

TUGAS AKHIR

EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI DIAMETER NOZZLE INJEKTOR DAN TEKANAN INJEKSI TERHADAP EFISIENSI KONSUMSI BAHAN BAKAR MESIN DIESEL



Disusun Oleh :

ADITYA KRIS SAMUDERA

1422200157

ALFAT SULISTIYA NUGRAHA

1422200125

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2026

TUGAS AKHIR

EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI DIAMETER NOZZLE INJEKTOR DAN TEKANAN INJEKSI TERHADAP EFISIENSI KONSUMSI BAHAN BAKAR MESIN DIESEL



Disusun Oleh :

ADITYA KRIS SAMUDERA

1422200157

ALFAT SULISTIYA NUGRAHA

1422200125

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2026

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : ADITYA KRIS SAMUDERA
NBI : 1422200157
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI DIAMETER
NOZZLE INJEKTOR DAN TEKANAN INJEKSI
TERHADAP EFISIENSI KONSUMSI BAHAN
BAKAR MESIN DIESEL

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Ninik Martini, MT
NPP. 20420.05.0571

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Dr. Ir. Ar. R.A. Retno Hastijanti, MT., IPU., IAL., APEC Eng.
NPP. 20440.91.0218



Ir. Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T
NPP. 20420.20.0826

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditya Kris Samudera
NIM : 1422200157
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi/tugas akhir dengan judul:

**"EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI DIAMETER NOZZLE INJEKTOR
DAN TEKANAN INJEKSI TERHADAP EFISIENSI KONSUMSI BAHAN
BAKAR MESIN DIESEL"**

adalah hasil karya saya sendiri. Skripsi/tugas akhir ini tidak mengandung karya yang lain yang telah dipublikasikan atau ditulis sebelumnya, kecuali sebagaimana yang telah disebutkan dalam daftar pustaka dan sumber kutipan.

Saya bertanggung jawab sepenuhnya atas keaslian isi skripsi/tugas akhir ini. Jika di kemudian hari ditemukan bukti bahwa skripsi/tugas akhir ini mengandung unsur plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas.

Demikian surat persyaratan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Surabaya, 2 Juli 2026
Yang membuat pernyataan,



Aditya Kris Samudera
NIM: 1422200157



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditya Kris Samudera
NBI/NPM : 1422200157
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir/ ~~Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/ Praktek~~

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

**“EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI DIAMETER NOZZLE INJEKTOR
DAN TEKANAN INJEKSI TERHADAP EFISIENSI KONSUMSI BAHAN
BAKAR MESIN DIESEL”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 2 Juli 2026

Yang Menyatakan,



Coret yang tidak perlu

(Aditya Kris Samudera)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, pengetahuan, serta dukungan dari banyak pihak yang selama ini membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dengan hati yang tulus penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat serta karunia pertolongan-Nya selama penulis menyusun skripsi.
2. Ibu Ir. Ninik Martini, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing serta mengarahkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Teristimewa kepada orang tua penulis. Ayahanda Rasmono dan ibu Aris Setyowati, yang telah memberikan motivasi, dukungan penuh secara moral, materil, kasih sayang dan do'a yang begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Kedua saudara penulis, Rangga Eka Prasetya dan Satria Putra Samudera yang telah menjadi motivasi bagi penulis, telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Untuk rekan seperjuangan Alfat Sulistiya Nugraha. Terima kasih telah menjadi teman dalam proses perjalanan menyelesaikan Tugas Akhir ini dan terima kasih atas kebersamaan, kerja sama, dukungan, dan semangat yang diberikan, baik dalam suka maupun saat menghadapi berbagai kesulitan dalam menyusun Tugas Akhir ini.
6. Tata, sahabat SMP saya Steven dan seluruh angkatan 22 Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yang selalu menemani dalam suka maupun duka, mendengarkan keluh kesah penulis, memberi dukungan, motivasi, pengingat, dan menemani penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Dan terakhir, untuk diri saya sendiri, Aditya Kris Samudera. Terima kasih karena tidak menyerah, kerja keras dan semangatnya sehingga tidak pernah menyerah dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Terima kasih sudah kuat melewati perjalanan, lika-liku yang terjadi. Saya bangga pada diri saya sendiri, mari bekerja sama untuk lebih berkembang lagi menjadi pribadi lebih baik dari hari ke hari.

ABSTRAK

EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI DIAMETER NOZZLE INJEKTOR DAN TEKANAN INJEKSI TERHADAP EFISIENSI KONSUMSI BAHAN BAKAR MESIN DIESEL

Mesin diesel banyak digunakan pada sektor transportasi dan industri karena memiliki efisiensi termal yang tinggi dan ketahanan operasi yang baik. Namun, permasalahan konsumsi bahan bakar yang cenderung meningkat masih sering terjadi, khususnya ketidak efisiensi sistem bahan bakar. Salah satunya faktor utama yang mempengaruhi efisiensi pembakaran dan konsumsi bahan bakar adalah karakteristik injektor, terutama diameter nozzle dan tekanan injeksi. Kombinasi yang tidak tepat antara kedua parameter tersebut dapat menyebabkan atomisasi bahan bakar kurang optimal, pencampuran udara dan bahan bakar tidak merata, serta peningkatan volume konsumsi bahan bakar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengetahui pengaruh variasi diameter nozzle dan tekanan injeksi terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar mesin diesel. Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen terhadap variabel variasi diameter nozzle sebesar 0.150, 0.152, dan 0.154 mm, serta variasi injeksi sebesar 400, 420, dan 440 bar. Pengujian dilakukan pada putaran mesin 500, 1000, 1500 rpm dengan waktu pengukuran konsumsi bahan bakar selama 1 menit untuk setiap variasi parameter. Konsumsi bahan bakar diukur menggunakan metode volumetrik, kemudian dianalisis dalam bentuk laju aliran volumetrik bahan bakar, laju aliran massa bahan bakar, Brake Power (BP), Brake Specific Fuel Consumption (BSFC).

Dari hasil penelitian, efisiensi dari kombinasi diameter nozzle 0.150 mm dan tekanan injeksi 400 bar menghasilkan nilai BSFC paling rendah sehingga menghasilkan nilai paling efisien. Tetapi dengan kombinasi diameter nozzle 0.152 mm dan tekanan 420 bar merupakan kondisi yang paling mendekati optimal, karena memberikan keseimbangan antara kualitas atomisasi dan jumlah bahan bakar yang di keluarkan, menghasilkan pembakaran yang cukup efisien dan stabil. Maka, dapat disimpulkan bahwa efisiensi mesin diesel tidak hanya ditentukan oleh nilai konsumsi bahan bakar terendah, tetapi juga oleh keseimbangan parameter ukuran maupun tekanan sistem injeksi yang di gunakan.

Kata kunci: mesin diesel, diameter nozzle injektor, tekanan injeksi, konsumsi bahan bakar, sistem injeksi common rail.

ABSTRACT

EXPERIMENT ON THE EFFECT OF VARIATIONS IN INJECTOR NOZZLE DIAMETER AND INJECTION PRESSURE ON DIESEL ENGINE FUEL CONSUMPTION EFFICIENCY

Diesel engines are widely used in the transportation and industrial sectors due to their high thermal efficiency and excellent operational durability. However, the issue of increasing fuel consumption remains a frequent challenge, particularly concerning the inefficiency of the fuel system. One of the main factors influencing combustion efficiency and fuel consumption is the injector characteristics, specifically the nozzle diameter and injection pressure. An improper combination of these two parameters can lead to suboptimal fuel atomization, uneven air-fuel mixing, and an increase in total fuel consumption volume.

This study aims to analyze and determine the effects of variations in nozzle diameter and injection pressure on the fuel consumption efficiency of diesel engines. The research was conducted experimentally, utilizing nozzle diameter variations of 0.150, 0.152, and 0.154 mm, and injection pressure variations of 400, 420, and 440 bar. Testing was carried out at engine speeds of 500, 1000, and 1500 rpm, with fuel consumption measured over a 1-minute duration for each parameter variation. Fuel consumption was measured using the volumetric method, and subsequently analyzed in terms of fuel volumetric flow rate, fuel mass flow rate, Brake Power (BP), and Brake Specific Fuel Consumption (BSFC).

Based on the research results, the combination of a 0.150 mm nozzle diameter and a 400 bar injection pressure produced the lowest BSFC value, thereby yielding the highest efficiency. However, the combination of a 0.152 mm nozzle diameter and a 420 bar pressure represents the closest to optimal condition, as it provides a balance between atomization quality and the volume of fuel discharged, resulting in a fairly efficient and stable combustion. Therefore, it can be concluded that diesel engine efficiency is not only determined by the lowest fuel consumption value, but also by the balance of size parameters and injection system pressures used.

Keywords: diesel engine, injector nozzle diameter, injection pressure, fuel consumption, common rail injection system.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Eksperimen Pengaruh Variasi Diameter Nozzle Injektor dan Tekanan Injeksi Terhadap Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel” dengan baik dan lancar.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Penulis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis serta menjadi referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Konversi Energi, khususnya yang memfokuskan pada kajian motor bakar terutama mesin diesel, dalam upaya meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar melalui optimasi parameter sistem injeksi seperti variasi diameter nozzle dan tekanan injeksi.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat serta karunia pertolongan-Nya selama penulis menyusun skripsi.
2. Ibu Dr. Ir. Ar. R.A Retno Hastijanti, MT., IPU., IAI., APEC Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, beserta seluruh staf dan karyawan, atas segala dukungan yang diberikan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Moh, Noh Ali Aziz, ST., MT., selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ibu Ir. Ninik Martini, MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing serta mengarahkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala bentuk kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Besar harapan penulis, semoga karya ini dapat memberikan manfaat, baik dalam lingkup akademik maupun praktis.

Surabaya, 2 Juli 2026

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mesin Diesel.....	5
2.2 Prinsip Kerja Siklus Mesin Diesel.....	5
2.2.1 Rasio Kompresi	7
2.2.2 Sistem Piston dan Mekanisme Gerak piston	9
2.2.3 Komponen Sistem Piston	9
2.3 Sistem Injeksi Bahan Bakar Mesin Diesel	10
2.3.1 Prinsip Kerja Sistem Injeksi Cammon rail	11
2.3.2 Komponen Utama Sistem Injeksi.....	11
2.3.3 Komponen Injektor.....	11
2.3.4 Parameter Injeksi	14
2.4 Mekanisme Pembakaran di Mesin Diesel	15
2.4.1 Karakteristik Pembakaran.....	16
2.4.2 Efisiensi Termal dan Faktor yang Mempengaruhi	16
2.5 Konsumsi Bahan Bakar	16
2.5.1 Definisi dan Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar	17

2.5.2	Faktor Lain yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar	17
2.5.3	Metode Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar	19
2.6	Pengaruh Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar	19
2.6.1	Pengaruh Diameter Nozzle	19
2.6.2	Pengaruh Tekanan Injeksi	19
2.7	Kombinasi Tekanan Injeksi dan Diameter Nozzle	20
2.8	Peran Tekanan Injeksi dan Diameter Nozzle Terhadap Efisiensi Pembakaran	20
2.9	Parameter Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar	21
2.9.1	Metode Volumetric	21
2.9.2	Laju Aliran	21
2.9.3	Brake Power (BP)	22
2.9.4	Brake Specific Fuel Consumption (BSFC)	22
2.10	Penelitian Terdahulu	23
2.10.1	Grafik Penelitian Terdahulu	23
2.10.2	Tabel Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Diagram Alir (FlowChart)	25
3.2	Uraian Diagram Alir Penelitian	26
3.2.1	Mulai	26
3.2.2	Studi Literatur	26
3.2.3	Studi Lapangan	26
3.2.4	Tahap Pengujian	26
3.2.5	Pengambilan Data	26
3.2.6	Analisis Data	28
3.2.7	Kesimpulan	28
3.2.8	Selesai	28
3.3	Skema Alat Pengujian	28
3.4	Alat Pengujian Injektor	29
3.4.1	Mekanisme Kerja Alat Uji	29
3.4.2	Alat dan Bahan Pengujian	30
3.4.3	Variabel Penelitian	30
3.4.4	Prosedur Pengujian	31
3.5	Tempat Penelitian	31
BAB IV ANALISIS DATA		33
4.1	Analisa Penelitian	33

4.1.1 Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar	34
4.1.2 Data Hasil Perhitungan Parameter Konsumsi Bahan Bakar	35
4.2 Analisis Pengaruh Diameter Nozzle terhadap Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar	39
4.3 Analisis Pengaruh Tekanan terhadap Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar.....	42
4.4 Analisis Kombinasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi terhadap Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar	45
4.5 Perbandingan Hasil Antar Variasi Parameter	54
4.5.1 Perbandingan Diameter Nozzle terhadap BSFC	54
4.5.2 Perbandingan Tekanan Injeksi terhadap BSFC	55
4.5.3 Perbandingan Kombinasi Parameter terhadap Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar	55
4.6 Analisis Hubungan Parameter terhadap Efisiensi Mesin	56
4.6.1 Hubungan Putaran Mesin (Rpm) terhadap BSFC dan Efisiensi Pembakaran	56
4.6.2 Hubungan Diameter Nozzle terhadap Laju Aliran dan Atomisasi	57
4.6.3 Hubungan Tekanan Injeksi terhadap Proses Pembakaran	57
4.6.4 Hubungan Laju Aliran Bahan Bakar dan Brake Power terhadap BSFC.....	58
4.6.5 Analisis Keseimbangan Parameter (Optimasi Sistem Injeksi)	58
BAB V KESIMPULAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Mesin Diesel.....	6
Gambar 2.2 Rasio Kompresi	7
Gambar 2.3 Komponen Sistem Piston	9
Gambar 2. 4 Komponen Nozzle Injektor	12
Gambar 2.5 Grafik Diameter Nozzle dan BSFC	23
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	25
Gambar 3.2 Skema Alat Pengujian	28
Gambar 3.3 Alat Pengujian Injektor	29
Gambar 4.1 Grafik Diameter Nozzle dan BSFC.....	39
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Nozzle dan BSFC	40
Gambar 4.3 Grafik Diameter Nozzle dan BSFC	41
Gambar 4.4 Grafik Tekanan Injeksi dan BSFC	42
Gambar 4.5 Grafik Tekanan Injeksi dan BSFC	43
Gambar 4.6 Grafik Tekanan Injeksi dan BSFC	44
Gambar 4.7 Grafik Kombinasi Diameter nozzle dan Tekanan Injeksi	45
Gambar 4.8 Grafik Kombinasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi.....	46
Gambar 4.9 Grafik Kombinasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi.....	47
Gambar 4.10 Grafik Kombinasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi.....	48
Gambar 4.11 Grafik Kombinasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi.....	49
Gambar 4.12 Grafik Kombinasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi.....	50
Gambar 4.13 Grafik Kombinasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi.....	51
Gambar 4.14 Grafik Kombinasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi.....	52
Gambar 4.15 Grafik Kombinasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3.1 Pengujian Pengaruh Variasi Diameter Nozzle dan Tekanan Injeksi.....	27
Tabel 4.1 Data hasil pengujian variasi diameter nozzle dan tekanan injeksi	34
Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Laju Aliran Volumetrik Bahan Bakar	35
Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Laju Aliran Massa Bahan Bakar (mf)	36
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Brake Power (BP)	37
Tabel 4.5 Data Hasil Perhitungan Brake Specific Fuel Consumptions (BSFC)	38