KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
REPUBLIK INDONESIA

LAPORAN AKHIR

KNKT.18.09.09.02

LAPORAN INVESTIGASI KECELAKAAN PERKERETAAPIAN

ANJLOK KA 3003D

EMPLASEMEN STA. DURIAN
SUMATERA SELATAN
DIVRE IV TANJUNGKARANG
24 SEPTEMBER 2018

2019

KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

"Keselamatan dan Keamanan Transportasi
Merupakan Tujuan Bersama"

DASAR HUKUM

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, dengan dasar sebagai berikut:

1. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian;
2. Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 62 Tahun 2013 tentang Investigasi Kecelakaan Transportasi;
4. Peraturan Presiden Nomor 2 Tahun 2012 tentang Komite Nasional Keselamatan Transportasi.

*Keselamatan adalah merupakan pertimbangan yang paling utama ketika KNKT menyampaikan **rekomendasi keselamatan** sebagai hasil dari suatu penyelidikan dan penelitian.*
*Para pembaca sangat disarankan untuk menggunakan informasi yang ada di dalam laporan KNKT ini dalam rangka **meningkatkan tingkat keselamatan transportasi**; dan tidak diperuntukkan untuk penuduhan atau penuntutan.*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI ..... **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 **3**
I.3 PETA LOKASI KECELAKAAN **4**
I.4 AKIBAT KECELAKAAN KERETA API **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 AWAK SARANA PERKERETAAPIAN **5**
I.5.1 Masinis KA 3003D 5
I.5.2 Asisten Masinis KA 3003D 6
I.5.3 PPKA Stasiun Durian 6
I.6 INFORMASI PRASARANA PERKERETAAPIAN **6**
I.6.1 Kondisi Jalan Rel Stasiun Durian 6
I.6.2 Pengukuran Total Quality Index (TQI) 6
I.7 INFORMASI SARANA PERKERETAAPIAN **7**
I.7.1 Informasi Train Set 7
I.7.2 Informasi Data Gerbong 7
I.7.3 Informasi Pemeriksaan Gerbong 8
I.7.4 Informasi Perawatan Gerbong 9
I.7.5 Informasi Bearing Roda 10
I.7.6 Informasi Perawatan Bearing Roda 12
I.8 INFORMASI OPERASIONAL KERETA API **23**
I.8.1 Informasi Timbangan Berat Muatan KA 3003D 23
I.8.2 Informasi Perjalanan dari KA 3044 dan KA 3003D 28
I.8.3 Informasi Kecepatan Kereta Api 29
I.9 INFORMASI RERUNTUHAN (WRECKAGE) **30**

II. ANALISIS 33
II.1 Pengamatan Terhadap Komponen Bearing dan Jurnal As Roda 33
II.2 Mode Kegagalan Bearing 34
II.2.1 Kerusakan Pada Permukaan Roller Bearing 34
II.2.2 Kerusakan Pada Cage Bearing 35
II.2.3 Kelonggaran Antara Inner Bearing dan As Roda 36
II.2.3 Kegagalan Pelumasan Bearing 37
II.2.4 Karat dan Korosi pada Bearing 37
II.3 Proses Rekondisi Bearing 37
II.4 Pemeriksaan Kondisi Bearing 40
II.5 Faktor Operasional Kereta Api 41
III. KESIMPULAN 43
III.1 TEMUAN 43
III.2 FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI 45
IV. SAFETY ACTIONS 46
IV.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN 46
IV.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO) 46
V. REKOMENDASI 47
V.1 DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN 47
V.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO) 47
VI. DAFTAR REFERENSI 48
VII. LAMPIRAN 49
VII.1 PEMERIKSAAN RANGKAIAN GERBONG DARI KA 3044 49
VII.2 SOP PERAWATAN BEARING RODA 50
VII.3 LEMBAR PEMERIKSAAN REKONDISI BEARING RODA 52
VII.4 DAFTAR ALAT UKUR DAN KALIBRASI PERALATAN DI UPT BALAI YASA LAHAT 55

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 prasarana perkeretaapian adalah pihak yang menyelenggarakan prasarana perkeretaapian

Penyelenggara sarana perkeretaapian adalah badan usaha yang mengusahakan sarana perkeretaapian umum

Jalur kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel 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 rel 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 adalah besi batang untuk landasan jalan kereta api

Bantalan adalah adalah landasan tempat rel bertumpu yang berfungsi untuk menyalurkan beban dari roda ke rel.

Penambat adalah pengikat rel ke bantalan rel kereta api.

Ballast adalah batu kerikil yang terletak di bawah permukaan bantalan untuk mengikat bantalan agar tidak bergerak, menyalurkan beban dari bantalan ke tanah dan meredam getaran yang terjadi pada rel.

Stasiun kereta api adalah tempat pemberangkatan dan pemberhentian kereta api

Emplasemen stasiun kereta api adalah tempat terbuka atau tanah lapang yang disediakan untuk jawatan atau satuan bangunan (seperti tanah lapang di dekat stasiun untuk keperluan jawatan kereta api)

As roda adalah pusat atau sumbu dari roda yang berputar bersama dengan roda dan berfungsi untuk meneruskan tenaga gerak dari sarana perkeretaapian ke roda

Bearing roda adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Bearing umumnya dipasang pada as roda dan ditempat-tempat yang berputar lainnya

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 sarana perkeretaapian

Train Set adalah susunan konfigurasi dari beberapa sarana perkeretaapian yang terhubung satu sama lain membentuk satu rangkaian kereta api

Lokomotif adalah sarana perkeretaapian yang memiliki penggerak sendiri yang bergerak dan digunakan untuk menarik dan/atau mendorong kereta, gerbong, dan/atau peralatan khusus

Gerbong adalah yang ditarik dan/atau didorong lokomotif dan digunakan untuk mengangkut barang

TLS (Train Loading Station) adalah fasilitas pengisian batubara untuk dimuatkan atau dibebankan ke seluruh rangkaian gerbong kosong dari rangkaian kereta api yang akan mengangkut batubara tersebut

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)

Tanda adalah isyarat yang berfungsi untuk memberi peringatan atau petunjuk kepada petugas yang mengendalikan pergerakan sarana kereta api

Marka adalah tanda berupa gambar atau tulisan yang berfungsi sebagai peringatan atau petunjuk tentang kondisi tertentu pada suatu tempat yang terkait dengan perjalanan 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 Batubara Rangkaian Panjang adalah kereta api angkutan barang yang mengangkut muatan batubara dari Tanjung Enim Baru, Propinsi Sumatera Selatan sampai dengan Tarahan, Propinsi Lampung

Pemeriksaan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi dan fungsi prasarana atau sanrana perkeretaapian

PUG (Petugas Urusan Gerbong) adalah sub unit di bawah unit pelaksana teknis dipo gerbong yang mempunyai tugas melaksanakan pemeriksaan harian dan perbaikan gerbong, menyiapkan dan memeriksa gerbong untuk dinas kereta api atau pemeriksaan rangkaian kereta api di stasiun pemeriksa tertentu

Perawatan adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan keandalan prasarana atau sarana perkeretaapian agar tetap laik operasi

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

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

Pengendali Perjalananan Kereta Api adalah orang yang mengendalikan perjalanan kereta api dari beberapa stasiun dalam wilayah pengendaliannya

Tenaga Perawatan Sarana Perkeretapian adalah tenaga yang memenuhi kualifikasi kompetensi dan diberi kewenangan untuk melaksanakan perawatan sarana perkeretaapian

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

Tenaga Pemeriksa Prasarana Perkeretapian 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

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

Semboyan adalah pesan yang bermakna bagi petugas yang berkaitan dengan perjalanan kereta api sebagai perintah atau larangan yang diperagakan melalui orang atau alat berupa wujud, warna atau bunyi dan pemberitahuan tentang kondisi jalur, pembeda, batas, dan petunjuk tertentu

Jalur ganda adalah jalur ganda kereta api yang digunakan untuk dua arah kereta api

Keselamatan adalah kondisi yang bebas dari ancaman dan risiko kecelakaan

Flens roda adalah tonjolan di bagian pinggiran keping roda sarana perkeretaapian yang berfungsi untuk mengendalikan gerakan roda dan mencegah roda agar tidak keluar rel

Titk Awal Jatuh (TAJ) roda adalah tanda benturan flens roda yang menunjukkan lokasi posisi atau letak awal jatuhnya flens roda dari atas kepala rel di bagian bantalan atau penambat rel yang mengakibatkan kerusakan di bagian bantalan atau penambat rel

Track Quality Index (TQI) adalah nilai kuantitatif berupa angka dari hasil pengukuran geometri jalan rel yang menunjukkan kinerja dan kualitas jalan rel

Semboyan 21 adalah semboyan terlihat yang berupa tanda atau lampu berwarna merah pada kedua sisi kanan dan kiri suatu kereta/gerbong, menandakan bahwa kereta/gerbong ini mengakhiri rangkaian kereta api.

Deformasi Plastis adalah perubahan bentuk yang terjadi pada benda secara permanen, walaupun beban yang berkerja ditiadakan.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lintas dan lokasi kejadian 4
Gambar 2. Lokasi Kecelakaan Anjlokan KA 3003D di Emplasemen Stasiun Durian 4
Gambar 3. Gerbong GB 50 93 18 8
Gambar 4. Penempatan perangkat roda yang berisiko menimbulkan kerusakan pada bearing 10
Gambar 5. Komponen utama dari Tapered Roller Bearing Class D 5½ x 10” 11
Gambar 6. Proses pelepasan unit bearing dari as roda 13
Gambar 7. Proses pencucian komponen bearing 14
Gambar 8. Penempatan komponen cone bearing setelah selesai dicuci 14
Gambar 9. Pemeriksaan permukaan outer race pada komponen outer bearing 15
Gambar 10. Lekukan berbentuk titik pada permukaan outer race dari outer bearing 15
Gambar 11. Kaca pembesar untuk pemeriksaan cone bearing dalam kondisi rusak 16
Gambar 12. Proses pemeriksaan celah antara cage dan roller dengan menggunakan feeler gauge 16
Gambar 13. Goresan pada roller dari salah satu cone bearing yang telah diperiksa 17
Gambar 14. Pengaturan jarak axial/lateral clearance dari cone bearing dan spacer 17
Gambar 15. Posisi awal jarum penunjuk dari axial/lateral dial indicator gauge tidak nol 18
Gambar 16. Kotoran yang masuk ke dalam gemuk 19
Gambar 17. Aplikasi pelumasan gemuk ke cone bearing 20
Gambar 18. Proses perakitan kembali komponen bearing dengan mesin hydraulic press 20
Gambar 19. Unit bearing yang telah selesai direkondisi 21
Gambar 20. Proses pengukuran diameter jurnal as roda 21
Gambar 21. Proses tekan unit bearing ke jurnal as roda 22
Gambar 22. Kecepatan KA 3003D berdasarkan GPS 29
Gambar 23. Bagian patahan komponen jurnal as roda putus yang melekat pada keping roda 30
Gambar 24. (a) Deformasi plastis yang terjadi pada patahan jurnal as roda yang putus; (b) patahan as roda yang terpuntir 31
Gambar 25. Deformasi plastis dari komponen outer bearing dan inner ring bearing 32
Gambar 26. Deformasi plastis dari komponen seal cap bearing 32
Gambar 27. Bagian – bagian patahan dari komponen jurnal as roda yang putus 33
Gambar 28. Cacat pada roller yang dapat menyebabkan terjadinya spalling 35
Gambar 29. Fretting yang terjadi pada permukaan jurnal as roda 36
Gambar 30. Contoh penempatan perangkat roda yang salah (gambar kiri) dan penempatan perangkat roda yang benar (gambar kanan) 38

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengukuran TQI sebelum dan setelah kecelakaan 7
Tabel 2. Dimensi dan spesifikasi dari komponen Bearing 11
Tabel 3. Pengukuran bearing roda saat rekondisi 12
Tabel 4. Pengukuran axial/lateral bearing sebelum dipasang di gerbong GB 50 93 18 13
Tabel 5. Perbandingan spesifikasi gemuk untuk pelumas bearing 18
Tabel 6. Perbandingan jumlah takaran gemuk bearing kelas D keluaran Timken dan FAG 19
Tabel 7. Data timbangan dari rangkaian KA 3044 pada tanggal 24 September 2018 23
Tabel 8. Realisasi Perjalanan KA 3044 dan KA 3003D tanggal 24 September 2018 28

SINOPSIS

Pada hari Senin tanggal 24 September 2018 jam 10.09 WIB, terjadi kecelakaan kereta api anjlokan KA 3003D di Emplasemen Stasiun Durian, Wilayah Operasi Divre IV Tanjungkarang, Propinsi Sumatera Selatan.

KA 3003D adalah Kereta Api Batubara Rangkaian Panjang dengan susunan 1 (satu) *Train Set* terdiri dari 2 (dua) lokomotif tipe CC 205 (Lokomotif Diesel Elektrik) dan 60 (enam puluh) rangkaian gerbong berisi muatan batubara dengan kapasitas angkut beban tiap gerbong adalah 50 ton. Perjalanan KA 3003D diawaki oleh satu orang masinis dan satu orang asisten masinis sebagai Awak Sarana Perkeretaapian.

Pada jam 04.20 WIB KA 3044 diberangkatkan dari Stasiun Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Prabumulih X6. Pada jam 07.18 WIB KA 3003D tiba di Stasiun Prabumulih X6. Kemudian dari Stasiun Prabumulih X6 nomor KA 3044 berganti nomor menjadi KA 3003D dengan tujuan akhir perjalanan di Stasiun Tigagajah.

Pada jam 10.09 WIB, KA 3003D masuk dan berhenti di Stasiun Durian untuk melakukan persilangan dengan KA 3036 dan KA 3038. Saat KA 3003D berhenti di Emplasemen Stasiun Durian diketahui as roda dari gerbong GB 50 93 18 (rangkaian ke-50 dari 60 gerbong) putus dan mengakibatkan gerbong tersebut anjlok sebanyak 1 as roda.

KNKT menyimpulkan bahwa Kegagalan bearing kemungkinan besar disebabkan oleh besarnya gesekan yang terjadi antara bearing dengan jurnal as roda karena pelumasan yang ada di bearing sudah tidak bekerja/berfungsi sehingga kontak bearing dan permukaan as roda menjadi macet dan menghasilkan kenaikan temperatur yang tinggi, serta panas yang ditimbulkan dari kenaikan temperatur tersebut mengakibatkan material logam dari bearing dan jurnal as roda meleleh sehingga jurnal as roda putus. 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. KAI (Persero) sebagai operator prasarana dan sarana perkeretaapian.

I. INFORMASI FAKTUAL

I.1 DATA KEJADIAN DAN SUSUNAN RANGKAIAN KERETA API

Nomor/Nama KA	:	KA 3003D
Susunan Rangkaian	:	Lokomotif: 1. CC 205 13 34 2. CC 205 11 105 Gerbong: 1. GB 50 96 16 2. GB 50 08 172 3. GB 50 08 55 4. GB 50 97 103 5. GB 50 90 07 6. GB 50 89 72 7. GB 50 97 94 8. GB 50 93 37 9. GB 50 97 164 10. GB 50 08 168 11. GB 50 90 114 12. GB 50 86 236 13. GB 50 95 59 14. GB 50 11 146 15. GB 50 08 03 16. GB 50 86 178 17. GB 50 90 105 18. GB 50 86 71 19. GB 50 08 128 20. GB 50 96 01 21. GB 50 08 22 22. GB 50 08 115 23. GB 50 86 115 24. GB 50 86 83 25. GB 50 89 14 26. GB 50 08 45 27. GB 50 97 57 28. GB 50 11 71 29. GB 50 11 121 30. GB 50 90 95 31. GB 50 11 32 32. GB 50 93 17 33. GB 50 08 127 34. GB 50 97 75 35. GB 50 08 96 36. GB 50 90 146 37. GB 50 97 81 38. GB 50 97 141 39. GB 50 89 89 40. GB 50 90 90 41. GB 50 96 32 42. GB 50 90 141 43. GB 50 86 205 44. GB 50 90 40 45. GB 50 08 61 46. GB 50 95 60 47. GB 50 08 132 48. GB 50 95 09 49. GB 50 08 148 **50. GB 50 93 18** **Anjlok 1 as** 51. GB 50 86 21 52. GB 50 97 181 53. GB 50 89 22 54. GB 50 86 105 55. GB 50 97 77 56. GB 50 97 132 57. GB 50 86 157 58. GB 50 93 29 59. GB 50 86 217 60. GB 50 97 36
Jenis Kecelakaan	:	Anjlokan
Lokasi	:	Emplasemen Stasiun Durian
Propinsi	:	Sumatera Selatan
Wilayah	:	Divre IV Tanjungkarang
Hari/Tanggal Kecelakaan	:	Senin, 24 September 2018
Waktu	:	10.09 WIB

I.2 KRONOLOGIS

Pada tanggal 23 September 2018, KA 3049 masuk Stasiun Tanjung Enim Baru jam 21.40 WIB. Setelah masuk Stasiun Tanjung Enim Baru pada jam 21.42 WIB dilakukan pemeriksaan terhadap seluruh rangkaian gerbong KA 3049.

Jam 22.40 WIB, kegiatan pemeriksaan kondisi KA 3049 selesai dilakukan dan dari hasil pemeriksaan tersebut diketahui pada gerbong GB 50 11 72 (rangkaian ke-34 dari 60 gerbong), terdapat komponen H-Blok yang hilang sehingga oleh Depo gerbong Tanjung Enim Baru dilakukan pelepasan rangkaian dan mengganti gerbong GB 50 11 72 dengan gerbong GB 50 08 96.

Setelah penggantian rangkaian gerbong KA 3049 selesai dilakukan, jam 01.24 WIB tanggal 24 September 2018, seluruh rangkaian KA 3049 berangkat menuju *Train Loading Station* (TLS) untuk dilakukan pengisian batubara pada seluruh rangkaian gerbong.

Setelah dilakukan pengisian batubara, kemudian KA 3049 berangkat dari TLS menuju Stasiun Tanjung Enim Baru pada jam 03.40 WIB.

Setelah tiba di Stasiun Tanjung Enim Baru, dilakukan penggantian nomor KA 3049 menjadi KA 3044 dengan rute perjalanan dari Stasiun Tanjung Enim Baru menuju ke Stasiun Prabumulih X6.

Jam 04.20 WIB, KA 3044 diberangkatkan dari Stasiun Tanjung Enim Baru.

Jam 07.18 WIB, KA 3044 tiba di Stasiun Prabumulih X6, dimana pada stasiun tersebut dilakukan penggantian nomor KA, yaitu dari KA 3044 menjadi KA 3003D untuk meneruskan perjalanan KA 3044 dari Stasiun Prabumulih X6 menuju ke Stasiun Tigagajah.

Jam 07.29 WIB, KA 3003D diberangkatkan dari Stasiun Prabumulih X6.

Pada jam 10.09 WIB, KA 3003D masuk dan berhenti di Stasiun Durian untuk melakukan persilangan dengan KA 3036 dan KA 3038.

Saat KA 3003D berhenti di Emplasemen Stasiun Durian diketahui as roda dari gerbong GB 50 93 18 (rangkaian ke-50 dari 60 gerbong) putus dan mengakibatkan gerbong tersebut anjlok sebanyak 1 as roda.

.

I.3 PETA LOKASI KECELAKAAN

Sumber: Google Map, 2018

Gambar 2. Lokasi Kecelakaan Anjlokan KA 3003D di Emplasemen Stasiun Durian

I.4 AKIBAT KECELAKAAN KERETA API

I.4.1 Dampak Kecelakaan Terhadap Manusia

Tidak ada manusia yang terluka akibat kecelakaan anjlokan kereta api.

I.4.2 Dampak Kecelakaan Terhadap Prasarana Perkeretaapian

Kerusakan pada bantalan di Stasiun Durian sepanjang 190 meter.

I.4.3 Dampak Kecelakaan Terhadap Sarana Perkeretaapian

Gerbong GB 50 93 18 dari rangkaian KA 3003D anjlok sebanyak 1 as dengan kerusakan sebagai berikut:

a. 1 (satu) komponen as roda putus pada bagian journal as;
b. 1 (satu) komponen narrow adapter rusak;
c. 1 (satu) unit roller bearing rusak;
d. 2 (dua) komponen keping roda cacat.

I.4.4 Dampak Kecelakaan terhadap Operasi Kereta Api

a. KA 3003 terlambat 14 menit;
b. KA 3005 terlambat 17 menit;
c. KA 3002 terlambat 217 menit;
d. KA 3004 terlambat 25 menit;
e. KA 3182 terlambat 125 menit;
f. KA 3006 terlambat 96 menit;
g. KA 3008 terlambat 87 menit;
h. KA 3010 terlambat 78 menit;
i. KA 3012 terlambat 19 menit;
j. KA S8D terlambat 25 menit.

I.5 INFORMASI AWAK SARANA PERKERETAAPIAN

I.5.1 Masinis KA 3003D

Jenis Kelamin	:	Laki-laki
Umur	:	27 tahun
Perusahaan operator	:	PT. KAI
Unit Kerja	:	Divisi Regional III Palembang
Sertifikat	:	Kartu Tanda Pengenal Kecakapan Awak Sarana Perkeretaapian Direktorat Jenderal Perkeretaapian No: ASP.271090.04932 yang berlaku sampai dengan tanggal 14 Maret 2022.

I.5.2 Asisten Masinis KA 3003D

Jenis Kelamin	:	Laki-laki
Umur	:	25 tahun
Perusahaan operator	:	PT. KAI
Unit Kerja	:	UPT Crew KA Tanjung Enim Baru
Sertifikat	:	Kartu Tanda Pengenal Kecakapan Awak Sarana Perkeretaapian Direktorat Jenderal Perkeretaapian No: ASP.190693.03845 yang berlaku sampai dengan tanggal 3 September 2019.

I.5.3 PPKA Stasiun Durian

Jenis Kelamin	:	Laki-laki
Umur	:	25 tahun
Perusahaan operator	:	PT. KAI
Unit Kerja	:	Stasiun Durian
Sertifikat	:	Kartu Tanda Pengenal Kecakapan Pengatur Perjalanan Kereta Api Direktorat Jenderal Perkeretaapian No: PKA.011192.02365 yang berlaku sampai dengan tanggal 29 Agustus 2020.

I.6 INFORMASI PRASARANA PERKERETAAPIAN

I.6.1 Kondisi Jalan Rel Stasiun Durian

Informasi jalur kereta api di Emplasemen Stasiun Durian adalah sebagai berikut:

a. Rel : Tipe UIC R.54
b. Penambat : Elastis tipe Pandrol
c. Bantalan : Beton
d. Wesel : Monoblok Mekanik

I.6.2 Pengukuran Total Quality Index (TQI)

Berdasarkan hasil pemeriksaan geometri jalan rel sebelum terjadinya kecelakaan pada bulan Mei 2018 dan bulan Oktober 2018 dengan menggunakan kereta ukur untuk mengetahui kualitas jalan rel secara keseluruhan yang diukur dalam bentuk nilai TQI. Pengukuran dilakukan di koridor antara Stasiun Prabumulih – Stasiun Tigagajah, di jalur hulu, hilir dan tengah. Nilai TQI dari hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 1. Hasil pengukuran TQI sebelum dan setelah kecelakaan

Koridor	Jalur	Panjang Jalur Terukur		TQI	
		Mei 2018 (km)	Oktober 2018 (km)	Mei 2018	Oktober 2018
TJH-PBM	Hulu	9.382	9.232	21.57	17.63
TJH-PBM	Hilir	9.687	9.132	25.48	22.5
TJH-PBM	Tengah	81.423	81.058	26.79	29.92

Pengelompokan nilai TQI yang digunakan dalam penilaian kualitas jalan rel adalah sebagai berikut:

TQI ≤ 35	: v ≥ 80 km/jam	Baik	
35 < TQI ≤ 50	: 35 < v ≤ 50 km/jam	Sedang	
TQI > 50	: v < 60 km/jam	Jelek	[1]

Dari hasil investigasi yang dilakukan, lokasi kecelakaan anjlokan KA 1748 berada di Stasiun Durian yang berada di koridor antara Stasiun Prabumulih – Stasiun Tigagajah. Berdasarkan hasil pengukuran TQI yang ditunjukkan pada tabel di atas, kualitas jalan rel di koridor tersebut tergolong baik.

I.7 INFORMASI SARANA PERKERETAAPIAN

I.7.1 Informasi Train Set

KA 3003D atau *Train Set* TMB 14 adalah kereta api batu bara rangkaian panjang yang mengangkut muatan isi batubara yang terdiri dari 2 (dua) Lokomotif CC 205 dan 60 (enam puluh) gerbong batubara dengan berat total keseluruhan rangkaian gerbong adalah 4320 ton.

I.7.2 Informasi Data Gerbong

Informasi gerbong yang anjlok di Stasiun Durian pada tanggal 24 September 2018, yaitu gerbong GB 50 93 18 adalah sebagai berikut:

Operator	: PT. Kereta Api Indonesia (Persero)
Produksi	: Kanada
Tahun Pembuatan	: 1993
Mulai dioperasikan	: 01 Februari 1995
Depo perawatan	: Depo Gerbong Tanjung Enim Baru
Perawatan rutin sebelumnya	: P.1/ 06 September 2018
Perawatan Akhir yang akan datang	: P.24/ 05 Mei 2019
Tipe Bogie	: BARBER S2 (Three Piece Bogie)
Lebar Gerbong	: 3080 mm
Tinggi Gerbong	: 3026 mm

Panjang Gerbong sampai dengan coupler	: 14862 mm
Jarak antar sumbu bogie	: 10830 mm
Tinggi coupler dari atas rel	: 770 mm
Berat Kosong Gerbong	: 19800 kg
Berat Maksimum Gerbong	: 52200 kg
Alat tolak tarik	: Automatic Coupler (AAR 10A) tipe F
As Roda	: AAR M 101 Grade F, Class D
Keping Roda	: AAR M 107, Class C
Bearing Roda	: Tapered Roller Bearing Class D 5½ x 10”

Gambar 3. Gerbong GB 50 93 18

I.7.3 Informasi Pemeriksaan Gerbong

Pemeriksaan rangkaian gerbong dilakukan pada tiap kereta api Babaranjang yang masuk ke Stasiun Tanjung Enim Baru. Pemeriksaan dilakukan oleh regu pemeriksa (regu schowing) dari unit PUG (Petugas Urusan Gerbong) Tanjung Enim Baru yang terdiri dari 15 orang, yaitu 13 orang bertugas sebagai pelaksana pemeriksaan dan 2 orang bertugas sebagai pengawas.

Dalam pembagian tugas pemeriksaan terhadap rangkaian kereta api, 1 orang bertugas sebagai pengawas lapangan, 1 orang sebagai pengawas administrasi dan koordinasi, 4 orang bertugas melakukan pemeriksaan rangka atas dan bawah gerbong, 4 orang bertugas melakukan perbaikan ringan, 3 orang bertugas melakukan pemeriksaan visual saat kereta api berangkat dan 2 orang melakukan pemeriksaan tekanan angin lokomotif serta memeriksa rangkaian akhir kereta api (Semboyan 21).

Di Stasiun Tanjung Enim Baru terdapat 4 regu pemeriksa yang dibagi menjadi 3 (tiga) *shift* kerja dalam 1 hari kerja, dengan durasi waktu kerja selama 8 jam dalam tiap shiftnya, yang terdiri dari shift pagi (06:00 – 14:00 WIB), shift siang (!4.00 – 22:00 WIB) dan shift malam (22:00 – 06:00 WIB). *Shift* kerja yang diterapkan pada tiap regu kerja adalah rotasi *shift* cepat dengan pola 2 hari *shift* pagi – 2 hari *shift* siang – 2 hari *shift* malam – 1 hari istirahat (*stand by* di Stasiun) dan 1 hari libur.

Waktu yang diberikan ke regu pemeriksa untuk melakukan pemeriksaan dan perbaikan pada setiap rangkaian *Train Set* yang masuk ke Stasiun Tanjung Enim Baru, normalnya adalah 60 menit atau 1 jam, dimana jika terdapat perbaikan gerbong yang melampaui waktu yang ditetapkan maka gerbong tersebut akan dilepas dari rangkaian kereta api dan dilakukan penggantian unit gerbong.

Dari hasil pemeriksaan terhadap rangka bawah gerbong, khususnya terhadap pemeriksaan temperatur pada 8 (delapan) bearing roda dalam bogie gerbong GB 50 93 18 oleh regu pemeriksa yang bekerja di *shift* malam pada tanggal 23 Oktober 2018. Diketahui secara berurutan hasil pengukuran temperatur di bearing roda pada gerbong tersebut adalah 38, 37, 38, 34, 35, 34, 37 dan 36˚C. Dimana pengukuran temperatur bearing roda dilakukan dengan menggunakan alat pengukur temperatur infra merah (pyrometer) yang diarahkan ke bagian permukaan komponen *end cap* dari bearing roda.

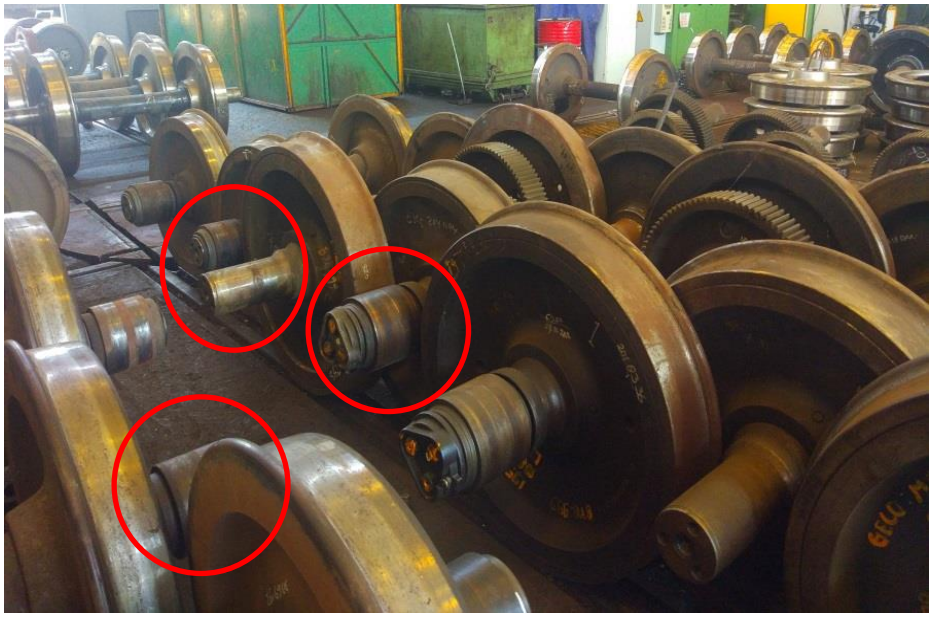
I.7.4 Informasi Perawatan Gerbong

Berdasarkan Instruksi Direksi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Nomor: 2/TM.002/KA-2016 Tentang Perawatan Akhir/Overhaul Sarana Gerbong kegiatan perawatan gerbong batubara terdiri dari perawatan harian, bulanan, 3 (tiga) bulanan, perawatan 12 (dua belas) bulanan, perawatan 2 (dua) tahunan dan perawatan 4 (empat) tahunan. Kegiatan perawatan harian dan bulanan dilakukan di Depo atau dalam kondisi tertentu dilakukan di lintas. Sedangkan kegiatan perawatan akhir/overhaul gerbong dilakukan di Balai Yasa atau dalam kondisi tertentu dapat dilakukan di Depo dengan pengawasan/supervisi dari Balai Yasa. Kegiatan perawatan akhir/overhaul dapat dilakukan jika gerbong telah mencapai jarak tempuh 800.000 km atau telah mencapai waktu operasi 6 (enam) tahun.

Pada perawatan berkala sebelumnya dari gerbong GB 50 93 18, yaitu Perawatan 12 (dua belas) bulanan (P12) pada tanggal 18 Mei 2018, Perawatan 1 (satu) bulanan (P1) pada tanggal 20 Juni 2018, Perawatan 1 (satu) bulanan (P1) pada tanggal 8 Juli 2018 Perawatan 3 (tiga) bulanan (P3) pada tanggal 18 Agustus 2018, dan Perawatan 1 (satu) bulanan (P1) pada tanggal 6 September 2018.

Dari pemeriksaan gerbong pada keseluruhan perawatan berkala tersebut diketahui bidang permukaan tapak roda dan unit bearing dalam kondisi baik, yaitu pada bidang tapak roda tidak ditemukan cacat permukaan tapak roda dan tidak ada kebocoran pelumas pada bearing, unit bearing berputar dengan normal dan jumlah seluruh baut *end cap* serta *locking plate* lengkap.

Jika ditemukan roda yang memiliki selisih diameter lebih dari 1 mm dalam satu bogie atau lebih dari 4 mm antar bogie, saat dilakukan pengukuran diameter roda dalam perawatan berkala gerbong pada periode perawatan 3 (tiga) bulanan, perawatan 12 (dua belas) bulanan, perawatan 2 (dua) tahunan dan perawatan 4 (empat) tahunan, maka perangkat roda tersebut dilepas dari bogie gerbong untuk selanjutnya disimpan di Balai Yasa Lahat dan dapat digunakan kembali pada gerbong lain yang memiliki diameter roda yang sama. Saat investigasi dilakukan, terdapat penempatan perangkat roda dengan posisi yang dapat memungkinkan terjadinya benturan antara flens roda dengan bearing roda.



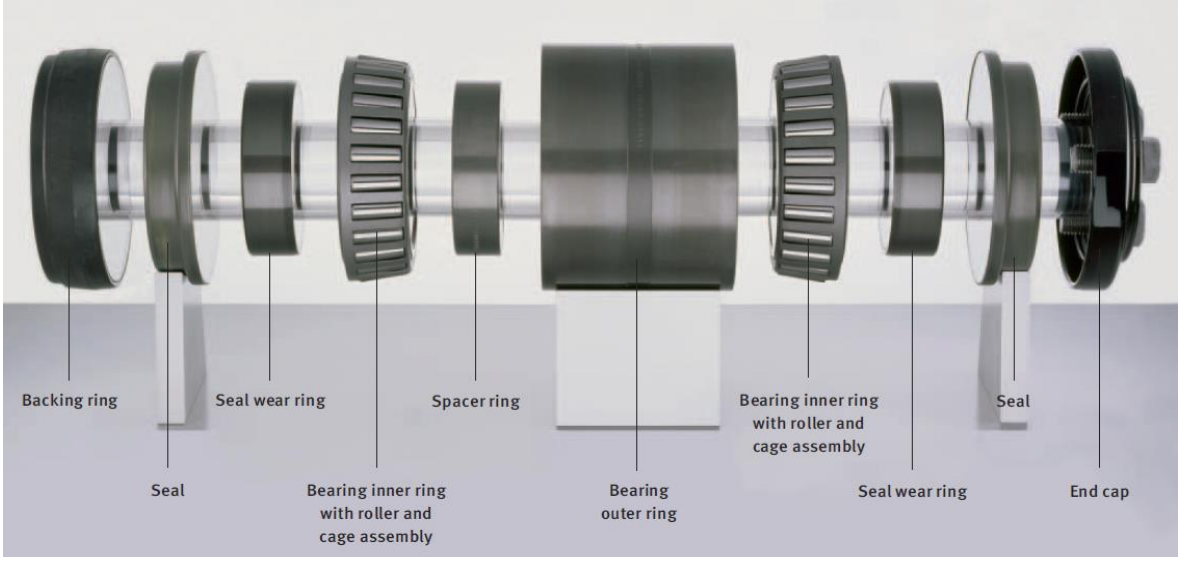
Gambar 4. Penempatan perangkat roda yang berisiko menimbulkan kerusakan pada bearing

I.7.5 Informasi Bearing Roda

Unit bearing yang dipasang di tiap bagian journal as roda gerbong memiliki fungsi sebagai tumpuan as roda untuk tetap selalu berputar terhadap sumbu porosnya dan agar as roda dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan ketika as roda menerima beban dari struktur bogie dan badan gerbong beserta muatannya.

Unit bearing yang terpasang di gerbong GB 50 93 18 merupakan bearing keluaran FAG, tipe Tapered Roller Bearing Unit Class D 5½ x 10” dalam satuan inci, yang mengacu pada standar *Association of American Railroads* (AAR) dan didesain untuk menerima beban radial serta beban longitudinal yang besar.

Bearing roda terdiri dari beberapa komponen penyusun utama, yaitu *cone bearing*, *outer ring*, *spacer ring*, *seal cap*, *backing ring* dan *end cap bearing*, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



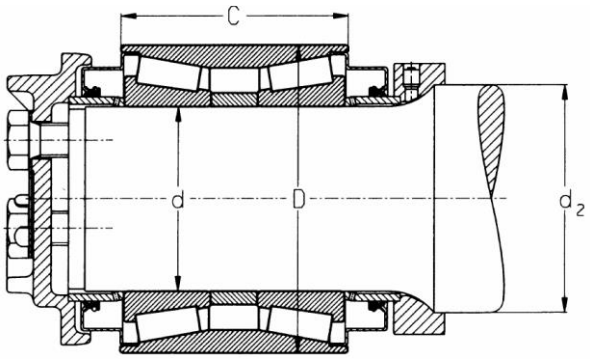
Sumber: FAG Tapered Roller Bearing Units TAROL, Mounting, Maintenance, Repair

Gambar 5. Komponen utama dari Tapered Roller Bearing Class D 5½ x 10”

Berdasarkan standar AAR, dimensi dan spesifikasi dari Tapered Roller Bearing Unit Class D 5½ x 10” adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Dimensi dan spesifikasi dari komponen Bearing [2]

No	Dimensi	Ukuran (mm)	Beban Dinamik (kN)	Beban As Roda Maksimum (kN)	Massa Bearing (kg)
1.	Diameter maks. As Roda (dmax)	131.864	690	187	27.4
2.	Diameter min. As roda (dmin)	131.839			
3.	Diameter Fillet As Roda (d_2)	161.925			
4.	Diameter dalam bearing (d)	131.7498			
5.	Diameter terluar *Outer bearing* (D)	207.963			
6.	Panjang *Outer bearing* (C)	152.4			



Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan oleh tim investigasi KNKT, ditemukan bagian as roda dengan nomor 11.02474 dari gerbong GB 50 93 18 dalam kondisi putus dan unit bearing roda sisi bagian kanan dengan nomor 11/07059 dalam kondisi rusak. Tetapi unit bearing lainnya dalam 1 as yang berada di sisi sebelah kiri dengan nomor 11/07047 tidak mengalami kerusakan yang signifikan. Unit bearing tersebut dapat berputar dengan normal dan tidak ada tanda-tanda *roller bearing* yang macet meskipun terdapat kerusakan pada komponen *locking plate* yang mengunci baut *end cap* dan satu diantara tiga baut *end cap* yang kendur ditandai dengan berubahnya posisi *marking* baut pada baut *end cap*.

I.7.6 Informasi Perawatan Bearing Roda

Tapered Roller Bearing Unit Class D 5½ x 10" dengan nomor 11/07059 dan nomor 11/07047 yang terpasang di as roda dengan nomor 11.02474 merupakan bearing keluaran FAG yang diproduksi pada tahun 2011 dan tercatat pernah dilakukan rekondisi pada tanggal 28 Januari 2015. Berdasarkan Instruksi Direksi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Nomor: 7/TM.002/KA-2015 Tentang Petunjuk Pelaksanaan Pemeliharaan Bearing Roda, rekondisi bearing roda dilakukan jika bearing telah mencapai kinerja operasi 800.000 kilometer atau setiap kali bearing dilepas dari as roda ketika dilakukan penggantian keping roda yang dapat disebabkan oleh keausan flens roda telah melebihi toleransi 8 mm atau adanya kerusakan pada tapak roda ketika dilakukan pemeriksaan roda.

Tabel 3. Pengukuran bearing roda saat rekondisi

No	Parameter	Hasil Pengukuran Rekondisi Bearing		Toleransi Checksheet Pemasangan Roda & Bearing
		11/07047 (Kiri)	11/07059 (Kanan)	
1.	Diameter journal as roda	131.85 mm		131.84 – 131.86 mm
2.	Diameter inner race bearing	131.78 mm		131.76 – 131.80 mm
3.	Jarak spacer/axial clearance	0,53 mm	0,51 mm	0.508 – 0.66 mm
4.	Berat grease	453.6 gram		453.6 gram
5.	Tekanan press bearing	50 ton		45 – 55 ton
6.	Torsi pengencangan baut *end cap*	150 ft.lbs		140 – 150 ft.lbs

Dalam rentang waktu ± 15 bulan, keping roda dari as 11.02474 telah mengalami dua kali proses pembubutan keping roda, dimana diameter roda yang semula 813 mm pada bulan Januari 2015 menjadi 783 mm pada bulan April 2017. Karena terdapat diameter roda yang telah melebihi toleransi dalam satu bogie pada gerbong GB 50 97 36, kemudian perangkat roda dengan nomor as 11.02474 dipindahkan ke gerbong GB 50 93 18 (tanpa melepas keping roda) pada tanggal 19 April 2017 untuk dipasangkan dengan perangkat roda lain yang memiliki diameter keping roda yang sama.

Sebelum perangkat roda dipasang ke gerbong GB 50 93 18, dilakukan pengukuran axial/lateral bearing *clearance* pada kedua bearing dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Pengukuran axial/lateral bearing sebelum dipasang di gerbong GB 50 93 18

Parameter	Bearing		Hasil Pengukuran	Hasil Pengukuran Rekondisi Bearing
Axial/lateral bearing clearance	kiri	11/07047	0.1 mm	0.025 – 0.508 mm
	kanan	11/07059	0.06 mm	

Proses rekondisi bearing terdiri dari proses pembongkaran tiap komponen dalam unit bearing, proses pembersihan dan pencucian komponen bearing dari pelumas/gemuk, proses pemeriksaan visual terhadap kondisi permukaan komponen bearing dan pengukuran dimensi komponen bearing, proses pelumasan kembali komponen *roller* dan *spacer* ring dengan gemuk, proses perakitan kembali dari tiap komponen yang telah dibongkar sehingga membentuk satu kesatuan unit bearing dan proses pemasangan kembali unit bearing ke as roda. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh tim investigasi terhadap tahapan proses rekondisi bearing yang dilakukan di UPT Balai Yasa Lahat dapat dijabarkan sebagai berikut:

A. Proses Pelepasan dan Pembongkaran Unit Bearing

Pada proses ini unit bearing yang akan direkondisi dilepas dari as roda dengan menggunakan mesin *hydraulic puller* (mesin OTC) dan setelah bearing terlepas dari jurnal as roda kemudian unit bearing dibawa ke workshop untuk dibongkar menjadi komponen-komponen seperti *cone bearing*, *outer ring*, *spacer ring*, *seal cap*, *backing ring* dan *end cap bearing* dengan menggunakan peralatan *seal cap tool* dan *hydraulic press*. Setelah itu, komponen-komponen bearing tersebut dibawa ke tempat pencucian bearing.

Gambar 6. Proses pelepasan unit bearing dari as roda

B. Proses Pencucian Komponen Unit Bearing

Komponen-komponen dari bearing yang telah dilepas kemudian dicuci untuk menghilangkan gemuk yang menempel pada komponen tersebut. Komponen *cone bearing* dicuci dengan menyemprotkan air bertekanan sampai *cone bearing* bersih dari seluruh kotoran atau gemuk serta komponen *outer bearing* dan *spacer bearing* dicuci dengan menggunakan minyak tanah.

Gambar 7. Proses pencucian komponen bearing

Dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh tim investigasi menemukan bahwa dalam proses pencucian digunakan sikat kawat untuk membersihkan permukaan *outer race* dari komponen *outer bearing*. Selain itu komponen *cone bearing* yang telah dicuci seringkali ditumpuk di lantai tempat pencucian dan kadang-kadang terbentur ke lantai saat disimpan sementara di atas lantai.

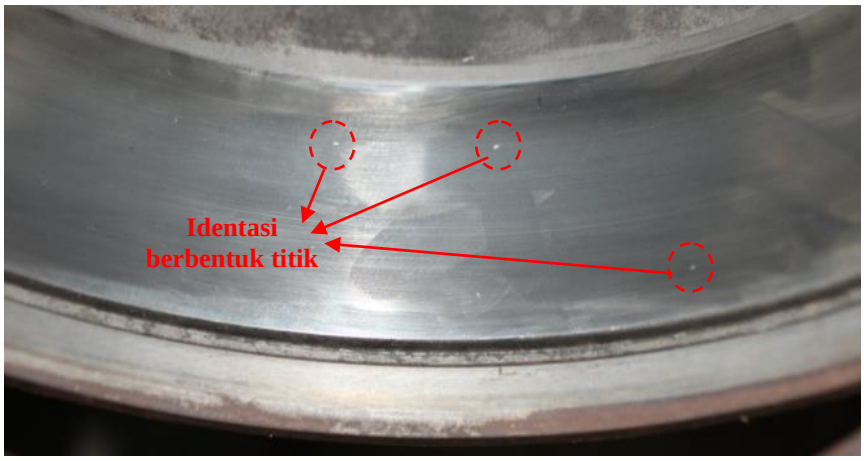
Gambar 8. Penempatan komponen cone bearing setelah selesai dicuci

C. Proses Pemeriksaan dan Pelumasan Komponen Bearing

Setelah komponen bearing selesai dicuci dan dikeringkan, kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi fisik dari komponen bearing yang dilakukan secara visual. Komponen yang diperiksa kondisi permukaannya adalah komponen *outer bearing* dan komponen *cone bearing*. Dalam pemeriksaan komponen *outer bearing*, kondisi permukaan dari permukaan bagian dalam *outer bearing*, yaitu permukaan *outer race* harus dipastikan dalam kondisi halus dan tidak ada cacat berupa lekukan, goresan atau korosi. Selain itu kondisi permukaan luar dari *outer bearing* harus dipastikan tidak ada keretakan atau lekukan karena benturan.

Gambar 9. Pemeriksaan permukaan outer race pada komponen outer bearing

Dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh tim investigasi, ditemukan adanya lekukan kecil berbentuk titik di permukaan *outer race* dari komponen *outer bearing* yang diperiksa saat proses rekondisi bearing.



Gambar 10. Identasi berbentuk titik pada permukaan outer race dari outer bearing

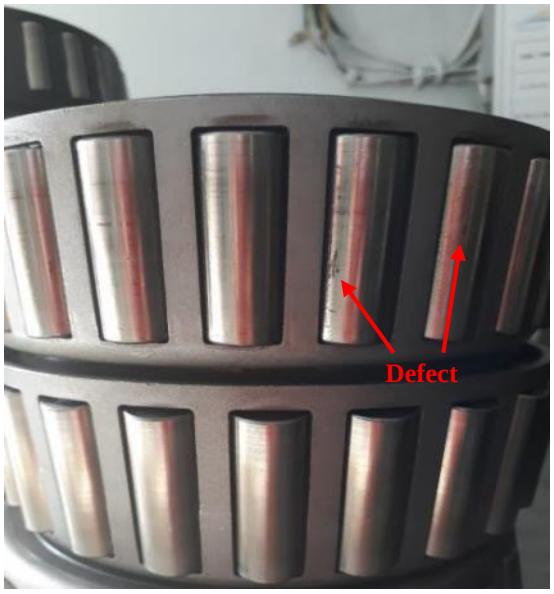
Dalam pemeriksaan komponen *cone bearing*, hal yang paling penting dan utama harus diperhatikan dengan teliti adalah kondisi permukaan dari *roller* yang berada di dalam sangkar *cone bearing* harus halus dan tidak ada cacat berupa goresan. Untuk memudahkan operator dalam melakukan pemeriksaan permukaan *roller* digunakan alat bantu berupa dudukan *cone bearing* yang dilengkapi dengan penerangan dan kaca pembesar yang menjadi satu bagian pada alat tersebut, tetapi pada saat investigasi dilakukan kaca pembesar dari alat tersebut tidak terpasang karena rusak.

Gambar 11. Kaca pembesar untuk pemeriksaan cone bearing dalam kondisi rusak

Dalam pemeriksaan *cone bearing* juga dilakukan pemeriksaan keausan dari *roller* dengan mengukur celah antara *roller* dengan *cage* dengan menggunakan *feeler gauge*, dimana toleransi jarak maksimum celah antara *cage* dengan *roller* yang diizinkan adalah 1.6 mm. Selain itu dilakukan juga pengukuran dari lebar komponen *spacer* yang berfungsi untuk memisahkan jarak antara dua komponen *cone bearing* dalam satu unit bearing dengan menggunakan mikrometer sekrup. Toleransi dari lebar *spacer* adalah 30 – 32 mm.

Gambar 12. Proses pemeriksaan celah antara cage dan roller dengan menggunakan feeler gauge

Saat dilakukan proses rekondisi bearing di *workshop*, tim menemukan goresan pada *roller* dari salah satu *cone bearing* yang telah diperiksa.



Gambar 13. Goresan pada roller dari salah satu cone bearing yang telah diperiksa

Setelah proses pemeriksaan komponen *outer bearing* dan *cone bearing* selesai dilakukan, kemudian dilakukan pengukuran *axial/lateral clearance* dengan menyusun dua *cone bearing* dan *spacer* yang dimasukkan ke dalam *outer bearing* dengan menggunakan *bearing bench* dan *axial/lateral dial indicator gauge* untuk memastikan jarak lateral antara *cone bearing* dan *spacer* memenuhi toleransi 0.51 – 0.66 mm.

Gambar 14. Pengaturan jarak *axial/lateral clearance* dari *cone bearing* dan *spacer*

Saat dilakukan proses pengukuran jarak *axial/lateral clearance* dengan menggunakan alat *axial/lateral dial indicator gauge* diketahui bahwa posisi awal jarum dari alat tersebut saat dipasang ke *bearing bench* tidak berada pada posisi angka nol dan posisi *guide pin* tidak *center*.

Gambar 15. Posisi awal jarum penunjuk dari *axial/lateral dial indicator gauge* tidak nol

Proses selanjutnya setelah dilakukan pengukuran jarak axial/lateral dari *cone bearing* dan *spacer* adalah melakukan pelumasan terhadap komponen *cone bearing* dan *spacer*. Gemuk yang digunakan di Balai Yasa Lahat untuk melumasi komponen bearing tersebut adalah Pertamina Super EPX-2 yang digunakan untuk menggantikan gemuk FAG LOAD 400. Perbandingan spesifikasi antara kedua gemuk tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 5. Perbandingan spesifikasi gemuk untuk pelumas bearing

No	Karakteristik	LOAD 400	EPX-2
1.	NLGI Grade	2	2
2.	Worked Penetration at 25 ˚C (mm^{-1})	265-295	265-295
3.	Dropping point (˚C)	170	Min. 200
4.	Oil viscosity at 40 ˚C (cSt)	400	150 - 200

Berdasarkan perbandingan spesifikasi gemuk dari tabel di atas diketahui, gemuk EPX-2 yang digunakan di Balai Yasa Lahat memiliki grade yang sama dengan gemuk yang direkomendasikan oleh FAG dan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam AAR Spesifications M-942 untuk gemuk yang digunakan pada *Journal Roller Bearing*.

Dari pengamatan tim investigasi saat proses pelumasan komponen bearing dilakukan, tim menemukan adanya kotoran yang masuk ke dalam gemuk dan wadah penyimpanan gemuk dalam keadaan terbuka.

Gambar 16. Kotoran yang masuk ke dalam gemuk

Kuantitas takaran gemuk yang diaplikasikan pada roller dari *cone bearing* dan *spacer* untuk seluruh bearing kelas D 5½ x 10" yang direkondisi di Balai Yasa Lahat mengikuti takaran bearing keluaran Timken. Perbandingan jumlah takaran gemuk antara bearing keluaran Timken dan FAG untuk bearing kelas D 5½ x 10" dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6. Perbandingan jumlah takaran gemuk bearing kelas D keluaran Timken dan FAG

No.	Takaran Gemuk	Timken	FAG
1.	*Cone bearing* pertama (gram)	113.4	115
2.	Sekitar spacer (gram)	226.8	225
3.	*Cone bearing* kedua (gram)	113.4	115

Berdasarkan tabel di atas, perbedaan jumlah takaran antara gemuk keluaran Timken dan FAG untuk bearing kelas D 5½ x 10" hanya berbeda 1,4 gram dan perbedaan jumlah takaran tersebut tidak signifikan sehingga takaran bearing keluaran Timken dapat diaplikasikan ke bearing keluaran FAG.

Timbangan digunakan untuk mengetahui jumlah takaran gemuk yang diaplikasikan ke *cone bearing* dan *spacer* agar tidak kurang atau tidak melebihi takaran yang telah ditentukan, tetapi timbangan yang digunakan dalam *workshop* bearing menggunakan timbangan dapur analog. Kelemahan dari timbangan ini adalah tidak memiliki ketelitian sampai dengan skala 1 gram sehingga terdapat kemungkinan terdapat perbedaan besar jumlah takaran gemuk yang diaplikasikan dibandingkan dengan takaran yang ditentukan.

Gemuk yang diaplikasikan ke *cone bearing* dilakukan dengan cara mengoleskan gemuk ke sekeliling permukaan luar *roller* pada *cone bearing* sesuai dengan jumlah takaran yang ditentukan dan aplikasi yang sama dilakukan pada *spacer* sesuai dengan jumlah takaran yang ditentukan.

Gambar 17. Aplikasi pelumasan gemuk ke cone bearing

D. Proses Perakitan dan Pemasangan Bearing ke As Roda

Setelah komponen *cone bearing* dan *spacer* dilumasi gemuk, kemudian kedua komponen tersebut disusun kembali ke dalam komponen *outer bearing* untuk kemudian dirakit bersama dengan komponen *seal cap* dan *backing ring*. Proses perakitan komponen – komponen bearing tersebut dilakukan dengan bantuan mesin *hydraulic press* dengan tekanan sebesar 4128 psi atau ekivalen dengan gaya sebesar 30 kN.

Gambar 18. Proses perakitan kembali komponen bearing dengan mesin hydraulic press

Komponen – komponen bearing yang telah selesai direkondisi dan dirakit menjadi unit bearing yang siap dipasang ke as roda akan disimpan di dalam *workshop* dan dibungkus dengan plastik untuk menghindari debu atau kotoran menempel ke unit bearing.

Gambar 19. Unit bearing yang telah selesai direkondisi

Pada proses pemasangan unit bearing ke jurnal as roda, sebelumnya pada jurnal as roda dilakukan pengukuran diameter dengan menggunakan mikrometer sekrup untuk memastikan diameter dari jurnal as roda masih dalam toleransi yang dipersyaratkan, yaitu minimum 131.84 mm dan maksimum 131.86 mm. Saat proses pengukuran diameter jurnal as roda dilakukan, tim investigasi melihat penggunaan mikrometer sekrup seringkali langsung ditarik dari jurnal as setelah pengukuran diameter jurnal as roda selesai dilakukan, dimana hal ini dapat membuat bagian *spindle* dan *anvil* dari mikrometer sekrup cacat atau rusak.

Gambar 20. Proses pengukuran diameter jurnal as roda

Jika diameter jurnal as roda masih memenuhi toleransi yang dipersyaratkan, maka langkah selanjutnya adalah melapisi permukaan luar jurnal as roda dengan oli hidrolik jenis turalic untuk mengurangi gesekan antara unit bearing dengan jurnal as roda saat unit bearing dipasang ke jurnal as roda. Setelah itu pada jurnal as roda dipasang *guide bush* sebagai pengarah unit bearing yang akan ditekan ke as roda dengan menggunakan mesin hidrolik OTC. Gaya tekan yang diaplikasikan saat pemasangan unit bearing ke jurnal as roda adalah sebesar 50 ton, dimana toleransi gaya tekan yang dipersyaratkan untuk pemasangan unit bearing kelas D 5½ x 10" keluaran FAG ke jurnal as roda adalah sebesar 47.5 – 52.5 ton.

Dalam proses tekan unit bearing ke jurnal as roda dengan mesin OTC, tim investigasi menemukan adanya perbedaan proses kerja antara regu perawatan saat melakukan pemasangan unit bearing ke jurnal as roda, yaitu di satu kesempatan ada regu perawatan bearing yang memutar *outer bearing* saat dilakukan proses tekan unit bearing ke jurnal as roda dan di kesempatan lain tim menemukan ada regu yang tidak melakukan hal tersebut.

Gambar 21. Proses tekan unit bearing ke jurnal as roda

Setelah proses tekan unit bearing ke jurnal as roda selesai dilakukan dan guide bush dilepas dari jurnal as roda, proses terakhir dari pemasangan unit bearing adalah memasang *end cap* dan bautnya ke jurnal as roda. Proses pengencangan awal dari baut *end cap* menggunakan alat *impact wrench* dan kemudian dilanjutkan dengan menggunakan kunci momen (torque wrench) dengan torsi pengencangan akhir untuk baut adalah sebesar 150 ft.lbs atau sekitar 200 Nm, dimana nilai torsi pengencangan yang diaplikasikan ke baut *end cap bearing* dengan ketentuan yang dipersyaratkan dalam manual instruksi perawatan unit bearing kelas D 5½ x 10" keluaran FAG untuk pengencangan baut dimensi 7/8" adalah 160 ft.lbs atau 217 Nm.

Berdasarkan data yang diperoleh oleh tim investigasi terkait dengan kalibrasi alat ukur yang digunakan di Balai Yasa Lahat, diketahui terdapat dokumen tentang daftar peralatan alat ukur di Balai Yasa Lahat yang telah dikalibrasi pada tahun 2018.

I.8 INFORMASI OPERASIONAL KERETA API

I.8.1 Informasi Timbangan Berat Muatan KA 3003D

Berat dari muatan dan rangkaian KA 3044 (di Stasiun Prabumulih X6 berganti nomor menjadi KA 3003D) pada tanggal 24 September 2018 pada jam 04.32 WIB, dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 7. Data timbangan dari rangkaian KA 3044 pada tanggal 24 September 2018

No Gerbong	No Bogie	Berat Bogie (ton)	Berat As (ton)	Imbalance (ton)	Imbal (%)	Berat Gerbong (ton)	Kecepatan (km/jam)
Gerbong-1	Boogie-1	39.1	19.6	6.8	10.00 %	71.4	29.075
			19.5				
	Boogie-2	32.3	16.9				
			15.4				
Gerbong-2	Boogie-3	38.5	19.1	5.5	8.00 %	71.5	29.3
			19.4				
	Boogie-4	33.0	17.4				
			15.6				
Gerbong-3	Boogie-5	36.6	18.7	2.8	4.00 %	70.4	29.4
			17.9				
	Boogie-6	33.8	18				
			15.8				
Gerbong-4	Boogie-7	35.8	18.3	0.2	0.00 %	71.4	29.525
			17.5				
	Boogie-8	35.6	18.5				
			17.1				
Gerbong-5	Boogie-9	35.6	17.9	1.3	2.00 %	69.9	29.5
			17.7				
	Boogie-10	34.3	18.2				
			16.1				
Gerbong-6	Boogie-11	35.8	18.1	0.3	0.00 %	71.3	29.525
			17.7				
	Boogie-12	35.5	19				
			16.5				
Gerbong-7	Boogie-13	35.4	17.7	0.2	0.00 %	70.6	29.8
			17.7				
	Boogie-14	35.2	19				
			16.2				
Gerbong-8	Boogie-15	34.4	17.5	1.49	2.00 %	70.29	29.875
			16.9				
	Boogie-16	35.9	19.09				
			16.8				
Gerbong-9	Boogie-17	36.4	17.9	1.22	2.00 %	71.58	29.875
			18.5				

No Gerbong	No Bogie	Berat Bogie (ton)	Berat As (ton)	Imbalance (ton)	Imbal (%)	Berat Gerbong (ton)	Kecepatan (km/jam)
	Boogie-18	35.2	18.38				
			16.8				
Gerbong-10	Boogie-19	34.6	17.3	1.22	2.00 %	71.58	29.875
			17.27				
	Boogie-20	35.1	18.3				
			16.77				
Gerbong-11	Boogie-21	36.2	18.28	1.29	2.00 %	71.07	29.95
			17.9				
	Boogie-22	34.9	18.69				
			16.2				
Gerbong-12	Boogie-23	34.9	17.47	1.42	2.00 %	71.3	30.1
			17.47				
	Boogie-24	36.4	19.19				
			17.17				
Gerbong-13	Boogie-25	36.4	17.98	1.72	2.00 %	71	30.1
			18.38				
	Boogie-26	34.6	18.08				
			16.56				
Gerbong-14	Boogie-27	36.4	17.78	0.81	1.00 %	71.91	30.175
			18.58				
	Boogie-28	35.6	18.38				
			17.17				
Gerbong-15	Boogie-29	35.4	18.18	0.74	1.00 %	70.02	30.1
			17.2				
	Boogie-30	34.6	18.48				
			16.16				
Gerbong-16	Boogie-31	33.8	17.17	3.02	4.00 %	70.7	30.1
			16.67				
	Boogie-32	36.9	19.49				
			17.37				
Gerbong-17	Boogie-33	34.8	17.5	0.09	0.00 %	69.63	29.95
			17.27				
	Boogie-34	34.9	18.4				
			16.46				
Gerbong-18	Boogie-35	36.5	18.2	1.33	2.00 %	71.63	30.025
			18.3				
	Boogie-36	35.2	18.2				
			16.97				
Gerbong-19	Boogie-37	34.8	17.3	1.27	2.00 %	70.87	29.875
			17.5				
	Boogie-38	36.1	18.9				
			17.17				
Gerbong-20	Boogie-39	35.1	17.68	0.01	0.00 %	70.09	30.1
			17.37				
	Boogie-40	35.0	18.48				
			16.56				
Gerbong-21	Boogie-41	36.4	18.1	2.63	4.00 %	70.17	29.875
			18.3				

No Gerbong	No Bogie	Berat Bogie (ton)	Berat As (ton)	Imbalance (ton)	Imbal (%)	Berat Gerbong (ton)	Kecepatan (km/jam)
	Boogie-42	33.8	17.57				
			16.2				
Gerbong-22	Boogie-43	35.8	17.88	0.28	0.00 %	71.28	29.875
			17.9				
	Boogie-44	35.5	18.4				
			17.1				
Gerbong-23	Boogie-45	35.0	17.8	0.42	1.00 %	69.58	29.875
			17.2				
	Boogie-46	34.6	18.38				
			16.2				
Gerbong-24	Boogie-47	36.1	18.5	2.5	4.00 %	69.7	29.725
			17.6				
	Boogie-48	33.6	18				
			15.6				
Gerbong-25	Boogie-49	35.1	17.8	0.3	0.00 %	69.9	29.725
			17.3				
	Boogie-50	34.8	18.5				
			16.3				
Gerbong-26	Boogie-51	36.0	17.7	1.7	2.00 %	70.3	29.575
			18.3				
	Boogie-52	34.3	17.8				
			16.5				
Gerbong-27	Boogie-53	35.7	18.0	1.2	2.00 %	70.2	29.575
			17.7				
	Boogie-54	34.5	18.2				
			16.3				
Gerbong-28	Boogie-55	36.4	18.2	2.3	3.00 %	70.5	29.5
			18.2				
	Boogie-56	34.1	17.9				
			16.2				
Gerbong-29	Boogie-57	37.7	18.6	3.6	5.00 %	71.8	29.575
			19.1				
	Boogie-58	34.1	17.8				
			16.3				
Gerbong-30	Boogie-59	35.3	17.6	0.8	1.00 %	69.8	29.525
			17.7				
	Boogie-60	34.5	18.3				
			16.2				
Gerbong-31	Boogie-61	38.1	18.6	5	7.00 %	71.2	29.4
			19.5				
	Boogie-62	33.1	17.2				
			15.9				
Gerbong-32	Boogie-63	35.7	18.1	1.1	2.00 %	70.3	29.4
			17.6				
	Boogie-64	34.6	18.4				
			16.2				
Gerbong-33	Boogie-65	36.9	18.3	3.2	5.00 %	70.6	29.225
			18.6				

No Gerbong	No Bogie	Berat Bogie (ton)	Berat As (ton)	Imbalance (ton)	Imbal (%)	Berat Gerbong (ton)	Kecepatan (km/jam)
	Boogie-66	33.7	17.6				
			16.1				
Gerbong-34	Boogie-67	34.6	17.6	0.2	0.00 %	69	29.225
			17				
	Boogie-68	34.4	18				
			16.4				
Gerbong-35	Boogie-69	37.9	18.8	4.7	7.00 %	71.1	29.275
			19.1				
	Boogie-70	33.2	17.1				
			16.1				
Gerbong-36	Boogie-71	34.2	17.5	0.9	1.00 %	69.3	29.075
			16.7				
	Boogie-72	35.1	18.5				
			16.6				
Gerbong-37	Boogie-73	35.6	17.9	0.9	1.00 %	70.3	29.075
			17.7				
	Boogie-74	34.7	18.3				
			16.4				
Gerbong-38	Boogie-75	35.5	18	0.5	1.00 %	70.5	29.15
			17.5				
	Boogie-76	35.0	18.4				
			16.6				
Gerbong-39	Boogie-77	35.4	17.6	1.4	2.00 %	69.4	29
			17.8				
	Boogie-78	34.0	17.9				
			16.1				
Gerbong-40	Boogie-79	34.5	17.8	0.8	1.00 %	69.8	29.075
			16.7				
	Boogie-80	35.3	18.5				
			16.8				
Gerbong-41	Boogie-81	35.4	18.1	0.2	0.00 %	70.6	29
			17.3				
	Boogie-82	35.2	18.2				
			17				
Gerbong-42	Boogie-83	35.3	17.9	0.2	0.00 %	70.4	28.85
			17.4				
	Boogie-84	35.1	18.6				
			16.5				
Gerbong-43	Boogie-85	35.5	18	1	1.00 %	70	28.85
			17.5				
	Boogie-86	34.5	18.3				
			16.2				
Gerbong-44	Boogie-87	35.4	17.6	0.3	0.00 %	70.5	29
			17.8				
	Boogie-88	35.1	18.5				
			16.6				
Gerbong-45	Boogie-89	37.0	18.3	2.6	4.00 %	71.4	28.85
			18.7				

No Gerbong	No Bogie	Berat Bogie (ton)	Berat As (ton)	Imbalance (ton)	Imbal (%)	Berat Gerbong (ton)	Kecepatan (km/jam)
	Boogie-90	34.4	18				
			16.4				
Gerbong-46	Boogie-91	34.9	17.6	0.7	1.00 %	69.1	29.075
			17.3				
	Boogie-92	34.2	17.8				
			16.4				
Gerbong-47	Boogie-93	36.3	18	3.1	4.00 %	69.5	29.225
			18.3				
	Boogie-94	33.2	17.2				
			16				
Gerbong-48	Boogie-95	32.6	16.3	3.8	6.00 %	69	29
			16.3				
	Boogie-96	36.4	19.2				
			17.2				
Gerbong-49	Boogie-97	33.1	16.2	4.2	6.00 %	70.4	29
			16.9				
	Boogie-98	37.3	19.2				
			18.1				
Gerbong-50	Boogie-99	34.2	17.2	1.3	2.00 %	69.7	28.65
			17				
	Boogie-100	35.5	18.7				
			16.8				
Gerbong-51	Boogie-101	33.5	17.1	2.6	4.00 %	69.6	28.65
			16.4				
	Boogie-102	36.1	19.1				
			17				
Gerbong-52	Boogie-103	32.8	16.2	2.8	4.00 %	68.4	28.6
			16.6				
	Boogie-104	35.6	18.7				
			16.9				
Gerbong-53	Boogie-105	34.2	17.2	0.8	1.00 %	69.2	28.475
			17				
	Boogie-106	35.0	18.5				
			16.5				
Gerbong-54	Boogie-107	34.3	17.2	1.6	2.00 %	68.4	28.6
			17.1				
	Boogie-108	35.9	18.8				
			17.1				
Gerbong-55	Boogie-109	35.2	17.8	0.5	1.00 %	69.9	28.6
			17.4				
	Boogie-110	34.7	18.5				
			16.2				
Gerbong-56	Boogie-111	34.2	17.5	1.5	2.00 %	69.9	28.350
			16.7				
	Boogie-112	35.7	18.8				
			16.9				
Gerbong-57	Boogie-113	34.7	17.9	0.1	0.00 %	69.5	28.875
			16.8				

No Gerbong	No Bogie	Berat Bogie (ton)	Berat As (ton)	Imbalance (ton)	Imbal (%)	Berat Gerbong (ton)	Kecepatan (km/jam)
	Boogie-114	34.8	18.1				
			16.7				
Gerbong-58	Boogie-115	33.8	17.1	2.3	3.00 %	69.9	29.075
			16.7				
	Boogie-116	36.1	18.8				
			17.3				
Gerbong-59	Boogie-117	34.9	17.9	0.1	0.00 %	69.7	29.075
			17				
	Boogie-118	34.8	18.4				
			16.4				
Gerbong-60	Boogie-119	34.3	17.3	0.7	1.00 %	69.3	29.225
			17				
	Boogie-120	35.0	18.9				
			16.1				

Sumber: Direktorat Keselamatan dan Keamanan, PT. KAI (Persero)

Berdasarkan data tabel di atas diketahui terdapat ketidakseimbangan berat muatan dari tiap gerbong dari 60 rangkaian gerbong batubara KA 3044 atau KA 3003D, dimana pada seluruh rangkaian gerbong tersebut terdapat berat as roda yang telah melebihi batas toleransi maksimum dari berat as roda yang diizinkan untuk jenis rel tipe R.54, yaitu sebesar 18 ton.

I.8.2 Informasi Perjalanan dari KA 3044 dan KA 3003D

Perjalanan KA 3044 dan KA 3003D pada tanggal 24 September 2018 berdasarkan laporan perjalanan kereta api dari awak KA 3044 dan KA 3003D, dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 8. Realisasi Perjalanan KA 3044 dan KA 3003D tanggal 24 September 2018

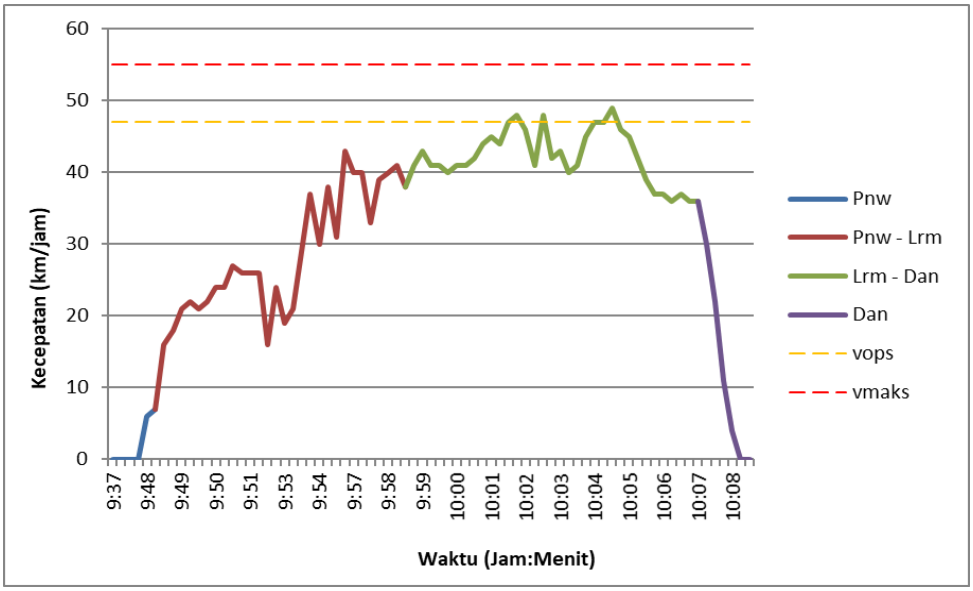
No.	Stasiun	Kecepatan Operasional (Km/Jam)	Kecepatan Maksimum (Km/Jam)	Datang	Berangkat	Keterangan
KA 3044						
1	Tanjung Enim Baru	47	55	-	04.16	
2	Muara Enim	47	55	Ls	04.35	
3	Muara Gula	47	55	Ls	04.46	
4	Ujanmas	47	55	Ls	04.57	
5	Penanggiran	47	55	Ls	05.07	
6	Gunung Megang	47	55	Ls	05.18	
7	Tanjung Terang	47	55	Ls	05.35	
8	Blimbing Pendopo	47	55	Ls	05.49	
9	Talang Padang	47	55	Ls	08.06	
10	Tebat Agung	47	55	Ls	06.19	
11	Niru	47	55	Ls	06.26	
12	Aerlimau	47	55	Ls	06.33	
13	Penimur	47	55	Ls	06.46	

No.	Stasiun	Kecepatan Operasional (Km/Jam)	Kecepatan Maksimum (Km/Jam)	Datang	Berangkat	Keterangan
14	Pbr X6	-	-	07.18	-	
KA 3003D (MENERUSKAN PERJALANAN KA 3044)						
15	Pbr X6	47	55	-	-	
16	Pbr X5	47	55	-	07.29	
17	Tanjung Rambang	47	55	07.37	07.39	X KA 3030A, KA 3030
18	Suka Merindu	47	55		07.55	X KA 3032A
19	Airasam	47	55	08.13	08.21	X KA 3032
20	Pagar Gunung	47	55		08.37	
21	Kota Baru	47	55		08.51	
22	Metur	47	55		09.10	X KA 3034B
23	Talang Baru	47	55	09.17	09.19	X KA 3034, KA 3164
24	Peninjawan	47	55	09.39	09.40	
25	Lubuk Rukam	47	55		10.02	X KA 3036B
26	Durian	47	55	10.09	14.50	Anjlok 1 as

Sumber: Divre IV Tanjungkarang, PT. KAI (Persero)

I.8.3 Informasi Kecepatan Kereta Api

Berdasarkan data rekaman kecepatan KA 3003D yang diperoleh dari alat *Global Positioning System* (GPS) yang ditempatkan di dalam kabin Awak Sarana Perkeretaapian antara Stasiun Peninjawan – Stasiun Durian pada tanggal 24 September 2018 didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 22. Kecepatan KA 3003D antara Stasiun Peninjawan – Stasiun Durian berdasarkan GPS

Dari grafik di atas diketahui bahwa kecepatan KA 3003D saat akan memasuki Stasiun Durian sedikit melebihi kecepatan operasional yang diizinkan (47 km/jam), dengan kecepatan tertinggi yang terekam sebesar 49 km/jam tetapi kecepatan tersebut masih di bawah kecepatan maksimum yang diijinkan (55 km/jam).

I.9 INFORMASI RERUNTUHAN (WRECKAGE)

Dari hasil investigasi yang telah dilakukan oleh tim saat melakukan investigasi ke lokasi tempat terjadinya kecelakaan, tim menemukan bukti investigasi berupa bagian komponen as roda yang telah putus, baik yang masih menempel pada keping roda maupun bagian jurnal as roda yang putus serta bagian komponen *outer bearing* dan komponen *seal cap* dari unit bearing yang masih tersisa setelah terjadinya anjlokan. Bagian komponen as roda yang putus dan komponen *outer bearing* telah dievakuasi ke Stasiun Tigagajah saat tim tiba di lokasi.

Gambar 23. Bagian patahan komponen jurnal as roda putus yang masih melekat pada keping roda

Dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh tim terhadap kondisi patahan komponen jurnal as roda dan kerusakan yang terjadi pada komponen *outer bearing*, diketahui bahwa pada komponen jurnal as roda yang putus terdiri dari tiga bagian patahan, yaitu patahan as roda dari jurnal as roda yang mengalami pengerucutan mulai dari bagian *end cap* sampai dengan bagian ujung permukaan yang putus, potongan as roda berupa bongkahan dengan bentuk yang terpuntir dan patahan as roda yang mengalami pengerucutan mulai dari bagian as yang menempel pada hub roda sampai dengan bagian ujung permukaan yang putus.

(a)

(b)

Gambar 24. (a) Deformasi plastis yang terjadi pada patahan jurnal as roda yang putus; (b) patahan as roda yang terpuntir

Sedangkan pada komponen *outer bearing* terlihat ujung permukaan luar dari komponen tersebut robek dan terjadi deformasi plastis pada bentuk *outer bearing* secara keseluruhan yang semula bundar menjadi oval. Selain itu pada permukaan luar dari *outer bearing* terjadi diskolorisasi atau perubahan warna dari komponen logam.

Pada bagian dalam dari komponen *outer ring* terdapat komponen *inner ring* yang telah menyatu atau menempel dengan permukaan *outer ring* serta pada permukaan sisi dalam dari *inner ring* terdapat lapisan material logam yang menumpuk dan terasa kasar.

Gambar 25. Deformasi plastis dari komponen outer bearing dan inner ring bearing

Selain komponen *outer bearing*, tim juga menemukan komponen dari *seal cap bearing* yang rusak karena deformasi plastis yang terjadi pada komponen tersebut.

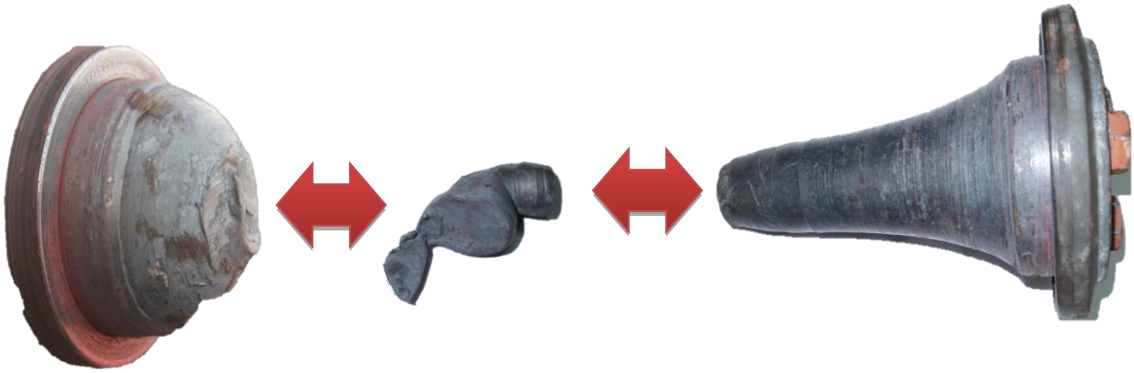
Gambar 26. Deformasi plastis dari komponen seal cap bearing

II. ANALISIS

Berdasarkan data dan fakta yang telah dikumpulkan KNKT dalam melakukan investigasi anjloknya KA 3003D di Emplasemen Stasiun Durian pada tanggal 24 September 2018, KNKT akan memfokuskan analisis pada faktor kegagalan bearing yang dapat terjadi berdasarkan bukti faktual komponen bearing dan bagian patahan as roda yang diperoleh dari investigasi, pengaruh proses pemeriksaan dan rekondisi bearing serta pengaruh dari operasi kereta api terkait dengan beban muatan yang dibawa dalam rangkaian kereta api.

II.1 PENGAMATAN TERHADAP KOMPONEN BEARING DAN JURNAL AS RODA

Berdasarkan bentuk deformasi plastis pada komponen jurnal as roda yang putus terlihat perubahan bentuk dari as roda yang semakin mengerucut atau mengalami *necking* mulai dari bagian *end cap* sampai dengan bagian ujung permukaan jurnal as roda yang putus, hal yang sama ditemukan juga pada bagian jurnal as roda lainnya dimana *necking* terjadi mulai dari ujung jurnal as roda yang berdekatan dengan hub roda sampai dengan bagian ujung permukaan jurnal as roda yang putus. Selain itu, diantara permukaan patahan kedua as roda tersebut terdapat sebongkah patahan komponen jurnal as roda dengan bentuk yang terpuntir dan merupakan bagian yang menghubungkan antara kedua komponen jurnal as roda yang lebih besar.



Gambar 27. Bagian – bagian patahan dari komponen jurnal as roda yang putus

Bentuk dari deformasi plastis yang terjadi pada patahan dari komponen – komponen tersebut menandakan bahwa material baja dari as roda memiliki karakteristik mekanis ulet yang cukup tinggi (ductile) karena memiliki regangan plastis yang besar pada penampang jurnal as roda sebelum material as roda putus (rupture). *Necking* atau pengerucutan yang terjadi pada bagian patahan jurnal as roda disertai dengan terbentuknya ulir yang melingkar di sepanjang permukaan patahan dan sebongkah patahan as roda yang terpuntir menunjukkan adanya gesekan yang tinggi antara permukaan jurnal as roda dan bearing dengan arah melingkar di seluruh permukaan as roda.

Gesekan ini kemudian menghasilkan kenaikan temperatur yang tinggi, dimana panas yang dihasilkan akibat temperatur yang tinggi akan menurunkan kekerasan dari as roda ditambah dengan pengaruh tegangan puntir dan tekuk yang terjadi pada bagian permukaan as roda yang kontak dengan bearing menyebabkan material as roda mengalami pemuluran atau pengecilan penampang dari as roda pada akhirnya mengakibatkan as roda putus.

Tanda adanya gesekan yang tinggi pada unit bearing dapat dilihat dari diskolorisasi pada permukaan luar *outer bearing* dan terbentuknya tumpukan lapisan logam pada permukaan bagian dalam permukaan *inner ring* yang berasal dari lelehan material logam yang kontak pada permukaan *inner ring*. Tumpukan dari lapisan logam tersebut hanya terdapat pada salah satu sisi permukaan dalam *outer bearing* dan permukaan luar dari *inner ring* dengan kondisi permukaan yang kontak dari kedua komponen ini terlihat menyatu dan berbentuk oval. Hal ini menunjukkan tegangan dan gesekan yang paling tinggi terjadi pada permukaan kedua komponen bearing yang saling kontak tersebut dimana gesekan yang dihasilkan menyebabkan kenaikan temperatur yang tinggi dan panas yang ditimbulkan dari gesekan cukup untuk melelehkan komponen *roller* yang umumnya terbuat dari material logam chrome-vanadium dan *cage bearing* yang umumnya terbuat dari material logam baja tempa karbon rendah.

Melelehnya komponen *roller* dari bearing menyebabkan tidak adanya gerak putar relatif antara bearing dan as roda sehingga bearing menjadi macet dan memperbesar gesekan dan bertambah tingginya temperatur yang terjadi dan pada akhirnya mengakibatkan komponen *outer bearing* dan komponen *inner ring* menyatu serta terkikisnya permukaan dari as roda yang kontak dengan *inner ring* secara berulang-ulang dan membentuk lapisan logam yang menempel pada permukaan *inner ring*. Selain menyebabkan terkikisnya lapisan material as roda, macetnya bearing juga menyebabkan terjadinya tegangan puntir pada bagian permukaan as roda yang kontak dengan permukaan *inner ring* dan berpengaruh terhadap terjadinya pemuluran dari as roda.

II.2 MODE KEGAGALAN BEARING

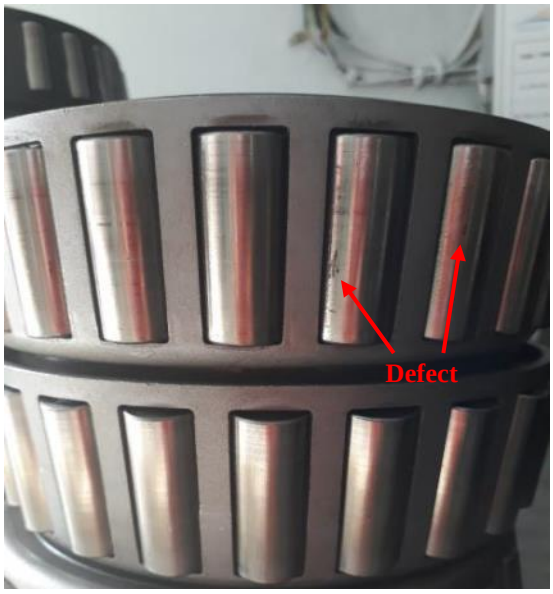
Berdasarkan kondisi fisik dari komponen unit bearing yang tersisa setelah kecelakaan anjlokan telah mengalami kerusakan yang parah, ditunjukkan dengan komponen *cone bearing* yang telah meleleh dan menyatu dengan komponen *outer bearing* sehingga bukti yang menunjukkan awal penyebab terjadinya kegagalan pada komponen bearing tidak dapat diketahui lagi. Oleh karena itu, analisis investigasi akan mereview terhadap mode kegagalan bearing.

II.2.1 Kerusakan Pada Permukaan Roller Bearing

Spalling merupakan kerusakan pada permukaan *roller* bearing yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan dari bearing. *Spalling* merupakan kondisi mengelupasnya material logam di permukaan kontak roller karena siklus tegangan yang berulang – ulang.

Spalling umumnya berasal dari retak kecil yang terjadi di bawah lapisan permukaan roller (sub surface), yang secara bertahap merambat menuju permukaan ketika *roller* menerima siklus tegangan sehingga akhirnya material logam mengelupas dalam bentuk serpihan logam. Serpihan ini kemudian terbawa oleh pelumas dalam bearing saat roller berputar dan menyebabkan kerusakan lebih lanjut terhadap *roller* lainnya dan permukaan yang kontak dengan *roller*. Kerusakan tersebut kemudian dapat mengakibatkan patahnya *roller* dan menaikan temperatur pada bearing secara drastis karena betambah tingginya gesekan yang terjadi pada permukaan yang kontak dengan *roller*.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terbentuknya *spalling* diantaranya adalah identasi atau cacat berupa lekukan pada permukaan roller karena benturan, material pengotor yang terbawa oleh pelumas dalam bearing dan kurangnya pelumasan dalam bearing sehingga bertambah besarnya tegangan kontak *rolling* dan gesekan yang terjadi pada permukaan yang kontak dengan *roller*.



Gambar 28. Cacat pada roller yang dapat menyebabkan terjadinya *spalling*

II.2.2 Kerusakan Pada Cage Bearing

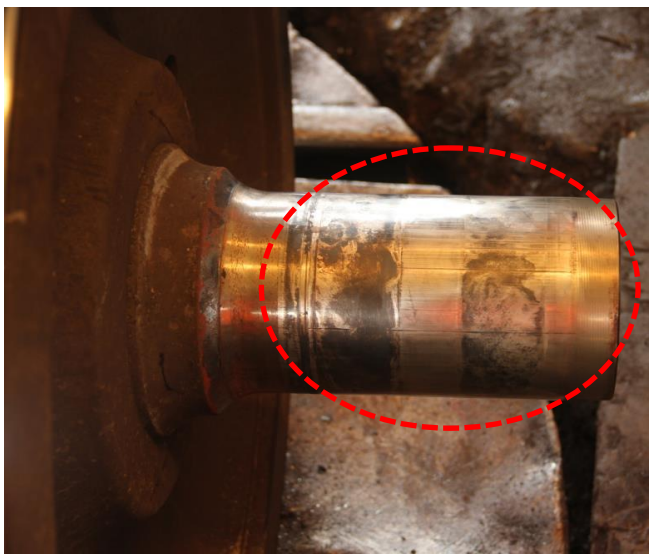
Cage bearing merupakan komponen yang berfungsi untuk mempertahankan kedudukan dan mengarahkan roller dalam bearing selalu sejajar dan sesuai dengan desain yang ditetapkan. Konsep dasar dari pergerakan *roller* adalah untuk menghindarinya terjadinya gesekan luncur (sliding friction) pada permukaan yang kontak dengan *roller*, akan tetapi gesekan antara *roller* dengan permukaan *cage bearing* kadang tidak dapat dihindari. Faktor yang dapat menyebabkan terjadinya gesekan antara permukaan *roller* dengan *cage bearing* diantaranya adalah getaran berlebih yang terjadi pada bearing, kecepatan rotasi dari *roller bearing* yang sangat tinggi, keausan pada lubang *cage bearing* dan material pengotor atau serpihan yang masuk ke dalam bearing.

Material dari *cage bearing* yang umumnya terbuat dari baja tempa karbon rendah memiliki karekteristik yang lebih lunak dibandingkan dengan *roller* dan rentan terhadap keausan jika pelumasan dalam bearing kurang atau material asing yang masuk ke dalam bearing mengikis permukaan lubang *cage bearing*. Keausan yang terjadi menyebabkan lubang *cage bearing* bertambah besar sehingga kehilangan kemampuannya untuk mengarahkan dan mempertahankan kedudukan *roller* untuk selalu sejajar. Gaya resultan yang terjadi pada *cage bearing* dapat menurunkan kekuatan dari *cage bearing* sehingga menyebabkan patahnya komponen *cage bearing*. Dalam kondisi ini, patahan dari komponen *cage bearing* dapat mengunci permukaan kontak *roller* sehingga mengakibatkan *roller* menjadi macet.

II.2.3 Kelonggaran Antara Inner Bearing dan As Roda

Ketika as roda menerima siklus beban tekuk yang berulang – ulang dari struktur dan muatan gerbong, permukaan atas dari jurnal as roda akan menjadi sedikit lebih panjang dibandingkan dengan permukaan bawahnya. Dalam kondisi tertentu, hal ini dapat menimbulkan sedikit geseran antara kontak permukaan jurnal as roda dengan permukaan *inner bearing*.

Gerakan geser yang terjadi dapat menyebabkan munculnya *fretting* pada permukaan jurnal as roda dan permukaan *inner bearing* yang saling kontak, dimana terjadinya *fretting* dapat membuat permukaan jurnal as roda dan permukaan *inner bearing* menjadi aus dan memperbesar celah antara kedua komponen tersebut. Terjadinya kondisi *fretting* dapat dilihat dari bekas tanda gesekan seperti logam yang terbakar pada permukaan yang saling kontak. *Fretting* dapat menyebabkan hilangnya gaya jepit (clamping force) dari *inner bearing* terhadap permukaan jurnal as roda, sehingga menyebabkan bearing menjadi longgar sehingga menimbulkan getaran yang berlebih pada bearing dan pada akhirnya mengakibatkan terjadinya kegagalan bearing. *Fretting* dapat terjadi jika diameter dari *inner bearing* yang dipasang ke jurnal as roda lebih besar dari toleransi yang dipersyaratkan atau diameter dari jurnal as roda lebih kecil dari toleransi yang dipersyaratkan.



Gambar 29. Fretting yang terjadi pada permukaan jurnal as roda

II.2.3 Kegagalan Pelumasan Bearing

Fungsi utama dari pelumasan dalam bearing adalah mengurangi gesekan antara roller dengan permukaan yang kontak dengan roller terutama pada titik kontak dengan tegangan yang tinggi. Lapisan film dari pelumas berfungsi untuk mengurangi keausan dan korosi dari kontak permukaan yang bergesekan sehingga roller dapat berputar dengan lancar terhadap permukaan *inner race* dan permukaan *outer race* dan tidak terjadinya panas yang berlebih akibat elevasi temperatur yang tinggi ketika terjadi gesekan.

Umumnya kegagalan pada pelumas dari bearing dapat terjadi karena *grade* pelumas yang digunakan tidak sesuai dengan beban yang diterima bearing atau tidak sesuai untuk kelas bearing yang digunakan, takaran jumlah pelumas yang diberikan kurang atau melebihi jumlah takaran yang dipersyaratkan, kesalahan dalam mengaplikasikan pelumas ke permukaan roller saat proses rekondisi bearing, adanya material asing yang masuk ke dalam pelumas saat proses rekondisi bearing atau serpihan material logam yang terbawa oleh akibat terjadinya *spalling* atau patahnya komponen *cage bearing*.

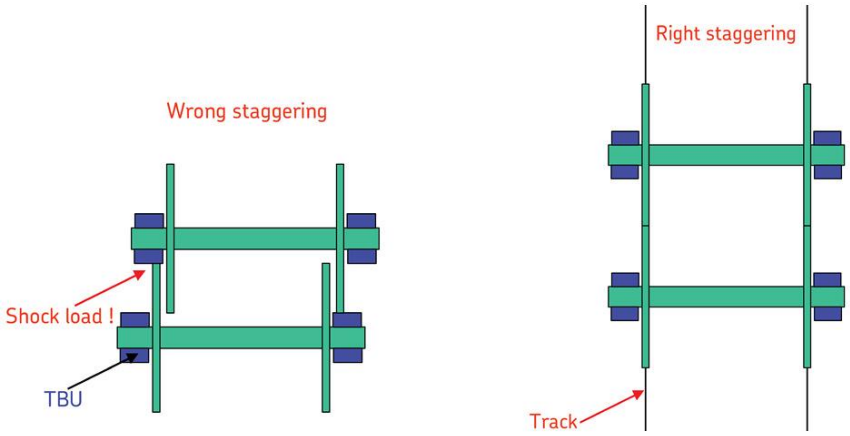
II.2.4 Karat dan Korosi pada Bearing

Masuknya air atau material yang besifat korosif dalam bearing merupakan penyebab utama terjadinya karat dan korosi pada permukaan *roller* atau permukaan *inner race* dari komponen *cone bearing* dan permukaan *outer race* dari komponen *outer bearing*. Kondisi yang dapat mempengaruhi terjadinya karat dan korosi dalam komponen bearing adalah terjadinya kondensasi karena faktor kelembaban yang tinggi dari udara pada tempat penyimpanan bearing atau penggunaan plastik untuk menutup atau membungkus bearing yang disimpan. Selain itu, keringat dari tangan operator yang menyentuh permukaan *roller*, permukaan *inner race* dan permukaan *outer race* dari komponen bearing.dapat menyebabkan terjadinya korosi pada bearing. Karat dan korosi yang terjadi pada roller dan permukaan yang kontak dengan *roller* menghasilkan tegangan kontak *rolling* dan gesekan yang tinggi pada permukaan *roller* atau permukaan yang kontak dengan *roller* sehingga menaikan temperatur bearing secara signifikan.

II.3 PROSES REKONDISI BEARING

Dari hasil investigasi terhadap proses rekondisi unit bearing yang dilakukan di UPT Balai Yasa Lahat, tim menemukan beberapa permasalahan terkait dengan proses rekondisi bearing yang berisiko terhadap terjadinya kegagalan bearing.

a. Investigasi menemukan adanya penyimpanan perangkat roda yang akan direkondisi dengan posisi flens roda pada suatu perangkat roda yang berisiko membentur bearing pada perangkat roda lainnya dan hal ini dapat mengakibatkan cacatnya permukaan dari *outer bearing*. Berdasarkan Manual Perawatan Bearing untuk PT. KAI (Persero) “SKF Railway Segment Petunjuk Pemasangan dan Pembongkaran TBU Kelas C dan D” contoh penyimpanan atau penempatan perangkat roda yang benar adalah dimana flens roda antar perangkat roda pada posisi saling menyentuh/kontak.



Gambar 30. Contoh penempatan perangkat roda yang salah (gambar kiri) dan penempatan perangkat roda yang benar (gambar kanan)

Dari pengamatan terhadap bukti komponen *outer bearing* yang didapat, tidak ditemukan cacat/lekukan akibat benturan pada permukaan komponen tersebut sehingga kegagalan bearing yang terjadi tidak berasal dari benturan dengan flens roda.

b. Pada proses pencucian bearing, penempatan komponen dari *cone bearing* yang telah selesai dicuci di lantai tempat pencucian dan adanya risiko dari *roller* pada *cone bearing* yang terbentur pada permukaan lantai dapat menyebabkan cacat berupa lekukan (identasi) atau goresan pada komponen roller. Identasi pada permukaan *roller* dapat menjadi konsentrasi tegangan saat roller dibebani dan kontak dengan permukaan *inner race* dan *outer race* dari komponen bearing. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya *spalling* pada permukaan *roller*.

c. Saat pemeriksaan permukaan komponen *outer bearing* dalam proses rekondisi bearing, investigasi menemukan adanya identasi pada permukaan *outer race* dari komponen bearing. Sama halnya dengan identasi di permukaan *roller*, identasi yang terjadi di permukaan *outer race* dapat menyebabkan terjadinya *spalling* pada permukaan tersebut. Terjadinya identasi di permukaan *outer race* dapat dipengaruhi oleh material asing atau kotoran yang terbawa oleh pelumas.

d. Investigasi menemukan pada pengukuran jarak *axial/lateral* bearing dengan menggunakan alat *axial/lateral dial indicator gauge*, posisi awal jarum dari alat tersebut saat dipasang ke *bearing bench* tidak berada pada posisi angka nol dan posisi *guide pin* tidak *center*. Hal ini berisiko terhadap ketidakakuratan pengukuran jarak antara *spacer* dan cone bearing. Kesalahan dalam pengukuran dapat mempengaruhi jarak antara *spacer* dan *cone bearing*, karena dapat menimbulkan ketidaksejajaran posisi dari kontak *roller bearing*. Ketidaksejajaran yang terjadi berpotensi menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan permukaan kontak *rolling* pada *roller*, sehingga menyebabkan gesekan yang terjadi pada bidang permukaan kontak *roller* akan naik disertai dengan kenaikan temperatur kerja dari bearing.

Di dalam tempat penyimpanan gemuk yang digunakan sebagai pelumas bearing, investigasi menemukan adanya kotoran yang masuk ke dalam pelumas tersebut. Kotoran yang masuk ke dalam pelumas dapat bersifat abrasif atau mengikis permukaan kontak *roller* atau permukaan *inner race* dan *outer race bearing*. Hal tersebut dapat menyebabkan identasi yang berakibat pada terjadinya *spalling* pada bidang permukaan kontak *roller* atau bidang permukaan *outer race* dan *inner race* dari bearing.

Pelumas yang digunakan saat rekondisi bearing adalah gemuk Pertamina Super EPX-2, dimana gemuk ini telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam AAR Spesifications M-942 untuk gemuk yang digunakan pada *Journal Roller Bearing* sehingga kegagalan bearing tidak berasal dari jenis pelumas yang digunakan.

Metoda pelumasan yang dilakukan saat proses rekondisi bearing, yang diamati saat dilakukan investigasi adalah dengan mengoleskan gemuk ke sekeliling permukaan luar dari *roller* dalam *cone bearing* dan permukaan *spacer* berdasarkan jumlah takaran yang ditentukan, yaitu 113.4 gram gemuk yang dioleskan di area sekeliling permukaan *roller* dan 226.8 gram gemuk yang dioleskan di sekeliling area permukaan *spacer*. Permasalahan pertama saat aplikasi pelumasan bearing adalah timbangan yang digunakan merupakan neraca analog dengan indikator dial yang biasa digunakan sebagai timbangan dapur dengan ketelitian 10 gram. Kekurangan dari timbangan ini adalah skala unit massa yang ditunjukan pada indikator dial timbangan tidak memiliki ketelitian sampai dengan skala 0.1 – 1 gram seperti yang dipersyaratkan dalam jumlah takaran gemuk yang ditentukan dalam Instruksi Kerja maupun Manual Perawatan Bearing FAG, sehingga terdapat kemungkinan terdapat perbedaan besar jumlah takaran gemuk yang diaplikasikan dibandingkan dengan takaran yang ditentukan.

Permasalahan berikutnya adalah cara mengoleskan gemuk yang dilakukan oleh operator saat pelumasan bearing hanya dilakukan di sekeliling permukaan luar dari *roller*, hal ini membuat tidak meratanya aplikasi pelumasan di seluruh permukaan *roller* dan terdapat gemuk yang keluar saat *cone bearing* yang telah dilumasi dimasukan ke dalam *outer bearing* sehingga jumlah gemuk yang telah dioleskan ke *cone bearing* menjadi berkurang. Berkurangnya jumlah pelumas pada bearing menyebabkan bertambahnya tegangan kontak *rolling* dan gesekan yang terjadi pada *roller* dan permukaan *outer* dan *inner race bearing* yang kontak dengan *roller* serta meningkatkan temperatur kerja dari bearing, dimana kondisi ini mengakibatkan terjadinya bearing panas. Proses pelumasan yang direkomendasikan oleh Manual Perawatan Bearing dari FAG Journal Bearings TAROL – *Mounting, Maintenance, Repair* dan SKF *Railway Segment* Petunjuk Pemasangan dan Pembongkaran TBU Kelas C dan D adalah dengan menggunakan peralatan pelumas (bearing greasing tool) untuk memudahkan operator dalam melakukan pelumasan terhadap seluruh permukaan *roller*.

Alternatif lain yang dapat dilakukan oleh operator dengan cara manual tanpa menggunakan bantuan alat pelumasan bearing adalah dengan memasukan gemuk melalui celah *roller* dari sisi samping *cone bearing*. Cara tersebut memiliki prinsip yang sama dengan cara kerja alat pelumas bearing dimana gemuk yang masuk akan mengisi seluruh permukaan *roller* dari dalam sehingga tidak banyak gemuk yang keluar saat *cone bearing* dipasang di *outer bearing*.

e. Penggunaan plastik untuk membungkus unit bearing yang disimpan setelah direkondisi dapat menimbulkan terjadinya kondensasi pada bearing khususnya jika kondisi tempat penyimpanan memiliki tingkat kelembaban yang tinggi. Kodensasi yang terjadi pada bearing berpotensi menyebabkan munculnya karat pada permukaan roller atau *inner race* dan *outer race bearing*.

f. Dalam proses pengukuran diameter jurnal as roda terdapat cara pengukuran yang dapat membuat bagian *spindle* dan *anvil* dari mikrometer sekrup cacat atau rusak dengan langsung menarik mikrometer sebelum dilebarkan kembali jarak antara bagian *spindle* dan *anvil*. Rusak atau ausnya permukaan dari bagian tersebut mengakibatkan pengukuran dari diameter jurnal as roda dengan menggunakan mikrometer sekrup menjadi tidak akurat dan presisi. Ketidaktelitian hasil pengukuran dari mikrometer tersebut berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pemasangan diameter jurnal as roda dengan ukuran diameter lebih kecil dari toleransi ukuran diameter jurnal as roda yang dipersyaratkan, yaitu sebesar 131.84 mm sehingga terdapat celah antara permukaan luar jurnal as roda dengan pemukaan dalam dari *inner bearing* dan hal ini dapat menyebabkan terjadinya *fretting* pada daerah kontak antara permukaan jurnal as roda dengan pemukaan dalam dari *inner bearing*.

g. Pada proses pemasangan bearing ke as roda, tim menemukan adanya variasi proses kerja antara regu perawatan saat proses tekan unit bearing ke jurnal as roda dengan menggunakan mesin hidrolik. Dari hasil pengamatan selama proses investigasi, diketahui terdapat regu yang tidak memutar *outer bearing* saat proses tekan bearing ke jurnal as roda berlangsung. Tidak diputarnya *outer bearing* dapat menyebabkan tidak adanya kontak aksial pada *inner bearing* sehingga beban aksial akan diteruskan oleh *roller*. Hal ini dapat menyebabkan *roller* menerima beban lebih besar dan tegangan kontak *rolling* yang terjadi pada *roller* juga menjadi besar, dimana kondisi ini dapat membuat putaran *roller* menjadi macet sehingga bearing akan mengalami kenaikan temperatur dan berpotensi mengakibatkan bearing menjadi terlalu panas (over-heated).

II.4 PEMERIKSAAN KONDISI BEARING

Setiap rangkaian KA muatan isi batubara diberangkatkan dari Stasiun Tanjung Enim Baru menuju Stasiun Tarahan, sebelumnya oleh regu pemeriksa dari Unit Petugas Urusan Gerbong (PUG) Tanjung Enim Baru dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi rangkaian gerbong batubara kosong yang baru tiba di Stasiun Tanjung Enim Baru. Satu diantara komponen yang diperiksa di rangkaian gerbong oleh regu pemeriksa adalah temperatur bearing pada seluruh bogie dalam rangkaian gerbong.

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil investigasi, hasil pengukuran temperatur bearing dari gerbong GB 50 93 18 (gerbong yang anjlok 1 as dan rangkaian gerbong ke-50 dari 60 rangkaian) yang tercatat di lembar pemeriksaan rangkaian gerbong KA 3044 pada tanggal 23 September 2018 berada dalam rentang temperatur antara 34 – 38˚C. Hal ini menunjukkan tidak adanya perbedaan selisih temperatur bearing yang signifikan pada saat pengukuran dilakukan dengan menggunakan *pyrometer*. Tetapi metode pengukuran terhadap temperatur bearing yang saat itu dilakukan dengan mengukur temperatur *end cap* bearing tidak sesuai dengan metode yang dipersyaratkan dalam Manual SKF Railway Segment Petunjuk Pemasangan dan Pembongkaran TBU Kelas C dan D [3], dimana dalam manual tersebut pemeriksaan temperatur dari bearing roda dengan menggunakan temperatur pada permukaan *end cap* sebagai acuan/pedoman pengukuran tidak dibenarkan, dimana letak pengukuran temperatur yang seharusnya menjadi pedoman adalah pengukuran temperatur pada permukaan *outer bearing*.

Maksud dari pengukuran harus dilakukan pada permukaan *outer bearing* adalah karena terdapat perbedaan temperatur yang signifikan antara permukaan *end cap* dengan permukaan *outer bearing*. Temperatur yang diukur pada permukaan *outer bearing* selalu lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan *end cap* karena permukaan *outer bearing* merupakan komponen yang langsung kontak dan bergesekan dengan permukaan roller sedangkan permukaan *end cap* tidak kontak langsung dengan *roller* dan panas yang dihasilkan dari gesekan antara permukaan *roller* dengan permukaan *outer race* dan *inner race* akan berpindah secara konduksi ke permukaan *end cap* yang posisinya berada di ujung jurnal as, sehingga temperatur dari permukaan *end cap* selalu lebih rendah dibandingkan dengan permukaan *outer bearing*.

Berdasarkan hasil pemeriksaan dari kondisi pasangan bearing lainnya, yaitu unit bearing 11/07047 pasca kecelakaan anjlokan diketahui bearing tersebut dapat berputar dengan normal dan tidak ada tanda-tanda *roller bearing* yang macet meskipun unit bearing tersebut direkondisi di tanggal yang sama dengan tanggal rekondisi unit bearing 11/07059, yaitu pada tanggal 28 Januari 2015, kemungkinan hal ini menunjukkan:

- Unit bearing memiliki jumlah takaran pelumasan yang sesuai dengan takaran pelumas yang ditentukan saat rekondisi unit bearing dilakukan, dan
- Unit bearing tersebut ditangani, dirakit dan dipasang ke as roda sesuai dengan prosedur yang dipersyaratkan oleh manufaktur unit bearing.

II.5 FAKTOR OPERASIONAL KERETA API

Berdasarkan data timbangan dari berat keseluruhan struktur dan muatan rangkaian gerbong KA 3044 pada tanggal 24 September 2018 diketahui selalu terdapat as roda yang melebihi berat as roda yang dipersyaratkan untuk tipe R.54, yaitu 18 ton sedangkan spesifikasi beban as roda maksimum yang diizinkan dalam spesifikasi Unit Bearing Class D 5½ x 10” adalah sebesar 187 kN atau 19 ton.

Kondisi berat as roda yang hampir mencapai berat as roda maksimum terjadi pada rata – rata gerbong dan terdapat 15 as roda dengan berat yang telah melebihi 19 ton dalam rangkaian KA 3044 selain berisiko mempercepat laju kerusakan jalan rel, hal ini juga berpotensi terhadap awal terjadinya kegagalan bearing jika unit bearing menerima beban impak saat melewati sambungan atau jika terdapat skilu pada jalan rel dan jika terdapat cacat pada unit bearing seperti identasi, *brinelling*, *spalling*, *fretting*, kegagalan pelumas dan kondisi lainnya yang dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian pada proses perawatan bearing.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan informasi faktual dan analisis dalam proses investigasi kecelakaan anjlokan dari KA 3003D di Emplasemen Stasiun Durian, kesimpulan dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi terkait dengan kecelakaan tersebut adalah sebagai berikut:

III.1 TEMUAN[1]

a. Unit bearing yang mengalami kegagalan adalah jenis *Tapered Roller Bearing Unit Class* D 5½ x 10" dengan nomor 11/07059 yang terpasang di as roda dengan nomor 11.02474. Unit bearing ini diproduksi oleh FAG pada tahun 2011 dan tercatat pernah dilakukan rekondisi pada tanggal 28 Januari 2015;

b. Proses rekondisi bearing dilakukan berdasarkan Instruksi Direksi PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Nomor: 7/TM.002/KA-2015 Tentang Petunjuk Pelaksanaan Pemeliharaan Bearing Roda, rekondisi bearing roda dilakukan jika bearing telah mencapai kinerja operasi 800.000 kilometer atau setiap kali bearing dilepas dari as roda ketika dilakukan penggantian keping roda;

c. Hasil ukur terhadap parameter proses rekondisi bearing masih dalam rentang toleransi yang dipersyaratkan dalam lembar pemeriksaan pemasangan roda dan bearing tanggal 28 Januari 2015;

d. Berdasarkan catatan perawatan berkala dari gerbong GB 50 93 18, sebelum terjadinya kecelakaan anjlokan diketahui bahwa pada unit bearing gerbong tersebut tidak ditemukan kebocoran pelumas pada unit bearing, unit bearing berputar dengan normal dan jumlah seluruh baut *end cap* serta *locking plate* dari unit bearing dalam kondisi lengkap;

e. Investigasi mendapatkan penempatan dan penyusunan dari perangkat roda dengan posisi yang dapat memungkinkan terjadinya benturan antara flens roda dengan komponen *outer bearing*;

f. Investigasi menemukan bahwa dalam proses pencucian bearing digunakan sikat kawat untuk membersihkan permukaan *outer race* dari komponen *outer bearing*. Dan komponen *cone bearing* yang telah dicuci ditumpuk di lantai tempat pencucian sehingga berisiko terbentur ke lantai dan dapat menyebabkan cacat pada permukaan komponen *roller*;

g. Investigasi menemukan adanya lekukan kecil berbentuk titik di permukaan *outer race* dari satu diantara komponen *outer bearing* yang diperiksa saat proses rekondisi bearing;

h. Investigasi mendapatkan tidak adanya kaca pembesar yang terpasang di alat pemeriksa permukaan *roller* karena dalam kondisi rusak;

i. Investigasi menemukan adanya goresan pada *roller* dari satu diantara *cone bearing* yang telah diperiksa saat proses rekondisi bearing;

[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.

j. Investigasi mendapatkan posisi awal jarum dari alat ukur *axial/lateral dial indicator gauge* tidak berada pada posisi angka nol dan posisi *guide pin* tidak *center*;

k. Gemuk yang digunakan dalam relubrikasi bearing saat proses rekondisi bearing di Balai Yasa Lahat memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam AAR Spesifications M-942 untuk gemuk yang digunakan pada *Journal Roller Bearing*;

l. Investigasi menemukan adanya kotoran yang masuk ke dalam gemuk dan wadah penyimpanan gemuk dalam keadaan terbuka saat dilakukan proses pelumasan komponen bearing;

m. Investigasi mendapatkan timbangan yang digunakan untuk mengukur takaran massa gemuk merupakan neraca analog dengan ketelitian 10 gram sedangkan takaran massa gemuk yang dipersyaratkan memiliki ketelitian sampai dengan skala 0.1 – 1 gram;

n. Investigasi mendapati aplikasi pelumasan pada *roller bearing* dilakukan dengan cara mengoleskan gemuk ke sekeliling permukaan luar *roller* sehingga terdapat kemungkinan tidak meratanya aplikasi pelumasan di seluruh permukaan *roller* dan jumlah gemuk yang telah dioleskan ke *cone bearing* berkurang ketika *cone bearing* dimasukan ke dalam *outer bearing*;

o. Investigasi menemukan penggunaan plastik untuk membungkus unit bearing yang disimpan setelah direkondisi, dimana hal ini dapat menimbulkan terjadinya kondensasi pada unit bearing;

p. Investigasi mendapati cara pengukuran yang dapat membuat bagian *spindle* dan *anvil* dari mikrometer sekrup cacat atau rusak saat dilakukan pengukuran diameter jurnal as roda. Rusak atau ausnya permukaan dari bagian tersebut dapat mengakibatkan pengukuran dari diameter jurnal as roda dengan menggunakan mikrometer sekrup menjadi tidak akurat dan presisi;

q. Investigasi mendapati adanya *outer bearing* yang tidak diputar saat proses tekan bearing ke jurnal as roda berlangsung. Tidak diputarnya *outer bearing* dapat menyebabkan tidak adanya kontak aksial pada *inner bearing* sehingga beban aksial akan diteruskan oleh *roller*. Hal ini dapat menyebabkan *roller* menerima beban lebih besar dan tegangan kontak *rolling* yang terjadi pada *roller* juga menjadi besar;

r. Torsi pengencangan baut end cap yang diaplikasikan pada unit bearing sesuai dengan nilai yang dipersyaratkan dalam manual instruksi perawatan unit bearing kelas D 5½ x 10” keluaran FAG untuk pengencangan baut dimensi 7/8”;

s. Berdasarkan hasil pemeriksaan geometri jalan rel sebelum terjadinya kecelakaan pada bulan Mei 2018 dengan menggunakan kereta ukur, diketahui nilai TQI di koridor antara Stasiun Prabumulih – Stasiun Tigagajah tergolong baik (TQI ≤ 35);

t. Investigasi mendapati pengukuran temperatur bearing roda dilakukan dengan mengukur temperatur pada bagian permukaan komponen *end cap* dari unit bearing bukan di permukaan *outer bearing*, dimana metode pengukuran tersebut tidak sesuai dengan metode yang dipersyaratkan dalam Manual SKF Railway Segment Petunjuk Pemasangan dan Pembongkaran TBU Kelas C dan D;

u. Berdasarkan hasil ukur timbangan dari rangkaian KA 3044 pada tanggal 24 September 2018, terdapat as roda dari rangkaian KA 3003D yang melebihi toleransi berat as roda yang dipersyaratkan untuk tipe R.54 dan berat as roda maksimum untuk spesifikasi Unit Bearing Class D 5½ x 10" yaitu sebesar 19 ton;

v. Berdasarkan data riwayat kecepatan KA 3003D saat akan memasuki Stasiun Durian pada tanggal 24 September 2018, diketahui kecepatan KA sedikit melebihi kecepatan operasional yang diizinkan (47 km/jam), dengan kecepatan tertinggi yang terekam sebesar 49 km/jam tetapi masih di bawah kecepatan maksimum yang diijinkan (55 km/jam);

w. Investigasi menemukan hasil pemeriksaan dari kondisi unit bearing 11/07047 setelah kecelakaan anjlokan, diketahui bearing tersebut tidak dalam kondisi rusak.

III.2 FAKTOR YANG BERKONTRIBUSI[2]

Kegagalan bearing kemungkinan besar disebabkan oleh besarnya gesekan yang terjadi antara bearing dengan jurnal as roda karena pelumasan yang ada di bearing sudah tidak bekerja/berfungsi sehingga kontak bearing dan permukaan as roda menjadi macet dan menghasilkan kenaikan temperatur yang tinggi, serta panas yang ditimbulkan dari kenaikan temperatur tersebut mengakibatkan material logam dari bearing dan jurnal as roda meleleh sehingga jurnal as roda putus.

.

[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. SAFETY ACTIONS

Berdasarkan surat Ketua Komite Nasional Keselamatan Transportasi Nomor: IK.003/I/13 KNKT 2019 perihal Draft Laporan Akhir Anjlokan KA 3003D tanggal 5 April 2019, KNKT telah meminta pihak regulator dan operator, sebagai pihak penerima rekomendasi untuk memberi tanggapan terhadap draft laporan akhir investigasi kecelakaan KNKT dan tindakan safety actions 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

Terkait dengan rekomendasi KNKT terhadap kecelakaan Anjlokan KA 3003D tanggal 24 September 2018 di Emplasemen Stasiun Durian, Wilayah Divre IV Tanjungkarang, Direktorat Jenderal Perkeretaapian melalui surat Direktur Keselamatan Perkeretaapian Nomor: C.162/K5/DJKA/V/2019 tanggal 29 Mei 2019, menyampaikan tanggapan terhadap rekomendasi keselamatan KNKT akan melakukan hal – hal sebagai berikut:

a. Melakukan kajian komprehensif atas pengoperasian KA Babaranjang yang semula terdiri dari 40 (empat puluh) rangkaian gerbong datar muatan batubara menjadi 60 (enam puluh) rangkaian gerbong;

b. Meningkatkan pengawasan pelaksanaan perawatan sarana perkeretaapian yang beroperasi yang dilakukan melalui program inspeksi dan audit keselamatan;

c. Meningkatkan pengawasan pelaksanaan perawatan sarana perkeretaapian, khususnya untuk manajemen perawatan sarana perkeretaapian di PT. Kereta Api Indonesia (Persero) di Divre IV Tanjungkarang.

IV.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)

Menindaklanjuti rekomendasi KNKT terhadap kecelakaan Anjlokan KA 3003D tanggal 24 September 2018 di Emplasemen Stasiun Durian, Wilayah Divre IV Tanjungkarang, PT. KAI (Persero) melalui surat Direktur Keselamatan dan Keamanan PT. KAI (Persero) Nomor: KS.201/V/1/KA-2019 tanggal 9 Mei 2019 telah menyampaikan tanggapan terhadap rekomendasi keselamatan KNKT berupa uraian dari *safety actions* yang telah dilakukan, tetapi *safety actions* yang dijabarkan dalam surat tersebut belum sesuai dengan maksud rekomendasi KNKT, sehingga KNKT mengirimkan surat ke Direktur Keselamatan dan Keamanan PT. KAI (Persero) dengan Nomor: IK.001/2/14 KNKT 2019 pada tanggal 5 Juli 2019 untuk mengklarifikasi kesesuaian antara rekomendasi keselamatan KNKT dengan uraian *safety actions* PT. KAI (Persero). Hingga berakhirnya masa tanggapan, KNKT belum menerima surat balasan dari PT. KAI (Persero) terkait dengan tanggapan *safety actions* dari PT. KAI (Persero) atas rekomendasi KNKT.

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. Melakukan pengawasan terhadap kondisi pengoperasian KA Babaranjang khususnya terhadap frekuensi perjalanan kereta api, kecepatan kereta api dan distribusi beban muatan batubara yang diangkut oleh rangkaian KA Babaranjang;

b. Melakukan pengawasan pada sarana perkeretaapian yang beroperasi khususnya terhadap kondisi pemeriksaan dan perawatan dari perangkat roda.

V.2 PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)

a. Menggunakan alat ukur yang sesuai untuk proses rekondisi bearing dan memperbaiki deviasi atau penyimpangan dari alat ukur yang digunakan dalam proses rekondisi bearing serta melengkapi alat bantu untuk pekerjaan rekondisi bearing yang tidak tersedia;

b. Melalukan pengawasan terhadap seluruh proses perawatan tiap unit bearing yang dilakukan di Balai Yasa mulai dari proses pelepasan, pencucian, pemeriksaan, pelumasan, pengukuran, perakitan, penyimpanan dan pemasangan unit bearing ke jurnal as roda telah sesuai dengan metode dan prosedur rekondisi bearing yang telah ditetapkan dalam Manual Instruksi Perawatan Bearing yang dikeluarkan oleh tiap pabrikan bearing;

c. Memastikan tidak adanya kotoran atau partikel asing yang masuk ke dalam pelumas bearing saat proses rekondisi bearing dan massa pelumas yang diaplikasikan ke bearing sesuai dengan takaran yang ditentukan ditetapkan dalam Manual Instruksi Perawatan Bearing yang dikeluarkan oleh tiap pabrikan bearing;

d. Melakukan pengawasan terhadap pemeriksaan kondisi bearing yang beroperasi dan memastikan pemeriksaan kondisi bearing yang dilakukan sesuai dengan yang ketentuan yang dipersyaratkan dalam Manual Instruksi Perawatan Bearing yang dikeluarkan oleh tiap pabrikan bearing;

e. Mengatur ulang distribusi beban pada tiap as roda dari seluruh rangkaian gerbong agar tidak melebihi melebihi toleransi beban maksimum as roda yang dipersyaratkan untuk rel tipe R.54 dan tidak melebihi beban maksimum as roda yang dipersyaratkan dalam spesifikasi unit bearing sesuai dengan kelasnya.

VI. DAFTAR REFERENSI

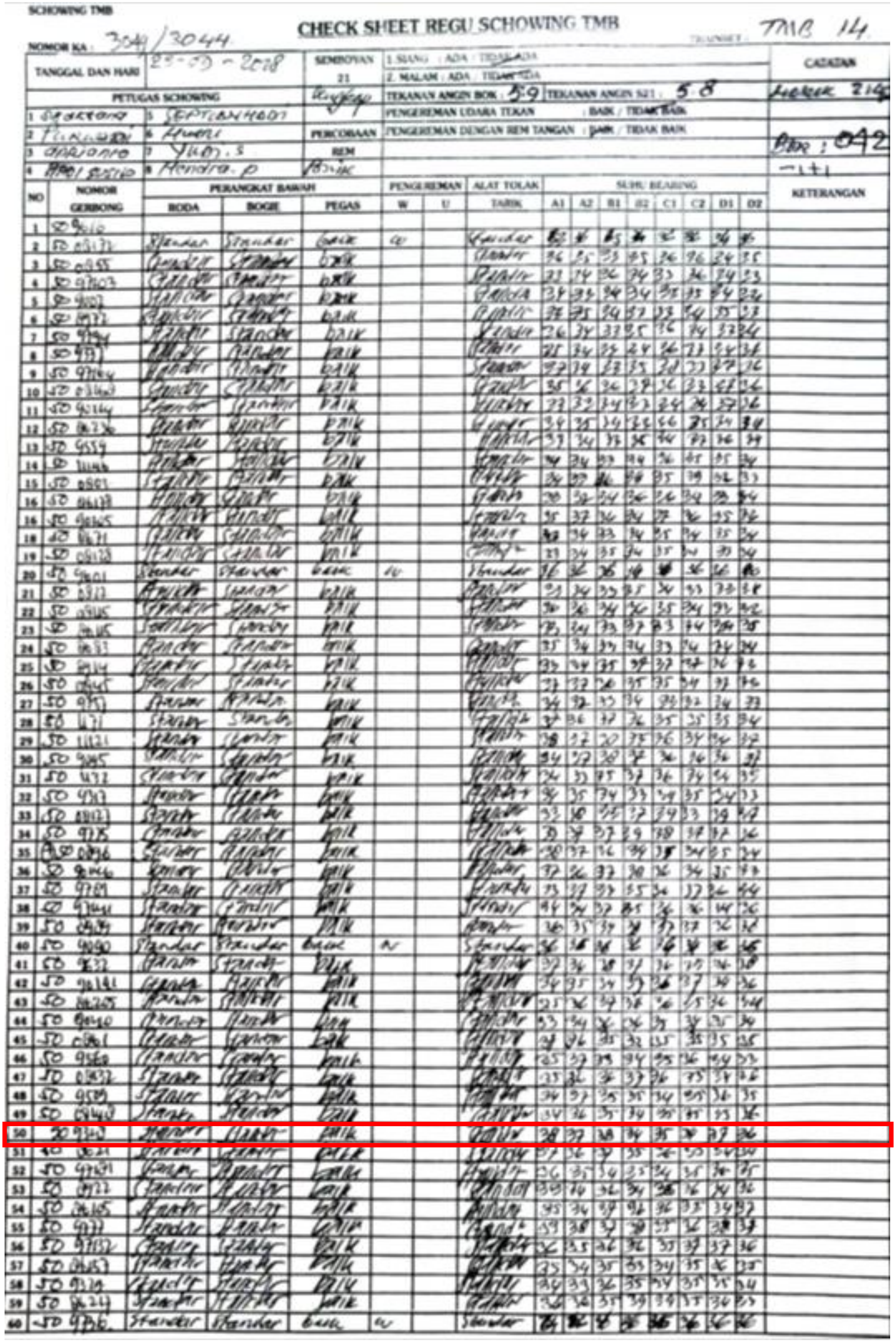
[1] PT. Kereta Api Indonesia (Persero), Buku 2A Rencana Perawatan Tahunan Jalan Rel, Bandung, Indonesia, 2012.

[2] FAG Industrial Bearings AG**,** FAG Journal Roller Bearings TAROL – Mounting, maintenance, repair, Publ No. WL 07 154 EA, Schweinfurt, Germany, 1995.

[3] PT. SKF Industrial Indonesia, SKF Railway Segment Petunjuk Pemasangan dan Pembongkaran TBU Kelas C dan D Untuk Kantor Pusat PT. Kereta Api Indonesia (Persero), Jakarta, Indonesia, 2015.

VII. LAMPIRAN

VII.1 PEMERIKSAAN RANGKAIAN GERBONG DARI KA 3044


SCHOWING TMB

NOMOR KA : 3044/3044

CHECK SHEET REGU SCHOWING TMB

TANGGAL DAN HARI : 23-09-2018

SEMBOYAN 21 — 1. SIANG : ADA / TIDAK ADA — 2. MALAM : ADA / TIDAK ADA

PETUGAS SCHOWING

TEKANAN ANGIN BOK : 5.9 — TEKANAN ANGIN SZ1 : 5.8

PERCOBAAN REM — PENGEREMAN UDARA TEKAN : BAIK / TIDAK BAIK — PENGEREMAN DENGAN REM TANGAN : BAIK / TIDAK BAIK

CATATAN

KETERANGAN

NO	NOMOR GERBONG	PERANGKAT BAWAH: RODA	BOGIE	PEGAS	PENGUREMAN: W	U	ALAT TOLAK TARIK	SUHU BEARING: A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	KETERANGAN

VII.2 SOP PERAWATAN BEARING RODA

KERETA API

5 Nilai Utama

INSTRUKSI
DIREKSI PT.KERETA API INDONESIA (PERSERO)
NOMOR : ..7/IM.002/KA-2015..

TENTANG
PETUNJUK PELAKSANAAN PEMELIHARAAN BEARING RODA

Mengingat :

1. Pedoman siklus pemeliharaan bearing roda harus segera ditetapkan dengan dasar dan acuan teknis yang jelas.
2. Pola pemeliharaan sarana kereta dan gerbong berubah-ubah karena harus menyesuaikan dengan daur pemeliharaan bearing roda yang belum memiliki acuan teknis yang benar, menyebabkan tidak efisiennya waktu dan biaya.

Mempertimbangkan :

1. AAR Manual of Standard and Recommended Practices Section H : M-942
2. FAG Journal Roller Bearing TAROL Publ No. WL. 07 154 EA
3. Lifetime Calculation of Journal Bearing
4. Manual Instruction Perawatan Gerbong KKBW Baotou
5. Manual Instruction Perawatan Gerbong KKBW INKA
6. Grease yang dipakai untuk bearing dengan grade NLGI 2, mempunyai temperatur kerja 116°C
7. Temperature Kerja Maksimum Bearing (sumber EMD)
8. Maintenance Instruction Manual of Third Class Coach and Kitchen Type CFW for Indonesian State Railways, tahun 1984, Nippon Sharyo Kaisha, Ltd hal : 513
9. Maintenance Instruction Manual of Third Class Coach and Kitchen Type CFW for Indonesia State Railways, tahun 1984, Nippon Sharyo, Ltd hal : 512

Menetapkan :

1. Pola pemeliharaan bearing roda Class C (Ø119mm) dan Class D dilakukan overhaul dan regreasing pada :
   a. Setiap tercapai jarak tempuh 800.000 km dan kelipatannya.
   b. Setiap dilakukan penggantian keping roda.
2. Pola pemeliharaan double roll bearing-ball bearing (bearing standard) pada bogie NT 11 dan K7, serta bearing Class C (Ø110mm) pada bogie NT 11 mengacu Instruksi Dirtek-Dirop No. 1/TM.211/KA-98 tanggal 30 Maret 1998 yaitu 300.000 km.

KERETA API

3. Ketentuan memutuskan bearing roda dinyatakan mengalami gejala panas berlebih ("bearing overheated") pada :
   a. Seluruh Cartridge Bearing pada temperatur 90°C
   b. Double roll dan ball bearing bogie NT 11 pada temperatur 70°C
4. Instruksi ini dibuat hanya khusus untuk mengatur perubahan pola pemeliharaan bearing roda
5. Setiap dilakukan overhaul & regreasing bearing, harus dilaksanakan pencatatan usia bearing.
6. Instruksi ini mulai berlaku sejak tanggal dikeluarkan

Dikeluarkan di : Bandung

Pada Tanggal : 09 Juni 2015

a.n DIREKSI PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)
DIREKTUR PENGELOLAAN SARANA

Tembusan Yth.:

1. Direksi PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO) di Bandung ;
2. Para EVP/VP Kantor Pusat PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO) di Bandung ;
3. Para EVP/VP DAOP/ DIVRE PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO) di Jawa dan Sumatera ;
4. Para EVP/ GM UPT Balai Yasa PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO) di Jawa dan Sumatera
5. Para Manager Sarana DAOP/ DIVRE/ Sub DIVRE PT.KERETA API INDONESIA (PERSERO) di Jawa dan Sumatera
6. Arsip

VII.3 LEMBAR PEMERIKSAAN REKONDISI BEARING RODA

FMD: 14.

KERETA API
UPT. BALAI YASA LAHAT

CHECK SHEET
(LEMBAR PENGUJIAN)

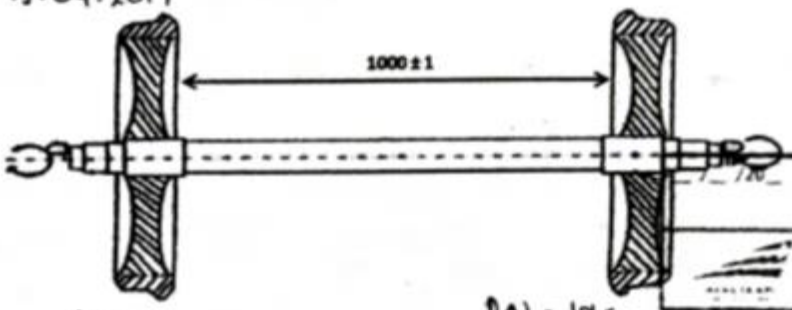
GOLONGAN
BOGIE KERETA & GERBONG

No. Dokumen : 39
Tanggal : 18 Oktober 2010
Revisi : 1

: Check Sheet Pemasangan Roda & Bearing

: KRT / 30 T / (50 T)
: C / (D)
: 19.09.2017

Ex Bogie :
Dipasang Pada : 509318
Tanggal Selesai :



ACCEPTED
QUALITY CONTROL
UPT. BALAI YASA LAHAT
PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO)

As Lama PN - 190

NOMOR AS	DIAMETER RODA	UKURAN DIAMETER ASNAP		TONASE PRESS RODA		TINGGI FLANGE	TEBAL FLANGE	JARAK BACK TO BACK KEPING RODA	DIAMETER AS TAP		KET
		LEFT	RIGHT	LEFT	RIGHT				LEFT	RIGHT	
STANDART CLASS	MM	MM		TON		MM	MM	MILIMETER	MILIMETER		
KERETA	708-774	160		64 ± 10% (57,6-70,4)		27	30 - 32	1000 ± 1	119,14-119,16		
	765-860	192		76,8 ± 10% (69,12-84,48)		27	30 - 32	1000 ± 1	131,84-131,86		
220615	785	192	192	ex	ex	27	36	1000	131,85	131,85	5097164
221048	785							1000	131,85	131,85	5097129
14535	783							1000	131,85	ex	5097164
02474	783							999	ex	ex	509736

X (5) B. RC + (3) B. ex

NOMOR BEARING	MERK	CONE	LATERAL SPACER	LATERAL BEARING PLAY		GRASE	TEKANAN PRESS SEAL CUP	INSTALASI BEARING		UKURAN BAUT	TEKANAN BAUT
LEFT / RIGHT								LEFT	RIGHT		
STANDART		MM	MM	MM		GRAM	PSI	TON		INCH	FT-LBS
		119,06-119,10	0,508-0,660	0,025-0,508		340,2	2500-4000	30-40		7/8	140-150
		131,76-131,80	0,508-0,660	0,025-0,508		453,6	2500-4000	45-55		7/8	140-150
11.09685	FAG/FAG	131,78	0,50	—	—	453,6	4000	45	45	7/8	150
10.06361	FAG/FAG	131,78	0,050	—	—	453,6	4000	45	45		
12.02406	FAG/FAG	131,78/ex	0,50/ex	—	0,08	453,6/ex	4000 / ex	45	ex		
11.07059	FAG/FAG	ex	ex	0,10	0,06	453,6/ex	ex	ex	ex		

KERETAKAN AS (BAIK) TERLAMPIR

KERETA API
UPT. BALAI YASA LAHAT

CHECK SHEET
(LEMBAR PEMERIKSAAN)

GOLONGAN BOGIE KERETA & GERBONG

No. Dokumen :
Tanggal : 18 Oktober 2010
Revisi : 0

Modul : Check Sheet Pemasangan Roda & Bearing

No. Seri Sarana :
Jenis Axle : KRT / 30 T / (50 T)
Class Bearing : C / (D)
Tanggal Dikerjakan : 28 - 01 - 2015

Ex. Bogie Saran : 509736
Dipasang Pada :
Tanggal Selesai :

PENGGANGKAT RODA EX

NOMOR AS	DIAMETER RODA	UKURAN DIAMETER ASNAP		TONASE PRESS RODA		DIAMETER AS TAP	
		LEFT	RIGHT	LEFT	RIGHT	LEFT	RIGHT
STANDART CLASS	MM	MM		TON		MILIMETER	
:30 TON / KERETA	708-774	160		75 s/d 120		119,14-119,16	
:50 TON	765-860	192		75 s/d 120		131,84-131,86	
R 20505	813	x		x		131, 85	
R. 20506	813	"		"		131, 86	
R. 20507	815	"		"		131, 85	
11 02474	815	"		"		131, 85	

B. KECOND

NOMOR BEARING		MERK	CONE	LATERAL SPACER	GRASE	TEKANAN PRESS SEAL CUP	INSTALASI BEARING		UKURAN BAUT	TEKANAN BAUT
LEFT	RIGHT						LEFT	RIGHT		
STANDART			MM	MM	GRAM	PSI	TON		INCH	FT-LBS
:TK9			119,06-119,10	0,508-0,660	340,2	2500-4000	30-40		7/8	140-150
:5 1/2 X 10			131,76-131,80	0,508-0,660	453,6	2500-4000	45-55		7/8	140-150
749910	07002902	SKF/SKF	131, 79	0,50	453,6	4000	50	50	7/8	150
314458	11.03314	SKF/FAG	131, 79	0,50	"	"	"	"	"	"
87323	11.04979	FAG/FAG	131, 79	0,50	"	"	"	"	"	"
07847	11.07019	FAG/FAG	131, 78	0,50	"	"	"	"	"	"

MENGECEKAN KERETAKAN AS (BAIK) TERLAMPIR

Januari 2015

Bearing	LAteraL	KET.	NO	Bearing	Lateral	ket.
11/ 07003	0.45	FAG				
11/01012	0.50	FAG				
11/00116	0.45	FAG				
11/09706	0.50	FAG				
08/554210	0.62	TMK				
11/07574	0.48	FAG				
11/02144	0.45	FAG				
11/03936	0.50	FAG				
11/07015	0.45	FAG				
11/00810	0.45	FAG				
11/07249	0.45	FAG				
11/06791	0.45	FAG				
11/04744	0.46	FAG				
11/01128	0.46	FAG				
11/31458	0.50	SKF				
11/03314	0.53	FAG				
11/01020	0.50	FAG				
11/03323	0.47	FAG				
11/04979	0.56	FAG				
11/07484	0.45	FAG				
11/06966	0.45	FAG				
11/07189	0.50	FAG				
10/ ———	0.50	SKF				
11/07788	0,50	FAG				
11/10126	0.50	FAG				
11/02537	0.53	FAG				
11/07259	0.45	FAG				
11/07047 ✓	0.53	FAG				
11/00916	0.50	FAG				
11/00831	0.50	FAG				
11/00810	0.50	FAG				
11/07059 ✓	0.51	FAG				
11/03681	0.50	FAG				
11/54910	0.49	SKF				
09/002902	0.53	SKF				
10/170051	0.50	TMK				
09/57 1144	0.50	TMK				

VII.4 DAFTAR ALAT UKUR DAN KALIBRASI PERALATAN DI UPT BALAI YASA LAHAT

KERETA API
UPT. BALAI YASA LAHAT

DAFTAR ALAT UKUR DAN KALIBRASI TAHUN 2018

NO.	NAMA ALAT	MERK	NO. SERI	SPESIFIKASI / UKURAN	TANGGAL KALIBRASI	TANGGAL KALIBRASI ULANG	FREKUENSI	TANGGAL VERIFIKASI	TANGGAL VERIFIKASI ULANG	FREKUENSI	LOKASI	KETERANGAN
1	Kunci Moment	Proton	DHA51264	600 lb.ft	30/03/2017	30/03/2021	4 Tahun				MD - Motor Diesel	Terkalibrasi
2	Kunci Moment	Toptool	292530	40 - 210 Nm	31/03/2017	31/03/2021	4 Tahun				MD - Motor Diesel	Terkalibrasi
3	Jangka Sorong Digital	Krisbow		12" (300 mm)	-	-					MD - Motor Diesel	Kalibrasi Ulang
4	Jangka Sorong	Tricle Brand		12" (300 mm)	-	-					MD - Motor Diesel	Kalibrasi Ulang
5	Dial Indicator	Starrett	25-131	125"	18/04/2016	18/04/2020	4 Tahun				MD - Motor Diesel	Terkalibrasi
6	Torque Tester		3598	0 - 2000 lb.ft	18/04/2016	18/04/2020	4 Tahun				MD - Motor Diesel	Terkalibrasi (**Master**)
7	Tacho Meter	Line Seiki	TM - 5000		18/04/2016	18/04/2018	2 Tahun				MD - Governoor Test Room	Kalibrasi Ulang
8	Jangka Sorong Digital	Krisbow	1056111	12" (300 mm)	18/04/2016	18/04/2018	2 Tahun	03/04/2018	03/04/2019	1 Tahun	MD - Governoor Test Room	Terkalibrasi (**Master**)
9	Digital Multimeter	Krisbow	KW 06-272	1000 V	18/04/2016	18/04/2018	2 Tahun				MD - Governoor Test Room	Kalibrasi Ulang
10	Micrometer Luar	Blue Point		75 - 100 mm	21/03/2017	21/03/2021	4 Tahun				MD - Alat Bantu	Terkalibrasi
11	Kunci Moment	Toptool		40-210 Nm	-	-					MD - Alat Bantu	Kalibrasi Ulang
12	Kunci Moment	Britool		600 lb.ft	30/03/2017	30/03/2021	4 Tahun				MD - Pers. Kelengkapan Komponen	Terkalibrasi
13	Kunci Moment	Proton	DHF86699	600 lb.ft	30/03/2017	30/03/2021	4 Tahun				MD - Pers. Kelengkapan Komponen	Terkalibrasi
14	Manometer	Wika		10.000 Psi	-	-					MD - Pers. Kelengkapan Komponen	Tidak ada label kalibrasi
15	Manometer	Armatrm	403132307	6 Kg/cm^2	31/03/2017	31/03/2021	4 Tahun				MD - Pers. Kelengkapan Komponen	Terkalibrasi (**Master**)
16	Manometer	Empeo		10 Kg/cm^2	18/04/2016	18/04/2020	4 Tahun				MD - Pers. Kelengkapan Komponen	Terkalibrasi
17	Manometer	Armatrm		6 Kg/cm^2	18/04/2016	18/04/2020	4 Tahun				MD - Pers. Kelengkapan Komponen	Terkalibrasi
18	Micrometer Luar	Mitutoyo		0 - 25 mm	08/05/2015	08/05/2019	4 Tahun				MD - Pers. Kelengkapan Komponen	Terkalibrasi
19	Micrometer Luar	Mitutoyo	2260220	300 - 400 mm	21/03/2017	21/03/2021	4 Tahun				TL - Rotor TM	Terkalibrasi (**Master**)
20	Jangka Sorong	Mitutoyo		300 mm	-	-		04/04/2018	04/04/2020	2 Tahun	TL - Rotor TM	Terverifikasi
21	Jangka Sorong Digital	Krisbow		300 mm	11/05/2015	11/05/2017	2 Tahun				TL - Rotor TM	Kalibrasi Ulang
22	Timbangan Digital	Krisbow	KW 060037	1100 Gram	08/05/2015	08/05/2017	2 Tahun				TL - Rotor TM	Kalibrasi Ulang
23	Avo Meter Digital				-	-					TL - Rotor TM	Kalibrasi Ulang
24	Kunci Moment	Fatools		50 - 335 Nm	04/05/2015	04/05/2019	4 Tahun				TL - Stator & Bongkar Pasang TM	Terkalibrasi
25	Kunci Moment	Proton	6016C	150 lb.ft	-	-					TL - Stator & Bongkar Pasang TM	Kalibrasi Ulang
26	Kunci Moment	Proton	6020H	800 lb.ft	-	-		04/04/2018	04/04/2020	2 Tahun	TL - Stator & Bongkar Pasang TM	Terverifikasi
27	Kunci Moment	HVT 5000		400 lb.ft	30/03/2017	30/03/2021	4 Tahun				TL - Stator & Bongkar Pasang TM	Terkalibrasi
28	Kunci Moment	Toptul	ANAF1621	40 - 210 Nm	31/03/2017	31/03/2021	4 Tahun				TL - Stator & Bongkar Pasang TM	Terkalibrasi
29	Micrometer Luar	Blue Point	06115407	75 - 100 mm	28/03/2017	28/03/2021	4 Tahun				TL - Stator & Bongkar Pasang TM	Terkalibrasi
30	Termometer Suhu				-	-					TL - Stator & Bongkar Pasang TM	Kalibrasi Ulang
31	Megger	Fluke	98010186	1000 Volt	28/03/2017	28/03/2019	2 Tahun				TL - Stator & Bongkar Pasang TM	Terkalibrasi (**Master**)
32	Mili Ohm	Hioki	RM 3544	300 KΩ	-	-					TL - Stator & Bongkar Pasang TM	Kalibrasi Ulang
33	Megger	Kyoritsu	3005A	2000 Ω	18/04/2016	18/04/2018	2 Tahun	05/04/2018	05/04/2019	1 Tahun	TL - Main Generator	Terverifikasi
34	Avo Meter		Mastech		-	-		06/04/2018	06/04/2019	1 Tahun	TL - Main Generator	Terverifikasi
35	Micrometer Luar	Mitutoyo	27185370	0 - 25 mm	21/03/2017	21/03/2021	4 Tahun				TL - Motor Motor Bantu	Terkalibrasi
36	Avo Meter				-	-					TL - Motor Motor Bantu	Kalibrasi Ulang
37	Avo Meter Digital	Heles	UX 839 SR		18/04/2016	18/04/2018	2 Tahun	06/04/2018	06/04/2019	1 Tahun	TL - Instr. Alat Listrik Lok & KRD	Terverifikasi
38	Avo Meter Digital + Tang Ampere	Kyoritsu	KEW SNAP	2009A	18/04/2016	18/04/2018	2 Tahun				TL - Instr. Alat Listrik Lok & KRD	Kalibrasi Ulang
39	Avo Meter Manual	Ewig	YX.360 TRD	20kΩ - VDC	-	-					TL - Instr. Alat Listrik Lok & KRD	Kalibrasi Ulang
40	Thermometer suhu	Ex Tech	42512	50 - 1000 °C	-	-					TL - Instr. Alat Listrik Lok & KRD	Kalibrasi Ulang
41	Avo Meter Digital	Extech	EX 530		28/03/2017	28/03/2019	2 Tahun				TL - Instr. Battery & Wiring	Terkalibrasi (**Master**)
42	PH Meter	HANNA	HI 98107	PH 4 - 10	-	-					TL - Instr. Battery & Wiring	Kalibrasi Ulang

NO.	NAMA ALAT	MERK	NO. SERI	SPESIFIKASI / UKURAN	TANGGAL KALIBRASI	TANGGAL KALIBRASI ULANG	FREKUENSI	TANGGAL VERIFIKASI	TANGGAL VERIFIKASI ULANG	FREKUENSI	LOKASI	KETERANGAN
43	Dial Indicator	Peacock		0 - 5 mm	11/05/2015	11/05/2019	4 Tahun				LM - Pembongkaran & Penyetelan Lok	Terkalibrasi
44	Dial Indicator	Starrett	696 A	0 - 100"	-	-					LM - Pembongkaran & Penyetelan Lok	Tidak dikalibrasi (kesat)
45	Dial Indicator	Starrett	696 B	0 - 100"	22/03/2017	22/03/2021	4 Tahun				LM - Pembongkaran & Penyetelan Lok	Terkalibrasi
46	Dial Indicator		32464	0 - 90 mm	18/04/2016	18/04/2020	4 Tahun				LM - Pembongkaran & Penyetelan Lok	Terkalibrasi
47	AVO Meter	Sanwa	PC 510		18/04/2016	18/04/2018	2 Tahun				LM - Final Test Lokomotif	Kalibrasi Ulang
48	AVO Meter	Mastech	MS 8217		18/04/2016	18/04/2018	2 Tahun				LM - Final Test Lokomotif	Kalibrasi Ulang
49	Megger	Kyoritsu	3005A	2000 Ω	18/04/2016	18/04/2018	2 Tahun	05/04/2018	05/04/2019	1 Tahun	LM - Final Test Lokomotif	Terverifikasi
50	Kunci Moment		07017000017	2000 lb.ft	31/03/2017	31/03/2021	4 Tahun				LM - Bongkar Pasang Bogie Lok	Terkalibrasi
51	Kunci Moment	Toptool		1"	-	-		03/04/2018	03/04/2020	2 Tahun	LM - Bongkar Pasang Bogie Lok	Terverifikasi
52	Kunci Moment	Proton		150 lb.ft	-	-		03/04/2018	03/04/2020	2 Tahun	LM - Bongkar Pasang Bogie Lok	Terverifikasi
53	Jangka Sorong	Mitutoyo		300 mm	-	-		03/04/2018	03/04/2020	2 tahun	LM - Bongkar Pasang Bogie Lok	Terverifikasi
54	Micrometer Luar	Mitutoyo		125 - 150 mm	-	-					Bg KG - Bubutan Roda	Rusak
55	Micrometer Luar	Helias		225 - 250 mm	21/03/2017	21/03/2021	4 Tahun				Bg KG - Bubutan Roda	Terkalibrasi
56	Micrometer Dalam	Mitutoyo	56222556	150 - 175 mm	21/03/2017	21/03/2021	4 Tahun				Bg KG - Bubutan Roda	Terkalibrasi
57	Micrometer Dalam	Mitutoyo	200827	175 - 200 mm	21/03/2017	21/03/2021	4 Tahun				Bg KG - Bubutan Roda	Terkalibrasi
58	Jangka Sorong	Mitutoyo		0 - 300 mm	-	-		29/03/2018	29/03/2020	2 tahun	Bg KG - Bubutan Roda	Terverifikasi
59	Dial Indicator		14660	0 - 90 mm	18/04/2016	18/04/2020	4 Tahun				Bg KG - Bearing	Terkalibrasi
60	Micrometer Luar	Mausar		25 - 50 mm	21/03/2017	21/03/2021	4 Tahun				Bg KG - Bearing	Terkalibrasi
61	Kunci Moment			400 lb.ft	-	-		02/04/2018	02/04/2020	2 tahun	Bg KG - Bearing	Terverifikasi
62	Kunci Moment			400 lb.ft	-	-					Bg KG - Bearing	Kalibrasi Ulang
63	Manometer	Nagano	2625653	16 Kg/cm^2	18/04/2016	18/04/2020	4 Tahun				Bg KG - Pengetesan Rem	Terkalibrasi
64	Manometer	Nagano		16 Kg/cm^2	-	-					Bg KG - Pengetesan Rem	Kalibrasi Ulang
65	Manometer	General Elektril	EL 013109	700 kPa / 100 psi							Bg KG - Pengetesan Rem	Kalibrasi Ulang
66	Manometer	Feinmes&manom eter		16 bar							Bg KG - Pengetesan Rem	Kalibrasi Ulang
67	Knorr - Bremse		2B 72184/I Nr. 1006/86		-	-					Bg KG - Komponen Rem	Kalibrasi Ulang
68	Kunci Moment	Snap On	1009039975	600 lb.ft	-	-					Bd Gb - Body Gerbong	Rusak
69	Jangka Sorong	Mitutoyo		0 - 300 mm	-	-		03/04/2018	03/04/2020	2 tahun	Bd Gb - Body Gerbong	Terverifikasi
70	Jangka Sorong	Mitutoyo		1 - 150 mm				24/04/2018	24/04/2020	2 Tahun	Bd Gb - Body Gerbong	Terverifikasi
71	Tang Ampere	Kyoritsu	KEW SNAP 2007 A		-	-					Bd Krt - Body Kereta & KRD	Kalibrasi Ulang
72	Multimeter	Constan	90 F		-	-		03/04/2018	03/04/2019	1 Tahun	Bd Krt - Body Kereta & KRD	Terverifikasi
73	Megger	Krisbow	KW06-767		-	-					Bd Krt - Body Kereta & KRD	Kalibrasi Ulang
74	Jangka Sorong	Mitutoyo		12" / 30 cm	-	-					LG - Logam Dingin	Kalibrasi Ulang
75	Micrometer Dalam	Mitutoyo	137 - 102	50 - 300 mm	11/05/2015	11/05/2019	4 Tahun				LG - Logam Dingin	Terkalibrasi **(Master)**
76	Jangka Sorong Digital	Mitutoyo		12" / 30 cm	11/05/2015	11/05/2017	2 Tahun	03/04/2018	03/04/2019	1 Tahun	LG - Logam Dingin	Terverifikasi
77	Jangka Sorong	Mitutoyo		12" / 30 cm	-	-					LG - Pandean	Kalibrasi Ulang
78	Avo Meter Digital	Mastech	11100007617		-	-		24/04/2018	24/04/2019	1 Tahun	QC - Final Test Lokomotif & KRD	Terverifikasi
79	Infrared Termometer (Suhu)	Krisbow									QC - Final Test Lokomotif & KRD	Baru
80	Infrared Termometer (Suhu)										QC - Final Test Lokomotif & KRD	Kalibrasi Ulang
81	Infrared Termometer (Suhu)										QC - Final Test Lokomotif & KRD	Rusak
82	Jangka Sorong	Mitutoyo		0 - 300 mm				24/04/2018	24/04/2020	2 Tahun	QC - Final Test Lokomotif & KRD	Terverifikasi
83	Light Meter (Cahaya)	Krisbow									QC - Final Test Lokomotif & KRD	Baru
84	Light Meter (Cahaya)										QC - Final Test Lokomotif & KRD	Rusak
85	Kekentalan MP										QC - Final Test Lokomotif & KRD	Rusak
86	Digital Clamp Meter (Tang Amper)										QC - Final Test Lokomotif & KRD	Baru
87	Sound Level Meter (Kebisingan)	Krisbow									QC - Final Test Lokomotif & KRD	Baru

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