



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISA KERUSAKAN INJEKTOR SEBAGAI
PENYEBAB WHITE SMOKE PADA ENGINE
CUMMINS LK 9.5 UNIT DONGFENG 375 HP
MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS***

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:
Endy Firmansyah
NIM. 2102331031

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

Juli, 2025



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISA KERUSAKAN INJEKTOR SEBAGAI
PENYEBAB WHITE SMOKE PADA ENGINE
CUMMINS LK 9.5 UNIT DONGFENG 375 HP
MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS***

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa
Pemeliharaan Alat Berat

Oleh:

**Endy Firmansyah
NIM.2102331031**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Juli, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

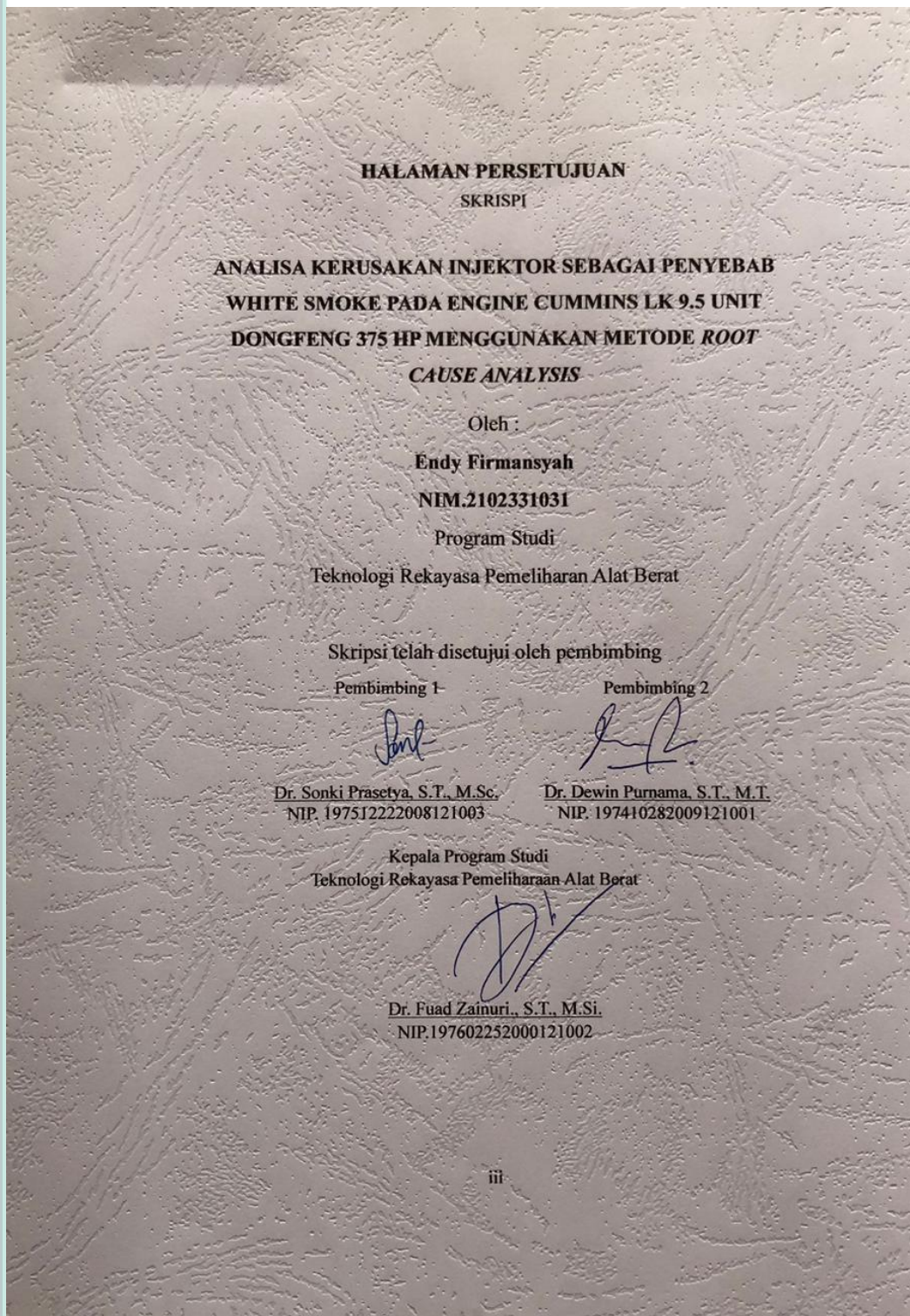
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

**ANALISA KERUSAKAN INJEKTOR SEBAGAI PENYEBAB WHITE
SMOKE PADA ENGINE CUMMINS LK 9.5 UNIT DONGFENG 375 HP
MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS***

Oleh :

Endy Firmansyah

NIM. 2102331031

Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 24 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

NO	NAMA	POSISI PENGUJI	TANDA TANGAN	TANGGAL
1	Dr. Sonki Prasetya, S.T., M. Sc. NIP. 197512222008121003	Ketua		24 Juli 2025
2	Muhammad Todaro, S.T., M. Tr. T. NIP. 1991050120241061003	Penguji 1		24 Juli 2025
3	Idrus Assagaf, S.S.T., M.T. NIP. 1968110402000121001	Penguji 2		24 Juli 2025

Depok, 24 Juli 2025 Disahkan Oleh :
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Engrita Muslimin, S.T., M.T., IWE.
NIP. 197707142008121005



© 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

LEMBAR PERNYATAAN ORSINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Endy Firmansyah

NIM : 2102331031

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan

Alat Berat

Saya menegaskan bahwa semua yang tertulis dalam Skripsi ini merupakan hasil saya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya setiap ide, gagasan, atau hasil dari orang lain yang tercantum dalam Penelitian Skripsi ini saya mengutip dan merujuk sesuai dengan kaidah etika ilmiah.

Pernyataan ini benar-benar saya buat.

Depok, 24 Juli 2025


Endy Firmansyah

NIM. 2102331031



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

ANALISA KERUSAKAN INJEKTOR SEBAGAI PENYEBAB WHITE SMOKE PADA ENGINE CUMMINS LK 9.5 UNIT DONGFENG 375 HP MENGGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS*

Endy Firmansyah^{1*}, Sonki Prasetya¹, Dewin Purnama¹

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan injektor pada Engine Cummins LK 9.5 Unit Dongfeng 375 HP. Metode penelitian ini meliputi identifikasi jenis kerusakan yang sering terjadi, analisis pengaruh kerusakan terhadap kinerja injektor, dan evaluasi langkah-langkah perbaikan serta pencegahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kerusakan pada injektor, seperti nozzle tersumbat, penurunan elastisitas pegas, dan kebocoran bahan bakar dari nozzle, dapat menyebabkan pembakaran yang tidak optimal. Selain itu, kurangnya perawatan dan pengalaman operator turut memperparah kerusakan. Penggantian komponen nozzle terbukti dapat memulihkan performa semprotan bahan bakar pada injektor, hasil uji tekanan pada penelitian ini terbukti mencapai angka dengan sesuai standar manufaktur yaitu 330-340 Mpa berdasarkan spesifikasi tekanan injektor tersebut terdapat pada rentang 275-380 Mpa dan menunjukkan hasil spray test yang sudah sempurna, sementara penerapan langkah preventif seperti perawatan berkala dan penggunaan bahan bakar yang berkualitas dapat meminimalisir kerusakan di masa mendatang. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam upaya perbaikan dan pemeliharaan nozzle pada injektor guna meminimalisir kerusakan serta menjaga agar performa injektor tetap optimal.

Kata kunci: Tekanan, Nozzle, Injektor, Mesin Diesel, Cummins LK 9.5



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

ANALYSIS OF INJECTOR FAILURE AS THE CAUSE OF WHITE SMOKE IN CUMMINS LK 9.5 ENGINE ON DONGFENG 375 HP UNIT USING ROOT CAUSE ANALYSIS METHOD

Endy Firmansyah^{1*}, Sonki Prasetya¹, Dewin Purnama¹

¹⁾ Study Program in Heavy Equipment Maintenance Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, Jakarta State Polytechnic, UI Campus Depok, 16424

Email: sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze injector damage in the Cummins LK 9.5 engine of the Dongfeng 375 HP unit. The research methods include identifying common types of damage, analyzing the impact of damage on injector performance, and evaluating repair and prevention measures. The analysis results indicate that injector damage, such as clogged nozzles, reduced spring elasticity, and fuel leakage from the nozzle, can result in suboptimal combustion. Furthermore, lack of maintenance and operator experience exacerbate the damage. Replacement of the nozzle component has been proven to restore the fuel spray performance of the injector. Pressure testing in this study achieved values in accordance with manufacturer standards, namely 330-340 MPa, based on the injector pressure specification range of 275-380 MPa, and demonstrated a perfect spray test result. Meanwhile, the implementation of preventive measures such as regular maintenance and the use of high-quality fuel can minimize future damage. This study is expected to serve as a reference for efforts to repair and maintain injector nozzles in order to minimize damage and ensure optimal injector performance.

Keywords: *Pressure, Nozzle, Injector, Diesel Engine, Cummins LK 9.5*



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

KATA PENGANTAR

Puji serta Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISA KERUSAKAN INJEKTOR SEBAGAI PENYEBAB WHITE SMOKE PADA ENGINE CUMMINS LK 9.5 UNIT DONGFENG 375 HP MENGGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS*”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi sarjana terapan. Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT, yang telah kasih dan Kesehatan serta karunia-nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak, Ibu, dan keluarga yang selalu memberikan dukungan serta do'a yang tidak pernah lepas.
3. Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M., IWE, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat.
5. Dr., Sonki Prasetya, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Dr. Dewin Purnama, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Boggy Rian Mahendra, selaku Supervisor Lapangan di perusahaan PT. Indo Global Traktor yang sekaligus memfasilitasi semua kebutuhan selama penelitian.
8. Bapak Khairil Zumar, selaku owner *workshop* House of Diesel yang telah membantu pengujian data selama penelitian.
9. Keluarga besar Alat Berat 21 yang telah membantu memberikan dukungan dan semangat dalam penulisan skripsi.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang alat berat.

Depok, 20 Juli 2025

Endy Firmansyah
NIM. 2102331031



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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORSINALITAS	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Dump Truck	5
2.1.2 Asap Putih (<i>White Smoke</i>).....	7
2.1.3 Injektor	8
2.1.4 Fuel Injection Pump (FIP).....	10
2.1.5 Komponen di Dalam Pompa Injeksi	11
2.1.6 Sistem Mesin Diesel Konvensional	12
2.2 Analisa Kegagalan	13
2.3 Kajian Literatur	14
2.4 Kerangka Pemikiran.....	16
2.5 Hipotesis Penelitian.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19



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

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	19
3.2	Jenis Penelitian.....	21
3.3	Objek Penelitian.....	22
3.4	Tempat dan Waktu penelitian.....	22
3.5	Metode Pengambilan Data.....	23
3.5.1	Mempersiapkan Alat.....	23
3.5.2	Mempersiapkan Literatur.....	25
3.5.3	Mengumpulkan Informasi Unit.....	25
3.6	Metode Analisis Data.....	26
3.6.1	Fishbone.....	27
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1	Hasil Penelitian.....	29
4.2	Mengumpulkan Data.....	29
4.2.1	Pengamatan Visual.....	29
4.3	Mempersiapkan Alat dan Bahan.....	30
4.4	Wawancara.....	34
4.5	Penggantian Nozzle.....	35
4.5.1	<i>Pressure Test</i> Injektor Sebelum Dilakukan penggantian Nozzle ..	37
4.5.2	Hasil Sampel Jumlah Bahan Bakar Sebelum Penggantian Nozzle	38
4.5.3	<i>Pressure Test</i> Injektor Sesudah Dilakukan Penggantian Nozzle...	39
4.5.4	Hasil Sampel Jumlah Bahan Bakar Sesudah Penggantian Nozzle	40
4.5.5	Pola Semprotan.....	41
4.6	Analisa dan Pembahasan.....	42
4.6.1	Pemecahan dan Identifikasi Masalah.....	43
4.6.2	Diagram Fishbone.....	44
4.6.3	Standar Spesifikasi Tekanan.....	45
4.6.4	Analisis Mikroskopik.....	45
4.6.5	Analisa Data.....	46
4.6.6	Perbandingan Kuantitas Bahan Bakar.....	48
4.6.7	Perbandingan Tekanan Pada Injektor.....	50
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1	Kesimpulan.....	52



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN – LAMPIRAN		56





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 TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi unit Dongfeng 375 HP	6
Tabel 2. 2 Kajian literatur.....	14
Tabel 3. 1 Hari dan waktu kerja	23
Tabel 3. 2 Informasi unit Dongfeng 375 HP	26
Tabel 4. 1 Wawancara mengenai kerusakan.....	34
Tabel 4. 2 Hasil pressure test sebelum replacement nozzle	37
Tabel 4. 3 jumlah bahan bakar 10x semprotan before replacement nozzle.....	38
Tabel 4. 4 Hasil pressure test after replacement nozzle	39
Tabel 4. 5 Jumlah bahan bakar 10x penyemprotan <i>after replacement</i> nozzle	41
Tabel 4. 6 Informasi permasalahan	44
Tabel 4. 7 Spesifikasi tekanan injektor	45
Tabel 4. 8 Root cause pada manusia	46
Tabel 4. 9 Root cause pada metode.....	47
Tabel 4. 10 Root cause pada material.....	47
Tabel 4. 11 Root cause pada material.....	48

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 DT Dongfeng 375 HP	5
Gambar 2. 2 Fenomena <i>white smoke</i> pada unit.....	7
Gambar 2. 3 Bagian-bagian injektor	9
Gambar 2. 4 Fuel Injection Pump	11
Gambar 2. 5 Potongan pompa injeksi	11
Gambar 2. 6 Diagram alir pemikiran	17
Gambar 3. 1 Flow Chart.....	19
Gambar 3. 2 White smoke pada unit Dongfeng 375 HP.....	21
Gambar 3. 3 Lokasi penelitian	22
Gambar 3. 4 Pressure Injector Tester	24
Gambar 3. 5 Toolbox Kit.....	24
Gambar 3. 6 Service Manual Cummins LK 9.5.....	25
Gambar 4. 1 Pemeriksaan kerapatan antara intake valve dan exhaust valve	29
Gambar 4. 2 Fuel Filter yang kotor.....	30
Gambar 4. 3 <i>Tool Box</i>	30
Gambar 4. 4 <i>Pressure Gauge Tester</i>	31
Gambar 4. 5 Adaptor Injector Tester.....	32
Gambar 4. 6 Ragum	32
Gambar 4. 7 Mikroskop Digital 1600x zoom	33
Gambar 4. 8 Gelas ukur 45 ml	33
Gambar 4. 9 Bentuk fisik injektor unit	35
Gambar 4. 10 Nozzle lama.....	36
Gambar 4. 11 Nozzle lama menggunakan mikroskop	36
Gambar 4. 12 Nozzle baru	36
Gambar 4. 13 Tes tekanan sebelum replacement nozzle.....	37
Gambar 4. 14 Sampel bahan bakar sebelum replacement nozzle	38
Gambar 4. 15 Tes tekanan sesudah replacement nozzle	39
Gambar 4. 16 Sampel bahan bakar sesudah replacement nozzle.....	40
Gambar 4. 17 Pattern test sebelum replacement nozzle.....	41
Gambar 4. 18 Pattern test sesudah replacement nozzle	41
Gambar 4. 19 Diagram Fishbone	44
Gambar 4. 20 Analisa visual menggunakan mikroskop.....	45
Gambar 4. 21 Diagram batang perbandingan bahan bakar	48
Gambar 4. 22 Diagram perbandingan tekanan injektor	50



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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Fenomena white smoke pada unit dump truck	56
Lampiran 2 Endapan karbon pada nozzle lama	56
Lampiran 3 Nozzle baru	56
Lampiran 4 Penggantian nozzle baru	57
Lampiran 5 pengambilan sampel bahan bakar	57
Lampiran 6 Sesudah penggantian nozzle	57
Lampiran 7 Standar Spesifikasi Injektor	58



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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor diesel adalah jenis *engine* pembakaran internal yang memiliki konsep pembakaran difusi. Dalam proses pembakaran ini, bahan bakar dan pengoksidasi (udara yang mengandung oksigen) terpisah dari satu sama lain sebelum memasuki zona reaksi, di mana mereka bercampur dan terbakar. Karena prinsip kerjanya adalah mengompresi udara untuk mendapatkan tekanan yang tinggi dan suhu pembakaran bahan bakar yang diinginkan, motor diesel juga dikenal sebagai mesin CI (Compression Ignition). Ini memungkinkan pembakaran di dalam ruang bakar dan silinder mesin (Anugrah, 2021).

Salah satu fungsi injektor adalah menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Injektor terdiri dari nozzle body dan needle. Untuk mengabutkan bahan bakar secara merata, injektor menyemprotkan bahan bakar ke dalam silinder dari pompa injeksi dengan tekanan tertentu. Nosel injeksi (Injection nozzle) menyemprotkan bahan bakar langsung ke ruang bakar utama (main combustion) yang terdapat diantara kepala silinder dan piston (Vebriasandi, 2020). Tekanan injektor dapat diubah dengan mengubah *adjusting shim* atau dengan menambah atau mengurangi putaran pada *adjusting screw*.

Injektor menerima bahan bakar bertekanan tinggi dari pompa injeksi dan menyemprotkannya ke dalam ruang pembakaran. Saat tekanan bahan bakar yang dipompakan oleh pompa injeksi lebih besar daripada beban pegas tekan injektor, tenaganya mendorong jarum atau nozzle ke atas. Akibatnya, pegas tekan menjadi mampat, dan bahan bakar dapat disemprotkan ke dalam ruang pembakaran. Ketebalan *adjusting shim* dapat diubah untuk mengubah tekanan injeksi, yang secara efektif mengubah beban pada pegas tekan. Selain itu, ketika tekanan pada tank minyak meningkat, permukaan nozzle needle akan ditekan. Saat tekanan ini melebihi tegangan pegas, nozzle needle terdorong ke atas, menyebabkan penyemprotan bahan bakar (WIJANARKO, 2019).

Mesin *diesel* seperti *engine* Cummins LK 9.5 pada unit Dongfeng 375 HP sangat mengandalkan sistem injeksi bahan bakar yang optimal untuk menjaga



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

performa dan efisiensi kinerja mesin. Injektor sebagai komponen utama dalam sistem injeksi berperan penting untuk proses pengabutan bahan bakar ke dalam ruang bakar, sehingga kualitas pembakaran dan daya mesin sangat bergantung pada kondisi injektor tersebut. Namun, dalam praktik operasional sehari-hari, injektor seringkali mengalami kerusakan akibat berbagai faktor seperti pelaksanaan perawatan yang tidak sesuai prosedur, nozzle yang tersumbat, berkurangnya elastisitas *spring*, kebocoran bahan bakar, penggunaan bahan bakar yang kotor, serta kurangnya pengalaman operator dalam perawatan mesin. Kerusakan pada injektor dapat menyebabkan dampak signifikan terhadap kinerja mesin, diantaranya menurunnya daya mesin, meningkatkan suhu gas buang, serta munculnya *white smoke* pada gas buang yang mengindikasikan pembakaran yang tidak sempurna.

Melihat permasalahan yang sedang terjadi, penulis akan melakukan analisis terhadap kerusakan yang terjadi pada injektor khususnya pada unit Dongfeng 375 HP dengan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA). RCA akan digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya *white smoke* dengan tahapan pengumpulan data lapangan, wawancara teknisi, pemeriksaan komponen injektor, analisis histori perawatan, serta pengujian tekanan semprot injektor. Proses ini akan dituangkan dalam diagram sebab-akibat (*Fishbone Diagram*) dan ditindak lanjuti dengan validasi temuan menggunakan pendekatan teknis berdasarkan spesifikasi pabrikan. Oleh sebab itu, dalam tugas akhir ini akan dilakukan analisis “Analisa Kerusakan Injektor Sebagai Penyebab *White Smoke* pada Engine Cummins LK 375 Unit Dongfeng 375 HP”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, perumusan masalah yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut:

1. Apa jenis kerusakan injektor yang sering terjadi pada *engine* Cummins LK 9.5?
2. Bagaimana pengaruh kerusakan injektor terhadap munculnya *white smoke* pada *engine* Cummins LK 9.5?
3. Langkah apa yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kerusakan injektor pada *engine* Cummins LK 9.5 unit Dongfeng 375 HP?



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

1.3 Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Apakah tekanan pada injektor sudah sesuai standar setelah analisa dan di perbaiki?
2. Apakah dampak yang ditimbulkan sangat signifikan terhadap performa *engine* Cummins LK 9.5?
3. Apakah pemilihan langkah-langkah yang diambil telah efektif dalam mencegah dan meminimalisir terhadap kerusakan injector tersebut?

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menjawab berbagai pertanyaan yang muncul dari permasalahan yang telah dirumuskan. Secara lebih spesifik, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan yang sering terjadi pada injektor *engine* Cummins LK 9.5 Unit Dongfeng 375 HP.
2. Mengetahui dampak kerusakan injektor terhadap munculnya *white smoke* pada *engine* Cummins LK 9.5 Unit Dongfeng 375 HP.
3. Mengusulkan langkah-langkah preventif untuk meminimalisir kerusakan injektor pada *engine* Cummins LK 9.5 Unit Dongfeng 375 HP.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian terfokus pada permasalahan yang diamati, maka perlu membatasi masalah sebagai berikut:

1. Komponen-komponen dan mekanisme yang dibahas pada laporan ini adalah Longbeng Injektor tipe mekanikal pada *Dump Truck* Unit Dongfeng 375 HP.
2. Penelitian ini hanya membahas analisa kerusakan penyebab *white smoke* dan melakukan perbaikan serta penggantian pada komponen injektor pada *Dump Truck* Unit Dongfeng 375 HP.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari segi teoritis maupun segi praktis untuk berbagai pihak. Berikut adalah manfaat yang diharapkan dari penelitian ini:



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. Teoritis: Secara teoritis, Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mengenai analisis kerusakan pada injektor sebagai salah satu faktor penyebab munculnya *white smoke* pada *engine* Cummins LK 9.5 Unit Dongfeng 375 HP.
2. Praktis:
 - a. Bagi pembaca
 1. Meningkatkan pemahaman pembaca tentang cara menganalisis kerusakan, khususnya pada injektor *Dump Truck* Unit Dongfeng 375 HP.
 2. Menyediakan informasi mengenai langkah-langkah untuk mengidentifikasi kerusakan.
 - b. Bagi Instansi

Memberikan panduan bagi civitas akademika, khususnya program studi teknologi rekayasa pemeliharaan alat berat.
 - c. Bagi Peneliti

Menyediakan kontribusi pengetahuan baru dalam menganalisis kerusakan pada Injektor Unit Dongfeng 375 HP.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bab 1 Pendahuluan: Memperkenalkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.
- b. Bab 2 Tinjauan Pustaka: Mengulas literatur terkait tentang Analisa kerusakan *Dump Truck*, *injektor* dan kajian literatur.
- c. Bab 3 Metodologi Penelitian: Menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini.
- d. Bab 4 Analisis dan Pembahasan: Menganalisis hasil penelitian dan mendiskusikan temuan-temuan yang relevan.
- e. Bab 5 Kesimpulan dan Saran: Menyajikan Kesimpulan dari penelitian ini beserta saran-saran untuk penelitian masa depan.

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap kerusakan injektor sebagai penyebab white smoke pada engine Cummins LK 9.5 unit Dongfeng 375 HP, maka kesimpulan dari penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Jenis kerusakan injektor yang teridentifikasi meliputi deformasi nozzle (terjadi pada 5 dari 6 injektor atau $\pm 83\%$), penurunan tekanan semprotan (terukur antara 27-32 MPa, di bawah standar 27-38 MPa), pola semprotan tidak merata, endapan karbon pada ujung nozzle, dan keausan halus pada orifis.
2. Dampak dari kerusakan injektor tersebut secara berurutan mulai dari yang paling berat hingga ringan antara lain: munculnya white smoke pekat saat cold start selama $\pm 10-30$ detik, konsumsi bahan bakar berlebih (misalnya injektor 2 menyemprot hingga 4,2 ml dari batas normal ± 3 ml), overheat pada sistem gas buang, penurunan performa mesin saat beban berat, serta getaran mesin saat idle.
3. Setelah dilakukan perbaikan dengan mengganti nozzle, menggunakan solar berkualitas tinggi, dan kalibrasi ulang injeksi, performa injektor meningkat signifikan. Tekanan kerja injektor menjadi stabil di kisaran 33-34 MPa, pola semprotan menjadi merata, dan volume bahan bakar kembali sesuai ($\pm 1.0-1.2$ ml dalam 10 semprotan). Gejala white smoke tidak lagi muncul saat cold start, dan potensi kerusakan injektor diperkirakan menurun hingga $\pm 75-80\%$ dari kondisi awal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan keterbatasan yang ditemui selama proses analisis, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:



© 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

1. Pengujian tekanan dan pola semprotan injektor sebaiknya dilengkapi dengan uji kuantitatif digital, seperti penggunaan sensor tekanan elektronik dan uji atomisasi menggunakan high-speed camera, agar hasil analisis lebih presisi dan terukur.
2. Penelitian ini hanya terbatas pada pengujian injektor tanpa menguji secara menyeluruh sistem injeksi bahan bakar lainnya, seperti feed pump dan fuel injection pump. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mencakup keseluruhan sistem bahan bakar guna mendapatkan diagnosis yang lebih komprehensif.
3. Pengamatan white smoke masih bersifat visual dan subjektif, oleh karena itu disarankan menggunakan alat ukur opasitas atau smoke meter pada penelitian berikutnya untuk memperoleh data kuantitatif tentang kadar asap putih yang dihasilkan mesin.

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, A. K., Srivastava, D. K., Dhar, A., Maurya, R. K., Shukla, P. C., & Singh, A. P. (2013). Effect of fuel injection timing and pressure on combustion, emissions and performance characteristics of a single cylinder diesel engine. *Fuel*, 111, 374–383.
- Ahmad, A. S. (2017). *STUDI EKSPERIMEN UNJUK KERJA MESIN DIESEL SISTEM DUAL FUEL DENGAN VARIASI TEKANAN PENGINJEKSAN PADA INJEKTOR MESIN YANMAR TF55 R Di PENGINJEKSAN PADA INJEKTOR MESIN YANMAR*.
- Anugrah, R. A. (2021). Analisis Pengaruh Kalibrasi Pompa Injeksi Tipe Inline dan Injektor Motor Diesel Terhadap Volume dan Tekanan Penginjeksian. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 9. <https://doi.org/10.22441/jtm.v10i1.10192>
- Chiu, M., Lin, H. W., Nagalingam, S. V., & Lin, G. C. I. (2006). Inter-operability framework towards virtual integration of SMEs in the manufacturing industry. *International journal of manufacturing technology and management*, 9(3–4), 328–349.
- David Sinaga, L., & Abdilah, T. (n.d.). *ANALISA KUALITAS KINERJA INJEKTOR TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL MOTOR TUNKER ENERGETIC ANALYSIS OF INJECTOR PERFORMANCE QUALITY ON ENERGETIC TUNKER MOTORCYCLE DIESEL FUEL CONSUMPTION*. 2(1).
- Fauzi, F. F., & Dani, H. (2018). Analisa Perbandingan Produktivitas Alat Berat Dum Truck Tipe A, B Dan C Pada Proyek Kontruksi. *Unesa*, 1–7.
- Jeong, J., Lee, D., & Park, S. (2020). *Low-Capacity Exploitation of Distribution Networks and Its Effect on the Planning of Distribution Networks*.
- Maulana Ramadhani. (2022). *PERAWATAN DAN PERBAIKAN SISTEM BAHAN BAKAR PADA ENGINE STAND DIESEL KONVENSIONAL TIPE 4D56* (Vol. 33, Nomor 1).
- Muhammad Vicky Zulpikar, & Rizal Hanifi. (2023). Proses Pembuatan Alat Berat Dump Truck di PT. Metalindo Teknik Utama. *Journal Of Social Science Research*, 3, 8216–8227.
- Riyadi, E. S., & Kusumawati, E. (2022). *Rancang Bangun Sliding Cutting Jig Guna Mengoptimalkan Fungsi Kerja Mesin Gerinda Tangan Sebagai Alat Potong Plat Lembaran*. 4(2), 82–89.
- Shiozaki, T., Otani, T., & Joko, I. (1993). A study of white smoke generation and its numerical simulation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 207(2), 101–106.



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sulianta, F., & Widyatama, U. (2024). *Diagram Fishbone untuk Berbagai Kebutuhan*. November.

Vebriasandi, E. (2020). *Sistem Injeksi Bahan Bakar Diesel*. 56–75. <http://egavebriasandi.wordpress.com>56

WIJANARKO, W. (2019). Perbaikan Dan Perawatan Injektor Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Induk Di Mv. Illannur Pt. Anugerah Samudra Indomakmur *Karya Tulis*, 5–14. <http://repository.unimar-amni.ac.id/1840/>



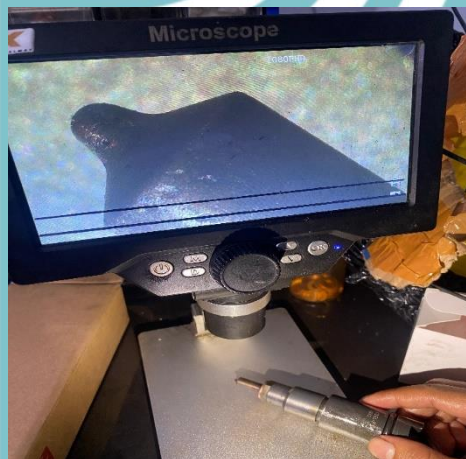
Hak Cipta :

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

LAMPIRAN – LAMPIRAN



Lampiran 1 Fenomena white smoke pada unit dump truck



Lampiran 2 Endapan karbon pada nozzle lama



Lampiran 3 Nozzle baru



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 4 Penggantian nozzle baru



Lampiran 5 pengambilan sampel bahan bakar



Lampiran 6 Sesudah penggantian nozzle



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

Tekanan Injector pada Engine Non-Common Rail DCEC (Mechanical Type)

Untuk engine non-common rail DCEC (seperti 6BT5.9, 6CT8.3, L325, L375), umumnya masih menggunakan injection pump mekanikal (inline Bosch pump atau rotary pump), berikut kisaran tekanannya:

Komponen	Nilai Tekanan	
Tekanan di delivery line (pump ke injector)	± 17,2–27,6 MPa	
Peak injection pressure (di dalam injector saat nozzle membuka)	± 27,6–37,9 MPa	

Catatan Tambahan:

- Tekanan tersebut bukan tekanan rail, karena sistemnya bukan common rail.
- Injector pada sistem ini bekerja secara mekanis, ↓ arakkan oleh camshaft melalui pompa injeksi.

Lampiran 7 Standar Spesifikasi Injektor

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Riwayat Hidup

Biodata Penulis

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Nama | : Endy Firmansyah |
| 2. NIM | : 2102331031 |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Bekasi, 08 Mei 2003 |
| 4. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| 5. Alamat | : JL. Delima 8 No. 315 RT 12 RW 12, Perumahan Duren Jaya, Kel. Duren Jaya, Kec. Bekasi Timur. |
| 6. Email | : endy.firmansyah.tn21@mhsw.pnj.ac.id |
| 7. Pendidikan | |
| SD (2009-2015) | : SDN Duren Jaya VI Bekasi |
| SMP (2015-2018) | : SMPN 18 Bekasi |
| SMA (2018-2021) | : SMK Karya Guna 1 Bekasi |
| 8. Program Studi | : Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat |
| 9. Jurusan | : Teknik Mesin |
| 10. Tempat / Topik OJT | : Liuzhou Polytechnic University / EVALUASI PENGENDALIAN KONTAMINAN PADA BENGKEL PRAKTIK DI KAMPUS LIUZHOU POLYTECHNIC UNIVERSITY |



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**