



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENYEBAB KEBOCORAN *HIGH SPEED DIESEL*
PADA *BOSCH PUMP ENGINE* MTU 12V 493 TW10
UNIT LOKOMOTIF BB 303**

Oleh:

Muhammad Mugopphi

2302311093

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENYEBAB KEBOCORAN *HIGH SPEED DIESEL*
PADA *BOSCH PUMP ENGINE* MTU 12V 493 TW10
UNIT LOKOMOTIF BB 303**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Muhammad Mugopphi

2302311093

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PENYEBAB KEBOCORAN *HIGH SPEED DIESEL* PADA *BOSCH PUMP* *ENGINE MTU 12V 493 TW10 UNIT LOKOMOTIF BB 303*

Oleh:

Muhammad Mugopphi

NIM. 2302311093

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Asep Apriana, S.T., M.Kom.
NIP. 196211101989031004

Pembimbing 2

Ifa Saidatuningtyas, S.Si., M.T.
NIP. 198808272022032005

Kepala Program Studi Teknik Mesin
Politeknik Negeri Jakarta

Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PENYEBAB KEBOCORAN HIGH SPEED DIESEL PADA BOSCH PUMP ENGINE MTU 12V 493 TW10 UNIT LOKOMOTIF BB 303

Oleh:

Muhammad Mugopphi

NIM. 2302311093

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 15 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan
Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Ifa Saidatuningtyas, S.Si., M.T. NIP. 198808272022032005	Ketua		15 Juli 2026
2	Andy Permana Rusdja, S.ST., M.T. NIP. 199302222024061001	Penguji 1		15 Juli 2026
3	Idrus Assagaf, S.S.T., M.T. NIP. 196811042000121001	Penguji 2		15 Juli 2026

Depok, 15 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP.197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Mugopphi

NIM : 2302311093

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 15 Juli 2026

Muhammad Mugopphi
NIM. 2302311093



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PENYEBAB KEBOCORAN *HIGH SPEED DIESEL* PADA *BOSCH PUMP ENGINE* MTU 12V 493 TW10 UNIT LOKOMOTIF BB 303

Muhammad Mugopphi¹⁾, Asep Apriana²⁾, Ifa Saidatuningtyas³⁾

¹⁾Program Studi Diploma Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16425

²⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

³⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

Email: muhammad.mugopphi.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Lokomotif BB 303 merupakan lokomotif diesel hidrolik yang menggunakan engine MTU 12V 493 TW10 sebagai penggerak utamanya. Dalam pengoperasiannya, ditemukan permasalahan berupa kebocoran High Speed Diesel (HSD) pada area Bosch Pump yang disebabkan oleh pecahnya pipa fuel line assy, sehingga berdampak pada penurunan performa mesin, pemborosan bahan bakar, dan terganggunya kelancaran operasional lokomotif. Penelitian ini menggunakan metode Root Cause Analysis (RCA) dengan pendekatan Fishbone Diagram yang difokuskan pada empat faktor utama, yaitu Man (Manusia), Material (Bahan), Method (Metode), Machine (Mesin), dan *Environment* (Lingkungan) untuk memetakan seluruh faktor penyebab kebocoran, kemudian diperdalam melalui 5 Whys Analysis guna menemukan akar penyebab dari setiap permasalahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebocoran HSD disebabkan oleh pemasangan pipa yang tidak memperhatikan radius lekukan standar OEM, Bosch Pump yang belum dikalibrasi sesuai interval perawatan, serta kondisi clamp dan bracket penopang pipa yang longgar atau hilang. Secara keseluruhan, akar penyebab utama yang teridentifikasi adalah kurangnya pengawasan manajemen terhadap pelaksanaan perawatan dan kalibrasi, serta SOP preventive maintenance yang belum lengkap dan komprehensif. Dengan demikian, penggantian pipa fuel line assy harus sesuai spesifikasi OEM, kalibrasi Bosch Pump secara berkala, pemeriksaan dan penggantian clamp yang rusak, serta penyempurnaan SOP dan peningkatan pengawasan manajemen terhadap pelaksanaan perawatan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Kata Kunci: *High Speed Diesel* (HSD), *Bosch Pump*, pipa *fuel line assy*, *Root Cause Analysis* (RCA), *5 Whys Analysis*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PENYEBAB KEBOCORAN *HIGH SPEED DIESEL* PADA *BOSCH PUMP ENGINE* MTU 12V 493 TW10 UNIT LOKOMOTIF BB 303

Muhammad Mugopphi¹⁾, Asep Apriana²⁾, Ifa Saidatuningtyas³⁾

¹⁾Program Studi Diploma Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

²⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

³⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

Email: muhammad.mugopphi.tn23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

The BB 303 locomotive is a hydraulic diesel locomotive that uses the MTU 12V 493 TW10 engine as its primary driver. In its operation, an issue was found in the form of High Speed Diesel (HSD) leakage in the Bosch Pump area, caused by a ruptured fuel line assy pipe. This led to decreased engine performance, excessive fuel consumption, and disruption to the smooth operation of the locomotive. This research uses the Root Cause Analysis (RCA) method with a Fishbone Diagram approach, focusing on four main factors: Man, Material, Method, Machine, and Environment, to map all factors causing the leakage. The analysis is further deepened through the 5 Whys Analysis to identify the root cause of each problem. The results indicate that the HSD leakage was caused by improper pipe installation that did not consider the OEM standard bend radius, Bosch Pump that had not been calibrated according to maintenance intervals, and loose or missing clamps and pipe support brackets. Overall, the main root cause identified is a lack of management supervision over the implementation of maintenance and calibration, as well as incomplete and non-comprehensive preventive maintenance SOPs. Therefore, replacement of the fuel line assembly pipe must comply with OEM specifications, regular calibration of the Bosch Pump must be conducted, inspection and replacement of damaged clamps is necessary, and SOP improvements and increased management supervision of maintenance implementation are required to resolve these issues.

Keywords: *High Speed Diesel (HSD), Bosch Pump, fuel line assy pipe, Root Cause Analysis (RCA), 5 Whys Analysis*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “PENYEBAB KEBOCORAN *HIGH SPEED DIESEL* PADA *BOSCH PUMP ENGINE* MTU 12V 493 TW10 UNIT LOKOMOTIF BB 303”, telah diselesaikan. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulis tidak lupa dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT. yang telah memberikan banyak nikmat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Orang tua dan Kakak tercinta. Terima kasih penulis ucapkan atas segala doa, pengorbanan, dukungan, kasih sayang, dan ketulusan yang telah diberikan selama ini. Setiap doa yang dipanjatkan, setiap dukungan yang diberikan, dan setiap pengorbanan yang dilakukan menjadi kekuatan besar bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Asep Apriana, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Ifa Saidatuningtyas, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Seluruh jajaran dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah membagikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan hingga pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman kelas *Maintenance 23* yang telah memberikan dukungan, semangat, hiburan, serta menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan ini.
9. Teman-teman M23 atas setiap momen, bantuan, canda tawa, dan kenangan berharga yang telah dilalui bersama. Terima kasih atas perjalanan yang telah dilewati, semoga setiap cerita dan pengalaman yang tercipta menjadi kenangan yang selalu dikenang.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan di masa yang akan datang. Penulis juga berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan membantu menambah wawasan bagi semua orang.

Depok, 25 Juni 2026

Muhammad Mugopphi
NIM. 2302311093



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Pengumpulan Data.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Lokomotif.....	5
2.2 Lokomotif BB 303.....	6
2.3 <i>High Speed Diesel</i> (HSD).....	7
2.4 <i>Bosch Pump</i>	8
2.4.1 <i>Governor</i>	9
2.4.2 <i>Camshaft</i>	9
2.4.3 <i>Plunger Dan Barrel</i>	10
2.4.4 <i>Delivery Valve</i>	11
2.4.5 <i>Spring</i>	11
2.4.6 <i>Control Sleeve</i>	12
2.4.7 <i>Control Rack</i>	13
2.4.8 <i>Tappet Roller</i>	13



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5 Pipa <i>Fuel Line Assy</i>	14
2.6 Mesin Diesel	14
2.7 <i>Engine MTU 12V 493 TW10</i>	15
2.8 Kebocoran <i>High Speed Diesel (HSD)</i> Pada <i>Bosch Pump</i>	16
2.9 Perawatan (<i>Maintenance</i>)	17
2.9.1 <i>Preventive Maintenance</i>	17
2.9.2 <i>Corrective Maintenance</i>	18
2.9.3 <i>Scheduled Maintenance</i>	18
2.9.4 Pemeliharaan Rutin (<i>Routine Maintenance</i>)	18
2.10 Metode <i>Root Cause Analysis (RCA)</i>	18
2.11 <i>Fishbone Diagram</i>	19
2.12 <i>5 Whys Analysis</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir	21
3.2 Penjelasan Langkah-Langkah Dari Diagram Alir	22
3.3 Metode Pemecahan Masalah	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Kebocoran <i>High Speed Diesel (HSD)</i> Pada <i>Bosch Pump</i>	25
4.1.1 Masalah Terjadi	25
4.2 <i>Root Cause Analysis (RCA)</i>	26
4.2.1 <i>Man</i>	27
4.2.2 <i>Material</i>	28
4.2.3 <i>Method</i>	28
4.2.4 <i>Machine</i>	29
4.2.5 <i>Environment</i>	30
4.3 Metode <i>5 Whys Analysis</i>	31
4.4 Pembahasan Hasil Analisa	32
4.4.1 Rekapitulasi <i>Root Cause Analysis</i>	33
4.5 Usulan Pemecahan Masalah	35
4.5.1 Tindakan Perbaikan (<i>Corrective Action</i>)	35
4.5.2 Tingkatkan <i>Preventive Maintenance</i>	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	44





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lokomotif.....	6
Gambar 2.2 Lokomotif BB 303	7
Gambar 2.3 Bosch Pump	8
Gambar 2.4 Governor.....	9
Gambar 2.5 Camshaft.....	10
Gambar 2.6 Plunger dan Barrel.....	10
Gambar 2.7 Delivery Valve.....	11
Gambar 2.8 Spring	12
Gambar 2.9 Control Sleeve.....	12
Gambar 2.10 Control Rack	13
Gambar 2.11 Tappet Roller	14
Gambar 2.12 Pipa Fuel Line Assy	14
Gambar 2.13 Mesin Diesel.....	15
Gambar 2.14 Engine MTU 12V 493 TW10.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	21
Gambar 4.1 Retakan Pipa Fuel line assy.....	26
Gambar 4.2 Fishbone Diagram	27
Gambar 4.3 Fishbone Diagram Faktor Man (Manusia).....	27
Gambar 4.4 Fishbone Diagram Faktor Material (Bahan)	28
Gambar 4.5 Fishbone Diagram Faktor Method (Metode)	29
Gambar 4.6 Fishbone Diagram Faktor Machine (Mesin).....	30
Gambar 4.7 Fishbone Diagram Faktor Environment (Lingkungan).....	30



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 4.5 5 Whys Analysis.....	31
Tabel 4.6 Rekapitulasi Root Cause Analysis.....	33



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kereta api menjadi salah satu moda transportasi darat yang berperan penting dalam menunjang mobilitas masyarakat dan pengiriman barang di berbagai wilayah Indonesia [1]. Sebagai salah satu moda transportasi darat, kereta api menjadi pilihan masyarakat karena mampu mengangkut penumpang dalam jumlah besar serta memiliki berbagai keunggulan. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api, perkeretaapian adalah suatu sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur yang mendukung penyelenggaraan transportasi kereta api [2]. Pengelolaan dan penyelenggaraan layanan transportasi kereta api di Indonesia dilaksanakan oleh PT Kereta Api Indonesia (Persero). PT Kereta Api Indonesia (Persero) terus berupaya menjaga keandalan armadanya, di mana kinerja perkeretaapian sangat dipengaruhi oleh kondisi mesin diesel sebagai sumber tenaga utama.

Salah satu lokomotif yang diandalkan adalah lokomotif seri BB 303 yang menggunakan *engine* tipe MTU 12V 493 TW10. Pada sistem bahan bakar lokomotif ini, digunakan *Bosch Pump* yang memiliki peran penting untuk memompa dan mendistribusikan bahan bakar jenis *High Speed Diesel* (HSD). *Bosch Pump* akan menekan bahan bakar menuju *injector* dengan tekanan tinggi sehingga bahan bakar dapat keluar melalui lubang *injector* yang berukuran kecil dalam bentuk kabut halus [3].

Dalam pengoperasian di lapangan, salah satu permasalahan yang ditemukan berupa kebocoran HSD pada area *Bosch Pump*. Kebocoran tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor teknis. Apabila masalah kebocoran ini tidak segera ditangani, hal tersebut dapat menimbulkan berbagai dampak kerugian. Dampak langsung yang terjadi antara lain penurunan performa dan efisiensi mesin, pemborosan konsumsi bahan bakar, hingga risiko keselamatan seperti bahaya kebakaran dan pencemaran lingkungan sekitar [4]. Secara lebih luas, kebocoran bahan bakar ini akan mengganggu keandalan operasional

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lokomotif yang pada akhirnya dapat memengaruhi kelancaran transportasi kereta api secara keseluruhan.

Oleh karena itu, diperlukan analisis yang mendalam untuk mengetahui akar penyebab utama terjadinya kebocoran *High Speed Diesel* (HSD) pada *Bosch Pump* agar dapat dilakukan tindakan perawatan (*maintenance*) dan perbaikan yang tepat sasaran. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama suatu permasalahan adalah *Root Cause Analysis* (RCA). *Root Cause Analysis* (RCA) adalah metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu masalah. Metode ini dilakukan melalui langkah-langkah yang sistematis dengan bantuan berbagai alat analisis untuk menemukan penyebab utama terjadinya suatu permasalahan [5]. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis melakukan penelitian dengan judul "Penyebab Kebocoran *High Speed Diesel* pada *Bosch Pump Engine* MTU 12V 493 TW10 Unit Lokomotif BB 303". Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kebocoran HSD pada *Bosch Pump*, menentukan akar penyebab permasalahan menggunakan metode RCA dan 5 *Whys Analysis*, serta memberikan rekomendasi tindakan perbaikan dan pencegahan guna meningkatkan keandalan dan kinerja lokomotif BB 303.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk mendapat hasil penyebab kebocoran HSD pada *Bosch Pump* maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Apa saja faktor penyebab terjadinya kebocoran HSD pada *Bosch Pump engine* MTU 12V 493 TW10 pada unit lokomotif BB 303?
2. Bagaimana upaya perawatan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kebocoran HSD pada *Bosch Pump*?

1.3 Batasan Masalah

Diperlukan ruang lingkup atau batasan masalah dalam melakukan penelitian sehingga pembahasan lebih jelas dan terarah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Pokok penyebab kebocoran *High Speed Diesel* (HSD) akan difokuskan pada pipa *fuel line assy* (saluran eksternal dari *Bosch Pump* menuju *nozzle*), tidak membahas kerusakan pada komponen internal *Bosch Pump* (seperti *plunger*, *delivery valve*, dsb).
2. Penelitian ini tidak membahas aspek perhitungan kekuatan struktur (*structural strength calculation*) atau simulasi numerik (*finite element analysis*) pada pipa *fuel line assy*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai penulis dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab utama kebocoran *High Speed Diesel* (HSD) pada *Bosch Pump*.
2. Dapat menentukan tindakan pencegahan terjadinya kebocoran HSD pada *Bosch Pump*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan antara lain:

1. Mengetahui penyebab dan cara pencegahan kebocoran *High Speed Diesel*
2. Menambah pengetahuan serta wawasan mahasiswa terkait unit lokomotif BB 303
3. Dapat menjadi referensi bagi peneliti lain yang ingin mempelajari lebih lanjut tentang penyebab kebocoran bahan bakar.
4. Dapat digunakan sebagai bahan referensi dalam penyusunan karya tulis ilmiah bagi mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Pada penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menerapkan metode *Root Cause Analysis* (RCA) sebagai alat untuk menelusuri dan menemukan akar penyebab suatu permasalahan. Penulis mengumpulkan data yang diperlukan melalui beberapa metode, yaitu sebagai berikut:

1. Pengamatan lapangan dengan cara mengumpulkan data-data langsung pada

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lokasi penelitian, serta melakukan wawancara dengan teknisi lapangan.

2. Studi literatur, dengan cara mengumpulkan data dari *manual book MTU engine* dan sumber-sumber literatur terkait.
3. Konsultasi langsung dengan dosen pembimbing dan teknisi terkait yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “Penyebab Kebocoran *High Speed Diesel* pada *Bosch Pump Engine* MTU 12V 493 TW10 Unit Lokomotif BB 303” adalah:

1. BAB I PENDAHULUAN

BAB ini meliputi latar belakang penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penulisan tugas akhir dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB ini berisi landasan teori tentang Penyebab Kebocoran *High Speed Diesel* pada *Bosch Pump Engine* MTU 12V 493 TW10 Unit Lokomotif BB 303.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB ini berisi penjelasan mengenai tahapan penyusunan tugas akhir serta metode-metode yang digunakan dalam proses penyusunannya.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB ini berisi pembahasan mengenai topik utama yang dipilih dalam tugas akhir ini.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

BAB ini berisi kesimpulan yang dapat diambil dan saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil tinjauan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN****5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap permasalahan kebocoran *High Speed Diesel* (HSD) pada *Bosch Pump Engine* MTU 12V 493 TW10 Unit Lokomotif BB 303 menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan pendekatan *Fishbone Diagram* dan *5 Whys Analysis*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor-Faktor Penyebab Kebocoran HSD pada *Bosch Pump*

Berdasarkan analisis menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan pendekatan *Fishbone Diagram* dan *5 Whys Analysis*, ditemukan bahwa penyebab kebocoran *High Speed Diesel* (HSD) pada *Bosch Pump Engine* MTU 12V 493 TW10 Unit Lokomotif BB 303 adalah sebagai berikut:

- a. Faktor *Man* (Manusia): Teknisi kurang memperhatikan radius lekukan pipa saat pemasangan pipa *fuel line assy*, serta mengabaikan *daily check*. Kondisi ini menimbulkan tegangan berlebih (*stress concentration*) pada lekukan pipa.
- b. Faktor *Material* (Bahan): Tidak adanya inspeksi terhadap material pipa baru menyebabkan kualitas dan spesifikasi pipa yang terpasang kurang sesuai dengan tekanan operasional, sehingga pipa mudah mengalami kelelahan material (*fatigue*).
- c. Faktor *Method* (Metode): SOP *preventive maintenance* belum mencakup pemeriksaan spesifik terhadap kondisi dan kedudukan pipa *fuel line assy*. Pola kerja teknisi juga masih berorientasi pada *corrective maintenance* (baru bertindak setelah rusak), bukan pencegahan.
- d. Faktor *Machine* (Mesin): Frekuensi *start-stop* mesin yang tinggi menyebabkan pipa menerima siklus pembebanan berulang, yang lambat laun menurunkan ketahanan material hingga akhirnya pecah dan menyebabkan hilangnya tekanan suplai HSD.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- e. Faktor *Environment* (Lingkungan): Suhu lingkungan yang tinggi serta paparan getaran mesin secara terus-menerus mempercepat proses degradasi dan kelelahan material pipa.
 - f. Kurangnya pengawasan manajemen terhadap standar pemasangan komponen dan pelaksanaan kalibrasi *Bosch Pump* secara berkala.
 - g. SOP *preventive maintenance* yang belum lengkap dan komprehensif, khususnya dalam mencakup pemeriksaan kondisi *clamp* dan *bracket* penopang pipa *fuel line assy*. Kedua hal ini menunjukkan bahwa permasalahan kebocoran *High Speed Diesel* (HSD) bukan semata-mata kegagalan teknis komponen, melainkan mencerminkan kurangnya pada aspek manajemen perawatan dan kelengkapan standar prosedur operasional.
2. Upaya Perawatan untuk Mencegah Kebocoran pada *Bosch Pump*
- Tindakan perawatan yang tepat untuk mencegah terulangnya kebocoran *High Speed Diesel* (HSD) meliputi:
- a. Penggantian pipa *fuel line assy* yang baru dengan memastikan radius lekukan sesuai spesifikasi OEM disertai inspeksi menyeluruh sebelum engine dihidupkan kembali.
 - b. Kalibrasi *Bosch Pump* untuk memastikan tekanan injeksi kembali sesuai standar.
 - c. Pemeriksaan, pengencangan, serta penggantian *clamp* dan *bracket* penopang pipa *fuel line assy* yang longgar atau hilang agar getaran *engine* tidak langsung diteruskan ke pipa.
 - d. Untuk jangka panjang, diperlukan peningkatan *preventive maintenance* melalui penyempurnaan SOP pemasangan dengan mencantumkan standar radius lekukan minimum, penjadwalan kalibrasi *Bosch Pump* secara rutin, serta penambahan item pengecekan *clamp* pipa *fuel line* dalam *checklist* PM.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan di atas, berikut adalah saran yang dapat diberikan kepada berbagai pihak terkait:

1. Saran Untuk Perusahaan Penelitian

a. Percepatan Interval Kalibrasi *Bosch Pump*

Interval kalibrasi *Bosch Pump* yang saat ini ditetapkan setiap 72 bulan (P72) dinilai terlalu panjang mengingat tingginya intensitas operasional Lokomotif BB 303 dan kondisi lingkungan kerja yang cukup berat. Disarankan agar interval kalibrasi diperpendek menjadi setiap 12 bulan (P12) atau disesuaikan dengan jam operasional aktual lokomotif. Kalibrasi yang lebih sering memungkinkan deteksi dini terhadap penyimpangan tekanan injeksi sebelum tekanan berlebih sempat merusak komponen pipa *fuel line assy*. Jadwal kalibrasi yang diperbarui ini juga harus dicatatkan secara sistematis dalam sistem manajemen perawatan agar dapat dipantau oleh manajemen secara berkala.

b. Penyempurnaan SOP *Preventive Maintenance* Sistem Bahan Bakar

SOP *preventive maintenance* yang berlaku saat ini perlu direvisi dan diperlengkap dengan menambahkan item-item pemeriksaan yang selama ini belum tercakup, yaitu: pemeriksaan radius lekukan pipa *fuel line assy* terhadap spesifikasi OEM, pengecekan kondisi dan kekencangan seluruh *clamp* serta *bracket* penopang pipa *fuel line assy*, serta verifikasi posisi dan jalur pemasangan pipa secara keseluruhan. Selain itu, SOP pemasangan komponen pipa *fuel line assy* harus dibuat secara terpisah dan lebih detail, mencantumkan standar radius lekukan minimum, serta kewajiban inspeksi visual oleh *supervisor* sebelum unit dioperasikan kembali.

c. Peningkatan Pengawasan Manajemen Perusahaan Terhadap Pelaksanaan Perawatan

Manajemen perusahaan disarankan untuk membangun sistem pengawasan yang lebih ketat terhadap pelaksanaan *preventive maintenance*, serta pemberian pelatihan rutin kepada teknisi guna



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memastikan seluruh proses perawatan dilakukan sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP), meningkatkan kompetensi teknisi, serta mencegah terjadinya kegagalan komponen akibat kesalahan pemasangan maupun kelalaian dalam proses pemeliharaan.

2. Saran Untuk Pengembangan Penelitian Selanjutnya

a. Analisis Kelelahan Material (*Fatigue Analysis*)

Penelitian ini mengidentifikasi *fatigue* sebagai salah satu penyebab retak pada pipa *fuel line assy*. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis kelelahan material secara kuantitatif menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) atau pengujian material di laboratorium untuk menentukan batas siklus tekanan (*fatigue life*) pipa *fuel line assy* pada kondisi operasional Lokomotif BB 303 yang sebenarnya, sehingga interval penggantian preventif komponen ini dapat ditentukan secara lebih presisi.

b. Evaluasi Efektivitas SOP

Penelitian ini menghasilkan rekomendasi SOP *preventive maintenance*. Sebagai tindak lanjut, diperlukan penelitian yang mengkaji efektivitas SOP yang telah direvisi setelah diterapkan dalam jangka waktu tertentu (misalnya 12 atau 24 bulan). Penelitian evaluasi ini dapat menggunakan indikator seperti penurunan frekuensi kejadian kebocoran *High Speed Diesel* (HSD), pengurangan *downtime* lokomotif akibat kerusakan sistem bahan bakar, dan peningkatan keandalan operasional secara keseluruhan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Karunianingrum and H. Widyastuti, "Penilaian Indeks Kualitas Jalan Rel (Track Quality Index) berdasarkan Standar Perkeretaapian Indonesia (Studi Kasus : Cirebon-Cikampek)," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 18, p. 81, Feb. 2020, doi: 10.12962/j2579-891X.v18i1.5710.
- [2] K. Biomantara and H. Herdiansyah, "Peran Kereta Api Indonesia (KAI) sebagai Infrastruktur Transportasi Wilayah Perkotaan," *Cakrawala*, vol. 19, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [3] A. Adnan, Iqna Al Musyaddad, and Rivaldi Pratama, "Pengaruh Kerja injektor Pada Proses Pembakaran Mesin Diesel," *Hengkara Majaya*, vol. 3, no. 1, pp. 30–36, 2023, doi: 10.61759/hmj.v3i1.46.
- [4] S. Marsudi and D. A. W. Yanti, "The Impact of Fuel Quality on the Performance and Maintenance of the Ship's Main Engine," *J. Apl. Pelayaran Dan Kepelabuhanan*, vol. 16, no. 1, pp. 154–162, 2025, doi: 10.30649/japk.v16i1.185.
- [5] W. Maulia and W. Sulistiyowati, "Product Quality Control Using QCC, FMECA and RCA Methods at PT Tirta Sukses Perkasa," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1302.
- [6] D. S. Atmaja, I. Utomo, A. Zulkarnain, and N. A. Imron, "Pembuatan Dan Sosialisasi Penggunaan Alat Bantu Pelepas Inner Race Bearing Generator Lokomotif," *Madiun Spoor J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 18–26, 2023, doi: 10.37367/jpm.v3i2.284.
- [7] M. A. P. Kusuma and D. Indrawati, "EKSPLOKORASI LOKOMOTIF KERETA API INDONESIA SEBAGAI KONSEP GEOMETRI DAN PENGUKURAN DI SEKOLAH DASAR Mochamad Aditya Putra Kusuma PGSD FIP Universitas Negeri Surabaya (mochamadaditya0004@gmail.com) Delia Indrawati," *Jpgsd*, vol. 05, no. 2, pp. 2252–2263, 2021.
- [8] B. S. Wibawanto, J. P. Hapsari, A. Suprajitno, and T. Arifianto, "Analisis Peralatan Persinyalan Kereta Api dengan Persinyalan Elektrik Silsafe4000 Di Stasiun Lempuyangan Yogyakarta," *J. Perkeretaapi. Indones. (Indonesian Railw. Journal)*, vol. 6, no. 2, pp. 42–48, 2022, doi: 10.37367/jpi.v6i2.219.
- [9] H. K. Setiawan, R. Susanto, and Pramono, *FullBookSistemTransportasi*, vol. 6, no. 2. 2024.
- [10] "BB 303." [Online]. Available: <https://sites.google.com/smppl.sch.id/pt-kai-persero/lokomotif/diesel-hidrolik/bb303>
- [11] H. A. Winata, "Peningkatan Efektivitas Dan Efisiensi Lokomotif Yang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Menarik Kereta Siantar Express,” 2019.

- [12] H. M. MATONDANG, “KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALUR KERETA API NEW YOGYAKARTA INTERNATIONAL AIRPORT (NYIA), KULON PROGO – STASIUN TUGU, YOGYAKARTA,” 2017.
- [13] H. T. A. and U. PRATAMA, “Gambar II. 7 Kelandaian Jalan kolektor menuju pabrik PT Sawita Pasaman,” pp. 13–48, 2025.
- [14] B. Ali and A. Nugroho, “Analisis Pemakaian Bahan Bakar High Speed Diesel dan Biodiesel (B30) terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel PLTD 1.4 MW,” *Presisi*, vol. 18, no. 2, pp. 30–41, 2017.
- [15] N. Hamzah, M. Saini, and M. Makbul, “Penggunaan Bahan Bakar High Speed Diesel dan Marine Fuel Oil Terhadap Biaya Operasi PLTD,” *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 18, no. 1, pp. 8–19, 2020, doi: 10.31963/sinergi.v18i1.2232.
- [16] N. V. . Gea and i. G. . Sanjaya, “Pengujian Kualitas Bahan Bakar High Speed Diesel (HSD) terhadap Operasional Kapal Republik Indonesia (KRI),” *Pros. Semin. Nas. Kim. 2022*, no. September, pp. 97–103, 2022.
- [17] M. W. Firdaus, “Analisa Kerusakan Bosch Pump Guna Menunjang Kinerja Mesin Utama Di Kapal Mv. Kelimutu,” *J. Tek. Pelayaran*, 2022.
- [18] H. C. Iskandar, “DESAIN RANGKA BOSCH PUMP TIPE IN – LINE 4 SILINDER Hari Cahyono Iskandar,” pp. 101–106, 2019.
- [19] J. Elemen, J. Mesin Otomotif, P. A. Negeri Tanah Laut Jl Yani Km, and P. Tanah Laut Kalimantan Selatan, “Syahyuniar. Kalibrasi Pompa Injeksi Tipe Distributor Dalam Persamaan Aliran Bahan Bakar Engine Diesel | 61 Rusuminto Syahyuniar,” *J. Elem.*, vol. 4, no. 2, pp. 61–69, 2017.
- [20] A. Arsy, “Identifikasi Menurunnya Kerja Bosch Pump Diesel Genenrator Mv. Andhika Paramesti,” *J. Tek. Pelayaran*, 2019.
- [21] D. Setiawan, “KENDALI ALAT FUEL INJECTION PUMP TEST BENCH BERBASIS ARDUINO,” pp. 7–31, 2019.
- [22] G. Rendra, “Penyebab Kebengkokan Push Rod Pada Mesin Diesel Generator,” *Teknika*, pp. 4–29, 2022.
- [23] Y. Arifin, “Optimalisasi kerja fuel pump pada diesel generator di mv. apl jeddah,” 2024.
- [24] F. Pratama *et al.*, “Indonesian Journal of Marine Engineering Optimizing Fuel System Maintenance to Support the Performance of the Main Engine on MV. Thomas Selmer,” *Indones. J. Mar. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 47–59, 2024.
- [25] M. I. Mustajib, E. Pertama, C. Pertama, M. Imron, and M. Imron, “No



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Title,” *Sist. PEWRAWATAN TERPADU (INTEGRATED Maint. Syst.*, 2013.
- [26] D. Burgess, “Root cause analysis,” *Electron. Device Fail. Anal.*, vol. 22, no. 1, pp. 55–56, 2020, doi: 10.31399/asm.edfa.2020-1.p055.
- [27] S. Kristanto Wibowo, Sugiyarto, “Analisa dan Evaluasi : Akar Penyebab dan Biaya Sisa Material Konstruksi Proyek Pembangunan Kantor Kelurahan di Kota Solo, Sekolah, dan Pasar Menggunakan Root Cause Analysis (RCA) dan Fault Tree Analysis (FTA),” *e-Jurnal MATRIKS Tek. SIPIL*, 2013, doi: 10.25130/sc.24.1.6.
- [28] V. Andika, S. Amalia, D. Herwanto, and V. Al Fauzan, “IMPLEMENTASI METODE ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA) DAN PDCA DALAM MENGURANGI DEFECT PADA PROSES PENGECATAN KOMPONEN VELG MOBIL PADA PT XYZ,” no. September, pp. 297–304, 2025.
- [29] D. Tetap, F. Ilmu, K. Universitas, E. Unggul, K. Jeruk, and D. Sumber, “PEMANFAATAN DIAGRAM FISHBONE UNTUK MENDUKUNG,” vol. 1, pp. 150–154, 2016.
- [30] E. Aristriyana and R. Ahmad Fauzi, “Analisis Penyebab Kecacatan Produk Dengan Metode Fishbone Diagram Dan Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Pada Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis,” *J. Ind. Galuh*, vol. 4, no. 2, pp. 75–85, 2023, doi: 10.25157/jig.v4i2.3021.
- [31] S. Holifahtus Sakdiyah, N. Eltivia, and A. Afandi, “Root Cause Analysis Using Fishbone Diagram: Company Management Decision Making,” *J. Appl. Business, Tax. Econ. Res.*, vol. 1, no. 6, pp. 566–576, 2022, doi: 10.54408/jabter.v1i6.103.
- [32] W. W. Vonny Adelia, “Jurnal SENOPATI,” *Senopati*, vol. 5, no. 1, pp. 56–68, 2023.
- [33] F. Hisbullah, A. Basuki, I. Aknuranda, and A. R. Perdanakusuma, “Analisis Proses Bisnis CV Dinasty menggunakan Root Cause Analysis dan Pendekatan Lean,” vol. 7, no. 4, 2023.
- [34] Majka, “Mastering Root Cause Analysis Withthe 5 Whys Method,” 2024.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Perawatan Harian

 LEMBAR PEMERIKSAAN BERKALA LOKOMOTIF BB303			PH		UPT Depo Lokomotif : Tgl Perawatan : No. Seri Lokomotif : No. MO : KM Tempuh :		No Dokumen : Revisi ke : Tgl dikeluarkan : Halaman :	
NO	URAIAN PEKERJAAN	STANDAR	HASIL PEMERIKSAAN	OK	NOT OK	KETERANGAN		
I. LOKOMOTIF POSISI HIDUP								
1	Suara motor diesel pada putaran idle sampai full	Tidak ada suara asing						
2	Periksa bocoran bocoran pada : Motor Periksa Penunjuk meteran-meteran	Tidak ada bocoran						
3	a. Tangki Utama	Cut In 8,5-8,8 bar Cut Out 9,8-10 bar						
	b. Tekanan automatic brake	5 bar						
	c. Putaran motor diesel :	Idle (725 rpm) Full (1500 rpm)						
	d. Tekanan minyak pelumas	Idle (2 bar) Full Rpm (6 bar)						
	e. Suhu air pendingin	< 91°C						
	f. Suhu minyak Transmisi Utama	< 110°C						
	g. Amper meter	Charging						
4	Periksa kondisi pembalik arah	Berfungsi						
5	Periksa kondisi Fan Radiator	Berfungsi						
6	Periksa kondisi Independent brake dan	Berfungsi						
7	Periksa Alat Pengaman Deadman	Injak : 50 detik Lepas : 5 detik						
8	Periksa kondisi suling (hatong)	Berbunyi						
9	Periksa kondisi lampu sorot, lampu kabin,	Menyala						
10	Periksa kondisi Speedometer	Berfungsi						
II. LOKOMOTIF POSISI MATI								
1	Periksa volume :							
	a. Bahan Bakar/HSD	Cukup						
	b. Minyak motor diesel	Diantara dua garis pada dipstik						
	c. Minyak Transmisi Utama	Diantara dua garis pada dipstik						
	d. Minyak Kompresor	Diantara dua garis pada dipstik						
	e. Minyak Pompa Hydrostatic	Diantara dua garis pada gelas duga						
	f. Minyak Trasnmisi Pembagi	Diantara dua garis * pada dipstik						
	g. Air pendingin	Full						
h. Minyak gear box	Diantara dua garis pada dipstik							

CERTIFIED			
RR	RRT	RTE	SSD



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

 LEMBAR PEMERIKSAAN BERKALA LOKOMOTIF BB303			PH		UPT Depo Lokomotif : Tgl Perawatan : No. Seri Lokomotif : No. MO : KM Tempuh :		No Dokumen : Revisi ke : Tgl dikeluarkan : Halaman :	
NO	URAIAN PEKERJAAN	STANDAR	HASIL PEMERIKSAAN	OK	NOT OK	KETERANGAN		
	Drain air kondensasi :							
2	a. Tangki Utama dan udara kontrol	Bersih						
	b. Pemisah minyak dan pemisah air	Bersih						
3	Putar Filter transmisi minimum 2 kali	Lakukan						
4	Periksa kondisi boffer	Berfungsi						
5	Periksa selang air brake	2 bh						
6	Periksa rantai pengaman	4 bh						
7	Periksa baut-baut pangkon A,B,C dan D	Lengkap						
8	Periksa megie spring disk garpu pangkon	Tidak retak						
9	Periksa henrical spring	Tidak patah						
10	Periksa shock absorber Horizontal dan	Tidak lepas						
11	Periksa stang rem	Presisi						
12	Periksa baut-baut, pen-pen, dan split pen-	Lengkap						
	Periksa :							
13	a. Langkah torak silinder rem	70 - 100 mm						
	b. Tebal blok rem	Minimal 10 mm						
	Periksa inventaris lokomotif :							
	a. Pemadam Api	Tdk expired						
14	b. Stop Blok	4 bh						
	c. Bendera	2 bh merah 1 bh kuning						
	d. Skip merah semboyan 21	2 bh						
15	Periksa kondisi tinggi air battery	10 - 30 mm						

Pegawai Yang Memeriksa:

1.
2.
3.
4.
5.

PENGAWAS QC,

KR QC,

MENGETAHUI

KUPT,

NIPP.....

NIPP.....

NIPP.....

CERTIFIED			
RR	RRT	RTE	SSD



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

 LEMBAR PERAWATAN HARIAN LOKOMOTIF BB 302/303			PH		UPT Depo Lokomotif : Tgl Perawatan : No. Seri Lokomotif : No. MO : KM Tempuh :		No Dokumen : Revisi ke : Tgl dikeluarkan : Halaman :	
NO	URAIAN PEKERJAAN	STANDAR	HASIL PEMERIKSAAN	OK	NOT OK	KETERANGAN		
I. LOKOMOTIF POSISI HIDUP								
1	Suara motor diesel pada putaran idle	Tidak ada suara asing						
2	Periksa bocoran bocoran pada : Motor Diesel, Transmisi Hidrolik, Peti Roda Gigi dan Sistem Abar	Tidak ada bocoran						
	Periksa Penunjuk meteran-meteran							
	a. Tangki Utama	Cut In 8,5-8,8 bar Cut Out 9,8-10 bar						
	b. Tekanan automatic brake	5 bar						
	c. Putaran motor diesel :	Idle (725 rpm) Full (1500 rpm)						
	d. Tekanan minyak pelumas	Idle (2 bar) Full Rpm (6 bar)						
	e. Suhu air pendingin	< 91°C						
	f. Suhu minyak Transmisi Utama	< 110°C						
	g. Amper meter	Charging						
4	Periksa kondisi pembalik arah	Berfungsi						
5	Periksa kondisi Fan Radiator	Berfungsi						
6	Periksa kondisi Independent brake dan	Berfungsi						
7	Periksa Alat Pengaman Deadman	Injak : 50 detik Lepas : 5 detik						
8	Periksa kondisi suling (hatong)	Berbunyi						
9	Periksa kondisi lampu sorot, lampu kabin,	Menyala						
10	Periksa kondisi Speedometer	Berfungsi						
II. LOKOMOTIF POSISI MATI								
	Periksa volume :							
	a. Bahan Bakar/HSD	Cukup						
	b. Minyak motor diesel	Diantara dua garis pada dipstik						
	c. Minyak Transmisi Utama	Diantara dua garis pada dipstik						
	d. Minyak Kompresor	Diantara dua garis pada dipstik						
	e. Minyak Pompa Hydrostatic	Diantara dua garis pada gelas duga						
	f. Minyak Transmisi Pembagi	Diantara dua garis pada dipstik						
	g. Air pendingin	Full						
	h. Minyak gear box	Diantara dua garis pada dipstik						
	Drain air kondensasi :							
2	a. Tangki Utama dan udara kontrol	Bersih						
	b. Pemisah minyak dan pemisah air	Bersih						
3	Putar Filter transmisi minimum 2 kali	Lakukan						
4	Periksa kondisi boffer	Berfungsi						
5	Periksa selang air brake	2 buah						
6	Periksa rantai pengaman	4 buah						
7	Periksa baut-baut pangkon A,B,C dan D	Lengkap						
8	Periksa megie spring disk garpu pangkon	Tidak retak						
9	Periksa helical spring	Tidak patah						
10	Periksa shock absorber Horizontal dan Vertical	Tidak lepas						
11	Periksa stang rem	Presisi						
12	Periksa baut-baut, pen-pen, dan split pen-	Lengkap						

CERTIFIED			
RR	RRT	RTE	SSD



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KAI LEMBAR PERAWATAN HARIAN LOKOMOTIF BB 302/ 303			PH		UPT Depo Lokomotif : Tgl Perawatan : No. Seri Lokomotif : No. MO : KM Tempuh :		No Dokumen : Revisi ke : Tgl dikeluarkan : Halaman :	
NO	URAIAN PEKERJAAN	STANDAR	HASIL PEMERIKSAAN	OK	NOT OK	KETERANGAN		
13	Periksa :							
	a. Langkah torak silinder rem	70 - 100 mm						
	b. Tebal blok rem	Minimal 10 mm						
14	Periksa inventaris lokomotif :							
	a. Pemadam Api	Tdk expired						
	b. Stop Blok	4 buah						
	c. Bendera	2 buah merah 1 buah kuning						
	d. Skip merah semboyan 21	2 buah						
15	Periksa kondisi tinggi air battery	10 - 30 mm						

Pegawai Yang Memeriksa:

1.
2.
3.
4.
5.

Pengawas DC

NIPP.

Mengetahui,
KR QC

Nipp.

CERTIFIED			
RR	RRT	RTE	SSD

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Kalibrasi *Bosch Pump*



Lampiran 3. Pengecekan dan Pengencangan *Clamp/Bracket*



Lampiran 4. PEM Lokomotif BB 303 (2025 – 2026)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Wawancara Dengan Teknisi Lapangan



Lampiran 6. Test Values of the Fuel Injections Pump

mtu FRIEDRICHSHAFEN									
Test Values of the Fuel Injection Pumps									
Injection Sequences: 12-1-4-3-11-2-3-10-14-6-1-12		Cam off-set:		new pumps: 0 = 15 - 88 - 76 = 128 + 136 - 148 - 165 + 160 - 168 - 175 + 180° ± 0,10° used pumps: 0 = 15 - 88 - 76 = 128 + 136 - 148 - 165 + 160 - 168 - 175 + 180° ± 0,15°					
BOSCH Designation	MTU Item No.	Speed 1/min (rpm)	Control rack travel mm	Amount of delivery mean value at 20° C test oil temperature cm ³ /100 strokes	mean value at 40° C test oil temperature cm ³ /100 strokes	Amount of delivery difference cm ³ /100 strokes	commencement of delivery at pre-settable run from 0, d.c.	Plunger diameter mm	Section Page
PE 12 ZW 140/300	RV 11798	-	-	-	-	-	-	-	1,2
PE 12 ZW 140/300	RS 1826/11	600	18	50,8 to 54,6	50,8 to 54,6	1,8	2,50 to 2,60	16	16
PE 12 ZW 140/320	RS 1829/11	600	0	14,5 to 16,6	14,5 to 16,6	1,2	1,5	16	16
PE 12 ZW 140/320	RS 1829/11	600	9	8,2 to 10,2	8,2 to 10,2	0,8	0,8	16	16
PE 12 ZW 140/320	RS 1829/11	360	9	51,6 to 53,4	51,6 to 53,4	1,5	2,45 to 2,65	16	16
When testing, used pump values in these 3 columns to be									
				14,1 to 16,9	14,1 to 16,9	1,7			
				7,8 to 10,6	7,8 to 10,6	1,1			