lepas dari hubnya	6
Gambar 7.	Dimensi dari jalur lintasan dan rel pengarah KA Layang [1]	7
Gambar 8.	Susunan rangkaian dari 1 (satu) TS KA Layang.....	10
Gambar 9.	Bogie di kereta MC pada KA Layang [3]	12
Gambar 10.	Retak pada material Urethane dari roda pengalih kereta MC2 di rangkaian TS 2	15
Gambar 11.	Kondisi dari unit roda pengarah dan roda pengalih yang tidak dapat digunakan karena retak.....	16
Gambar 12.	Keausan yang tidak merata pada komponen wiper bogie.....	25
Gambar 13.	Enam derajat kebebasan dari bogie TS KA Layang terkait dengan respon dinamik bogie terhadap getaran	26
Gambar 14.	Lapisan material Urethane roda pengarah dan pengalih yang retak serta pori – pori halus yang terbentuk	27
Gambar 15.	Goresan pada permukaan hub	28
Gambar 16.	(a) Bogie dalam posisi normal; (b) roda pengalih ke-6 dan ke-8 keluar dari lidah wesel	29
Gambar 17.	(a) Posisi roda pengalih ke-8 keluar dari lidah wesel; (b) Posisi roda pengalih ke-6 keluar dari lidah wesel.	29
Gambar 18.	(a) Posisi roda pengalih dengan kondisi normal saat berhenti; (b) Posisi roda pengalih dengan kondisi tanpa Urethane saat berhenti; (c) Posisi roda pengalih dengan kondisi tanpa Urethane saat berjalan.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Riwayat pemeriksaan kondisi kerataan jalur lintasan.....	8
Tabel 2. Riwayat pemeriksaan kondisi kerataan jalur lintasan setelah perbaikan.....	9
Tabel 3. Kemampuan dalam melakukan perawatan terkait dengan kelengkapan dan ketersediaan fasilitas perawatan di Depo KA Layang	14
Tabel 4. Spesifikasi dan karakteristik dari material roda pengarah dan roda pengalih [4].....	15
Tabel 5. Rekapitulasi jumlah kondisi retak roda pengarah dan roda pengalih, November 2018	16
Tabel 6. Status operasi dari TrainSet KA Layang Desember 2018	21
Tabel 7. Riwayat gangguan operasional KA Layang September 2017 – Desember 2018.....	22

SINOPSIS

Pada hari Senin tanggal 12 Desember 2018 jam 21.08 WIB, terjadi kecelakaan kereta api anjlokkan KA Layang di Km 0+560, jalur B antara Terminal 3 – Terminal 2 Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta.

KA Layang adalah Kereta Api jenis *Auto People Mover System* (APMS) dengan susunan rangkaian 1 (satu) *Train Set* terdiri dari 2 (dua) kereta Motor Cabin (MC). Pada saat kecelakaan, KA Layang terdiri dari 2 (dua) rangkaian *TrainSet* (TS), yaitu *TrainSet* 2 (TS 2) dan *TrainSet* 6 (TS 6) yang berangkat mulai dari Terminal 3 menuju Terminal 2 Bandara Soekarno Hatta International Airport (SHIA) melalui Jalur B.

Jam 21.10 WIB, terdapat indikasi tegangan rendah (low voltage) pada TS sehingga power TS menjadi OFF dan kemudian masinis menginformasikan kepada Operation Control Center (OCC) bahwa TS 2 dan TS 6 mogok.

Jam 21.24 WIB, Dilakukan evakuasi penumpang melalui jalur emergency walkway menuju Terminal 3 dan setelah proses evakuasi penumpang selesai kemudian seluruh penumpang diangkut ke Terminal 2 dengan menggunakan bus jemputan.

Dari hasil pemeriksaan tim teknisi diketahui pada bogie kereta K1 1 17-04 terdapat komponen *arm bogie* dan perangkat *Current Collector Device* (CCD) yang patah serta material dari roda pengalih yang terbuat dari Urethane lepas.

KNKT menyimpulkan bahwa kecelakaan anjlokkan KA Layang kemungkinan besar disebabkan oleh peningkatan amplitudo getaran yang terjadi kemungkinan besar mempengaruhi naiknya roda pengalih ke-6 dan roda pengalih ke-8 pada bogie kereta MC2 dari rangkaian kereta TS 2 atau naiknya roda pengalih ke-8 pada bogie kereta MC2 dari rangkaian kereta TS 2 ke permukaan atas dari lidah wesel. Berdasarkan kesimpulan tersebut, KNKT menyusun rekomendasi keselamatan agar kecelakaan serupa tidak terjadi lagi dikemudian hari, yang ditujukan ke Direktorat Jenderal Perkeretaapian sebagai regulator dan PT. Angkasa Pura II (Persero) sebagai operator prasarana dan sarana perkeretaapian.

I. INFORMASI FAKTUAL

I.1 DATA KEJADIAN DAN SUSUNAN RANGKAIAN KERETA API

Nomor>Nama KA	: KA Layang
Susunan Rangkaian	: 1. SkyTrain K1 1 17-03 (MC1) 2. SkyTrain K1 1 17-04 (MC2) 3. SkyTrain K1 1 18 141 (MC1) 4. SkyTrain K1 1 18 142 (MC2)
Jenis Kejadian	: Anjlokkan KA
Lokasi	: Km. 0 + 560 Antara Terminal 3 – Terminal 2 Bandara SHIA
Propinsi	: Banten
Wilayah	: Tangerang
Hari/Tanggal Kecelakaan	: Rabu, 12 Desember 2018
Waktu	: 21.10 WIB

I.2 KRONOLOGIS

Pada tanggal 12 Desember 2018 jam 21.08 WIB, KA Layang yang terdiri dari 2 (dua) *TrainSet* (TS), yaitu *TrainSet* 2 (TS 2) dan *TrainSet* 6 (TS 6) berangkat dari Terminal 3 menuju Terminal 2 Bandara Soekarno Hatta International Airport (SHIA) melalui Jalur B.

Jam 21.10 WIB, terdapat indikasi tegangan redah (low voltage) pada TS sehingga *power* TS menjadi OFF dan kemudian masinis menginformasikan kepada Operation Control Center (OCC) bahwa TS 2 dan TS 6 mogok.

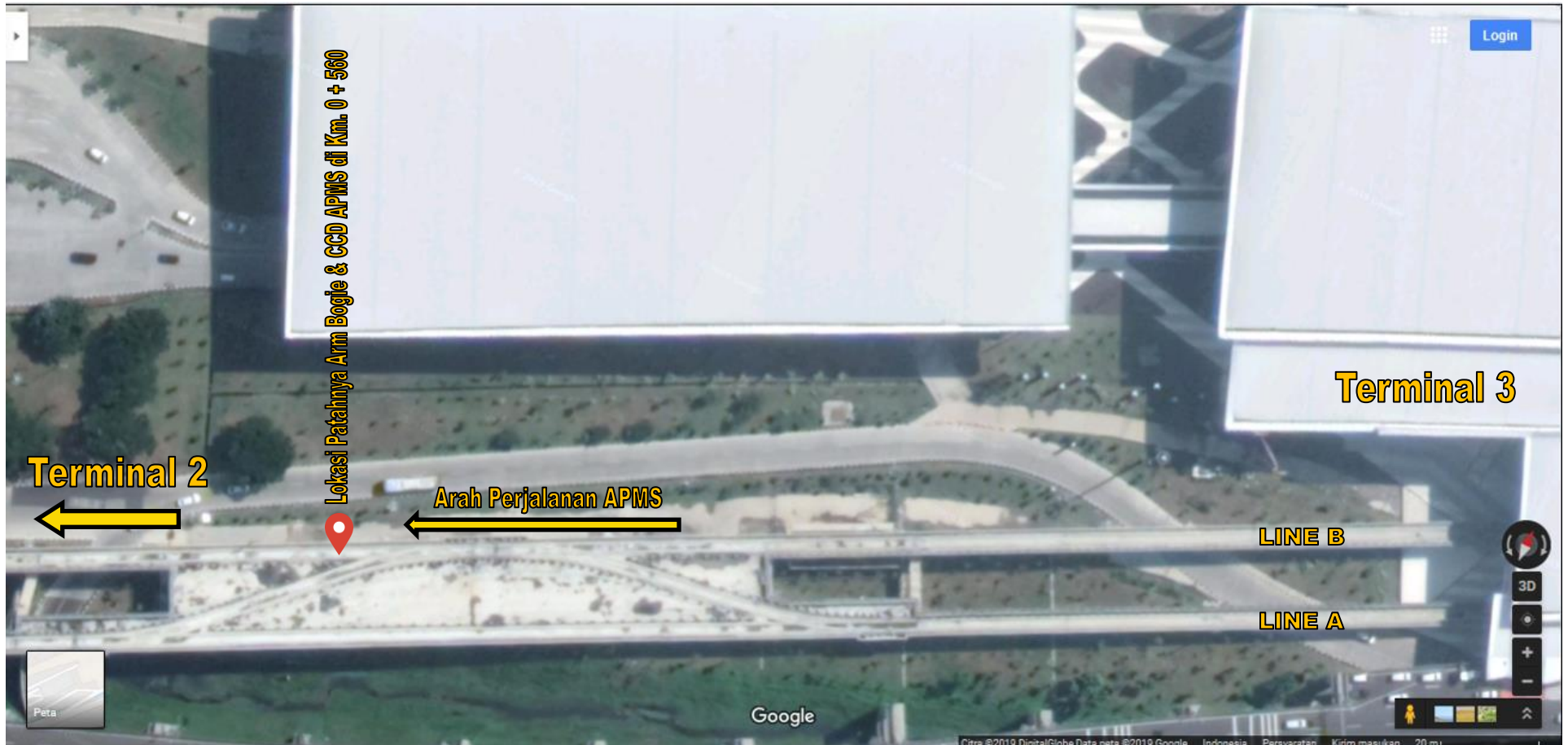
Jam 21.16 WIB, Setelah proses upaya pengaktifan kembali suplai daya listrik mengalami kegagalan, kemudian dilakukan perencanaan evakuasi penumpang.

Jam 21.23 WIB, Dilakukan tindakan mematikan daya power rail di Jalur A dan Jalur B karena area antara Terminal 3 dan Terminal 2 akan digunakan untuk evakuasi penumpang sehingga tidak memungkinkan untuk memindahkan penumpang dengan menggunakan KA Layang dari *track* di Jalur A.

Jam 21.24 WIB, Dilakukan evakuasi penumpang melalui jalur *emergency walkway* menuju Terminal 3 dan setelah proses evakuasi penumpang selesai kemudian seluruh penumpang diangkut ke Terminal 2 dengan menggunakan bus jemputan.

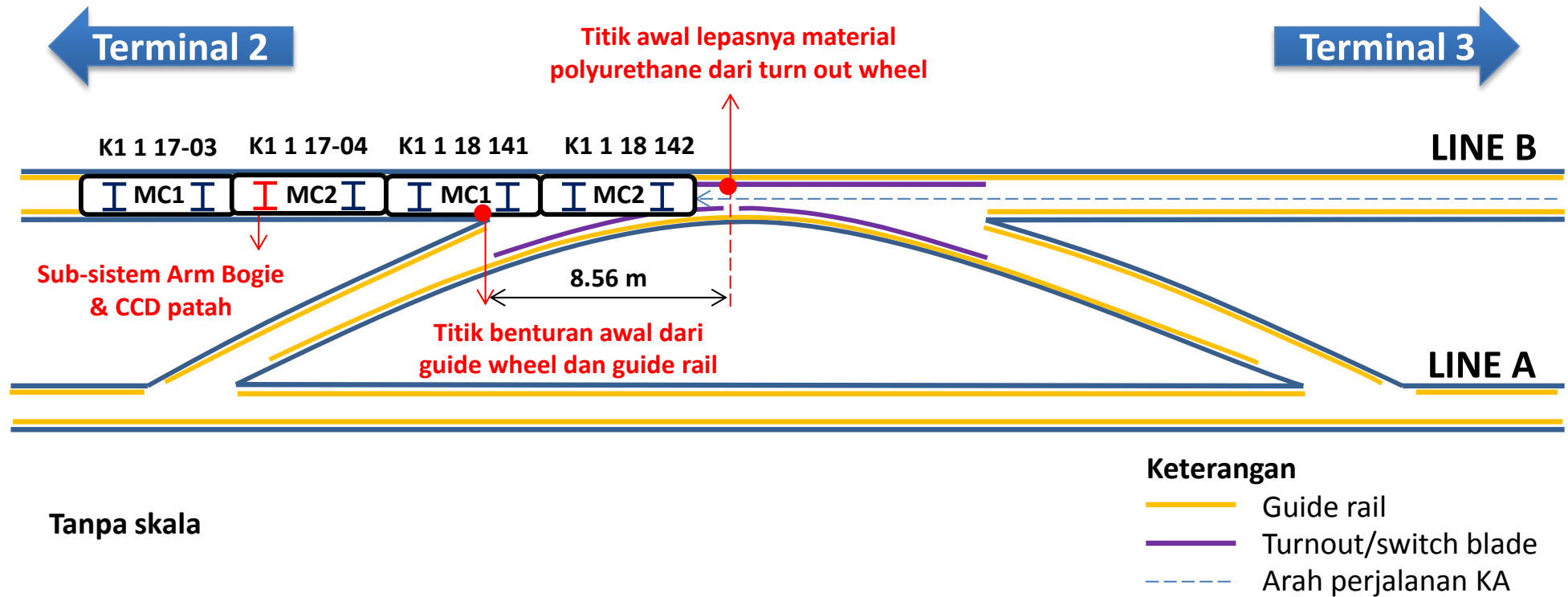
Jam 21.40 WIB, tim teknisi dari PT. Len Reka Prima Semesta melakukan pemeriksaan terhadap kondisi TS yang mengalami gangguan di Km. 0 + 560 antara Terminal 3 dan Terminal 2. Dari hasil pemeriksaan tersebut diketahui pada bogie kereta K1 1 17-04 terdapat komponen *arm bogie* dan perangkat *Current Collector Device* (CCD) yang patah serta material dari roda pengalih yang terbuat dari Urethane lepas.

I.3 PETA LOKASI KECELAKAAN



Sumber: Google Map, 2019

Gambar 2. Lokasi anjloknya TS 2 KA Layang



Gambar 3. Sketsa anjlokkan dari kereta K1 1 17-04 pada TS 2 KA Layang

I.4 AKIBAT KECELAKAAN

I.4.1 Dampak Kecelakaan Terhadap Manusia

Tidak ada manusia yang terluka akibat patahnya *arm bogie* KA Layang

I.4.2 Dampak Kecelakaan Terhadap Prasarana Perkeretaapian

Tidak terdapat kerusakan yang signifikan terhadap prasarana KA Layang akibat patahnya *arm bogie* KA Layang.

I.4.3 Dampak Kecelakaan Terhadap Sarana Perkeretaapian

- 1 (satu) unit Arm bogie dari bogie belakang MC2 kereta K1 1 17-04 patah;
- 1 (satu) unit CCD dari bogie belakang MC2 kereta K1 1 17-04 patah;
- Material Urethane dari roda pengarah (guide wheel) ke-7 dari bogie belakang MC2 kereta K1 1 17-04 sobek;
- Material Urethane dari roda pengalih (turnout wheel) dari bogie belakang MC2 kereta K1 1 17-04 lepas.

I.4.4 Dampak Kecelakaan terhadap Operasi Kereta Api

Track di Jalur B antara Terminal 3 – Terminal 2 tidak dapat dioperasikan selama 41 jam 55 menit mulai dari tanggal 12 Desember 2018 sampai dengan tanggal 14 Desember 2018.

I.5 INFORMASI BENTURAN (WRECKAGE)

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan oleh tim investigasi KNKT di lokasi kecelakaan terkait dengan informasi kejadian kecelakaan, diketahui saat terjadinya anjlokkan KA Layang terdapat benturan antara ujung rel pengarah dengan roda pengarah (roda ke-7) dari bogie belakang kereta MC2 (K1 1 17-04) pada rangkaian kereta TS 2 yang ditandai dengan adanya sobekan pada permukaan tapak roda pengarah yang terbuat dari material solid Urethane.



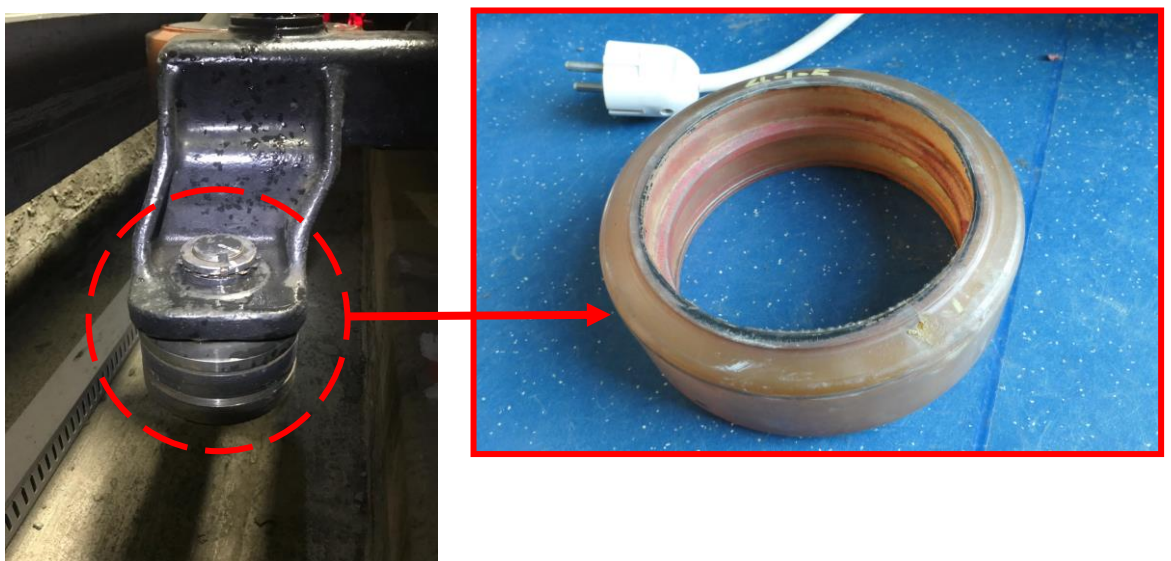
Gambar 4. Lokasi benturan antara ujung rel pengarah dan roda pengarah bogie kereta MC2 dari rangkaian TS 2

Efek dari benturan tersebut menyebabkan *arm bogie* atau rangka pengarah bogie yang menjadi tumpuan roda pengarah dan sub sistem CCD patah sehingga tegangan pada rangkaian TS turun drastis dan mengakibatkan matinya daya listrik motor traksi dari keseluruhan rangkaian TS.



Gambar 5. *Arm bogie* atau rangka pengarah bogie yang patah karena benturan antara rel pengarah dan roda pengarah

Sebelum terjadinya benturan antara rel pengarah dan roda pengarah bogie kereta MC2 dari rangkaian TS 2 di Km. 0 + 550 atau di sekitar daerah wesel ditemukan adanya tapak roda pengalih bogie kereta MC2 (roda ke-6) dari rangkaian TS 2 yang terbuat dari material Urethane dengan posisi sudah terlepas dari dudukan porosnya (hub) pada *arm bogie* kereta MC2.



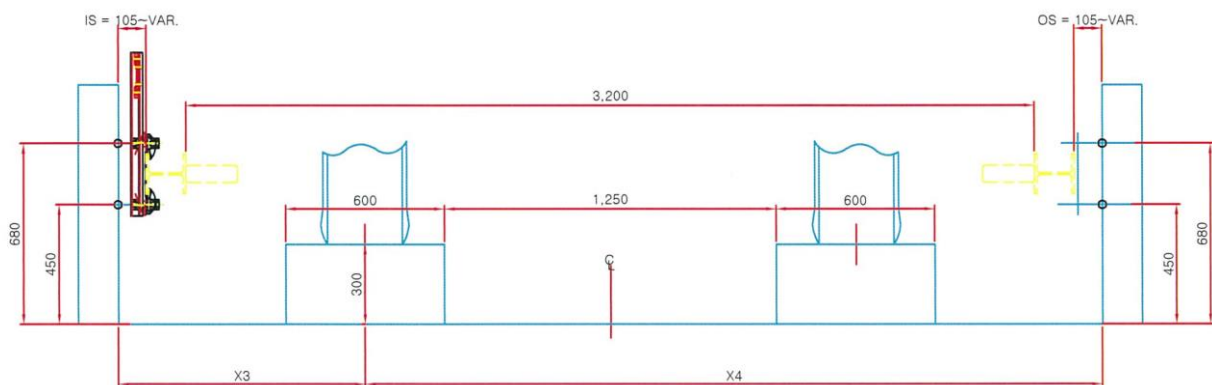
Gambar 6. Kondisi tapak roda pengalih bogie kereta MC2 (roda ke-6) dari rangkaian TS 2 yang lepas dari hubnya

I.6 INFORMASI PRASARANA PERKERETAAPIAN

I.6.1 Informasi Umum Jalur KA Layang

Informasi dari jalur KA Layang adalah sebagai berikut:

- a. Jalan Lintasan : Struktur beton bertulang
 - Tinggi : 300 mm
 - Lebar : 600 mm
 - Jarak antar lintasan : 1250 mm
 - Gradien : G > 58 ‰ (Jalur Utama)
G > 10 ‰ (Peron)
G > 5 ‰ (Depo)
- b. Rel Pengarah : Baja H-Beam yang dilapisi dengan Galvanis yang dibaut pada dinding beton atau *guide post* (tiang pemandu).
 - Dimensi : 150 x 150 x 7 x 10 mm
 - Panjang beam : 12 m
 - Jarak antar Rel Pengarah : $3200 \pm_0^7$ mm
- c. Sumber Daya : Rigid Power Rail (Third Rail), 750 VDC
- d. Wesel : Motor wesel Kyosan tipe NS (NS-AM)



Gambar 7. Dimensi dari jalur lintasan dan rel pengarah KA Layang [1]

I.6.2 Informasi Riwayat Pemeriksaan dan Perbaikan Jalur Lintasan

Pada tanggal 19, 21, 23 dan 25 Agustus 2018 dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi kerataan jalur lintasan oleh PT. Len Reka Prima Semesta pada Jalur A dan Jalur B menggunakan alat *track profilemeter* milik Woojin. Aktivitas dan hasil pemeriksaan yang dilakukan ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Riwayat pemeriksaan kondisi kerataan jalur lintasan

No.	Tanggal	Aktivitas Pemeriksaan	Hasil pemeriksaan
1.	19 Agustus 2018	Pengukuran dilakukan mulai dari Km. 0 + 34 sampai dengan Km. 1 + 800 di Jalur A dengan kecepatan rata-rata pengukuran 3.33 km/jam pada sisi kiri dan kanan jalan lintasan.	Dari hasil pemeriksaan ditemukan banyak deviasi terhadap perbedaan tinggi arah longitudinal struktur jalan lintasan KA Layang yang melebihi toleransi sebesar 3 mm/3m.
2.	21 Agustus 2018	Pengukuran dilakukan dari Km. 2 + 400 sampai dengan Km. 2 + 700 di Jalur B dengan kecepatan rata-rata pengukuran 2.16 km/jam pada sisi kiri dan kanan jalan lintasan.	
3.	23 Agustus 2018	Pengukuran dilakukan dari Km. 0 + 50 sampai dengan Km. 2 + 400 di Jalur B dengan kecepatan rata-rata pengukuran 2.2 km/jam pada sisi kiri dan kanan jalan lintasan.	
4.	25 Agustus 2018	Pengukuran dilakukan dari Km. 1 + 800 sampai dengan Km. 2 + 950 di Jalur A dengan kecepatan rata-rata pengukuran 3.34 km/jam pada sisi kiri dan kanan jalan lintasan.	
5.	4 September 2018	Pengukuran dilakukan dari Km. 2 + 500 sampai dengan Km. 2 + 999 di Jalur B dengan kecepatan rata-rata pengukuran 2.21 km/jam pada sisi kiri dan kanan jalan lintasan.	

Kemudian oleh PT. Wijaya Karya atau WIKA (Persero) hasil pemeriksaan tersebut ditindaklanjuti dengan melakukan perbaikan jalan lintasan atau *reprofiling* terhadap kondisi jalan lintasan dengan deviasi ketidakrataan permukaan yang melebihi toleransi 3 mm/3m di beberapa lokasi pada Jalur A dan Jalur B. Setelah dilakukannya perbaikan, kemudian dilakukan pemeriksaan ulang terhadap kondisi ketidakrataan permukaan jalan lintasan pada Jalur A dan Jalur B yang dilakukan pada tanggal 8 September 2018, 7 dan 22 November 2018. Aktivitas dan hasil pemeriksaan terhadap kondisi jalan lintasan setelah dilakukan perbaikan ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

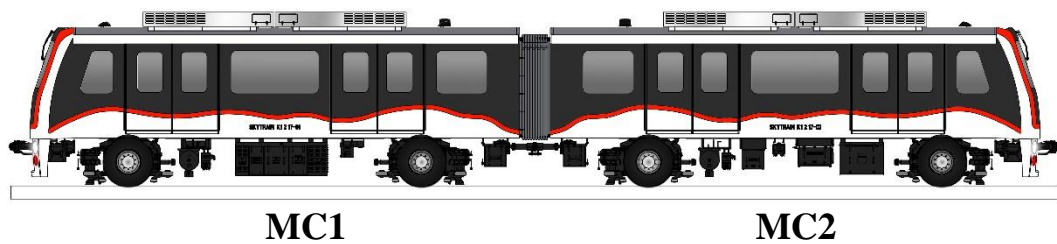
Tabel 2. Riwayat pemeriksaan kondisi kerataan jalur lintasan setelah perbaikan

No.	Tanggal	Aktivitas Pemeriksaan	Hasil pemeriksaan
1.	8 September 2018	Pengukuran dilakukan dari Km. 2 + 500 sampai dengan Km. 2 + 999 di Jalur B dengan kecepatan rata-rata pengukuran 2.68 km/jam pada sisi kiri dan kanan jalan lintasan.	Kondisi kerataan permukaan jalan lintasan mengalami sedikit peningkatan jika dibandingkan dengan kondisi jalan lintasan pada tanggal 4 September 2018. Tetapi masih terdapat beberapa lokasi jalan lintasan dengan deviasi ketidakrataaan permukaan lebih dari 3 mm/3m, sehingga memerlukan perbaikan ulang.
2.	7 November 2018	Pengukuran dilakukan dari Km. 0 + 50 sampai dengan Km. 1 + 852 di Jalur B dengan kecepatan rata-rata pengukuran 2.94 km/jam pada sisi kiri dan kanan jalan lintasan.	Terdapat 11 titik lokasi jalan lintasan yang memerlukan perbaikan lebih lanjut karena terdapat deviasi ketidakrataaan permukaan jalan lintasan yang melebihi 3 mm/3m.
3.	22 November 2018	Pengukuran dilakukan dari Km. 0 + 34 sampai dengan Km. 2 + 351 di Jalur A dengan kecepatan rata-rata pengukuran 2.72 km/jam pada sisi kiri dan kanan jalan lintasan.	Terdapat 30 titik lokasi jalan lintasan yang memerlukan perbaikan lebih lanjut karena terdapat deviasi ketidakrataaan permukaan jalan lintasan yang melebihi 3 mm/3m.

I.7 INFORMASI SARANA PERKERETAAPIAN

I.7.1 Informasi TrainSet

Satu rangkaian TS KA Layang terdiri dari 2 (dua) kereta MC1-MC2 dan setiap kereta memiliki penggerak sendiri (self propelled) serta mempunyai meja pengendali darurat di kedua ujung kereta yang digunakan saat kondisi darurat. Antara kereta MC1-MC2 dihubungkan dengan jalur *gangway* yang digunakan untuk perpindahan penumpang. Jika pada TS terdapat rangkaian kereta yang mengalami kegagalan di sistem propulsi, TS tetap dapat dioperasikan melalui sistem propulsi dari rangkaian kereta lainnya dengan beban penuh.



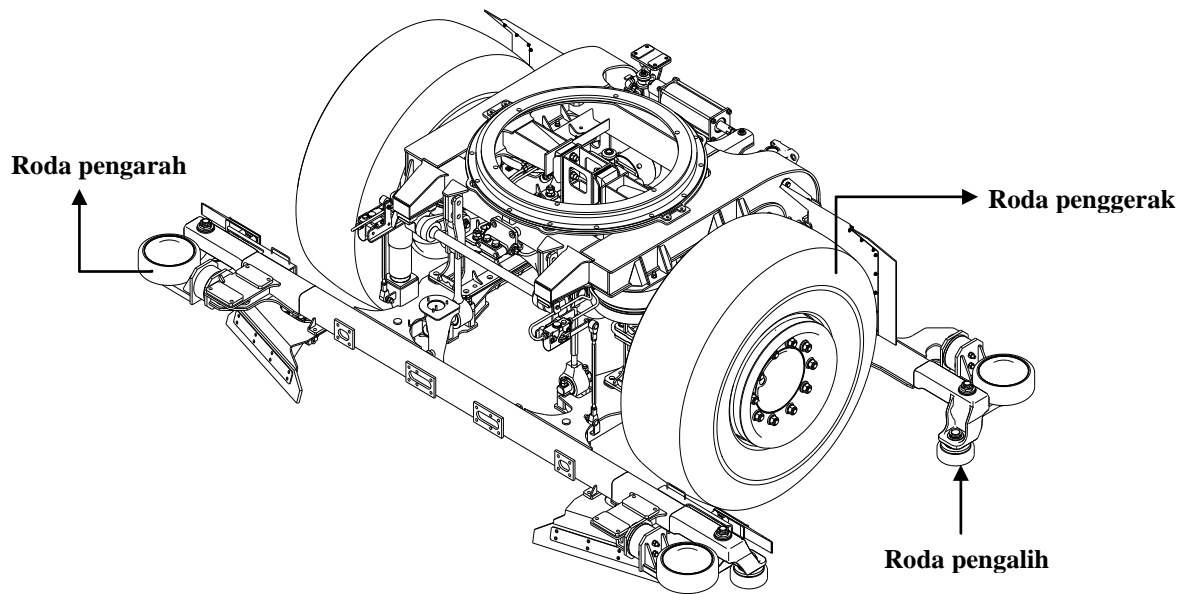
Gambar 8. Susunan rangkaian dari 1 (satu) TS KA Layang [2]

I.7.2 Informasi Data Kereta

Informasi kereta dari keseluruhan rangkaian TS pada saat anjlokkan KA Layang tanggal 12 Desember 2018, adalah sebagai berikut:

1. Operator : PT. Angkasa Pura II (Persero)
2. Produksi : Woojin, Korea Selatan
3. Mulai dioperasikan
 - a. TrainSet 2
 - 1) SkyTrain K1 1 17-03 (MC1) : 31 Desember 2017
 - 2) SkyTrain K1 1 17-04 (MC2) : 31 Desember 2017
 - b. TrainSet 6
 - 3) SkyTrain K1 1 18 141 (MC1) : 18 Agustus 2018
 - 4) SkyTrain K1 1 18 142 (MC2) : 18 Agustus 2018
4. Tanda lulus uji pertama
 - a. TrainSet 2
 - 1) SkyTrain K1 1 17-03 (MC1) : 22 November 2017
 - 2) SkyTrain K1 1 17-04 (MC2) : 22 November 2017
 - b. TrainSet 6
 - 3) SkyTrain K1 1 18 141 (MC1) : 15 Agustus 2018
 - 4) SkyTrain K1 1 18 142 (MC2) : 15 Agustus 2018
5. Masa berlaku uji pertama
 - c. TrainSet 2
 - 5) SkyTrain K1 1 17-03 (MC1) : 22 November 2018
 - 6) SkyTrain K1 1 17-04 (MC2) : 22 November 2018
 - d. TrainSet 6
 - 7) SkyTrain K1 1 18 141 (MC1) : 15 Agustus 2019
 - 8) SkyTrain K1 1 18 142 (MC2) : 15 Agustus 2019
6. Depo perawatan : Depo KA Layang
7. Perawatan rutin sebelumnya : Perawatan Bulanan (Per 3 bulan)
8. Perawatan Akhir yang akan datang : Perawatan Tahunan (Per 3 Tahun)

9. Dimensi kereta
 - a. Panjang kereta sampai dengan coupler : 12800 mm
 - b. Lebar kereta : 2850 mm
 - c. Tinggi atap kereta dari jalan lintasan : 4030 mm
 - d. Jarak antar sumbu bogie : 6700 mm
 - e. Jarak roda pengarah : 3200 mm
10. Berat dan beban kereta
 - a. Berat kosong kereta : 14300 kg
 - b. Berat maksimum kereta : 28600 kg
11. Performa
 - a. Kecepatan rencana maksimum : 80 km/jam
 - b. Kecepatan operasi maksimum : 70 km/jam
 - c. Percepatan minimum : 1.0 m/s², kelandaian 0%, beban normal
 - d. Perlambatan minimum : 1.0 m/s², kelandaian 0%, beban penuh
 - e. Perlambatan darurat minimum : 1.25 m/s²
 - f. Batas jerk : 0.1 g atau kurang
12. Bogie
 - a. Jenis : Bogie bergardan dan bermotor tunggal pada setiap kereta MC
 - b. Rangka : Struktur baja yang dilas menerus
 - c. Roda penggerak : *Rubber Tyre* dengan internal *safety wheel*
 - d. Roda pengarah : *Solid Urethane*
 - e. Roda pengalih : *Solid Urethane*
13. Sistem pengereman : *Regenerative brake* dan *Pneumatic brake*
14. Sistem kendali dan monitoring : *Train Control Monitoring System (TCMS)*
15. Sistem propulsi : Motor listrik AC 3-fase dengan inverter *Variable Voltage Variable Frequency (VVVF)*
16. Sistem daya
 - a. Current Collector Device (CCD) : DC 750V; 400 – 900 A
 - b. Main Fuse : DC 750 A; 800 A
 - c. Main Circuit Breaker (MCB) : DC 1500V; 1200 A



Gambar 9. Bogie di kereta MC pada KA Layang [3]

I.7.3 Informasi Pemeriksaan TrainSet

Siklus pemeriksaan dari seluruh TS KA Layang yang beroperasi dilakukan secara rutin setiap harinya yang meliputi pemeriksaan sebelum keberangkatan KA dari Terminal awal pemberangkatan, pemeriksaan setelah kedatangan KA pada Terminal akhir dan pemeriksaan harian TS KA Layang. Dalam aktivitas pemeriksaan keberangkatan dan kedatangan KA, pemeriksaan yang dilakukan meliputi pemeriksaan status peralatan utama, sistem keselamatan kereta yang terkait dengan sub sistem, *alarm on-board*, status monitoring jarak jauh, kebersihan dan kesiapan operasi pada tiap TS. Waktu yang dibutuhkan untuk pemeriksaan ini adalah 10 menit per kereta dalam satu TrainSet.

Pemeriksaan dilakukan melalui fasilitas *Departure test line*, *Station Control Device (SCD)* dan *Operation Control Center (OCC)*. Sedangkan kegiatan pemeriksaan harian dilakukan di Depo setelah TS KA Layang selesai beroperasi pada jam 01.00 WIB, dimana pemeriksaan dilakukan terhadap kondisi rangka atas, rangka bawah, interior kereta, sistem pendingin, sistem suplai daya, sistem kelistrikan dan fungsi sistem TCMS dari seluruh kereta pada tiap TS. Item pemeriksaan yang tertulis dalam lembar kerja pemeriksaan terdiri dari item pemeriksaan operasional (*operational check*) yang meliputi status kondisi dan fungsi dari komponen atau sistem yang diperiksa dan item pemeriksaan fungsional (*functional check*) yang merupakan pemeriksaan dimensi dari suatu komponen. Waktu yang dibutuhkan untuk pemeriksaan harian adalah 30 menit per kereta atau 2 jam per kereta jika terdapat tindakan perbaikan ringan. Berdasarkan lembar kerja pemeriksaan harian dari TS 2 dan TS 6 pada tanggal 12 Desember 2018, jam 01.00 WIB, pada TS 2 dilakukan penggantian terhadap 1 (satu) komponen roda pengalih dari bogie belakang di kereta MC1 dan berdasarkan hasil pemeriksaan visual pada TS 6, terdapat kondisi dari roda pengarah dan roda pengalih pada kereta MC1 dan MC2 yang tidak memenuhi kriteria pemeriksaan operasional.

I.7.4 Informasi Perawatan TrainSet

Perawatan dilakukan untuk menjaga atau mempertahankan fungsi dan kinerja dari keseluruhan komponen dan sistem dalam TS dapat bekerja sesuai dengan kriteria desain yang ditetapkan. Seluruh kegiatan perawatan dari TS dilakukan di Depo KA Layang. Berdasarkan siklus perawatan yang ditetapkan dalam Manual Instruksi (MI) Perawatan TS KA Layang, kegiatan perawatan terdiri dari perawatan bulanan dan perawatan tahunan. Siklus perawatan bulanan dilakukan setiap 3 (tiga) bulan yang meliputi pemeriksaan operasional, pemeriksaan fungsional, pembersihan dan/atau pelumasan dari rangka atas, rangka bawah, interior kereta, sistem pengereman, sistem propulsi, sistem suspensi, sistem suplai daya, sistem pendingin, sistem kelistrikan dan fungsi sistem TCMS dari seluruh kereta pada tiap TS. Sedangkan perawatan tahunan terdiri dari dua siklus perawatan yaitu, perawatan *Semi-overhaul* yang dilakukan setiap 3 (tiga) tahun dan perawatan *Overhaul* yang dilakukan setiap 6 (enam) tahun, dimana baik pada perawatan *Semi-overhaul* dan perawatan *Overhaul* kegiatan yang dilakukan meliputi pemeriksaan operasional, pemeriksaan fungsional, pembongkaran, perbaikan, penggantian dan pengetesan seluruh bagian penting dari tiap komponen, sub sistem dan sistem utama dari tiap kereta dalam satu rangkaian TS. Saat investigasi dilakukan, siklus perawatan terakhir sebelumnya dari TS 2 dan TS 6 adalah siklus perawatan bulanan. Pada TS 2 siklus perawatan *Semi-overhaul* pertama akan dilakukan pada tahun 2020 dan perawatan *Overhaul* pertama akan dilakukan pada tahun 2023. Pada TS 6 siklus perawatan *Semi-overhaul* pertama akan dilakukan pada tahun 2021 dan perawatan *Overhaul* pertama akan dilakukan pada tahun 2024. Berdasarkan bentuk dari format lembar kerja pemeriksaan harian dan format lembar kerja perawatan bulanan diketahui tidak ada 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 ditetapkan oleh Woojin sebagai desainer dan produsen dari TS KA Layang.

Permasalahan lain terkait dengan perawatan TS adalah PT. Angkasa Pura II atau AP II (Persero) belum memiliki akses terhadap data dalam peralatan TCMS untuk keperluan evaluasi perawatan sehingga akses data dalam TCMS ketika investigasi dilakukan masih dikelola oleh pihak Woojin.

I.7.4.1 Informasi Fasilitas Perawatan TrainSet

Saat investigasi dilakukan, Depo KA Layang hanya memiliki 2 (dua) jalur *underfloor* yang diperuntukkan untuk pemeriksaan dan perawatan rangka bawah kereta KA Layang, sedangkan TS yang dioperasikan untuk mengangkut penumpang sebanyak 6 (enam) TS yang terdiri dari TS 1, TS 2, TS 3, TS 4, TS 5 dan TS 6. Karena jumlah jalur perawatan di Depo yang terbatas, untuk sementara beberapa pemeriksaan dan perawatan TS dilakukan di *switching area*. Selain itu, perawatan dari TS belum dapat dilakukan secara keseluruhan karena belum memadainya peralatan dan perlengkapan untuk perawatan TS, dimana hal ini menyulitkan proses perawatan dan potensi awal dari kegagalan komponen atau sistem TS.

Tabel 3. Kemampuan dalam melakukan perawatan terkait dengan kelengkapan dan ketersediaan fasilitas perawatan di Depo KA Layang

No	Item	MC1	MC2	Keterangan
1.	Common	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Telah dapat dilakukan perawatan
2.	PDT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	Driver's desk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	Electric horn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.	Side door	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.	Light	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.	Air condition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.	PA and Display board	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.	Name plate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.	Gangway	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Peralatan dan Perlengkapan untuk keperluan perawatan belum tersedia di Depo
11.	Bogie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12.	Brake and Air supply	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13.	Vibration and noise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14.	Air Compressor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15.	Safety Valve	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.	Brake Control Unit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17.	Parking Brake Unit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18.	Slewing Ring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19.	VVVF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20.	Traction Motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.	SIV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.	LJB	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23.	HSCB	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24.	TCMS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Sumber: PT. Len Reka Prima Semesta

Berdasarkan tabel di atas, item kegiatan perawatan mulai dari nomor 1 sampai dengan nomor 9 dapat dilakukan di Depo, sedangkan item kegiatan perawatan dari nomor 10 sampai dengan nomor 24 belum dapat dilakukan karena belum tersedianya peralatan dan perlengkapan untuk melakukan perawatan pada item-item tersebut.

I.7.4.2 Informasi Roda Pengarah dan Roda Pengalih

Dalam sistem perangkat roda pada satu unit bogie kereta KA Layang, terdapat 3 (tiga) sistem roda utama, 2 (dua) set yaitu roda penggerak, 4 (empat) set roda pengarah dan 4 (empat) set roda pengalih. Roda penggerak berfungsi untuk meneruskan putaran dari motor traksi sehingga kereta dapat bergerak. Roda penggerak terbuat dari material karet bertekanan gas nitrogen dan dilengkapi dengan roda pengaman yang terbuat dari material Aluminium untuk operasi darurat. Roda pengarah dipasang pada *arm bogie* dan berfungsi untuk mengarahkan gerak bogie sesuai dengan arah jalan lintasan.

Sama halnya dengan roda pengarah, berdasarkan konfigurasinya roda pengalih dipasang pada *arm bogie* dan berfungsi untuk memindahkan arah gerak bogie saat melewati lidah wesel. Roda pengarah dan roda pengalih terbuat dari material solid Urethane dengan spesifikasi dan karakteristik sebagai berikut:

Tabel 4. Spesifikasi dan karakteristik dari material roda pengarah dan roda pengalih [4]

Spesifikasi Roda		
Jenis Roda	Roda Pengarah	Roda Pengalih
Material	Solid Urethane	Solid Urethane
Dimensi	Ø 250 mm x 85 mm	Ø 150 mm x 50 mm
Karakteristik Material Urethane Roda		
Hardness	95 ± 2	
T-S (kgf/cm ²)	500 ± 50	
100% M.D (kgf/cm ²)	150 ± 20	
300% M.D (kgf/cm ²)	350 ± 50	
Elongation percentage (%)	370 ± 50	
T-R (kgf/cm ²)	150 ± 30	
Rebound (%)	45 ± 5	

Berdasarkan fakta yang ditemukan saat investigasi, diketahui terdapat kondisi retak pada material Urethane dari roda pengalih yang terpasang di bogie kereta K1 17-04.



Gambar 10. Retak pada material Urethane dari roda pengalih kereta MC2 di rangkaian TS 2

I.7.4.3 Informasi Ketersediaan Suku Cadang TrainSet

Dari hasil pemeriksaan saat proses investigasi dilakukan, banyak ditemukan roda pengarah dan roda pengalih dari material Urethane dalam kondisi retak. Dari keterangan yang diberikan oleh tenaga perawatan, kondisi ini terjadi dalam kurun waktu $\pm 3 - 4$ bulan setelah dioperasikannya KA Layang, dimana berdasarkan kriteria desain dari material Urethane tersebut seharusnya mampu bertahan selama 3 tahun tanpa terjadinya kondisi retak yang terjadi di permukaan roda.

Tabel 5. Rekapitulasi jumlah kondisi retak roda pengarah dan roda pengalih, November 2018

TrainSet	Roda Pengarah	Roda Pengalih
TS 1	-	2
TS 2	-	1
TS 3	1	2
TS 4	5	6
TS 5	4	5
TS 6	4	2

Sumber: PT. Len Reka Prima Semesta

Berdasarkan data di atas, kondisi retak pada roda pengarah dan pengalih banyak terjadi pada TS 4, TS 5 dan TS 6. Sedangkan jumlah suku cadang dari roda pengarah dan roda pengalih yang merupakan garansi dari Woojin tersisa sejumlah 3 (tiga) unit roda pengarah dan 1 (satu) unit roda pengalih [5]. Karena keterbatasan suku cadang unit roda tersebut, maka saat perawatan dilakukan penukaran unit roda antar TS, yaitu kereta dari TS yang memiliki unit roda dengan kondisi laik sedang tidak dioperasikan, unit roda dari kereta tersebut akan dilepas dan digunakan untuk menggantikan unit roda lain yang retak dari rangkaian kereta TS yang dioperasikan.



Gambar 11. Kondisi dari unit roda pengarah dan roda pengalih yang tidak dapat digunakan karena retak

I.7.4.4 Informasi Tenaga Perawatan TrainSet

Berdasarkan data dan informasi yang diperoleh saat investigasi, jumlah keseluruhan dari Sumber Daya Manusia (SDM) PT. Len Reka Prima Semesta yang melakukan perawatan sarana perkeretaapian KA Layang berjumlah 22 (dua puluh dua) orang yang dibagi menjadi 3 *shift* kerja. Dari keseluruhan jumlah tenaga perawatan tersebut hanya 13 (tiga belas) orang yang memiliki sertifikat dari Institusi/Lembaga yang menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan perawatan sarana perkeretaapian KA Layang. Pendidikan dan pelatihan yang diselenggarakan oleh Institusi/Lembaga pendidikan dan pelatihan terkait dengan perawatan TS KA Layang adalah sebagai berikut:

1. Pendidikan dan pelatihan tenaga perawatan sarana perkeretaapian *SkyTrain* yang diselenggarakan di Akademi Perkeretaapian Indonesia (API), Madiun mulai dari tanggal 26 April s.d. 6 Juni 2017, yang terdiri dari 40 jam pelajaran teori dan 150 jam pelajaran praktek;
2. *Fundamental Course of Jakarta Airport LRT Familiarisation Training* yang diselenggarakan oleh SMRT Training Institute mulai dari tanggal 2 – 19 Mei 2017;
3. *Maintenance Specialisation of Jakarta Airport LRT Familiarisation Training* yang diselenggarakan oleh SMRT Training Institute mulai dari tanggal 24 – 31 Mei 2017.

Selain pendidikan dan pelatihan yang diberikan oleh Institusi/Lembaga pendidikan dan pelatihan resmi, pada tanggal 18 s.d. 30 September 2017, dilakukan *Site Training Rolling Stock/Vehicle* yang diselenggarakan oleh Woojin berdasarkan perjanjian pekerjaan dan pengadaan dari *Automated People Mover System* (APMS) oleh Konsorsium Len-Woojin terkait dengan perawatan dari TS KA Layang. Pendidikan dan pelatihan tersebut terdiri dari 72 jam pelajaran teori dan 96 jam pelajaran praktek.

Terkait dengan perawatan TS KA Layang, tenaga perawatan dari PT. Len Reka Prima Semesta belum memiliki akses untuk mengunduh data TCMS dari TS KA Layang. Pengolahan dan analisis data dalam TCMS untuk keperluan evaluasi perawatan dilakukan oleh pihak Woojin sampai dengan habisnya masa berlaku dari garansi Woojin terhadap pengadaan TS KA Layang.

I.8 INFORMASI MANAJEMEN DAN ORGANISASI

I.8.1 Direktorat Jenderal Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan

Direktorat Jenderal Perkeretaapian, merupakan regulator atau pembina perkeretaapian di Republik Indonesia yang bertugas melakukan pengaturan, pengendalian dan pengawasan terhadap penyelenggaraan perkeretaapian di seluruh wilayah Indonesia. Terkait dengan penyelenggaraan perkeretaapian khusus di wilayah bandar udara SHIA, Direktorat Jenderal Perkeretaapian telah menerbitkan izin pembangunan KA Layang kepada PT. AP II (Persero) melalui Keputusan Direktur Jenderal Perkeretaapian Nomor: SK HK.601/SK.263/DJKA/11/16 tanggal 16 November 2016 perihal Pemberian Izin Pembangunan Perkeretaapian Khusus *Automated People Mover System* (APMS) pada Kawasan Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta kepada PT. Angkasa Pura II (Persero).

Sertifikat pengujian pertama dari prasarana dan sarana perkeretaapian diberikan oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian pada bulan November – Desember 2017 setelah KA Layang pertama kali dioperasikan pada tanggal 17 September 2017 di jalur A yang menghubungkan Terminal Terminal 2 dan Terminal 3.

I.8.2 PT. Angkasa Pura II (Persero)

PT Angkasa Pura II (Persero), merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang usaha pelayanan jasa kebandarudaraan dan pelayanan jasa terkait bandar udara di wilayah Indonesia Barat. PT. AP II (Persero) adalah badan usaha bandar udara SHIA sejak 13 Agustus 1984. Untuk meningkatkan pelayanan kepada pengguna jasa bandar udara untuk melakukan perpindahan antar terminal ataupun dari terminal ke stasiun kereta api bandara di wilayah bandar udara SHIA, PT. AP II (Persero) mulai melakukan pembangunan infrastruktur KA Layang pada tanggal 1 September 2016. Pembangunan jalur lintasan KA Layang terdiri dari 2 (dua) fase, yaitu fase pertama yang menghubungkan Terminal 2 – Terminal 3 dan fase kedua yang menghubungkan Terminal 1 – Terminal 1B – Terminal 2 – Terminal 3 dengan panjang keseluruhan jalan lintasan mencapai 3 km. Jalur lintasan KA Layang terdiri dari 2 (dua) jalur, yaitu jalur A dan jalur B.

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor: KP 841 Tahun 2017 tanggal 15 September 2017, PT. AP II (Persero) diberikan izin mengoperasikan KA Layang untuk mengangkut pengguna jasa bandar udara dari Terminal 2 dan Terminal 3 pada jalur A di wilayah bandar udara SHIA. Saat terjadinya kecelakaan anjlok KA Layang pada tanggal 12 Desember 2018, diketahui pada TS 1, TS 2 dan TS 3 belum dilakukan uji berkala. Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perkeretaapian terhadap pengesahan dan sertifikasi uji pertama dari TS KA Layang, disebutkan bahwa tiap TS KA Layang yang dioperasikan 1 (satu) tahun sejak sertifikat uji pertama diterbitkan wajib dilakukan uji berkala.

Dari informasi yang didapatkan dari PT. AP II (Persero), pada tanggal 7 Februari 2019, telah dilakukan uji berkala oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian terhadap TS 1, sedangkan terhadap TS 2 dan TS 3 masih menunggu jadwal uji berkala.

Ketika kegiatan investigasi dilakukan di bandar udara SHIA, PT. AP II (Persero) belum membentuk manajemen atau struktur organisasi tetap yang bertanggung jawab terhadap penyelenggaraan KA Layang di bandar udara SHIA. Terkait dengan pengoperasian dan perawatan dari KA Layang, untuk sementara unit organisasi di PT. AP II (Persero) yang bertanggung jawab adalah *Senior Manager of Landside Service and Facility* untuk pelayanan dan perawatan shelter Terminal, *Senior Manager of Airside Infrastructure and Support* untuk perawatan jalur lintasan dan *Senior Manager of Electrical and Mechanical* untuk perawatan TS KA Layang. Ketika investigasi dilakukan, tim tidak menemukan adanya Sistem Manajemen Keselamatan Perkeretaapian (SMKP) dari penyelenggaraan perkeretaapian khusus KA Layang di bandar udara SHIA yang diterapkan oleh PT. AP II (Persero) sejak ditetapkannya Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 69 Tahun 2018 Tentang Sistem Manajemen Keselamatan Perkeretaapian tanggal 23 Juli 2018.

I.8.3 Konsorsium Len-Woojin

Konsorsium Len – Woojin, merupakan pembiayaan bersama antara perusahaan PT. Len Industri (Persero) dengan perusahaan Woojin Industrial Systems Co., Ltd terhadap proyek pembangunan KA Layang di bandar udara SHIA yang dilelangkan oleh PT. AP II (Persero) terkait dengan perancangan, manufaktur, pengadaan, instalasi pengujian dan *commisioning* dari sistem TS, sistem jalur pengarah, sistem persinyalan, sistem kelistrikan, sistem komunikasi, *Platform Screen Door* (PSD), fasilitas Depo, dan fasilitas operasional KA Layang.

I.8.4 PT. Wijaya Karya (Persero) tbk

PT. WIKA (Persero), adalah sebuah perusahaan terbuka yang sahamnya 65% dimiliki oleh pemerintah Indonesia. PT. WIKA (Persero) bergerak di bidang industri, infrastruktur, energi, properti dan investasi. Dalam proyek pembangunan KA Layang di bandar udara SHIA, oleh PT AP II (Persero) pekerjaan *civil work track* dari proyek pembangunan KA Layang dikontrakan ke PT. WIKA (Persero) dengan lingkup pekerjaan perancangan dan pembangunan dari jalur lintasan, parapet, *slab*, *girder*, *pier head*, kolom, *pile cap*, dan tiang pancang. Item pekerjaan lainnya adalah pekerjaan bangunan yang terdiri dari stasiun terminal 1, 2, dan 3, rumah genset dan gardu traksi.

Dalam rentang pengoperasian KA Layang dari September 2017 – Desember 2018, terdapat beberapa permasalahan yang berhubungan dengan ketidakrataan permukaan jalur lintasan KA Layang yang melebihi toleransi yang dipersyaratkan berdasarkan hasil pemeriksaan jalur lintasan sehingga mengakibatkan gangguan operasional KA Layang. Terkait dengan permasalahan tersebut PT. WIKA (Persero) telah melakukan perbaikan terhadap kondisi ketidakrataan permukaan pada jalan lintasan KA Layang.

I.8.5 PT. Len Reka Prima Semesta

PT. Len Reka Prima Semesta, merupakan anak perusahaan dari PT. Len Railway System (LRS) yang dibentuk pada tahun 2017 dan bergerak dalam bidang pemeliharaan dan perawatan fasilitas operasi perkeretaapian. Terkait dengan penyelenggaraan KA Layang di bandar udara SHIA, PT. Len Reka Prima Semesta dikontrak oleh PT AP II (Persero) untuk melakukan pengoperasian dan perawatan dari sistem TS, sistem jalur pengarah, sistem persinyalan, sistem komunikasi, sistem kelistrikan dan sistem PSD dari KA Layang.

I.9 INFORMASI OPERASIONAL KA LAYANG

I.9.1 Informasi Izin Operasi KA Layang

Penyelenggaraan perkeretaapian khusus KA Layang di bandar udara SHIA dilakukan oleh PT. AP II (Persero) dengan pengoperasian dan perawatan terhadap sarana dan fasilitas operasi KA Layang dikontrakan oleh PT. AP II (Persero) ke PT. Len Reka Prima Semesta untuk melayani angkutan penumpang dalam wilayah bandar udara.

Berdasarkan amanat Undang – Undang Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian dan Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian disebutkan bahwa penyelenggaraan perkeretaapian khusus hanya digunakan secara khusus oleh badan usaha tertentu dan untuk menunjang kegiatan pokok badan usaha tersebut [6].

Perkeretaapian khusus diselenggarakan terbatas dalam kawasan yang merupakan wilayah kegiatan pokok badan usaha [7]. Badan usaha yang menyelenggarakan perkeretaapian khusus wajib memiliki izin pembangunan dan izin operasi.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 2017 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian, disebutkan untuk memperoleh izin operasi dari perkeretaapian khusus, badan usaha wajib memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Pembangunan prasarana dan pengadaan sarana perkeretaapian khusus telah dilaksanakan sesuai dengan persyaratan kelaikan dan telah lulus uji pertama;
- b. Memiliki sistem dan prosedur pengoperasian, pemeriksaan, dan perawatan prasarana dan sarana perkeretaapian khusus;
- c. Tersedianya petugas pengoperasian prasarana dan awak sarana yang memiliki sertifikat kecakapan, tenaga perawatan serta tenaga pemeriksa prasarana dan sarana perkeretaapian khusus yang memiliki sertifikat keahlian;
- d. Menguasai fasilitas perawatan sarana Perkeretaapian; dan
- e. Membuat dan melaksanakan Sistem Manajemen Keselamatan [8].

Dalam rangka menunjang usaha dan untuk meningkatkan pelayanan bagi pengguna jasa bandar udara SHIA, penyelenggaraan perkeretaapian khusus KA Layang oleh PT. AP II (Persero) dilakukan berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM. 55 Tahun 2014 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM. 91 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian Khusus yang menyebutkan, penyelenggaraan perkeretaapian khusus selain diselenggarakan oleh badan usaha untuk menunjang kegiatan pokoknya, dapat juga diselenggarakan oleh:

- a. Badan usaha bandar udara;
- b. Unit penyelenggara bandar udara; atau
- c. Badan usaha yang berafiliasi dengan badan usaha bandar udara dengan persyaratan tertentu.

Penyelenggaraan perkeretaapian khusus dalam bandar udara yang dilakukan oleh badan usaha tersebut di atas dilakukan dengan prinsip sebagai berikut:

- a. Hanya digunakan untuk kepentingan sendiri dalam rangka menunjang usaha dan untuk meningkatkan pelayanan bagi pengguna jasa bandar udara;
- b. Wilayah operasi hanya dilakukan di kawasan bandar udara;
- c. Obyek yang dapat diangkut hanya pengguna jasa bandar udara dalam rangka menunjang kegiatan bandar udara dan tidak ada pengenaan tarif angkutan penumpang dan/atau barang;

- d. Kegiatan naik turun penumpang atau bongkar muat barang hanya dapat dilakukan di stasiun di kawasan bandar udara;
- e. Penyelenggaraan perkeretaapian khusus tidak dapat dilakukan interkoneksi [9].

Pemberian izin operasi perkeretaapian khusus KA Layang di wilayah bandar udara SHIA kepada PT. AP II (Persero) oleh Menteri Perhubungan Republik Indonesia ditetapkan melalui ketentuan dalam Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: KP 841 Tahun 2017 tentang Izin Operasi Perkeretaapian Khusus Kepada PT. Angkasa Pura II (Persero).

Berdasarkan dokumen yang diperoleh dalam proses investigasi diketahui bahwa pada sarana dan prasarana perkeretaapian KA Layang belum dilakukan uji pertama ketika ditetapkannya pemberian izin operasi perkeretaapian khusus kepada PT. AP II pada tanggal 15 September 2017. Sedangkan terkait dengan pengesahan dan sertifikasi uji pertama dari prasarana perkeretaapian KA Layang diterbitkan pada bulan Desember 2017 dan tanggal akhir masa berlaku tanda lulus uji pertama dari TS 2 adalah 22 November 2017.

I.9.2 Informasi Operasional Sarana Perkeretaapian KA Layang

Informasi tentang status operasi dari TS KA Layang mulai dari saat pertama kali KA Layang dioperasikan pada tanggal 17 September 2017 sampai dengan tanggal 14 Desember 2018 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Status operasi dari TrainSet KA Layang Desember 2018

NAMA KA	STATUS			AWAL OPERASI	JUMLAH TRIP	KM AKHIR
TS 1	SO	Operasi	Jalur B	17 September 2017	± 19.800	59.678
TS 2	TSO	Need Maintenance Facility	DEPO	31 December 2017	± 18.400	55.210
TS 3	SO	Stabling	DEPO	31 December 2017	± 22.800	68.534
TS 4	SO	Maintenance	DEPO	18 August 2018	± 6.790	20.370
TS 5	SO	Operasi	Jalur B	18 August 2018	± 7.580	22.767
TS 6	SO	Operasi	Jalur A	18 August 2018	± 5.730	17.191

Sumber: PT. Len Reka Prima Semesta

Keterangan:

SO : Siap Operasi

TSO : Tidak Siap Operasi

Sebelum TS 1, TS 2 dan TS 3 KA Layang dikirimkan ke Indonesia keseluruhan TS tersebut telah melalui pemeriksaan dan pengujian *Factory Acceptance Test (FAT)* dengan hasil memenuhi syarat dan kriteria yang ditentukan oleh manufaktur sarana perkeretaapian. Tetapi setelah tiba di Indonesia keseluruhan TS tersebut langsung ditempatkan di lintasan, dimana seharusnya TS dilakukan pemeriksaan di Depo terlebih dahulu untuk mendeteksi kemungkinan adanya perubahan kondisi saat pengiriman dari Korea Selatan ke Indonesia.

I.9.3 Informasi Riwayat Gangguan Operasional KA Layang

Riwayat gangguan operasional dari KA Layang sejak pertama kali beroperasi pada tanggal 17 September 2017 sampai dengan tanggal 12 Desember 2018 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Riwayat gangguan operasional KA Layang September 2017 – Desember 2018

1.	Tanggal	:	10 Oktober 2017
	No. KA	:	TS 1
	Kejadian	:	<i>Current Collector Device (CCD)</i> patah
	Lokasi kejadian	:	Km 1+788 track A T2 - T3
	Penyebab		<ol style="list-style-type: none"> 1. Permukaan lintasan Permukaan lintasan yang bergelombang mengakibatkan adanya gerak naik turun CCD pada saat melintasi power rail section tersebut. 2. Pemuaiian thermal Perubahan panjang <i>power rail</i> akibat perubahan suhu menyebabkan lendutan power rail. 3. Perubahan parameter instalasi Perubahan kondisi material terpasang terhadap parameter instalasi akibat pemakaian selama operasi.
	Tindakan perbaikan	:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penggantian CCD patah dengan memindahkan CCD sisi dalam lintasan ke <i>current collector</i> sisi luar lintasan pada kereta 2. Perbaikan power rail akibat hantaman CCD di km 1+750 s/d 1+778 3. Instalasi post tambahan di antara titik angkur sebagai tindakan preventif.
	Tindakan evakuasi penumpang	:	(Tidak ada evakuasi penumpang) Kejadian pada saat <i>Test Track</i>
2.	Tanggal	:	07 Januari 2018
	No. KA	:	TS 3
	Kejadian	:	Terjadi <i>Short Power Rail</i> sehingga sistem mengaktifkan <i>Emergency Shut Down</i> pada <i>Power System Skytrain</i> .

	Lokasi kejadian	:	Km 1+500 track A T2 - T3
	Penyebab	:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ada kabel power pekerjaan <i>track</i> yang melintang di lintasan KA Layang. 2. TS 3 yang sedang beroperasi melintas di lintasan tersebut tersangkut kabel tersebut di sisi CCD dan <i>Guide Wheel</i>-nya. 3. Kabel yang tersangkut sampai terkelupas sehingga menyebabkan short power rail. 4. Karena terjadi short <i>power rail</i> menyebabkan sistem pengaman <i>power</i> bekerja dengan mengaktifkan <i>Emergency ShutDown</i>.
	Tindakan perbaikan	:	Melakukan pemeriksaan dan penelusuran kabel yang tersangkut pada skytrain yang ada di jalur B oleh Maintenance dibantu oleh team Clearing dan petugas PSD T.IB, setelah itu team Clearing dan petugas OCC 1, OCC 2, petugas PSD T.1, petugas PSD T.2, dan petugas PSD T.IB melakukan clearance area dan pengecheckan lintasan dari T3 - T1 jalur A dan jalur B
	Tindakan evakuasi penumpang	:	Dilakukan evakuasi terhadap penumpang (25 orang) yang berada di KA Layang (Jalur A) posisi km 1+500 menggunakan <i>emergency walkway</i> yang dibantu oleh <i>team clearing</i> , PKD shelter T2, dan <i>helper shelter</i> T2
3.	Tanggal	:	12 Desember 2018
	No. KA	:	TS 2
	Kejadian	:	Part Bogie patah
	Lokasi kejadian	:	Km 0+593 track B T2 - T3
	Tindakan perbaikan	:	Penggantian bogie kereta MC2
	Tindakan evakuasi penumpang	:	<p>Proses evakuasi penumpang MRR meminta bantuan PKD di kereta untuk membantu menurunkan para pengguna jasa dari kereta dan melakukan evakuasi per kereta agar mudah untuk mengarahkan setiap penumpang menuju <i>emergency walkway</i> dan berjalan menuju terminal</p> <p>3. Proses evakuasi penumpang berjalan ± 1 jam</p>

Sumber: PT. AP II (Persero)

I.10 REGULASI ATAU STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP)

I.10.1 Regulasi Terkait Pengujian Pertama dari Sarana dan Prasarana KA Layang

Tata cara pengujian pertama dari prasarana KA Layang mengacu pada ketentuan dari Peraturan Menteri Perhubungan sebagai berikut:

A. Pengujian Pertama Prasarana Perkeretaapian

- 1) Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 30 Tahun 2011 Tentang Tata Cara Pengujian dan Pemberian Sertifikat Prasarana Perkeretaapian;
- 2) Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 30 Tahun 2011 Tentang Persyaratan Bangunan Stasiun Kereta Api.

B. Pengujian Pertama Sarana Perkeretaapian

- 1) Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 13 Tahun 2011 Tentang Standar, Tata Cara Pengujian dan Sertifikasi Kelaikan Kereta Dengan Penggerak Sendiri;
- 2) Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM. 175 Tahun 2015 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta Dengan Penggerak Sendiri.

Terkait dengan tata cara pengujian pertama terhadap prasarana dan sarana perkeretaapian dari KA Layang, peraturan tentang pengujian tersebut di atas belum menyesuaikan dan mengakomodir mengenai tata cara pengujian dari prasarana dan sarana perkeretaapian untuk jenis sarana *Automated Guide Transit (AGT)* dengan perangkat roda penggerak dari material karet beserta perangkat roda pengarah dan roda pengalih dari material Urethane yang berbeda secara sistem dan konfigurasi dengan sarana perkeretaapian dengan roda pejal. Selain itu, sistem jalan rel pada KA Layang dengan berbeda dengan sistem jalur KA konvensional karena jalan rel pada KA Layang terdiri dari jalur lintasan yang terbuat dari konstruksi beton dan rel pengarah yang terbuat dari baja jenis H-Beam.

I.10.2 SOP Penanganan Kondisi Darurat

Penangan kejadian darurat (*emergency operation*) saat terjadinya anjlokkan KA Layang pada tanggal 12 Desember 2018, telah dilakukan sesuai dengan SOP pengoperasian darurat ketika KA Layang mengalami mogok di tengah lintasan. Tindakan pengoperasian darurat yang dilakukan berdasarkan SOP, adalah sebagai berikut:

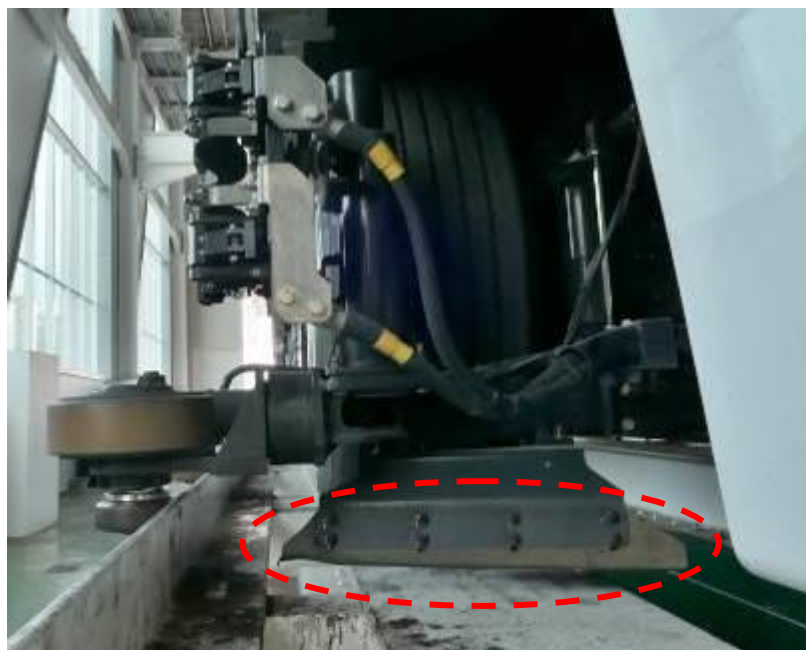
- a. Indikasi alarm di KA Layang;
- b. Operator menginformasikan kepada petugas *shelter* melalui radio;
- c. Petugas menghubungi petugas *maintenance* untuk mematikan *system power*;
- d. Petugas *maintenance* menuju ke lokasi KA Layang yang mogok untuk melakukan perbaikan;
- e. Penumpang akan dievakuasi ke terminal terdekat melalui *emergency walkway* menuju *emergency door* yang ada di terminal;
- f. Koordinasi dengan petugas LTA agar menyiapkan kendaraan (*shuttle*);
- g. Penumpang diantar ke terminal tujuan menggunakan kendaraan *shuttle* yang telah disiapkan.

II. ANALISIS

Berdasarkan data dan fakta yang telah dikumpulkan KNKT dalam melakukan investigasi anjloknya KA Layang di jalur B Km. 0 + 560 antara Terminal 3 dan Terminal 2 pada tanggal 12 Desember 2018, KNKT akan memfokuskan analisis pada faktor kondisi prasarana dan sarana perkeretaapian dari KA Layang yang berpengaruh terhadap terjadinya kecelakaan berdasarkan bukti faktual yang diperoleh dari hasil investigasi.

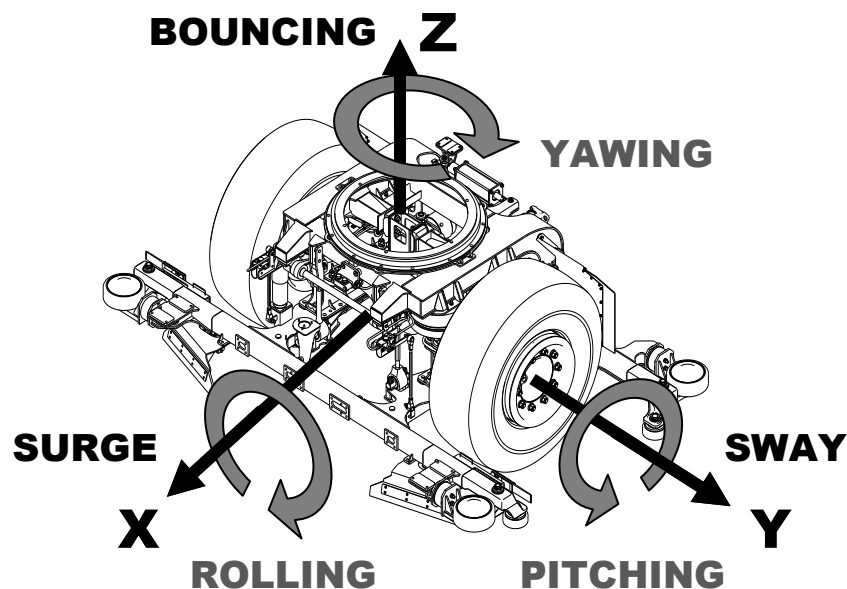
II.1 Kondisi Permukaan Jalur Lintasan (Running Track)

Berdasarkan riwayat hasil pemeriksaan dengan *track profilemeter* terhadap kondisi kerataan permukaan jalan lintasan dari KA Layang pada bulan Agustus 2018 diketahui banyak terdapat permasalahan terkait dengan ketidakrataan (irregularitas) permukaan jalan lintasan di jalur A dan jalur B yang melebihi toleransi irregularitas permukaan jalan lintasan sebesar 3 mm/3m. Perbaikan telah dilakukan pada bulan November 2018 terhadap kondisi tersebut tetapi ketika dilakukan pengukuran ulang terhadap kondisi jalan lintasan di jalur B mulai dari Km. 0 + 50 sampai dengan Km. 1 + 852 setidaknya terdapat 11 titik lokasi jalan lintasan yang memerlukan perbaikan lebih lanjut karena terdapat deviasi irregularitas permukaan jalan lintasan yang melebihi toleransi. Selain berdasarkan hasil pengukuran dengan *track profilemeter* kondisi irregularitas permukaan jalan lintasan dapat terlihat dari keausan (wear) yang terjadi pada komponen penyapu rintang jalan lintasan (running track wiper) yang terpasang pada rangka lengan bogie (arm bogie).



Gambar 12. Keausan yang tidak merata pada komponen wiper bogie

Irregularitas permukaan jalan lintasan dapat berpengaruh terhadap peningkatan amplitudo getaran terhadap arah vertikal (bouncing), arah sumbu rotasi lateral (pitching) dan arah sumbu rotasi longitudinal (rolling) dari bogie. Efek resonansi akan muncul jika frekuensi getaran yang ditimbulkan dari kontak antara roda penggerak dengan jalan lintasan serta adanya frekuensi getaran lain karena adanya gerak eksentrisitas atau gangguan gerak pada sarana yang mendekati frekuensi getaran natural dari bogie. Efek resonansi yang terjadi dapat menyebabkan amplitudo getaran yang terjadi pada bogie naik secara signifikan, dimana besar kenaikan amplitudo getaran yang terjadi pada bogie tergantung dari rasio peredaman (damping ratio) dari sistem suspensi bogie.



Gambar 13. Enam derajat kebebasan dari bogie TS KA Layang terkait dengan respon dinamik bogie terhadap getaran

II.2 Kondisi Pengoperasian Sarana Perkeretaapian (TrainSet) KA Layang

Saat kejadian anjlokkan KA Layang terjadi, di rangkaian kereta TS 2 tepatnya pada roda pengalih ke-6 dari bogie kereta MC2 terdapat material Urethane yang lepas dari hubnya. Dari nomor yang tertera pada Urethane diketahui sebelumnya Urethane yang digunakan pada roda tersebut merupakan Urethane dari roda pengalih ke-5 pada bogie kereta MC1 dari rangkaian kereta TS 4. Berdasarkan investigasi yang dilakukan pada kondisi TS 2 dan TS 6 pasca kecelakaan dan riwayat perawatan keseluruhan TS KA Layang sebelum terjadinya kecelakaan, diketahui terdapat banyak kondisi permukaan tapak roda pengarah dan roda pengalih yang terbuat dari material Urethane mengalami kondisi retak. Retaknya material Urethane pada roda pengarah dan roda pengalih paling banyak terjadi di TS 4, TS 5 dan TS 6. Keretakan umumnya terjadi dalam kurun waktu 3- 4 bulan setelah dioperasikannya TS untuk mengangkut pengguna jasa bandar udara, dimana material Urethane tersebut didesain di Korea Selatan dapat dioperasikan selama 3 tahun tanpa mengalami retak.

Laju kerusakan dari material Urethane unit roda pengarah dan roda pengalih yang di luar perkiraan menyebabkan menipisnya jumlah suku cadang dari unit roda pengarah dan roda pengalih, sehingga mengakibatkan dilakukannya pertukaran unit roda pengarah dan roda pengalih yang masih dalam kondisi baik dari TS yang tidak beroperasi untuk menggantikan unit roda pengarah dan roda pengalih yang retak pada TS yang akan dioperasikan. Tetapi investigasi tidak menemukan adanya catatan tentang riwayat pertukaran unit roda pengarah dan roda pengalih antar TS dalam lembar kerja perawatan TS, sehingga tidak dapat diketahui frekuensi penggantian unit roda pengarah dan roda pengalih antar TS yang telah dilakukan. Berdasarkan laporan dari Woojin [10] terkait dengan kondisi material Urethane dari unit roda pengarah dan roda pengalih diketahui secara visual ditemukan banyak retak longitudinal pada permukaan luar pada bagian atas dan bagian bawah dari material Urethane roda pengarah dan roda pengalih. Pada pengamatan dengan menggunakan mikroskop pada potongan material Urethane dari roda pengarah dan roda pengalih ditemukan banyak pori halus di permukaan bagian dalam. Kemungkinan pori – pori halus yang muncul dalam material Urethane terjadi karena pengaruh kecepatan injeksi material Urethane ke dalam cetakan saat proses pembuatan roda pengarah dan roda pengalih. Pori – Pori halus yang terbentuk dapat memperlemah adhesi atau kemampuan melekat antara hub dengan material Urethane dari roda pengarah atau pengalih sehingga memicu terjadinya retak pada material Urethane.



Gambar 14. Lapisan material Urethane roda pengarah dan pengalih yang retak serta pori – pori halus yang terbentuk

Kemudian, berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap penjalaran retak yang terjadi diketahui hanya sebagian lapisan material Urethane yang terbelah karena retak, yaitu pada bagian permukaan Urethane yang kontak dengan hub. Berdasarkan bentuk penjalarannya, retak mulai terjadi pada bagian dalam kemudian menjalar ke arah luar material Urethane, yang terlihat dari jarak retak pada permukaan bagian dalam Urethane yang lebih panjang dibandingkan dengan permukaan bagian luarnya. Kelelahan atau *fatigue* pada material Urethane terjadi karena akumulasi pembebanan yang berulang – ulang ketika TS dioperasikan, dimana pembebanan kritis terjadi pada bagian antara hub dengan material Urethane.

Dari hasil pemeriksaan mikroskop terhadap permukaan hub dari roda pengarah dan roda pengalih diketahui adanya penurunan kemampuan lekat dari hub yang terjadi karena kurangnya proses *treatment* pada permukaan hub, kurangnya aplikasi perekatan antara hub dengan material Urethane dan adanya kotoran/partikel asing yang material yang tidak dibersihkan pada permukaan hub saat proses penggantian unit roda pengarah dan roda pengalih sehingga mengakibatkan munculnya goresan pada permukaan hub.

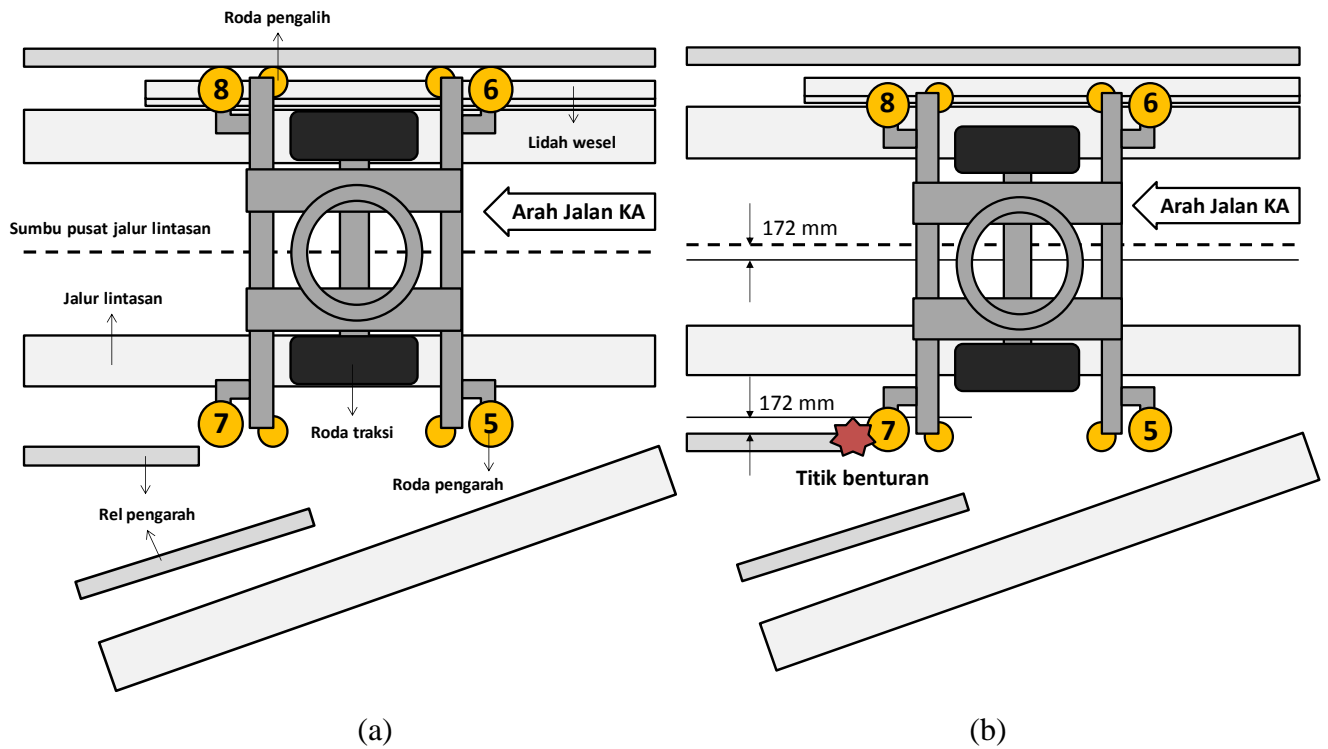


Gambar 15. Goresan pada permukaan hub

II.3 Proses Terjadinya Anjlokkan KA Layang

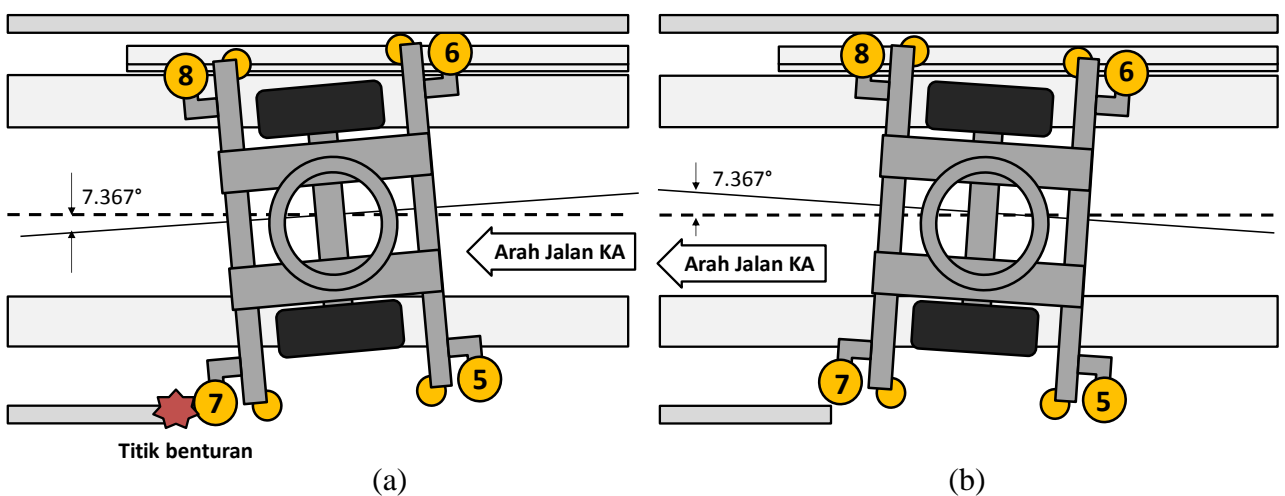
Berdasarkan laporan dari Woojin [11] terhadap insiden anjloknya KA Layang pada rangkaian kereta TS 2 tanggal 12 Desember 2018, pihak Woojin telah melakukan 3 (tiga) skenario simulasi pada bogie kereta MC2 dari kereta TS 2 terhadap kemungkinan pengaruh keluarnya roda pengalih dari lidah wesel dan efeknya terhadap anjlokkan dari KA Layang yang mengakibatkan roda pengarah ke-7 dari bogie MC2 pada kereta TS 2. Skenario dari simulasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Skenario pertama adalah jika 2 (dua) roda pengalih keluar dari lidah wesel. Pada skenario simulasi ini, jika roda pengalih ke-6 dan roda pengalih ke-8 dari bogie kereta MC2 pada rangkaian kereta TS 2 keluar dari lidah wesel, maka efek yang terjadi adalah bogie kereta MC2 akan bergeser ke arah sebelah kiri dari perjalanan KA Layang sejauh 172 mm dari sumbu pusat jalur lintasan yang mengakibatkan roda pengarah ke-7 membentur rel pengarah.



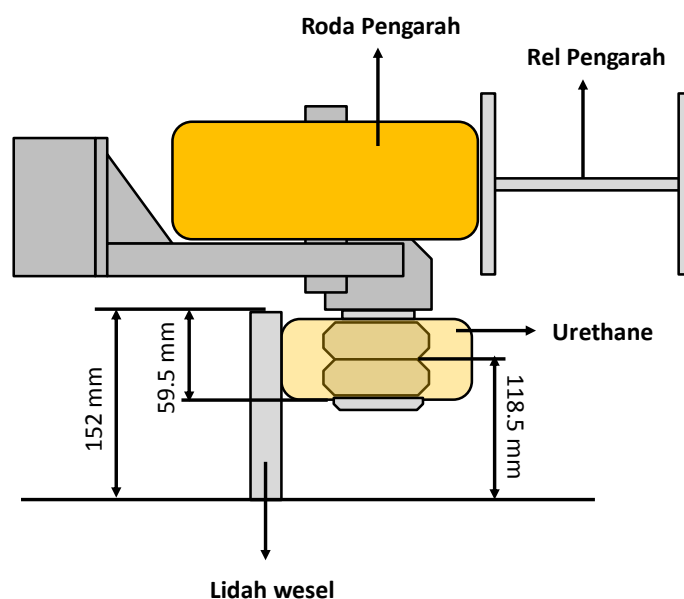
Gambar 16. (a) Bogie dalam posisi normal; (b) roda pengalih ke-6 dan ke-8 keluar dari lidah wesel

2. Skenario kedua adalah jika 1 (satu) roda pengalih keluar dari lidah wesel. Pada skenario simulasi kedua, jika hanya roda pengalih ke-6 yang keluar dari lidah wesel maka bogie kereta MC2 akan berotasi 7.367° searah jarum jam dari arah perjalanan KA Layang sehingga roda pengarah ke-7 tidak membentur rel pengarah melainkan roda pengarah ke-5 yang membentur rel pengarah. Sedangkan jika hanya roda pengalih ke-8 yang keluar dari lidah wesel maka bogie kereta MC2 akan berotasi 7.367° berlawanan arah jarum jam dari arah perjalanan KA Layang sehingga roda pengarah ke-7 membentur rel pengarah.

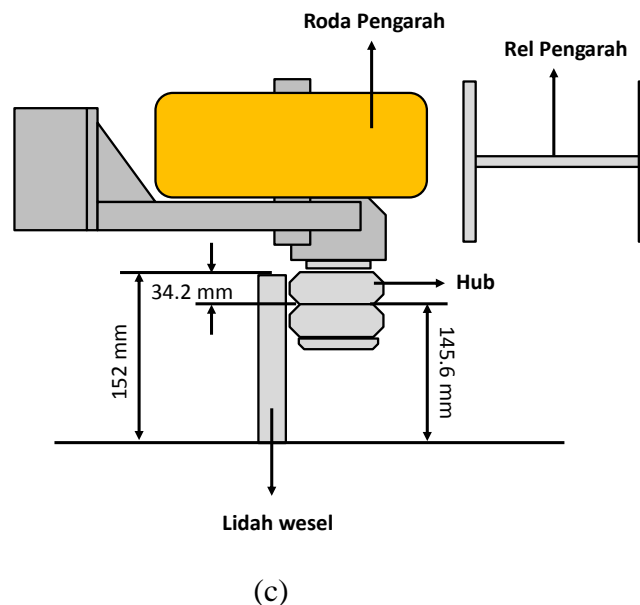
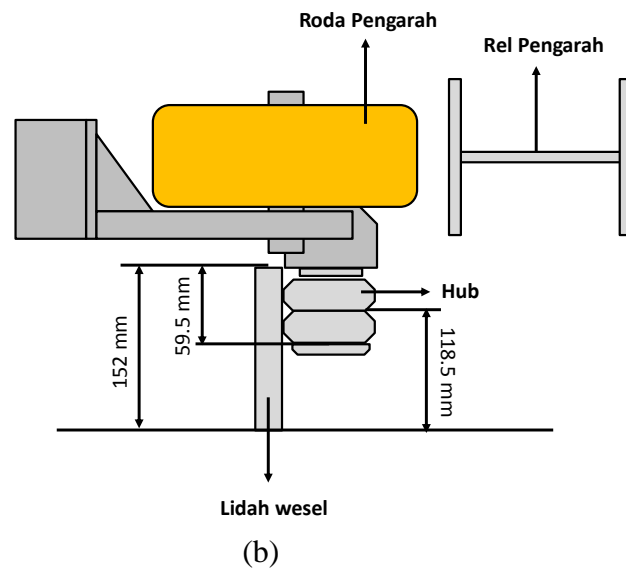


Gambar 17. (a) Posisi roda pengalih ke-8 keluar dari lidah wesel; (b) Posisi roda pengalih ke-6 keluar dari lidah wesel.

3. Berdasarkan hasil simulasi dari skenario pertama dan skenario kedua, pada skenario ketiga dilakukan simulasi perbandingan antara KA Layang yang berjalan dengan kondisi material Urethane pada masih menempel dengan hub roda pengalih dan KA layang yang bejalan dengan kondisi material Urethane yang terlepas dari hub roda pengalih. Parameter input yang menjadi masukan dalam simulasi adalah ketinggian minimum dari lidah wesel sebesar 152 mm yang didapatkan dari hasil pengukuran tinggi lidah wesel di Km. 0 + 550 dan percepatan vertikal sebesar 0.3 G yang diberikan ke bogie. Dari simulasi yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:
- Saat bogie dalam keadaan diam dan roda pengalih dalam kondisi lengkap, diketahui masih terdapat jarak sebesar 59.5 mm antara permukaan atas dari lidah wesel dengan permukaan bawah dari roda pengalih, dimana selisih jarak tersebut menunjukkan roda pengalih tidak naik ke permukaan atas lidah wesel.
 - Saat bogie dalam keadaan diam dan material Urethane dari roda pengalih dalam kondisi lepas dari hubnya, diketahui masih terdapat jarak sebesar 59.5 mm antara permukaan atas dari lidah wesel dengan permukaan bawah dari roda pengalih, dimana selisih jarak tersebut menunjukkan roda pengalih tidak naik ke permukaan atas lidah wesel. Berdasarkan hasil simulasi tersebut tidak ada perbedaan antara kondisi roda pengalih dalam kondisi lengkap dengan kondisi roda pengalih tanpa material Urethane.
 - Saat bogie dalam keadaan bergerak dan material Urethane dari roda pengalih dalam kondisi lepas dari hubnya, diketahui masih terdapat jarak sebesar 32.4 mm antara permukaan atas dari lidah wesel dengan permukaan bawah dari roda pengalih. Terdapat kenaikan posisi roda pengalih sebesar 27.1 mm dibandingkan saat bogie dalam keadaan diam tetapi tidak sampai membuat roda pengalih naik ke permukaan atas lidah wesel.



(a)



Gambar 18. (a) Posisi roda pengalih dengan kondisi normal saat berhenti; (b) Posisi roda pengalih dengan kondisi tanpa Urethane saat berhenti; (c) Posisi roda pengalih dengan kondisi tanpa Urethane saat berjalan.

Hasil simulasi dari ketiga skenario di atas menunjukkan terjadinya benturan antara roda pengarah ke-7 dari bogie kereta MC2 pada rangkaian TS 2 dengan ujung rel pengarah yang berada di sisi sebelah kiri arah perjalanan KA Layang disebabkan oleh naiknya roda pengalih ke-6 dan roda pengalih ke-8 pada bogie kereta MC2 dari rangkaian kereta TS 2 ke permukaan atas dari lidah weasel atau naiknya roda pengalih ke-8 ke permukaan atas dari lidah weasel. Lepasnya Urethane dari hub roda pengalih pada *arm bogie* berpengaruh terhadap berkurangnya margin jarak antara permukaan bawah roda pengalih dengan permukaan atas lidah weasel tetapi tidak sampai menyebabkan keluarnya roda pengalih dari permukaan atas lidah weasel.

Tetapi lepasnya Urethane dari hub roda pengalih ke-6 pada bogie kereta MC2 dari rangkaian kereta TS 2 dan pengaruh ketidakrataan permukaan jalur lintasan yang melebihi toleransi menyebabkan meningkatnya intensitas gerak *sway* dan *yawing* serta gerak *bouncing* dan *rolling* pada bogie. Peningkatan intensitas gerak yang terjadi berbanding lurus terhadap peningkatan amplitudo getaran vertikal dan lateral. Peningkatan amplitudo getaran yang terjadi kemungkinan besar mempengaruhi naiknya roda pengalih ke-6 dan roda pengalih ke-8 pada bogie kereta MC2 dari rangkaian kereta TS 2 atau naiknya roda pengalih ke-8 pada bogie kereta MC2 dari rangkaian kereta TS 2 ke permukaan atas dari lidah wesel.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan informasi faktual dan analisis yang didapat dalam proses investigasi kecelakaan anjlokkan KA Layang di jalur B Km. 0 + 560 antara Terminal 3 dan Terminal 2 pada tanggal 12 Desember 2018, kesimpulan dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi terkait dengan indikator keselamatan dan isu keselamatan dari kondisi pengoperasian KA Layang sebelum dan saat terjadinya kecelakaan adalah sebagai berikut:

III.1 TEMUAN¹

- a. Izin pembangunan KA Layang diberikan kepada PT. AP II (Persero) melalui Keputusan Direktur Jenderal Perkeretaapian Nomor: SK HK.601/SK.263/DJKA/11/16 tanggal 16 November 2016 perihal Pemberian Izin Pembangunan Perkeretaapian Khusus *Automated People Mover System* (APMS) pada Kawasan Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta kepada PT. Angkasa Pura II (Persero);
- b. Izin operasi perkeretaapian khusus KA Layang di wilayah bandar udara SHIA diberikan kepada PT. AP II (Persero) oleh Menteri Perhubungan Republik Indonesia dan ditetapkan melalui ketentuan dalam Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: KP 841 Tahun 2017 tentang Izin Operasi Perkeretaapian Khusus Kepada PT. Angkasa Pura II (Persero) tanggal 15 September 2017;
- c. PT. AP II (Persero) belum membentuk manajemen atau struktur organisasi tetap yang bertanggung jawab terhadap penyelenggaraan KA Layang di bandar udara SHIA;
- d. PT. Len Reka Prima Semesta dikontrak oleh PT. AP II (Persero) untuk mengoperasikan dan melakukan perawatan terhadap fasilitas operasi dan sarana perkeretaapian KA Layang;
- e. Pendidikan dan pelatihan perawatan sarana perkeretaapian KA Layang telah diberikan kepada tenaga perawatan sarana perkeretaapian dari PT. Len Reka Prima Semesta melalui Institusi/Lembaga pendidikan dan pelatihan API, Madiun dan SMRT Training Institute, sebelum dioperasikannya KA Layang serta pelatihan dan pendidikan terkait perawatan sarana perkeretaapian KA Layang yang diselenggarakan oleh Woojin kepada tenaga perawatan sarana perkeretaapian setelah dioperasikannya KA Layang;
- f. Jumlah tenaga perawatan sarana perkeretaapian KA Layang berjumlah 22 (dua puluh dua) orang yang dibagi menjadi 3 *shift* kerja. Dari keseluruhan jumlah tenaga perawatan tersebut hanya 15 (lima belas) orang yang memiliki sertifikat dari Institusi/Lembaga yang menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan perawatan sarana perkeretaapian KA Layang;

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.

- g. PT AP II (Persero) dan tenaga perawatan sarana perkeretaapian belum memiliki akses untuk mengunduh data TCMS dari KA Layang. Pengolahan dan analisis data dalam TCMS untuk keperluan evaluasi perawatan dilakukan oleh pihak Woojin;
- h. Depo perawatan KA Layang belum memiliki peralatan dan perlengkapan yang memadai untuk melakukan perawatan terhadap keseluruhan sistem sarana perkeretaapian KA Layang;
- i. Sertifikat pengujian pertama dari prasarana dan sarana perkeretaapian diberikan oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian pada bulan November dan Desember 2017;
- j. Investigasi tidak menemukan regulasi terkait dengan tata cara pengujian dari prasarana dan sarana perkeretaapian untuk jenis sarana *Automated Guide Transit* (AGT) atau *Auto People Mover System* (APMS);
- k. Sebelum terjadinya anjlokkan KA Layang pada tanggal 12 Desember, tercatat telah terjadi 2 (dua) gangguan operasional KA Layang yang mengakibatkan KA Layang mogok. Kejadian pertama terjadi pada tanggal 10 Oktober 2017 dan kejadian kedua pada tanggal 7 Januari 2018;
- l. Investigasi menemukan banyak kondisi retak dari material Urethane roda pengarah dan roda pengalih. Kondisi retak pada roda pengarah dan pengalih banyak ditemukan pada rangkaian TS 4, TS 5 dan TS 6 dari KA Layang;
- m. Keretakan dari material Urethane roda pengarah dan roda pengalih umumnya terjadi dalam rentang waktu 3- 4 bulan setelah dioperasikannya KA Layang, sedangkan material Urethane tersebut didesain dapat dioperasikan selama 3 tahun tanpa mengalami retak;
- n. Laju kerusakan dari material Urethane unit roda pengarah dan roda pengalih yang cepat menyebabkan menipisnya jumlah suku cadang dari unit roda pengarah dan roda pengalih, sehingga dilakukan pertukaran unit roda pengarah dan roda pengalih yang masih dalam kondisi laik dari TS yang tidak beroperasi untuk menggantikan unit roda pengarah dan roda pengalih yang retak pada TS yang akan dioperasikan;
- o. Investigasi tidak menemukan catatan tentang riwayat pertukaran unit roda pengarah dan roda pengalih antar TS dalam lembar kerja perawatan sarana perkeretaapian, sehingga tidak dapat diketahui frekuensi penggantian unit roda pengarah dan roda pengalih antar TS yang telah dilakukan;
- p. Pada pengamatan dengan menggunakan mikroskop pada potongan material Urethane dari roda pengarah dan roda pengalih ditemukan banyak pori halus di permukaan bagian dalam. Pori – pori halus yang muncul dalam material Urethane terjadi karena pengaruh kecepatan injeksi material Urethane ke dalam cetakan saat proses pembuatan roda pengarah dan roda pengalih, dimana pori – pori tersebut dapat memperlemah adhesi atau kemampuan melekat antara hub dengan material Urethane dari roda pengarah atau pengalih sehingga memicu terjadinya retak pada material Urethane;

- q. Dari hasil pemeriksaan mikroskop terhadap permukaan hub dari roda pengarah dan roda pengalih diketahui adanya penurunan kemampuan lekat dari hub yang terjadi karena kurangnya proses *treatment* pada permukaan hub, kurangnya aplikasi perekatan antara hub dengan material Urethane dan adanya kotoran/partikel asing yang material yang tidak dibersihkan pada permukaan hub saat proses penggantian unit roda pengarah dan roda pengalih sehingga mengakibatkan munculnya goresan pada permukaan hub;
- r. Pada bulan Agustus 2018, dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi kerataan jalur lintasan di Jalur A dan Jalur B. Hasil pemeriksaan menemukan banyak kondisi ketidakrataan permukaan jalan lintasan KA Layang yang melebihi toleransi sebesar 3 mm/3m di Jalur A dan Jalur B sehingga dilakukan *reprofiling* terhadap kondisi jalan lintasan tersebut;
- s. Pada bulan November 2018, dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi kerataan jalur lintasan di Jalur A dan Jalur B setelah dilakukannya perbaikan. Dari hasil pemeriksaan diketahui masih banyak ditemukan kondisi ketidakrataan permukaan jalan lintasan KA Layang yang melebihi toleransi sebesar 3 mm/3m di Jalur A dan Jalur B;
- t. Kondisi ketidakrataan permukaan jalan lintasan terlihat dari keausan yang terjadi pada komponen penyapu rintang jalan lintasan yang terpasang pada rangka lengan bogie;
- u. Berdasarkan lembar kerja pemeriksaan harian terhadap rangkaian TS 2 dan TS 6 pada tanggal 12 Desember 2018, jam 01.00 WIB, di rangkaian TS 2 dilakukan penggantian 1 (satu) komponen roda pengalih dari bogie belakang kereta MC1 dan berdasarkan hasil pemeriksaan visual pada rangkaian TS 6, terdapat kondisi dari roda pengarah dan roda pengalih pada kereta MC1 dan MC2 yang tidak memenuhi kriteria pemeriksaan operasional;
- v. Di Km. 0 + 550 atau di sekitar daerah wesel ditemukan material Urethane dari tapak roda pengalih bogie kereta MC2 (roda ke-6) dari rangkaian TS 2 dengan posisi sudah lepas dari hub sebelum terjadinya benturan antara rel pengarah dan roda pengarah;
- w. Penangan kejadian darurat dan evakuasi penumpang saat terjadinya anjlokkan KA Layang, telah dilakukan sesuai dengan SOP pengoperasian darurat ketika KA Layang mengalami mogok di tengah lintasan;
- x. Investigasi tidak menemukan adanya penerapan terhadap SMKP dari penyelenggaraan KA Layang.

III.2 FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI²

Faktor – faktor yang berkontribusi terhadap anjlokkan KA Layang di jalur B Km. 0 + 560 antara Terminal 3 dan Terminal 2 pada tanggal 12 Desember 2018, adalah sebagai berikut:

- a. Kondisi ketidakrataan permukaan jalan lintasan KA Layang yang melebihi toleransi sebesar 3 mm/3m di Jalur B menyebabkan terjadinya peningkatan amplitudo getaran terhadap arah vertikal (bouncing), arah sumbu rotasi lateral (pitching) dan arah sumbu rotasi longitudinal (rolling) dari bogie KA Layang ketika permukaan roda penggerak kontak dengan permukaan jalan lintasan;
- b. Banyak ditemukannya material Urethane dengan kondisi retak permukaan di sekeliling permukaan roda pengarah dan roda pengalih pada rangkaian TS 4, TS 5 dan TS 6 KA Layang karena terbentuknya pori – pori halus dalam material Urethane yang disebabkan oleh ketidaksesuaian saat proses injeksi material Urethane ke dalam cetakan saat proses pembuatan roda pengarah dan roda pengalih. Kondisi ini mengakibatkan jumlah suku cadang dari unit roda pengarah dan roda pengalih menipis, sehingga dilakukan pertukaran unit roda pengarah dan roda pengalih yang masih dalam kondisi laik dari rangkaian TS 1, TS 2 dan TS 3 KA Layang yang tidak beroperasi untuk menggantikan unit roda pengarah dan roda pengalih yang retak dari rangkaian TS 4, TS 5 dan TS 6 KA Layang yang akan dioperasikan.
- c. Kurangnya proses *treatment* pada permukaan hub, kurangnya aplikasi perekatan antara hub dengan material Urethane dan adanya kotoran/partikel asing yang material yang tidak dibersihkan pada permukaan hub saat dilakukannya proses penggantian unit roda pengarah dan roda pengalih TS KA Layang mengakibatkan munculnya goresan pada permukaan hub sehingga kemampuan adhesi dari hub terhadap material Urethane mengalami penurunan dan Urethane cenderung lebih mudah lepas dari hub ketika menerima getaran.
- d. Kecelakaan anjlokkan KA Layang kemungkinan besar dipengaruhi oleh lepasnya Urethane dari hub roda pengalih ke-6 pada bogie kereta MC2 dari rangkaian kereta TS 2 dan pengaruh ketidakrataan permukaan jalur lintasan yang melebihi toleransi menyebabkan meningkatnya intensitas gerak *sway* dan *yawing* serta gerak *bouncing* dan *rolling* pada bogie. Peningkatan intensitas gerak yang terjadi berbanding lurus terhadap peningkatan amplitudo getaran vertikal dan lateral. Peningkatan amplitudo getaran yang terjadi kemungkinan besar mempengaruhi naiknya roda pengalih ke-6 dan roda pengalih ke-8 pada bogie kereta MC2 dari rangkaian kereta TS 2 atau naiknya roda pengalih ke-8 pada bogie kereta MC2 dari rangkaian kereta TS 2 ke permukaan atas dari lidah wesel.

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

Berdasarkan surat Ketua Komite Nasional Keselamatan Transportasi Nomor: IK.003/2/1 KNKT 2019 perihal Draft Laporan Akhir Anjlokkan KA Layang tanggal 24 September 2019, KNKT telah meminta pihak regulator dan operator, sebagai pihak penerima rekomendasi untuk memberi tanggapan terhadap draft laporan akhir investigasi kecelakaan KNKT dan tindakan keselamatan yang akan dan/atau telah dilakukan untuk mencegah terulangnya kecelakaan yang serupa. Sampai dengan berakhirnya masa tanggapan dari draft laporan akhir tersebut tanggapan dari pihak penerima rekomendasi adalah sebagai berikut:

IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN

Sampai dengan disusunnya laporan akhir, belum ada tanggapan terkait dengan Tindakan Keselamatan yang telah dilakukan oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian terkait dengan kecelakaan ini.

IV.2 PT. ANGKASA PURA II (PERSERO)

Mendasari rekomendasi KNKT terhadap kecelakaan Anjlokkan KA Layang tanggal 12 Desember 2018 di Km. 0 + 560 Antara Terminal 3 – Terminal 2 Bandara SHIA, PT. Angkasa Pura II (Persero) melalui surat *Director of Engineering* Nomor: 16.03/00/10/2019/12322 tanggal 30 Oktober 2019 perihal Penyampaian Tanggapan dan Tindakan Keselamatan atas Laporan Investigasi KNKT, telah menyampaikan tanggapan terhadap Draft laporan akhir investigasi KNKT Nomor: KNKT.1812.11.02, dengan tanggapan dan Tindakan Keselamatan sebagai berikut:

- a. PT. Angkasa Pura II (Persero) telah membentuk struktur organisasi dan unit kerja yang bertanggung jawab terhadap operasi dan *maintenance* KA Layang Bandara Soekarno – Hatta melalui Peraturan Direksi PT. Angkasa Pura II (Persero) Nomor: PD.01.01/03/2019/0010 tanggal 15 Maret 2019;
- b. Kontrak pengoperasian dan perawatan fasilitas operasi dan sarana perkeretaapian KA Layang ada pada Len – Woojin Consortium sebagai kontraktor pelaksana pekerjaan pengadaan sistem APMS Bandara Soekarno – Hatta, sedangkan saat ini kontrak operasi dan pemeliharaan APMS Bandara Soekarno Hatta dengan PT. Len Industri (Persero). Terkait dengan hal tersebut PT. Angkasa Pura II (Persero) akan menyesuaikan lingkup pekerjaan dengan pihak penerima kontrak dalam kontrak yang baru;
- c. PT. Angkasa Pura II (Persero) telah menambah tenaga perawatan prasarana dan sarana perkeretaapian KA Layang, dan akan dilengkapi lagi secara bertahap. Komposisi SDM pelaksana perkeretaapian KA Layang di Bandara SHIA adalah sebagai berikut:
 - Jumlah keseluruhan Awak Sarana Perkeretaapian (ASP/Masinis) KA layang sebanyak 17 (tujuh belas) orang dengan jumlah ASP yang memiliki sertifikasi sebanyak 17 (tujuh belas) orang;
 - Jumlah keseluruhan tenaga perawatan sarana perkeretaapian KA layang sebanyak 22 (dua puluh dua) orang dengan jumlah tenaga perawatan sarana perkeretaapian yang memiliki sertifikasi sebanyak 15 (lima belas) orang;

- Jumlah keseluruhan tenaga perawatan prasarana perkeretaapian KA layang sebanyak 38 (tiga puluh delapan) orang dengan jumlah tenaga perawatan prasarana perkeretaapian yang memiliki sertifikasi sebanyak 19 (sembilan belas) orang.
- d. *Maintenance Facility* terkait dengan keperluan perawatan sarana perkeretaapian APMS saat ini dalam proses pengadaan oleh PT. Angkasa Pura II (Persero);
- e. Pengambilan, pengolahan dan analisa data dalam TCMS menggunakan alat yang dimiliki oleh Woojin Korea dan alat tersebut tidak *include* dalam paket pekerjaan pengadaan sistem APMS Bandara SHIA. Terkait dengan hal tersebut, peralatan diagnostik dan pengujian TCMS saat ini termasuk dalam *Maintenance Facility* yang saat ini dalam proses pengadaannya oleh PT. Angkasa Pura II (Persero);
- f. PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk sebagai pihak kontraktor Jalur dan Bangunan APMS, PT. Eskapindo Matra-CCM KSO sebagai pihak konsultan APMS dan PT. Angkasa Pura II (Persero) sebagai pihak peyelenggara APMS di Bandara SHIA, bersama dengan Balai Pengujian Perkeretaapian sebagai pihak penguji telah melaksanakan pengujian jalur dan bangunan. Sertifikat uji pertama sarana perkeretaapian diterbitkan pada bulan November dan Desember 2017;
- g. Len Woojin Consortium telah melakukan penggantian terhadap *Guide Wheel* (roda pengarah) dan *Switching Wheel* (roda pengalih) pada rangkaian TS 4, TS 5 dan TS 6 dari KA Layang pada tanggal 26 Desember 2019;
- h. Material Urethane dari *Guide Wheel* (roda pengarah) dan *Switching Wheel* (roda pengalih) dari sarana perkeretaapian APMS, merupakan bawaan dari Woojin Korea, dan ada kemungkinan kurang cocok dengan iklim tropis yang ada di Indonesia. Terkait dengan hal tersebut, akan dipastikan kualitas material *spare part* dari *Guide Wheel* (roda pengarah) dan *Switching Wheel* (roda pengalih) sesuai dengan desain dan spesifikasi teknis awal dengan melampirkan hasil *Quality Control* pabrikan Woojin setiap pengadaannya;
- i. Meningkatkan jumlah persediaan *spare part* dari *Guide Wheel* (roda pengarah) dan *Switching Wheel* (roda pengalih), dengan jumlah persediaan *spare part* per tanggal 22 Oktober 2019 dari *Guide Wheel* (roda pengarah) sebanyak 48 buah dan *Switching Wheel* (roda pengalih) sebanyak 39 buah. Kebutuhan operasi dari sarana perkeretaapian APMS yang dibutuhkan saat ini adalah 2 TrainSet dimana masing – masing Trainset membutuhkan 16 buah *Guide Wheel* (roda pengarah) dan 16 buah *Switching Wheel* (roda pengalih);
- j. Terkait dengan banyaknya pori – pori yang ditemukan dalam material Urethane dari *Guide Wheel* (roda pengarah) dan *Switching Wheel* (roda pengalih), PT. Len akan menyampaikan hal tersebut ke pihak Woojin sebagai pihak penyedia material tersebut dan meminta melampirkan dokumen QC (Quality Control) dalam setiap pengiriman material tersebut kepada PT. Len;

- k. PT. Angkasa Pura II (Persero) akan memperbaiki dokumen Instruksi Kerja Prosedur Penggantian *Guide Wheel* (roda pengarah) dan *Switching Wheel* (roda pengalih) terutama lebih meningkatkan pembersihan terhadap sisi bogie (guide frame) tempat terpasangnya material tersebut dari kotoran/partikel asing;
- l. Pemeriksaan kerataan jalur lintasan dipercayakan kepada mitra konsultan yaitu PT. Eskapindo Matra-CCM KSO dan pengawas dan kontraktor pembangunannya, yaitu PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk;
- m. Sudah dilakukan evaluasi terhadap alur dokumen perawatan dengan adanya form tindak lanjut setiap ada temuan/catatan pada kegiatan perawatan sarana ataupun prasarana perkeretaapian APMS;
- n. Sudah dilakukan evaluasi untuk selanjutnya setiap ditemukan adanya kondisi retak dan keretakan yang sudah berkurang pada *Guide Wheel* (roda pengarah) dan *Switching Wheel* (roda pengalih) saat pelaksanaan perawatan kereta dilakukan penggantian terhadap material tersebut;
- o. PT. Angkasa Pura II (Persero), sedang melakukan konsultasi dan koordinasi dengan Direktorat Keselamatan Ditjen Perkeretaapian terkait penerapan SMKP terhadap penyelenggaraan KA Layang di Bandara SHIA. Selain itu, telah disusun *Standard Operating Procedure* (SOP) pola operasi darurat *Automated Guide Transit* (AGT) Bandara SHIA sebagai bagian dari SMKP.

PT. Angkasa Pura II (Persero) telah melakukan *Corrective Actions* terhadap rekomendasi keselamatan KNKT yang ditulis dalam Draft laporan akhir investigasi KNKT Nomor: KNKT.1812.11.02. Tindakan – tindakan yang telah dan akan dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Rekomendasi KNKT:

Membentuk struktur organisasi dan unit kerja yang bertanggung jawab langsung terhadap keselamatan dan penyelenggaraan KA Layang.

Tindakan Perbaikan:

Tindak lanjut terhadap rekomendasi tersebut, PT. Angkasa Pura II (Persero) telah membentuk struktur organisasi dan unit kerja yang bertanggung jawab terhadap operasi dan *maintenance* KA Layang Bandara Soekarno – Hatta melalui Peraturan Direksi PT. Angkasa Pura II (Persero) Nomor: PD.01.01/03/2019/0010 tanggal 15 Maret 2019.

b. Rekomendasi KNKT:

Melengkapi fasilitas peralatan dan perlengkapan dari Depo perawatan KA Layang agar perawatan terhadap keseluruhan sistem sarana perkeretaapian KA Layang dapat dilakukan.

Tindakan Perbaikan:

PT. Angkasa Pura II (Persero) saat ini sedang melakukan proses pengadaan terhadap *Maintenance Facility* untuk keperluan seluruh lingkup kegiatan perawatan sarana perkeretaapian APMS.

Pengadaan *Maintenance Facility* dilakukan berdasarkan surat dari PT. Angkasa Pura II (Persero) Nomor: 14.07/01/09/2019/3892 tanggal 16 September 2019 perihal Pengadaan Spesial Tools APMS Bandara Soekarno Hatta dan surat dari PT. PT. Len Industri (Persero) Nomor: 616/LEN/LT/X/2019 tanggal 01 Oktober 2019 perihal Pengadaan *Special Tools* APMS Bandara Soekarno Hatta.

c. Rekomendasi KNKT:

Memastikan tersedianya suku cadang yang cukup untuk keperluan perawatan dan perbaikan dari keseluruhan sistem sarana dan prasarana KA Layang.

Tindakan Perbaikan:

PT. Angkasa Pura II (Persero) telah menambah jumlah ketersediaan *spare part* berupa *Guide Wheel* (roda pengarah) dan *Switching Wheel* (roda pengalih) dengan jumlah *spare part* tersebut per tanggal 22 Oktober 2019 terdiri dari 48 pieces unit *Guide Wheel* dan 39 pieces unit *Switching Wheel*, dimana kebutuhan operasi dari masing – masing Trainset setidaknya membutuhkan 16 pieces unit *Guide Wheel* dan 16 pieces unit *Switching Wheel*. Pengadaan dari *Guide Wheel* dan *Switching Wheel* dilakukan berdasarkan Perjanjian Pengadaan Jasa tentang Pekerjaan operasi dan Pemeliharaan Automated People Mover System (APMS) Bandara Soekarno – Hatta Nomor: PJJ.06.02/01/08/2019/0813 antara PT. Angkasa Pura II (Persero) dan PT. Len Industri (Persero) yang terhitung mulai tanggal 1 Agustus sampai dengan 1 Agustus 2020.

d. Rekomendasi KNKT:

Memastikan proses manufaktur dan kualitas dari suku cadang yang digunakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan dari sarana perkeretaapian KA Layang sesuai dengan kriteria desain yang dipersyaratkan.

Tindakan Perbaikan:

PT. Angkasa Pura II (Persero) melalui PT. Len Industri (Persero) akan memeriksa dan memastikan kualitas material *spare part* berupa *Guide Wheel* (roda pengarah) dan *Switching Wheel* (roda pengalih) sesuai dengan spesifikasi teknis awal dengan melampirkan hasil *Quality Control* pabrikan Woojin dalam setiap pengadaannya.

V. REKOMENDASI

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

V.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN

- a. Meningkatkan pengawasan terhadap penyelenggaraan perkeretaapian khusus di bandar udara Internasional Soekarno-Hatta terkait dengan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Perkeretaapian dari KA Layang;
- b. Melakukan pembaharuan terhadap regulasi atau peraturan yang terkait dengan tata cara pengujian dari prasarana dan sarana perkeretaapian untuk jenis sarana *Automated Guide Transit* (AGT) atau *Auto People Mover System* (APMS).

V.2 PT. ANGKASA PURA II (PERSERO)

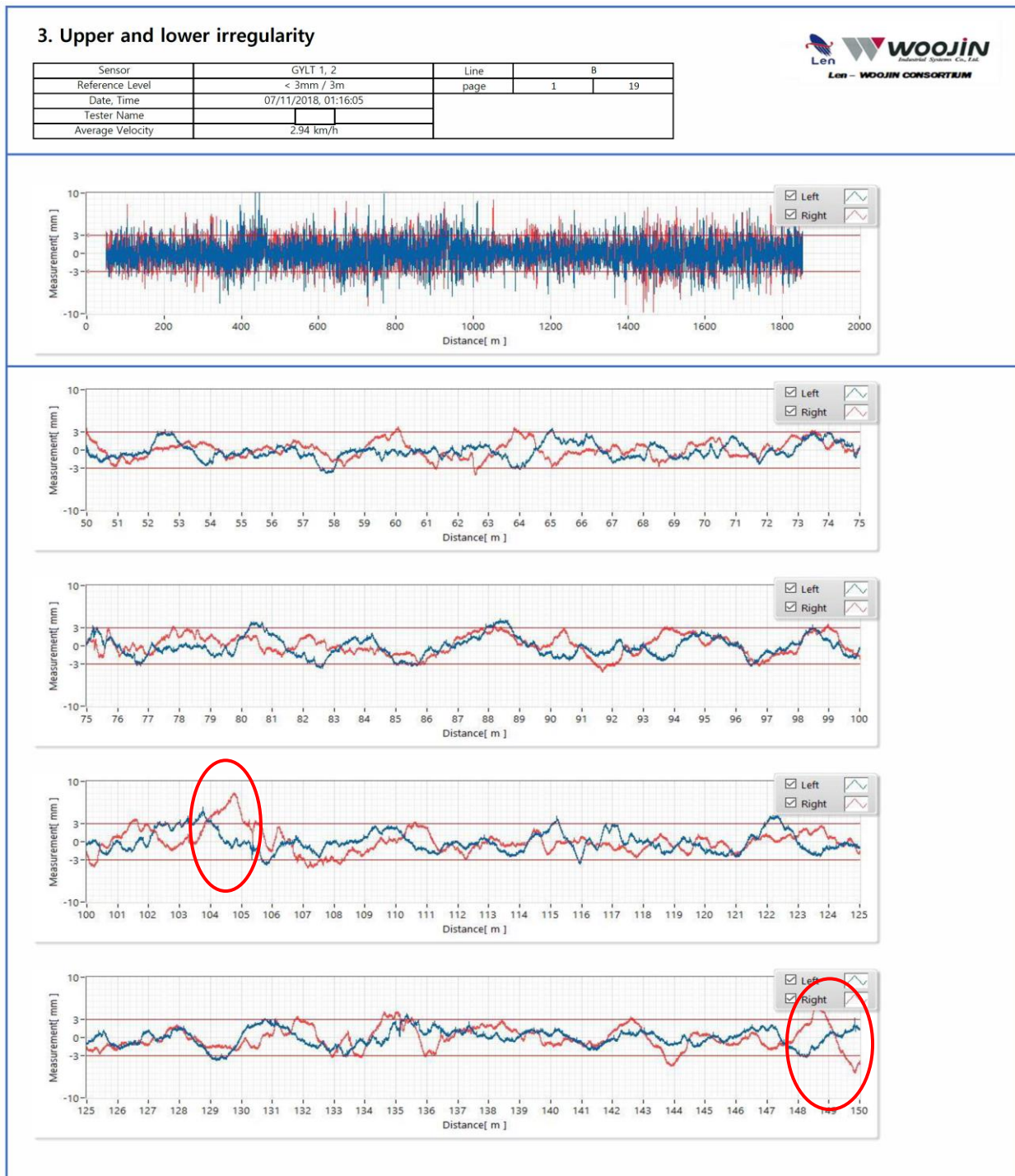
- a. Menyusun dan menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan Perkeretaapian terhadap penyelenggaraan KA Layang sesuai persyaratan yang ditentukan dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 69 Tahun 2018 Tentang Sistem Manajemen Keselamatan Perkeretaapian;
- b. Memastikan seluruh tenaga perawatan sarana dan prasarana KA Layang telah mendapat pelatihan teknis dan memiliki kompetensi untuk melakukan kegiatan perawatan sarana dan prasarana perkeretaapian sesuai dengan bidangnya terhadap sistem *Auto People Mover System* (APMS) atau KA Layang yang dioperasikan di Bandara Soekarno-Hatta dan dibuktikan dengan sertifikat dari badan hukum atau lembaga pendidikan;
- c. Melakukan perbaikan terhadap kondisi deviasi dari kerataan permukaan jalan lintasan KA Layang yang melebihi toleransi yang dipersyaratkan.

VI. DAFTAR REFERENSI

- [1] Len-Woojin Consortium, Guiderail Support Instalation Dimension, Jakarta, Indonesia, 2016.
- [2] Woojin Industrial System Co., Ltd., Indonesia SHIA APMS – General Specifications & Performance, South Korea, 2016.
- [3] Woojin Industrial System Co., Ltd., Indonesia SHIA APMS – Bogie Assembly, South Korea, 2016.
- [4] Woojin Industrial System Co., Ltd., Indonesia SHIA APMS – Manufacturing specification of guide wheel and turnout wheel, South Korea, 2016.
- [5] Len-Woojin Consortium, Daftar Part Kebutuhan Vehicle APMS.
- [6] Undang – Undang 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian, Indonesia, 2007.
- [7] Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian, Indonesia, 2009.
- [8] Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 2017 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian, Indonesia, 2017.
- [9] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM. 55 Tahun 2014 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM. 91 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian Khusus, Indonesia, 2014.
- [10] Woojin Industrial System Co., Ltd., SHIA APMS Skytrain Project – Cause and Countermeasure of Crack on Guide Wheel and Turnout Wheel, 2019.
- [11] Woojin Industrial System Co., Ltd., SHIA APMS Skytrain Project – Investigation Report on Bogie Frame Damage, 2019.

VII. LAMPIRAN

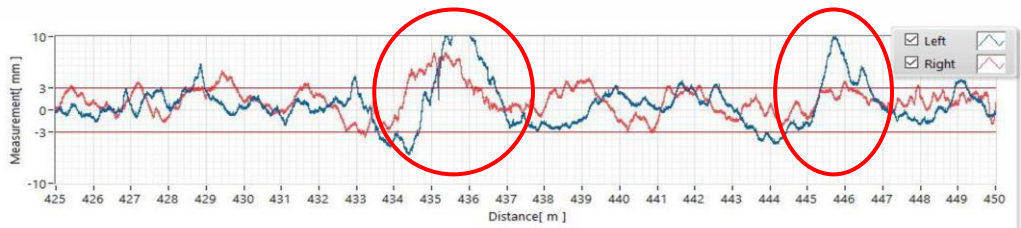
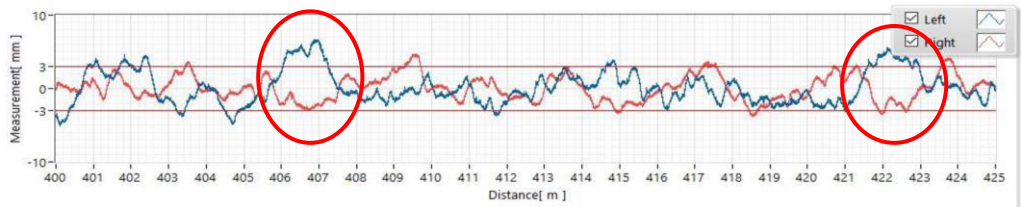
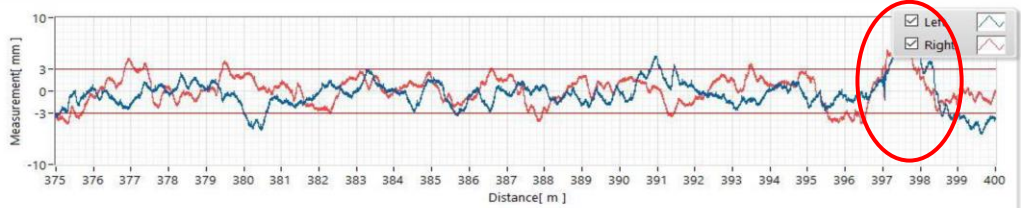
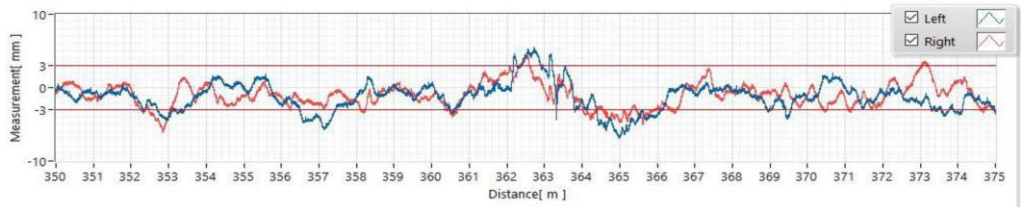
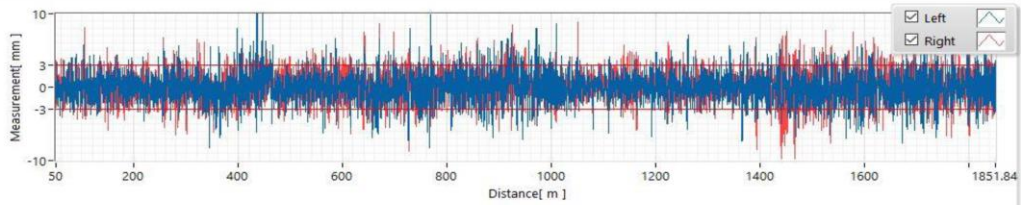
VI.1 HASIL PEMERIKSAAN KERATAAN JALAN LINTASAN KA LAYANG DI JALUR B PADA BULAN NOVEMBER 2018



3. Upper and lower irregularity



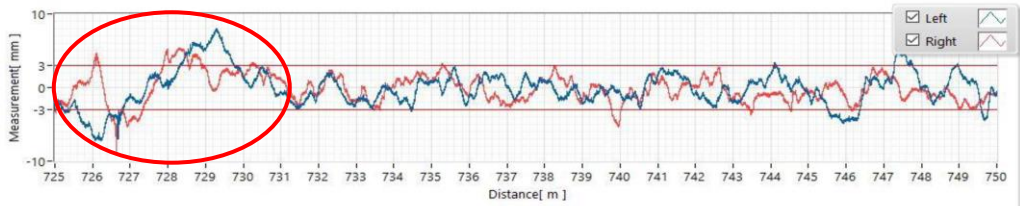
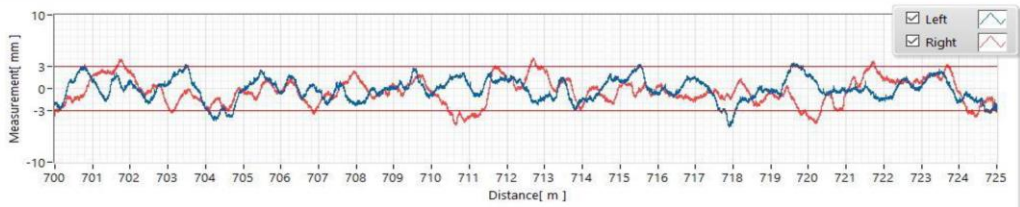
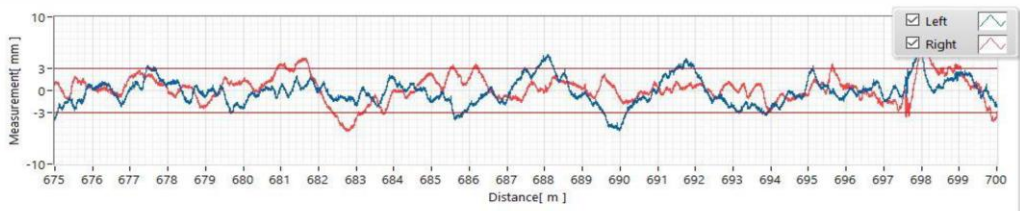
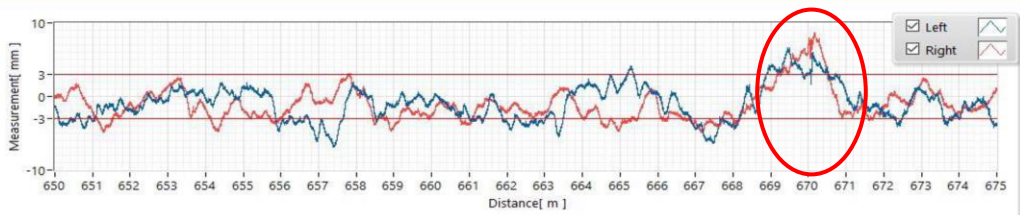
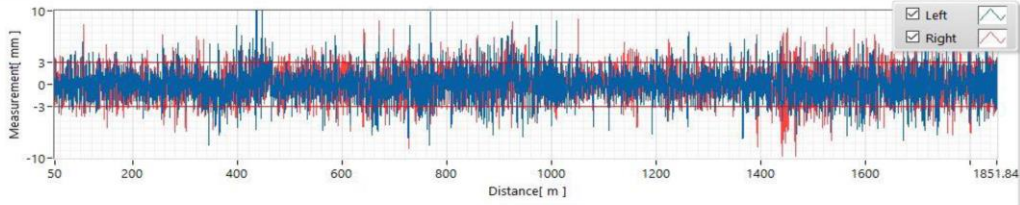
Sensor	GYLT 1, 2	Line	B	
Reference Level	< 3mm / 3m	page	4	19
Date, Time	07/11/2018, 01:16:05			
Tester Name				
Average Velocity	2.94 km/h			



3. Upper and lower irregularity



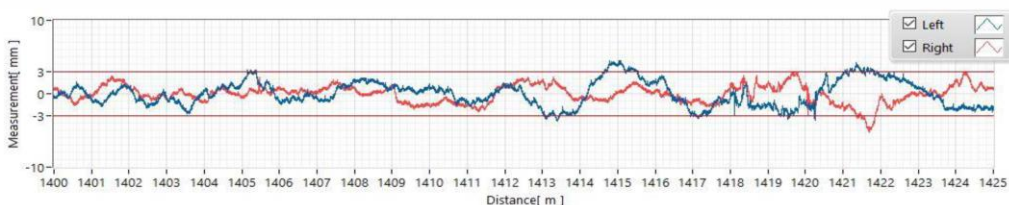
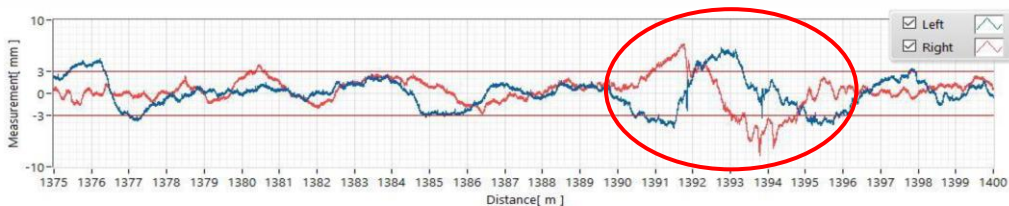
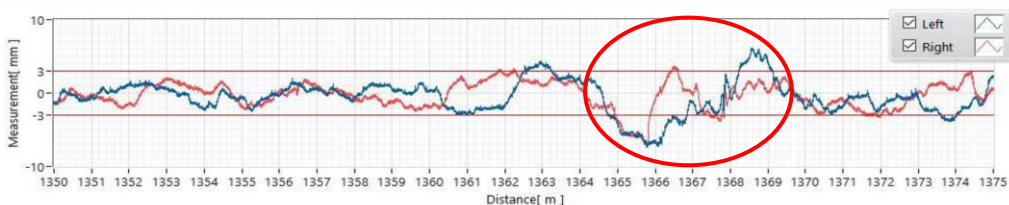
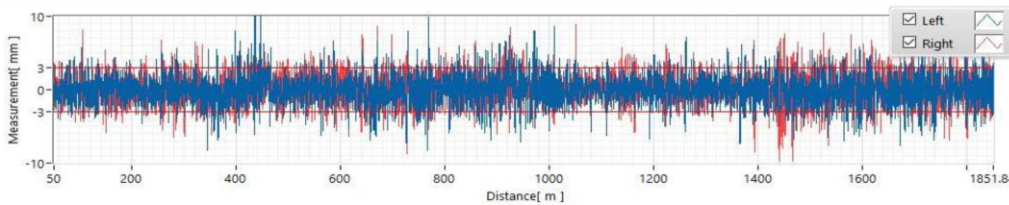
Sensor	GYLT 1, 2	Line	B	
Reference Level	< 3mm / 3m	page	7	19
Date, Time	07/11/2018, 01:16:05			
Tester Name				
Average Velocity	2.94 km/h			



3. Upper and lower irregularity



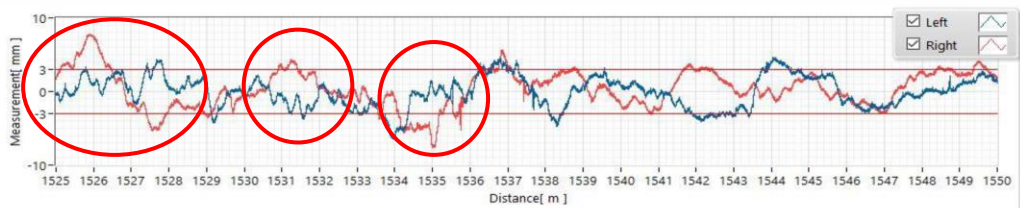
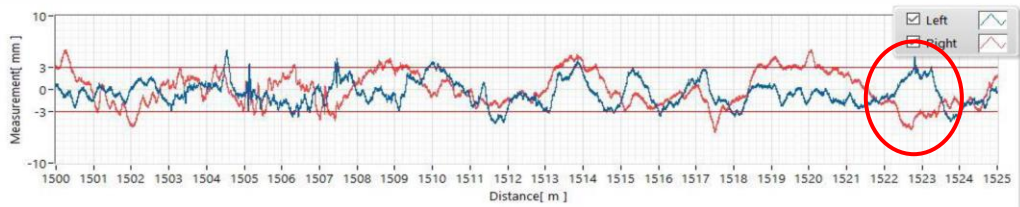
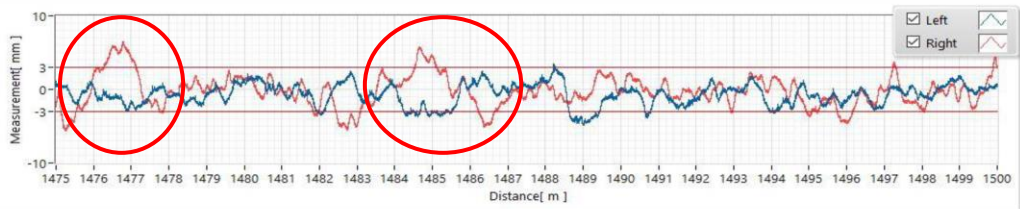
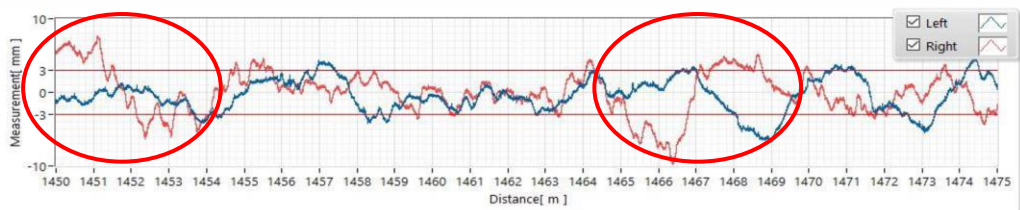
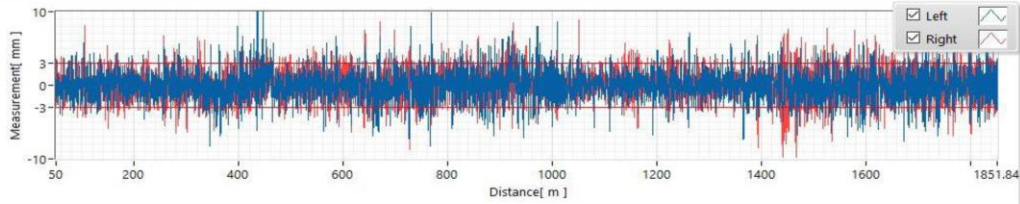
Sensor	GyLT 1, 2	Line	B	
Reference Level	< 3mm / 3m	page	14	19
Date, Time	07/11/2018, 01:16:05			
Tester Name				
Average Velocity	2.94 km/h			



3. Upper and lower irregularity



Sensor	GyLT 1, 2	Line	B	
Reference Level	< 3mm / 3m	page	15	19
Date, Time	07/11/2018, 01:16:05			
Tester Name				
Average Velocity	2.94 km/h			



VI.2 LEMBAR PENGOPERASIAN TRAINSET 2 DAN TRAINSET 6 TANGGAL 12 DESEMBER 2018



PT. Len Industri (Persero)

SERAH TERIMA DINASAN OCC

HARI : <i>Rabu</i>	TANGGAL : <i>12 Desember 2018</i>	JAM : <i>05:00</i>			
DISERAHKAN DINAS OCC <i>Malam</i> KE DINAS OCC <i>pagi</i> dalam keadaan aman					
1. Keadaan Jalur : I. Line A : <i>Aman</i> II. Line B : <i>Aman</i>					
2. Alat - Alat Inventaris :					
No	Item	Unit	Keterangan	Serah	Terima
1.	HT Hytera + Charger	<i>16+7</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Form Checklist TC	-		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Form Checklist SM	<i>9</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Log Book OCC	<i>1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Log Book SM	-		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Form Perka	<i>2</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7.	Form IKL	<i>1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8.	Form Gangguan	<i>1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9.	Form Peminjaman Barang	<i>1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10.	Kunci Shelter + MP + Maintenance	<i>7+3+1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11.	Hp Lenovo	<i>1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12.	Kunci depo+ Toilet + Gudang	<i>4+4+1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13.	Kunci Trafo + Emergency T3	<i>1+1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14.	Kunci Rak APD + Kunci Rak Maintenance	<i>2+1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15.	RFID Card + Kunci Lemari Tools	<i>3+1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16.	Kunci Panel Gardu + Kunci R. Gardu	<i>1+1</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Telegram / Surat-Surat Penting :			-		
4. Keterangan/Kejadian :			<div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> - Operasi Line B menggunakan TS 2 & TS 6 - Untuk TS 3 Masuk Dipo. </div>		
OCC YANG MENYERAHKAN			OCC YANG MENERIMA		
NAMA :			NAMA :		
TANDA TANGAN :			TANDA TANGAN :		

Daily Inspection Check

Date : 12-12-18		Train No : TS.2			
Time : 01.00		Duty			
No	Item	Content	MC1	MC2	Remarks
1	Common	Visual checking for all component	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	PDT	PDT Test by TCMS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3		Contact of master controller (direction, notch)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4		TCMS DU normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5		No fault on TCMS DU	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6		Pressure gauge normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7		No fault lamp on driver's desk	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Electric horn	Normal operation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Side door	Normal operation of open and close	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10		No noise at operation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11		Interlock normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12		Door lamp of driver's desk normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Light	Passenger room light normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14		Head and tail light normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15		Driver desk upper ceiling light normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Air condition	Visual checking (Normal operation, temperature, etc)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17		Audible checking (sound, smell and others)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	PA and display board	PA system normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19		Speaker normal (NO abnormal sound)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20		LCD display normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Name Plate	Name plate and symbol attachment normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Gangway	Gangway diaphragm and joint plat normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

SPV. Maintenance



Daily Inspection Check

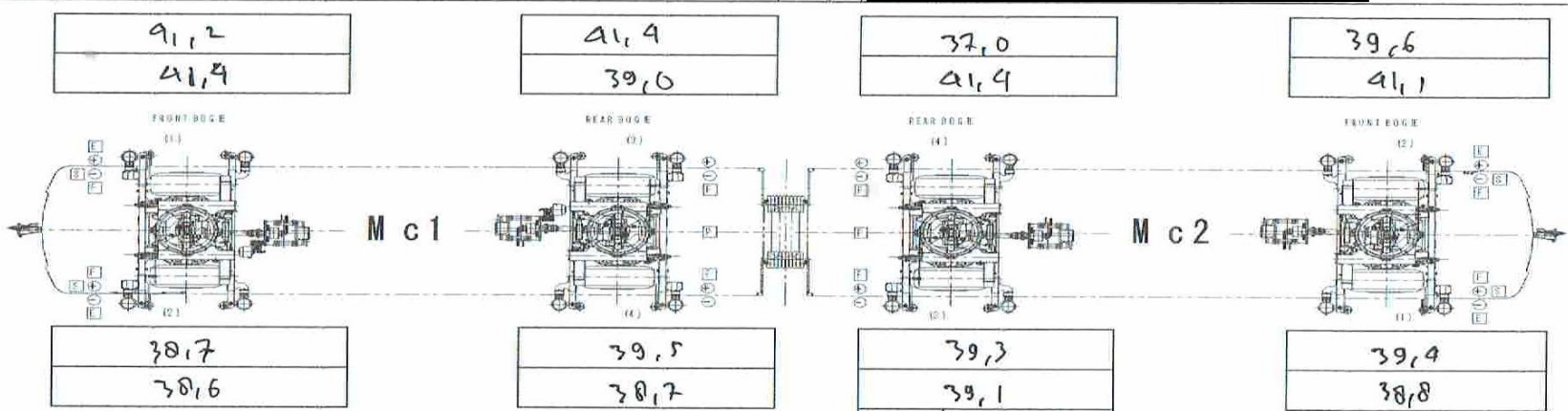
Date : 12-12-2018		Train No : TSL			
Time : 01:00		Duty : 			
No	Item	Content	MC1	MC2	Remarks
1	Common	Visual checking for all component	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	PDT	PDT Test by TCMS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3		Contact of master controller (direction, notch)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4		TCMS DU normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5		No fault on TCMS DU	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6		Pressure gauge normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7		No fault lamp on driver's desk	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Electric horn	Normal operation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Side door	Normal operation of open and close	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10		No noise at operation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11		Interlock normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12		Door lamp of driver's desk normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Light	Passenger room light normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14		Head and tail light normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15		Driver desk upper ceiling light normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Air condition	Visual checking (Normal operation, temperature, etc)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17		Audible checking (sound, smell and others)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	PA and display board	PA system normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19		Speaker normal (NO abnormal sound)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20		LCD display normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Name Plate	Name plate and symbol attachment normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Gangway	Gangway diaphragm and joint plat normal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

SPV. Maintenance



DAILY INSPECTION CHECK SHEET BOGIE

Tanggal	12-12-18	No Kereta	TS 6
Waktu	01.00	Petugas	

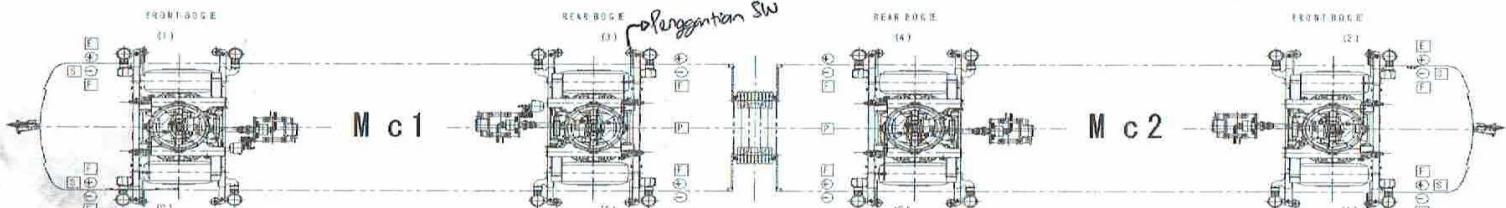


NO	ITEM	PEMERIKSAAN	MC 1								MC 2							
			POSISI (1)		POSISI (2)		POSISI (3)		POSISI (4)		POSISI (1)		POSISI (2)		POSISI (3)		POSISI (4)	
			L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
1	GUIDE WHEEL	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		ROLLING CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	TURNOUT WHEEL	VISUAL CHECK	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
		ROLLING CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	POWER COLLECTOR	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	PNEUMATIC-HYDRAULIC CHAMBER A	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		OIL LEVEL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	AXLE	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		OIL LEVEL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	RUNNING WHEEL	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Supervisor Maintenance

DAILY INSPECTION CHECK SHEET BOGIE

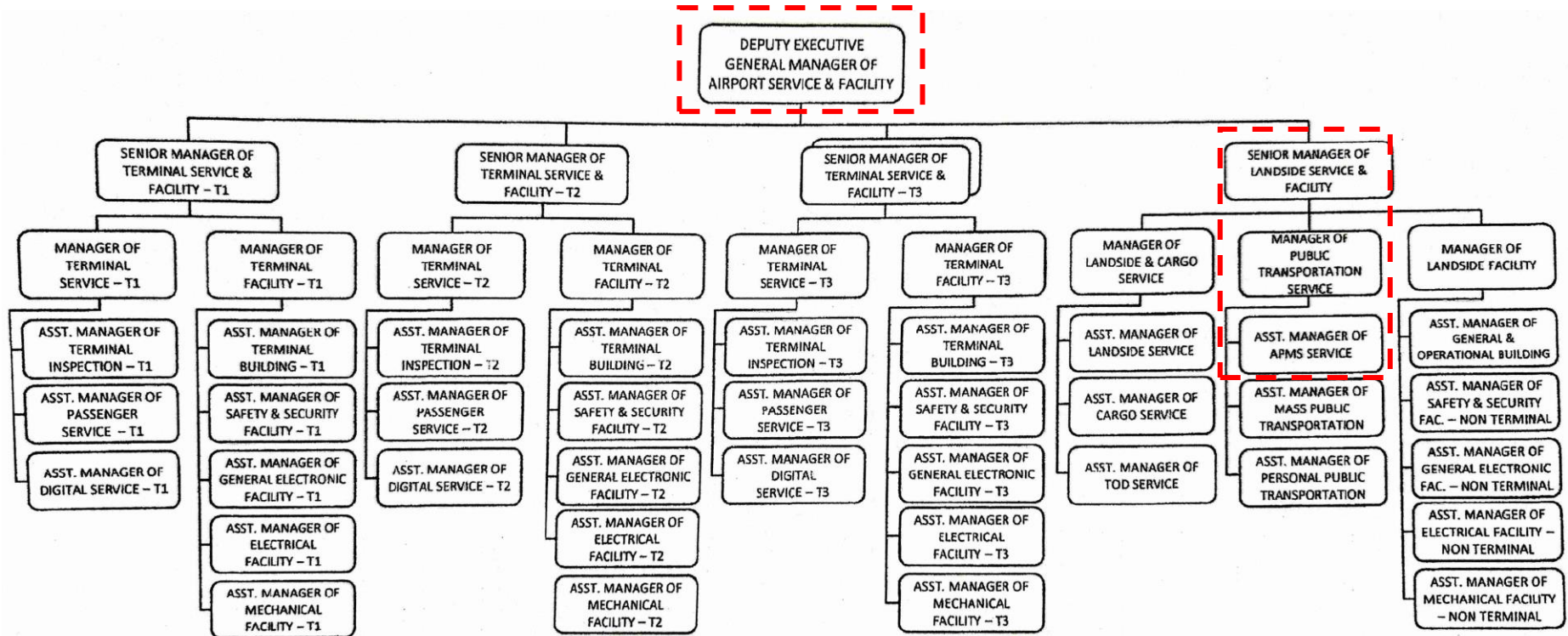
Tanggal	12-12-18	No Kereta	TS. 2
Waktu	01.00	Petugas	

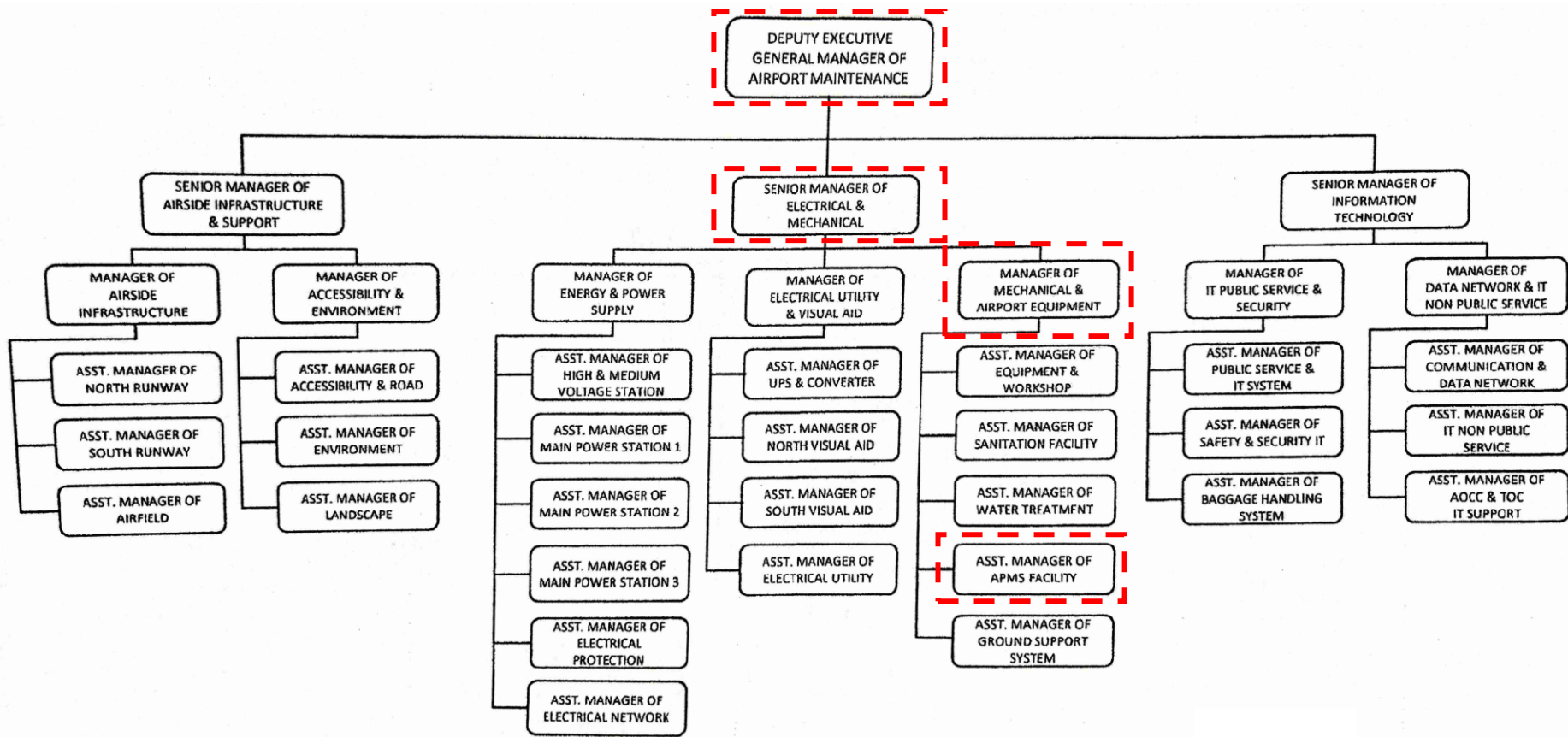
<table border="1" style="width:100%;"> <tr><td style="text-align: left;">41,1</td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">37,5</td><td style="text-align: right;">-</td></tr> </table>	41,1	+	37,5	-	<table border="1" style="width:100%;"> <tr><td style="text-align: left;">37,5</td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">37,8</td><td style="text-align: right;">-</td></tr> </table>	37,5	+	37,8	-	<table border="1" style="width:100%;"> <tr><td style="text-align: left;">37,9</td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">42,8</td><td style="text-align: right;">-</td></tr> </table>	37,9	+	42,8	-	<table border="1" style="width:100%;"> <tr><td style="text-align: left;">41,8</td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">41,7</td><td style="text-align: right;">-</td></tr> </table>	41,8	+	41,7	-
41,1	+																		
37,5	-																		
37,5	+																		
37,8	-																		
37,9	+																		
42,8	-																		
41,8	+																		
41,7	-																		
FRONT BOGIE (1)	REAR BOGIE (3)	REAR BOGIE (4)	FRONT BOGIE (2)																
																			
<table border="1" style="width:100%;"> <tr><td style="text-align: left;">41,3</td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">40,1</td><td style="text-align: right;">-</td></tr> </table>	41,3	+	40,1	-	<table border="1" style="width:100%;"> <tr><td style="text-align: left;">40,3</td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">39,7</td><td style="text-align: right;">-</td></tr> </table>	40,3	+	39,7	-	<table border="1" style="width:100%;"> <tr><td style="text-align: left;">41,1</td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">39,8</td><td style="text-align: right;">-</td></tr> </table>	41,1	+	39,8	-	<table border="1" style="width:100%;"> <tr><td style="text-align: left;">41,3</td><td style="text-align: right;">+</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">39,2</td><td style="text-align: right;">-</td></tr> </table>	41,3	+	39,2	-
41,3	+																		
40,1	-																		
40,3	+																		
39,7	-																		
41,1	+																		
39,8	-																		
41,3	+																		
39,2	-																		

NO	ITEM	PEMERIKSAAN	MC 1								MC 2							
			POSISI (1)		POSISI (2)		POSISI (3)		POSISI (4)		POSISI (1)		POSISI (2)		POSISI (3)		POSISI (4)	
			L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
1	GUIDE WHEEL	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		ROLLING CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	TURNOUT WHEEL	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		ROLLING CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	POWER COLLECTOR	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	PNEUMATIC-HYDRAULIC CHAMBER	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		OIL LEVEL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	AXLE	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		OIL LEVEL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	RUNNING WHEEL	VISUAL CHECK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Supervisor Maintenance

VI.4 STRUKTUR ORGANISASI DI PT ANGKASA PURA II (PERSERO) YANG BERTANGGUNGJAWAB TERHADAP PENGOPERASIAN DAN PERAWATAN KA LAYANG BERDASARKAN PERATURAN DIREKSI PT. ANGKASA PURA II (PERSERO) NOMOR: PD.01.01/03/2019/0010 TANGGAL 15 MARET 2019





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

