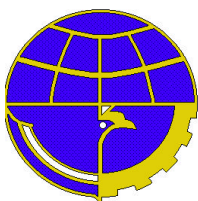


# KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI

LAPORAN INVESTIGASI KECELAKAAN KERETA API

**TABRAKAN ANTARA RANGKAIAN KA146 EMPU JAYA DENGAN RANGKAIAN KERETA API  
KA153 GAYA BARU MALAM SELATAN**

EMPLASEMEN STASIUN KETANGGUNGAN BARAT  
DAERAH OPERASI III, CIREBON, JAWA BARAT  
JAM 04:33, TANGGAL 25 DESEMBER 2001



KOMITE NASIONAL KESELAMATAN TRANSPORTASI  
DEPARTEMEN PERHUBUNGAN DAN TELEKOMUNIKASI  
REPUBLIK INDONESIA  
2003



*KESELAMATAN 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 TINDAKAN PENUDUHAN ATAU PENUNTUTAN.*

Laporan ini diterbitkan oleh **Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)**, Gedung Karsa Lantai 2, Departemen Perhubungan dan Telekomunikasi, Jalan Medan Merdeka Barat No. 8, JKT 10110, Indonesia, pada tahun 2003.



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	i	
DAFTAR ISTILAH.....	iii	
SINOPSIS.....	i	
1	INFORMASI FAKTUAL.....	1
1.1	Kronologi Perjalanan.....	1
1.2	Korban.....	1
1.2.1	Data Korban dari KA 146 dan KA 153 .....	1
1.2.3	Informasi Medis, Visum et Repertum dan Pemeriksaan Pathologi.....	2
1.3	Kerusakan Kereta Api .....	2
1.3.1	Kereta Api 153 Gaya Baru Malam .....	2
1.3.2	Kereta Api 146 Empu Jaya .....	2
1.4	Kerusakan Lain .....	3
1.5	Informasi Personil.....	3
1.5.1	Informasi PPKA Stasiun Ciledug.....	3
1.5.2	Informasi PPKA Stasiun Ketanggungan Barat.....	4
1.5.3	Informasi dari PK Cirebon .....	4
1.5.4.1	Masinis .....	4
1.5.4.2	Asisten Masinis .....	5
1.5.4.3	Kondektur Pemimpin (KP).....	6
1.5.4.4	Petugas Teknis I.....	6
1.5.4.5	Petugas Teknis II.....	6
1.5	Keterangan Kereta Api 153.....	7
1.6.1	Data Lokomotif.....	7
1.6.2	Data Kereta .....	7
1.7	Keterangan Rangkaian KA 146.....	8
1.7.1	Data Lokomotif.....	8
1.7.2	Data Kereta .....	8
1.8	Sistem Persinyalan di Stasiun Ketanggungan Barat .....	9
1.9	Sistem Komunikasi.....	10
1.9.1	Komunikasi radio antara PK Cirebon dengan Masinis KA 146 Empu Jaya.....	11
1.9.2	Komunikasi antara PK Cirebon dengan Masinis KA 153 Gaya Baru Malam Selatan .....	11
1.10	Data Cuaca dan Meteorologi.....	11
1.11	Rekaman-rekaman Perjalanan.....	11
1.12	Api/kebakaran.....	12
1.13	Penyelamatan Korban .....	12
1.14	Ujicoba dan penelitian.....	13
1.14.1	Pengukuran Kekerasan Rel dan Roda .....	13
1.14.2	Perhitungan Kecepatan Kereta .....	14
1.14.3	Percobaan Pengereman.....	14
1.14.4	Penelitian Tuas Kontrol Lokomotif CC.203.17 (KA 146).....	14
1.15	Stasiun Ketanggungan Barat.....	14
1.15.1	Ruang PPKA .....	15
1.15.2	Track .....	16
1.15.3	Wesel.....	16
1.16	Aspek Operasional perjalanan KA146 tanggal 25 Desember 2001 .....	16
1.16.1	Prosedur Standar Operasi Pergerakan KA di Emplasemen .....	16
1.16.2	Prosedur Pergantian Personil.....	17
1.16.3	Jadwal Kerja Masinis dalam Bulan Desember 2001 .....	17
1.16.4	T-100 .....	18
1.16.5	Tanggap Darurat (Emergency).....	19

2	ANALYSIS.....	21
2.1	Faktor Manusia ( <i>Human Factor</i> ).....	21
2.1.1	Masinis – Pekerjaan.....	21
2.1.2	Masinis – Lingkungan Kerja .....	23
2.1.3	Masinis itu sendiri.....	25
2.1.4	Masinis – Orang Lain .....	27
2.2	Faktor Teknis (Engineering Factors).....	28
2.2.1	Hasil wawancara.....	28
2.2.2	Hasil dari Observasi dan uji Teknis .....	29
3	KESIMPULAN .....	35
3.1	Temuan-temuan.....	35
3.1.1	Faktor Manusia .....	35
3.1.2	Faktor Teknis .....	35
4	REKOMENDASI .....	37
	LAMPIRAN .....	38
	Lampiran 1 Perhitungan Kecepatan Kereta .....	1.1
	Lampiran 2 Uji Kekerasan dengan alat <i>Equotip</i> pada Roda Kereta dan Rel.....	2.1
	Lampiran 3 Percobaan Pengereman Statik.....	3.1
	Lampiran 4 Tuas Kontrol Lokomotif.....	4.1

## DAFTAR ISTILAH

Bandasi	Lingkar telapak roda yang dipasang pada badan roda (wheel tyre).
DAOP	Daerah Operasi.
Emplasemen	Tempat terbuka dimana ada jalur-jalur rel untuk gerakan material/ rolling stock dan tanda semboyan untuk pengamanan ( <i>sporen complex</i> di stasiun).
Gerbong	Kendaraan yang khusus dipergunakan untuk mengangkut barang atau binatang.
Kereta	Kendaraan yang seluruhnya/ sebagian dipergunakan untuk mengangkut penumpang, bagasi dan kiriman pos.
Kereta api	Kendaraan penarik yang dijalankan dalam urusan perjalanan kereta api, membawa rangkaian atau tidak.
Langsir	Mengatur gerakan menyusun dan melepas material/ rolling stock, dipimpin juru langsir.
Lokomotif	Mesin penarik tidak untuk mengangkut penumpang dan barang.
Masinis	Orang yang mengemudikan lokomotif.
Petak jalan	Jalur kereta api yang berada diantara dua stasiun.
PK	Pusat Kendali, pusat pemantauan dan kendali perjalanan kereta api, berada di tiap Daop.
PPKA	Pemimpin Perjalanan Kereta Api, seorang pegawai di stasiun yang disertai tugas melakukan segala tindakan untuk menjamin keamanan dan ketertiban perjalanan kereta api.
Reglemen	Peraturan yang berlaku di lingkungan kereta api dan bersandar pada garis-garis yang ditetapkan dalam <i>Spoorwegverordening (s.v. staatsblad, 1928, no. 200)</i> .
Sepur	Jalur kereta api dalam suatu emplasemen stasiun.
Sinyal	Suatu semboyan tetap yang berupa alat atau perangkat yang digunakan untuk menyampaikan perintah mengenai pengaturan perjalanan kereta api dan langsir dengan bentuk dan/ atau warna.
Sinyal masuk	Sinyal utama yang dapat memperlihatkan tanda memberi izin atau melarang kereta api masuk stasiun.
Sinyal muka	Sinyal yang dapat memberi petunjuk kepada masinis kereta api yang datang tentang kedudukan sinyal utama yang berhubungan dengan sinyal itu.
Solid	Roda yang telapak rodanya menyatu dengan badan roda. Tipe ini tidak memakai bandasi.
Stasiun	Tempat kereta api berhenti dan berangkat, bersilang, menyusul atau disusul yang dikuasai oleh seorang kepala stasiun.
Wesel	Konstruksi batang-batang rel kereta api yang bercabang (bersimpangan) tempat memindahkan arah jalan kereta api.

Sumber: Kamus Besar Bahasa Indonesia & Reglemen





## SINOPSIS

*Pada tanggal 25 Desember 2001 sekitar jam 04.33 telah terjadi kecelakaan Kereta Api 146 Empu Jaya di emplasemen stasiun Ketanggungan Barat, Brebes. Kereta Api 146 menabrak Kereta Api 153 Gaya Baru Malam Selatan yang sedang menunggu bersilangan di sepur 3 emplasemen stasiun Ketanggungan Barat.*

*Kereta Api 146 berangkat dari stasiun Kejaksan Cirebon pada jam 03:36 dengan mengalami keterlambatan 2 jam 30 menit dari jadwal yang seharusnya. Sebelum keberangkatan di stasiun Kejaksan dilakukan pergantian masinis dan asisten masinis, sehingga masinis untuk Kereta Api 146 pada saat itu baru menjalani kedinasan sekitar 58 menit.*

*Tabrakan tersebut terjadi dikarenakan KA 146 melanggar sinyal masuk stasiun Ketanggungan Barat yang beraspek merah (tanda bahwa kereta harus berhenti). Peristiwa ini mengakibatkan 31 orang tewas dan 53 lainnya luka berat termasuk masinis dari KA 146.*

*Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) tidak segera menerima laporan, sehingga baru mulai melakukan penelitian pada tanggal 27 Desember 2001. Pada saat pertama kali melakukan investigasi banyak barang bukti yang penting untuk awal penelitian tidak dapat terdokumentasi.*

*Dari hasil pengamatan di lapangan KNKT menemukan data-data yang mengharuskan dilakukannya penyelidikan secara teknik dari kondisi lokomotif untuk menjawab mengapa KA 146 tidak dapat berhenti di sinyal masuk stasiun Ketanggungan Barat. Selain itu penyelidikan mengenai faktor manusia juga dilakukan dengan melakukan wawancara pada para personil yang terlibat langsung, saksi mata dan ahli-ahli dibidang perkeretaapian.*



# 1 INFORMASI FAKTUAL

## 1.1 Kronologi Perjalanan

Pada hari Selasa, 25 Desember 2001 jam 04:33 telah terjadi peristiwa luar biasa hebat tabrakan antara KA 146 Empu Jaya dari Jakarta dengan KA 153 Gaya Baru Malam dari Surabaya di Emplasemen stasiun Ketanggungan Barat, Brebes di lintas Cirebon - Prupuk.

Sebelum berangkat dari stasiun Kejaksan Cirebon KA.146 Empu Jaya melakukan pergantian awak KA yaitu masinis, asisten masinis dan kondektur. Masinis dan asisten masinis pengganti melakukan pemeriksaan lokomotif serta mengisi laporan teknik lok tanpa adanya serah terima dari masinis dan asisten masinis yang digantikannya. Setelah dilakukan uji pengereman statis kemudian KA.146 berangkat jam 03:36 (terlambat 2 jam 30 menit dari jadwal yang seharusnya). Uji pengereman statis dan dinamis sebelumnya telah dilakukan pada saat keberangkatan dari stasiun Pasar Senen dan dilaporkan sistem bekerja dengan baik.

Dalam perjalanannya dari stasiun Kejaksan Cirebon, KA 146 ditahan semboyan 7 yang berarti KA harus berhenti di stasiun Luwung. Di stasiun Sindang Laut mendapat semboyan 1 yang berarti KA boleh berjalan langsung. Pada jam 03:57 di stasiun Karang Suwung KA 146 mengalami persilangan dengan KA 111 Sawunggaling dan berhenti pada jam 04:20 di stasiun Ciledug.

Setelah menghubungi PPKA Ketanggungan Barat untuk memberitahukan bahwa KA 146 akan bersilangan dengan KA 153 di stasiun Ketaggungan Barat dan setelah memperoleh konfirmasi dan warta aman dari PPKA Ketanggungan Barat, pada jam 04:22 PPKA Ciledug melepas KA 146 untuk menuju ke stasiun Ketanggungan Barat

Sekitar jam 04:27 bersamaan dengan diberangkatkannya KA 153 dari stasiun Ketanggungan, sinyal muka stasiun Ketanggungan Barat dari arah Ciledug menunjukkan aspek kuning, yang menandakan bahwa KA 146 harus mengurangi kecepatannya agar dapat berhenti di muka sinyal masuk yang beraspek merah.

Sementara itu pada jam 04:31 KA 153 Gaya Baru Malam Selatan dari Surabaya telah memasuki sepur 3 emplasemen stasiun Ketanggungan Barat, untuk berhenti dan menunggu persilangan dengan KA 146. Pada saat itu sepur 1 emplasemen sudah terisi dengan KA 186L Songgom Jaya arah Jakarta yang tiba terlebih dahulu sebelum KA 153.

Pada jam 04:33 KA 146 memasuki emplasemen stasiun Ketanggungan Barat dengan melanggar sinyal masuk yang beraspek merah, pada saat itu rute langsir untuk KA 153 masih terbentuk dan posisi wesel 11A masih mengarah ke sepur-3 yang sedang ditempati KA 153. KA 146 masuk ke sepur-3 dan menabrak rangkaian KA 153.

## 1.2 Korban

### 1.2.1 Data Korban dari KA 146 dan KA 153

	Awak Kereta	Penumpang	Lain-lain	TOTAL
Meninggal	-	31		31
Luka Berat	1	51		52
<b>TOTAL</b>	1	82		83

### 1.2.3 Informasi Medis, Visum et Repertum dan Pemeriksaan Pathologi

Keadaan korban (penumpang) yang luka berat pada umumnya patah tulang (*fraktur*) kaki, remuk tulang (*reptur*) abdomen dan luka trauma benturan.

Keadaan korban (penumpang) yang meninggal umumnya mengalami ruda paksa/terputus anggota badannya.

### 1.3 Kerusakan Kereta Api

Peristiwa kecelakaan ini dikarenakan KA 146 Empu Jaya menabrak KA 153 yang sedang berhenti di sepur 3 stasiun Ketanggungan Barat, yang mengakibatkan kerusakan pada kedua lokomotif dan beberapa kereta.

#### 1.3.1 Kereta Api 153 Gaya Baru Malam

Kerusakan terjadi pada kedua ujung lokomotif, bagian ujung pendek (kabin masinis) diakibatkan tumburan langsung dengan lokomotif KA146 sedangkan ujung panjang diakibatkan tertahan rangkaian dibelakang (*ujung pendek didepan*). Rangkaian KA153 tidak anjlok atau keluar dari rel. Setelah diperiksa, maka secara teknis operasional kereta-kereta penumpang rangkaian dinyatakan masih dalam keadaan siap operasi. Pada jam 09:45 sembilan kereta dari rangkaian KA 153 yang tidak anjlok diberangkatkan ke Cirebon dengan menggunakan lok BB. 2203.22 asal KA 186L Songgom Jaya.

Tingkat Kerusakan pada rangkaian KA 153

No rangkaian	Jenis Gerbong & seri No	Tingkat kerusakan	Keterangan
	Lok CC 20144	Rusak sedang	Akibat impact
1	KP3 65703	Rusak berat	Ditemukan banyak terjadi korosi pada bagian struktur dari kereta
2	K3 85704	Rusak sedang	Ditemukan banyak terjadi korosi pada bagian struktur dari kereta
3	K3 85522	Baik	
4	K3 85705	Baik	
5	K3 66401	Baik	
6	KMP3 66707	Baik	
7	K3 85706	Baik	
8	K3 85703	Baik	
9	K3 85704	Baik	
10	K3 85537	Baik	
11	BP 59798	Baik	

#### 1.3.2 Kereta Api 146 Empu Jaya

Kerusakan terjadi di kedua ujung lokomotif, bagian ujung panjang diakibatkan tumburan langsung dengan lokomotif KA 153 sedangkan ujung pendek (kabin masinis) diakibatkan dari dorongan kereta-kereta dibelakangnya (*ujung panjang didepan*). Lokomotif tidak keluar dari rel, namun dua kereta penumpang keluar dari rel. Kereta penumpang pertama hancur, sedangkan kereta penumpang kedua mengalami kerusakan berat. Kereta penumpang keempat dan kelima mengalami kerusakan ringan dan sedang. Rangkaian kereta dibelakangnya tidak mengalami kerusakan dan berada tetap di atas rel. Dilaporkan setelah diperiksa, maka secara teknis operasional kereta-kereta penumpang yang masih baik dinyatakan masih

dalam keadaan siap operasi, dan melanjutkan perjalanan sampai ke stasiun Lempuyangan Yogyakarta dengan menggunakan lokomotif CC.201.20.

#### Tingkat Kerusakan pada rangkaian KA146

No rangkaian	Jenis Gerbong & seri No	Tingkat kerusakan	Keterangan
1	Lok CC 20137 KP3 65615	Rusak berat Hancur	Akibat impact Ditemukan banyak terjadi korosi pada bagian struktur dari kereta, katup terputus
2	K3 65663	Rusak berat	Ditemukan banyak terjadi korosi pada bagian struktur dari kereta, saluran penyambung berlubang
3	KMP3 66710	Rusak sedang	Belum sempat dilakukan pemeriksaan, kereta telah ditarik ke bengkel untuk perbaikan
4	K3 95509	Rusak ringan	Belum sempat dilakukan pemeriksaan, kereta telah ditarik ke bengkel untuk perbaikan
5	K3 94906	Baik	
6	K3 94835	Baik	
7	K3 94530	Baik	
8	K3 65616	Baik	
9	K3 94537	Baik	
10	K3 64616	Baik	
11	K3 95508	Baik	
12	K3 94526	Baik	

#### 1.4 Kerusakan Lain

Dua ruas rel type R.33 rusak (melengkung) dan satu petak sawah di sisi rel mengalami kerusakan karena boogie kereta penumpang pertama rangkaian KA146 terlempar ke sawah.

#### 1.5 Informasi Personil

Informasi tentang kejadian ini diperoleh melalui wawancara dengan petugas yang pada saat kecelakaan sedang bertugas. Perlu Dicatat bahwa, sinkronisasi jam stasiun dengan jam-jam pribadi tidak dapat dilakukan, karenanya waktu-waktu yang dicatat tidak dapat dijamin ketepatannya. Waktu yang digunakan pada laporan ini adalah waktu yang tercatat oleh data logger di stasiun Ketanggungan Barat.

##### 1.5.1 Informasi PPKA Stasiun Ciledug

Pada jam 04:20 KA 146 tiba di stasiun Ciledug dan pada jam 04:22 Pemimpin Perjalanan Kereta Api (PPKA) stasiun Ciledug memberangkatkan kembali KA 146 setelah mendapat warta aman dari PPKA Ketanggungan Barat.

Pemberhentian yang singkat ini (sekitar 2 menit) disebabkan adanya perintah perpindahan tempat persilangan dari Pusat Kendali (PK) Cirebon, yakni Persilangan antara KA 146 dengan KA 153 yang semula direncanakan di Ciledug dipindahkan ke stasiun Ketanggungan Barat.

## 1.5.2 Informasi PPKA Stasiun Ketanggungan Barat

Pada jam 04:27:40 Pemimpin Perjalanan Kereta Api (PPKA) yang berada di stasiun Ketanggungan Barat membentuk route masuk ke sepur 3 untuk KA 153 Gaya Baru Malam Selatan yang datang dari arah timur.

Untuk pengamanan route KA 153 sinyal muka dari arah barat (stasiun Ciledug) beraspek kuning dan sinyal masuk beraspek merah.

*Sebelum sesuatu kereta api datang, langsiran harus dihentikan kecuali jika alat pengaman dapat menjamin bahwa tabrakan antara bagian langsir dengan kereta api yang masuk tidak mungkin...(Kutipan R.19/I Pasal 60 Ayat 12).*

Pada jam 04:31:35 rute untuk KA 153 ke arah sepur 3 di stasiun Ketanggungan Barat sudah terbentuk. Pada jam 04:31:45 KA 153 masuk ke sepur 3 dan berhenti sempurna. Jika rangkaian KA sudah berhenti sempurna di suatu sepur maka wesel yang mengarah ke sepur tersebut dapat diubah petugas dari meja pelayanan yang berada di ruang PPKA. Mekanisme perubahan posisi wesel memerlukan waktu 90 detik. Ini berarti bahwa PPKA Ketanggungan Barat baru akan dapat melayani KA 146 untuk masuk sepur 2 pada 90 detik setelah jam 04:31:45, yakni pada jam 04:33:15. Sedangkan rangkaian KA 146 sudah melanggar sinyal masuk stasiun Ketanggungan Barat 4 (empat) detik sebelumnya, yakni pada jam 04:33:11.

## 1.5.3 Informasi dari PK Cirebon

Keterlambatan perjalanan kereta api mengharuskan Pusat Kendali (PK) Cirebon merubah tempat persilangan antara KA 146 dengan KA 153 ke stasiun Ketanggungan Barat. Menurut dokumen/ form T100 pada saat itu (T-100 Berlaku mulai tgl. 02 Desember 2001 s.d 06 Januari 2002) rencananya KA 146 akan bersilangan dengan KA 153 di stasiun Ciledug. Informasi mengenai perpindahan tempat persilangan telah diinformasikan ke PPKA stasiun Ciledug dan PPKA stasiun Ketanggungan Barat.

## 1.5.4 Informasi dari Awak Rangkaian Kereta Api KA 146

### 1.5.4.1 Masinis

<b>Umur</b>	:	50 tahun
<b>Masuk Perusahaan</b>	:	1 Mei 1973
<b>Pendidikan Terakhir</b>	:	Sekolah Teknik (ST) lulus tahun 1966
<b>Pelatihan Terakhir</b>	:	Pendidikan Penyegaran kembali peraturan-peraturan persinyalan baru/ listrik blok otomatis di wilayah Jabotabek pada bulan Juli 2001.
<b>Surat Tanda Kecakapan</b>	:	Cakap sebagai Masinis No:031/T.62/75 tgl 24/9/75
<b>Masa Berlaku STK</b>	:	-
<b>Surat Kesehatan</b>	:	No. D.III/BHKK/CU/12/X/2001
<b>Tanggal Terakhir Check-Up</b>	:	22 Oktober 2001
		Hasil : Baik dalam pengawasan
<b>WAKTU TUGAS</b>		
<b>Pada Jurusan Ini</b>	:	Kedinasan KA 146 dirotasi selama satu bulan sekali
<b>25 Hari Terakhir dengan 4 Hari</b>	:	107,5 jam dalam 21 hari kerja

<b>Libur</b>	:	
<b>14 Hari Terakhir</b>	:	69 jam
<b>72 Jam Terakhir</b>	:	10 jam kerja
<b>24 Jam Terakhir</b>	:	3 jam 30 menit mendapatkan libur terakhir pada tanggal 24 Desember 2001
<b>Perjalanan Ini</b>	:	58 Menit
<b>Kesaksian pada saat memasuki Stasiun Ketanggungan Barat</b>	:	Pada saat berdinas yang bersangkutan menyatakan membaca T-100 dimana rencana perjalanan tertulis bahwa KA tidak berhenti di Ketanggungan Barat.
		Yang bersangkutan menyatakan tidak melihat sinar dari cahaya lampu Lokomotif KA 153 di sepur-3.
		Yang bersangkutan menyatakan melihat sinyal muka beraspek kuning dan masinis juga mendengar peringatan yang disampaikan asisten masinis untuk menahan laju kereta sebanyak dua kali, ia mengerti selanjutnya akan menjumpai sinyal masuk beraspek merah dan saat ia berusaha mengerem ternyata “rem jeblos” (pengereman tidak cukup kuat) usaha pengereman darurat dilakukan sebanyak dua kali sampai akhirnya menabrak KA 153 yang ada di sepur-3. Setelah melewati sinyal masuk beraspek merah, masinis memerintahkan asisten masinis untuk membunyikan klakson secara berulang (semboyan 39). Hal ini menandakan bahwa kereta api mengalami masalah pada sistem remnya.

#### 1.5.4.2 Asisten Masinis

<b>Umur</b>	:	28 Tahun
<b>Masuk Perusahaan</b>	:	1 Juni 1996
<b>Pendidikan Terakhir</b>	:	STM Jurusan Mesin Tenaga lulus tahun 1993
<b>Surat Tanda Kecakapan</b>	:	-
<b>Masa Berlaku STK</b>	:	-
<b>Surat Kesehatan</b>	:	No.D III/BHKK/C U/12/X/2001.
<b>Tanggal Terakhir Check-Up</b>	:	22 Oktober 2001, Hasil : Baik
<b>WAKTU TUGAS</b>		
<b>Pada Jurusan Ini</b>	:	Kedinasan KA 146 dirotasi selama satu bulan sekali
<b>25 Hari Terakhir dengan 5 Hari Libur</b>	:	102.5 jam dalam 20 hari kerja
<b>14 Hari Terakhir</b>	:	66.5 jam kerja
<b>72 Jam Terakhir</b>	:	17 jam kerja
<b>24 Jam Terakhir</b>	:	6 jam kerja
<b>Perjalanan Ini</b>	:	58 menit
<b>Kesaksian pada saat memasuki Stasiun Ketanggungan Barat</b>	:	Yang bersangkutan menyatakan melihat sinyal muka beraspek kuning lalu berteriak “Tahan !”, beberapa lama kemudian masinis mengerjakan pengereman. Hal ini dilihatnya dari turunnya tekanan pada manometer dan adanya suara udara pembuangan dari sistem rem kereta, namun asisten masinis merasakan bahwa pengeremannya tidak kuat maka asisten masinis mengulangi lagi untuk memperingatkan masinis dengan “Tahan”.
		Karena menggunakan ujung panjang asisten masinis tidak melihat aspek dari sinyal masuk stasiun Ketanggungan Barat, karena letak sinyal masuk berada pada tikungan yang mengarah ke kanan.
		Masinis berteriak kepada yang bersangkutan “Klakson Na!” dan selanjutnya yang bersangkutan melakukannya sambil berdiri.

Kereta berbelok di wesel 11A dengan kecepatan sekitar 40km/jam (berdasarkan perasaan, bukan pembacaan dari speedometer, pada saat tersebut speedometer lokomotif 146 rusak).

#### 1.5.4.3 Kondektur Pemimpin (KP)

<b>Umur</b>	:	50 tahun
<b>Masuk perusahaan</b>	:	1975
<b>Pendidikan Terakhir</b>	:	SMP
<b>Pangkat</b>	:	Pt/Lk
<b>Jabatan</b>	:	Kondektur
<b>Keterangan mengenai perjalanan KA 146</b>	:	<p>Pada saat kereta berhenti di Ciledug yang bersangkutan tidak sempat menemui PPKA karena sinyal keluar sudah beraspek hijau, yang bersangkutan ada di kereta sembilan.</p> <p>Pemeriksaan karcis baru dijalankan sampai ½ rangkaian, posisi yang bersangkutan berada di kereta kesembilan.</p> <p>Sejak jembatan Cisanggarung tidak merasakan adanya suara pengereman.</p> <p>Mendengar semboyan 39 sebanyak dua kali, pada awalnya yang bersangkutan merasa KA anjlok. Pada saat berhenti yang bersangkutan turun dari kereta dan tidak melihat stasiun karena tertutup rangkaian KA di sepur 1.</p>

#### 1.5.4.4 Petugas Teknis I

<b>Umur</b>	:	46 tahun
<b>Masuk perusahaan</b>	:	1975
<b>Pendidikan Terakhir</b>	:	-
<b>Pangkat</b>	:	PTD/TR
<b>Jabatan</b>	:	PLKA/ RAC
<b>Keterangan mengenai perjalanan KA146</b>	:	<p>Tidak mengikuti perjalanan KA 146, karena yang bersangkutan sedang mengobrol dengan rekannya di restorasi (KMP3 66710/ kereta rangkaian nomor 3).</p> <p>Di jembatan Cisanggarung (13 km dari Ketanggungan Barat) tidak merasa adanya perubahan kecepatan.</p> <p>Yang bersangkutan terjatuh pada saat kereta mengalami tabrakan, dan bunyi pengereman tidak terdengar.</p> <p>Di dalam interview yang bersangkutan menyatakan tidak tidur menjelang kejadian.</p>

#### 1.5.4.5 Petugas Teknis II

<b>Umur</b>	:	49 tahun
<b>Masuk perusahaan</b>	:	1986
<b>Pendidikan Terakhir</b>	:	-
<b>Pangkat</b>	:	JRD I
<b>Jabatan</b>	:	PLKA/ RAC



<b>Keterangan mengenai perjalanan KA146</b>	<p>: Percobaan rem dinamis rangkaian tidak dilakukan pada saat keberangkatan dari Cirebon. Sementara KA berhenti di Cirebon yang bersangkutan mengecek kondisi umum dari KA dengan senter.</p> <p>Di stasiun Ciledug yang bersangkutan tidak sempat turun karena kereta berhenti sangat singkat.</p> <p>Selama berangkat dari stasiun Cirebon yang bersangkutan sedang mengobrol dengan rekannya (teknisi I) di restorasi (KMP3 66710/ kereta rangkaian nomor 3).</p> <p>Yang bersangkutan tidak merasakan adanya pengereman.</p>
---	---

## 1.5 Keterangan Kereta Api 153

### 1.6.1 Data Lokomotif

Laporan perawatan Balai Yasa tanggal 19 Oktober 2001 menyatakan bahwa kondisi lokomotif CC.201.44 dalam keadaan kondisi laik operasi.

No. Lok	:	CC.201.44
Buatan	:	General Electric, AS
Mulai Dinas	:	25-07-1983
PA Akhir	:	24-09-2001
Semi PA	:	-
PA Berikutnya	:	19-09-2005
Pemeriksaan 6-bulanan	:	08-02-2001
Deadman Pedal	:	Baik
Radio Lok	:	Baik
Lampu Sorot	:	Baik
Automatic Brake	:	Baik
Independent Brake	:	Baik
Radio Lokomotif	:	Baik
Speedo meter	:	Rusak
Traksi Motor	:	Lengkap (6TM)
Wiper	:	Baik
Throttle handle	:	Baik
Berjalan dengan menggunakan	:	Ujung pendek (posisi masinis membelakangi mesin)

### 1.6.2 Data Kereta

Rangkaian Ke	Jenis Gerbong & seri No	Buatan	Tipe	Berat (1000 kg)	Mulai Dinas	PA	PA yang akan datang
1	KP3 65703	-	K7	36	1965	25-04-2001	25-04-2003
2	K3 65704	-	K7	36	1965	10-07-2001	10-07-2003
3	K3 85522	-	K5	36	1985	15-10-2000	15-10-2002
4	K3 85705	-	K7	36	1985	25-07-2001	25-07-2003
5	K3 66401	-	K4	36	1966	25-05-2001	25-05-2003
6	KMP3 66707	-	K7	36	1966	25-02-2000	25-02-2002
7	K3 85706	-	K7	36	1985	13-08-2001	13-08-2003
8	K3 85703	-	K7	36	1985	25-02-2000	25-02-2002
9	K3 85704	-	K7	36	1985	10-07-2001	10-07-2003
10	K3 85537	-	K5	36	1985	09-07-2001	09-07-2003
11	BP 59798	-	K7	36	1958	15-04-2001	15-04-2003

## 1.7 Keterangan Rangkaian KA 146

### 1.7.1 Data Lokomotif

Pada tanggal 24 Desember 2001 lokomotif CC.203.17 digunakan untuk dinas perjalanan KA 71 Taksaka untuk route Yogyakarta – Gambir. UPT Balai Yasa melaporkan bahwa lokomotif CC.203.17 dalam kondisi baik. Lokomotif CC.203.17 kemudian digunakan untuk dinas perjalanan KA146 dengan route Pasar Senin – Lempuyangan.

No. Lok	:	CC.203.17
Buatan	:	General Electric, AS
Mulai Dinas	:	06-02-1997
PA Akhir	:	-
Semi PA	:	SPA III 12-09-2001
PA Berikutnya	:	<i>hh</i> -12-2001
Pemeriksaan 6-bulanan	:	20-11-01
Deadman Pedal	:	Baik
Radio Lok	:	Baik
Lampu Sorot	:	Baik/ Nyala
Automatic Brake (rem rangkaian)	:	Baik. Dilaporkan setelah kejadian; handle berada dalam posisi FULL SERVICE APPLICATION (pengereman maksimum)
Independent Brake (rem lokomotif)	:	Baik. Dilaporkan setelah kejadian; handle ditemukan dalam posisi RELEASE (tidak dalam posisi pengereman.
Speedometer	:	Rusak
Traksi Motor	:	6 TM
Wiper	:	Ujung I baik, Ujung II rusak
Throttle Handle	:	Baik Dilaporkan setelah kejadian; throttle handle ditemukan dalam posisi NETRAL (tidak masuk pada traksi motor).
Berjalan dengan menggunakan	:	Ujung panjang ( posisi mesin membelakangi masinis)

### 1.7.2 Data Kereta

Rangkaian Ke	Jenis Gerbong & seri No	Buatan	Tipe	Berat (1000 kg)	Mulai Dinas	PA	PA yang akan datang
1	K3 65615	-	K6	36	22-07-1965	01-12-2001	01-12-2003
2	K3 65663	-	K6	39	05-06-1965	15-12-2001	15-12-2003
3	KMP3 66710	-	K7	37	12-01-1966	12-01-2001	12-01-2003
4	K3 95509	PT. INKA	K5	37	25-02-1995	26-11-2001	26-11-2003
5	K3 94806	PT. INKA	K8	37	23-12-1994	26-11-2000	26-11-2002
6	K3 94535	PT. INKA	K5	37	23-12-1994	29-02-2000	29-02-2002
7	K3 94530	PT. INKA	K5	37	23-12-1994	31-10-2001	31-10-2003
8	K3 65616	-	K6	37	19-12-1965	31-12-2000	31-12-2002
9	K3 94537	PT. INKA	K5	37	23-12-1994	28-09-2001	28-09-2003
10	K3 64616	-	K6	37	23-12-1964	30-04-2001	30-04-2003
11	K3 95508	PT. INKA	K5	37	25-02-1995	15-09-2001	15-09-2003
12	K3 94526	PT. INKA	K5	37	23-12-1994	26-06-2001	26-06-2003

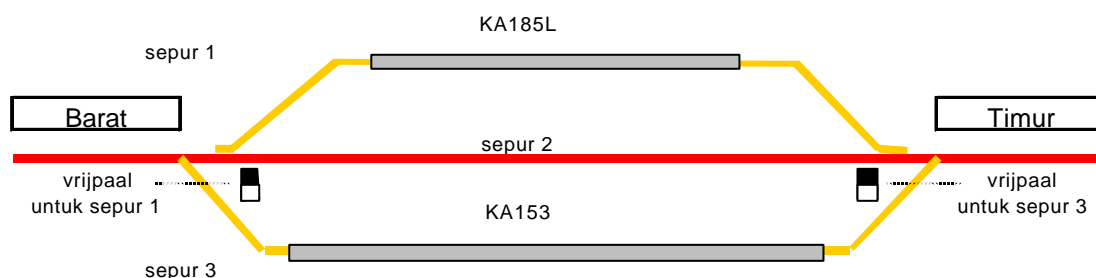
## 1.8 Sistem Persinyalan di Stasiun Ketanggungan Barat

Lintas antara stasiun Cirebon – Prupuk dilengkapi dengan sinyal blok otomatis dan sinyal listrik jenis Westrace/ Westinghouse interlocking system, dengan demikian kondisi persinyalan dapat direkam dalam data logger, dilaporkan kondisi sinyal sebelum dan setelah kejadian berfungsi dengan baik. Sistem sinyal adalah dengan menggunakan lampu (hijau, kuning, merah), dan sistem penggerak wesel menggunakan motor listrik.



Gambar 1. Wesel

Kedudukan wesel (dilengkapi dengan data logger) yang mengarah ke sepur 3 di emplasemen Ketanggungan Barat baru dapat dirubah oleh PPKA setelah 90 detik dari saat KA 153 berhenti dengan sempurna di sepur 3. Berhenti dengan sempurna adalah posisi rangkaian paling akhir telah melewati vrijspaal. Bila kereta akhir telah melewati vrijspaal, maka seluruh rangkaian akan bebas dari semua gerakan kereta lainnya di emplasemen.



Gambar 2. Posisi dari Vrijspaal untuk tiap Sepur

Menjelang terjadinya kecelakaan, sinyal masuk dari arah Ciledug terakhir kalinya berubah dari aspek hijau menjadi merah pada jam 02:26:35 setelah dilalui KA 118 Senja Utama Solo. Sekitar dua jam kemudian, yakni sampai terjadinya tabrakan pada jam 04:33, sinyal masuk dari barat terus masih menunjukkan aspek merah dan tidak pernah menunjukkan aspek hijau (jika sinyal masuk beraspek merah maka sinyal muka beraspek kuning).

*Setiap kereta api yang melewati sinyal muka beraspek kuning mengurangi kecepatan karena di depannya akan menghadapi sinyal masuk beraspek merah.  
(Peraturan Dinas Tentang Pengendalian Perjalanan Kereta Api Terpusat Bab I, Pasal 1 Tentang Aspek Sinyal Utama).*

**Tabel Kondisi dari Sistem Persinyalan Sebelum dan Setelah Kejadian**

1	Sinyal masuk J3910	Aspek merah, terakhir berubah dari aspek hijau ke merah pada jam 02:26:35 setelah dilalui KA 118 dan sampai jam 03:33:35 (waktu PLH) sinyal masih beraspek merah.
2	Sinyal muka MJ3910	Aspek kuning (normal), belum berubah posisi
3	Wesel 11A	Mengarah ke sepur 3, indikator di meja pelayanan di ruang PPKA beraspek merah karena masih diinjak oleh KA 153.
4	Track circuit sepur-3	Track merah di sepur 3 karena ada rangkaian KA153 dan KA146.
5	Semua sinyal keluar	Beraspek merah
6	Hubungan blok ke CLD/KGG	Dilaporkan baik
7	Komunikasi LCC	Dilaporkan baik
8	Plombir	Dilaporkan lengkap
9	Sistem persinyalan di KGB	Dilaporkan berfungsi baik
10	Kerusakan peralatan sinyal akibat PLH	Dilaporkan tidak ada kerusakan



**Gambar 3. Sinyal Masuk (J3910) Stasiun Ketanggungan Barat dari arah Ciledug**

## 1.9 Sistem Komunikasi

Sistem komunikasi kereta api dilakukan dengan menggunakan radio, telepon dan telegram. Sistem komunikasi ini menghubungkan PPKA dengan kepala stasiun, antara PPKA dengan PK dan antara PPKA dengan masinis.

Pada lokomotif digunakan radio komunikasi VHF yang sinyalnya tidak terlalu terpengaruh obstacle untuk jarak pendek di darat. Mengatasi kelemahan jarak dari transmisi VHF ini, pada interval-interval tertentu dibangun menara-menara relay yang

menggunakan frekuensi UHF untuk meneruskan komunikasi VHF dari lokomotif-lokomotif ke Pusat Kendali.

Komunikasi-komunikasi yang menggunakan frekuensi VHF dapat direkam pada alat perekam yang terpasang di Pusat Kendali.

### 1.9.1 Komunikasi radio antara PK Cirebon dengan Masinis KA 146 Empu Jaya.

Komunikasi antara Pusat Kendali (PK) Cirebon dengan Masinis KA 146 Empu Jaya terakhir terjadi di stasiun Luwung pada jam 03:44, dilaporkan sebagai berikut:

Subjek	Pembicaraan
Masinis	<i>Selamat pagi PK</i>
PK	<i>Pagi, pagi Pak</i>
Masinis	<i>KA tertahan di Luwung</i>
PK	<i>KA berapa nih, KA berapa bravo</i>
Masinis	<i>KA 146 bravo</i>
PK	<i>Ya bersilangan dengan 140 di Luwung</i>
Masinis	<i>Ya copy</i>

### 1.9.2 Komunikasi antara PK Cirebon dengan Masinis KA 153 Gaya Baru Malam Selatan

Komunikasi antara Pusat Kendali (PK) Cirebon dengan Masinis KA 153 Gaya Baru Malam Selatan terakhir kali terjadi pada jam 03:50 sewaktu rangkaian KA 153 berhenti di Stasiun Prupuk.

Subjek	Pembicaraan
Masinis	<i>Selamat pagi bravo, cek modulasi dari KA153 nangkring di Prupuk, demikian</i>
PK	<i>Ya tercopy 153, tercopy clear baik sekali nih</i>
Masinis	<i>Persilangan bravo</i>
PK	<i>Persilangannya dengan lawan silang 146, posisi merapat Sidang Laut Pak</i>
Masinis	<i>Ya terima kasih, copy</i>
PK	<i>Monggo</i>

*Catatan: Sebutan bravo adalah untuk sebutan PK !*

### 1.10 Data Cuaca dan Meteorologi

Kondisi cuaca pada saat kejadian pagi dini hari jam 04:30 cerah. Sinyal muka dari arah Ciledug dilaporkan dapat dilihat dengan jelas dan tidak terhalang.

### 1.11 Rekaman-rekaman Perjalanan

Fakta yang ditemukan adalah bahwa Route di emplasemen stasiun Ketanggungan Barat masih mengarah ke sepur 3. Wesel 11A masih mengarah ke sepur 3 yang terisi oleh rangkaian KA 153 dan KA 146 masuk melanggar sinyal masuk J3910 yang beraspek merah (lihat gambar 2. Emplasemen Ketanggungan Barat).

Keterangan waktu dan informasi di bawah ini catatan berasal dari PPKA Ketanggungan Barat, PPKA Ciledug dan PK Cirebon.

No.	Jam	Peristiwa
1.	03.35*	KA 146 berangkat dari stasiun Kejaksaan Cirebon dengan keterlambatan selama 2 jam 30 menit dari jadwal yang ditetapkan.
2.	03:50*	KA 153 tiba di stasiun Prupuk
3.	03.57*	KA 146 tiba di stasiun Karang Suwung dan mengalami persilangan dengan KA 111
4.	04:20*	KA 146 tiba di stasiun Ciledug
5.	04:22*	KA 146 berangkat dari stasiun Ciledug
6.	04:27*	KA 153 berangkat dari stasiun Ketanggungan
7.	04:27:40**	PPKA Ketanggungan Barat membentuk rute masuk ke spur 3 untuk KA153.
8.	04:29:28**	PPKA Ketanggungan Barat menutup pintu perlintasan JPL 263
9.	04:31:35**	KA 153 menduduki track 13B (sepur 3) di stasiun Ketanggungan Barat
10.	04:31:45**	KA 153 menduduki track 32 (sepur3) dan beberapa detik kemudian berhenti sempurna di stasiun Ketanggungan Barat
11.	04:32:29**	KA 146 menduduki track 10A stasiun Ketanggungan Barat
12.	04:33:11**	KA 146 menduduki track 10B stasiun Ketanggungan Barat
13.	04:33:27**	KA 146 menduduki track 11 stasiun Ketanggungan Barat
14.	-	Data logger tidak dapat mencatat kedatangan KA 146 di track 32 (sepur 3) karena track tersebut masih diduduki oleh KA 153.
15.	04:34:35*** (perkiraan)	KA 146 menabrak KA 153 di sepur 3

Keterangan :

Waktu yang digunakan adalah waktu di stasiun Ketanggungan Barat yang tercatat pada data logger

\* data yang diberikan oleh petugas PPKA di pelintasan

\*\* data yang tercatat dalam data logger stasiun Ketanggungan Barat.

\*\*\* data yang diberikan oleh tim CO PT.KAI

### 1.12 Api/kebakaran

Tidak ada indikasi api dan kebakaran pada saat dan setelah kecelakaan terjadi.

### 1.13 Penyelamatan Korban

PPKA merangkap Kepala Stasiun Ketanggungan Barat yang bertugas pada saat kejadian, melaporkan terjadinya peristiwa tabrakan sesaat setelah kejadian kepada PK Cirebon dan kepolisian Brebes. PPKA stasiun Ketanggungan Barat melakukan tugas sebagai pimpinan penanggulangan keadaan darurat sampai masa kedinasannya berakhir pada jam 06.00. Tanggungjawab selanjutnya diambil alih oleh PPKA berikutnya (hal ini belum diatur secara tertulis).

Dilaporkan bahwa team pertolongan dari PT.KAI tiba di lokasi kejadian pada jam 05.30 WIB atau sekitar dua jam setelah kejadian. Petugas-petugas team pertolongan meliputi tenaga dokter, paramedis dan ambulans. Alat bantu pertolongan (crane kumbokarno) tiba dari Cirebon pada jam 06:00. Sebelum kedatangan team pertolongan, pertolongan pertama dilakukan masyarakat sekitar tempat kejadian. Kendaraan pribadi milik penduduk setempat dipergunakan untuk mengangkut korban ke rumah sakit di Cirebon. Aparat kepolisian menyediakan truk pengangkut Brimob, serta melakukan pengamanan lokasi kejadian

Korban meninggal terakhir tiba di rumah sakit pada jam 10:00 karena posisi tubuh korban terjepit diantara reruntuhan.

Rumah-rumah sakit yang dipergunakan dalam penanganan para korban dan jumlah korban-korban yang resmi dilaporkan adalah sebagai berikut:

No.	Rumah Sakit	Meninggal	Luka
1	RS. Harapan Anda Tegal	2	9
2	RSU Kardinah, Tegal	1	9
3	RSU Brebes	28	32
4	RS Ketanggungan	0	1
5	RSUD Gunung Jati, Cirebon	0	3

## 1.14 Ujicoba dan penelitian

Dalam rangka penelitian faktor-faktor penyebab kecelakaan tim investigasi KNKT melakukan penelitian khusus dengan menggunakan data dan informasi yang diperoleh dilapangan. Ujicoba dan penelitian meliputi:

- Pengukuran kekerasan permukaan roda kereta dan segmen rel di lokasi kejadian, untuk mengetahui terjadi tidaknya pengereman baik normal maupun darurat (emergency braking)
- Perhitungan Kecepatan
- Percobaan Pengereman
- Penelitian Tuas Kontrol Lokomotif CC.203.17

### 1.14.1 Pengukuran Kekerasan Rel dan Roda

Metoda yang dipergunakan adalah berdasarkan pada pengukuran kekerasan pada permukaan rel dan permukaan roda dengan menggunakan alat eqoutip. Diperkirakan bahwa bila terjadi pengereman darurat, maka kekerasan permukaan rel dan roda akan menunjukkan adanya peningkatan yang disebabkan karena dampak temperatur tinggi, sebagai akibat gesekan yang terjadi antara roda dengan rel.

Pengukuran kekerasan roda kereta penumpang ketiga dan selanjutnya tidak dapat dilakukan, karena kereta-kereta tersebut telah dioperasikan kembali segera setelah tindakan penyelamatan penumpang selesai dilakukan.

Sebagai pembanding dilakukan pengukuran pada rel sepur 3 dari arah timur yang tadinya dilewati oleh KA Gaya Baru. Rel pada sepur 3 ini bertipe rel 33 (lihat Lampiran 2).

#### **1.14.2 Perhitungan Kecepatan Kereta**

Perhitungan kecepatan kereta ketika rangkaian KA146 melewati sinyal muka, sinyal masuk, wesel masuk sepur 3, dan lokasi tumburan, dilakukan untuk mengetahui apakah telah terjadi perlambatan rangkaian kereta (lihat Lampiran 1). Data waktu yang dipergunakan adalah sistem perekam data logger Westrace / Westinghouse yang dimiliki stasiun Ketanggungan Barat yang tercatat dalam waktu dua jam sebelum kecelakaan terjadi, yang antara lain mencatat adanya pembentukan route rangkaian KA118 dan rangkaian KA146 dari arah barat, dan rangkaian KA153 dari arah timur.

#### **1.14.3 Percobaan Pengereman**

Untuk melengkapi fakta yang ada di dalam analisa, maka juga dilakukan uji pengereman statik pada rangkaian kereta api dengan sistem pengereman yang sama. Kondisi yang disimulasikan dalam rangkaian uji pengereman statik ini adalah kondisi dengan penutupan keran pipa abar (*stop kock*), (lihat Lampiran 3 Kondisi Sistem Pengereman).

Pada ujicoba pengereman statik ini untuk menunjukkan bahwa ada kondisi-kondisi tertentu yang dapat mengakibatkan fungsi pengereman tidak bekerja, bekerja sebagian atau bekerja kurang efektif (daya pengeremannya) (lihat table di lampiran 3).

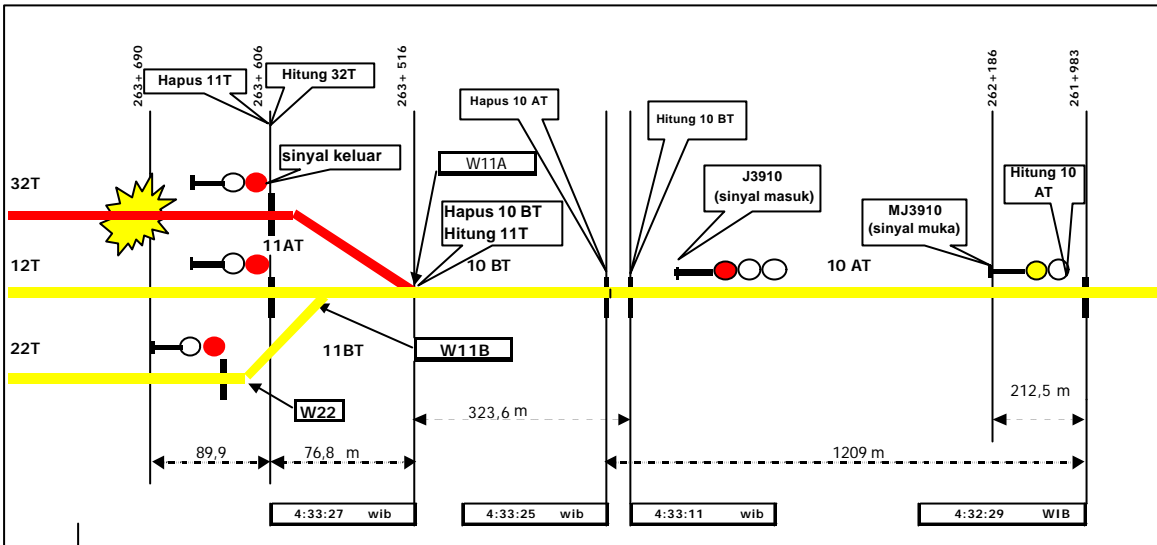
#### **1.14.4 Penelitian Tuas Kontrol Lokomotif CC.203.17 (KA 146)**

Tujuan penelitian dari posisi tuas (*handel*) pengatur kecepatan, maju mundur, rem dinamik, rem rangkaian, rem lokomotif dan rem bahaya pada lokomotif Empu Jaya CC.203.17 adalah dimaksudkan untuk memastikan posisi (letak) semua handle sesaat sebelum terjadi kecelakaan (lihat Lampiran 4 Tuas Kontrol Lokomotif). Posisi handle ini sangat penting untuk memberikan dukungan data pada analisa kecelakaan ini.

#### **1.15 Stasiun Ketanggungan Barat**

Stasiun Ketanggungan Barat berbatasan dengan stasiun Ciledug di sebelah barat dan stasiun Ketanggungan di sebelah utara, terdapat tiga sepur di emplasemen stasiun ini. Sistem sinyal dan wesel sudah menggunakan sistem otomatis yang diatur dari ruang PPKA. Untuk kereta yang memasuki sepur belok (sepur 1 dan 3) maka kecepatan kereta dibatasi paling tinggi 30 km/jam.





Gambar 4. Emplasemen Ketanggungan Barat

### 1.15.1 Ruang PPKA

Ruang PPKA dilengkapi dengan meja pelayanan untuk mengatur sinyal muka, sinyal masuk dan sinyal keluar di stasiun Ketanggungan Barat serta merubah kedudukan arah dari wesel. Pelanggaran terhadap sinyal masuk dapat juga diketahui melalui lampu indikator yang ada di meja pelayanan.

Komunikasi PPKA di lintas Cirebon – Prupuk dengan PK Cirebon dapat dilakukan melalui telepon.



Gambar 5. Meja Pelayanan yang ada di Ruang PPKA Ketanggungan Barat

### **1.15.2 Track**

Menurut ketentuan operasional yang berlaku dan tertulis di dalam T-100 untuk lintas Cirebon – Prupuk dapat dilalui dengan kecepatan maksimum 90 km/jam. Rel untuk lintas Cirebon – Prupuk menggunakan rel type R42 dengan bantalan beton.

Kondisi track sebelum dan setelah terjadinya kecelakaan dilaporkan dalam kondisi yang baik. Kerusakan rel hanya terjadi di sepur 3 sedangkan sepur 1 dan 2 tidak mengalami kerusakan.

### **1.15.3 Wesel**

Pada saat tumburan terjadi dilaporkan posisi wesel dari sepur 3 (Wesel 11A) masih mengarah ke sepur 2 karena rute sepur 3 masih terbentuk untuk KA 153. Pada saat rangkaian melewati wesel 11A yang mengarah ke sepur 3 KA 146 tidak keluar dari rel (anjlok).

Menurut prosedur operasi kecepatan maksimal yang diizinkan pada saat melintasi sepur belok adalah 30 km/jam, dimana hal ini akan dipandu dengan adanya tanda sepur belok dan aspek sinyal masuk berwarna kuning. Pada saat kejadian sinyal muka beraspek merah, dimana artinya kereta tidak boleh masuk ke stasiun karena belum memperoleh tanda aman.

## **1.16 Aspek Operasional perjalanan KA146 tanggal 25 Desember 2001**

### **1.16.1 Prosedur Standar Operasi Pergerakan KA di Emplasemen**

Menurut peraturan Reglemen 19 Bab I Peraturan Umum Pasal 24 aktivitas pergerakan rangkaian kereta api dalam emplasemen stasiun diatur dan diamankan dengan sistem wesel dan sistem persinyalan (lihat gambar 1 di atas).

1. Sebelum kereta api datang, berangkat atau langsung harus diperhatikan :
  - a. bahwa sepur dan wesel yang akan dilalui kereta api itu bebas dari rintangan;
  - b. bahwa wesel yang bersangkutan betul kedudukannya, jika perlu sudah terkancing, terkunci dengan gembok atau dilayani (lihat fasal 25);
  - c. bahwa langsiran yang dapat membahayakan perjalanan kereta api itu sudah dihentikan;
  - d. bahwa semua pegawai yang bersangkutan sudah siap sedia pada tempatnya masing-masing.
2. Selama syarat tersebut pada ayat 1 dalam fasal ini belum dapat dipenuhi, maka sinyal masuk untuk kereta api yang datang atau sinyal keluar untuk kereta api yang berangkat tidak boleh ditarik aman. Dengan sendirinya perintah berangkatpun tidak boleh diberikan.
3. Sebelum kereta api datang, berangkat atau langsung lintas di emplasemen harus ditutup pada waktunya dan dijaga. Hal ini Pemimpin perjalanan kereta api bertanggung jawab.

Atas usul Kepala Inspeksi Lalu lintas berhubungan dengan letak lintas Kepala Eksplotasi dapat meletakkan pertanggungjawaban tersebut di atas pada lain pegawai, yang dapat mengetahui akan kedatangan kereta api karena isyarat genta yang didengar olehnya.

(Reglemen 19 Jilid I Pasal 24 Tindakan yang Harus Dilakukan untuk Keamanan Kereta Api yang Datang, Berangkat atau Langsung)

### 1.16.2 Prosedur Pergantian Personil

Pada saat pergantian masinis dan asisten masinis di stasiun Kejaksaan Cirebon, antara masinis KA 146 yang selesai kedinasan dengan masinis pengganti dilaporkan tidak ada acara serah terima tugas ataupun dokumentasi laporan alih tugas untuk KA 146 Empu Jaya. Keduanya dilaporkan tidak saling bertemu maupun berkomunikasi satu sama lain. Kondisi lokomotif pada saat masinis pengganti tiba dilaporkan kosong dan tidak terjaga.

### 1.16.3 Jadwal Kerja Masinis dalam Bulan Desember 2001

Masinis mulai dari tanggal 1 sampai dengan 25 Desember telah melakukan tugas menjalankan kereta api sebanyak 22 kali dan total libur yang didapat dalam 1 bulan sebanyak 4 kali (libur terakhir dijalani pada tanggal 24 Desember 2001). Dalam satu minggu terakhir jam kerja yang bersangkutan mencapai 32 jam kerja (standar jam kerja dari Depnaker adalah 40 jam kerja dalam satu minggu).

Untuk lintas Cirebon – Prupuk (selatan) terakhir dilintasi yang bersangkutan dengan KA 116 dari Cirebon – Yogyakarta pada tanggal 12 Desember 2001.

Tabel Jadwal Kedinasan Masinis dalam Bulan Desember

No.	Tanggal	KA	Tujuan	Jam		Jam kerja
				MD	HD	
1	1 - 12	1002	CNP-TG	01:30	04:00	2,5
2	2 - 12	1001	TG-CNP	08:10	10:00	2
		CN.2	Serep	06:00	12:00	6
<b>3</b>		<b>Libur</b>				
4	4 - 12	89	CN-JNG	02:30	07:00	4,5
		94	GMB-CN	15:30	20:30	5
5	5 - 12	166	CNP-SMP	12:00	17:00	5
6	6 - 12	165	SMP-CNP	06:30	11:30	5
7	7 - 12	1005/ 107L	CN-GMR	11:00	16:00	5
8	8 - 12	Ld	JNG-CN	07:00	10:00	3
9	9 - 12	Rg	Langsiran CnpI	05:00	13:00	8
						<b>35,5</b>
<b>10</b>	<b>10 - 12</b>	<b>Libur</b>	<b>35 Jam</b>			
11	11 - 12	69	CN-GMP	08:00	13:00	5

		150	THB-CN	16:00	21:00	5
12	12 - 12	116	CN - YK	16:30	23:00	6,5
13	13 - 12	101	YK - CN	17:30	24:00	6,5
14	14 - 12	159	CN - PSE	13:30	19:00	5,5
15	15 - 12	92	JAK-CN	08:00	13:30	5,5
16	16 - 12	Sp 2	Serep	06:00	12:00	6
						<b>40</b>
<b>17</b>	<b>17 - 12</b>	<b>Libur</b>	<b>36 Jam</b>			
18	18 - 12	153	CN-PSE	01:00	06:00	5
		118	GMB-CN	18:00	23:00	5
19	19 - 12	105	CN-GMB	23:30	04:30	5
20	20 - 12	144	PSE-CNP	16:00	21:00	5
21	21 - 12	CN.4	Serep	18:00	24:00	6
22	22 - 12	186L	CN - BB	19:00	22:00	3
23	23 - 12	185L	BB - CN	06:00	09:00	3
						<b>32</b>
<b>24</b>	<b>24 - 12</b>	<b>Libur</b>	<b>39 Jam</b>			
25	25 - 12	146	CN-PWT	00:00	03:00	3

#### 1.16.4 T-100

Dokumen atau form T100 (Tabel Kereta Api, dibuat oleh Kasi Traksi di wilayahnya berdasar dari Grafik Perjalanan Kereta Api/ GAPEKA) adalah panduan bagi masinis yang menginformasikan rencana perjalanan rangkaian kereta api. Pada saat kejadian berlaku rencana perjalanan khusus untuk periode Idul Fitri, Natal dan Tahun Baru. Form T100 untuk periode ini (06 Desember 2001 sampai dengan 06 Januari 2002) dapat dicatat bahwa rangkaian KA146 akan melakukan persilangan dengan rangkaian KA153 di stasiun Ciledug antara jam 01:25 – 01:49. Pada kenyataannya persilangan ini tidak terjadi, dan rangkaian KA146 berhenti di stasiun Ciledug selama dua menit pada jam 04:20 sampai jam 04:22, yakni sekitar tiga jam berbeda waktu dengan rencana. Diperoleh laporan pula bahwa di stasiun Ketanggungan Barat rangkaian KA 146 direncanakan berhenti untuk persilangan, dengan rencana waktu jam 02:01 – 02:06. KA 146 menurut T100 khusus tidak direncanakan untuk berhenti di stasiun Ketanggungan.

Berbeda dengan rencana perjalanan periode 06 Desember 2001 – 06 Januari 2002, maka dokumen T100 biasa, yang berlaku mulai tanggal 10 Mei 2001 menyatakan bahwa rangkaian KA146 direncanakan untuk melakukan persilangan dengan rangkaian KA153 di stasiun Ciledug pada jam 01:05:30. Dicatat pula bahwa rangkaian KA146 direncanakan berhenti untuk persilangan di stasiun Ketanggungan Barat, dari jam 01:16 sampai 01:21. Rangkaian KA146 juga direncanakan untuk berhenti di stasiun Ketanggungan dari jam 01:27 sampai 01:36.

### 1.16.5 Tanggap Darurat (Emergency)

Petugas medis melaporkan kesulitan untuk membantu korban, serta mengevakuasikannya ke rumah-rumah sakit terdekat. Dilaporkan pada jam 11:30 sedang dilakukan pertolongan kepada korban yang masih terjepit. Dilaporkan bahwa bila waktu untuk penyelamatan dapat dipersingkat, maka kiranya usaha pertolongan diperkirakan dapat mengurangi korban jiwa. Dalam rangka mempelajari masalah serta kesulitan pertolongan pertama kecelakaan terhadap korban ini, team investigasi tidak berhasil menemukan prosedur atau manual operasional, bagi petugas di lapangan untuk menghadapi keadaan darurat dan non-rutin, termasuk tanggung jawab, tindakan dan koordinasi individu maupun unit atau instansi di dalam dan di luar PT Kereta Api Indonesia dalam penanganan keadaan darurat (seperti evakuasi, penyelamatan korban, dsb). Dalam kenyataannya penanganan penyelamatan darurat dilakukan secara spontan oleh masyarakat setempat, petugas PT KAI, aparat kepolisian dan Pemda.

Keterbatasan peralatan untuk membebaskan korban dari bawah puing-puing kereta api juga merupakan hambatan penyelamatan segera para korban.

Dapat pula dicatat keterbatasan jumlah kendaraan ambulans, sehingga pada awal-awal penyelamatan dan evakuasi, masyarakat setempat memakai kendaraan-kendaraan bermotor pribadi.



## 2 ANALYSIS

### 2.1 Faktor Manusia (*Human Factor*)

#### 2.1.1 Masinis – Pekerjaan

*Menurut ketentuan Reglemen 16 A persyaratan yang harus dipenuhi seseorang untuk dapat bertugas sebagai pengemudi rangkaian kereta api adalah sebagai berikut:*

##### *Reglemen 16A (R16A)*

##### *Pasal 5*

##### *Syarat-syarat untuk masinis*

1. *Tiada seorangpun boleh diserahi kewajiban untuk mengemudikan lokomotif sebagai masinis sebelum ia bekerja sebagai calon masinis selama dua tahun, atau sebelum ia bekerja satu tahun di Bala Yasa pada bagian mesin-mesin Diesel ditambah satu tahun bekerja sebagai calon masinis atau juru motor.*
2. *Selanjutnya dalam perjalanan percobaan dan pada waktu pemeriksaan ia harus dapat membuktikan bahwa ia:*
  - 2.1 *Cukup paham dalam mengemudikan dan memelihara lokomotif;*
  - 2.2 *Mempunyai kecakapan bekerja sebagai tukang tempa dan tukang bubut, pandai memperbaiki kerusakan-kerusakan kecil yang sering kali terdapat pada lokomotif*
  - 2.3 *Mempunyai pengetahuan cukup tentang undang-undang dan peraturan-peraturan Perusahaan Jawatan Kereta Api dan tentang pemakaian motor diesel*
  - 2.4 *Pandai menulis dan membaca.*
3. *Seorang masinis harus mempunyai tinggi badan paling sedikit 1.60 meter*
4. *Akhirnya ia harus diperiksa mengenai ketajaman penglihatan dan pendengarannya sesuai dengan syarat-syarat yang berlaku bagi masinis yang harus mengemudikan sendiri suatu lokomotif*
5. *Apabila ia telah memenuhi syarat-syarat yang ditentukan pada ayat 1, 2, 3 dan 4 dari pasal ini, maka kepadanya diberikan suatu surat keterangan sebagai tanda kecakapan oleh KT (model T62)*
6. *Masa pelajaran dua tahun tsb di atas, dalam keadaan luar biasa dapat dikurangi dengan sebanyak enam bulan oleh Direktur Utama Perusahaan Jawatan Kereta Api (Dirma)*
7. *Seorang masinis tidak boleh jalan (dinas menjalani suatu kereta api) tentang keadaan lintas (lihat pasal 7)*

##### *Pasal 7*

##### *Pengetahuan pegawai lokomotif tentang berbagai lintas*

1. *Seorang masinis hanya dianggap telah mengikuti beberapa kali perjalanan dalam lokomotif tanpa pertanggungjawaban untuk memahami lintas itu dan kemudian dalam pemeriksaan ternyata bahwa ia:*
  - a. *Dapat menyebutkan urutan nama setasiun-setasiun, tempat-tempat pemberhentian dan sepur-sepur simpang yang ada pada bagian lintas itu*
  - b. *Hapal tentang persilangan-persilangan dan sepur-sepur simpang yang ada pada tiap setasiun dan tempat-tempat perhentian begitu pula tentang papan-papan pengurangan kecepatan-tetap yang ada pada lintas yang bersangkutan*
2. *Apabila seorang masinis dalam tiga bulan berturut-turut tidak jalan disuatu lintas, ia dianggap tidak paham lagi tentang lintas, ia dianggap tidak paham lagi tentang lintas itu; oleh karena itu ia harus terlebih dulu mengikutikembali perjalanan didalam lokomotif tanpa pertanggungjawaban sebanyak satu atau beberapa kali.*
3. *Tentang hasil pemeriksaan tersebut, Kdt yang bersangkutan harus mengadakan register tersendiri.*
4. *Semua pemberitahuan bagi pegawai lokomotif mengenai dinas perjalanan kereta-api, yang apabila tidak diketahui oleh yang bersangkutan dapat membahayakan lalu-lintas (misalnya: mulai dipergunakannya alat pengamanan baru, atau perubahan pemindahan atau penghapusan semboyan-semboyan tetap dlsb), harus senantiasa ditanda-tangani oleh pegawai-pegawai lokomotif yang bersangkutan, sebagai pernyataan bahwa pemberitahuan tsb. telah diketahui dan dimengerti, sebelum mereka dipekerkenankan jalan di lintas dimana*

*perubahan itu dilakukan. Pada perubahan-perubahan yang lebih majemuk, seperti misalnya: mulai dipergunakannya pengamanan-pengamanan baru di setasiun-setasiun besar, maka pegawai-pegawai yang bersangkutan harus pula diberi penjelasan secara lisan oleh Kdt,*

Persyaratan fisiologik dan psikologik yang seyogyanya dimiliki seorang masinis adalah antara lain kemampuan kognitif (cognitive), affektif (affective) dan pengambilan keputusan (decisionmaking), disamping memiliki keterampilan (skill) dan pengetahuan dasar (basic knowledge) untuk menjalankan atau mengemudi lokomotif.

- Cognitive merupakan kemampuan seseorang dalam suatu keahlian tertentu yang di dapat dari proses berpikir, bukankah dengan syarat-syarat seperti dalam Reglemen 16A Pasal 5 hal ini sudah tercakup di dalamnya.
- Affective merupakan perasaan (motivasi) yang ikut pada saat mengerjakan sesuatu, disini kita tidak dapat mengukur motivasi yang bersangkutan mengapa mau menjadi masinis.
- Kemampuan dalam mengambil keputusan (decisionmaking), pada kasus ini kemampuan masinis dalam mengambil keputusan dapat dikatakan kurang memenuhi syarat, dimana jika hal ini kita lihat dari beberapa kondisi :
  - a. Kondisi 1 : yang bersangkutan yakin bahwa di Ketanggungan Barat KA 146 berjalan langsung/ tidak mengalami pemberhentian.
  - b. Kondisi 2 : yang bersangkutan tidak segera membunyikan peluit tanda bahaya (semboyan 39) saat mengetahui bahwa pengereman mengalami gangguan.
  - c. Kondisi 3 : yang bersangkutan tidak menanyakan kepada PK mengenai perbedaan asumsi 1 dengan kondisi sinyal masuk yang beraspek merah (harus berhenti).

Tugas seorang masinis adalah menjalani lokomotif yang menarik atau mendorong rangkaian kereta-kereta. Tugas ini memerlukan kinerja (performance) yang baku (standardized). Variasi tindakan mengemudi atau mengendalikan lokomotif tidak besar yang pada umumnya merupakan tindakan-tindakan rutin di dalam kabin, dan komunikasi tidak banyak dengan petugas PK diperlintasan. Namun masing-masing masinis pada umumnya memiliki perilaku bertindak yang berbeda dengan motivasi yang berbeda pula.

Beberapa masinis dapat dinyatakan lebih baik (mahir) dalam penanganan tugasnya, meskipun ketrampilan dan pengetahuan yang dimilikinya harus memenuhi standard minimal, sesuai dengan surat tanda kecakapan yang harus dimilikinya. Perbedaan-perbedaan kinerja dan perilaku masinis dapat berubah drastis bila menghadapi faktor-faktor pengaruh seperti ketegangan mental (stress), menghadapi situasi yang tidak rutin (unusual situations), sedang tidak sehat badan, lingkungan (polusi, penggunaan ujung panjang) dan sebagainya.

Pada umumnya latihan dan pendidikan seseorang masinis adalah untuk mencapai tingkat keterampilan dasar dan pengetahuan serta inteligensia (basic skill, knowledge and intelligence) yang diperlukan.

Tugas seorang masinis pada umumnya dapat digolongkan sebagai tugas yang rutin dan monoton, dengan gerakan badan atau anggota badan yang terbatas dan untuk waktu yang relatif cukup lama dengan gerakan minimal sehingga dapat dirasakan cukup statis dan membosankan. Masinis tidak perlu 'mengemudi'



lokomotif, seperti halnya seseorang pengemudi kendaraan bermotor, atau seorang penerbang, karena jalur yang dapat ditempuh berdimensi satu, dalam arti, rangkaian kereta harus mengikuti rel. Tugas masinis adalah untuk memberangkatkan, mengatur kecepatan (mempercepat dan memperlambat), dan memberhentikan lokomotif serta rangkaian kereta yang ditarik atau didorong.

Ini tidak berarti bahwa tidak ada tanggungjawab seseorang masinis. Tanggungjawab utama adalah menjamin keselamatan perjalanan rangkaian kereta dan mengupayakan ketepatan waktu perjalanan.

Bila pekerjaan statis cukup lama dilakukan, cadangan oksigen otot akan berkurang sehingga akan terjadi kekurangan oksigen (*oxygen dept*). Hal ini menyebabkan terganggunya proses metabolisme, selanjutnya terjadi penumpukan asam laktat (*glikolisis anaerob*) yang bersifat racun bagi otot. Indikasi dari proses tersebut dapat dirasakan dari adanya nyeri otot yang diikuti kejang pada otot (*muscular fatigue*).

### 2.1.2 Masinis – Lingkungan Kerja

Terdapat beberapa bahaya kesehatan (health hazard) di dalam kabin lokomotif yang dapat menimbulkan penyakit dikarenakan pekerjaannya. Penyakit Akibat Kerja (PAK) ini dapat menyebabkan menurunnya daya konsentrasi dan ketahanan tubuh dalam melakukan pekerjaannya.

Pada umumnya seorang operator alat/ kendaraan menghadapi kemungkinan-kemungkinan ancaman-ancaman lingkungan kerja (environmental hazards) yang dapat mengakibatkan penurunan kekuatan fisik dan dapat mempengaruhi perilaku seseorang.

Sumber-sumber ancaman terhadap kesehatan antara lain adalah kebisingan, getaran, guncangan, suhu lingkungan, gas-gas buang, penerangan yang kurang atau berlebihan, jam kerja (duty time) yang lama, periode waktu kerja (pagi, siang, malam), dsb.

#### a) Kebisingan (Noise level)

Diketahui bahwa tingkat kebisingan dapat mempengaruhi perilaku seseorang. Tingkat kebisingan juga dapat mempengaruhi kinerja individu atau team. Seseorang yang bekerja dalam lingkungan dengan tingkat kebisingan tinggi untuk kurun waktu yang lama akan dapat pengurangan kemampuan mendengarnya.

Penelitian kebisingan didalam kabin lokomotif pada kasus kecelakaan KA 146 di stasiun Kejaksan, Cirebon, menunjukkan tingkat kebisingan didalam kabin lokomotif CC.203 dengan ujung pendek dimuka adalah rata-rata 88 dBA (kumulatif), antara 90 – 105 dBA (pada saat pengereman) dan antara 100 – 110 dBA (pada saat membunyikan klakson). Pada lingkungan kerja yang demikian ini seseorang hanya dapat bekerja kurang lebih selama 4 – 5 jam (*menurut TLV and BEL's American Conference of Government Industrial Hyginist*). Jika seseorang bekerja didalam lingkungan dengan tingkat kebisingan diatas normal (maksimum 85 dBA) maka orang tersebut akan mengalami gangguan pendengaran secara permanen dan akan mengalami gangguan psikis jika terjadi dalam kurun waktu yang lama.

Pada tingkat kebisingan 88 dBA komunikasi antara masinis dengan asisten masinis sangat terganggu, dimana masinis atau asisten masinis harus

berteriak agar ucapannya dapat didengarkan oleh lawan bicaranya. Kondisi yang demikian ini akan menurunkan laju ketahanan kerja seseorang. Menurut Beranek (1971) seseorang harus berteriak agar ucapan seseorang dapat didengar dan dimengerti pada jarak 1,8 meter bila intensitas atau tingkat kebisingan adalah 70 dBA.

b) Getaran/ vibrasi

Untuk memperoleh data tentang getaran-getaran dan guncangan-guncangan yang terjadi didalam kabin lokomotif telah dilakukan pengukuran pada lokomotif jenis CC.203 dan CC.201. Hal ini menunjukkan bahwa untuk kabin lokomotif di belakang mesin (atau 'ujung panjang' lokomotif), getaran yang terjadi pada sumbu lateral cukup tinggi baik bagi lokomotif CC.203 maupun CC.201 (lihat Laporan Hasil Pengukuran Getaran). Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa getaran yang terjadi tersebut seseorang hanya mampu untuk bekerja secara normal selama maksimum 6 jam. Getaran-getaran yang terjadi pada lokomotif ini dapat disebabkan oleh kondisi lokomotif, kondisi rel dan gabungan keduanya, kondisi getaran yang sedemikian ini akan mempercepat menurunnya daya ketahanan kerja seseorang. Pengujian juga menunjukkan bahwa getaran yang dominan adalah dalam arah lateral, sebagai akibat gerak yaw and roll lokomotif.

c) Kondisi monotony di luar kabin

Lintas jalur antara stasiun Cirebon sampai stasiun Ketanggungan Barat merupakan areal persawahan luas, sehingga pemandangan yang dilihat masinis adalah monoton, sehingga dapat mengakibatkan kejenuhan, rasa ngantuk, penurunan kesiagaan, dsb. Untuk mencegah hal ini PT. KAI telah memasang semboyan 8 antara sinyal muka dan sinyal masuk stasiun Ketanggungan Barat yang diharapkan dapat membantu mencegah masinis melanggar sinyal karena terlena atau ngantuk. Semboyan 8 ini juga terpasang di antara stasiun Ciledug dan stasiun Ketanggungan Barat. Semboyan 8 berfungsi sebagai sinyal, yang memberitahukan bahwa kereta api telah mendekati sinyal masuk dan berada kurang lebih 1000 meter sebelum sinyal masuk. Dicatat bahwa juga pada lintas antara stasiun Ciledug dan stasiun Ketanggungan Barat juga terpasang semboyan 8. Efek negatif dari semboyan 8 ini adalah meningkatkan kebisingan kumulatif yang terjadi didalam kabin lokomotif.

d) Rancangan lay-out design kabin lokomotif

Investigasi menunjukkan bahwa rancangan penataan (lay out design) kabin lokomotif tipe CC.203 dapat mengakibatkan koordinasi antara masinis dan asisten masinis tidak dapat dilakukan secara optimal. Ini disebabkan karena letak alat komunikasi radio, yang membatasi lingkup ruang pandang kedua petugas tadi. Kedua petugas tidak dapat saling mengawasi dan atau berkomunikasi pada saat bekerja.

Pengamatan dalam kabin lokomotif menunjukkan tidak adanya lampu penerangan khusus dan table holder sehingga hal ini menyulitkan bagi masinis membaca instruksi-instruksi seperti T100. Untuk masinis dengan usia tua yang memerlukan kacamata membaca, keadaan penerangan ini merupakan faktor penting dalam menjalankan lokomotif. Dicatat bahwa tabel T100 tidak dapat diletakkan pada suatu posisi (tempat) sehingga mudah terbaca oleh masinis dan perlu diketahui pula tulisan yang terdapat pada tabel T100 ini tercetak dengan font cukup kecil.

### 2.1.3 Masinis itu sendiri

#### a) Kondisi tubuh dan kesehatan

Usia masinis rangkaian KA146 adalah 50 tahun, yang digolongkan sebagai usia lanjut, dengan segala pengurangan-pengurangan tingkat kemampuan pancaindera, meskipun masih dalam batas-batas medik yang diizinkan.

Rangkaian KA146 mengalami keterlambatan jadwal. Masinis menunggu di stasiun Cirebon selama kurang lebih dua jam, dan baru mulai dinas pada jam 03:35 atau 58 menit sebelum tabrakan terjadi.

Dicatat bahwa waktu terjadinya tabrakan adalah di saat-saat sosok tubuh manusia berada pada titik terendah kondisi fisiknya.

Dicatat pula bahwa kecelakaan kerja sering terjadi pada saat usia muda (misalnya 17 sampai 30 tahun), disusul dengan periode dimana frekuensi kecelakaan tidak mengalami perubahan untuk umur operator antara 30 sampai 40 tahun. Memasuki usia lebih lanjut, katakan 45 sampai dengan 60 tahun, statistik menunjukkan bahwa frekuensi kecelakaan yang dialami seseorang operator menurun. Dicatat bahwa data ini adalah data statistik di luar negeri, namun kecenderungan peningkatan frekuensi kecelakaan mencapai suatu plateau, untuk kemudian kecenderungan menurun juga berlaku di Indonesia.

Hasil pemeriksaan medis berkala pada tanggal 22 Oktober 2001 menunjukkan bahwa kondisi kesehatan masinis masih memenuhi persyaratan, dengan catatan 'baik dalam pengawasan'. Catatan ini adalah karena kelainan jantung yang dapat menyebabkan menurunnya kemampuan beraksi, bahkan kadang-kadang yang bersangkutan dapat tidak sadarkan diri. Kelainan jantung ini juga dapat mempengaruhi distribusi darah ke otak, sehingga yang bersangkutan dapat mudah tertidur, mengalami perlambatan berfikir.

Berat masinis melebihi normal (kurang lebih 30% di atas normal) untuk usia dan tinggi badannya, sehingga dapat menurunkan kebugarannya dalam menjalankan lokomotif dan mudah lelah.

Menghadapi situasi yang tidak normal (unusual situation) memang memerlukan pengambilan keputusan cepat dalam waktu yang singkat dan berdasarkan informasi yang ada. Namun investigasi tidak dapat menarik kesimpulan tentang terjadi tidaknya kegagalan bertindak yang disebabkan karena kondisi fisik masinis di atas.

#### b) Kepatuhan terhadap prosedur kerja

Procedural factors (standards, rules, administrative controls, operating procedures) relates to the quality, accuracy, relevance, availability and workability of procedures.

Hardware relates to the quality and availability of tools and equipment.

Design: a failure of design may lead to the commission of errors and violations.

Compliance vs non-compliance, violations.

Investigasi kecelakaan selalu mempelajari aspek kepatuhan (compliance) seseorang operator pada faktor-faktor procedural (standard dan norma, peraturan dan pengaturan, pengendalian organisasi dan manajemen, prosedur operasional, dsb). Bila seorang operator tidak mematuhi suatu prosedur, maka hal ini dapat disebabkan karena berbagai hal, seperti faktor-faktor lingkungan internal dan eksternal, faktor teknis operasional dan sebagainya. Misalnya, kegagalan suatu rancangan dapat saja mengakibatkan atau menyebabkan seseorang melakukan kesalahan dan atau pelanggaran procedural. Pada umumnya pelanggaran procedural (non-compliance to procedures) dapat dijelaskan sebab dan mengapanya. Pelanggaran terhadap prosedur pada umumnya tidak dapat dibenarkan. Dicatat bahwa tentunya prosedur dan rancangan prosedur juga tidak sempurna, dan seseorang dapat saja sangat patuh pada prosedur, meskipun hasilnya adalah terjadinya suatu kecelakaan.

Ketidakpatuhan dan atau pelanggaran-pelanggaran dipengaruhi budaya keselamatan (safety culture) dan iklim keselamatan (safety climate) yang menentukan perilaku keselamatan (safety behavior) seseorang individu, bahkan suatu organisasi perusahaan.

Salah satu temuan signifikan adalah adanya kelalaian masinis untuk membaca lembaran atau Tabel T-100, yang sesuai dengan peraturan yang berlaku telah diberikan padanya untuk dijadikan pedoman jadwal perjalanan. Kelalaian ini dapat mengakibatkan kesalahanantisipasi berhenti tidaknya rangkaian kereta di stasiun atau tempat tertentu.

Reglemen 16A Tentang Dinas Lokomotif Diesel Elektrik/ Hidrolik Pasal 8, Ayat 8 menyatakan bahwa :

*Setelah melewati stasiun, masinis harus melihat dalam tabel kereta api (meskipun ia telah hapal betul) dan dalam laporan harian masinis apakah kereta apinya di stasiun berikutnya berjalan langsung/ berhenti luar biasa.*

Kelalaian dapat disebabkan karena identified ergonomic factors, tetapi juga dapat disebabkan karena faktor-faktor fisiologi dan atau psikologik.

Kelalaian masinis rangkaian KA146 dalam membaca Tabel T100 dapat disebabkan karena kurangnya pencahayaan di dalam kabin lokomotif; tidak adanya *table holder* sebagai tempat meletakkan Tabel T100 sehingga mudah terbaca oleh masinis; dan ukuran font T100 yang terlalu kecil sehingga untuk masinis yang kemampuan penglihatannya sudah berkurang dapat menyebabkan kesulitan dalam pembacaannya.

Dicatat bahwa ada dua versi Tabel T-100 dalam bulan Desember, yakni Tabel T-100 yang berlaku khusus untuk periode angkutan Idul Fitri, Natal dan Tahun Baru (periode 6 Desember 2001 s/d 6 Januari 2002) dan Tabel T-100 yang berlaku umumnya. Tabel T-100 yang umum tidak berlaku pada tanggal 25 Desember 2001.

Menurut keterangan yang diberikan masinis, T100 khusus menyatakan bahwa rangkaian KA146 akan berhenti di stasiun Ketanggungan Barat dan di stasiun berikutnya, stasiun Ketanggungan. Sedangkan T100 reguler menyatakan bahwa rangkaian KA146 tidak berhenti di stasiun Ketanggungan.

Di Ciledug sebelum Ketanggungan Barat, KA146 harus bersilang dengan KA153, tetapi tidak terjadi dan hanya berhenti selama dua menit.

Ketidaktepatan jadwal adalah masalah kronis dalam dunia perkeretaapian di Indonesia. Penjadwalan yang tertulis dalam lembaran T-100 meliputi pemberangkatan dari dan kedatangan di stasiun, tempat-tempat pemberhentian-pemberhentian, persilangan-persilangan, dsb.

Menurut informasi yang diperoleh, ketidaktepatan jadwal yang tertulis dalam lembaran T-100 khusus (periode Idul Fitri, Natal dan Tahun Baru) tidak dikonfirmasi kepada PK. Dicatat bahwa dalam Surat Direktur Operasi No KA.405/5/7/KA/94 pasal 3a, seperti yang dimuat dalam Pedoman Pengendalian Operasi mengenai Tugas Manis, maka masinis 'wajib menanyakan kepada PK tentang posisi KA lawan persilangan atau penyusulan'. Instruksi ini tidak dilakukan. Masinis merasa cukup mengetahui kapan dan dimana harus berhenti untuk persilangan dengan mengamati dan mematuhi aspek-aspek sinyal muka dan sinyal masuk stasiun. Pula dinyatakan bahwa pelaporan ini tidak dilakukan karena menurutnya 'tidak ingin menambah beban kerja PK'.

#### 2.1.4 Masinis – Orang Lain

Menurut pernyataan asisten masinis, menjelang sinyal masuk stasiun Ketanggungan Barat, karena posisi kabin lokomotif di belakang mesin, maka ia tidak dapat melihat aspek sinyal masuk. Posisi tempat duduk asisten masinis adalah di kiri kabin lokomotif. Dicatat bahwa sinyal muka beraspek merah ketika rangkaian melewati sinyal masuk

Pada saat-saat menjelang peristiwa tabrakan, PK Cirebon sedang sibuk melayani persilangan-persilangan dan penyusulan-penyusulan kereta di stasiun-stasiun persilangan. Pada tersebut baik dari arah timur maupun dari arah barat, prioritas komunikasi petugas PK adalah komunikasi dengan para PPKA, dan karenanya komunikasi radio dengan masinis memang relatif sedikit.

Setelah memperoleh warta atau nota aman dari stasiun Ketanggungan Barat, pada jam 04:22 PPKA stasiun Ciledug memberangkatkan rangkaian KA146. Estimasi waktu tiba adalah lima menit, sehingga diperkirakan bahwa rangkaian KA146 akan tiba di stasiun Ketanggungan Barat pada jam 04:32.

PPKA Stasiun Ketanggungan memberangkatkan rangkaian KA 153 pada jam 04:27 setelah menerima nota aman yang dikirim PPKA stasiun Ketanggungan Barat. Pada jam 04:31:45 rangkaian KA 153 memasuki sepur 3. Prosedur perubahan wesel untuk rute rangkaian KA146 mengizinkan perubahan wesel setelah rangkaian KA153 berhenti sempurna, atau pada jam 04:33:15. Sebelum tindakan perubahan wesel dilakukan, pada jam 04:33:27 rangkaian KA146 melanggar sinyal masuk, dan sudah berada di track 11, sehingga peristiwa tabrakan tak terhindari.

Team investigasi tidak menemukan sistem atau prosedur pencatatan pelanggaran-pelanggaran awak lokomotif pada saat-saat menjalankan lokomotif. Karena pencatatan ini tidak ada, maka agaknya juga tidak ada umpan-balik tentang pelanggaran-pelanggaran tadi, sehingga bila terjadi pelanggaran-pelanggaran prosedural dianggap suatu kebiasaan yang normal dan bukan luar biasa.

## 2.2 Faktor Teknis (Engineering Factors)

### 2.2.1 Hasil wawancara

Wawancara yang dilakukan menunjukkan informasi dan faktor signifikan yang berpengaruh pada terjadinya peristiwa tabrakan. Informasi ini menunjukkan adanya saling keterkaitan diantaranya kondektur, petugas teknis, awak rangkaian kereta – petugas kereta makan dsb, serta masinis dan asisten masinis.

- Dua orang petugas teknis yang duduk di kereta KMP3 66710 (kereta ke-3 dalam rangkaian KA146), menyatakan tidak merasakan gejala pengereman selama perjalanan dari stasiun Ciledug sampai dengan saat terjadinya tabrakan. Gejala pengereman ditandai bunyi atau suara khas yang disebabkan karena sepatu rem bergesekan dengan roda-roda kereta. Kedua petugas mengakui sedang berbincang-bincang antara mereka, dan menurut perasaan masing-masing rangkaian kereta berjalan dengan kecepatan yang dirasakannya normal-normal saja. Kedua petugas ini menyatakan bahwa mereka seharusnya akan merasakan atau mengetahui bila ada pengereman atau perlambatan kecepatan secara kuat (emergency).
- Demikian pula, Kondektur Pemimpin sebagai penanggungjawab perjalanan rangkaian kereta api, melaporkan juga tidak merasakan adanya pengereman semenjak keberangkatan dari stasiun Ciledug sampai saat peristiwa tabrakan terjadi. Kondektur tersebut pada saat peristiwa sedang berada di kereta ke-9 dan sedang memeriksa karcis penumpang.
- Asisten masinis melaporkan bahwa dalam lintas antara stasiun Ciledug sampai stasiun Ketanggungan Barat, rangkaian kereta berjalan normal dengan kecepatan antara kurang lebih 70 – 90 km/jam. Dengan catatan bahwa kecepatan-kecepatan ini adalah perkiraan karena speedometer atau pencatat kecepatan lokomotif tidak berfungsi. Pada saat akan memasuki stasiun Ketanggungan Barat, yang bersangkutan melihat sinyal muka beraspek kuning, ketika rangkaian kereta api berada pada jarak kurang lebih 1,5 km (sebelum sinyal muka). Asisten masinis memberitahukan masinis untuk menahan kereta (mengurangi kecepatan), sesaat setelah peringatan pertama, asisten masinis mendengar suara pembuangan udara dari sistem rem kereta, hal ini menandakan bahwa masinis melakukan pengereman. Selang beberapa saat kemudian asisten masinis memberitahukan ulang kepada masinis untuk menahan kereta, pada saat masinis masih melakukan pengereman. Asisten masinis merasakan bahwa energi pengeremannya tidak kuat atau dapat dikatakan kurang efektif. Pada saat melewati sinyal masuk, masinis memerintahkan asisten masinis untuk membunyikan tanda bahaya (semboyan 39), yakni membunyikan klakson beberapa kali. Asisten masinis membunyikan klakson sampai saat peristiwa tabrakan terjadi. Asisten masinis mengakui tidak dapat melihat aspek sinyal masuk karena lingkup pandangan dibatasi bagian muka atau mesin lokomotif dan letak sinyal masuk berada di tikungan yang mengarah ke kanan.

Masinis menyatakan pada saat ia menjalankan kereta mulai dari stasiun pemberangkatan Ciledug, yang bersangkutan tidak menemukan indikasi adanya gejala kerusakan teknis atau adanya ketidaknormalan selama perjalanan. Pada saat asisten masinis memberitahukan untuk menahan kereta, yang bersangkutan menyatakan juga mengamati sinyal muka yang beraspek kuning, dan telah melakukan pengereman. Masinis juga mendengar peringatan kedua untuk melakukan pengereman, dan pada saat itu masinis

menambah daya atau kekuatan pengereman. Pada saat masinis sadar bahwa kereta melanggar sinyal masuk yang beraspek merah, masinis melakukan pengereman darurat (emergency braking) dengan menekan brake handle secara maksimum. Masinis menyatakan tidak merasakan penambahan daya pengereman (dalam istilah yang bersangkutan: remnya blong), dan kemudian menginstruksikan asisten masinis untuk membunyikan klakson sebagai tanda bahaya (semboyan 39).

### 2.2.2 Hasil dari Observasi dan uji Teknis

Untuk mengetahui dan mengerti gejala-gejala kejadian-kejadian yang dilaporkan masinis, asisten masinis dan petugas-petugas teknis dalam rangkaian KA146, telah dilakukan pengujian lapangan dan perhitungan berdasarkan metoda dan prinsip-prinsip teknis yang ada.

Untuk mengetahui terjadi tidaknya pengereman rangkaian KA146 dilakukan pengujian tingkat kekerasan permukaan dengan menggunakan alat pada rel dan roda kereta, juga dilakukan perhitungan kecepatan kereta berdasarkan metoda perhitungan yang lazim dipergunakan yakni menggunakan rumus-rumus percepatan (lihat Lampiran 1).

#### a) Hasil Perhitungan Kecepatan Kereta

Perhitungan kecepatan kereta api dan perlambatan (lihat Lampiran 1) menunjukkan bahwa:

- Perlambatan antara track west dengan track 10AT (Lihat gambar Lampiran 1. layout emplasemen) adalah sebesar  $0,034 \text{ m/s}^2$ , sedangkan antara track 10AT dengan 10BT dan seterusnya adalah  $0,298 \text{ m/s}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa ada usaha pengereman yang makin besar pada bagian akhir track 10AT. Namun pengereman ini tidak mampu menghentikan kereta pada sinyal masuk J 3910 yang beraspek merah, sehingga kereta melanggar sinyal.
- Dari perhitungan (lihat Lampiran 1) diperoleh kecepatan kereta api pada saat di titik hapus 10BT sebesar  $40,97 \text{ km/jam}$ . Angka perhitungan ini pun didukung oleh fakta bahwa kereta tidak anjlok pada saat melewati wesel 11A, yang batas aman kecepatannya  $40 \text{ km/jam}$ .

Radius lengkungan rel untuk wesel yang mengarah ke sepur 3 dari arah stasiun Ciledug adalah antara  $80 - 100 \text{ meter}$ . Dengan radius belokan ini kecepatan maksimum kereta adalah  $40 \text{ km/jam}$  (dengan sudut kemiringan  $0^\circ$ ). Bila kecepatan melebihi  $40 \text{ km/jam}$  kereta akan keluar dari rel (anjlok) karena gaya-gaya sentrifugal.

$$\begin{aligned} V_t &= V_o - at \\ 0 &= V_o - at \\ at &= V_o && \dots\dots\dots \text{persamaan 1} \\ L &= V_o \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 && \dots\dots\dots \text{persamaan 2} \end{aligned}$$

Subtitusikan *persamaan 1* dan *persamaan 2*, maka akan didapat Percepatan Kereta.

Dengan demikian dapat dihitung data Perkiraan Kecepatan Rata-rata KA 146 Empu Jaya dan ditabelkan sebagai berikut :

Uraian	Jarak (m)	Waktu (dt)	Kec. Rata <sup>2</sup> (m/dt)	Kec. Rata <sup>2</sup> (km/jam)	Perlambatan (m/s <sup>2</sup> )
West Track*	4826	163	29,607	106,6	
Sepanjang 10 AT*	1459	56	26,05	93,79	0,034
Antara track 10 AT-10BT*	250	14	17,86	64,28	0,298
Meninggalkan 10BT**	-	-	11,13	40,97	
Saat tumburan**	-	-	4,6	17,88	

Keterangan:

\* kecepatan rata-rata diketahui dari rekaman data logger pada saat kejadian

\*\* kecepatan rata-rata didapat dari menggunakan rumus

- Dari perhitungan (lihat Lampiran 1) diperoleh pula kecepatan kereta api pada saat tumburan sebesar 17,88 km/jam. Meskipun kecepatan tumburan relatif kecil, namun beberapa kereta mengalami anjlok dan terguling. Hal ini diperkirakan disebabkan karena belokan setelah wesel 11A pada waktu kereta masuk ke sepur 3. Belokan ini menyebabkan adanya dorongan dari kereta belakang dalam arah lateral ke samping.
- Perlambatan terjadi antara track 10AT dan 10BT dan seterusnya sebesar 0,298 m/s<sup>2</sup> nampaknya tidak dapat diperbesar lagi meskipun dilakukan emergency braking. Hal ini menunjukkan adanya hal yang tidak normal pada sistem pengereman kereta.
- Meskipun kecepatan pada saat tumburan relatif rendah, namun kerusakan yang terjadi pada kereta relatif parah. Kerusakan ini disebabkan karena adanya korosi yang cukup berat yang diamati telah terjadi pada bagian konstruksi bagian bawah kereta, khususnya antara badan kereta dengan bogie dan lantai. Korosi ini mengakibatkan penurunan kekuatan material, sehingga kemampuan struktur untuk menahan beban benturan (impact) berkurang atau menurun kemampuan menyelamatkan penumpang (crash worthiness). Menurunnya daya tahan kereta dari beban benturan menyebabkan terjadinya kerusakan hebat dan menimbulkan banyak korban jiwa.

#### b) Kondisi Sistem Pengereman

Tujuan mengetahui kondisi sistem pengereman adalah untuk memperoleh gambaran kinerja sistem pengereman rangkaian kereta bila hanya kereta pertama dan kedua yang berfungsi pada saat kejadian. Dalam uji ini dilakukan pengkondisian-pengkondisian dari keran-keran abar di tiap kereta.

Hasil dari uji ini diharapkan dapat memberikan gambaran sistem pengereman kereta api pada umumnya, karena kondisi dari sistem rem pada KA146 saat PLH tidak dapat diketahui secara pasti dimana keran abar yang tidak berfungsi.

Ujicoba (test) pengereman statik dilakukan dalam pengoperasian rangkaian kereta sebelum kereta berangkat dengan tujuan mengetahui kerja dari sistem rem. Dalam rangka investigasi ini dilakukan ujicoba pada rangkaian kereta



lain, untuk memperoleh pengertian yang lebih baik tentang metoda serta hasil metoda ujicoba.

Sistem pengereman rangkaian kereta api menggunakan udara tekanan yang berasal dari kompresor dalam lokomotif. Udara tekanan disalurkan ke tiap kereta melalui keran pipa abar, selang dan pipa abar di tiap kereta. Tiap kereta dalam rangkaian memiliki tanki reservoir udara, serta perangkat silinder rem yang menggerakkan piston rem untuk menggerakkan brake shoe.

Hasil uji statik menunjukkan bahwa ada kemungkinan-kemungkinan seperti tertutupnya keran-keran abar pada kereta.

Dari hasil uji statik menunjukkan beberapa hal sebagai berikut :

- Adanya stop kock (keran abar) yang jika ditutup (closed position) tidak terjadi pembuangan udara (keran yang baik harus terjadi pembuangan) atau pembuangannya kecil, sehingga jika terjadi penutupan keran pada salah satu gerbong hal ini tidak akan diketahui oleh masinis.
- Pada kondisi valve normal, sebagai contoh jika terjadi penutupan keran pada ujung bagian depan kereta, maka kereta didepannya akan terjadi pengereman atau sebaliknya.
- Pada kondisi valve (keran abar) tidak terjadi pembuangan, kereta api seolah-olah dalam kondisi normal, tetapi sewaktu dilakukan pengereman maka hanya sebagian gerbong yang didepan kereta dengan keran penutup saja akan bekerja sistem remnya dan gerbong dibelakangnya tidak.

Dari hasil pengamatan di lapangan, pada keran yang jika dalam kondisi tertutup tidak terjadi pembuangan, hal ini karena alasan praktis di lapangan. Dimana *stop kock* tersebut sering bocor pada kondisi buka, maka oleh petugas teknis di lapangan, lubang pembuangan tersebut ditutup agar tidak mengganggu operasional kereta.

#### c) Uji Kekerasan dengan Alat Eqoutip pada Permukaan Rel dan Roda Kereta

Dalam lampiran 2 ditemukan bahwa pada permukaan roda-roda kereta ke 1 di belakang lokomotif terlihat adanya peningkatan kekerasan yang menandakan telah terjadinya pengereman. Pengukuran tidak menemukan peningkatan kekerasan pada permukaan roda-roda kereta ke 2. Roda-roda kereta ke 3 dan 4 tidak diukur karena kedua kereta tersebut telah ditarik langsung ke stasiun Ciledug tidak lama setelah peristiwa terjadi. Demikian pula kereta-kereta ke 6 sampai 12 telah dioperasikan langsung setelah peristiwa, dan karenanya tidak dapat dilakukan pengukuran ujicoba kekerasan.

Secara visual pengamatan permukaan roda-roda kereta menunjukkan indikasi telah terjadi akibat pengereman cukup kuat, hal ini ditandai dengan adanya goresan-goresan, pada roda-roda kereta ke 1 saja. Pengamatan ini didukung dengan adanya pengukuran kekerasan pada roda bagian depan kereta ke 1 (roda bogie depan yang ditemukan tertinggal di atas rel). Peningkatan kekerasan terjadi pada roda-roda bogie belakang, yang ditemukan terlempar dalam sawah. Ini dapat diartikan bahwa telah terjadi pengereman cukup kuat pada kereta ke 1, sedangkan kereta ke 2 tidak menunjukkan akibat-akibat pengereman hebat.

Dari pengukuran kekerasan pada rel (lihat Lampiran 2), diketahui bahwa terjadi peningkatan kekerasan pada rel sepanjang 30 meter dari titik terjadinya tumburan, dan tidak semua bagian rel ini diinjak (dilewati) oleh

kereta 1, dan bagian ini hanya dilewati oleh lokomotif saja. Maka hal ini menunjukkan kemungkinan adanya usaha masinis untuk menghentikan kereta dengan menggunakan rem lokomotif.

d) Fakta-fakta Pendukung Bekerjanya Sistem Rem pada KA146

Pada saat-saat penyelamatan dan evakuasi korban dilaporkan bahwa sistem pengereman kereta ke 3 sampai dengan 12 ditemukan dalam keadaan terikat (kondisi sepatu rem menempel pada roda-roda kereta). Kondisi ini dapat diterangkan dapat disebabkan karena kemungkinan-kemungkinan sebagai berikut:

- Kondisi pertama; Sebelum terjadinya tabrakan masinis melakukan pengereman yaitu dengan menggerakkan tuas rem rangkaian ke posisi buang, dengan demikian rangkaian akan mengalami pengereman. Setelah terjadi tumburan posisi tuas rem rangkaian masih dalam posisi buang (pengereman). Dimana sistem pengereman pada kereta akan bekerja jika udara didalam pipa abar dari masing-masing kereta dibuang atau dibocorkan.
- Kondisi kedua; Pengereman terjadi akibat terputusnya dan pecahnya keran pipa-pipa abar antara kereta. Dimana pipa yang terputus terjadi pada sambungan antara kereta nomor 1 dengan lokomotif dan kereta 1 dengan kereta 2, sedangkan pada sambungan kereta nomor 2 dengan kereta nomor 3 pecah (berlubang akibat benturan). Kebocoran-kebocoran ini akan menyebabkan terikatnya rem rangkaian dibelakangnya. Temuan lapangan menunjukkan bahwa keran pipa abar bagian depan kereta ke 1 (antara kereta ke 1 dengan lokomotif) berada dalam posisi terbuka. Keran-keran lainnya ditemukan telah dipotong saat penyelamatan dan evakuasi korban.



Gambar 6. Pipa yang terputus

e) Tuas Kontrol Lokomotif CC203

Dari penelitian tuas kontrol (lihat Lampiran 5) tidak ditemukan terlihatnya tanda-tanda (*marking*) adanya goresan pada pembungkus plastik handles maju mundur, penambah kecepatan dan rem dinamik atau pada bibir rongga penutup throttle (*throttle slot*). Namun hal ini tidak menjamin bahwa posisi tuas kontrol tidak bergeser pada saat terjadinya tubrukan maupun pada saat dilakukan evakuasi.



### **3 KESIMPULAN**

#### **3.1 Temuan-temuan**

Berdasarkan temuan-temuan (fakta) yang ada dan dari hasil analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

##### **3.1.1 Faktor Manusia**

Kelambanan masinis memahami/ menyadari adanya ketidaknormalan pada sistem rem serta kelambanan dalam memberikan semboyan 39.

###### Terjadinya Penurunan

Hal ini disebabkan oleh kondisi fisik dan mental yang kurang fit, keadaan ini diperkeruh dengan lingkungan kerjanya, antara lain penerangan yang kurang baik, polusi gas buang akibat ujung panjang, guncangan kereta, kebisingan, keterlambatan jadwal, tempat istirahat yang kurang memadai.

##### **3.1.2 Faktor Teknis**

###### Rem kereta

Kondisi rem kereta tidak berfungsi secara normal, hal ini dapat diakibatkan karena adanya *stop kock* (valve) pada kereta yang oleh sesuatu hal tertutup, sehingga pada sebagian kereta sistem remnya tidak bekerja.

###### Kondisi kereta nomor 1 (rangkaiannya ke I)

Kondisi kereta nomor 1 dari rangkaian KA Empu Jaya (KA 146) yang hancur (rusak parah), hal ini lebih dikarenakan struktur utamanya mengalami karat (korosi) yang hebat, sehingga kekuatan struktur tersebut menurun secara drastis (significantly).



#### 4 REKOMENDASI

PT. Kereta Api Indonesia sebagai badan penyelenggara perlu melakukan upaya-upaya dalam mengurangi risiko terjadinya kecelakaan yang serupa dengan:

- Mengadakan latihan kerjasama di kabin lokomotif untuk memaksimalkan fungsi dari masinis dan asisten masinis dalam kedinasannya menjalankan lokomotif (*Crew Resource Management*).
- Memperbaiki kondisi lingkungan kerja (kabin) yang kurang baik dengan menekan Nilai Ambang Batas (NAB) untuk getaran, kebisingan dan kondisi udara pada tingkat yang aman.
- Menerapkan Instruksi 3 Jilid 1 (I.3 Jl. 1) Bab IX K. tentang Petunjuk Mengenai Peraturan Pemeriksaan Badan :
  6. *Pegawai tersebut harus dapat pemeriksaan ulangan untuk mata dan telinga :*
    - a. *4 bulan setelah umur 45 tahun atau jika mempunyai masa kerja 20 tahun dan selanjutnya lagi tiap-tiap 5 tahun sekali,*
- Mengoperasikan KA dengan selalu menggunakan ujung pendek didepan.
- Memperbaiki fasilitas tempat istirahat untuk masinis dan crew kereta di stasiun.
- Perlu dilakukan audit dan surveillances oleh pemerintah pada organisasi, prosedur dan management untuk pemenuhan (compliance) terhadap Undang-undang, Peraturan Pemerintah, Keputusan Menteri, Sekep Dirjen, Peraturan Ketenagakerjaan dll.
- Harus dibuat program perawatan untuk menangani masalah korosi secara konseptual dan harus disertai batasan korosi untuk menyatakan laik tidaknya suatu kereta untuk dioperasikan (*Corrosion Priventon and Control Program*).
- Membuat *Table Holder* T100 (Tabel Kereta Api; tabel panduan bagi masinis yang menginformasikan rencana perjalanan rangkaian kereta api) dan lampu penerangannya.
- Control revisi manual yang menjamin uptodate-nya prosedur kerja.
- Melakukan percobaan pengereman dinamis pada setiap pemberangkatan.
- Membuat check list kelengkapan minimum peralatan pada lokomotif dan rangkaian kereta yang harus berfungsi selama operasi kereta api.
- Perlu adanya pelatihan penyegaran bagi masinis dan awak kereta api.
- Mengadakan perbaikan pada reglemen yang ada untuk disesuaikan dengan teknologi, sistem yang ada dan kondisi sebenarnya.
- Perlu adanya direktur keselamatan yang menangani segala aspek yang menyangkut keselamatan.
- Penyeragaman penggunaan sistem sinyal.
- Stop kock/ keran abar dikembalikan sesuai dengan standarnya.
- Perlu untuk merelokasi letak stop kock agar tidak dijamah oleh tangan-tangan yang tidak bertanggung jawab.
- Pemasangan alat penghenti kereta api secara otomatis jika sinyal masuk beraspek merah.
- Mengaktifkan alat penunjuk kecepatan.
- Pemakaian alat komunikasi radio agar dipergunakan semaksimal mungkin dan ditulis di dalam SOP masinis.
- Jarak sinyal masuk ke stasiun diperhitungkan kembali (dijauhkan dengan jarak minimal 450 meter s/d 600 meter) disesuaikan dengan perkembangan dari kecepatan KA terakhir ini yang bertambah cepat.

**LAMPIRAN**

**Lampiran 1 Perhitungan Kecepatan Kereta**

**Lampiran 2 Uji Kekerasan dengan alat *Equotip* pada Roda Kereta dan Rel**

**Lampiran 3 Percobaan Pengereman Statik**

**Lampiran 4 Tuas Kontrol Lokomotif**



## **LAMPIRAN**



## **LAMPIRAN 1**

### **PERHITUNGAN KECEPATAN KERETA**

#### **Tujuan perhitungan**

Perhitungan dilakukan untuk menentukan kecepatan dan perubahan kecepatan kereta api KA146 pada saat-saat memasuki sinyal muka, sinyal masuk, wesel W11A, dan saat terjadi tumburan. (lihat Gambar 1). Perhitungan dilakukan menggunakan data yang direkam data logger stasiun Ketanggungan Barat. Perhitungan dilakukan karena tidak bekerjanya alat perekam kecepatan di lokomotif KA 146.

#### **Metoda yang dipergunakan**

Perhitungan kecepatan dilakukan dengan menggunakan waktu (jam: menit: detik) yang dicatat pada data logger. System pencatatannya dilakukan komputer, yang mencatat saat roda terdepan lokomotif memasuki blok tertentu dan saat roda terbelakang meninggalkan blok tadi. Pada saat roda terdepan lokomotif masuk suatu blok tertentu, maka lampu indikator pada meja pelayanan di ruang PPKA untuk blok tadi akan berubah dari warna kuning (blok siap dilalui kereta api) menjadi merah (blok tertutup untuk rangkaian kereta api di belakangnya). Bila rangkaian kereta api meninggalkan suatu blok tertentu, maka sebaliknya akan terjadi, yakni lampu akan berubah kembali dari merah ke kuning. Saat-saat (jam: menit: detik) perubahan aspek atau warna ini dicatat secara otomatis.

Hasil perhitungan ini kemudian dikombinasikan dengan perhitungan yang menggunakan formula atau persamaan empirikal yang diperoleh dari Bagian Rekayasa Teknik PT. KAI, untuk mengetahui dampak pengereman terhadap kecepatan dan jarak pengereman.

#### **Hasil perhitungan**

##### **a. Data logger**

Data yang diperoleh dari logger yang mencatat data waktu perjalanan kereta api KA146 menjelang memasuki emplasemen stasiun Ketanggungan Barat diberikan dalam tabel (lihat Gambar 1).

Informasi (jj:mm:dd) data logger didapat dari alat pendeteksi yang terpasang sepanjang rel dengan jarak-jarak tertentu, di stasiun Ketanggungan Barat dilengkapi dua tipe alat pendeteksi, yakni track circuit (antara lain pada track west dan 10AT) dan exle counter (antara lain pada track 10BT).

##### **b. Perhitungan kecepatan dan perlambatan**

Dalam perhitungan ini panjang kereta adalah 250 meter, jarak antara roda depan lokomotif sampai dengan jarak roda belakang kereta penumpang terakhir (kereta kedua belas).

Perlambatan (percepatan negatif) yang terjadi akibat dari pengereman diperoleh dari dua persamaan gerak sbb:

Kecepatan	$V_t = V_0 + at$
Jarak tempuh	$S_t = V_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2$

Besarnya perlambatan (a) pada kedua rumus di atas diasumsikan konstan. Asumsi ini didasarkan pada kondisi maksimum/ emergency. Dengan demikian besarnya gaya tekan pada silinder rem (=tekanan udara x luas piston) konstan, sehingga besarnya gaya pada sepatu rem akan konstan pula. Akibatnya gaya gesek pengereman pada roda juga konstan, sehingga besarnya perlambatan akan konstan selama tuas rem berada pada satu posisi.

Dengan cara perhitungan di atas diperoleh dan perlambatan sebagai berikut:

- Kecepatan rata-rata di track west ( $V_{\text{West T}}$ ) =  $\frac{4576+250}{04:32:29-04:29:46} = \frac{4826m}{163s} = 29,607 \text{ m/s} = 106,6 \text{ km/jam}$
- Kecepatan rata-rata di track 10AT rata-rata ( $V_{10AT}$ ) =  $\frac{1209+250}{04:33:25-04:32:29} = \frac{1459m}{56s} = 26,05 \text{ m/s} = 93 \text{ km/jam}$
- Kecepatan antara titik hapus 10AT dan titik hitung 10BT ( $V_{10AT-10BT}$ ) =  $\frac{250}{(04:33:25-04:33:11)} = \frac{250}{14} = 17,857 \text{ m} = 64,28 \text{ km/jam}$
- Dari  $V_{\text{West T}}$  sebesar 106,6 km/jam mengalami penurunan sehingga  $V_{10AT}$  sebesar 93 km/jam, terjadi pada jarak (S) =  $\frac{4576}{2} + \frac{1209}{2} = 2892,5 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 S &= V_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2 \\
 2892,5 &= 29,607 \cdot t + \frac{1}{2} at^2 \\
 \\ 
 Vt &= V_0 + at \\
 26,06 &= 29,607 + at \\
 at &= 26,06 - 29,607 \\
 at &= -3,547 \\
 t &= -3,547/a \\
 \\ 
 2892,5 &= 29,607 \cdot \left( \frac{-3,547}{a} \right) + \frac{1}{2} (-3,547) \cdot \left( \frac{-3,547}{a} \right) \\
 2892,5 &= \frac{1}{a} \{ (-105,016 + 6,291) \} \\
 2892,5 &= \frac{-98,725}{a} \\
 a &= -0,034 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

Dengan demikian perlambatan antara track west dan track 10 AT adalah sebesar  $0,034 \text{ m/s}^2$ .

- Dari  $V_{10AT}$  sebesar 93 km/jam menjadi V sebesar 64,28 km/jam pada jarak 604,5 m pada jarak 604,5m.

$$\begin{aligned}
 S &= V_0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2 \\
 604,5 &= 26,06 \cdot t + \frac{1}{2} at^2 \\
 \\ 
 Vt &= V_0 + at \\
 17,857 &= 26,06 + at \\
 at &= 17,857 - 26,06 \\
 at &= -8,203 \\
 t &= -8,203/a \\
 \\ 
 604,5 &= 26,06 \cdot \left( \frac{-8,203}{a} \right) + \frac{1}{2} (-8,203) \cdot \left( \frac{-8,203}{a} \right) \\
 604,5 &= \frac{1}{a} \{ (-213,770 + 33,645) \} \\
 604,5 &= \frac{-180,125}{a} \\
 a &= -0,298 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

Dengan demikian perlambatan yang terjadi antara tengah-tengah track 10AT hingga titik hitung 10BT adalah sebesar  $-0,298 \text{ m/s}^2$ .

- Kecepatan kereta api pada saat meninggalkan 10BT, dengan anggapan perlambatan (a) sebesar  $-0,298 \text{ m/s}^2$ .

$$\begin{aligned}
 V_t &= V_0 + at \\
 &= 17,857 + (-0,298).(t) \\
 S_t &= V_0.t + \frac{1}{2} a.t^2 \\
 327 &= 17,857.(t) + \frac{1}{2} .(-0,298).(t)^2 \\
 327 &= 17,857.t - 0,149.t^2 \\
 0 &= 0,149 t^2 - 17,857.t + 327 \\
 t_{1\&2} &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
 t_{1\&2} &= \frac{17,857 \pm \sqrt{(17,857)^2 - 4(0,149).(327)}}{2.(0,149)} \\
 t_1 &= \frac{17,857 - 11,135}{2.0,149} \\
 t_1 &= 22,55 \\
 t_2 &= \frac{17,857 + 11,135}{2.0,149} \\
 t_2 &= 55,22
 \end{aligned}$$

- Kecepatan kereta api pada saat meninggalkan track 10BT:

$$V_t = 17,857 + (-0,298).(22,55) = 11,13 \text{ m/s} = 40,97 \text{ km/jam}$$

- Kecepatan kereta api pada saat tumburan dihitung sebagai berikut:

Jarak dari 10BT sampai pada titik tumburan = 166,7 meter dan asumsi bahwa perlambatan konstan sejak kereta api melintas di 10BT dengan perlambatan sebesar  $a = -0,298 \text{ m/s}^2$ .

$$\begin{aligned}
 S_t &= V_0.t + \frac{1}{2} .a.t^2 \\
 166,7 &= 11,138 (t) + \frac{1}{2} .(-0,298).t^2 \\
 166,7 &= 11,138 (t) + 0,149 (t)^2 \\
 0 &= 0,149.(t)^2 - 11,138.(t) + 166,7 \\
 t_{1\&2} &= \frac{11,138 \pm \sqrt{(11,138)^2 - 4(0,149).(166,7)}}{2.(0,149)} \\
 t_1 &= \frac{11,138 + 4,969}{0,298} \\
 t_1 &= 54 \text{ detik} \\
 t_2 &= \frac{11,138 - 4,969}{0,298} \\
 t_2 &= 20,7 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Maka kecepatan saat tumburan :

$$\begin{aligned}
 V_t &= V_0 + a.t \\
 &= 11,138 + (-0,298).(20,7) \\
 &= 4,9 \text{ m/s} \\
 &= 17,88 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

- Jika kecepatan awal yang dipakai adalah kecepatan pada saat kereta api meninggalkan 10BT, maka jarak berhenti ( $S_t$ ) dengan perlambatan sebesar  $a = 0,298 \text{ m/s}^2$  dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V_t &= V_0 + at \\
 0 &= 11,138 + (-0,298).t \\
 t &= 11,138 / 0,298 \\
 t &= 37,37 \text{ detik} \\
 S_t &= V_0.t + \frac{1}{2} a.t^2 \\
 S_t &= 11,138. 37,37 + \frac{1}{2} (-0,298).(37,37)^2 \\
 S_t &= 416,22 - 208,08 \\
 S_t &= 208,14 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Jarak berhenti dari saat meninggalkan track 10BT (Hapus 10BT dan Hitung 11T) adalah 208,14 m (dengan asumsi tidak terjadi tumburan).

c. Perhitungan pembanding

Perhitungan jarak pengereman (pengereman emergency) dengan metoda kekekalan energi secara empiris jarak pengereman (pengereman emergency) adalah sebagai berikut (cara perhitungan ini diperoleh dari Bagian Rekayasa Teknik Divisi Sarana PT.KAI).

Rumus perhitungan empiris adalah sebagai berikut:

$$L = \frac{3.85(v^2)}{6.1 * \phi * \left( 1 + \left( C1 * \frac{I_{total}}{10} \right) \right) \pm ir}$$

$v$  = kecepatan (km/jam)  
 $\phi$  = faktor yang bergantung pada  $v$  dan jenis rem  
 $ir = C_i \times i$   
 $C_i$  = faktor koreksi tanjakan  
 $i$  = lereng jalan rel (%)  
 $\lambda$  = persentase pengereman

Tabel nilai  $\phi$  :

Kecepatan (km/jam)	Rem posisi Kereta (R/P)	Rem posisi Gerbong (G)
40	0.84	0.85
50	0.90	0.92
60	0.94	0.97
70	0.96	1.00
80	0.99	1.06
90	1.00	1.06
100	1.00	

Tabel nilai C1 ;

Rem posisi R/P	Jumlah Gandar	n#24	24<n≤48	48<n≤60	60<n≤80	80<n≤100
	C1	1.10	1.05	1.0	0.97	0.92
Rem posisi G	Jumlah Gandar	n#40	40<n≤80	80<n≤100	100<n≤120	120<n≤150
	C1	1.12	1.06	1.0	0.95	0.9

Data-data mengenai lokomotif and kereta:

Berat Lokomotif CC.201	: 84 ton
Berat kosong 1 kereta penumpang (K3)	: 33 ton
Perkiraan berat penumpang dan barang pada saat hari-hari libur nasional seperti: lebaran, natal dan tahun baru)	: 7.5 ton
Berat (G) untuk 1 kereta penumpang (K3)	: 40.5 ton
Berat total (Gt) Kereta Api (KA)	: 84ton +(12x 40.5) ton = 570 ton
Persentase pengereman ( $\lambda$ ) K3 dalam kondisi penumpang penuh	: 85%

Pada perhitungan ini track dianggap lurus (tidak memiliki tanjakan maupun turunan.

Berikut ini adalah perhitungan bila hanya satu kereta (kereta no.1) yang melakukan pengereman, sedangkan lokomotif dan kereta-kereta di belakangnya tidak ikut mengerem:

- Berat pengereman untuk satu kereta yang direm:

$$\begin{aligned} B &= \lambda \times G \\ &= 85\% \times 40.5 \text{ ton} \\ &= 34.43 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Persentase pengereman pada KA bila satu kereta (K3) yang direm:

$$\begin{aligned} \lambda_{total} &= (B/Gt) \times 100\% \\ &= (34.43/570) \times 100\% \\ &= 6.04\% \end{aligned}$$

- Kecepatan kereta api (v) pada saat melintas di wesel 11A = 40,97 km/jam = 11,13 m/detik (lihat Tabel 1).

Wesel 11A yang mengarah ke sepur 3 dari arah Ciledug (mempunyai radius antara 80 sampai 100 m) maka dengan radius ini kecepatan maksimum kereta di atas wesel tersebut adalah 40 km/ jam. Maka kecepatan kereta api saat melintas di atas wesel tersebut harus dibawah kecepatan 40 km/jam jika hal ini dilanggar maka kereta api tersebut akan keluar dari rel (anjlok) akibat dari gaya sentrifugal.

- Jarak pengereman (L) hingga rangkaian berhenti bila pengereman hanya terjadi pada satu kereta:

$$L = \frac{3.85(v^2)}{6.1 * \phi * \left( 1 + \left( C1 * \frac{I_{total}}{10} \right) \right) \pm ir}$$

$$L = \frac{3.85(40,97^2)}{6.1 * 0.84 * \left(1 + \left(1.10 * \frac{6.04}{10}\right)\right)}$$

$$L = 757,776 \text{ meter}$$

- Waktu pengereman (t) sampai berhenti bila jarak pengereman sebesar 757,776 meter dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_t &= V_0 - at \\ 0 &= 11,13 - at \\ at &= 11,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ 757,776 &= V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 11,13 \cdot t \\ t &= 136,291 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a \cdot 138,8 &= 11,13 \\ a &= 0.079 \text{ m/det}^2 \end{aligned}$$

Tabel 1. Perhitungan Perkiraan Kecepatan Rata-rata KA 146 Empu Jaya

Uraian	Jarak (m)	Waktu (dt)	Kec. Rata <sup>2</sup> (m/dt)	Kec. Rata <sup>2</sup> (km/jam)	Perlambatan (m/s <sup>2</sup> )
West Track*	4826	163	29,607	106,6	
Sepanjang 10 AT*	1459	56	26,05	93,79	0,034
Antara track 10 AT- 10BT*	250	14	17,86	64,28	0,298
Meninggalkan 10BT**	-	-	11,13	40,97	
Saat tumburan**	-	-	4,6	17,88	

Keterangan:

\* kecepatan rata-rata diketahui dari rekaman data logger pada saat kejadian

\*\* kecepatan rata-rata didapat dari menggunakan rumus

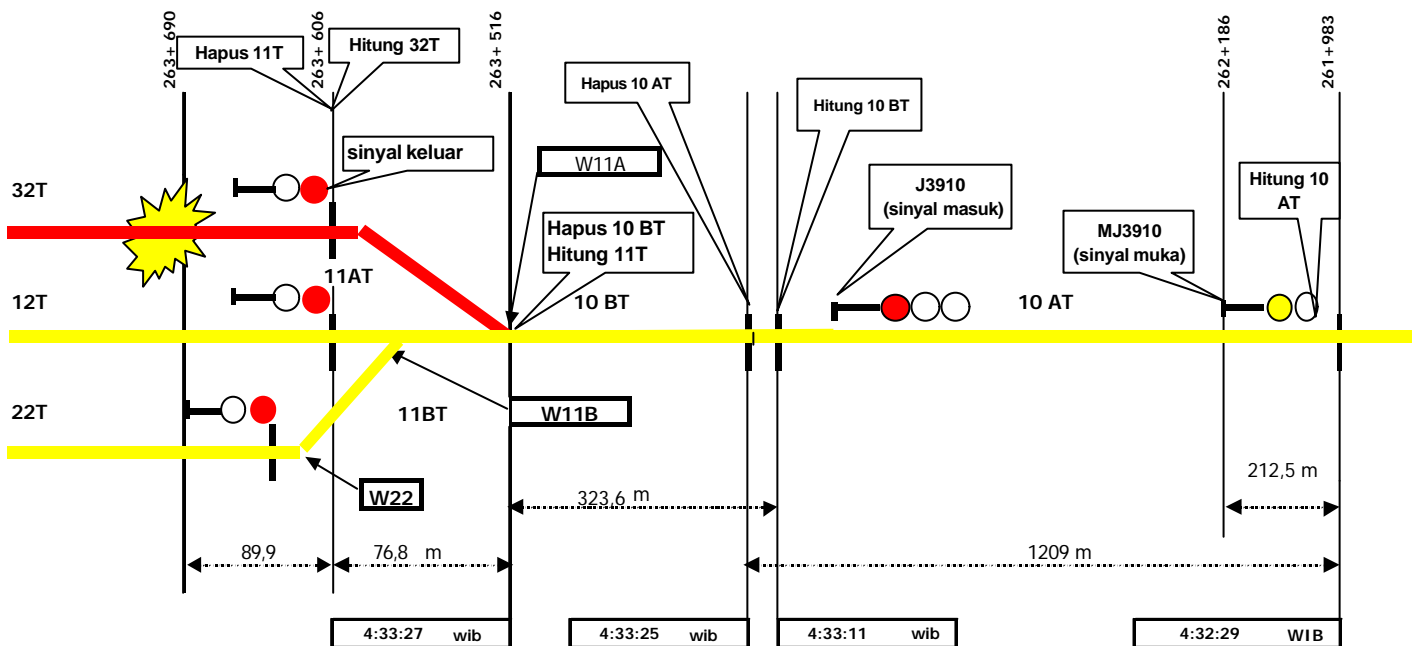
Tabel 2. Perbandingan Jarak dan Waktu Pengereman dengan Kecepatan 40,97 km/jam (kecepatan pada saat meninggalkan track 10BT)

Jumlah kereta yang melakukan pengereman	L (m)	t (det)	a (m/det <sup>2</sup> )
1 Kereta	757,776	136,2	0,082
2 Kereta	541,592	97,3	0,114
3 Kereta	421,379	75,7	0,147
4 Kereta	344,837	62	0,18
5 Kereta	291,828	52,4	0,212
6 Kereta	252,945	45,5	0,245
7 kereta	231,880	41,7	0,267
8 Kereta	207,667	37,3	0,298
9 Kereta	188,033	33,8	0,329
10 Kereta	171,792	30,9	0,361
11 Kereta	158,132	28,4	0,392
12Kereta	146,486	26,3	0,423



Tabel 3. Perbandingan Jarak dan Waktu Pengereman dengan Kecepatan 64,28 km/jam (kecepatan meninggalkan track 10 AT atau kecepatan rata-rata antara 10AT dan 10BT)

Jumlah kereta yang melakukan pengereman	L (m)	t (det)	a (m/det <sup>2</sup> )
1 Kereta	1865,352	208,8	0,086
2 Kereta	1333,192	149,3	0,12
3 Kereta	1037,272	116,2	0,154
4 Kereta	848,857	95,1	0,188
5 Kereta	718,369	80,4	0,222
6 Kereta	622,653	69,7	0,256
7 kereta	570,799	63,9	0,279
8 Kereta	511,197	57,2	0,312
9 Kereta	462,866	51,8	0,345
10 Kereta	422,884	47,4	0,377
11 Kereta	389,261	43,6	0,41
12Kereta	360,589	40,4	0,442



Gambar 1. Emplasemen Stasiun Ketanggungan Barat

**Analisa**

Dari Tabel 2 dan 3 yang didapat dari perhitungan dengan menggunakan rumus-rumus yang diterbitkan oleh Knorr Bremse serta yang dipakai dan divalidasi oleh Divisi Engineering PT.

Kereta Api (persero) diperoleh bahwa pengereman dengan perlambatan sebesar  $0,298 \text{ m/s}^2$  tersebut dilakukan pada 8 kereta, sedang sisanya 4 kereta tidak ikut mengerem.

Adanya 4 kereta yang tidak ikut mengerem dapat disebabkan oleh tertutupnya stop kock antara kereta ke 8 dan ke 9. Namun demikian, tim penyelidik tidak dapat menyaksikan posisi “asli” dari stop kock pada masing-masing kereta, karena rangkaian kereta telah disingkirkan agar tidak merintang jalan, bahkan kereta yang tidak rusak segera dioperasikan kembali.

## LAMPIRAN 2

### UJI KEKERASAN DENGAN ALAT EQUOTIP PADA RODA KERETA DAN REL

#### 1 Landasan Teori

Pengereman yang hebat akan menimbulkan panas dan kenaikan temperatur pada permukaan roda dan permukaan rel yang materialnya terbuat dari baja karbon tinggi. Bila temperaturnya mencapai daerah austenit (di atas 750°C), maka bagian permukaan roda dan rel tersebut akan terkena efek pendinginan cepat oleh massa dari baja dari bagian dalam. Oleh karena itu permukaannya akan menjadi keras.

Namun demikian, metode pengukuran angka kekerasan ini hanya akan mengungkap bagian rel atau pun roda yang mengalami pengereman yang hebat (*excessive*). Pengereman yang lebih ringan juga akan menaikkan temperatur bagian-bagian yang bergesekan, tetapi temperaturnya tidak mencapai 700°C, sehingga kenaikan angka kekerasan tidak terjadi. Artinya metoda ini tidak dapat digunakan untuk menentukan lokasi yang mengalami pengereman yang tidak hebat.

#### 1.1 Roda Kereta

##### 1.1.1 Tujuan Uji Kekerasan pada Roda Kereta

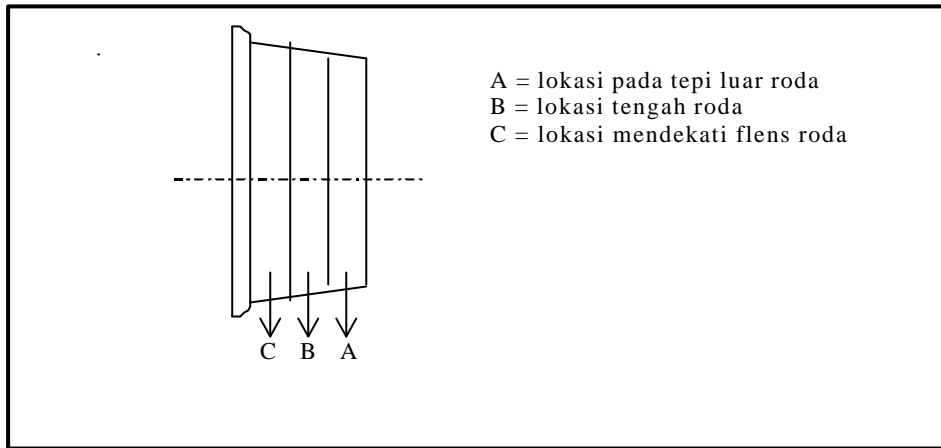
Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui apakah telah terjadi pengereman hebat pada kereta api. Pengukuran pada roda dilakukan dari bagian sisi luar (*outer*) sampai bagian sisi dalam (*inner*). Pengukuran dilakukan pada roda-roda bogie depan dan belakang dari kereta pertama (KP365615) dan roda-roda bogie depan dari kereta kedua (K365663) KA 146 Empu Jaya. Bogie dari kereta pertama tersebut ditemukan dengan kondisi bogie depan tertinggal di tanah dekat sepur 3 sedangkan bogie belakang terlempar ke sawah dan memiliki tipe bandasi. Bogie kereta kedua masih terpasang pada tempatnya dan memiliki tipe solid.

Diketahui bahwa pengereman keras dapat menimbulkan panas yang tinggi pada permukaan roda dan rel. Pemanasan tinggi ini akan merubah kekerasan pada permukaan roda dan rel, yang dapat diukur dengan membandingkan permukaan rel atau roda yang tidak mengalami pengereman hebat atau dapat dibandingkan terhadap *engineering* data dari tipe roda tersebut (*material properties*). Bila memang terdeteksi bahwa telah terjadi perubahan kekerasan, maka hal ini dapat merupakan indikasi telah terjadinya pemanasan tinggi. Ini dapat diartikan sebagai indikasi pengereman hebat atau emergency.

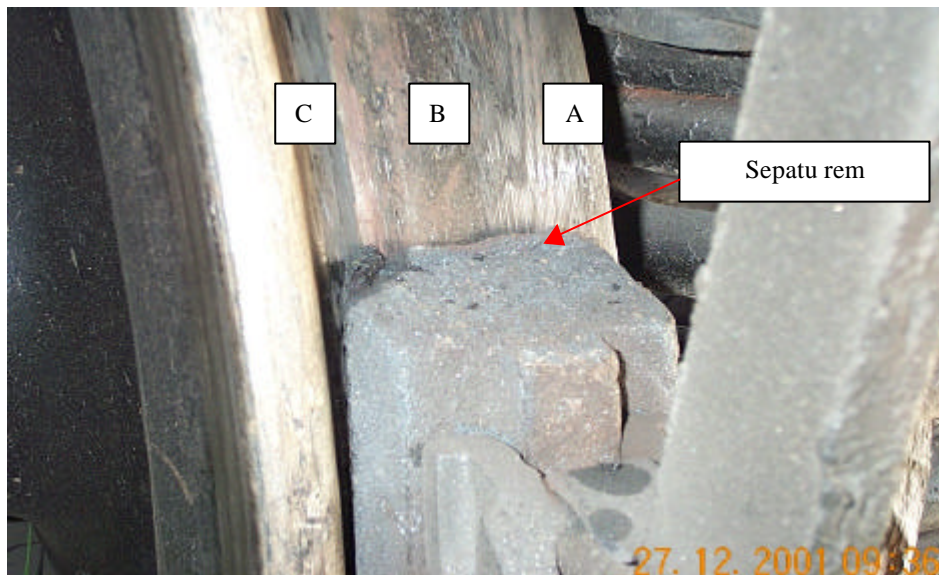
##### 1.1.2 Cara Pengukuran

Pengukuran kekerasan pada roda dilakukan pada bidang permukaan roda di titik-titik tertentu pada tepi dalam, tengah dan tepi luar (lihat sketsa dan gambar penampang roda).

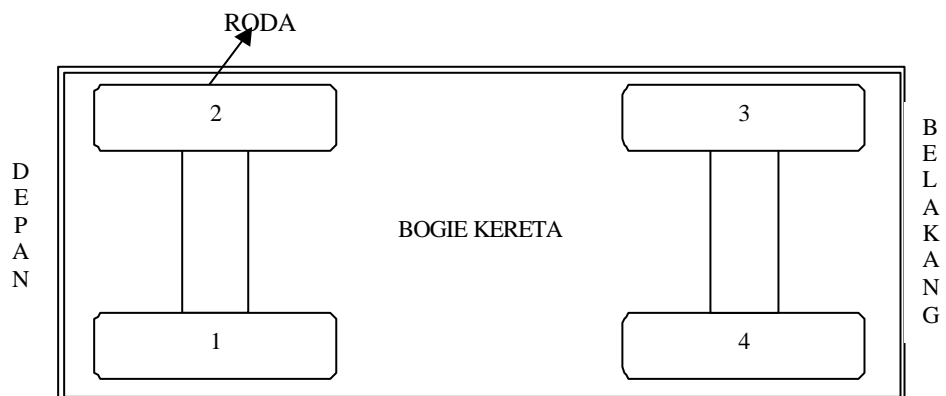
Pengukuran dimulai dari bagian tepi luar roda, dilanjutkan ke tengah sampai bagian yang dekat dengan flens roda. Pengukuran roda ini dilakukan beberapa kali.



Gambar 1. Sketsa Roda kereta



Gambar 2. Roda dan Sepatu Rem



Gambar 3. Bogie Kereta (dilihat dari atas)

1.1.3 Hasil pengujian diberikan dalam tabel-tabel di bawah ini

Tabel 1.1.3.a Hasil pengukuran kekerasan pada roda-roda bogie depan kereta pertama dari KA 146 [KP3 65615] dengan tipe bandasi

No	Roda 1			Roda 2		
	A	B	C	A	B	C
1	540	566	572	532	531	556
2	517	563	599	544	539	558
3	513	570	584			
4	545	579	576			
5	550	584	582			
6	537	570	580			
Rata-Rata	542	572	582,117	538	535	557
No	Roda 3			Roda 4		
	A	B	C	A	B	C
1	529	534	570	515	520	560
2	507	542	575	519	530	549
Rata-Rata	518	538	572,5	517	525	554,5

Tabel 1.1.3.b Hasil pengukuran kekerasan pada roda-roda bogie belakang kereta pertama dari KA146 [KP3 65615] dengan tipe bandasi.

No	Roda 1			Roda 2		
	A	B	C	A	B	C
1	510	532	582	540	574	577
2	520	562	596	531	568	597
Rata-Rata	515	547	589	535,5	571	587
No	Roda 3			Roda 4		
	A	B	C	A	B	C
1	535	587	581	605	569	594
2	568	600	589	565	601	580
Rata-Rata	549	593,5	585	585	585	587

Tabel 1.1.3.c Hasil pengukuran kekerasan pada roda-roda bogie depan kereta kedua dari KA 146 [K3.65663] dengan tipe solid

No	A	B	C
1	561	606	589
	561	622	590
3	551	605	602
4	569	604	-
Rata-Rata	560.5	609.25	593.66

Tabel 1.1.3.d Sebagai bahan perbandingan dilakukan pengukuran kekerasan pada roda-roda pertama bogie depan kereta pertama (KP3 65703) pada KA153 Gaya Baru yang memiliki tipe solid.

No	A	B	C
1	582	651	622
2	589	635	621
Rata-Rata	585.5	643	621.5

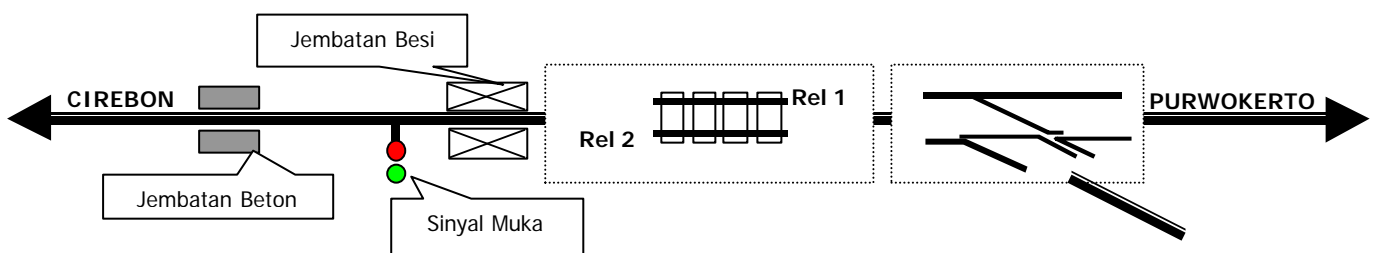
## 1.2 Rel

### 1.2.1 Tujuan Uji Kekerasan pada Rel

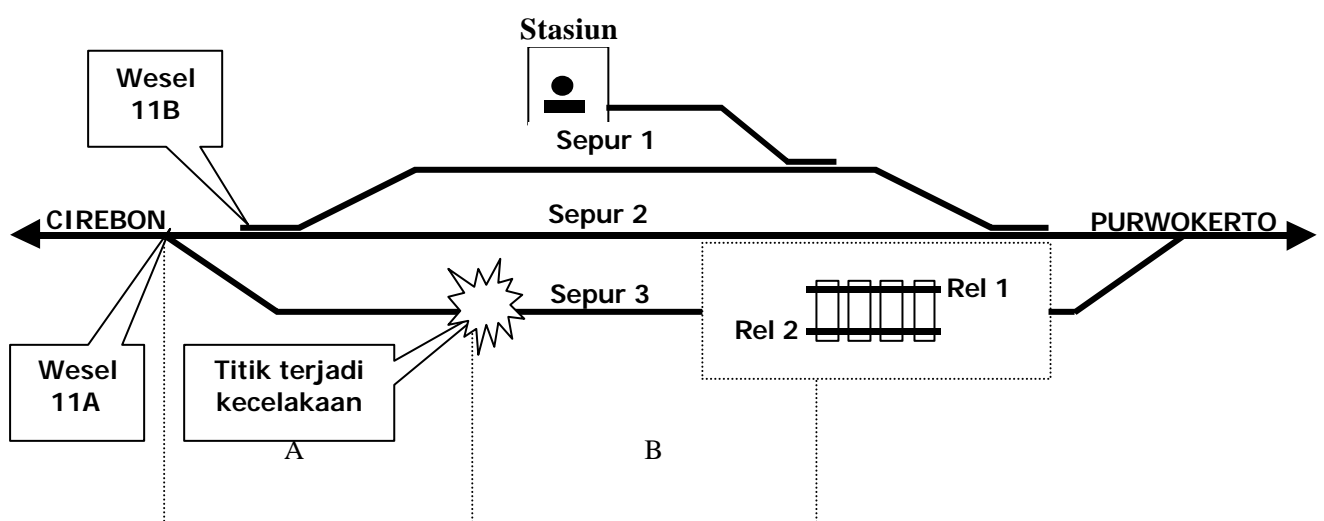
Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui apakah telah terjadi pengereman hebat pada saat-saat menjelang, dan pada saat terjadinya benturan. Diketahui bahwa pengereman keras dapat menimbulkan panas yang tinggi pada permukaan rel. Pemanasan tinggi ini akan merubah kekerasan pada permukaan rel, yang dapat diukur dengan membandingkan permukaan rel yang tidak mengalami pengereman hebat. Bila memang terdeteksi bahwa telah terjadi perubahan kekerasan, maka hal ini dapat merupakan indikasi telah terjadinya pemanasan tinggi. Ini dapat diartikan sebagai indikasi pengereman hebat (*emergency*) dan terjadi slip antara roda dengan rel.

### 1.2.2 Uji kekerasan

Pengukuran kekerasan dilakukan pada daerah A dan B, yakni di titik-titik pada ruas rel sepur 3 (lihat Gambar 1 dan 2). Daerah A dimulai dari titik di dekat wesel 11A kemudian masuk ke sepur 3 sampai pada posisi tumburan terjadi, sebagai pembandingan dilakukan juga pengukuran di daerah B pada rel yang diduduki oleh KA 153 (lihat Gambar 2).



Gambar 4. Rel mulai dari sinyal muka sampai masuk wesel 11 A stasiun Ketanggungan Barat



Gambar 5. Rel di emplasemen Stasiun Ketanggungan Barat

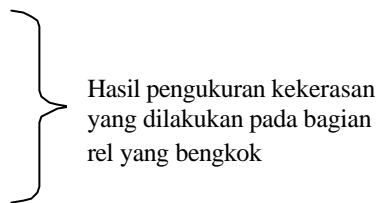
1.2.3 Hasil pengukuran kekerasan diberikan dalam tabel-tabel di bawah ini.

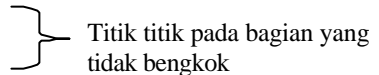
Tabel 1.2.3.a Hasil Pengukuran Kekerasan pada bagian rel sebelum memasuki emplasemen Ketanggungan Barat dari arah Cirebon (Tipe Rel : tipe R 54)

REL	Dekat dari weasel	100 meter dari weasel	3 m sebelum jembatan besi
Rel 1	563	585	566
Rel 2	561	570	575
	Tepat di sinyal masuk	100 m dari sinyal masuk	Rel Jembatan Beton
Rel 1	571	570	562
Rel 2	580	573	580

Tabel 1.2.3.b Hasil pengukuran kekerasan pada batang-batang rel sepur 3 (tipe Rel: tipe 33) yang rusak (melengkung) karena benturan

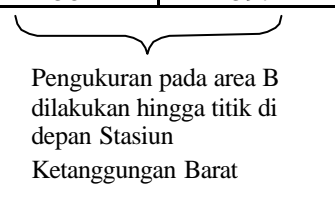
No	REL # 1	REL # 2
1	601	615
2	602	623
3	615	594
4	604	643
5	608	556
6	613	611
No	REL # 1	REL # 2
7	508	613
8	588	649





Tabel 1.2.3.c Hasil pengukuran kekerasan pada bagian-bagian rel di dalam emplaseman stasiun Ketanggungan Barat dari arah stasiun Cirebon (Tipe Rel : tipe R 33)

A		B	
REL # 1	REL # 2	REL # 1	REL # 2
547	580	574	594
572	580	607	590
570	604	601	584
A		B	
REL # 1	REL # 2	REL # 1	REL # 2
597	600	584	594
601	601	582	597
607	610		
607	553		
600	556		
559	574		
559	561		
578	598		



**Tabel 1.2.3.d Sebagai bahan pembandingan juga dilakukan pengukuran kekerasan pada beberapa titik di ruas-ruas rel sepur 1 stasiun Ketanggungan Barat**

REL # 1	REL # 2
577	571
579	576
617	581

## 2. Analisis

### 2.1 Hasil Pengukuran Kekerasan pada Roda

Hasil pengukuran kekerasan pada kereta pertama menunjukkan bahwa roda-roda pada bogie bagian belakang yang terlempar masuk ke sawah (lihat Tabel 1.1.3.b), disini terlihat kekerasannya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kekerasan dari roda-roda pada bogie bagian depan yang tertinggal di tanah (lihat Tabel 1.1.3.b). Hal ini dapat diterangkan dengan proses pendinginan tiba-tiba (*quenching*) yang mengakibatkan kenaikan kekerasan permukaan ketika roda-roda bogie bagian belakang masuk ke sawah dengan temperatur tinggi.

Pada roda-roda kereta pertama, juga ditemukan adanya goresan pada permukaan roda yang cukup dalam, yang tidak menyerupai goresan yang disebabkan karena sepatu rem. Hal ini merupakan indikasi bahwa antara roda dan rel kereta api telah terjadi slip, akibat adanya pengereman hebat.

Hasil pengukuran kekerasan pada kereta kedua dari KA 146 dan kereta pertama dari KA 153 dengan jenis roda yang sama (*solid wheel*), ditemukan bahwa roda-roda kereta kedua dari KA146 kekerasannya relatif lebih kecil dibanding dengan roda-roda kereta pertama dari KA153 (lihat tabel 1.1.3.c dan 1.1.3.d). dimana KA 153 tidak mengalami pengereman hebat (pengereman normal).

### 2.2 Hasil Pengukuran Kekerasan pada Rel

Dari data pengukuran tersebut di atas, dapat diamati bahwa kenaikan angka kekerasan telah terjadi pada bagian rel sepur 3 (di emplasemen stasiun Ketanggungan Barat) yang melengkung (kurang lebih sepanjang 30 m sebelum titik tabrakan). Angka kekerasan di beberapa titik mencapai  $L_D$  615, yang berarti naik sekitar 40 point (atau sekitar 7%) dari rata-rata angka bagian rel lain yang diamati (yang tidak mengalami pengereman hebat). Hal ini merupakan indikasi bahwa telah terjadi perubahan fisik-mekanik pada permukaan rel tersebut yang diperkirakan disebabkan karena terjadi slip antara roda dengan permukaan rel.

Angka kekerasan pada rel sebelum wesel 11A ke sepur 3 (dari arah Cirebon) menunjukkan angka rata-rata sekitar 575, dan ini berarti bahwa tidak terjadi kenaikan angka kekerasan. Hal ini dapat dikatakan bahwa tidak terjadi slip antara rel dan roda pada jalur ini.

Bila ini benar maka dapat disimpulkan bahwa sebelum lokasi wesel 11A ke sepur 3 tidak terjadi pengereman keras (dahsyat): Bila sistem kerja pengereman darurat (atau dahsyat) bekerja secara normal, maka tidak akan boleh terjadi slip antara roda dengan rel, atau dengan perkataan lain roda tetap dalam keadaan berputar. Kondisi ini tidak akan menimbulkan panas yang dapat meningkatkan suhu permukaan roda dan rel, dan dengan demikian tidak merubah sifat-sifat fisik mekanik permukaan. Indikasi telah terjadinya pengereman dahsyat adalah adanya goresan-goresan pada permukaan roda dan atau rel.

Pada pengukuran di lapangan pada bagian atau segmen rel yang melengkung (sepur 3) diamati bahwa ada bagian (sepanjang ukuran panjang lokomotif atau 30 meter) yang mengalami peningkatan kekerasan permukaan meskipun belum melewati kereta pertama dari KA 146. Hal ini



diperkirakan, karena masinis mengaktifkan rem lokomotif, sehingga terjadi peningkatan kekerasan yang disebabkan oleh roda lokomotif.

### 3 Kesimpulan

3.1 Pada rangkaian KA 146 kereta nomor 1 (KP3 65615) terjadi pengereman yang hebat sedangkan pada kereta nomor 2 (K3.65663) tidak ditemukan adanya pengereman yang hebat, angka kekerasan yang terukur pada roda-roda kereta nomor 2 dari KA 146 lebih kecil dibanding dengan angka kekerasan roda kereta nomor 1 dari KA 153 yang pada saat itu melakukan pengereman normal.

System kerja pengereman pada kereta adalah merupakan serial system, dimana jika kereta nomor 2 tidak terjadi pengereman, maka kereta nomor 3 dan selanjutnya sampai kereta yang terakhir juga tidak akan terjadi pengereman.

3.2 Kenaikan angka kekerasan pada rel yang melengkung (lihat Tabel 1.2.3.b) sekitar 30 meter.

3.3 Pada ruas rel dari arah Cirebon sebelum memasuki wesel 11A tidak ditemukan kenaikan angka kekerasan, berarti kalau pun ada pengereman pada ruas ini, pengereman tersebut tidaklah hebat (*excessive*).



### LAMPIRAN 3 PERCOBAAN Pengereman

#### Tujuan percobaan

Tujuan mengetahui kondisi sistem pengereman adalah untuk memperoleh gambaran kerja sistem pengereman rangkaian kereta bila hanya sebagian kereta yang berfungsi pada saat kejadian.

#### Cara kerja pengereman pada kereta

Pada saat lokomotif dirangkaikan pada kereta, udara bertekanan 5 kg/cm dari lokomotif dikirim ke semua pipa pembagi (*distributor valve*) untuk disalurkan ke tangki udara (*auxiliary reservoir*) sebagai persediaan udara tekan untuk melakukan pengereman.

Pada waktu Handel Rem di ruang masinis pada kedudukan jalan, maka udara di pipa rem bertekanan 5 kg/cm<sup>2</sup> yang dilakukan oleh *distributor valve* adalah:

- menyalurkan udara bertekanan 5 kg/cm<sup>2</sup> dari pipa rem menuju tangki udara (proses pengisian tangki).
- menghubungkan ruas silinder rem dengan udara luar (pengosongan silinder rem atau lepas rem).

Pada waktu masinis menggerakkan handel rem (melakukan pengereman), pipa rem seluruh rangkaian kereta mengalami penurunan tekanan karena dibocorkan ke udara melalui handel rem pada saat masinis melakukan pengereman.

Kedudukan mengerem ada dua macam yaitu:

- kedudukan rem biasa dapat mengatur penurunan tekanan udara di pipa rem (pipa abar) antara 4,7 kg/cm<sup>2</sup> s.d 3,5 kg/cm<sup>2</sup>. Pada saat pengereman awal tekana pipa rem turun menjadi 4,7 kg/cm<sup>2</sup> maka distributor valve mengirimkan udara dari tangki udara ke silinder rem dengan tekanan sebesar 0,8 kg/cm<sup>2</sup>, selanjutnya ketika handel rem digerakan terus hingga kedudukan rem maksimum maka tekanan pipa rem akan turun kembali menjadi 3,5 kg/cm<sup>2</sup>.
- Kedudukan rem darurat : handel rem oleh masinis digerakan ke kedudukan darurat pada waktu terjadi bahaya atau untuk menghindari bahaya kecelakaan kereta api. Pada kedudukan ini handel rem membocorkan udara di pipa rem hingga menjadi nol atau tanpa tekanan. Dalam keadaan pipa rem bertekanan nol maka secara otomatis dan sangat cepat distributor valve menyalurkan tekanan udara dari tangki udara ke silinder rem sebesar 3,8 kg/jam<sup>2</sup>.

Distributor valve saat dilakukan pengereman adalah sebagai berikut:

- masinis menggerakkan handel rem ke dudukan rem, baik dengan pengereman biasa maupun pengereman darurat.
- katup darurat atau "rem bahaya" di ruang masinis atau di ruang penumpang kereta api ditarik.
- rangkaian kereta api putus dalam perjalanan
- kran pipa abar pada ujung kereta atau lokomotif ada yang terbuka
- terjadi kebocoran yang cukup keras pada pipa abar atau pada slang sambungan pipa rem (slang air brake).
- Masinis tertidur dan alat pengaman rem otomatis (*deadman pedal*) bekerja
- Kecepatan kereta api melampaui batas.

Semua kejadian yang disebutkan pada poin-poin di atas akan menjadi penyebab turunnya tekanan udara pada pipa rem, yang dengan sendirinya distributor valve melakukan pengereman (mengalirkan udara dari tangki udara menuju silinder rem).

### Metoda yang dipergunakan

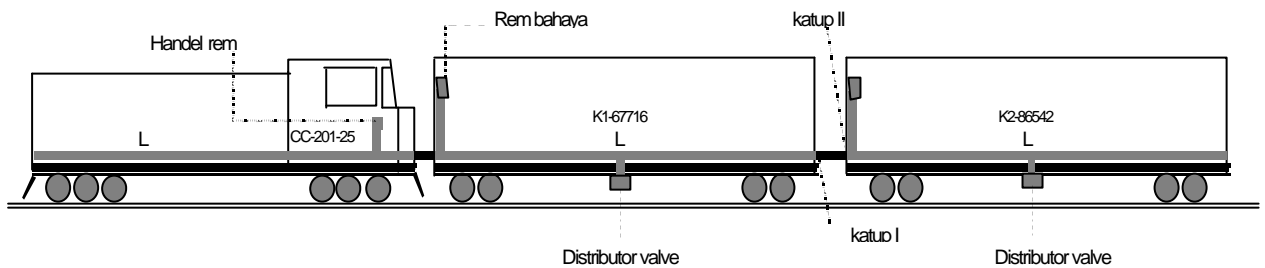
Metoda ujicoba adalah dengan melakukan prosedur pengereman statik sesuai dengan manual pengoperasian. Percobaan menggunakan lokomotif CC.201, sedang rangkaian kereta api KA146 menggunakan lokomotif CC.203. Meskipun lokomotif berbeda, namun secara teknis tidak ada perbedaan diantara kedua sistem pengereman CC.201 dan CC.203, sehingga ujicoba ini dapat dipergunakan.

Jumlah kereta (K3) yang digunakan adalah dua kereta, yakni untuk mensimulasikan kinerja rangkaian kereta pertama dan kedua (lihat Gambar 1).

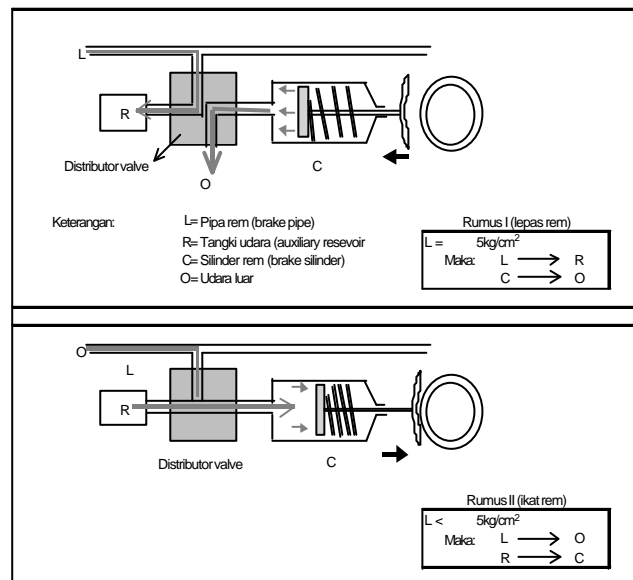
### Data teknis lokomotif dan kereta

Lokomotif	CC.201-25
Kereta K3 pertama	K1 67716
Kereta K3 kedua	K2 86542

Pengujian dilakukan oleh petugas-petugas PT KAI Daop III Cirebon



Gambar 1. Sketsa sistem pengereman kereta api pada saat pengujian



Gambar 2. Sketsa dari distributor valve

Tabel 1. Program pengujian

	Katup II	Katub I	Tekanan Lok. Atm	Throttle Posisi	Handle rem lok	Rem Krt I	Rem Krt II	Manometer belakang Atm
1	Buka	Buka	5	Netral	Buka	Buka	Buka	5
2	Tutup	Buka	3.5	Netral	Buka	Ikat	Buka	5
3	Tutup	Buka	3.5	Netral	Ikat	Ikat	Buka	5
4	Tutup	Buka	3.7	4	Buka	Ikat	Buka	5
5	Tutup	Buka	3.7	4	Ikat	Ikat	Buka	5
	Katup II	Katub I	Tekanan Lok. Atm	Throttle Posisi	Handle rem lok	Rem Krt I	Rem Krt II	Manometer belakang Atm
6	Buka	Tutup	5	Netral	Buka	Buka	Buka	5
7	Buka	Tutup	2.5	Netral	Ikat	Ikat	Buka	5
8	Buka	Tutup	5	4	Buka	Buka	Buka	5
9	Buka	Tutup	2.5	4	Ikat	Ikat	Ikat	5

Catatan:

1. Katup pada kereta pertama pada bagian muka dan belakang, pada kondisi tertutup tidak terjadi pembuangan.
2. Katup pada kereta kedua pada bagian muka dan belakang pada posisi tertutup terjadi pembuangan. Pada katup depan atau pada gambar tersebut sebagai katup II pada beberapa kali operasi buka dan tutup, laju pembuangan tidak sama, dimana terkadang laju pembuangan kecil dan terkadang besar.
3. Posisi katup bagian depan dari kereta pertama selalu terbuka selama pengujian dan begitu juga posisi katup belakang dari kereta kedua dalam kondisi terbuka dan dihubungkan dengan manometer sebagai penutupnya.

### Evaluasi Hasil Uji Pengereman

Pada uji pengereman nomor 2 sampai 5 dengan kondisi katup II ditutup, dengan adanya pembuangan yang cukup besar (*valve/ stop kock*) maka kereta pertama (terdepan) akan mengalami pengereman. Petunjuk tekanan (manometer) di kabin lokomotif memperlihatkan penurunan angka tekanan. Dalam kondisi ini masinis akan mengetahui atau merasakan adanya pengereman baik dari pengamatan kecepatan secara visual ataupun dari pengamatan penurunan angka tekanan pada manometer.

Pada kondisi uji nomor 4, diamati penurunan tekanan manometer pada throttle posisi 4 menjadi lebih kecil dibandingkan dengan throttle pada posisi netral, sehingga kekuatan pengereman pada kereta pertama (terdepan) akan berkurang. Jika pada kondisi tersebut laju pembuangan pada *stop kock/valve* semakin kecil atau tidak terjadi pembuangan sama sekali, dengan laju supply udara lebih besar daripada laju pembuangannya. Ini berarti bahwa seakan-akan kereta dalam kondisi normal (manometer tidak menunjukkan penurunan tekanan), dan tidak terjadi pengereman. Bila dilakukan pengereman maka hanya kereta pertama (terdepan) yang mengalami pengereman.

Jika kondisi katup seperti pada kereta pertama, dimana tidak ada pembuangan seperti pada uji coba nomor 6 sampai 9, maka masinis tidak akan mengetahui jika ada katup yang tertutup, dimana pada kondisi seperti ini penunjuk tekanan manometer tidak mengalami penurunan dan tidak ada kereta yang mengalami pengereman. Pengereman hanya terjadi jika masinis memberi input pengereman dan pengereman hanya terjadi dimuka katup yang tertutup, dalam hal ini hanya akan terjadi pada kereta pertama.

Pada katup yang bila ditutup tidak terjadi pembuangan udara, hal ini dikarenakan lubang pembuangannya yang ada dikatup tertutup juga. Penutupan lubang ini banyak disebabkan karena alasan operasional, dimana banyak terjadi kebocoran sewaktu katup dalam posisi buka (normal), sehingga banyak mengganggu perjalanan kereta. Namun penutupan ini mengurangi tingkat keselamatan dari system pengamanan pengereman tersebut.

### **Analisa**

Jika kran di lokomotif tertutup dan kran di kereta pertama tertutup maka:

- Angin di pipa abar kereta tekanannya tetap  $5 \text{ kg/cm}^2$  tidak dapat dipengaruhi oleh rem otomatis di lokomotif (putus hubungan).
- Jarum meter tekanan pipa abar di lokomotif tidak berubah, tetap menunjuk  $5 \text{ kg/cm}^2$  (tidak ada pengereman) dan masinis tidak merasakan ketidak beresan pada sistem pengereman.
- Kereta dapat berangkat seperti biasa karenanya perlu selalu dilakukan uji rem statis sebelum keberangkatan.
- Bila di dalam perjalanan masinis menggerakkan handel rem otomatis, tekanan pipa abar di lokomotif turun, namun di kereta tekanan pipa abar tidak turun, sehingga tidak terjadi pengereman (rem blong).

## LAMPIRAN 4 TUAS KONTROL LOKOMOTIF

### **Tujuan**

Tujuan penelitian seluruh posisi tuas pengatur (selanjutnya disebut “handles”) pada posisi kereta berjalan maju mundur, pengereman dinamik, pengeremaan rangkaian, pengereman lokomotif dan pengereman darurat, adalah untuk memastikan letak handles pada saat-saat menjelang tabrakan. Simulasi penentuan posisi handles ini dilakukan untuk melengkapi analisis.

### **Metoda Penelitian**

Penelitian dilakukan secara visual dengan menggunakan kamera sebagai pendukung dokumentasi. Pengamatan difokuskan pada bagian muka handles dan penutup (*cover*) untuk mencari bukti-bukti benturan dan tanda-tanda lainnya yang dapat membantu untuk menunjukkan letak handles sesaat sebelum terjadi kecelakaan. Catatan: control panel dan handle-handle dari lokomotif CC20317 masih terpasang di kabin lokomotif.

### **Hasil pengamatan visual**

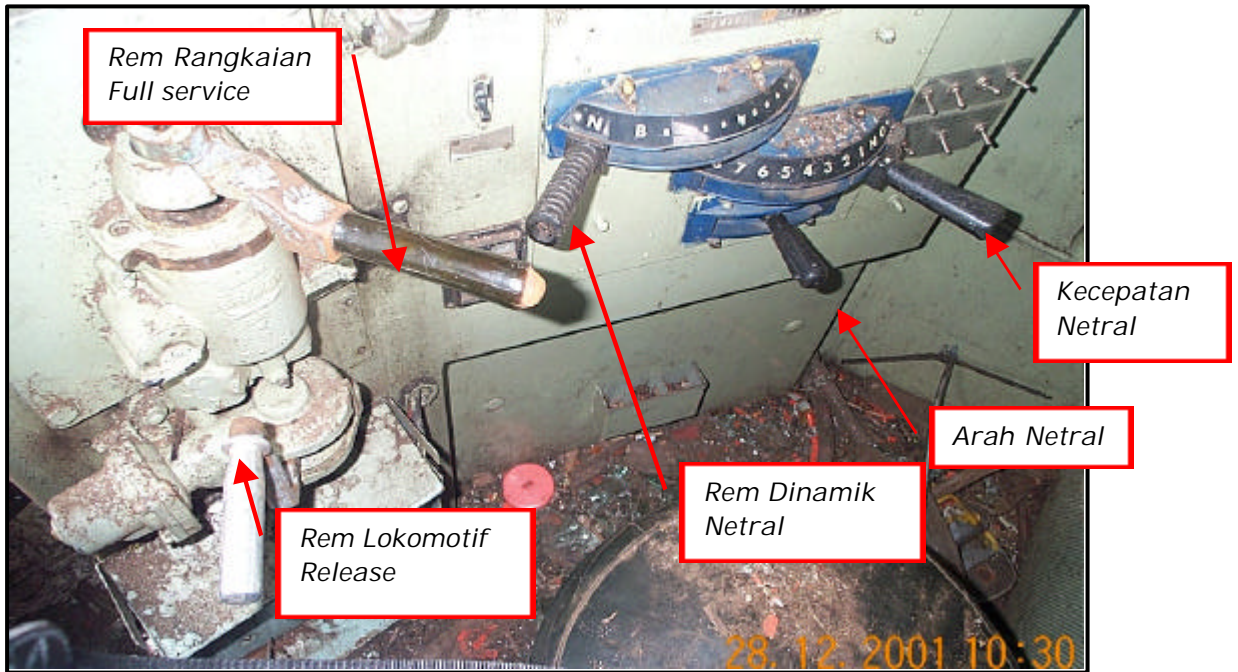
Kondisi control panel dari lokomotif Empu Jaya CC20317, posisi handle-handle pada gambar 1 adalah sebagai berikut: handle maju mundur pada posisi **netral**, throttle pada posisi **netral**, handle rem dinamik pada posisi **netral**, handle rem rangkaian pada posisi **full** dan handle rem lokomotif pada posisi **release** (tidak dalam kondisi pengereman). Pada plastic cover dari handle-handle tersebut tidak ditemukan goresan ataupun tanda-tanda impact.

Diamati bahwa kondisi rem bahaya yang letaknya di belakang console asisten masinis, dalam keadaan normal adalah dalam posisi buka (tidak dalam posisi pengereman) dan tersegel dengan kawat kecil. Pada saat ditemukan, posisi kawat dalam keadaan terputus dan handle dalam posisi terbuka (tidak dalam pengereman). Catatan dalam posisi bahaya kawat tersebut dapat dengan mudah diputuskan untuk melakukan pengoprasian handle tersebut.

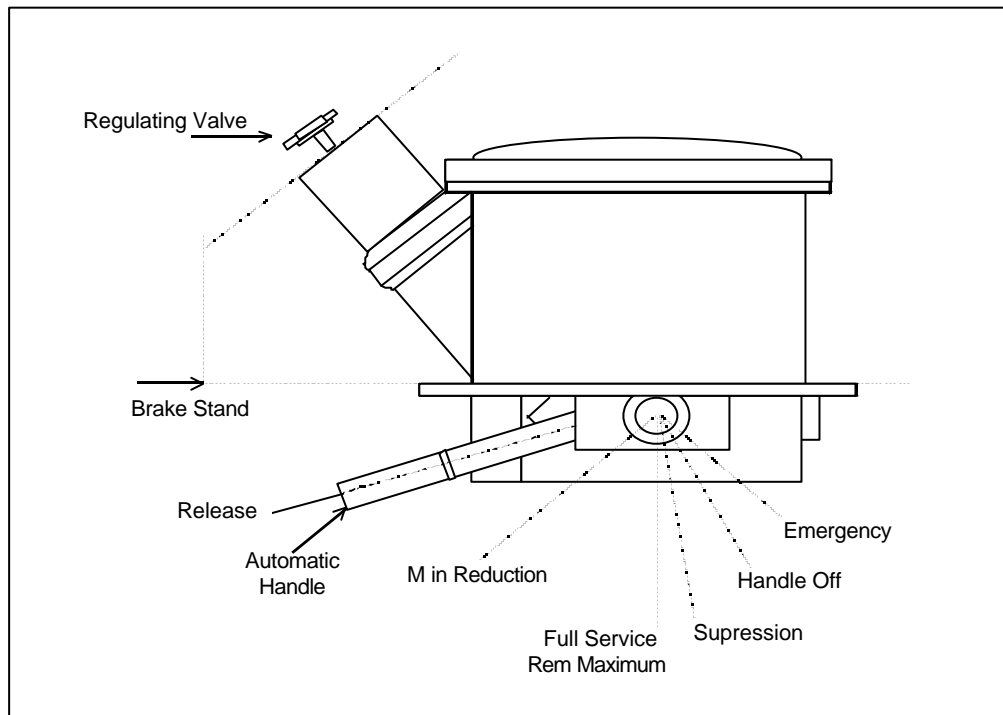
### **Analisa**

Dari hasil temuan di atas, bahwa posisi handle-handle tidak dapat membuktikan posisi sebenarnya sesaat sebelum tabrakan. Dimana posisi handle-handle tersebut dapat berubah sewaktu evakuasi para korban, ataupun berubah oleh sesuatu hal yang tidak diketahui.

Terputusnya segel kawat pada rem bahaya, hal ini dapat diakibatkan oleh beberapa hal antara lain; dioperasikan oleh salah satu dari crew, akibat terbentur sesuatu sewaktu tumburan, atau akibat lainnya yang mengakibatkan kawat tersebut terputus.



Gambar 1. Tuas-tuas Kontrol pada Lokomotif



Gambar 2. Posisi Tuas untuk Pengereman