

**PENGUJIAN KINERJA MOTOR BAKAR BENSIN PORTABLE UNTUK  
PRAKTIKUM MESIN KONVERSI ENERGI**



**TUGAS AKHIR**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu (S1), Pada Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Tridinanti**

**Disusun :**

**Albar**

**2302220505.P**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

**2026**

UNIVERSITAS TRIDINANTI  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



TUGAS AKHIR

PENGUJIAN KINERJA MOTOR BAKAR BENSIN PORTABLE  
UNTUK PRAKTIKUM MESIN KONVERSI ENERGI

Disusun :

ALBAR

2302220505.P

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Heriyanto Rusmaryadi, ST., Dip., PG., MT.

Diperiksa Dan Disetujui :  
Dosen Pembimbing I

Ir. Muhammad Lazim, MT.

Dosen Pembimbing II

Martin Luther King, ST., MT.

Disahkan Oleh:  
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ani Firda, ST., MT.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Albar  
Nmp : 2302220505.P  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : **PENGUJIAN KINERJA MOTOR BAKAR BENSIN PORTABLE UNTUK PRAKTIKUM MESIN KONVERSI ENERGI**. Adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palcbang, Maret 2026

Yang Membuat Pernyataan



Albar

NIM : 2302220505.P

**SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Albar  
NIM : 2302220505.P  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Jenis Karya : TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENGUJIAN KINERJA MOTOR BAKAR BENSIN PORTABLE UNTUK  
PRAKTIKUM MESIN KONVERSI ENERGI**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini universitas tridinanti palembang berhak menyimpan, mengalih medikan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang  
Tanggal, Maret 2026  
Yang menyatakan,

  
  
Albar

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Albar  
NIP : 2302220505.P  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul : **“Pengujian Kinerja Motor Bakar Bensin Portable Untuk Praktikum Mesin Konversi Energi”** benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda. Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan insitusi Universitas Tridinanti Palembang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh keasadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Palembang, Maret 2026

Mahasiswa



Albar



## Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.


Submission author: 1 1  
Assignment title: Kelas Kimia Mar 3103  
Submission title: ALBAR-2302220505.P.docx  
File name: ALBAR-2302220505.P.docx  
File size: 18.92M  
Page count: 50  
Word count: 7,754  
Character count: 51,011  
Submission date: 31-Mar-2026 09:04PM (UTC+0700)  
Submission ID: 2918791167




# 11

## ALBAR-2302220505.P.docx

 Kelas Kimia Mar 3103

 Kelas kimia feb

 Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

---

### Document Details

**Submission ID**

trn:oid::1:3523409150

**Submission Date**

Mar 31, 2026, 9:03 PM GMT+7

**Download Date**

Mar 31, 2026, 9:12 PM GMT+7

**File Name**

ALBAR-2302220505.P.docx

**File Size**

18.9 MB

**50 Pages**




**7,754 Words**

**51,011 Characters**

# 10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Top Sources

- 9%  Internet sources
  - 3%  Publications
  - 3%  Submitted works (Student Papers)
-

## Top Sources

- 9% Internet sources
- 3% Publications
- 3% Submitted works (Student Papers)

## Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

<b>1</b>	Internet	repository.its.ac.id	1%
<b>2</b>	Internet	repositori.usu.ac.id	<1%
<b>3</b>	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
<b>4</b>	Internet	repository.umsu.ac.id	<1%
<b>5</b>	Internet	www.scribd.com	<1%
<b>6</b>	Internet	text-id.123dok.com	<1%
<b>7</b>	Internet	elib.pdii.lipi.go.id	<1%
<b>8</b>	Internet	media.neliti.com	<1%
<b>9</b>	Internet	ejurnal.bppt.go.id	<1%
<b>10</b>	Internet	123dok.com	<1%
<b>11</b>	Student papers	Sriwijaya University	<1%

12	Student papers	Fakultas Teknik	<1%
13	Internet	docplayer.info	<1%
14	Publication	Apri Rahmadi, Mursalin Mursalin. "Studi Komparasi Performa Motor Bensin Deng...	<1%
15	Internet	repository.umy.ac.id:8080	<1%
16	Internet	repository.usu.ac.id	<1%
17	Internet	eprint.ivet.ac.id	<1%
18	Internet	repo.itera.ac.id	<1%
19	Student papers	Politeknik Negeri Bandung	<1%
20	Student papers	Universitas Islam Riau	<1%
21	Internet	id.123dok.com	<1%
22	Internet	repository.ipb.ac.id:8080	<1%
23	Student papers	Institut Teknologi Kalimantan	<1%
24	Internet	repository.unibos.ac.id	<1%
25	Internet	repository.unja.ac.id	<1%

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

**Motto :**

**"Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia..." (QS. Al-Hadid: 25)**

**kupersembahkan kepada :**

- **Kedua orang tua yang tercinta**
- **Istriku tercinta dan tersayang yang selalu mendoakan**
- **Anak-anakku yang memberikan semangat**
- **Dosen dan guru-guruku**
- **Sahabat serta teman-temanku**
- **Almamaterku**

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe alat uji prestasi motor bakar bensin empat langkah berbasis rope brake dynamometer sebagai solusi fasilitas praktikum berbiaya rendah di laboratorium Konversi Energi. Kurangnya fasilitas pengujian menyebabkan mahasiswa sulit memahami karakteristik mesin secara praktis, sehingga diperlukan inovasi alat yang sederhana, portabel, namun tetap akurat.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Pengujian dilakukan pada motor bensin Honda GX160 satu silinder menggunakan variasi beban 4 kg, 5 kg, 6 kg, 7 kg, dan 8 kg dengan bahan bakar Pertalite. Parameter yang diukur meliputi torsi, putaran mesin (rpm), dan konsumsi bahan bakar untuk kemudian dianalisis guna mendapatkan nilai daya efektif, Specific Fuel Consumption (SFC), dan efisiensi termal. Pengambilan data dilakukan dengan tiga kali pengulangan (triple run) untuk menjamin keandalan data.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe alat uji yang dikembangkan mampu mengukur parameter prestasi motor bakar dengan tingkat akurasi yang memadai untuk kebutuhan pendidikan. Pengujian ini berhasil mendemonstrasikan hubungan fundamental antara beban, torsi, daya, dan efisiensi mesin yang sesuai dengan teori karakteristik motor bakar bensin. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis berupa penyediaan alat peraga praktikum yang fungsional dengan biaya produksi yang jauh lebih terjangkau dibandingkan unit komersial.

Kata Kunci: Motor bakar bensin, Rope brake dynamometer, Prestasi mesin, Torsi, SFC, Alat uji praktikum.

## **ABSTRACT**

*This research aims to design and develop a prototype of a four-stroke gasoline engine performance test apparatus based on a rope brake dynamometer as a low-cost solution for practical laboratory facilities in the Energy Conversion Laboratory. The lack of testing facilities often makes it difficult for students to understand engine characteristics practically, necessitating the innovation of a simple, portable, and accurate testing tool.*

*The research method used is an experimental laboratory approach with a quantitative analysis. Testing was conducted on a single-cylinder Honda GX160 gasoline engine using load variations of 4 kg, 5 kg, 6 kg, 7 kg, and 8 kg fueled by Pertalite. The measured parameters included torque, engine speed (rpm), and fuel consumption, which were then analyzed to determine brake power, Specific Fuel Consumption (SFC), and thermal efficiency. Data collection was performed using a triple-run method to ensure data reliability.*

*The results indicate that the developed test apparatus prototype is capable of measuring engine performance parameters with an adequate level of accuracy for educational purposes. The testing successfully demonstrated the fundamental relationship between load, torque, power, and engine efficiency in accordance with the theoretical characteristics of gasoline engines. This research provides a practical contribution by providing functional laboratory teaching aids at a significantly more affordable production cost compared to commercial units.*

*Keywords: Gasoline engine, Rope brake dynamometer, Engine performance, Torque, SFC, Laboratory test equipment.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. skripsi ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang. Dalam menyelesaikan skripsi ini, Penulis banyak menerima bimbingan dan bantuan dari semua pihak, dan pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

1. Ibu Dr. Ani Firda, S.T., M.T., MM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti
2. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti
3. Bapak Martin Luther King, ST., MT, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti dan Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta saran dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini
4. Bapak Ir. Muhammad Lazim, MT Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberi masukan serta saran dalam penulisan skripsi ini.
5. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridianti Palembang.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridianti Palembang, Angkatan 2023 yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih belum sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan masukan dan saran. Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat berguna bagi Mahasiswa, Khususnya Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Tridianti Palembang.

Palembang, Maret 2026  
Penulis

Albar

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL</b> .....	<b>I</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>II</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>III</b>
<b>SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>IV</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>VI</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>IX</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>XI</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>XII</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	6
1.3. Batasan Masalah .....	6
1.4. Tujuan Penelitian .....	7
1.5. Manfaat Penelitian .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1. Teori dasar motor bakar 4-tak .....	10
2.2. Parameter Prestasi Motor Bakar .....	11
2.2.1. Torsi ( <i>Torque</i> ) .....	12
2.2.2. Kecepatan Putaran ( <i>Engine Speed</i> ) .....	13
2.2.3. Daya Efektif ( <i>Brake Power</i> ) .....	14
2.2.4. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik ( <i>Specific Fuel Consumption</i> ) .....	15
2.2.5. Efisiensi Termal ( <i>Thermal Efficiency</i> ) .....	16
2.3. Teknologi Dinamometer dan Sistem Pembebanan .....	16
2.3.1. Dinamometer Pengereman ( <i>Brake Dynamometer</i> ) .....	17
2.3.2. Dinamometer Hidrolik ( <i>Hydraulic Dynamometer</i> ) .....	18
2.3.3. Dinamometer <i>Eddy Current</i> .....	19

2.3.4. Dinamometer Listrik ( <i>Electric Dynamometer</i> ) .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	21
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2. Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	22
3.3. Alat dan Bahan Penelitian .....	22
3.3.1. Spesifikasi Motor Bakar yang Diuji.....	22
3.3.2. Peralatan Utama dan Pendukung .....	23
3.3.3. Bahan Bakar .....	24
3.4. Perakitan Alat Uji Motor Bakar .....	24
3.5. Kalibrasi Instrumen Pengukuran.....	26
3.6. Prosedur Pengambilan Data .....	26
3.7. Teknik Analisis Data .....	28
3.8. Waktu dan Tempat Penelitian .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	31
4.1. Data Hasil Pengujian.....	31
4.2. Data Pengukuran Langsung .....	32
4.3. Perhitungan Parameter Kinerja Motor Bakar.....	33
4.3.1. Beban 4 kg.....	33
4.3.2. Beban 5 kg.....	36
4.3.3. Beban 6 kg.....	38
4.3.4. Beban 7 kg.....	40
4.3.5. Beban 8 kg.....	42
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	53
5.1. Kesimpulan .....	53
5.2. Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram P-V Siklus Otto Ideal .....	11
Gambar 2.2. Jenis dinamometer pengereman .....	18
Gambar 2.3. Prinsip kerja dan karakteristik dinamometer hidrolik .....	19
Gambar 2.4. Prinsip kerja dan karakteristik dinamometer eddy current.....	20
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian .....	21
Gambar 3.2. Alat uji motor bakar.....	25
Gambar 4.1. Hubungan antara beban terhadap rata-rata torsi.....	47
Gambar 4.2. Hubungan antara beban dan rata-rata daya .....	49
Gambar 4.3. Hubungan beban terhadap rata-rata SFC .....	50
Gambar 4.4. Hubungan antara beban terhadap rata-rata efisiensi .....	52

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1. Spesifikasi Motor Bakar Honda GX160 .....	22
Tabel 3.2. Peralatan Penelitian .....	23
Tabel 3.3. Spesifikasi Bahan Bakar Pertalite .....	24
Tabel 3.4. Matriks Pengambilan Data Pengukuran Langsung .....	28
Tabel 3.5. Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	30
Tabel 4.1. Spesifikasi Motor Bakar yang Diuji.....	31
Tabel 4.2. Spesifikasi Dinamometer dan Peralatan Ukur .....	32
Tabel 4.3. Data Pengukuran Langsung .....	33
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Semua Run.....	44
Tabel 4.5. Parameter Kinerja Rata-rata Motor Bakar pada Variasi Beban.....	45

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Motor bakar bensin merupakan salah satu jenis mesin konversi energi yang paling luas penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari, baik pada kendaraan bermotor, mesin pertanian, mesin generator listrik skala kecil, hingga berbagai peralatan industri ringan. Prinsip kerja motor bakar bensin yang mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran di dalam silinder menjadikannya sebagai objek kajian yang fundamental dalam disiplin ilmu teknik mesin (Dimitrov dkk., 2021). Pemahaman mengenai karakteristik dan performa motor bakar menjadi kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh setiap mahasiswa teknik mesin, khususnya dalam memahami bagaimana sebuah mesin bekerja, bagaimana efisiensinya, serta faktor-faktor apa saja yang memengaruhi kinerjanya (Orman, 2024).

Parameter-parameter prestasi motor bakar seperti torsi, daya efektif (brake power), konsumsi bahan bakar spesifik (specific fuel consumption/SFC), dan efisiensi termal merupakan indikator utama yang menggambarkan kemampuan mesin dalam mengkonversi energi bahan bakar menjadi energi mekanik yang bermanfaat (Kumar, 2023). Torsi menggambarkan kemampuan mesin untuk menghasilkan gaya putar pada poros, daya menunjukkan seberapa besar kerja yang dihasilkan per satuan waktu, SFC mengindikasikan tingkat keekonomisan mesin dalam menggunakan bahan bakar, sedangkan efisiensi termal menunjukkan seberapa efektif energi panas dari pembakaran diubah menjadi kerja mekanik.

Keempat parameter ini saling terkait dan menjadi dasar dalam mengevaluasi performa suatu motor bakar (Sanjaya dkk., 2024).

Pemahaman terhadap parameter-parameter tersebut idealnya tidak hanya diperoleh melalui pembelajaran teoritis di dalam kelas, tetapi juga harus didukung oleh kegiatan praktikum yang memungkinkan mahasiswa untuk mengamati dan mengukur secara langsung karakteristik nyata dari sebuah motor bakar. Kegiatan praktikum memegang peranan penting dalam menjembatani kesenjangan antara teori dan aplikasi di lapangan. Melalui praktikum, mahasiswa dapat memverifikasi konsep-konsep teoritis, mengembangkan keterampilan pengukuran dan instrumentasi, serta melatih kemampuan analisis data eksperimental (Ali dkk., 2022). Namun demikian, ketersediaan fasilitas praktikum yang memadai masih menjadi kendala klasik yang dihadapi oleh banyak institusi pendidikan tinggi, terutama di negara berkembang dengan keterbatasan anggaran.

Pada mata kuliah Konversi Energi yang umumnya diajarkan di program studi teknik mesin, pengujian prestasi motor bakar merupakan salah satu topik praktikum yang paling krusial. Untuk dapat melakukan pengujian tersebut, diperlukan sebuah perangkat yang disebut dinamometer. Dinamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi dan daya yang dihasilkan oleh suatu mesin dengan cara memberikan beban tertentu pada poros keluaran mesin. Berbagai jenis dinamometer telah dikembangkan, mulai dari yang sederhana seperti prony brake dan rope brake, hingga yang lebih kompleks dan presisi seperti hydraulic dynamometer dan eddy current dynamometer (Farzam dkk., 2021).

Sayangnya, dinamometer komersial yang tersedia di pasaran umumnya dirancang untuk kebutuhan industri dan riset lanjutan, sehingga memiliki spesifikasi teknis yang sangat tinggi, sistem kontrol yang kompleks, dan konsekuensinya, harga yang sangat mahal. Studi yang dilakukan (Gopinath, 2014) menegaskan bahwa dinamometer komersial bersifat over engineered untuk kebutuhan pendidikan dasar karena dirancang untuk pengujian mesin dengan rentang daya yang luas dan tingkat akurasi yang sangat tinggi, yang sebenarnya tidak mutlak diperlukan untuk tujuan pembelajaran tingkat sarjana. Kondisi ini tentu saja menjadi hambatan serius bagi perguruan tinggi dengan keterbatasan anggaran laboratorium, seperti yang juga dikemukakan oleh (Menon dkk., 2007) dalam penelitiannya tentang pengembangan dinamometer portabel.

Permasalahan utama yang menjadi fondasi penelitian ini adalah ketiadaan fasilitas pengujian performa motor bakar di laboratorium Konversi Energi. Akibatnya, mahasiswa hanya memperoleh pemahaman teoritis tentang karakteristik mesin tanpa pernah memiliki kesempatan untuk melihat dan mengukur sendiri bagaimana perubahan beban memengaruhi torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar sebuah mesin yang sesungguhnya. Hal ini tentu mengurangi kualitas pemahaman dan kompetensi lulusan, karena mereka tidak terbiasa dengan pekerjaan laboratorium dan analisis data eksperimental yang menjadi ciri khas pekerjaan seorang insinyur.

Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, beberapa peneliti telah mengembangkan alternatif dinamometer berbiaya rendah. (Gopinath, 2014) dalam penelitiannya mendemonstrasikan bahwa rope brake dynamometer dapat menjadi

solusi yang layak karena desainnya yang sederhana, komponennya mudah diperoleh, dan biaya pembuatannya sangat rendah. Penelitian mereka menunjukkan bahwa dengan kalibrasi yang baik, rope brake mampu menghasilkan data yang cukup akurat untuk tujuan pendidikan. (Menon dkk., 2007) melanjutkan pengembangan tersebut dengan merancang dinamometer portabel yang lebih kompak, namun penelitiannya mengidentifikasi kelemahan pada akurasi pembacaan gaya yang masih perlu ditingkatkan. Sementara itu, (Irham dkk., 2024) melakukan analisis mendalam terhadap sumber-sumber error pada sistem rope brake dan menemukan bahwa variasi slip tali serta perubahan koefisien gesekan akibat kenaikan temperatur merupakan faktor utama yang memengaruhi akurasi pengukuran.

Penelitian-penelitian terdahulu tersebut memberikan kontribusi penting dalam pengembangan dinamometer berbiaya rendah, namun masih menyisakan beberapa celah. Pertama, sebagian besar penelitian lebih berfokus pada aspek teknis pengukuran dan belum secara spesifik merancang alat yang dioptimalkan untuk kebutuhan praktikum pendidikan. Kedua, belum ada penelitian yang menyediakan panduan lengkap yang mencakup proses perancangan, fabrikasi, kalibrasi, prosedur pengujian, serta analisis error secara terintegrasi dalam satu paket yang siap pakai untuk laboratorium pendidikan. Ketiga, aspek portabilitas, kemudahan penggunaan, dan biaya produksi yang sangat rendah belum menjadi perhatian utama dalam penelitian-penelitian sebelumnya.

Berdasarkan gap penelitian tersebut, penelitian ini menawarkan sebuah solusi berupa pengembangan prototipe alat uji prestasi motor bakar berbasis rope

brake yang dirancang secara khusus untuk memenuhi kebutuhan praktikum mata kuliah Konversi Energi. Inovasi yang ditawarkan dalam penelitian ini meliputi: (1) desain yang sederhana dan portabel dengan biaya produksi rendah, (2) sistem pengukuran yang terintegrasi untuk parameter torsi, putaran, dan konsumsi bahan bakar, (3) prosedur kalibrasi yang sistematis untuk meminimalkan error pengukuran, (4) protokol pengambilan data yang jelas dan dapat direplikasi, serta (5) metode analisis data yang mencakup perhitungan statistik dasar untuk mengevaluasi keandalan alat.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam dua aspek sekaligus. Dari aspek keilmuan, penelitian ini memperkaya literatur tentang pengembangan dinamometer low-cost dan analisis error pada sistem rope brake. Dari aspek praktis, penelitian ini menghasilkan sebuah produk berupa alat uji prestasi motor bakar yang siap digunakan untuk kegiatan praktikum, yang dapat direplikasi oleh institusi pendidikan lain dengan biaya terjangkau. Hal ini sejalan dengan upaya peningkatan kualitas pembelajaran di bidang teknik mesin melalui pengembangan teknologi pendidikan (*educational technology*) yang mandiri dan berkelanjutan.

Urgensi penelitian ini semakin kuat mengingat tuntutan kurikulum pendidikan tinggi yang menekankan pada capaian pembelajaran berbasis praktik dan pengalaman lapangan. Tanpa dukungan fasilitas laboratorium yang memadai, mustahil bagi institusi pendidikan untuk menghasilkan lulusan yang kompeten dan siap menghadapi tantangan dunia industri. Oleh karena itu, upaya untuk mengembangkan alat-alat praktikum berbiaya rendah namun fungsional

merupakan langkah strategis dalam membangun kemandirian laboratorium dan meningkatkan kualitas pendidikan teknik di Indonesia.

### **1.2. Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana merancang sistem pembebanan dan instrumen pengukuran yang sederhana namun mampu memberikan data torsi dan putaran yang akurat untuk pengujian prestasi motor bakar?
2. Seberapa besar tingkat akurasi dan keandalan (reliability) prototipe alat uji yang dikembangkan jika dibandingkan dengan karakteristik teoritis motor bakar bensin berdasarkan literatur?
3. Apakah prototipe alat uji yang dikembangkan efektif dalam mendemonstrasikan karakteristik kinerja fundamental motor bakar (hubungan torsi, daya, putaran, dan SFC) kepada mahasiswa dalam kegiatan praktikum?

### **1.3. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih terfokus dan tidak meluas, ruang lingkupnya dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada perancangan, pembuatan, dan pengujian alat uji prestasi motor bakar bensin empat langkah satu silinder.
2. Pengujian dilakukan pada motor bakar dalam kondisi stasioner (steady-state) pada setiap variasi beban.

3. Alat uji yang dikembangkan menggunakan metode rope brake dynamometer sebagai sistem pembebanan.
4. Pengujian hanya dilakukan pada variasi beban 4 kg, 5 kg, 6 kg, 7 kg, dan 8 kg.
5. Parameter yang diukur dan dianalisis meliputi torsi (Nm), daya efektif (kW), konsumsi bahan bakar spesifik (SFC dalam kg/kWh), dan efisiensi termal (%).
6. Bahan bakar yang digunakan adalah Pertalite dengan asumsi nilai kalor mengacu pada data literatur.
7. Penelitian tidak mencakup analisis emisi gas buang, pengujian ketahanan material, atau analisis getaran.
8. Validasi performa alat dilakukan dengan membandingkan pola dan rentang nilai hasil pengujian terhadap karakteristik teoritis motor bakar bensin dari literatur, bukan dengan pengujian menggunakan dynamometer industri sebagai pembanding.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini dirumuskan secara SMART (Spesifik, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound) sebagai berikut:

1. Menghasilkan prototipe alat uji prestasi motor bakar berbasis rope brake dengan biaya produksi rendah yang mampu mengukur torsi (dengan akurasi  $\pm 0.1$  Nm), putaran (dengan akurasi  $\pm 10$  rpm), dan konsumsi bahan bakar (dengan akurasi  $\pm 0,1$  ml/s).

2. Melakukan pengujian karakteristik motor bakar menggunakan prototipe yang telah dibuat pada lima variasi beban (4-8 kg) dengan tiga kali pengulangan (triple run) untuk memperoleh data eksperimental torsi, daya, SFC, dan efisiensi termal beserta nilai rata-rata dan standar deviasinya.
3. Menganalisis pengaruh variasi beban terhadap torsi, daya, SFC, dan efisiensi termal motor bakar, serta membandingkan tren data yang dihasilkan dengan teori karakteristik motor bakar bensin untuk memvalidasi fungsionalitas dan akurasi alat uji.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

1. Menyediakan alat peraga praktikum yang efektif untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang konsep prestasi motor bakar secara langsung melalui pengalaman pengukuran nyata.
2. Menjadi dasar pengembangan modul praktikum baru yang terstandar untuk mata kuliah Konversi Energi dan Fenomena Mesin.
3. Menghasilkan aset laboratorium berupa alat uji fungsional dengan biaya produksi jauh lebih rendah dibandingkan alat komersial (yang dapat mencapai ratusan juta rupiah), sehingga mendukung kemandirian dan pengembangan laboratorium secara berkelanjutan.
4. Menjadi bukti nyata kapabilitas institusi dalam mengembangkan sendiri teknologi pendidikan (educational technology) yang inovatif dan aplikatif.
5. Memberikan pengalaman langsung dan komprehensif dalam proses perancangan, fabrikasi, instrumentasi, kalibrasi, dan pengujian alat berbasis rekayasa.

6. Mengembangkan kemampuan analisis data eksperimental, termasuk perhitungan statistik dasar dan interpretasi grafik, pada sistem motor bakar.
7. Memberikan pemahaman menyeluruh tentang hubungan antara teori prestasi mesin dan hasil uji lapangan, serta faktor-faktor yang memengaruhi akurasi pengukuran.
8. Menjadi referensi dan titik awal bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan dinamometer berbiaya rendah atau optimalisasi sistem rope brake.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, O. M., Koten, H., & Alwan, N. T. (2022). Optimization of SI Engine Performance Operating with Low Octane Gasoline and Fuel Additives from Waste. *Mathematical Problems in Engineering*.  
<https://doi.org/10.1155/2022/9828556>
- Alif, H. H., Sari, W. P., Sopha, B. M., Aprilana, A., Mulyani, Y. P., & Tiva W.d, H. (2022). Specific Fuel Consumption Prediction Model for Diesel Engines: A Preliminary Study. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*.  
<https://doi.org/10.1109/IEEM55944.2022.9989866>
- Chavan, V. S., Thakare, H., Pachangane, P., Hire, A., & Methé, A. (2023). Development and Performance Analysis of a Rope Brake Dynamometer for Electric Vehicle Motor Testing. *International Research Journal of Engineering and Technology*.
- Chen, X., Zheng, W., Wang, K., Gong, K., & Yang, J. (2025). Evaluation of Measurement Uncertainty of Net Power of Automobile Engine. *International Journal of Automotive Manufacturing and Materials*.  
<https://doi.org/10.53941/ijamm.2025.100005>
- Dimitrov, R. D., Bogdanov, K. T., Wrobel, R. S., Magdziak-Toklowicz, M., Andonov, N. A., Hristov, R. P., & Zlateva, P. (2021). A SI engine performance parameters determination for gasoline and methane operation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1031/1/012011>
- Ebrahimi, R. (2012). Thermodynamic simulation of performance of an irreversible otto cycle with engine speed and variable specific heat ratio of working fluid. *Arabian Journal for Science and Engineering*.  
<https://doi.org/10.1007/s13369-013-0769-9>
- Farzam, R., Jafari, B., & Kalaki, F. (2021). Turbocharged spark-ignition engine performance prediction in various inlet charged air temperatures fueled with gasoline–ethanol blends. *International Journal of Engine Research*.

<https://doi.org/10.1177/1468087420931718>

- Franklin, K. L., Gordon, R. S., Baker, J. S., & Davies, B. (2007). Accurate assessment of work done and power during a Wingate anaerobic test. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. <https://doi.org/10.1139/H06-103>
- Gopinath, R. (2014). Design of a rope brake dynamometer. *Middle - East Journal of Scientific Research*. <https://doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2014.20.05.11356>
- Irham, D. L. S., Santika, M. E., Setyawan, I., Setiawan, E., & Rohman, F. (2024). Design of Dyno Stepper Tester Tool Using Rope Brake Dynamometer Method. *ICSMech 2024 - 1st International Conference on Smart Mechatronics: Transformative Innovations in Smart Mechatronics: Bridging AI, Robotics, and IoT for a Sustainable Future*. <https://doi.org/10.1109/ICSMech62936.2024.10812265>
- Kumar, V. (2023). Performance Analysis of Gasoline Engine with Different Ethanol Blends. *American Journal of Modern Energy*. <https://doi.org/10.11648/j.ajme.20230902.12>
- Liu, H., Ma, J., Tong, L., Ma, G., Zheng, Z., & Yao, M. (2018). Investigation on the potential of high efficiency for internal combustion engines. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en11030513>
- Mahendra, S. (2019). Analysis of the Effect of Camshaft Duration on the Performance of Honda Tiger 200 Cc Fuel Motor Tune-Up Drag Bike. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1273/1/012066>
- Menon, S., Moulton, N., & Cadou, C. (2007). Development of a dynamometer for measuring small internal-combustion engine performance. *Journal of Propulsion and Power*. <https://doi.org/10.2514/1.19825>
- Orman, R. Ç. (2024). Effect of Fuel Injection Parameters on Engine Performance in A Conventional Single Cylinder Spark Ignition Engine. *Scientific Journal of Mehmet Akif Ersoy University*. <https://doi.org/10.70030/sjmakeu.1503849>
- Sanjaya, F. L., Fatkhurrozak, F., & Syarifudin, S. (2024). Brake torque, brake power, brake thermal efficiency and brake specific fuel consumption gasoline engine with EGR fueled by a mixture of gasoline and butanol. *AIP*

*Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0199195>

- Suardi, Pawara, M. U., Alamsyah, Birawa, M. A., & Mahmuddin, F. (2025). Analysis of Diesel Engines using Biodiesel Blended from Waste Cooking Oil and LDPE Plastic Waste Pyrolysis Oil. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*. <https://doi.org/10.37934/arfmts.130.1.6476>
- Taylor, C. F., & Glaister, E. (1961). The Internal Combustion Engine in Theory and Practice. *Journal of Applied Mechanics*. <https://doi.org/10.1115/1.3641695>
- Vidian, F., & Putra, D. H. (2020). An Experimental on Small Scale Gasoline Engine Performance. *Universal Journal of Mechanical Engineering*. <https://doi.org/10.13189/ujme.2020.080409>