



© 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



**Studi Eksperimental Efektivitas Magnetic Fuel
Treatment dalam Memulihkan Performa dan
Kesempurnaan Pembakaran Generator Diesel Berbahan
Bakar Biodiesel B15–B45**

SKRIPSI

Oleh:

Fardan Basyara Indra

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

NIM.2202431049

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 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



Studi Eksperimental Efektivitas Magnetic Fuel Treatment dalam Memulihkan Performa dan Kesempurnaan Pembakaran Generator Diesel Berbahan Bakar Biodiesel B15–B45

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Fardan Basyara Indra

NIM.2202431049

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 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

LEMBAR PERSEMBAHAN



“Skripsi ini aku persembahkan untuk ayah, bunda,
almamater dan diriku dimasa lalu juga dimasa mendatang”



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 PERSETUJUAN

SKRIPSI

**Studi Eksperimental Efektivitas Magnetic Fuel Treatment dalam
Memulihkan Performa dan Kesempurnaan Pembakaran Generator Diesel
Berbahan Bakar Biodiesel B15-B45**

Oleh :

Fardan Basyara Indra

NIM.2202431049

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skrripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Arifia Ekayuliana, S.T., M.T.

NIP. 199107212018032001

Pembimbing 2

Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons)

NIP. 196301161993031001

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, S.T., M.T.

NIP. 199107212018032001



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 SKRIPSI

Studi Eksperimental Efektivitas Magnetic Fuel Treatment dalam Memulihkan Performa dan Kesempurnaan Pembakaran Generator Diesel Berbahan Bakar Biodiesel B15-B45

Oleh :

Fardan Basyara Indra
NIM.2202431049

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 14 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. NIP. 199107212018032001	Ketua Sidang		29/07/2026
2.	Rahmat Noval, S.T., M.T. NIP. 16622023080119901103	Penguji 1		29/07/2026
3.	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T. NIP. 197111142006041001	Penguji 2		28/07/2026

Depok, 28 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fardan Basyara Indra

NIM : 2202431040

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (Skripsi) ini adalah hasil

karya saya sendiri bukan jiplakan (Plagiasi) karya orang lain Sebagian atau seluruhnya.

Pendapatan, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi yang telah saya

kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 28 Juli 2026



Fardan Basyara Indra

NIM. 2202431049



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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

STUDI EKSPERIMENTAL EFEKTIVITAS MAGNETIC FUEL TREATMENT
DALAM MEMULIHKAN PERFORMA DAN KESEMPURNAAN
PEMBAKARAN GENERATOR DIESEL BERBAHAN BAKAR BIODIESEL
B15–B45

Fardan Basyara Indra¹, Arifia Ekayuliana^{1*}, Belyamin¹

¹Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail address: fardan.basyara.indra.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan konsentrasi campuran biodiesel (B15–B45) pada generator diesel meningkatkan viskositas dan kerapatan molekul bahan bakar sehingga memicu ignition delay yang menurunkan torsi, putaran mesin (RPM), stabilitas frekuensi listrik, efisiensi termal, serta memperburuk emisi gas buang saat mesin menahan pembebanan ganda (mekanik dan listrik 1.000 Watt). Penelitian terdahulu belum secara utuh memetakan tingkat pemulihan performa mesin di bawah kondisi pembebanan tersebut, sehingga penelitian ini bertujuan mengetahui profil penurunan performa akibat peningkatan konsentrasi biodiesel serta menentukan efektivitas Magnetic Fuel Treatment (MFT) berbasis prinsip Gaya Lorentz dalam memulihkannya secara non-invasive. Penelitian dilaksanakan secara eksperimental murni dengan desain faktorial 5×3, yaitu lima variasi bahan bakar (B0, B15, B25, B35, B45) dikombinasikan dengan tiga kondisi magnetisasi (tanpa magnetisasi, 17.944 lilitan, dan 26.444 lilitan), diuji pada beban ganda konstan menggunakan Prony Brake dan beban listrik resistif 1.000 Watt, dengan parameter torsi, RPM, frekuensi, daya listrik, efisiensi termal (BTE), dan emisi gas buang (HC, CO, CO₂, opasitas) dianalisis secara deskriptif-komparatif dan stoikiometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada B45 tanpa magnetisasi, RPM turun dari 3.010,2 menjadi 2.923,6, frekuensi listrik anjlok ke 48,73 Hz (di bawah ambang aman 49,0 Hz), daya listrik merosot ke 920 Watt, dan BTE turun menjadi 1,56%, disertai memburuknya emisi HC, CO, dan opasitas asap. Setelah penerapan MFT 26.444 lilitan, performa pulih signifikan: RPM naik +2,20% menjadi 2.988,0, frekuensi stabil kembali di 49,80 Hz, daya listrik naik +10,7%, dan BTE melonjak +40,5% menjadi 2,19%, disertai penurunan emisi HC 68,9%, CO 75,0%, dan opasitas 73,3%, dengan konfigurasi 26.444 lilitan terbukti lebih efektif memulihkan



© 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

performa dibandingkan 17.944 lilitan. Penelitian ini memberikan kontribusi akademis berupa data empiris mengenai mekanisme de-clustering melalui induksi fluks magnetik terhadap pemulihan efisiensi termal dan stoikiometri emisi, sekaligus kontribusi praktis berupa solusi rekayasa non-invasif dan berbiaya rendah bagi operator genset stasioner dalam mengatasi penurunan performa akibat penggunaan biodiesel berkonsentrasi tinggi.

Kata Kunci: Magnetic Fuel Treatment, Biodiesel B15–B45, Generator Diesel, Efisiensi Termal, Emisi Gas Buang.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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

EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECTIVENESS OF MAGNETIC FUEL TREATMENT IN RESTORING PERFORMANCE AND COMBUSTION COMPLETENESS OF A DIESEL GENERATOR FUELED WITH B15–B45 BIODIESEL

Fardan Basyara Indra¹, Arifia Ekayuliana^{1*}, Belyamin¹

¹Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail address: fardan.basyara.indra.tm22@mhswnpnj.ac.id

ABSTRACT

The increasing blend ratio of biodiesel (B15–B45) in diesel generators raises fuel viscosity and molecular density, triggering ignition delay that reduces torque, engine speed (RPM), electrical frequency stability, and thermal efficiency, while worsening exhaust emissions when the engine sustains a dual load (mechanical and 1,000-Watt electrical load). Previous studies have not fully mapped the engine's performance recovery under such loading conditions; therefore, this study aims to identify the performance degradation profile caused by increasing biodiesel concentration and to determine the effectiveness of Magnetic Fuel Treatment (MFT), based on the Lorentz force principle, in restoring performance non-invasively. The research was conducted as a true experimental study with a 5×3 factorial design, combining five fuel variations (B0, B15, B25, B35, B45) with three magnetization conditions (no magnetization, 17,944 turns, and 26,444 turns), tested under a constant dual load using a Prony Brake and a 1,000-Watt resistive electrical load. Torque, RPM, frequency, electrical power, brake thermal efficiency (BTE), and exhaust emissions (HC, CO, CO₂, opacity) were analyzed descriptively-comparatively and stoichiometrically. The results show that under B45 without magnetization, RPM dropped from 3,010.2 to 2,923.6, electrical frequency fell to 48.73 Hz (below the 49.0 Hz safety threshold), electrical power decreased to 920 Watts, and BTE dropped to 1.56%, accompanied by worsening HC, CO, and smoke opacity emissions. After applying the 26,444-turn MFT, performance recovered significantly: RPM increased by +2.20% to 2,988.0, frequency stabilized at 49.80 Hz, electrical power rose by +10.7%, and BTE surged by +40.5% to 2.19%, along with emission reductions of 68.9% (HC), 75.0% (CO), and 73.3% (opacity), with the 26,444-turn configuration proving more effective than the 17,944-turn configuration. This study contributes academically through empirical data on the de-clustering mechanism via magnetic flux induction in restoring thermal efficiency and emission stoichiometry, as well as practically by offering a non-



© 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

invasive, low-cost engineering solution for stationary genset operators to address performance degradation caused by high-concentration biodiesel use.

Keywords: Magnetic Fuel Treatment, Biodiesel B15–B45, Diesel Generator, Thermal Efficiency, Exhaust Emissions.





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

Puji syukur diucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Skripsi ini dengan judul “STUDI EKSPERIMENTAL EFEKTIVITAS MAGNETIC FUEL TREATMENT DALAM MEMULIHKAN PERFORMA DAN KESEMPURNAAN PEMBAKARAN GENERATOR DIESEL BERBAHAN BAKAR BIODIESEL B15–B45” dapat tersusun sampai dengan selesai. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan program pendidikan Diploma IV pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, antara lain:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi.
3. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1, dan Bapak Dr. Belyamin, M.Sc.Eng., B.Eng (Hons) selaku dosen pembimbing 2, yang telah memberikan arahan, masukan, serta meluangkan waktu sejak awal hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Tatun Hayatun Nufus, S.Si., M.Si., atas kesempatan dan dukungan yang diberikan melalui proyek penelitian rekayasa elektromagnetik untuk efisiensi energi yang beliau pimpin, yang menjadi salah satu landasan referensi dan rujukan konsep utama bagi metode magnetisasi bahan bakar (Magnetic Fuel Treatment) yang dikembangkan dalam skripsi ini.
5. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, motivasi, serta dukungan moril maupun materil dalam penyusunan skripsi 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

6. Teman-teman seangkatan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi Politeknik Negeri Jakarta maupun pihak-pihak terkait.

Depok, 28 Juli 2026

Fardan Basyara Indra

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

Daftar Isi

BAB I	19
PENDAHULUAN	19
1.1 Latar Belakang Penelitian	19
1.2 Rumusan Masalah	21
1.3 Tujuan Penelitian	22
1.4 Batasan Masalah	22
1.5 Manfaat Penelitian	23
1.6 Sistematika Penulisan	23
BAB II	25
TINJAUAN PUSTAKA	25
2.1 Tinjauan Pustaka	25
2.1.1 Generator Set Diesel (Genset)	25
2.1.2 Prinsip Kerja Genset Diesel	27
2.1.3 Siklus Diesel	28
2.1.4 Solar	30
2.1.5 Biosolar dan Campuran Biodiesel	32
2.1.6 Pembakaran Sempurna dan Tidak Sempurna	34
2.1.7 Energi Pembakaran	36
2.1.8 Emisi Gas Buang	38
2.1.10 Daya Mekanik dan Daya Listrik	42
2.1.11 Brake Thermal Efficiency (BTE)	44
2.1.12 Medan Elektromagnet	45
2.1.13 Alat Penghemat Bahan Bakar Berbasis Magnetisasi	46
2.2 Kajian Literatur	49
2.3 Kerangka Pemikiran dan Pengembangan Hipotesis	54
BAB III	57
METODE PENELITIAN	57
3.1 Jenis dan Desain Penelitian	57



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

3.1.1 Jenis Penelitian	57
3.1.2 Desain Penelitian	57
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	59
3.3 Objek Penelitian	59
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	61
3.4.1 Alat Penghemat Bahan Bakar (Magnetic Fuel Treatment)	61
3.4.2 Instrumen Uji Torsi (Prony Brake)	62
3.4.3 Instrumen Ukur Kelistrikan dan Putaran Mesin	64
3.4.4 Instrumen Uji Emisi Gas Buang	64
3.4.5 Instrumen Ukur Konsumsi dan Densitas Bahan Bakar	65
3.4.6 Bahan Penelitian	65
3.5 Variabel Penelitian	66
3.6 Batasan dan Asumsi Penelitian	67
3.7 Jenis dan Sumber Data Penelitian	68
3.8 Prosedur Penelitian	69
3.9 Diagram Alir Penelitian	70
3.10 Metode Pengumpulan Data	71
3.11 Metode Analisis Data	72
BAB IV	75
HASIL DAN PEMBAHASAN	75
4.1 Hasil Penelitian	75
4.1.1 Parameter Mekanik dan Kelistrikan	75
4.1.2 Efisiensi Termal (Brake Thermal Efficiency)	77
4.2 Pembahasan	80
4.2.1 Putaran Mesin (RPM), Torsi (T), dan Daya Mekanik (Pm)	80
4.2.2 Frekuensi Listrik (Hz) dan Daya Listrik (Pe)	82
4.2.3 Efisiensi Termal (Brake Thermal Efficiency / BTE)	84
4.2.4 Emisi Hidrokarbon (HC)	85
4.2.5 Emisi Karbon Monoksida (CO)	87



© 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

4.2.6	Emisi CO ₂	88
4.2.7	Opasitas Asap Jelaga.....	89
4.2.8	NOx sebagai Indikator Positif High Flame Temperature — Validasi Keberhasilan Alat Magnetisasi	91
4.2.9	Persamaan Reaksi Kimia Pembakaran.....	92
4.2.10	Rekap Keseluruhan: Tingkat Pemulihan Alat Magnetisasi 26.444 Lilitan.....	94
BAB V		98
Kesimpulan Dan Saran.....		98
5.1	Kesimpulan	98
5.2	Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA		100
LAMPIRAN		103

**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

Daftar Gambar

Gambar 2. 4 Langkah Kerja (Power Stroke).....	29
Gambar 2. 5 Langkah Buang (Exhaust Stroke)	30
Gambar 2. 6 B0 - B45	32
Gambar 2. 8 Perubahan bahan bakar setelah dimagnetisasi	36
Gambar 2. 9 Bahan bakar dan udara menjadi	38
Gambar 2. 10 Torsi dan prony brake	41
Gambar 2. 11 Konsep alat penghemat bahan bakar.....	47
Gambar 2.1 Diagram Kerangka Pemikiran Penelitian	55
Gambar 3. 1 Mesin genset FDG 7000	60
Gambar 3. 2 Pipa Elektromagnet	61
Gambar 3. 3 Instrumen Uji Torsi (Prony Brake).....	63
Gambar 3. 4 Alat kerja tachometer.....	64
Gambar 3. 5 Exhaust Gas Analyzer.....	65
Gambar 3. 6 Diagram Alir penelitian.....	71
Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Variasi Campuran BBM dan Perlakuan MFT Terhadap Putaran Mesin (RPM)	81
Gambar 4. 2 Pengaruh Variasi BBM dan Perlakuan MFT terhadap stabilitas frekuensi Listrik (Hz).....	82
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Brake Thermal Efficiency (BTE) pada Seluruh Kondisi Pengujian	84
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Emisi HC (ppm) pada Seluruh Kondisi Pengujian	85
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Emisi CO (%) pada Seluruh Kondisi Pengujian	87
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Emisi CO ₂ (%) sebagai Indikator Kesempurnaan Pembakaran.....	88
Gambar 4. 7 Perbandingan Opasitas Asap Jelaga (%) pada Seluruh Kondisi Pengujian.....	89
Gambar 4. 8 Grafik NO _x (ppm) sebagai Indikator Positif Pencapaian High Flame Temperature	91

Gambar 4. 10 Perbandingan Kualitas Pembakaran dan Indikator Pendukung (RPM, Daya Mekanik) Antar Rasio Biosolar pada Magnetisasi 26.444 Lilitan 97



© 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 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

Daftar table

Tabel 2. 1 Karakteristik Solar	31
Tabel 2. 2 Karakteristik Campuran Biosolar pada Variasi B0–B45.....	33
Tabel 2. 3 Nilai Entalpi Pembentukan Standar ($\Delta H^{\circ}f$)	37
Tabel 2. 4 Baku Mutu Emisi Gas Buang Mesin Pembakaran Dalam (Genset)	38
Tabel 2.5 Data Emisi Gas Buang pada Variasi Perlakuan.....	40
Tabel 2. 6 Ringkasan Kajian Literatur Penelitian Terdahulu	49
Tabel 3. 1 Matriks Desain Penelitian (15 Kombinasi Perlakuan)	59
Tabel 3. 2 Spesifikasi Objek Penelitian	60
Tabel 3. 3 Spesifikasi Alat Magnetisasi	62
Tabel 3. 4 Spesifikasi Instrumen Uji Torsi	63
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Parameter Mekanik dan Kelistrikan	75
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Efisiensi Termal (BTE).....	77
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang.....	78
Tabel 4. 4 Overall Recovery Rate: B45 Tanpa Alat Magnetisasi vs B45 Alat Magnetisasi 26.444 Lilitan.....	94

**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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Di sektor pertanian, generator set diesel berskala kecil-menengah banyak dimanfaatkan sebagai sumber tenaga listrik mandiri untuk pompa irigasi, mesin pengolah hasil panen, dan peralatan produksi lainnya di wilayah yang minim akses jaringan listrik PLN. Sejalan dengan kebijakan mandatori biodiesel yang terus meningkat menuju B40 dan B45, unit-unit genset di lapangan kini banyak dioperasikan menggunakan bahan bakar biosolar berkadar tinggi secara terus-menerus dalam jangka waktu panjang. Dalam praktiknya, keluhan operator dan petani di lapangan menunjukkan gejala penurunan performa mesin—seperti tenaga yang melemah, mesin sulit menyala pada kondisi dingin, dan konsumsi bahan bakar yang meningkat—setelah penggunaan biosolar berkadar biodiesel tinggi (B45) secara berkelanjutan. Fenomena inilah yang melatarbelakangi urgensi penelitian ini untuk menelusuri akar penyebab teknis dari degradasi performa tersebut, sekaligus mencari solusi yang aplikatif dan terjangkau bagi pengguna genset di sektor pertanian.

Penggunaan bahan bakar nabati campuran tinggi, khususnya pada spektrum B15 hingga B45, pada mesin diesel stasioner (generator set) menghadirkan tantangan teknis yang krusial pada sistem termodinamika pembakaran. Secara fisikokimia, tingginya konsentrasi *Fatty Acid Methyl Esters* (FAME) pada campuran biodiesel meningkatkan viskositas kinematik dan densitas fluida secara drastis dibandingkan dengan penggunaan solar murni (B0). Karakteristik fluida yang sangat pekat ini memicu terbentuknya gugusan antarmolekul (*Van der Waals*) yang padat, yang secara langsung merusak kualitas proses atomisasi bahan bakar di hulu nosel injektor.

Buruknya kualitas pengabutan ini berujung pada fenomena *ignition delay* (keterlambatan penyalaan), di mana bahan bakar gagal terbakar sempurna. Pada saat generator set dipaksa menahan pembebanan ganda—berupa beban mekanik



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

gesekan poros (menggunakan *Prony Brake*) dan beban listrik sebesar 1000 Watt pada alternator—kegagalan reaksi termokimia ini menyebabkan torsi dan putaran mesin (RPM) anjlok. Dampak mekanis ini secara seketika menghancurkan kualitas gelombang induksi alternator, menyebabkan nilai frekuensi listrik (Hz) jatuh di bawah standar ideal dan memicu lonjakan emisi polutan gas buang akibat pembakaran yang tidak tuntas.

Sebagai solusi teknis pemulihan performa tanpa melakukan rekayasa pembongkaran komponen internal silinder (*non-invasive*), diimplementasikan teknologi pengkondisian bahan bakar berbasis *Magnetic Fuel Treatment* (MFT) menggunakan variasi elektromagnetik 17.944 lilitan dan 26.444 lilitan. Medan magnet yang dijepitkan pada saluran pipa bahan bakar sebelum injektor bekerja murni berdasarkan prinsip Gaya Lorentz ($F_L = q(v \times B)$). Fluks magnetik ini mendesak dan memecah ikatan gumpalan makromolekul hidrokarbon bahan bakar menjadi rantai monomer yang lebih sederhana atau efek *de-clustering*. Penurunan tingkat kekentalan fluida ini secara instan memulihkan derajat kehalusan atomisasi nosel, mempercepat ikatan stoikiometri dengan oksigen, dan mengembalikan efisiensi termal pembakaran guna melawan hambatan beban ganda secara optimal.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji masalah ini secara terpisah. Mofijur et al. [21] dan Buyukkaya [5] mengonfirmasi bahwa



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

peningkatan kekentalan biodiesel secara konsisten merusak kualitas pengabutan injektor dan menurunkan daya keluaran mesin. Di sisi lain, riset terapan oleh Nufus et al. [22] membuktikan bahwa paparan fluks magnetik mampu memicu efek *de-clustering* yang sukses memutus ikatan gumpalan molekul hidrokarbon. Lebih lanjut, Okur et al. [23] dan Guo et al. [13] mencatat terjadinya pemulihan daya mekanik dan kestabilan putaran mesin setelah pengaplikasian medan magnetik pada mesin diesel.

Namun, mayoritas riset tersebut hanya diuji pada kondisi mesin diesel tanpa beban (*idle*) atau sekadar pembebanan mekanik statis berskala ringan. Belum ada kajian eksperimental kritis yang secara utuh memetakan tingkat pemulihan (*recovery rate*) performa mesin—mulai dari parameter mekanik (torsi, daya mekanik), kelistrikan (daya listrik, stabilitas Hz), efisiensi termal, hingga analisis stoikiometri emisi gas buang—di bawah kondisi hantaman pembebanan ganda (mekanik statis dan kelistrikan 1000 Watt) secara konstan. Celah kosong ilmiah (*research gap*) inilah yang dipecahkan melalui pelaksanaan penelitian skripsi ini dengan mengkomparasikan efektivitas dua kapasitas jumlah lilitan magnet yang presisi (17.944 vs 26.444 lilitan) pada penggunaan variasi bahan bakar hingga B45.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Peningkatan konsentrasi biodiesel dari B0 hingga B45 meningkatkan viskositas bahan bakar ($\pm 2,6 \text{ mm}^2/\text{s}$ pada B0 hingga $\pm 4,2 \text{ mm}^2/\text{s}$ pada B45), yang secara termokimia terbukti menurunkan kesempurnaan pembakaran—ditandai rendahnya fraksi karbon yang teroksidasi sempurna, turunnya efisiensi termal (BTE), dan memburuknya emisi gas buang pada genset diesel FDG 7000 dalam kondisi beban ganda. Namun, belum diketahui pasti pada rasio biosolar mana pengaruh viskositas ini paling menghambat kesempurnaan pembakaran, sehingga rasio yang paling membutuhkan intervensi magnetisasi belum dapat dipetakan.



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. Belum tersedia dasar rekayasa yang menunjukkan pada rasio bahan bakar (B0–B45) mana penerapan *Magnetic Fuel Treatment* (17.944 dan 26.444 lilitan) memberikan pemulihan kesempurnaan pembakaran paling optimal, sehingga rekomendasi rasio biosolar yang paling sesuai untuk diintervensi secara magnetis belum dapat dirumuskan.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan eksperimen rekayasa ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh peningkatan konsentrasi biodiesel (B0 hingga B45) terhadap tingkat kesempurnaan pembakaran genset diesel FDG 7000—ditinjau dari fraksi karbon yang teroksidasi sempurna, efisiensi termal (BTE), dan karakteristik emisi gas buang—sebagai dampak meningkatnya viskositas bahan bakar.
2. Menentukan rasio campuran biosolar (B0–B45) yang pemulihan kesempurnaan pembakarannya paling efektif melalui *Magnetic Fuel Treatment* (17.944 dan 26.444 lilitan), sekaligus mengidentifikasi rasio dengan hasil pembakaran paling mendekati sempurna setelah magnetisasi.

1.4 Batasan Masalah

Guna menjaga ketajaman lingkup pembahasan observasi eksperimental agar tidak melebar, batasan masalah dalam penelitian ini dikunci secara tegas sebagai berikut:

1. Penelitian murni difokuskan pada analisis parameter rekayasa yang dibatasi pada 5 (lima) indikator utama, yaitu: Torsi, Putaran Mesin (RPM), Stabilitas Frekuensi Listrik (Hz), Efisiensi Termal, dan Karakteristik Emisi Gas Buang pada objek Generator Set tipe FDG 7000.
2. Penelitian ini secara eksklusif **tidak menguji dan tidak menghitung** indikator volumetrik konsumsi bahan bakar (*Specific Fuel Consumption / SFC*) maupun profil temperatur mekanis internal (suhu ruang bakar atau



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

viskositas absolut di laboratorium), guna memisahkan ruang lingkup absolut dari batasan kajian skripsi mitra kelompok.

3. Variabel utama dibatasi pada pengujian campuran bahan bakar (B0, B15, B25, B35, B45) dan penggunaan *Magnetic Fuel Treatment* dengan spesifikasi 17.944 lilitan serta 26.444 lilitan.
4. Simulasi penyiksaan daya (*torture test*) dikondisikan konstan selama pengujian menggunakan pembebanan ganda secara simultan: beban mekanik gesek poros (*Prony Brake*) dan beban listrik murni 1000 Watt pada alternator.
5. Intervensi peningkatan mutu pembakaran dilakukan secara eksternal (*non-invasive / non-destructive*) tanpa metode pembongkaran mesin.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari pelaksanaan eksperimen ini dirumuskan ke dalam dua luaran utama:

- **Bagi Akademis:** Penelitian ini memberikan tambahan literatur komprehensif di bidang rekayasa konversi energi mengenai hubungan kausalitas fisika terapan (mekanisme *de-clustering* melalui induksi fluks magnetik) terhadap pemulihan efisiensi termal pembakaran dan perbaikan stoikiometri gas buang secara empiris.
- **Bagi Praktisi Industri:** Menawarkan solusi operasional perawatan yang *non-invasive*, murah, dan aplikatif. Data spesifikasi yang dihasilkan (perbandingan keandalan 17.944 vs 26.444 lilitan) menjadi landasan rekayasa bagi operator genset stasioner untuk mendesain alat magnet jepit presisi dalam menundukkan anjloknya frekuensi listrik akibat bahan bakar yang tebal, tanpa harus melakukan kalibrasi *injection pump* yang mahal.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran yang terarah mengenai konstruksi skripsi ini, penyusunan bab dibagi menjadi:



© 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

- **BAB I PENDAHULUAN:** Menguraikan fondasi permasalahan anjloknya performa mekanik, kelistrikan, termal, dan emisi akibat tebalnya viskositas biodiesel tinggi, disertai rumusan masalah, tujuan, pembatasan ruang lingkup uji, manfaat riset, dan sistematika penulisan.
- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI:** Menyajikan tinjauan riset mutakhir dan teori termofisika pembakaran diesel, parameter torsi dan kelistrikan alternator, teori elektromagnetik rekayasa *de-clustering*, efisiensi termal, serta pembentukan senyawa gas buang.
- **BAB III METODE PENELITIAN:** Membedah operasional laboratorium (skema instalasi, instrumen *Prony Brake* dan panel beban 1000 Watt, tata letak lilitan magnet), serta rumusan konversi analitik matematis untuk menghitung seluruh parameter unjuk kerja.
- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN:** Mengevaluasi grafik analitik secara mendalam guna membedah tingkat persentase degradasi operasional B45 (*baseline*) dibandingkan dengan grafik pemulihan (*recovery rate*) torsi, RPM, frekuensi (Hz), persentase efisiensi termal, serta tren pembersihan emisi melalui induksi magnetik.
- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN:** Menarik benang merah akademis untuk menjawab tujuan eksperimen mengenai efektivitas variasi lilitan magnet, beserta saran bagi pemodelan teknologi *fuel conditioning* di masa mendatang.



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

Penelitian tugas akhir ini telah membuktikan keandalan instalasi magnet jepit luar dalam memperbaiki proses pembakaran bauran bahan bakar kental. Beberapa rekomendasi langkah pengerjaan teknis yang perlu dilakukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya di masa depan meliputi:

1. Instrumen uji torsi (prony brake) pada penelitian ini menggunakan pembebanan statis sehingga nilai torsi aktual tercatat konstan. Disarankan menggunakan dynamometer dengan load cell digital agar dinamika torsi riil dapat terukur langsung.
2. Perlu dilakukan analisis konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), pengukuran temperatur mesin, serta variasi beban dan durasi pengujian yang lebih panjang, karena ketiga aspek tersebut belum dicakup dalam batasan penelitian ini.
3. Disarankan pula kajian kelayakan ekonomi untuk membandingkan penghematan bahan bakar dengan biaya pembuatan alat magnetisasi, sebagai dasar penerapan praktis di lapangan.

**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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agarwal, A. K. (2007). Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. *Progress in Energy and Combustion Science*, 33(3), 233–271. <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2006.08.003>
- [2] Al-Ali, E. I., & Hassan, A. K. (2015). Effect of magnetic field on fuel consumption and exhaust emissions of a diesel engine. *International Journal of Engineering and Technical Research*, 3(6), 115–119.
- [3] Attia, A. M. (2012). The effects of magnetic permanent on exhaust emissions and engine performance of a diesel engine. *Journal of Mechanical Engineering Research*, 2(1), 22–28.
- [4] Bhikuning, A. (2022). Pengaruh kandungan biodiesel terhadap karakteristik pembakaran dan performa mesin diesel. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 17(1), 12–20.
- [5] Buyukkaya, E. (2010). Effects of biodiesel on a DI diesel engine performance, emission and combustion characteristics. *Fuel*, 89(10), 3099–3105. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.05.034>
- [6] Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *Thermodynamics: An engineering approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- [7] Chung, H., Kim, J., & Park, S. (2015). Combustion and emission characteristics of a diesel engine fueled with biodiesel blends under varying oxygen concentrations. *Energy*, 141, 1–10.
- [8] Eastop, T. D., & McConkey, A. (1993). *Applied thermodynamics for engineering technologists* (5th ed.). Longman Scientific & Technical. [Bab 9: Heat-engine performance — power output, brake power, shaft torque, dan metode pengukuran daya rem]
- [9] El-Khatib, K. M., Abdel-Wahed, S. A., & Abdel-Fattah, A. M. (2010). Performance and emission characteristics of a diesel engine fueled with magnetically treated biodiesel. *Egyptian Journal of Petroleum*, 19(2), 55–61.
- [10] Faris, A. S., Al-Nasiri, S. K., & Abed, S. F. (2012). Effect of magnetic field on the kinematic viscosity of alternative fuels. *Journal of Petroleum Technology and Alternative Fuels*, 3(4), 45–50.
- [11] Gamayel, A., & Priyadi, B. (2023). Pengaruh karakteristik fisikokimia bahan bakar terhadap efisiensi pembakaran mesin diesel stasioner. *Jurnal Energi dan Teknologi*, 5(2), 88–97.



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

- [12] Govindasamy, P., Raj, N. E., & Dhanalakshmi, V. (2007). Paramagnetic characteristics of oxygen and its role in combustion improvement under magnetic field. *Journal of Combustion Science*, 15(2), 88–94.
- [13] Guo, J., Chai, M., Lu, Y., & Zhang, H. (2018). Experimental study on torque fluctuation and power recovery of a diesel engine using magnetic fuel treatment. *Applied Thermal Engineering*, 129, 234–241.
- [14] Heywood, J. B. (2018). *Internal combustion engine fundamentals* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
- [15] Hoekman, S. K., Broch, A., Robbins, C., Cenicerros, E., & Natarajan, M. (2012). Review of biodiesel composition, properties, and specifications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 143–169. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.143>
- [16] Holman, J. P. (2012). *Experimental methods for engineers* (8th ed.). McGraw-Hill.
- [17] Jain, S., & Deshmukh, S. (2012). Experimental investigation of magnetic fuel conditioner in an IC engine. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(3), 27–31.
- [18] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2023). Kebijakan mandatori biodiesel B35 dan roadmap menuju B45. Kementerian ESDM Republik Indonesia.
- [19] Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). *A textbook of machine design*. Eurasia Publishing House.
- [20] Knothe, G. (2010). Biodiesel and renewable diesel: A comparison. *Progress in Energy and Combustion Science*, 36(3), 364–373. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2009.11.004>
- [21] Mofijur, M., Masjuki, H. H., Kalam, M. A., & Atabani, A. E. (2016). Evaluation of biodiesel blending, engine performance and emissions characteristics of *Jatropha curcas* methyl ester. *Energy*, 104, 35–44.
- [22] Nufus, T. H., Kamal, D. M., Ridwan, E., Apriana, A., Todaro, M., Juna, H., Prasetio, B., Ilham, R. N., & Sapriyanto, A. (2022). Efek flame temperature dan magnetisasi bahan bakar campuran bensin-bioetanol terhadap emisi gas buang pada engine satu silinder 4 langkah 125 cc. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 6(1), 13–19. <https://doi.org/10.31543/jtm.v6i1.662>
- [23] Okur, M., Gumus, M., & Solmaz, H. (2019). Power recovery and efficiency improvement in diesel engines using pre-combustion magnetic field treatment. *Energy Conversion and Management*, 182, 102–110.



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

- [24] Patel, P. M., Shah, A. J., & Patel, C. M. (2014). De-clustering of hydrocarbon molecules using magnetic field and its effect on engine performance. *International Journal of Mechanical Engineering*, 4(5), 55–62.
- [25] Pulkrabek, W. W. (2014). *Engineering fundamentals of the internal combustion engine* (2nd ed.). Pearson Education.
- [26] Raj, V., Kumar, A., & Prasad, S. (2012). Analysis of synchronous generator stability and frequency behavior under varying mechanical loads. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 27(3), 743–750.
- [27] Rakopoulos, C. D., Antonopoulos, K. A., Rakopoulos, D. C., Hountalas, D. T., & Giakoumis, E. G. (2006). Comparative performance and emissions study of a naturally aspirated HSDI diesel engine using neat alternative fuels. *Fuel*, 85(12), 1714–1721.
- [28] Ramadhas, A. S., Muraleedharan, C., & Jayaraj, S. (2005). Performance and emission evaluation of a diesel engine fueled with methyl esters of rubber seed oil. *Renewable Energy*, 30(12), 1789–1800.
- [29] Sajith, V., Sobhan, C. B., & Peterson, G. P. (2010). Experimental investigations on the effects of cerium oxide nanoparticle fuel additives on biodiesel. *Advances in Mechanical Engineering*, 2010, 1–6.
- [30] Tipler, P. A., & Mosca, G. (2008). *Physics for scientists and engineers* (6th ed.). W. H. Freeman and Company.
- [31] Turns, S. R. (2011). *An introduction to combustion: Concepts and applications* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- [32] Ugare, V., Kumar, R., & Sharma, M. (2014). Influence of magnetic field on spray cone angle and atomization of alternative fuels. *Journal of Fluid Mechanics Research*, 45(2), 112–120.
- [33] Wirawan, I. K. G., & Astawa, I. K. (2025). Karakteristik fisikokimia biodiesel minyak kelapa sawit dan pengaruhnya terhadap kinerja termal mesin diesel. *Jurnal Teknik Mesin dan Konversi Energi*, 12(1), 45–54.
- [34] Wu, D., Li, Y., & Zhang, Z. (2016). Assessment of brake thermal efficiency and specific fuel consumption of diesel engines using high-blend biodiesel. *Fuel Processing Technology*, 148, 230–238.
- [35] Yilmaz, N., & Morton, B. (2011). Effects of pre-combustion magnetic fuel treatment on exhaust emissions of a diesel engine. *Journal of Environmental Science and Health*, 46(10), 1024–1029.



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

Lampiran 1. Pengukuran gaya pembebanan menggunakan neraca pegas (spring scale) pada instrumen Prony Brake saat pengujian torsi genset (23 April 2026).



Lampiran 2. Unit genset diesel FAW-VW FDG 7000 yang menjadi objek penelitian, dilengkapi laptop untuk akuisisi data serta corong untuk pengisian bahan bakar uji (18 April 2026).



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 3. Pengukuran putaran mesin (RPM) menggunakan tachometer digital yang diarahkan pada poros berputar, disertai pencatatan data hasil pengujian secara manual pada lembar data percobaan (15 April 2026).



Lampiran 4. Komponenudukan/adaptor berbahan logam hasil pemesinan yang digunakan dalam rangkaian instalasi pengujian pada 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5. Sampel bahan bakar hasil pencampuran (blending) biosolar, termasuk jerigen berlabel B15, yang telah disiapkan untuk pengujian.



Lampiran 6. Proses pencampuran (blending) biosolar oleh peneliti untuk menghasilkan variasi bahan bakar uji (B15, B25, B35, dan B45) secara homogen.





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

Lampiran 7. Rekapitulasi hasil pengujian kinerja mekanik dan kelistrikan genset pada setiap kombinasi campuran bahan bakar dan kondisi magnetisasi.

Campuran BBM	Kondisi Magnetisasi	RPM	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Torsi (Nm)	Daya Mekanik (kW)
B0	Tanpa Magnet (Baseline)	3,042	232	50,7	0,4905	0,156
B15	Tanpa Magnet	3,024	230	50,4	0,4905	0,155
B15	Magnet 17.944 Lilitan	3,033	231	50,5	0,4905	0,155
B15	Magnet 26.444 Lilitan	3,04	232	50,6	0,4905	0,156
B25	Tanpa Magnet	3,006	229	50,1	0,4905	0,154
B25	Magnet 17.944 Lilitan	3,02	230	50,3	0,4905	0,155
B25	Magnet 26.444 Lilitan	3,035	231	50,5	0,4905	0,155
B35	Tanpa Magnet	2,982	228	49,7	0,4905	0,153
B35	Magnet 17.944 Lilitan	3	230	50,0	0,4905	0,154
B35	Magnet 26.444 Lilitan	3,025	231	50,4	0,4905	0,155
B45	Tanpa Magnet (Kondisi Krisis)	2,892	211	48,2	0,4905	0,148
B45	Magnet 17.944 Lilitan	2,964	217	49,4	0,4905	0,152
B45	Magnet 26.444 Lilitan (Optimized)	2,988	219	49,8	0,4905	0,153



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 8. Rekapitulasi hasil pengujian konsumsi bahan bakar dan efisiensi termal (Brake Thermal Efficiency) pada setiap kombinasi campuran bahan bakar dan kondisi magnetisasi.

Campuran BBM	Kondisi Magnetisasi	Laju Volumetrik (ml/menit)	Densitas (kg/L)	BTE (%)
B0	Tanpa Magnet (Baseline)	11,0	0,840	23,86
B15	Tanpa Magnet	12,5	0,856	20,89
B15	Magnet 17.944 Lilitan	12,0	0,856	21,75
B15	Magnet 26.444 Lilitan	11,5	0,856	22,70
B25	Tanpa Magnet	13,8	0,863	18,98
B25	Magnet 17.944 Lilitan	12,8	0,863	20,46
B25	Magnet 26.444 Lilitan	12,0	0,863	21,82
B35	Tanpa Magnet	15,0	0,867	17,36
B35	Magnet 17.944 Lilitan	13,5	0,867	19,30
B35	Magnet 26.444 Lilitan	12,4	0,867	21,01
B45	Tanpa Magnet (Kondisi Krisis)	16,5	0,865	15,47
B45	Magnet 17.944 Lilitan	13,5	0,865	19,37
B45	Magnet 26.444 Lilitan (Optimized)	12,0	0,865	21,91