

**PENGARUH WAKTU PENGINJEKSIAN TERHADAP UNJUK
KERJA MOTOR DIESEL 1 SILINDER DENGAN BAHAN
BAKAR CAMPURAN BIODIESEL DAN ETANOL**

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
(2024)**

HALAMAN PENGESAHAN

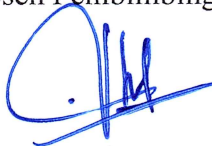
Nama : FARIS HELMI AL HAKIM
NIM : 21511579
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Skripsi : PENGARUH WAKTU PENGINJEKSIAN TERHADAP
UNJUK KERJA MOTOR DIESEL 1 SILINDER DENGAN
BAHAN BAKAR CAMPURAN BIODIESEL DAN
ETANOL

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, Juli 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama



Dr. Kuntang Winangun, S.Pd, M.Pd

NIK. 19900421 202109 12

Dosen Pembimbing Pendamping



Rizal Arifin, S.Si, M.Si, Ph.D

NIK. 19870920 201204 12

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Edy Kurniawan S.T., M.T

NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Yoyok Winardi, S.T, M.T

NIK. 19860803 201909 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Faris Helmi Al Hakim

NIM : 21511579

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : “Pengaruh Waktu Penginjeksian Terhadap Uniuk Keria Motor Diesel 1 Silinder Dengan Bahan Bakar Campuran Biodiesel Dan Etanol” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Anabila ternvata di dalam Naskah Skripsi ini terdapat unsur plagiarisme. saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, Juli 2024

Mahasiswa,



Faris Helmi AL Hakim

NIM 21511579

BERITA ACARA UJIAN

Nama : Faris Helmi AL Hakim
NIM : 21511579
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Penginjeksian Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel 1 Silinder Dengan Bahan Bakar Campuran Biodiesel Dan Etanol

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan
Dosen Penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 30 Juli 2024
Nilai :

Ketua Penguji


Dr. Kuntang W, S.Pd., M.Pd
NIK. 19900421 202109 12

Dosen Penguji,
Anggota Penguji I


Wawan Trisnadi P, S. T., M. T., Ph.D.
NIK. 19800220 202109 12

Anggota Penguji II


Dr. Munaji, S.Si., M.Si.
NIK. 19840805 201701 11

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK.19860803 201909 13



Edy Kurniawan S.T., M.T.
 NIM. 19771026 200810 12

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Faris Helmi Al Hakim
NIM : 21511579
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Penginjeksian Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel 1 Silinder Dengan Bahan Bakar Campuran Biodiesel Dan Etanol
Dosen Pembimbing Utama : Dr. Kuntang Winangun, S.Pd, M.Pd

PROSES BIMBINGAN

No	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	25-10-2023	Konsultasi judul skripsi	- Cari jurnal, baca literatur, baca permasalahan dari penelitian terdahulu terkait etanol dan biodiesel serta timing injeksi yang pernah diteliti	
2	3-11-2023	Konsultasi judul dan tema yang akan di ambil	- Membuat latar belakang dan melampirkan beberapa referensi untuk pengajuan judul	
3	6-11-2023	Pembagian tema tentang pembahasan proposal skripsi	- Mempelajari tentang timing injeksi yang pernah diteliti dan di uji coba dipenelitian sebelumnya - Mencari tau standar timing injeksi pada mesin	
4	14-11-2023	Konsultasi variabel-variabel	- Rincian timing injeksi pada mesin diesel	

		proposal skripsi	- Timing injeksi yang pernah di implementasikan pada mesin - Cara penyetelan timing injeksi	
5	16-11-2023	Konsultasi variabel-variabel proposal skripsi	- Mesin diesel apa yang mau digunakan - Mengobservasi dan menghitung unjuk kerja mesin diesel satu silinder	
6	24-11-2023	Konsultasi proposal skripsi bab I sampai III	- Latar belakang - Tambahkan penelitian terdahulu, 5 jurnal internasional - Spesifikasi bahan bakar	
7	4-12-2023	Konsultasi proposal skripsi bab I sampai III	- Referensi tidak boleh dari internet - Standar waktu injeksi - Gambar skema waktu injeksi	
8	5-12-2023	Konsultasi proposal skripsi bab I sampai III	- Sudah bisa didaftarkan seminar proposal skripsi	
9	13-3-2024	Konsultasi pengambilan data	- Memperbaiki data - Koreksi rumusa pada data	

10	20-3-2024	Konsultasi pengambilan data dan hasil data	- Mengoreksi kembali rumus pada data - Menyimplkan hasil data dan menyimpulkan bahan data yang terbaik	
11	2-5-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV	- Jadwal dihapus - Tabel 4.6 dan seterusnya diberi tanda bold hasil yang terbaik - Pada gambar grafik judul dihilangkan	
12	10-5-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV	- Pada pembahasan ditunjukkan kenaikan berapa persen jika dibandingkan waktu injeksi standar mesin - Pada pembahasan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya	
13	17-5-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV	- Pada pembahasan diberikan alasan kenapa injeksi 30° BDC yang terbaik dan dibandingkan dengan yang lain - Pembahasan bisa dikaitkan antara daya, torsi dan konsumsi bahan bakar	

14	21-5-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV dan V	- Kesimpulan menjawab perumusan masalah - Data pada grafik keterangan dan satuan diperbaiki	
15	5-6-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV dan V	- Format daftar pustaka disesuaikan - Jenis garis pada semua grafik dibedakan - Grafik pada temperatur dipisah	
16	19-7-2024	Bab IV dan V	- Sudah dapat didaftarkan untuk seminar hasil skripsi	

Tanggal Pengajuan : 25-10-2023

Tanggal Pengesahan : 19-07-2024

Ponorogo, Juli 2024

Dosen Pembimbing Utama



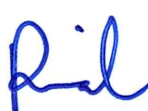
Dr. Kuntang Winangun, S.Pd, M.Pd

NIK. 19900421 202109 12

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Faris Helmi Al Hakim
NIM : 21511579
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Penginjeksian Terhadap
Unjuk Kerja Motor Diesel 1 Silinder
Dengan Bahan Bakar Campuran Biodiesel
Dan Etanol
Dosen Pembimbing Pendamping : Rizal Arifin, S.Si, M.Si, Ph.D

PROSES BIMBINGAN

No	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	25-10-2023	Konsultasi judul proposal skripsi	- Baca banyak jurnal dan literatur lainnya berkaitan dengan judul yang diambil	
2	3-11-2023	Konsultasi judul dan tema yang akan diambil	- Mencari fenomena dan rumusan masalah tentang judul yang diambil	
3	6-11-2023	Pembagian tema	- Mempelajari tentang biodiesel dan etanol serta karakteristiknya pada mesin	
4	4-11-2023	Variabel proposal skripsi	- Mencari standar timing injeksi pada mesin diesel yang akan digunakan - Merencanakan sudut timing injeksi	

5	6-11-2023	Variabel proposal skripsi	- Mempelajari penelitian terdahulu sudut timing injeksi yang pernah digunakan - Mempelajari unjuk kerja mesin diesel	
6	24-11-2023	Konsultasi proposal skripsi bab I sampai III	- Referensi gambar pakai IEEE - Flowchart penelitian dijelaskan	
7	2-12-2023	Konsultasi proposal skripsi bab I sampai III	- Tata naskah penulisan - Detail pengujian	
8	4-12-2023	Konsultasi proposal skripsi bab I sampai III	- Sudah bisa didaftarkan seminar proposal skripsi	
9	3-5-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV	- Cek konsistensi penulisan terutama pada rumus	
10	5-5-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV	- Simbol-simbol pada rumus disamakan yang ada di persamaan	
11	3-6-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV dan V	- Terkait penulisan ada beberapa yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan keterbacaan	

12	20-6-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV dan V	- Beri tanda bold pada hasil yang terbaik - Buat lebih jelas pada gambar grafik seperti garis dan lain sebagainya	
13	24-6-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV dan V	- Dalam kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian	
14	28-6-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV dan V	- Temperatur grafiknya dipisah - Pada grafik 4. Axis title dihapus yang lain menyesuaikan	
15	5-7-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV dan V	- Tambah sub bab baru untuk kesimpulan pada keseluruhan pengujian - Gambar 4.6 belum ada keterangan - Analyzer test grafik dicek kembali	
16	19-7-2024	Konsultasi naskah skripsi bab IV dan V	- Dapat didaftarkan untuk sidang seminar hasil skripsi	

Tanggal Pengajuan : 25-10-2023

Tanggal Pengesahan : 19-07-2024

Ponorogo, Juli 2024

Dosen Pembimbing Pendamping



Rizal Arifin, S.Si, M.Si, Ph.D

NIK. 19870920 201204 12

MOTTO

“Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali”

Hadist Riwayat Tirmidzi



HALAMAN PERSEMBAHAN

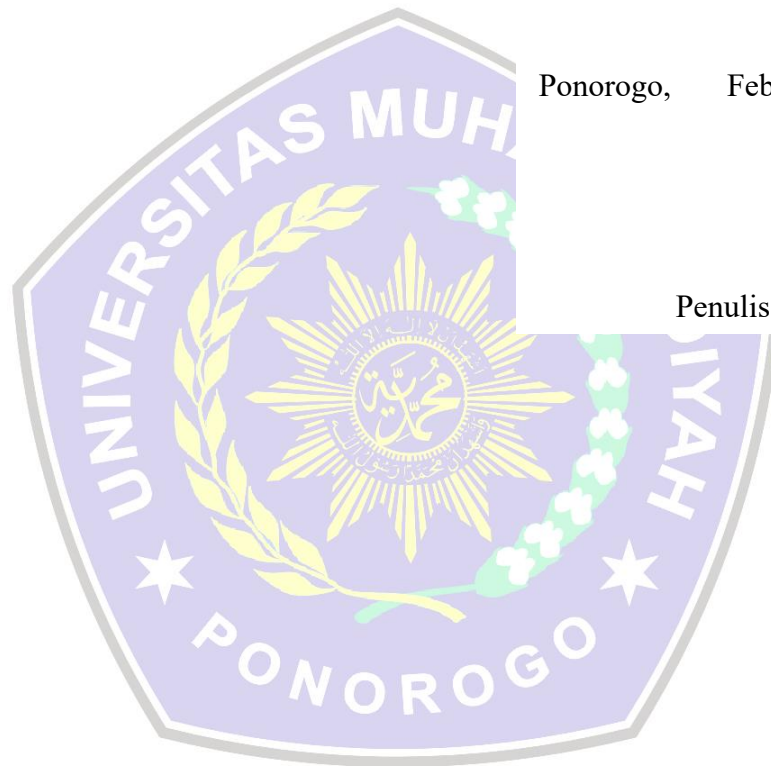
Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kesabaran serta tuntunan dalam menyelesaikan skripsi. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proses penyusunan skripsi ini telah melalui banyak sekali hambatan dan rintangan, namun berkat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, maka penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Tidak lupa saya persembahkan skripsi ini kepada :

1. Bapak dan Ibu yang telah merawat dan mendidik saya dari lahir hingga saat ini. Terimakasih juga atas nafkah yang selama ini beliau berikan sehingga saya dapat tumbuh, berkembang, dan berkarya seperti sekarang ini. Terimakasih sudah memberikan doa tanpa henti disetiap langkah yang saya jalani. Semoga suatu saat saya bisa membahagiakan orang tua saya lebih dari sekarang Aamiin.
2. Bapak dan Ibu Dosen, saya mengucapkan terimakasih atas didikan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga kebaikan bapak dan ibu dosen dibalas oleh Allah SWT.
3. Saudara-saudara yang telah memberikan dukungan, bantuan serta doa yang tak terhingga sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
4. Teman rekan penelitian Nisa, Aditya dan Feriyan yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini mulai awal sampai akhir.
5. Teman-teman sekalian, saya ucapkan terimakasih kepada seluruh teman-teman saya yang telah membantu dan mendukung dalam penulisan skripsi ini. Semoga kebaikan teman-teman dibalas oleh Allah SWT. Akhir kata, saya ucapkan terimakasih atas semua dukungan yang telah diberikan kepada saya.
6. Seluruh staf pengajar dan administrasi jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
7. Berbagai pihak yang telah memberikan banyak dukungan yang tidak ternilai.

Akhir kata semoga amal, bantuan, bimbingan dan doa yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna baik dari isi maupun format penulisan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak agar kedepannya menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, memunculkan ide baru dan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya. Aamiin.

Ponorogo, Februari 2024

Penulis



PENGARUH WAKTU PENGINJEKSIAN TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL 1 SILINDER DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN BIODIESEL DAN ETANOL

Faris Helmi Al Hakim

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas

Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : farispewe@gmail.com

Abstrak

Motor diesel merupakan mesin pembakaran dalam dimana proses pembakaran bahan bakar dilakukan dengan memanfaatkan temperatur tinggi hasil udara yang dikompresi didalam ruang silinder. Untuk mendapatkan unjuk kerja motor yang optimal, motor diesel dipengaruhi beberapa aspek operasional. Diantaranya : Perbandingan campuran udara dengan bahan bakar (*Air Fuel Ratio*), waktu penginjeksian bahan bakar (*Timing Injevtion*) dan jumlah oksigen yang terkandung dalam udara kering disekitar (*Ambien*). Tujuan dari penelitian ini untuk mempelajari karakteristik unjuk kerja pada motor diesel yaitu : Daya, Torsi, Efisiensi Termal, Penggunaan Bahan Bakar Spesifik dan Emisi Gas Buang yang dihasilkan pada variasi waktu penginjeksian 15°BDC, 25°BDC, 30°BDC dan 35°BDC dengan waktu penginjeksian standar mesin diesel 20°BDC. Penelitian dilakukan dengan uji eksperimental pada sebuah mesin diesel 1 silinder dengan pembebanan elektrik (lampu pijar) dari 500 Watt sampai 3000 Watt dengan interval 500 Watt pada putaran mesin stasioner (1500 rpm) menggunakan bahan bakar campuran biodiesel 80 % dan etanol 20 %. Hasil dari pengujian kinerja mesin menunjukkan adanya kenaikan daya dan torsi mesin pada waktu penginjeksian 30°BDC, daya sebesar 2,52 kW atau 2520 Watt dan torsi sebesar 16,07 Nm.

Efisiensi termal menunjukkan hasil paling tinggi pada waktu penginjeksian 30°BDC sebesar 23,19 %. Kemudian hasil dari konsumsi bahan bakar mendapat nilai terendah pada waktu penginjeksian 30°BDC yaitu sebesar 367,19 gr/kWh. Sedangkan hasil pengujian emisi gas buang menghasilkan nilai paling rendah pada waktu penginjeksian 30°BDC sebesar 34,2%. Variasi waktu penginjeksian 30°BDC adalah variasi waktu penginjeksian terbaik untuk mesin diesel dongfeng R185 dengan bahan bakar campuran B80 dan E20.

Kata Kunci : Biodiesel Kelapa Sawit, Etanol, Waktu Penginjeksian Mesin Diesel, Performa Mesin, Emisi Gas Buang



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan ilmu kepada kita semua dan saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Saya juga mendapatkan banyak inspirasi dan bantuan dari beberapa pihak hingga skripsi ini bisa terselesaikan, saya ucapkan terimakasih dan penghargaan kepada :

1. Dr. Happy Susanto, M.A, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Edy Kurniawan, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Yoyok Winardi S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Dr. Kuntang Winangun, S.Pd, M.Pd , selaku Dosen Pembimbing I
5. Rizal Arifin, S.Si, M.Si, Ph.D , selaku Dosen Pembimbing II
6. Semua Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
7. Semua pihak yang sudah membantu baik materiil dan nonmaterial demi tersusunnya skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Ponorogo, Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
BERITA ACARA UJIAN.....	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	ix
MOTTO.....	xii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	xiii
Abstrak.....	xv
KATA PENGANTAR	xvii
DAFTAR ISI.....	xviii
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Bahan Bakar	8
2.3 Bahan Bakar Bio Solar	9
2.4 Bahan Bakar Etanol.....	12

2.5	Bahan Bakar Biodiesel	13
2.6	Mesin Diesel.....	15
2.7	Tahapan Proses Pembakaran Mesin Diesel	15
2.8	Sistem Injeksi Bahan Bakar Mesin Diesel	16
2.9	Unjuk Kerja Mesin Diesel.....	19
2.10	Emisi Gas Buang Mesin Diesel.....	20
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		23
3.1	Alat dan Kelengkapan Penelitian	23
3.2	Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	30
3.3	Tahapan Skripsi.....	31
3.4	Studi Literatur.....	33
3.5	Variabel Penelitian	33
3.6	Skema Alat	34
3.7	Pengujian Performa Mesin dan Emisi Gas Buang	34
3.8	Langkah Penyetelan Waktu Injeksi.....	38
3.9	Skema Perubahan Waktu Injeksi.....	38
BAB IV ANALISA HASIL PENGUJIAN.....		39
4.1.	Hasil Persiapan Bahan Bakar dan Analisa Performa Mesin Diesel Satu silinder	39
4.1.1	Hasil Penyampuran Bahan Bakar.....	39
4.1.2	Analisa Performa Mesin Diesel Satu Silinder dengan campuran Bahan Bakar Biodiesel dan Etanol	40
4.2.	Analisa Performa Mesin Diesel Satu Silinder dengan Waktu Penginjeksian yang Berbeda.....	42
4.3.	Rangkuman Hasil Pengujian Keseluruhan	61
BAB V PENUTUP.....		63

5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA		64
LAMPIRAN.....		68



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Mutu Bahan Bakar Jenis Biosolar PT. Pertamina.....	11
Tabel 2. 2 Standar Dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Jenis Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Lain Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri	12
Tabel 2. 3 Standar Mutu Bahan Bakar Jenis Biodiesel PT. Pertamina	14
Tabel 3. 1 Rencana Pengambilan Data Unjuk Kerja Mesin dan Emisi Gas Buang	36
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengujian Campuran Bahan Bakar.....	39
Tabel 4. 2 Hasil Analisa dari pengujian campuran bahan bakar.....	41
Tabel 4. 3 Daya Terhadap Beban dari Variasi Waktu Penginjeksian	43
Tabel 4. 4 Torsi Terhadap Beban dari Variasi Waktu Penginjeksian	46
Tabel 4. 5 Efisiensi Termal Terhadap Beban dari Variasi Waktu Penginjeksian .	49
Tabel 4. 6 Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Beban dari Variasi Waktu Penginjeksian	51
Tabel 4. 7 Emisi Gas Buang Terhadap Beban dari Variasi Waktu Penginjeksian	54
Tabel 4. 8 Rangkuman Hasil Pengujian.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Mesin Diesel.....	16
Gambar 2. 2 Sistem Injeksi Bahan Bakar Menggunakan Pompa Injeksi Sebaris (Tipe Bosch).....	17
Gambar 2. 3 Sistem Bahan Bakar Menggunakan Pompa Injeksi Distributor DPA	18
Gambar 2. 4 Sistem Bahan Bakar Menggunakan Pompa Injeksi Distributor VE	18
Gambar 3. 1 Mesin Diesel Dongfeng R185	23
Gambar 3. 2 Generator Listrik	24
Gambar 3. 3 Stopwatch.....	24
Gambar 3. 4 Gelas Ukur.....	25
Gambar 3. 5 Toolkit.....	25
Gambar 3. 6 Voltmeter.....	26
Gambar 3. 7 Tachometer.....	26
Gambar 3. 8 Thermometer Couple.....	27
Gambar 3. 9 Gas Analyzer.....	28
Gambar 3. 10 Lampu Halogen.....	30
Gambar 3. 11 Diagram Alur Penelitian.....	31
Gambar 3. 12 Skema Peralatan Generator Set.....	34
Gambar 3. 13 Alat Penyetelan Waktu Penginjeksian	36
Gambar 3. 14 Biodiesel Kelapa Sawit	37
Gambar 3. 15 Etanol 99%	37
Gambar 3. 16 Skema Perubahan Waktu Ineksi.....	38
Gambar 4. 1 Grafik Daya Terhadap Beban.....	43
Gambar 4. 2 Grafik Torsi Terhadap Beban.....	46
Gambar 4. 3 Efisiensi Termal Terhadap Beban	49
Gambar 4. 4 Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Beban.....	52
Gambar 4. 5 Emisi Gas Buang Terhadap Beban.....	55
Gambar 4. 7 Grafik hasil hidrokarbon terhadap beban 1000 Watt	57
Gambar 4. 8 Grafik hasil karbon monoksida terhadap beban 1000 Watt	57

Gambar 4. 9 Grafik hasil karbon dioksida dan NOx terhadap beban 1000 Watt..	58
Gambar 4. 10 Temperatur Gas Buang.....	59
Gambar 4. 11 Temperatur Mesin	59
Gambar 4. 12 Temperatur Radiator	60
Gambar 4. 13 Temperatur Oli	60

