

LAPORAN AKHIR

KNKT – 09 – 07 – 04 – 02
ISBN : 978-979-16958-2-4

**KOMITE
NASIONAL
KESELAMATAN
TRANSPORTASI**

**HASIL INVESTIGASI
KECELAKAAN KERETA API**

PLH AS PATAH LOKOMOTIF CC 20143

**KM 301+3/4 PETAK JALAN ANTARA STASIUN PRUPUK DAN
STASIUN LINGGAPURA,
JAWA TENGAH**

DAOP V PURWOKERTO

27 JULI 2009



**KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI
KEMENTRIAN PERHUBUNGAN
REPUBLIK INDONESIA
2010**

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

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

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

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, Gedung Karya Lantai 7, Kementerian Perhubungan, Jalan Medan Merdeka Barat No. 8, JKT 10110, Indonesia, pada tahun 2010.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR ISTILAH.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
SINOPSIS.....	ix
I. INFORMASI FAKTUAL.....	I-1
I.1 DATA KECELAKAAN KERETA API.....	I-1
I.2 AKIBAT KECELAKAAN KERETA API.....	I-1
I.2.1 Prasarana.....	I-1
I.2.2 Sarana.....	I-1
I.2.3 Operasional.....	I-1
I.2.4 Korban.....	I-1
I.3 EVAKUASI.....	I-1
I.3.1 Korban.....	I-1
I.3.2 Prasarana.....	I-1
I.3.3 Sarana.....	I-1
I.4 KRONOLOGIS.....	I-2
I.5 HASIL INVESTIGASI.....	I-3
I.5.1 Prasarana.....	I-3
I.5.2 Sarana.....	I-3
I.5.3 Operasional.....	I-5
I.5.4 Sumber Daya Manusia.....	I-6
II. ANALISIS.....	II-1
II.1 PRASARANA.....	II-1
II.2 SARANA.....	II-1
<i>Pengamatan di Balai Yasa Yogyakarta</i>	II-2
<i>Penelitian di Laboratorium Metalurgi ITB</i>	II-3
<i>Kejadian As Patah Lainnya</i>	II-5
II.3 OPERASIONAL.....	II-5
III. KESIMPULAN.....	III-1
IV. REKOMENDASI.....	IV-1
IV.1 Kepada PT. Kereta Api (Persero):.....	IV-1
IV.2 Kepada Ditjen Perkeretaapian:.....	IV-1
V. SAFETY ACTIONS.....	V-1
V.1 PT Kereta Api (Persero).....	V-1
V.2 Ditjen Perkeretaapian.....	V-1
LAPORAN ANALISIS KEGAGALAN AS LOKOMOTIF CC20143.....	1

DAFTAR ISTILAH

Ballast	:	Bantalan kerikil yang berfungsi untuk meredam getaran pada saat jalan rel dilalui kereta api
DAOP	:	Daerah Operasi
Gapeka	:	Grafik Perjalanan Kereta Api
KA	:	Kereta Api/sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api (UU No. 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian).
Lokomotif	:	Lokomotif adalah kendaraan swagerak yang bergerak di jalan rel dan digunakan untuk menarik dan/atau mendorong kereta dan/atau gerbong dan/atau sarana kereta api lainnya (Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 56 Tahun 2009).
Petak Jalan	:	Bagian jalan kereta api yang terletak diantara dua stasiun yang berdekatan.
PLH	:	Peristiwa luar biasa hebat, dipandang sebagai kecelakaan hebat, bilamana peristiwa itu berakibat orang tewas atau luka parah atau dipandang sebagai kekusutan yang hebat dimana terdapat: <ol style="list-style-type: none"> kerusakan jalan kereta api sehingga tidak dapat dilalui selama paling sedikit 24 jam atau kerusakan material yang sangat; kereta api sebagian atau seluruhnya keluar rel atau tabrakan; kereta, gerobak atau benda lain rusak hebat karena ditabrak kereta api atau bagian langsir; Semua bahaya karena kelalaian pegawai dalam melakukan urusan perjalanan kereta api atau langsir; Dugaan atau percobaan sabot
Prasarana	:	Jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan (UU No 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian).
Rinja	:	Rintang Jalan
Sarana	:	Kendaraan yang dapat bergerak di jalan rel (UU No 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian).
St. (Stasiun)	:	Stasiun, adalah tempat kereta api berhenti dan berangkat, bersilang, menyusul atau disusul yang dikuasai oleh seorang kepala yang bertanggung jawab penuh atas urusan perjalanan kereta api.
TM	:	Traksi Motor

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	
Dinasan Masinis.....	I - 6
Tabel 2.	
Dinasan Asisten Masinis.....	I - 7

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	
Lokasi kejadian PLH.....	I - 2
Gambar 2.	
As patah dalam posisi belum dilepas	I - 4
Gambar 3.	
Patahan as pada keping roda	I - 4
Gambar 4.	
Lokasi as lokomotif yang patah	I - 5
Gambar 5.	
Patahan Menunjukkan dari Arah Luar ke Dalam.....	II - 1
Gambar 6.	
Patahan As Sisi Keping Roda	II - 2
Gambar 7.	
Permukaan Patah pada As Sisi <i>Bearing</i> Motor Traksi.....	II - 3
Gambar 8.	
Permukaan Patah pada As Sisi Keping Roda.....	II - 4

SINOPSIS

Pada tanggal 27 Juli 2009 jam 02.57 WIB, terjadi kecelakaan kereta api atau istilah di perkeretaapian disebut Peristiwa Luar Biasa Hebat (PLH) As Patah Lokomotif CC 20143 di Km 301+3/4 petak jalan antara Stasiun Prupuk dan Stasiun Linggapura, Jawa Tengah pada wilayah operasional Daop V Purwokerto.

Lokomotif CC 20143 adalah lokomotif KA 156a Progo (penumpang ekonomi) yang diberangkatkan dari Stasiun Pasar Senen tujuan Stasiun Lempuyangan.

Rangkaian KA 156a terdiri dari Lokomotif CC 20143, 9 kereta ekonomi (K3), 1 kereta makan (KMP3), dan berat rangkaian 429 ton.

Dalam perjalanan dari Stasiun Pasar Senen sampai dengan Stasiun Prupuk, KA berjalan aman tanpa ada gangguan. Menjelang Km 300+5/6 petak jalan antara Stasiun Prupuk dan Stasiun Linggapura, masinis melihat adanya api pada traksi motor (TM) no.1 arah Prupuk di lokomotif CC 20143. Setelah diberhentikan, masinis memeriksa bagian bawah lokomotif dan tercium ada bau terbakar. Selanjutnya masinis bertindak untuk tidak memfungsikan TM no. 1 dengan cara memutus arus ke TM tersebut.

Ketika berusaha menjalankan kembali KA, pada Km 301+3/4 masinis tetap merasakan ada kelainan pada bagian bawah lokomotif. Masinis memberhentikan KA untuk melakukan pengecekan kembali dan didapatkan as roda no. 1 bagian kanan arah Stasiun Prupuk patah. Masinis kemudian melaporkan kejadian dan meminta lokomotif penolong ke Stasiun Purwokerto.

Akibat PLH terjadi rintang jalan (rinja) mulai pukul 02.57 WIB sampai dengan pukul 08.33 WIB dan tidak ada korban jiwa.

Investigasi KNKT difokuskan pada aspek sarana KA terutama kelaikan as roda lokomotif dan pengujiannya..

Investigasi menemukan bahwa penyebab patahnya as roda lokomotif adalah karena kurang baiknya kualitas pembubutan keping roda sehingga menyebabkan adanya celah/gap antara as dan keping roda. Saat pengoperasian, as mengalami penambahan tegangan dinamik dan mengakibatkan as mengalami fatigue failure.

Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi *safety deficiencies* yang dapat berkontribusi terhadap kecelakaan sehingga dapat disusun rekomendasi keselamatan untuk mencegah terjadinya kecelakaan serupa di kemudian hari.

Rekomendasi kepada Direktorat Jenderal Perkeretaapian dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas pengujian sarana perkeretaapian. Selain itu rekomendasi keselamatan juga ditujukan kepada PT. Kereta Api (Persero) untuk menginventarisasi as roda serta meningkatkan pemeriksaan keretakan as dengan mempergunakan perangkat yang sesuai (*ultrasonic crack detector* dengan *probe* sudut) serta melakukan pembubutan lubang keping roda dengan *boring machine* yang berkualitas.

I. INFORMASI FAKTUAL

I.1 DATA KECELAKAAN KERETA API

Nomor dan Nama KA	:	KA 156a Progo
Jenis Kecelakaan	:	Patah As
Lokasi	:	Km 301+3/4 petak jalan antara St. Prupuk – St. Linggapura
Lintas	:	Cirebon - Purwokerto
Propinsi	:	Jawa Tengah
Wilayah	:	DAOP V Purwokerto
Hari / Tanggal Kecelakaan	:	Senin/ 27 Juli 2009
Waktu	:	02.57 WIB

I.2 AKIBAT KECELAKAAN KERETA API

I.2.1 Prasarana

- a. Jalan Rel : tidak ada kerusakan
- b. Sinyal Telekomunikasi dan Listrik : tidak ada kerusakan

I.2.2 Sarana

As roda (GE.CO.497) nomor 1 sisi kanan (arah Prupuk) dari lokomotif CC 20143 patah.

I.2.3 Operasional

Rangkaian KA 156a ditarik kembali ke St. Prupuk dengan lokomotif penolong CC 20154. Terjadi rintang jalan (rinja) mulai pukul 02.57 WIB hingga pukul 08.33 WIB.

I.2.4 Korban

Tidak ada korban jiwa

I.3 EVAKUASI

I.3.1 Korban

Tidak ada korban jiwa.

I.3.2 Prasarana

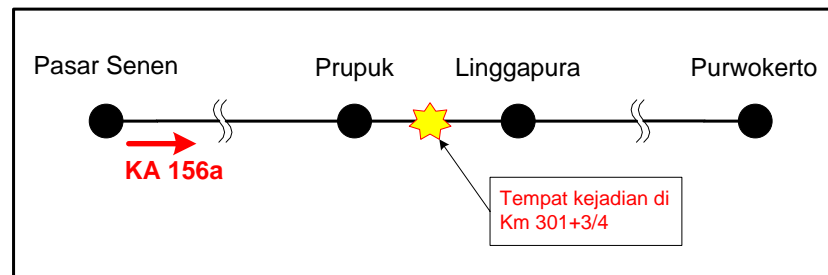
Tidak ada kerusakan prasarana.

I.3.3 Sarana

Rangkaian KA 156a ditarik ke St Prupuk dengan lokomotif penolong CC 20154, dan selanjutnya melanjutkan perjalanan dari Prupuk ke Lempuyangan.

I.4 KRONOLOGIS

- a. Perjalanan KA 156a dari St Pasar Senen hingga St Prupuk aman dan tidak ada gangguan baik dari sisi sarana maupun prasarana.
- b. Pada pukul 02.41 WIB, KA 156a tiba di St Prupuk dan diberangkatkan kembali pada pukul 02.51 WIB.
- c. Menjelang Km 300 + 5/6, masinis melihat ada api pada traksi motor (TM) no.1, arah prupuk, kemudian KA diberhentikan dan mengontrol bagian bawah lokomotif, dan mencium ada bau terbakar, selanjutnya TM no. 1 tidak difungsikan dengan cara memutus arus ke TM tersebut.
- d. Selanjutnya masinis menggerakkan KA, pada Km 301+3/4 ternyata dirasakan tetap ada kelainan dibagian bawah lokomotif.
- e. Saat masinis melakukan pengecekan diketahui bahwa as roda no 1, bagian kanan arah St. Prupuk patah.
- f. Selanjutnya masinis meminta lokomotif penolong ke St. Purwokerto.
- g. Pada Pukul 06.09 WIB rangkaian 156a ditarik kembali ke St. Prupuk dengan lokomotif penolong CC 20154, dan selanjutnya melanjutkan perjalanan setelah rintang jalan dapat diatasi (aman).
- h. Pada Pukul 08.33 WIB lokomotif CC 20143 dapat ditarik ke sepur yang aman, sehingga rintang jalan dapat diatasi.
- i. Tidak ada korban jiwa.



Gambar 1.
Lokasi kejadian PLH

I.5 HASIL INVESTIGASI

I.5.1 Prasarana

a. Jalan Rel

- 1) Tipe rel : R.54
- 2) Bantalan : Beton
- 3) Helling : 12‰
- 4) Lebar sepur : 1067 mm
- 5) Geometri jalur KA : baik

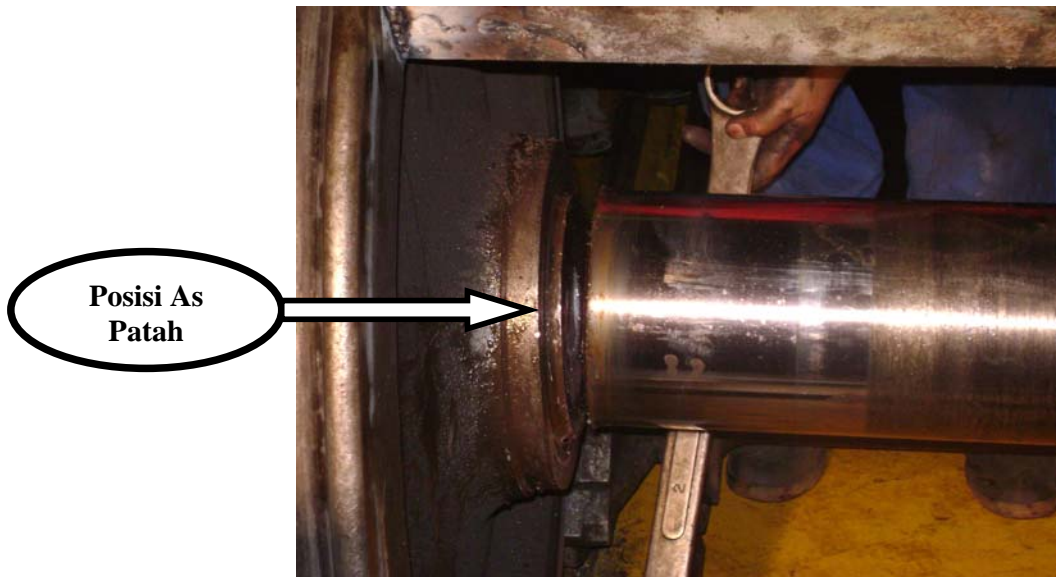
b. Persinyalan

Persinyalan St Prupuk dan St Linggapura menggunakan persinyalan elektrik, dan dalam kondisi baik.

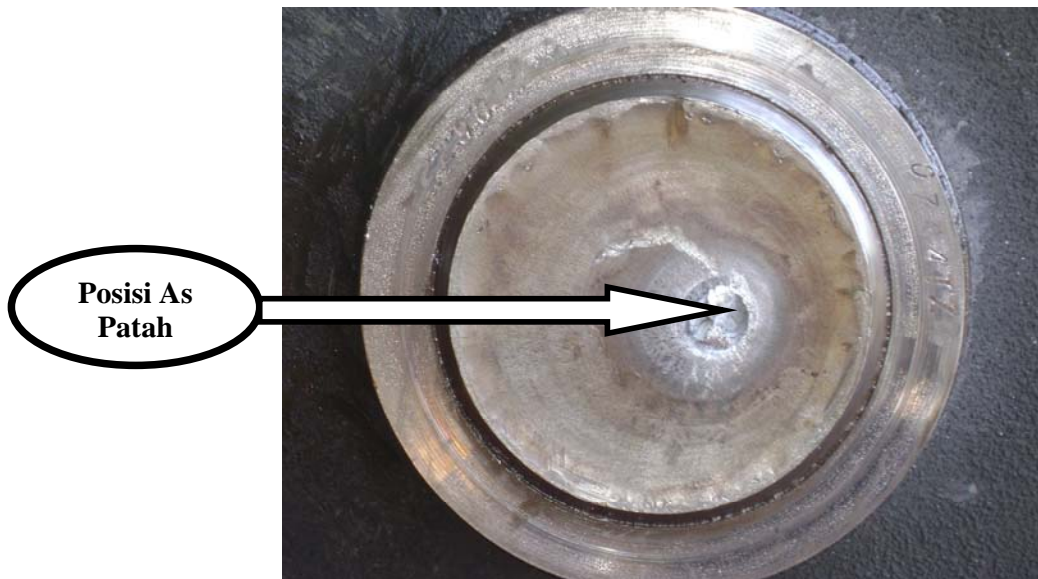
I.5.2 Sarana

Data Lokomotif KA 156a

Nomor lokomotif	: CC 20143
Buatan (manufaktur)	: General Electric
Mulai Dinas	: 1982
Deadman Pedal	: Baik
Radio Lokomotif	: Baik
Lampu Sorot	: Baik
Suling	: Baik
Automatic Brake	: Baik
Independent Brake	: Baik
Speedometer	: Baik
Speed recorder	: Tidak berfungsi
Jumlah Traksi Motor	: 6 TM
Wiper	: Baik
Throttle handle	: Baik
Berjalan dengan menggunakan	: Ujung panjang
Kerusakan	: as roda nomor 1 (sisi kanan arah Prupuk) patah



Gambar 2.
As Patah Dalam Posisi Belum Dilepas



Gambar 3.
Patahan As pada Keping Roda



Gambar 4.
Lokasi as lokomotif yang patah

I.5.3 Operasional

- a. KA 156a datang di St. Prupuk pada Pukul 02.41 WIB, dan diberangkatkan dari St. Prupuk Pukul 02.51 WIB.
- b. Menjelang Km 300+5/6 petak jalan antara St Prupuk dan St Linggapura, masinis KA 156a melihat adanya api pada TM no 1 (arah Prupuk), kemudian masinis bertindak dengan menghentikan KA.
- c. Saat memeriksa bagian bawah lokomotif, masinis mencium bau terbakar. Selanjutnya TM no. 1 tidak difungsikan dengan cara memutus arus ke TM tersebut.
- d. Masinis mencoba menjalankan KA hingga pada Km 301+3/4 dan dirasakan tetap ada kelainan dibagian bawah lokomotif. Masinis melakukan pemeriksaan dan ditemukan bahwa as roda no. 1 bagian kanan (arah St Prupuk) patah. Selanjutnya masinis minta lokomotif penolong ke St Purwokerto.
- e. Pada pukul 06.09 WIB rangkaian KA 156a ditarik kembali ke St Prupuk dengan lokomotif penolong CC 20154 dan melanjutkan perjalanan setelah rintang jalan dapat diatasi (aman).

I.5.4 Sumber Daya Manusia

1) MASINIS KA 156a

a) Data Masinis

Umur : 54 tahun
 Pendidikan Formal Terakhir : SLTP
 Surat Tanda Kecakapan (Brevet) : CC201, CC203

b) Jam Kerja Masinis

Tabel 1.
Dinasan Masinis

No	Tanggal	KA yang dijalani	Jam Kerja yang dijalani
1	28-06-2009	LD	4.00
2	29-06-2009	LIBUR	
3	30-06-2009	SP.I	6.00
4	01-07-2009	IZIN	
5	02-07-2009		
6	03-07-2009	113	5.00
		154	4.30
7	04-07-2009	99	5.30
8	05-07-2009	40	-
9	06-07-2009	LIBUR	
10	07-07-2009	71	7.00
		124	5.00
11	08-07-2009	114	5.00
12	09-07-2009	155	4.00
13	10-07-2009	1001	7.00
14	11-07-2009	LD	4.00
15	12-07-2009	LIBUR	
16	13-07-2009	147	5.30
		97/100	5.00
17	14-07-2009	1003	5.00
18	15-07-2009	LD	4.00
19	16-07-2009	117	5.00
		148	5.30
20	17-07-2009	167	5.00
21	18-07-2009	95/98	4.30
22	19-07-2009	LIBUR	
23	20-07-2009	DR.93	7.00
		114	5.30
24	21-07-2009	1005	5.00
25	22-07-2009	LD	4.00
26	23-07-2009	95	4.30
		156	5.00
27	24-07-2009	8071	5.00
28	25-07-2009	LD	4.00
29	26-07-2009	LIBUR	
30	27-07-2009	156	4.30
		117	3.00
TOTAL JAM KERJA 30 hari terakhir			144 jam

2) ASISTEN MASINIS KA 156a

a) Data Asisten Masinis

Umur : 24 tahun
 Pendidikan Formal Terakhir : SLTA Mesin

b) Jam Kerja Asisten Masinis

Tabel 2.
 Dinasan Asisten Masinis

No	Tanggal	KA yang dijalani	Jam Kerja yang dijalani
1	28-06-2009	95/98	4.30
2	29-06-2009	LIBUR	
3	30-06-2009	SP.I	6.00
4	01-07-2009	125	5.00
5	02-07-2009	92	5.30
6	03-07-2009	113	5.00
		154	4.30
7	04-07-2009	96/99	4.30
8	05-07-2009	96/99	4.30
9	06-07-2009	LIBUR	
10	07-07-2009	147	5.30
		97/100	5.00
11	08-07-2009	114	5.00
12	09-07-2009	155	4.00
13	10-07-2009	41	5.30
14	11-07-2009	126	5.00
15	12-07-2009	1004	7.00
		LD	4.30
16	13-07-2009	LIBUR	
17	14-07-2009	DR93	7.00
		114	5.00
18	15-07-2009	1005	5.00
19	16-07-2009	LD	4.00
20	17-07-2009	71	7.00
		124	5.00
21	18-07-2009	SP.IV	6.00
22	19-07-2009	96/99	4.30
23	20-07-2009	LIBUR	
24	21-07-2009	143	5.30
		118	4.00
25	22-07-2009	1001	7.00
26	23-07-2009	LD	4.00
27	24-07-2009	117	5.00
		148	5.00
28	25-07-2009	KLB II/I	5.00
29	26-07-2009	LIBUR	
30	27-07-2009	156	4.30
		117	3.30
TOTAL JAM KERJA 30 hari terakhir			168 jam

3) WAKTU DINAS MASINIS

Pengaturan waktu dinas masinis dan asisten masinis didasarkan pada Instruksi 3 Jilid I PT Kereta Api dan memenuhi ketentuan dalam UU Ketenagakerjaan Nomor 13 Tahun 2003.

a) PERATURAN KETENAGAKERJAAN

Sesuai Undang-Undang RI Nomor 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan Pasal 77 Waktu Kerja diatur sebagai berikut :

- (1) Setiap pengusaha wajib melaksanakan ketentuan waktu kerja.
- (2) Waktu kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi :
 - a. 7 (tujuh) jam 1 (satu) hari dan 40 (empat puluh) jam 1 (satu) minggu untuk 6 (enam) hari kerja dalam 1 (satu) minggu; atau
 - b. 8 (delapan) jam 1 (satu) hari dan 40 (empat puluh) jam 1 (satu) minggu untuk 5 (lima) hari kerja dalam 1 (satu) minggu.
- (3) Ketentuan waktu kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tidak berlaku bagi sektor usaha atau pekerjaan tertentu.
- (4) Ketentuan mengenai waktu kerja pada sektor usaha atau pekerjaan tertentu sebagaimana dimaksud pada ayat (3) diatur dengan Keputusan Menteri.

b) PERATURAN PT. KA

Peraturan mengenai waktu dinas masinis PT. KA diatur dalam Instruksi 3 Jilid I tentang Tata Usaha Dinas Traksi. Pada Bab VI butir C tentang Masinis Dinas Jalan antara lain diatur sebagai berikut :

- (1) Maximum waktu kerja bagi para masinis ditentukan 204 jam dalam waktu 4 minggu (1 petak waktu) berturut-turut, dimana harus terdapat sekurang-kurangnya 4 hari libur.
- (2) Agar dapat memenuhi syarat-syarat ini, selain jumlah masinis untuk dinas sehari-hari, harus juga ada masinis untuk keperluan dinas pada waktu hari libur dan perubahan lain-lain.
- (3) Bila jumlah waktu kerja setiap hari rata-rata paling lama $\frac{204}{24} = 8\frac{1}{2}$ jam, hari libur 4 hari dalam 4 minggu (1 petak waktu) sudah dipandang cukup dan dengan demikian setiap hari harus ada $\frac{4}{28} = \frac{1}{7}$ dari jumlah banyaknya masinis dinas jalan yang dapat dibebaskan dari dinasnya.
- (4) Apabila jumlah waktu kerja sehari rata-rata lebih dari $\frac{204}{24}$ atau $8\frac{1}{2}$ jam, maka harus diberikan lebih dari 4 hari libur dalam 1 petak waktu (4 minggu), agar waktu kerja dalam 1 petak waktu (termasuk hari-hari libur) berjumlah paling banyak 204 jam.
- (5) Untuk menetapkan formasi masinis pada sesuatu diplo ditentukan $2\frac{1}{2} \times$ jumlah banyaknya lokomotif yang ada pada diplo itu.

c) PERATURAN TAMBAHAN WAKTU DINAS (PT. KA)

Peraturan mengenai waktu dinas masinis yang dapat dihitung sebagai tambahan waktu dinas diatur dalam Instruksi 3 Jilid I tentang Bab VII butir B tentang Tambahan waktu Dinas Pegawai Lokomotif dan Dinas Perjalanan Kereta Api (*Treinpersoneel*) disebutkan sebagai berikut:

- a. Tambahan waktu yang diperhitungkan sebagai waktu dinas dan waktu kerja untuk:
 - 1) masinis, calon masinis, juru api dan pekerja dipo bahan bakar 1 jam sebelum jam berangkat dan 1 jam sesudah datangnya KA terakhir yang dijalankan.
 - 2) Pelayan rem, masinis Diesel dan pelayan kereta api $\frac{1}{2}$ jam sebelum berangkat dan $\frac{1}{2}$ jam sesudah datangnya kereta api yang terakhir dilayani.
- b. Pada penggantian dinas jalan pegawai lokomotif tambahan dinasnya selama pada saat dimulai dan berakhirnya timbang terima lokomotif.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut di atas, dapat diketahui hari kerja dan jam kerja masinis serta asisten masinis sebagai berikut:

a) Masinis

Dalam 30 hari kerja terakhir sebelum terjadinya kecelakaan, masinis telah menjalani tugas sebanyak 23 hari dinas, 5 hari libur, dan 2 hari izin. Libur terakhir dijalankan pada tanggal 26 Juli 2009 yaitu 1 hari sebelum terjadinya kecelakaan.

Dari tabel di atas, jadwal kerja dinas masinis yang melayani KA 156a terlihat bahwa :

1. Dalam 30 hari terakhir jumlah hari kerja sebanyak 23 hari dinas
2. Jam kerja yang dijalani pada hari-hari dinas berkisar antara 4 jam hingga 7 jam.

b) Asisten Masinis

Dalam 30 hari kerja terakhir sebelum terjadinya kecelakaan, asisten masinis telah menjalani tugas sebanyak 25 hari kerja, 5 hari libur, dengan libur terakhir dijalankan pada tanggal 26 Juli 2009 atau 1 hari sebelum terjadinya kecelakaan.

Dari tabel di atas, jadwal kerja dinas asisten masinis yang melayani KA 156a terlihat bahwa :

1. Dalam 30 hari terakhir jumlah hari kerja sebanyak 25 hari dinas;
2. Jam kerja yang dijalani pada hari-hari dinas berkisar antara 4 jam hingga 7 jam.

Dari uraian diatas masinis dan asisten masinis waktu dinasnya tidak melebihi ketentuan yang berlaku, sehingga tidak berkontribusi terhadap as patah lokomotif

II. ANALISIS

II.1 PRASARANA

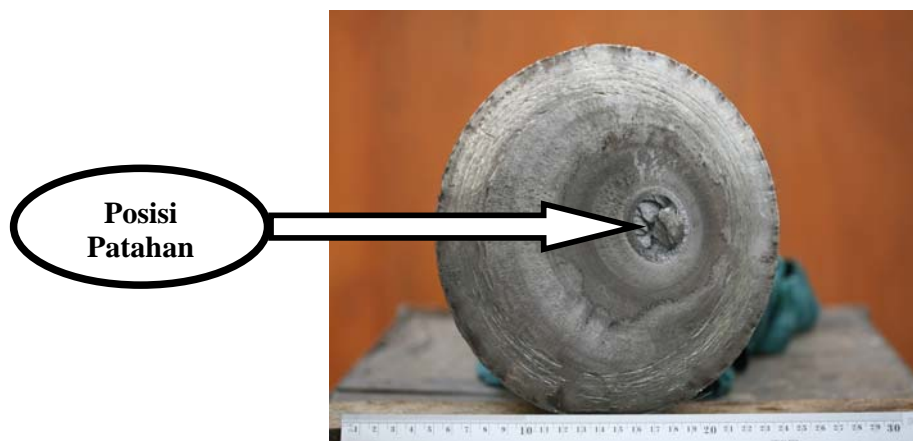
Di bidang prasarana tidak ditemukan kontribusi terhadap patahnya as lokomotif.

II.2 SARANA

- a. As GE.CO.497 yang patah telah beroperasi sejak tahun 1982, telah digunakan selama kurang lebih 27 tahun, sehingga telah mengalami beban statis maupun dinamis yang berupa pukulan terhadap as antara lain dikarenakan roda benjol maupun kondisi jalan KA yang tidak baik.
- b. Selain itu, as yang beroperasi cukup lama juga telah mengalami beberapa kali lepas dan pasang keping roda. Pemasangan keping roda dilakukan dengan *press fit*, keping roda yang telah aus dilepas dengan pengepresan. Keping roda yang baru disiapkan dengan memperbesar lubang sesuai dengan gambar kerja dengan *boring machine*. Setelah itu, keping roda yang baru dipasang pada as dengan pengepresan. Gaya tekan pengepresan dicatat apakah sesuai dengan rentang angka yang direkomendasikan.

Proses pelepasan dan pemasangan kembali keping roda menyebabkan terjadinya gaya tarik dan tekan pada as tersebut. Faktor-faktor ini yang bisa menyebabkan as menjadi lelah (*fatigue*).

- c. Diameter dan keausan roda pada saat kejadian dalam kondisi baik, sehingga tidak ada kontribusinya terhadap terjadinya as patah.
- d. Dari hasil uji coba di Laboratorium Metalurgi Institut Teknologi Bandung (ITB), juga disimpulkan bahwa patahan as adalah modulus patah lelah (*fatigue*). Patahan/retakan lelah dimulai dari sisi luar as dan bertahap merambat ke arah dalam dan pada saat kejadian posisi keretakan as sudah pada lingkaran paling dalam (lingkaran putih), dengan posisi tersebut dengan beban yang kecil pun as akan patah (gambar 5)



Gambar 5.
Patahan Menunjukkan dari Arah Luar ke Dalam

- e. Dari gambar 6, ditemukan bahwa patahan as sisi yang terdapat keping roda dapat dilihat goresan memanjang searah as roda. Hal ini disebabkan karena permukaan lubang keping roda tidak merata sehingga pada proses pemasangan keping roda yang dilakukan dengan tekanan tertentu menyebabkan terjadinya goresan pada as.
- f. Ditemukan pula bahwa pada sisi dekat patahan terdapat warna coklat kehitaman (korosi) yang menunjukkan bahwa tidak seluruh permukaan as roda bersentuhan dengan permukaan lubang keping roda.



Gambar 6.
Patahan As Sisi Keping Roda

Pengamatan di Balai Yasa Yogyakarta

- a. Pada saat dilakukan penelitian di Balai Yasa Yogyakarta, ditemukan adanya ketidakrataaan pada permukaan lubang keping roda. Hal ini disebabkan mesin pembuat lubang pada keping roda (*boring machine*) menghasilkan kualitas yang tidak baik (gerakan pahat mesin tidak stabil).
- b. Dengan posisi permukaan antara as roda dengan keping roda yang tidak bersinggungan secara sempurna (tidak bersinggungan sepenuhnya) menyebabkan terdapat gaya yang berpindah-pindah yang diterima oleh as roda. Hal ini mendukung perlahan-lahan as roda menjadi fatigue.
- c. Tim investigasi juga melakukan penelitian terhadap ketersediaan alat *crack detector* yang dimiliki oleh Balai Yasa Yogyakarta. Penelitian menemukan bahwa bahwa alat yang dimiliki PT KA tersebut tidak dapat mendeteksi keretakan (*crack*) as yang dimulai dari sisi luar as. Alat tersebut baru bisa

mendeteksi keretakan apabila retak pada as telah cukup dalam (setelah retak lebih dari 2 cm).

Penelitian di Laboratorium Metalurgi ITB

As GE.CO.497 dari lokomotif CC 20143 diteliti di Laboratorium Metalurgi Institut Teknologi Bandung (ITB) dan didapatkan hasil sebagai berikut :

- a. Gambar 7 adalah permukaan patahan dari sisi as bagian dalam (sisi traksi motor).



Gambar 7.
Permukaan patah pada as sisi *bearing* motor traksi.
Beachmarks (lingkaran-lingkaran dari tepi ke arah tengah) di bagian tengah adalah patah akhir (*final failure*)

- b. Gambar 8 adalah permukaan patahan dari sisi as bagian luar (sisi keping roda). Permukaan patahan tersebut menunjukkan secara jelas modus patah lelah (*fatigue*). Retak lelah berawal dari lingkaran luar, merambat ke arah dalam hingga suatu saat mengalami patah akhir.



Gambar 8.
Permukaan patah pada as sisi keping roda.
Beachmarks (lingkaran-lingkaran perambatan retak dari tepi ke arah tengah). Di bagian tengah adalah patah akhir (*final failure*)

- c. Modus patah lelah pada as lokomotif sesungguhnya tidak boleh terjadi, meskipun as telah beroperasi sejak tahun 1982. Modus patah lelah tersebut pasti terjadi oleh adanya beban-beban ekstra yang tidak wajar. Penyebab beban ekstra inilah yang perlu dicari.
- d. Pengamatan yang perlu dicermati adalah kondisi permukaan as yang dilingkupi/dicekam oleh keping roda (Gambar 9):
- 1) Permukaan as mengalami goresan-goresan yang relatif dalam. Goresan tersebut terjadi pada saat pemasangan keping roda.
 - 2) Dalamnya goresan tidak merata; pada sisi luar as goresan lebih dalam, dan ke arah dalam as makin dangkal, bahkan tidak ada goresan.
 - 3) Pada permukaan as yang dicekam oleh keping roda teramati pula adanya tanda-tanda korosi berupa *fretting corrosion*.
- Butir 1) dan 2) di atas menunjukkan adanya celah (*gap*) antara as dan keping roda.
- e. Dari adanya garis-garis *beachmarks* pada permukaan patahan dapat ditentukan bahwa mekanisme kegagalannya adalah patah lelah (*fatigue failure*). Seharusnya peristiwa patah lelah tidak boleh terjadi, meski pun as telah dioperasikan sejak tahun 1982 dan telah berkali-kali mengalami penggantian keping roda. Terjadinya patah lelah mengindikasikan adanya beban ekstra yang bekerja pada as tersebut.
- f. Permukaan as yang dicengkeram oleh keping roda menunjukkan adanya celah/*gap* antara as dan keping roda. Selain itu antara keping roda dan as terjadi kontak benturan-benturan, terbukti oleh adanya *fretting corrosion*. Adanya *gap* tersebut (meski pun kecil ukurannya) mengakibatkan perubahan titik tangkap gaya yang terus-menerus. Perubahan titik tangkap ini mengakibatkan perubahan dan penambahan besarnya tegangan dinamik pada as yang selanjutnya mengakibatkan terjadinya *fatigue failure*.
- g. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa faktor utama penyebab kegagalan as lokomotif adalah ketidakteelitian dimensi lubang pada keping roda yang berasal dari *boring machine* yang mengalami *chatter*/getaran berlebihan.
- h. Faktor lain yang berkontribusi terhadap kegagalan as lokomotif tersebut adalah umur pakai yang cukup lama, yaitu sejak 1982, dan dalam kurun waktu itu telah mengalami penggantian keping roda beberapa kali sehingga dengan adanya beban ekstra akibat ketidakteelitian dimensi lubang keping roda akan menyebabkan terjadinya *fatigue failure*.
- i. Disarankan retakan perlu dideteksi sedini mungkin. Mengingat retakan terjadi pada posisi di dekat keping roda dan *bullgear*, maka deteksi dengan *straight probe* hanya bisa mendeteksi retakan yang telah merambat cukup dalam. Oleh karena itu sangat disarankan untuk mendeteksinya dengan *probe* sudut. Proses *boring* pada keping roda harus menghasilkan dimensi dan kehalusan permukaan yang dipersyaratkan.

Secara lengkap laporan ITB tercantum sebagai Lampiran laporan ini.

Kejadian As Patah Lainnya

Sebagai catatan pada bulan Mei 2009 di Depo Purwokerto, juga terjadi as patah pada lokomotif CC 20154, as tersebut juga telah beroperasi sejak tahun 1982.

Saat dilakukan pemeriksaan terhadap 21 lokomotif di Depo Purwokerto dilakukan pemeriksaan terhadap as roda dengan *ultrasonic crack detector* yang dioperasikan oleh personel dari Balai Yasa Yogyakarta. Hasil pemeriksaan tersebut menemukan adanya gejala retak pada tujuh as. Ketujuh as tersebut dilepas dari lokomotif dan dikirimkan ke Balai Yasa Yogyakarta. Setelah keping roda dan *bullgear* dilepas, pemeriksaan dengan *dye penetrant* mengkonfirmasi adanya retakan pada tiga as dari tujuh as tersebut.

Pengamatan terhadap hasil proses pembubutan keping roda yang dihasilkan dari *boring machine ex RRC* menunjukkan bahwa permukaan hasil bubutan kasar, tidak merata. Ketidakrataan permukaan bubutan tersebut menunjukkan adanya peristiwa *chatter*/getaran pada pahat potong dan pemegangnya. Dua mesin *boring* yang lama justru masih menghasilkan permukaan bubutan yang lebih halus dan merata.

II.3 OPERASIONAL

Perjalanan KA 156a dari St Pasar Senen sampai dengan St Prupuk berlangsung lancar tanpa gangguan dan sesuai dengan prosedur operasional yang berlaku. Tidak ditemukan kontribusi bidang operasional terhadap kejadian patahnya as roda lokomotif.

III. KESIMPULAN

Dari analisa, dapat disimpulkan patahnya as lokomotif CC 20143 dikarenakan lelah (*fatigue*) disebabkan faktor-faktor sebagai berikut:

1. As roda sudah beroperasi sejak tahun 1982, selama beroperasi kurang lebih 27 tahun telah mengalami beban statis dan dinamis baik selama beroperasi maupun saat penggantian keping roda;
2. Kualitas hasil pembubutan keping roda yang dihasilkan oleh *boring machine* menunjukkan bahwa permukaan hasil bubutan tidak baik, kasar dan tidak merata;
3. Ketidakrataan hasil *boring* pada permukaan lubang keping roda, menyebabkan adanya celah/gap antara as dan keping roda sehingga saat lokomotif berjalan terdapat beban yang berpindah-pindah pada as roda secara terus menerus (perubahan titik tangkap gaya) dan hal ini mengakibatkan penambahan besarnya tegangan dinamik ada as yang menyebabkan fatigue failure;
4. Alat *crack detector* dengan *straight probe* tidak bisa mendeteksi keretakan yang berawal dari permukaan luar as roda yang belum merambat cukup dalam (<2 cm), sehingga keretakan dini tidak dapat ditemukan.

IV. REKOMENDASI

Berdasarkan kesimpulan yang disusun dari investigasi, Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) merekomendasikan sebagai berikut:

IV.1 Kepada PT. Kereta Api (Persero):

- a. Melakukan inventarisasi as yang beroperasi sekitar tahun 1982 dan sudah berapa kali mengalami penggantian keping roda, sebagai dasar menentukan kebijakan penggunaan as yang seumur;
- b. Melakukan tes keretakan (*ultrasonic crack detector*), terhadap as roda yang sudah beroperasi cukup lama khususnya sejak tahun 1982, baik di Depo maupun di Balai Yasa;
- c. Proses pembubutan lubang keping roda harus menggunakan *boring machine* yang berkualitas, sehingga permukaan lubang keping roda sebagai hasil *reboring* rata dan halus;
- d. Mengadakan *ultrasonic crack detector* dengan *probe* sudut sehingga mampu mendeteksi keretakan dini yang dimulai dari permukaan as.

IV.2 Kepada Ditjen Perkeretaapian:

Meningkatkan kualitas pengujian kelaikan terhadap sarana perkeretaapian baik tenaga penguji maupun peralatan yang digunakan.

V. SAFETY ACTIONS

V.1 Oleh PT Kereta Api (Persero)

Pada tanggal 18 Februari 2010, PT Kereta Api (Persero) menginformasikan KNKT bahwa Daop V Purwokerto telah melaksanakan pemeriksaan kemungkinan terjadinya keretakan as roda pada seluruh lokomotif CC 201 di wilayahnya.

V.2 Oleh Ditjen Perkeretaapian

Pada tanggal 15 Februari 2010, Ditjen Perkeretaapian menginformasikan hal-hal yang berkaitan dengan rekomendasi keselamatan KNKT sebagai berikut:

- a. Direktorat Jenderal Perkeretaapian telah melaksanakan pemeriksaan lokomotif CC201 dan hasilnya telah dilaporkan pada tanggal 3 Agustus 2009. Sebagai hasil pemeriksaan tersebut, Direktorat Jenderal Perkeretaapian telah meminta PT Kereta Api (Persero) untuk melakukan pemeriksaan keretakan pada seluruh lokomotif CC 201 produksi sebelum tahun 1982 (khususnya yang menggunakan as roda produksi tahun 1982 atau sebelumnya).
- b. Hingga saat ini, PT Kereta Api (Persero) tidak pernah mengajukan permohonan pengujian berkala sarana perkeretaapian kepada Direktorat Jenderal Perkeretaapian ataupun melibatkan Tim Penguji dari Direktorat Jenderal Perkeretaapian dalam pengujian sarana yang dilakukannya.
- c. Direktorat Jenderal Perkeretaapian pada tahun 2009 telah melaksanakan kegiatan pelatihan teknis SDM Perkeretaapian yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas SDM penguji perkeretaapian dan akan dilakukan kembali di tahun 2010.



LABORATORIUM TEKNIK METALURGI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
JL. GANESHA 10 BANDUNG 40132
TELP/FAX: 022-2502265 ATAU MELALUI TU, JUR. MESIN
TELP/FAX: 022-2504243

LAPORAN ANALISIS KEGAGALAN AS LOKOMOTIF CC20143

1. KOMPONEN

Komponen yang gagal adalah as lokomotif CC 20143 pada posisi nomor 1, artinya pada sisi depan ujung pendek. As tersebut patah pada tgl 27 Juli 2009 di petak jalan antara Stasiun Prupuk dan Stasiun Linggapura, Daop V Purwokerto. Gambar 1 menunjukkan situasi patahnya as yang terjadi pada sisi sebelah dalam keping roda. Gambar 2 menunjukkan lokasi patahan as. Pada saat itu lokomotif CC20143 sedang menarik rangkaian KA156A kereta penumpang ekonomi Pasar Senen – Lempuyangan.

2. INFORMASI

As tersebut mulai dipakai pada tahun 1982, dan selama itu pernah mengalami penggantian keping roda lebih dari lima kali. Pemasangan keping roda dilakukan dengan press fit. Keping roda yang telah aus dilepas dengan pengepresan. Keping roda yang baru disiapkan dengan memperbesar lubang hub sesuai dengan gambar kerja dengan boring machine. Setelah itu keping roda dipasang pada as dengan pengepresan. Gaya tekan pengepresan dicatat apakah sesuai dengan rentang angka yang direkomendasikan.

3. OBSERVASI

Bidang patahan ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Gambar 3 adalah permukaan patahan dari sisi as bagian dalam (sisi traksi motor), sedangkan Gambar 4 adalah permukaan patahan dari sisi as bagian luar (sisi keping roda). Permukaan patahan tersebut menunjukkan secara jelas modus patah lelah (fatigue). Retak lelah berawal dari lingkaran luar, merambat ke arah dalam hingga suatu saat mengalami patah akhir.

Modus patah lelah pada as lokomotif sesungguhnya tidak boleh terjadi, meskipun as telah beroperasi sejak tahun 1982. Modus patah lelah tersebut pasti terjadi oleh

adanya beban-beban ekstra yang tidak wajar. Penyebab beban ekstra inilah yang perlu dicari.

Pengamatan yang perlu dicermati adalah kondisi permukaan as yang dilingkupi/dicekam oleh keping roda (Gambar 5):

- a. Permukaan as mengalami goresan-goresan yang relatif dalam. Goresan tersebut terjadi pada saat pemasangan keping roda.
- b. Dalamnya goresan tidak merata; pada sisi luar as goresan lebih dalam, dan ke arah dalam as makin dangkal, bahkan tidak ada goresan.
- c. Pada permukaan as yang dicekam oleh keping roda teramati pula adanya tanda-tanda korosi berupa *fretting corrosion*.

Butir b. dan c. tsb diatas menunjukkan adanya celah/gap antara as dan keping roda. Selanjutnya pengamatan dilakukan di Balai Yasa Yogyakarta, khususnya untuk mengamati kondisi permukaan lubang pada keping roda.

4. PENGAMATAN DI BALAI YASA YOGYAKARTA

Dari Balai Yasa Yogyakarta diperoleh informasi sbb:

- a. Selain kejadian as patah pada lokomotif CC20143, sebelumnya pada Januari 2009 terjadi pula kegagalan pada as lokomotif CC20154.
- b. Menjelang persiapan angkutan lebaran 2009, Dipo lokomotif Purwokerto, Daop V, melakukan pemeriksaan terhadap as lokomotif dengan menggunakan *ultrasonic crack detector* yang dioperasikan oleh personel dari BY Yogyakarta. Hasil pemeriksaan tsb menemukan adanya gejala retak pada tujuh as.

Ketujuh as tsb dilepas dari lokomotif dan dikirimkan ke BY Yogyakarta. Setelah keping roda dan *bullgear* dilepas, pemeriksaan dengan *dye penetrant* mengkonfirmasi adanya retakan pada tiga as dari dari tujuh as tsb.

- c. Pengamatan terhadap hasil proses pembubutan keping roda yang dihasilkan dari *boring machine ex RRC* menunjukkan bahwa permukaan hasil bubutan kasar, tidak merata. Ketidakrataan permukaan bubutan tsb menunjukkan adanya peristiwa *chatter*/getaran pada pahat potong dan pemegangannya. Dua mesin *boring* yang lama justru masih menghasilkan permukaan bubutan yang lebih halus dan merata.

5. ANALISIS

- 5.1. Dari adanya garis-garis beachmarks pada permukaan patahan dapat ditentukan bahwa mekanisme kegagalannya adalah patah lelah (*fatigue failure*).
- 5.2. Seharusnya peristiwa patah lelah tidak boleh terjadi, meski pun as telah dioperasikan sejak tahun 1982 dan telah berkali-kali mengalami penggantian keping roda.
- 5.3. Terjadinya patah lelah mengindikasikan adanya beban ekstra yang bekerja pada as tsb.
- 5.4. Permukaan as yang dicekam oleh keping roda menunjukkan adanya celah/gap antara as dan keping roda. Selain itu antara keping roda dan as terjadi kontak benturan- benturan, terbukti oleh adanya *fretting corrosion*.

- 5.5. Adanya gap tersebut (meskipun kecil ukurannya) mengakibatkan perubahan titik tangkap gaya yang terus-menerus. Perubahan titik tangkap ini mengakibatkan perubahan dan penambahan besarnya tegangan dinamik pada as yang selanjutnya mengakibatkan terjadinya *fatigue failure*.
- 5.6. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa faktor utama penyebab kegagalan as lokomotif adalah ketidaktelitian dimensi lubang pada keping roda.

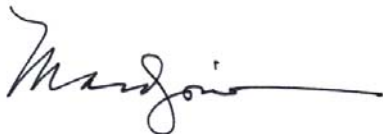
6. KESIMPULAN

- 6.1. Dari analisis tsb diatas dapat disimpulkan bahwa faktor utama penyebab kegagalan as lokomotif adalah ketidaktelitian dimensi lubang pada keping roda.
- 6.2. Ketidaktelitian tersebut berasal dari boring machine yang mengalami chatter/getaran yang berlebihan.
- 6.3. Faktor lain yang mungkin berkontribusi terhadap kegagalan as lokomotif tsb adalah umur pakai yang cukup lama, yaitu sejak 1982, dan dalam kurun waktu itu telah mengalami penggantian keping roda beberapa kali, sehingga dengan adanya beban ekstra akibat ketidaktelitian dimensi lubang keping roda akan menyebabkan terjadinya *fatigue failure*.

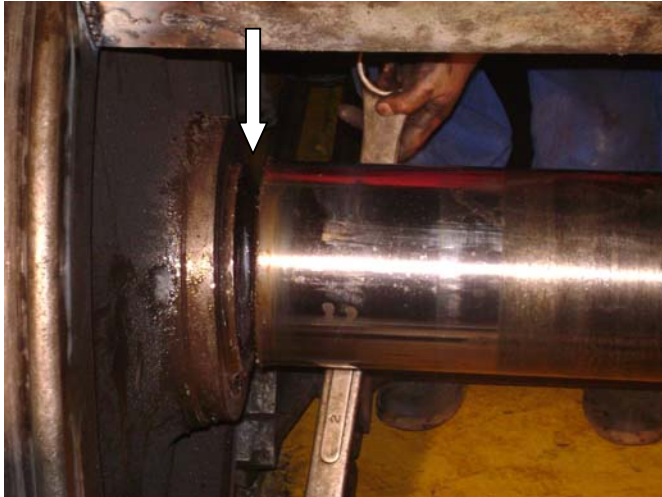
7. SARAN

- 7.1. Retakan perlu dideteksi sedini mungkin. Mengingat retakan terjadi pada posisi di dekat keping roda dan bullgear, maka deteksi dengan *straight probe* hanya bisa mendeteksi retakan yang telah merambat cukup dalam. Oleh karena itu sangat disarankan untuk mendeteksinya dengan *probe* sudut.
- 7.2. Proses boring pada keping roda harus menghasilkan dimensi dan kehalusan permukaan yang dipersyaratkan.

Bandung, 1 Oktober 2009



Prof.Dr.ir.Mardjono Siswosuwarno



Gb.1. Patahnya as lokomotif



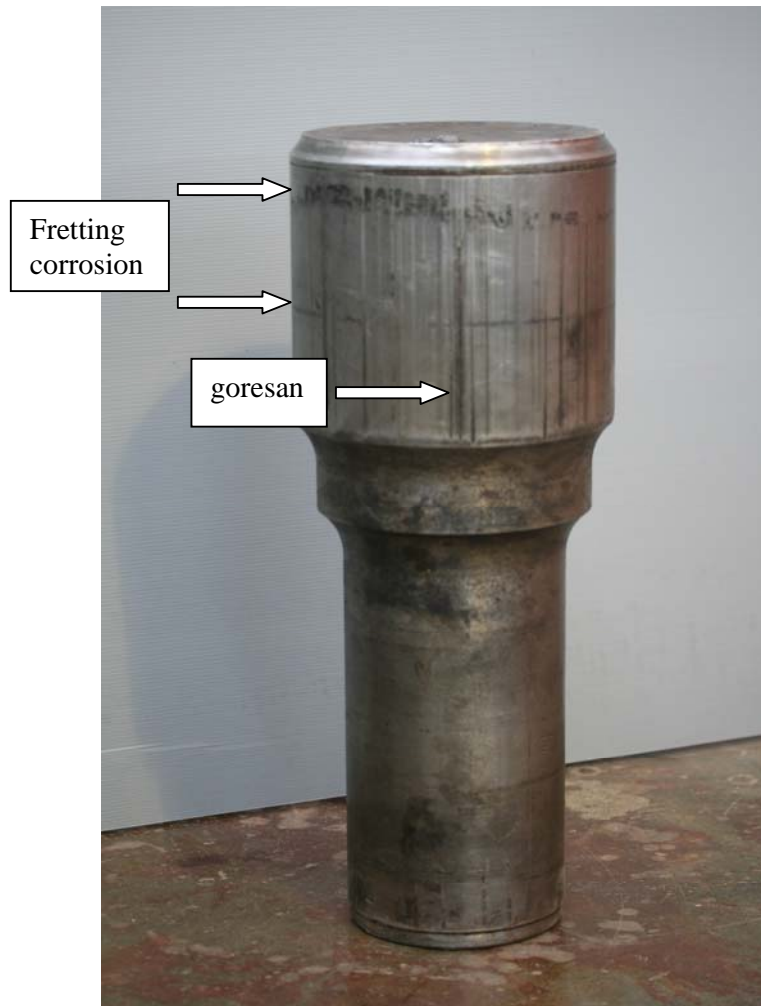
Gb.2.Lokasi patahan pada as.



Gb.3. Permukaan patah pada as sisi *bearing* motor traksi. *Beachmarks* (lingkaran-lingkaran dari tepi ke arah tengah). Di bagian tengah adalah patah akhir (*final failure*)



Gb.4. Permukaan patah pada as sisi keping roda. *Beachmarks* (lingkaran-lingkaran perambatan retak dari tepi ke arah tengah). Di bagian tengah adalah patah akhir (*final failure*)



Gb.5. Permukaan as yang dicekam oleh keping roda. Terlihat goresan-goresan yang relatif dalam, namun tidak merata. Terlihat pula fretting corrosion yang mengindikasikan pernah terjadinya benturan-benturan antara keping roda dengan as.