

LAPORAN KECELAKAAN KERETA API

ANJLOK KA 1 ARGO BROMO ANGGREK

Di Km 38+420

PETAK JALAN ANTARA STASIUN KARANGJATI – STASIUN GUBUG
JAWA TENGAH

SENIN, 27 OKTOBER 2003

LAPORAN AKHIR

Nomor Urut Kecelakaan:	KA.03.23.10.03			
Jenis Kecelakaan:	Anjlok			
Lokasi:	Km 38 + 420 Petak jalan antara Stasiun Karangjati – Gubug Kabupaten Grobogan			
Lintas:	Semarang – Surabaya			
Propinsi:	Jawa Tengah			
Wilayah:	Daop IV Semarang			
Hari/Tanggal Kecelakaan:	Senin, 27 Oktober 2003			
Jam:	12.05 WIB			
Korban:	Tidak ada korban			
Korban:	Meninggal	Luka Berat	Luka Ringan	Total
Awak KA	-	-	-	-
Penumpang	-	-	-	-
Lain-Lain	-	-	-	-
Total	-	-	-	-
Kerugian:				
Sarana	Rp	338,629,000		
Prasarana				
Jalan rel	= Rp	74,300,000		
Sinyal/telekomunikasi	= Rp	1,500,000		
Operasional	= Rp	52,000,000		
Total Taksiran Kerugian	= Rp	414,429,000		

DATA KERETA API

Jenis Lokomotif:	CC 20323
Buatan:	General Electric, USA

Berjalan dengan ujung:	Pendek di muka
Nomor Kereta Api:	KA 1 Argo Bromo Anggrek
Jenis Operasi:	Reguler
Route:	Surabaya Pasar Turi – Jakarta Gambir
Jam Keberangkatan:	09.07 WIB (<i>terlambat 7 menit</i>)
Kerusakan kereta:	4 K1 (<i>eksekutif</i>) terguling dan 1 K1 (<i>eksekutif</i>) miring

DATA AWAK KERETA API

Jabatan	Tahun kelahiran	Pendidikan	Brevet	Medical Check Up Terakhir
Masinis	1954	STM	TL.2	dna
Asisten Masinis	1960	STM	-	dna
KP	1955	SMP	Pt/1	dna
PLKA1 / TKA1	1956	SD	PTD / TR	dna
PLKA2 / TKA 2	1972	STM	JRD I/ TR	dna

1. INFORMASI FAKTUAL

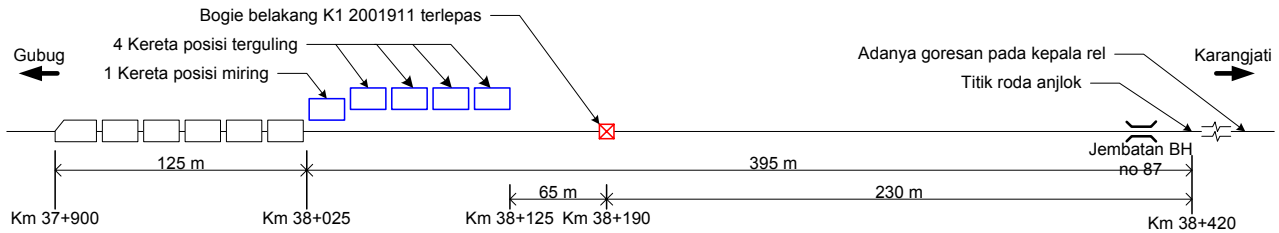
Pada jam 09.09 tanggal 27 Oktober 2003, KA 1 diberangkatkan dari Stasiun Surabaya Pasar Turi menuju Stasiun Gambir Jakarta setelah terlambat 7 menit. Keterlambatan terjadi karena adanya perbaikan yang dilakukan untuk gerbong belakang. Rangkaian KA 1 terdiri dari lokomotif CC 20323, 8 kereta K1, 1 kereta pembangkit (BP) dan 1 kereta makan (KM1).

Sesuai dengan Tabel Perjalanan Kereta Api (T100) pada lintas Surabaya – Semarang dilakukan perjalanan terusan (tanpa berhenti) dengan kecepatan maksimum 95 Km/jam namun berdasarkan pengalaman masinis KA 1 pada petak jalan Stasiun Karangjati – Brumbung kecepatan rangkaian kereta dikurangi menjadi 84 Km/jam untuk mengantisipasi kondisi jalan rel yang kurang baik. Pada jam 12.01, KA 1 melewati Stasiun Karangjati dengan berjalan langsung tanpa henti.

Pada jam 12.10 masinis KA 1 melaporkan anjloknya rangkaian KA 1 dengan mempergunakan radio lokomotif, kejadian anjlok terjadi pada jam 12.05.



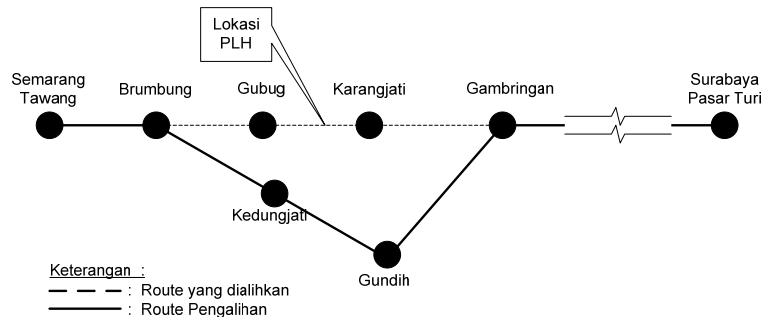
Gambar 1. Rangkaian KA Argo Bromo Anggrek



Gambar 2 . Sketsa Lokasi PLH di petak jalan antara Sta. Karangjati - Gubug

Akibat PLH, petak jalan Karangjati – Gubug terhalang mulai jam 12.05 tgl 27 Oktober 2003 s/d jam 14.00 tgl 28 Oktober 2003. Untuk mencegah terjadinya rintang jalan antara Gambringan –

Karangjati – Gubug, maka perjalanan KA dari Surabaya – Semarang dan sebaliknya dialihkan melalui Gambringan – Gundih – Brumbung – Semarang .



Keterangan :
 - - - : Route yang dialihkan
 - - - : Route Pengalihan

Gambar 3 . Pengalihan Route Kereta Api di Lintas Semarang - Surabaya

1.1 INFORMASI AWAK

1.1.1 Masinis

Umur	:	49 tahun
Masuk Perusahaan	:	1 Januari 1973
Pendidikan Terakhir	:	STN/M lulus tahun 1971
Pelatihan Terakhir	:	TL2 lulus tahun 1973
Surat Tanda Kecakapan	:	-
Masa Berlaku STK	:	-
Surat Kesehatan	:	-
Tanggal Terakhir Check-Up	:	September 2003
		Hasil : Baik
WAKTU TUGAS		
Pada Jurusan Ini	:	-
25 Hari Terakhir dengan 4 Hari Libur	:	-
14 Hari Terakhir	:	-
72 Jam Terakhir	:	-
24 Jam Terakhir	:	-
Perjalanan Ini	:	-
Keterangan mengenai perjalanan KA 1 Argo Bromo Anggrek	:	Jam 09.07 KA 1 diberangkatkan dari Stasiun Pasar Turi dan pada jam 12.01 berjalan langsung di Stasiun Karangjati. Kemudian masinis yang bersangkutan mengurangi kecepatan dari 95 Km/jam menjadi 90 Km/jam. Pada saat melewati jembatan BH 87 jalan lengkung kekiri, yang bersangkutan merasakan ada sendatan dan langsung mengadakan pengereman. Yang bersangkutan menengok ke rangkaian belakang dan terlihat debu tebal berterbaran. Kemudian mendapat panggilan dengan HT dari KP yang memneritahukan

bahwa rangkaian kereta api anjlok. Kemudian rangkaian berhenti di KM 37+9/0 jam 12.05 WIB, yang bersangkutan turun dan melihat rangkaian kereta bagian belakang. Bogie belakang K1 2001911 terlepas dari body.

1.1.2 Asisten Masinis

Umur	:	43 Tahun
Masuk Perusahaan	:	Februari 1981
Pendidikan Terakhir	:	STN/M lulus tahun 1977
Surat Tanda Kecakapan	:	-
Masa Berlaku STK	:	-
Surat Kesehatan	:	-
Tanggal Terakhir Check-Up	:	22 Oktober 2001
		Hasil : Baik
WAKTU TUGAS		
Pada Jurusan Ini	:	-
25 Hari Terakhir dengan 5 Hari Libur	:	-
14 Hari Terakhir	:	-
72 Jam Terakhir	:	-
24 Jam Terakhir	:	-
Perjalanan Ini	:	-
Keterangan mengenai perjalanan KA 1 Argo Bromo Anggrek	:	Jam 09.07 KA 1 diberangkatkan dari stasiun Pasar Turi setelah mengalami keterlambatan dikarenakan sebab yang tidak diketahuinya. Setelah melewati Stasiun Karangjati, yang bersangkutan merasakan adanya hentakan kemudian memperingatkan masinis. Pada saat melewati jembatan, yang bersangkutan merasakan perjalanan kereta tidak normal, melihat kearah rangkaian belakang dan terlihat debu beterbangan. Yang bersangkutan kemudian memberitahukan masinis dan masinis bertindak dengan melakukan pengereman.

1.1.3 Kondektur Pemimpin (KP)

Umur	:	48 tahun
Masuk perusahaan	:	1974
Pendidikan Terakhir	:	SLTP
Pangkat	:	Pt/Lk
Jabatan	:	Kondektur
Keterangan mengenai perjalanan KA 1 Argo Bromo Anggrek	:	Pada jam 12.01, rangkaian berjalan langsung di Stasiun Karangjati. Setelah itu yang bersangkutan merasakan ada sendatan keras dan langsung memberitahukan masinis. Yang bersangkutan melihat kebelakang dan kemudian turun dari KM bersama masinis.

1.1.4 Teknisi Kereta Api (TKA) I

Umur	:	47 tahun
Masuk perusahaan	:	Juli 1974
Pendidikan Terakhir	:	SD
Pangkat	:	PTD/TR
Jabatan	:	PLKA/ RAC

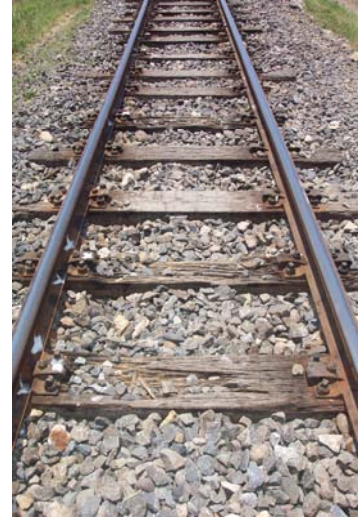
1.1.5 Teknisi Kereta Api (TKA) II

Umur	:	31 tahun
Masuk perusahaan	:	Oktober 1991
Pendidikan Terakhir	:	ST/L lulus tahun 1986
Pangkat	:	JRD I/TR
Jabatan	:	PLKA/ RAC

1.2 PRASARANA

1.2.1 Informasi Jalan Rel

- Rel tipe R42 dengan panjang 85 meter
- Bantalan kayu
- Alat penambat elastic tipe F
- Lengkungan $R > 1200$ meter
- Ballast batu pecah (kricak)
- Tubuh baan lebar / datar
- Kontur geografis datar
- Pandangan bebas (kiri dan dan kanan track adalah areal persawahan penduduk)



Gambar 5. Kondisi track dengan bantalan lapuk berurut

Pada pengamatan tim KNKT di Km 37 sampai dengan Km 39 petak jalan antara stasiun Gubug – Karangjati, ditemukan kondisi bantalan :

- 100 meter antara Km 37+900 s/d Km 38+000 lapuk 60 batang
- 100 meter antara Km 38+000 s/d Km 38+100 lapuk 31 batang
- 100 meter antara Km 38+100 s/d Km 38+200 lapuk 40 batang
- 100 meter antara Km 38+300 s/d Km 38+400 lapuk 64 batang

catatan : tim mencatat adanya posisi bantalan lapuk berurutan 3 hingga 9 batang

1.2.2 Informasi Sistem Pensinyalan dan Telekomunikasi

- Stasiun Karangjati – Gubug dilengkapi dengan sistem Sinyal Blok Elektro Mekanik (Siemens and Haskle, S& H) dalam kondisi baik.
- Hubungan radio PK Semarang Tawang dapat diterima dengan baik oleh masinis KA 1 dengan menggunakan radio lokomotif CC 20323.

1.3 SARANA

1.3.1 Data Lokomotif KA 1 Argo Bromo Angrek

No. Lok	:	CC 20323
Buatan	:	General Electric, USA
Mulai Dinas	:	10 – 07 – 1997
PA Akhir	:	02 – 09 – 2003
Semi PA	:	-
PA Berikutnya	:	-
Pemeriksaan 6-bulanan	:	09 – 10 – 2003
Deadman Pedal	:	Baik
Radio Lok	:	Baik
Lampu Sorot	:	Baik
Automatic Brake	:	Baik
Independent Brake	:	Baik
Radio Lokomotif	:	Baik
Speedo meter	:	Baik
Traksi Motor	:	Lengkap (6TM)
Wiper	:	Baik
Throttle handle	:	Baik
Berjalan dengan menggunakan	:	Ujung pendek dimuka

1.3.2 Data Kereta KA 1 Argo Bromo Anggrek

Tabel 1. Data PA Rangkaian KA 1 Argo Bromo Anggrek

Rangkaian Ke	Jenis Gerbong & seri No	Perakitan (Assembling)	Tipe	Berat (1000 kg)	Mulai Dinas	PA	PA yang akan datang
1	BP 97903	INKA	Bolsterless	43	24 - 09 - 1997	11 - 10 - 2003	11 - 10 - 2004
2	K1 97903	INKA	Bolsterless	37	24 - 09 - 1997	21 - 02 - 2003	21 - 02 - 2006
3	K1 97914	INKA	Bolsterless	37	22 - 12 - 1997	30 - 08 - 2003	30 - 08 - 2006
4	K1 2001918	INKA	Bolsterless	37	20 - 05 - 2001	28 - 07 - 2003	20 - 05 - 2006
5	K1 97901	INKA	Bolsterless	43	22 - 12 - 1997	05 - 05 - 2003	05 - 05 - 2005
6	K1 2001902	INKA	Bolsterless	37	20 - 05 - 2001	26 - 06 - 2003	20 - 05 - 2006
7	K1 2001913	INKA	Bolsterless	37	20 - 05 - 2001	15 - 08 - 2003	20 - 05 - 2006
8	K1 2001909	INKA	Bolsterless	37	20 - 05 - 2001	06 - 06 - 2003	20 - 05 - 2006
9	K1 2001901	INKA	Bolsterless	37	20 - 05 - 2001	17 - 06 - 2003	20 - 05 - 2006
10	K1 2001911	INKA	Bolsterless	37	20 - 05 - 2001	22 - 04 - 2003	20 - 05 - 2006

1.3.3 Bogie K9

Bogie KA 1 adalah bogie tipe *Bolsterless*, dengan tahun pembuatan 1997 dan 2001.

Tabel 2. Data Ukuran K9

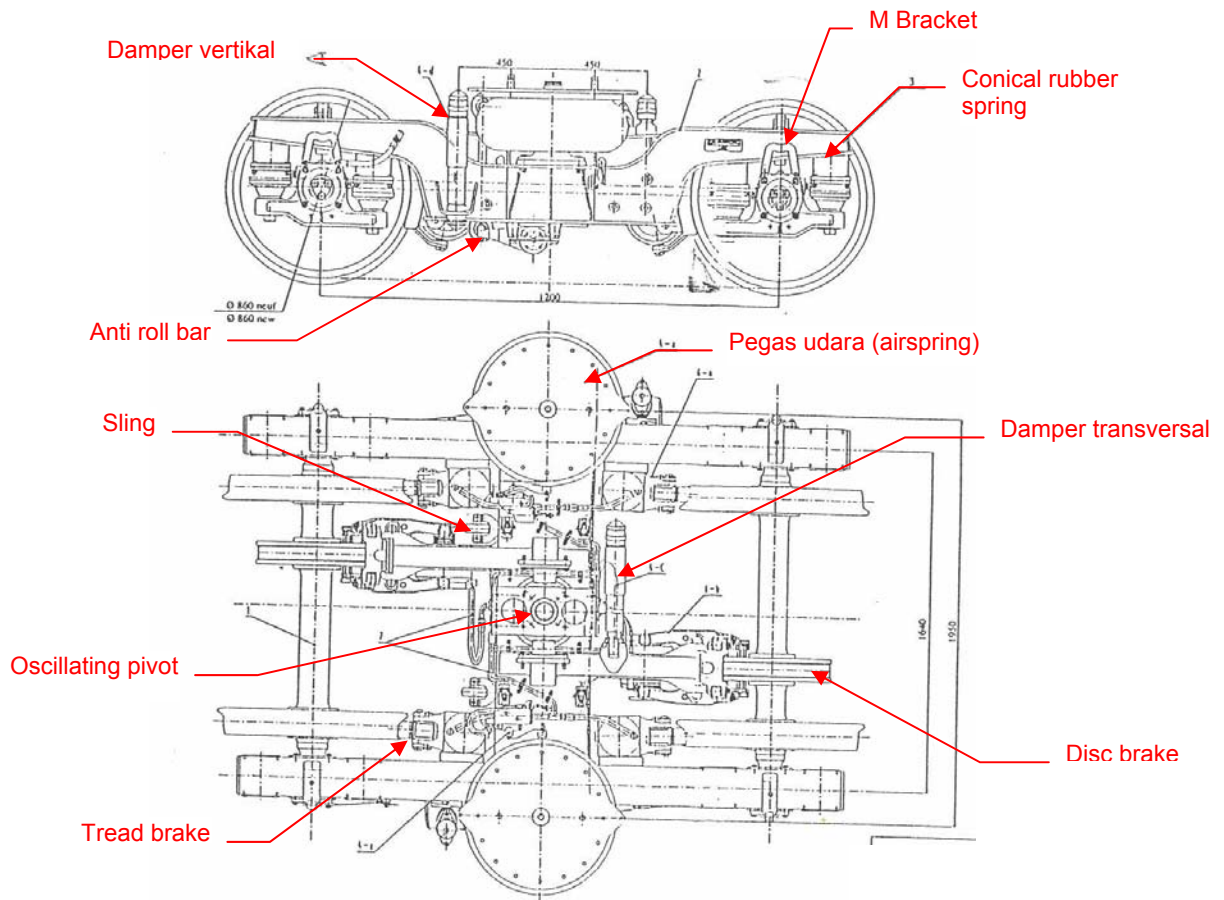
No	Item	Ukuran
1	Jarak antar roda (<i>wheel base</i>)	: 2.200 mm
2	Diameter roda (baru)	: 860 mm
3	Diameter roda (<i>worn</i> / terpakai)	: 780 mm
4	Jarak antar pusat suspensi primer	: 1.640 mm
5	Jarak antar pusat suspensi sekunder	: 1.950 mm
6	Tinggi permukaan atas pegas udara dari rel	: 910 mm
7	Tinggi permukaan atas pivot dari rel	: 880 mm
8	Kecepatan maksimum	: 120 Km/h
9	Berat per bogie	: 4.600 Kg

- Bogie terdiri dari 4 roda di *outboard bearing bogie frame*
- Sistem suspensi bogie K9 terdiri dari suspensi primer dan sekunder yang dirancang untuk menambah kenyamanan dan mengurangi keausan roda dan track.
Suspensi primer dibuat dari 2 *conical rubber spring* (pegas karet konis) sedangkan suspensi sekunder berupa pegas udara *bolsterless*.

1.3.3.1 Rangka Bogie

Rangka bogie terbuat dari plat baja A 42 FP sesuai standar A 36 205. Struktur rangka bogie terdiri dari dua *lateral beam* yang dihubungkan oleh suatu *cross beam* dan semua *box section*.

- *Side frame / beam* meliputi :
 - Dudukan suspensi sekunder
 - Dudukan suspensi primer
 - Tumpuan damper vertikal
 - *Stopper carbody lateral*
- Dua small beam dilas pada *cross beam* untuk mendukung :
 - *Disc brake caliper*
 - Stopper transversal karet
 - Damper transversal (1 buah per bogie)



Gambar 4. Bogie K9 Tipe *Bolsterless* tampak samping (*gambar atas*) dan tampak atas (*gambar bawah*)

1.3.3.2 Suspensi Primer

- Suspensi primer terdiri dari 8 *conical rubber spring* antara *journal box* dan rangka bogie.
- Satu stopper tiap *conical rubber spring* membatasi perpindahan longitudinal perangkat roda.
- Clearance ± 30 mm didesain untuk menghindari kontak pada kondisi operasi normal.
- Lifting perangkat roda merupakan satu komponen yang terpasang pada *journal box*.

1.3.3.3 Suspensi Sekunder

- Tiap bogie terdiri dari 2 pegas udara yang digunakan untuk menjamin kenyamanan semua jenis pembebanan pada kereta.
- Pegas udara meredam getaran dan noise saat rangkaian berjalan. Tiap pegas udara dilengkapi dua *conical rubber bloc* untuk mendukung carbody saat terjadi kehilangan tekanan udara.
- Dua damper vertikal dan satu damper transversal melangkapi suspensi sekunder.
- Suatu peralatan anti roll diberikan oleh satu torsion bar yang membatasi pitching carbody.

1.3.3.4 Assembly bogie ke carbody link

- Gaya-gaya traksi dan pengereman ditransmisikan oleh *oscillating pivot* berbentuk T.
- Pivot ini dihubungkan pada carbody oleh *bearing resilient* horizontal dan bergeser secara vertikal *spherical joint* yang terletak di tengah cross beam rangka bogie.

1.3.3.5 Brake

- Tiap bogie dirancang untuk mengakomodasi 4 *tread brake* dan 2 *disc brake*.
- Masing-masing unit *tread brake* bekerja pada sebuah pemegang sepatu rem besi tuang single ukuran 320 mm, satu sisi roda.
- Keausan sepatu rem dan tapak roda dikompensasi oleh *automatic slack adjuster* yang disatukan dalam brake unit.
- Energi pengereman yang diserap *tread brake* 30% sedangkan yang diserap *disc brake* 70%.
- Tekanan udara = 3,8 bar.

2. ANALISIS

2.1. PRASARANA

2.1.1 Kondisi Prasarana Berdasarkan Kereta Ukur

- Kereta ukur digunakan untuk menentukan ukuran geometri ideal (*dimensional check*) lintas: penyimpangan vertikal/genjotan dan penyimpangan horizontal/transversal; hasil pengukuran tersebut digunakan untuk penentuan baik dan tidaknya lintas secara geometri.
- Hasil ukur geometri bergantung pada kondisi material jalan rel, kondisi material yang tidak baik akan mengurangi umur track dihitung tanggal pengukuran terakhir. Sedangkan faktor dinamika track akan berpengaruh terhadap kestabilan perjalanan kereta api.
- Dari hasil pengukuran geometri kereta ukur, diberikan nilai toleransi geometri yang akan menentukan tindak lanjut pengukuran, apakah harus dilakukan penurunan kecepatan lintas, perawatan segera atau rehabilitasi lintas. Nilai toleransi yang diberlakukan di berbagai negara adalah berbeda-beda, dengan pengertian bahwa semakin kecil toleransi semakin besar biaya perawatan.
- Perlu dicatat bahwa sistem pondasi kereta api di Indonesia mempergunakan sistem non-rigid (*flexible foundation*), sehingga setiap 6 bulan harus dilakukan pengukuran ulang untuk mengetahui kelaikan kondisi track. Kondisi cuaca (musim penghujan atau musim kemarau) akan berpengaruh terhadap *roadbed pressure* kereta api (misalnya pada musim hujan terjadi genangan air/kencrotan).
- Pengukuran secara geometri dengan mempergunakan kereta ukur akan menghasilkan *Track Quality Index* yang dapat diterjemahkan sebagai kondisi track Kategori I s/d IV. Pembagian Kategori track tersebut dimaksudkan sebagai masukan perbaikan lintas dan pada akhirnya adalah penentuan kecepatan maksimum di track yang bersangkutan.



Gambar 6. Gerbong Kereta Ukur
(dokumentasi PT. KA)

Tabel 3. TQI dan Kecepatan yang disarankan

Kategori	TQI	Kecepatan (Km/jam)
I	$TQI \leq 20$	$100 \leq V_{max} < 120$
II	$20 < TQI \leq 35$	$80 \leq V_{max} < 100$
III	$35 < TQI \leq 50$	$60 \leq V_{max} < 80$
IV	$TQI < 50$	$V_{max} < 60$

Tabel 4. Track Quality Index (tanggal 16 Juli 2003)

Antara	Dari		Macam Device	Panjang (m)	TQI
	Km	Km			
SMT - GBN	37,000	37,120	LRS	12	34,5
SMT - GBN	37,120	37,400	BH	28	38,5
SMT - GBN	37,400	37,200	LRS	160	30,9
SMT - GBN	37,200	37,400	LRS	200	31,8
SMT - GBN	37,400	37,600	LRS	200	31,4
SMT - GBN	37,600	37,607	LRS	7	25,7
SMT - GBN	37,607	37,614	JPL	7	34,1
SMT - GBN	37,614	37,800	LRS	186	35,3
SMT - GBN	37,800	38,000	LRS	200	37,6
SMT - GBN	38,000	38,200	LRS	200	31,4
SMT - GBN	38,200	38,400	LRS	200	31,0
SMT - GBN	38,200	38,403	LRS	3	12,6
SMT - GBN	38,400	38,408	BH	35	42,8
SMT - GBN	38,408	38,600	LRS	162	25,8
SMT - GBN	38,600	38,800	LRS	200	37,0
SMT - GBN	38,800	38,948	LRS	148	27,3
SMT - GBN	38,948	38,954	BH	6	18,0
SMT - GBN	38,954	39,000	LRS	46	28,7

Keterangan

- LRS : Track Lurus
 BH : Jembatan
 PJL : Pintu Jalan Lintas (perlintasan jalan)

- Pengukuran *Track Quality Index* dengan mempergunakan kereta ukur di petak jalan Semarang Tawang – Gambringan terakhir dilakukan tanggal 16 Juli 2003 disaat cuaca setempat dalam musim kemarau. Pada data tersebut terlihat bahwa di petak jalan lokasi terjadinya PLH menunjukkan $35 < TQI \leq 50$, yang berarti bahwa track tersebut adalah ada di Kategori III dengan kecepatan maksimum yang disarankan adalah 60 Km/jam – 80 Km/jam.

2.2. SARANA

2.2.1 Pengamatan terhadap Bogie K9

- Bogie K9 adalah *bolsterless type*, memakai *airspring*, 2 damper vertikal dan 1 damper horisontal/transversal, buatan GEC ALSTHOM, Perancis / INKA (Gambar 7a dan 7b).



Gambar 7a



Gambar 7b

2.2.2. Komponen bogie yang sering rusak

- Baut pada/untuk anti *roll bar* sering putus (Gambar 8a dan 8b).



Gambar 8a
8a. Anti Roll Bar ;



Gambar 8b
8b. Baut anti roll bar bagian bawah

- Kabel sling pengaman antara bogie dan kereta sering “rantas” / putus (Gambar 9a, 9b dan 9c).



Gambar 9a
9a. Bogie K9;



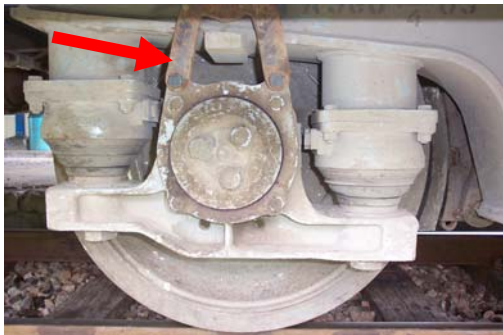
Gambar 9b



Gambar 9c

9a. Bogie K9; 9b. Sling terpasang pada bogie; 9c. Sling rantas/putus

- *M bracket* / pengait diatas bearing housing harus dilepas (Gambar 10a dan 10b).



Gambar 10a

10a. *M bracket* kondisi terpasang; 10b. *M Bracket* kondisi tidak terpasang



Gambar 10b

- Disc-brake sering retak sejak lama, sehingga yang dilakukan adalah pengereman *tread-brake* tanpa *disc-brake* (Gambar 11).



Gambar 11. Disc brake retak

2.2.3. Analisis terhadap komponen bogie yang sering rusak

Ketiga hal diatas menunjukkan bahwa pada saat beroperasi, bogie K9 dan kereta diatasnya seringkali mengalami guncangan dalam arah vertikal melampaui batas-batas yang dirancang. Guncangan yang melampaui batas tersebut menyebabkan hal-hal berikut:

- Baut pada anti *roll bar* yang terpasang pada *connecting rod* pada awalnya menggunakan baja tipe St 80. Namun yang terjadi kuping pada *connecting rod* sering patah, dan bila patah sukar mencari suku cadang *connecting rod*. Oleh karena itu telah diputuskan untuk menggantinya dengan baut St 60 yang kekuatannya lebih rendah agar baut itulah yang "kalah". Data menunjukkan bahwa selama Januari 2003 dilakukan penggantian baut sebanyak 111 akibat patah atau bengkok. Hal ini menunjukkan bahwa gaya pada baut akibat guncangan vertikal terlampaui besar.



Gambar 12. Lubang Baut anti roll bar mengalami rekondisi

- Kabel sling sebagai pengaman dipasang antara bogie dengan struktur kereta. Guncangan yang wajar tidak akan membuat sling itu "rantas". Namun kenyataannya banyak sling yang "rantas". Hal ini juga menunjukkan bahwa guncangan yang terjadi seringkali terlalu besar dan melebihi batas.



Gambar 13. Sling bogie K9 putus fatigue

- *M bracket* (bentuknya mirip huruf M) pada awalnya terpasang pada bearing housing. Gunanya adalah untuk mengait bearing housing / roda pada saat pengangkatan bogie, agar roda tidak menggantung pada *rubber spring*. Antara *M bracket* dengan rangka bogie terdapat jarak bebas (*spelling*) sebesar 27 mm. Namun pada saat beroperasi teramati bahwa *M bracket* tersebut telah berkali-kali membentur rangka bogie. Pada kondisi seperti ini justru roda terangkat oleh guncangan rangka bogie dan peristiwa anjlok (*derailment*) dapat terjadi. Untuk menghindarkan ini, maka sudah sejak lama *M bracket* ini tidak dipasang lagi pada bogie K9. Hal ini pun menunjukkan adanya guncangan-guncangan dalam arah vertikal yang berlebihan.



Gambar 14. Proses pelepasan *M bracket*

Menyentuhnya *M bracket* pada bogie, hal ini menunjukkan bahwa *rubber spring* mengalami *fatigue* dan *aging* yang dikarenakan beban dinamik besar.

2.2.4 Analisis mengenai kondisi pengereman

- Sejak awal hingga saat ini sepatu rem yang dipakai pada rangkaian KA Argo Bromo Anggrek adalah jenis komposit. *Disc-brake* yang terpasang pada as roda berkali-kali retak. Oleh karena itu seluruh *disc-brake* tidak lagi dipakai, dan pada saat ini pengereman dilakukan dengan *tread brake* saja. Untuk mencapai jarak pengereman yang aman, maka tekanan udara sistem pengereman dinaikkan dari 3,2 bar menjadi 3,5 bar. Hal ini diputuskan setelah melalui serangkaian uji coba di lintas untuk mencapai jarak pengereman yang aman.
- Setelah PLH, teramati bahwa pada bogie belakang kereta K1 2001911 salah satu sepatu remnya menempel pada roda. Perlu dicatat bahwa pada kedua keping roda tidak ditemukan adanya tanda pernah meluncur (*sliding*). Keempat silinder rem dikirim ke Balai Yasa SGU dan diuji, hasilnya normal. Pengujian berfungsi atau tidaknya sistem pengereman yang dilakukan di Balai Yasa SGU, tidak dapat dijadikan acuan untuk penentuan sebab anjlok KA 1, karena pengujian dilakukan setelah KA 1 dibawa dari Semarang Tawang – Surabaya.

Pada investigasi PT. KA di lokasi kejadian ditemukan goresan pada kepala rel berbentuk bekas pukulan berulang sepanjang 60 meter. Goresan kemungkinan ditimbulkan sebagai bekas roda macet yang dapat diakibatkan oleh penggunaan rem blok komposit (*ref. Investigasi KNKT pada PLH Anjlok KA 84 Kamandanu tanggal 1 Agustus 2003*).



Gambar 15. Goresan pada kepala rel (*dokumentasi PT. KA*)

Penggunaan rem blok komposit pada rangkaian kereta kecepatan tinggi dapat menyebabkan panas berlebih (karena

gesekan roda dan blok rem komposit) yang pada akhirnya dapat mengakibatkan retak thermal (*thermal crack*) pada permukaan roda.

Sedangkan terjadinya goresan pukulan berulang dapat digambarkan sebagai proses terjadinya terangkatnya *flange wheel* (tapak roda) dari kepala rel yang berulang-ulang dan diakibatkan karena efek “genjotan”.

Dari analisis ini KNKT *tidak* menyimpulkan bahwa sistem pengereman juga merupakan *contributing factor* terhadap PLH KA 1 namun terjadinya roda macet pada perjalanan kereta api dapat menyebabkan terjadinya PLH (*possible cause of accident*).

2.2.5 Analisis mengenai bogie K9

- Bogie K9 dengan *air spring* memang cocok untuk lintas yang baik kualitasnya, “*ride quality*”-nya sangat bagus dan halus. Namun bila bogie K9 digunakan pada lintas terdapat banyak “genjotan”, guncangan yang terjadi kurang teredam. Hal ini diperkuat oleh laporan bahwa pada lintas yang kurang bagus kondisinya, guncangan yang dirasakan pada KA Argo Bromo Angrek justru lebih parah daripada KA yang memakai bogie K5 atau pun K8.
- Guncangan yang hebat (simpangan yang besar) pada kereta (dan juga bogie-nya) diperkirakan disebabkan oleh tidak cukupnya efek redaman dari *shock absorber* untuk menghadapi eksitasi “genjotan” yang kuat dari lintas. Diperkirakan pula terjadi peristiwa resonansi.

2.2.6 Analisis Perawatan Bogie

Berikut ini jadwal perawatan bogie *bolsterless* yang direkomendasikan oleh manufaktur bogie untuk memastikan pengoperasian bogie trailer yang benar. Program perawatan berikut menunjukkan pemeriksaan yang dilakukan pada interval yang umum.

Perawatan yang sesuai jangka waktu tersebut mutlak perlu untuk memastikan keamanan dan keandalan peralatan. Pelaksanaan garansi tergantung pada kepatuhan dalam memenuhi jadwal perawatan berikut ini.

Tabel 5. Schedule Overhaul Bogie Bolsterless

Sub Assembly	Overhaul Frequency	Description
Wheelset	3 × 10 ⁶ Km 800.000 Km	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discard roller bearing ▪ Roller bearing overhaul
Frame	10 years	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discard the ring of the brake-disc fixing point
<i>Primary suspension</i>	10 years	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Discard the conical rubber spring</i>
Secondary suspension	1,2 × 10 ⁶ Km	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dampers overhaul (discard internal rubber parts and oil)
	2,4 × 10 ⁶ Km	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dampers overhaul (discard internal rubber parts, oil and piston unit)
	5 years	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discard anti roll bar rod spherical bushes
	10 years	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discard damper elastic joint ▪ Discard anti roll bar bearing (silentbloc, friction ring, friction ring joint) ▪ Discard air spring envelope and conical rubber spring ▪ Discard lateral elastic stop

Bogie to carbody connection	10	years	▪ Discard knuckle joint, friction ring, bellows and elastic bearing
Brakes	5	years	▪ Overhaul tread brake units, brake disc (cylinder)

Pada penelusuran data penggantian komponen yang dilakukan di Balai Yasa Surabaya Gubeng, tim mencatat bahwa umur guna *conical rubber spring* hanya 2 tahun. Setelah pemakaian 2 tahun, *rubber spring* akan rusak atau pecah. Pengurangan umur guna komponen diakibatkan adanya faktor yang diluar batas, antara lain adanya beban dinamik yang sangat besar.

Tim juga mencatat bahwa terdapat 4 jenis suku cadang bogie *Bolsterless* yang sering rusak yaitu :

Tabel 6. Data Pemakaian Suku Cadang bulan Januari 2003

Jenis Suku Cadang	Jumlah
Rubber Bondet (Airspring)	22
Rekondisi Baut Anti Roll Bar	1
Baut Anti Roll Bar	111
Sling Pengaman	0

Kerusakan suku cadang tersebut sebagai bukti bahwa akan adanya efek luar yang melewati batas kemampuan komponen bogie.

2.3. OPERASIONAL

2.3.1 Perhitungan Kecepatan

Tujuan dari perhitungan kecepatan adalah untuk menentukan apakah kecepatan rangkaian KA 1 saat terjadinya PLH adalah terlalu tinggi atau tidak dengan mempertimbangkan kondisi track dan Grafik Perjalanan Kereta Api (Gapeka) yang ada.

2.3.2 Perhitungan Kecepatan Kereta Api Berdasarkan Kondisi Track

2.3.2.1 Perhitungan Kecepatan dengan data rill track yang dihimpun Tim KNKT

Untuk menentukan kecepatan rangkaian kereta diambil sample kondisi bantalan pada Km 38+300 s/d 38+400:

Jarak pemasangan bantalan	: 0,6	meter
Jumlah bantalan terpasang	: 166	batang
Bantalan lapuk	: 64	batang
Bantalan kondisi baik	: 102	batang
Jarak bantalan berfungsi sempurna	:	

$$= L = \frac{\text{jarak sampel}}{\text{jumlah bantalan kondisi baik}} = \frac{100 \text{ meter}}{102 \text{ btg}} = 0,98 \text{ m}$$

dengan rumus *Verein* dapat ditentukan kecepatan maksimum kereta di petak tersebut, dimana :

$$P = \frac{0,4}{1+C} \times \frac{G}{L}$$

$$C = \frac{V^2}{30.000}$$

$$V = \text{kecepatan maksimum}$$

P = tekanan gandar maksimum = 14 ton
G = berat rel (tipe R42) = 42 kg
L = jarak bantalan = 0,98 m / btg

maka:

$$14 = \frac{0,4}{1 + \frac{V^2(m/s)^2}{30.000}} \times \frac{42kg}{0,98m/btg}$$

$$14 + \frac{14V^2}{30.000} = 0,4 \times \frac{42}{0,98}$$

$$14 + \frac{14V^2}{30.000} = 17,143$$

$$\frac{14V^2}{30.000} = 3,143$$

$$14V^2 = 94290$$

$$V^2 = 6735$$

$$V = 82,067 \text{ km / jam}$$

Kecepatan maksimum tersebut diberikan nilai toleransi lapangan 10% sehingga didapat kecepatan *inleg* rangkaian kereta api di lintas adalah :

$$V_{inleg} = 82,067 - 10\% = 73,86 \text{ km / jam} \cong 70 \text{ km / jam}$$

2.3.2.2 Perhitungan Kecepatan dengan data rill track DAOP IV

Tabel 6. Data Kondisi Track SMT – GBN Wilayah DAOP IV
Posisi November 2003

No	Koridor	Uraian	Kondisi
1	Semarang Tawang – Gambringan	Rel R 42 panjang 85 meter	76 %
		Penambat elastis F type	75 %
		Bantalan kayu	70 %
		Ballast kricak	72 %

Berdasarkan Tabel Data Kondisi Track tersebut dapat dikatakan bahwa batas kecepatan maksimum dengan disesuaikan kondisi track Semarang Tawang – Gambringan adalah :

$$V_{max} = 76\% \times 95 \text{ Km / jam} = 72,2 \text{ Km / jam} \cong 70 \text{ Km / jam}$$

2.3.3 Perhitungan Kecepatan Rata-rata KA 1

Untuk menentukan kecepatan rata-rata rangkaian KA 1 Argo Bromo Anggrek saat terjadinya PLH dihitung dengan rumus kecepatan rata – rata :

Jarak Km 44+016 s/d Km 38+420

Waktu tempuh antara jam 12.01 – 12.05 WIB

Maka :

$$S = V \times t$$

$$V_{rata-rata} = \frac{S}{t} = \frac{(44016 - 38420) m}{(12.05 - 12.01) dtk} = 83,97 \text{ km / jam} \cong 84 \text{ km / jam}$$

2.3.4 Analisis Perhitungan Kecepatan

Berdasarkan perhitungan kecepatan dengan mempertimbangkan kondisi track dan Gapeka dapat disimpulkan bahwa kecepatan kereta di petak jalan Semarang Tawang – Gambringan adalah terlalu tinggi. Penurunan kecepatan telah dilakukan oleh masinis KA 1 menjadi 84 Km/jam, namun dengan kecepatan tersebut masih menyebabkan terjadinya “genjotan” yang terlalu besar dan melewati batas toleransi kereta K9.

3. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan penyebab PLH KA 1 Argo Bromo Anggrek adalah :

1. Prasarana :

- a. Kondisi track yang tidak baik mengakibatkan terlalu besarnya “genjotan” yang melewati batas kemampuan redaman bogie K9 (terbukti dengan sering rusaknya *conical rubber spring*, *connection rod*, baut anti *roll bar* dan sling serta dilepasnya *M bucket*).
- b. Kondisi track yang tidak baik (Kategori III) tidak dibarengi dengan penyesuaian batas kecepatan kereta api.

2. Sarana :

Bogie K9 yang sangat baik pada track yang bagus, ternyata tidak baik untuk track yang banyak “genjotan”. Hal ini menunjukkan perlunya kesesuaian antara sarana (dalam hal ini bogie) dengan kondisi prasarana (dalam hal ini track).

4. REKOMENDASI

Berdasarkan temuan, analisis dan kesimpulan investigasi PLH Anjlok KA 1 Argo Bromo Angrek, KNKT berpendapat perlu untuk mengusulkan beberapa rekomendasi kepada Yth. Bp. Menteri Perhubungan agar Departemen Perhubungan cq Direktorat Jenderal Perhubungan Darat dan PT. Kereta Api (Persero), dengan tujuan agar dapat meningkatkan keselamatan transportasi, maka untuk ini perlu diambil langkah-langkah sebagai berikut:

- *Melakukan perbaikan segera kondisi lintas, terutama untuk petak jalan Semarang Tawang – Gambringan;*
- *Menyarankan PT. Kereta Api (Persero) untuk menyesuaikan kecepatan maksimum yang tercantum dalam Gapeka dengan kondisi track terutama untuk petak jalan antara Semarang Tawang – Gambringan;*
- *Menyarankan PT. Kereta Api (Persero) untuk memasang semboyan pengurangan kecepatan (Taspat) di petak jalan yang tidak baik kondisi tracknya;*
- *Memfungsikan kembali sebagaimana mestinya Divisi Rekayasa PT. Kereta Api (Persero) untuk :*
 - a. *melakukan modifikasi pada bogie K9, antara lain dengan memperbesar efek redaman pada shock absorber untuk menghindari resonansi (hal ini memerlukan studi penelitian bersama dengan INKA); dan*
 - b. *melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemungkinan terjadinya roda macet akibat penggunaan blok rem komposit di K9.*

KNKT juga mohon agar Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, sebagai regulator dan otoriti menentukan dan menerapkan kebijakan dan tindakan-tindakan yang diperlukan selanjutnya. Bila kemudian saran-saran di atas ini tidak disetujui atau diterima, maka mohon agar penjelasan tentang alasan-alasan tidak menyetujui atau menerima saran ini dan disampaikan kepada Komite Nasional Keselamatan Transportasi.

Demikian agar dapat diperhatikan sebagai masukan untuk keputusan kebijakan tindak lanjut dalam rangka memperbaiki tingkat keselamatan penyelenggaraan perhubungan di Indonesia.