

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA MOTOR BAKAR MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR CAMPURAN LIMBAH PLASTIK HIGH DENSITY POLYTHYLENE (HDPE) DAN PERTALITE

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RISKI PRATAMA
2007230023



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Riski Pratama
NPM : 2007230023
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Campuran Limbah Plastik High Density Polythylene (HDPE) Dan Peralite
Bidang Ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Agustus 2024

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Penguji I

20/8-24



Dr. Suherman S.T., M.T

Dosen Penguji II



Dr. Sudirman Lubis S.T., M.T

Dosen Penguji III



H. Muharnif M, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Riski Pratama
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 06 Oktober 2002
NPM : 2007230023
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Campuran Limbah Plastik High Density Polythylene (HDPE) Dan Pertalite”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan / kesarjanaan saya.

Demikian purat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 Agustus 2024

Saya yang menyatakan



Riski Pratama

ABSTRAK

Limbah plastik selalu menjadi permasalahan global yang hingga kini belum terselesaikan. Volume limbah plastik jumlahnya terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Padahal limbah plastik merupakan jenis limbah anorganik yang sukar terurai contohnya tutup botol dan botol bekas oli *High Density Polyethylene* atau disebut HDPE adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Dengan menguraikan limbah plastik HDPE melalui proses pirolisis dapat menciptakan inovasi baru seperti minyak pirolisis, minyak pirolisis HDPE dipadukan dengan bahan bakar fosil dapat menjadi alternatif untuk penguraian limbah plastik dan pengurangan emisi gas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil uji unjuk kerja motor bakar yaitu daya, torsi dan konsumsi bahan bakar dari penggunaan bahan bakar pertalite dengan campuran variasi perbandingan HDPE sebesar 0%, 10%, 20% dan 30%. Pada putaran 6200 rpm daya yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar PH₃₀ paling rendah yaitu 8,5 hp dan yang paling tinggi PH₀ yaitu 9,6 hp. Sedangkan torsi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar rendah terdapat pada PH₃₀ yaitu 9,7 N.m. Sementara itu torsi yang dihasilkan variasi bahan bakar lainnya paling tinggi PH₀ yaitu 11 hp. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar PH₀ paling tinggi yaitu $0,0822 \frac{gr}{kW} .s$. Sementara untuk konsumsi bahan bakar yang paling rendah terjadi pada PH₃₀ yaitu $0,0596 \frac{gr}{kW} .s$.

Kata Kunci : Limbah Plastik High Density Polythylene (HDPE), Unjuk Kerja, Torsi, Daya, Konsumsi Bahan Bakar Campuran (SFC)

ABSTRACT

Plastic waste has always been a global problem that has not yet been resolved. The volume of plastic waste continues to increase along with the increase in population. In fact, plastic waste is a type of inorganic waste that is difficult to decompose, for example bottle caps and used oil bottles. High Density Polyethylene or what is called HDPE is thermoplastic polyethylene made from petroleum. By decomposing HDPE plastic waste through the pyrolysis process, new innovations such as pyrolysis oil can be created, HDPE pyrolysis oil combined with fossil fuels can be an alternative for decomposing plastic waste and reducing gas emissions. The aim of this research is to determine the performance test results of combustion motors, namely power, torque and fuel consumption from using pertalite fuel with a mixture of varying HDPE ratios of 0%, 10%, 20% and 30%. At 6200 rpm, the lowest power produced from using PH30 fuel is 8.5 hp and the highest PH0 is 9.6 hp. Meanwhile, the torque produced from using low fuel is found at PH30, namely 9.7 N.m. Meanwhile, the torque produced by other fuel variations is the highest at PH0, namely 11 hp. For testing, the highest PH0 fuel consumption was 0.0822 gr/kW.s. Meanwhile, the lowest fuel consumption occurred at PH30, namely 0.0596 gr/kW.s.

Keywords: High Density Polyethylene (HDPE) Plastic Waste, Performance, Torque, Power, Mixed Fuel Consumption (SFC)

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Campuran Limbah Plastik *High Density Polythylene* (HDPE) Dan Peralite” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Ade Faisal, S.T.,M.Sc.,Ph.D, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Affandi, S.T.,M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T, selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak H. Muharnif M, S.T., M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada penulis.
8. Orang Tua Penulis: Devi Wahyuni, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

10. Seluruh rekan juang Teknik angkatan 2020
11. Sahabat - sahabat penulis lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, Agustus 2024

Riski Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Motor Bakar	5
2.2 Proses Sistem Pembakaran Bahan Bakar	5
2.2.1 Motor bakar pembakaran dalam (<i>internal combustion engine</i>)	6
2.2.2 Motor bakar pembakaran luar (<i>External Combusion Engine</i>)	7
2.3 Prinsip Kerja Motor Bensin	7
2.3.1 Motor bakar bensin dua langkah (2-tak)	7
2.3.2 Motor bakar bensin empat langkah (4-tak)	9
2.4 Siklus Udara Volume Konstan (Siklus Otto)	10
2.5 Bahan Bakar	11
2.5.1 Pertalite	12
2.6 High Density Polythylene (HDPE)	14
2.7 Pirolisis	14
2.8 Parameter Yang Digunakan	16
2.8.1 Daya	16
2.8.2 Torsi	17
2.8.3 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu	19
3.1.1 Tempat Penelitian	19
3.1.2 Waktu Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat	19
3.2.1 Bahan Penelitian	19
3.2.2 Alat Penelitian	20
3.3 Bagan Alir Penelitian	25
3.4 Rancangan Alat Penelitian	26
3.5 Prosedur Penelitian	26
3.6 Metode Pengolahan Data	26
3.6.1 Pengamatan	26
3.6.2 Tahapan Pengujian	27

3.7	Prosedur Pengujian Kinerja Motor Bakar	27
3.7.1	Prosedur Pengujian Torsi dan Daya	27
3.7.2	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (SFC)	28
	1) Campuran bahan bakar limbah plastik HDPE (<i>High Density Polythylene</i>) dengan pertalite adalah 100% Pertalite murni, Pertalite 90% : HDPE 10%, Pertalite 80% : HDPE 20%, Pertalite 70% : HDPE 30%, dengan volume campuran 100 mililiter.	28
	2) Menghitung konsumsi bahan bakar (SFC) dengan cara mengurangi jumlah bahan bakar awal dengan bahan bakar yang terpakai.	28
	3) Konsumsi bahan bakar (SFC) diperoleh dengan membandingkan laju massa bahan bakar dengan daya yang dihasilkan.	28
3.8	Pengambilan Data	28
3.8.1	Pengambilan data <i>dynotest</i>	28
3.8.2	Pengambilan data konsumsi bahan bakar	28
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Hasil Penelitian	29
4.1.1	Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PH0	29
4.1.2	Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian Variasi PH ₁₀	29
4.1.3	Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian Variasi PH ₂₀	30
4.1.4	Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian Variasi PH ₃₀	30
4.1.5	Hasil Perbandingan Pengujian Torsi dan Daya Pada 4 Variasi Bahan Bakar Terhadap Putaran	31
4.2	Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar pada 4 Variasi Bahan Bakar terhadap Putaran	34
4.2.1	Hasil Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar (SFC) pada 4 Variasi Bahan Bakar	37
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	41
	DAFTAR PUSTAKA	42
	Lampiran 1 Hasil Penelitian	
	Lampiran 2 Lembar Asistensi	
	Lampiran 3 SK Pembimbing	
	Lampiran 4 Berita Acara Seminar Hasil Penelitian	
	Lampiran 5 Daftar Riwayat Hidup	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pembakaran Dalam	5
Gambar 2.2 Proses Pembakaran Luar	6
Gambar 2.3 Siklus Kerja 2 Tak	6
Gambar 2.4 Siklus Kerja 4 Tak	7
Gambar 2.5 Diagram Siklus Otto	9
Gambar 2.6 Logo HDPE	12
Gambar 3.1 Pertalite	17
Gambar 3.2 Bakar Limbah Plastik <i>High Density Polythylene</i> (HDPE)	17
Gambar 3.3 Honda Vario 150 cc	18
Gambar 3.4 Dynotest	18
Gambar 3.5 Monitor	19
Gambar 3.6 Meja Dynotest	19
Gambar 3.7 Blower Pendingin Mesin	20
Gambar 3.8 Control Panel	20
Gambar 3.9 Roller	21
Gambar 3.10 Stopwatch	21
Gambar 3.11 Gelas Ukur	22
Gambar 3.12 Rancangan Alat Penelitian	23
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PH ₀	26
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PH ₁₀	27
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PH ₂₀	27
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PH ₃₀	28
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Daya pada 4 Variasi Bahan Bakar terhadap Putaran	28
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Torsi pada 4 Variasi Bahan Bakar terhadap Putaran	29
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Torsi pada 4 Variasi Bahan Bakar	30
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Torsi pada 4 Variasi Bahan Bakar	30
Gambar 4.9 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar (Sfc) pada 4 variasi bahan bakar	34
Gambar 4.10 Persentase perbandingan konsumsi bahan bakar (Sfc) pada 4 variasi bahan bakar	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Pertalite	11
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	16
Tabel 3.2 Spesifikasi Sepeda Motor Vario 150 cc	18
Tabel 4.1 Perbandingan hasil pengujian	32

DAFTAR NOTASI

sfc = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kW jam)
 \dot{m} = Konsumsi bahan bakar (kg/jam)
V = Volume bahan bakar yang dipakai (ml)
t = Waktu yang diperlukan dalam detik (s)
P = Berat jenis bahan bakar (kg/cc)
P_i = Daya Indikator (Watt)
p_i = Tekanan rata-rata indikator (N/m²)
A = Luas piston (m²)
s = Langkah piston (m)
n = Frekuensi putar (Hertz (Hz))
M = Momen putar (N.m)
P = Daya (N.m)
PH₀ = Pertalite Murni
PH₁₀ = Pertalite 90% dan HDPE 10%
PH₂₀ = Pertalite 80% dan HDPE 20%
PH₃₀ = Pertalite 70% dan HDPE 30%

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengolahan sampah merupakan salah satu masalah besar yang selalu dihadapi di daerah perkotaan, terutama pada daerah yang padat jumlah penduduknya. Setiap pemerintah kota tentunya telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi permasalahan ini. Akan tetapi masalah sampah ini tidak pernah selesai karena aktivitas kehidupan masyarakat di perkotaan yang sangat besar. Hal inilah yang mengakibatkan penanganan masalah sampah, baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya cenderung tidak seimbang.

Sampah plastik sampai saat ini masih menjadi permasalahan lingkungan serius, seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang akan berpengaruh terhadap volume sampah plastik. Menurut data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SISPN), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (MenLHK) pada tahun 2021 kontribusi sampah plastik terhadap total produksi sampah nasional mencapai 17,73% dan menempatkan sampah plastik sebagai kontributor terbesar kedua setelah sampah organik. Persentase sampah plastik ini mengalami tren peningkatan dibandingkan tahun 2019 sebesar 15,93% dan tahun 2020 sebesar 17,11%. Kontribusi sampah plastik beberapa kota terhadap total sampah kota di Indonesia pada tahun 2019 dan 2020 (Kartika, 2022).

Plastik terutama terdiri dari rantai polimer hidrokarbon ditambah dengan kandungan anti oksidan, pewarna dan bahan penstabil lainnya. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer". Plastik yang umum terdiri dari polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, chlorine. Jenis plastik HDPE (*High Dencity Polyethylene*) sebagai bagian dari plastik PE merupakan jenis plastik yang tahan suhu tinggi, sering digunakan untuk botol susu, botol obat, jerigen pelumas, kantong plastik dan gelas plastik (Pratiwi & Dahani, 2015).

Plastik HDPE (*High Dencity Polyethylene*) adalah polimer rantai panjang atom polietilene yang saling mengikat satu sama lain. Plastik HDPE merupakan material terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang

diperoleh melalui proses penyulingan. Keunggulan plastik diantaranya adalah lebih kuat dan lebih fleksibel tidak mudah pecah mudah diberi warna mudah dibentuk serta lebih tahan terhadap panas dan listrik. Dari berbagai keunggulan tersebut menyebabkan plastik sulit diurai oleh lingkungan yang menyebabkan pencemaran tingkat tinggi terhadap tanah sehingga perlu dilakukan pengolahan yang tepat. Dimana sampah plastik yang terbuat dari minyak bumi dapat diolah kembali menjadi minyak bumi (Iskandar, 2021).

Menurut (Kurniawan & Nasrun, 2017) proses pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar meliputi beberapa proses, diantaranya :

1. Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen kimia lainnya dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Teknik seperti ini mampu menghasilkan gas pembakaran yang berguna dan aman bagi lingkungan. Proses pirolisis ini akan memecah hidrokarbon rantai karbon panjang dari polimer plastik menjadi rantai hidrokarbon berantai pendek, selanjutnya molekul-molekul ini didinginkan menjadi fase cair.
2. Distilasi adalah pemisahan campuran dalam suatu larutan berdasarkan perbedaan titik didih.

Analisa kinerja mesin adalah untuk mengetahui maksimum daya, maksimum torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) dari bahan bakar campuran limbah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) dan bensin pada sepeda motor menggunakan *dynotest*.

Kinerja pada motor bakar yang merupakan hasil dari proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder yang kemudian mentransmisikan gaya piston tersebut ke poros engkol hingga sampai ke roda bisa didapat dengan nilai yang berbeda-beda, oleh karena penggunaan bahan bakar dengan variasi angka oktan dan jenis sistem pengapian. Faktor lain yang mempengaruhi kecocokan bahan bakar dan sistem pengapian tergantung dari ukuran dan jenis mesin tersebut. Dengan melakukan pengujian sepeda motor di atas mesin *dynamometer* pada tiga jenis bahan bakar dan dua jenis busi dan koil, dapat diketahui karakteristik perubahan kinerja mesin, diantaranya adalah daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (Putra & Rosyidin, 2018). Semakin tinggi daya motor yang mampu

dihasilkan dengan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi sedikit maka dapat dikatakan kinerja motor tersebut baik. Selain daya mesin, kinerja motor juga dinilai dari torsi yang dihasilkan dan konsumsi bahan bakar (Segara & Dharma, 2019). Maka dari itu perlunya untuk penulis melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Campuran Limbah Plastik *High Density Polythylene* (HDPE) Dan Peralite”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana menjelaskan bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan Peralite terhadap kinerja motor bakar.
- 2) Bagaimana cara menguji bahan bakar pada motor bakar menggunakan bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan peralite.
- 3) Bagaimana menampilkan cara kerja bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan peralite.

1.3 Ruang Lingkup

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan dan kalkulasinya. Maka dalam penelitian naskah Tugas Akhir ini perlu di adakan batasan-batasan masalah yang akan di uraikan, antara lain:

- 1) Jenis limbah plastik HDPE (*High Density Polythylene*) yang digunakan yaitu tutup botol plastic dan tempat oli bekas.
- 2) Campuran bahan bakar limbah plastik HDPE (*High Density Polythylene*) dengan peralite adalah 90:10, 80:20, 70:30, dengan volume campuran 100 mililiter.
- 3) Unjuk kerja mengikuti torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC).

1.4 Tujuan Penelitian

- 1) Memahami kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan peralite.
- 2) Menguji kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan peralite.

- 3) Menampilkan kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan pertalite.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Mengembangkan penggunaan bahan bakar limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) pada mesin motor bakar untuk mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil.
- 2) Merekomendasikan penggunaan bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan pertalite yang baik untuk digunakan sesuai dengan hasil penelitian ini.
- 3) Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan untuk melanjutkan penelitian berikutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Bakar

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar. Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah (Binsar Arthur Stefan Pongbura, 2021). Mesin yang bekerja dengan cara tersebut, disebut dengan motor pembakaran dalam. Adapun pun mesin kalor yang cara kerjanya dengan metode pembakaran luar, disebut dengan mesin pembakaran luar (*External Combustion Engine*). Motor bensin termasuk ke dalam jenis motor pembakaran dalam. Proses pembakaran bahan bakar dan udara di dalam silinder (*internal combustion engine*). Motor bakar bensin dilengkapi dengan busi dan karburator yang membedakannya dengan motor diesel. Busi berfungsi untuk mengalirkan listrik (mode pengapian) yang ada di area ruang bakar sebagai pembakar udara dan bahan bakar yang di kompres pada ruang pembakaran, dengan cara memberikan percikan api (*spark ignition*). Sedangkan karburator merupakan tempat pencampuran udara dan bahan bakar, yang kemudian dialirkan ke dalam ruang bakar untuk melakukan pembakaran pada ruang bakar (Asrianto, 2012). Syarat terpenting dalam proses pembakaran adalah tersedianya bahan bakar yang bercampur baik dengan udara dan tercapainya suhu pembakaran. Proses pencampuran bahan bakar bensin dan udara terjadi pada karburator. Pada karburator bahan bakar disuplai dari tangki bahan bakar dengan melewati filter bensin dan udara dihisap dari lingkungan setelah melewati filter udara. Pada gambar dibawah ini adalah skema sistem bahan bakar bensin (Matondang, 2018).

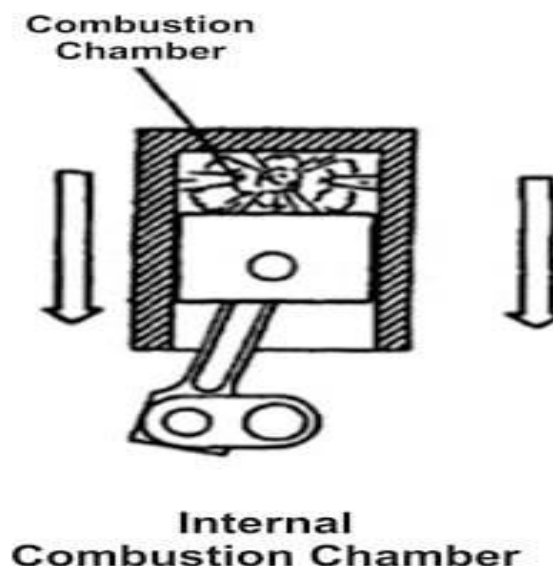
2.2 Proses Sistem Pembakaran Bahan Bakar

Menurut (Aprizal, 2013) Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) jenis, adapun klasifikasi motor bakar yaitu berdasarkan sistem pembakarannya. Sistem penyalan, dan siklus termodinamika yaitu:

2.2.1 Motor bakar pembakaran dalam (*internal combustion engine*)

Mesin pembakaran dalam adalah bahan bakarnya terjadi di dalam mesin itu sendiri sehingga panas dari hasil pembakaran langsung bisa di ubah menjadi tenaga mekanik konstruksi dan perencanaan mesin menjadi lebih kecil dan sederhana, seperti mesin diesel yang dapat beroperasi dalam keadaan suhu tinggi dengan siklus berulang ulang dan pemanfaatan motor bakar ini telah menyebar luas karna memiliki tenaga yang kuat dan handal disamping itu pemakaian bahan bakar menjadi lebih irit dan efisien. Keuntungan dari motor pembakaran dalam yaitu :

1. Ringan, ukuran kecil, daya yang dihasilkan besar dan sangat praktis untuk kendaraan.
2. Dapat dioperasikan dimana saja asal ada udara dan bahan bakar. Dengan demikian luas sekali daerah operasinya.
3. Efisiensi thermis yang tinggi menyebabkan dapat menghasilkan daya yang cukup besar dengan jumlah bahan bakar yang relatif sedikit.

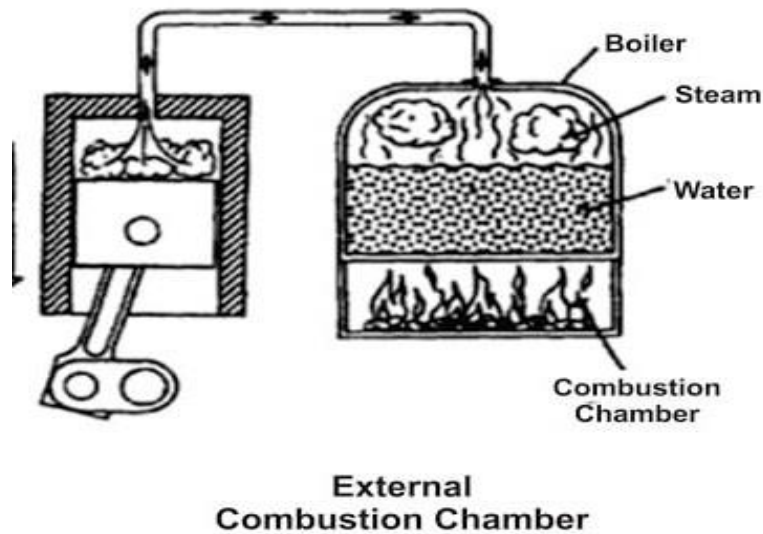


Gambar 2.1 Proses Pembakaran Dalam

2.2.2 Motor bakar pembakaran luar (*External Combustion Engine*)

Motor bakar pembakaran luar (*External Combustion Engine*) adalah di mana proses pembakaran terjadi di luar mesin itu sendiri panas dari bahan bakar itu tidak di ubah menjadi tenaga gerak tetapi melebihi dahulu media perantara baru kemudian di ubah mejadi tenaga mekanik. Secara umum mesin uap dan turbin memiliki karakter yang hanya dapat dipergunakan sebagai penggerak mula ukuran besar misalnya, lokomotif, kapal, dan *power plant* dan tidak baik apabila digunakan sebagai penggerak generator serbaguna, sepeda motor dan kendaraan (mobil). Jenis dari ECE (*External Combustion Engine*) adalah turbin uap, turbin gas, mesin uap, mesin stirling.

Kelebihan motor pembakaran luar adalah dapat digunakan bahan bakar berkualitas rendah baik bahan bakar padat, cair dan gas, kapasitas lebih besar. Motor pembakaran luar langkah dengan bahan bakar padat seperti batubara.



Gambar 2.2 Proses Pembakaran Luar

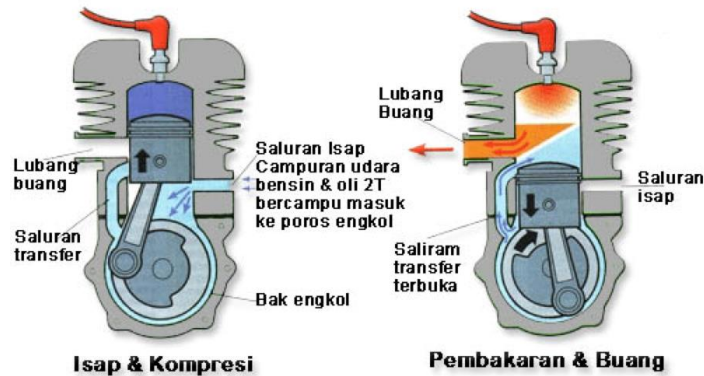
2.3 Prinsip Kerja Motor Bensin

Berdasarkan prinsip kerja, motor bakar dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

2.3.1 Motor bakar bensin dua langkah (2-tak)

Menurut (Hafizzullah, 2016) motor bensin dua langkah (2-tak) merupakan motor bakar yang memiliki dua proses dalam langkah kerjanya yaitu:

MESIN 2 LANGKAH



Gambar 2.3 Siklus Kerja 2 Tak

a) Langkah isap dan kompresi

Piston bergerak dari TMB ke TMA, Pada proses ini bahan bakar dan udara akan masuk (terhisap ke bak engkol) karena terjadinya kevakuman di ruang engkol. Dimana saat melewati lubang pemasukan dan pembuangan, piston akan mengompresikan gas yang terdapat di ruang bakar. Proses kompresi ini akan terus terjadi sampai piston berada di TMA. Namun beberapa derajat sebelum TMA busi akan memercikan bunga api dan membakar campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresikan. Waktu nyala busi yang diseting pada beberapa derajat sebelum TMA dimaksudkan agar puncak tekanan akibat pembakaran dalam ruang bakar bisa terjadi saat piston mulai bergerak dari TMA ke TMB, karena secara empiris proses pembakaran membutuhkan waktu untuk bisa membuat gas terbakar dengan sempurna oleh nyala api busi.

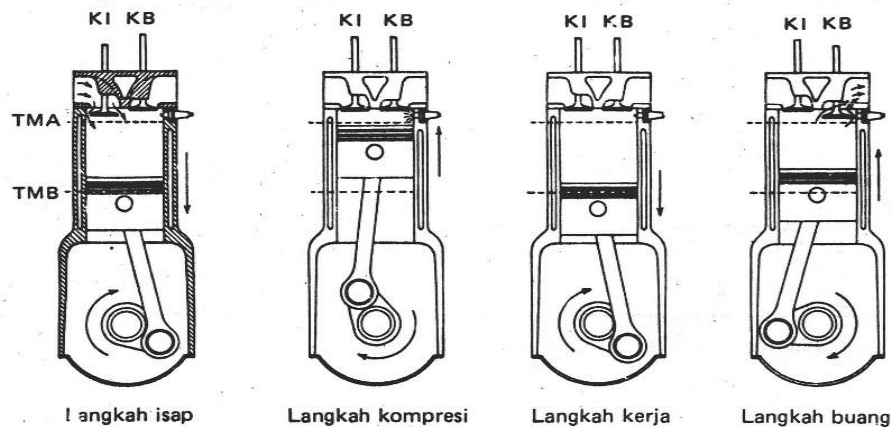
b) Langkah usaha dan buang

Piston akan bergerak dari TMA ke TMB, pada proses ini piston akan mengompresi ruang bilas yang ada di bawahnya. Pada titik tertentu piston akan melewati lubang pembuangan, dan pada saat inilah gas dari proses pembakaran yang terdapat di ruang bakar akan keluar melalui lubang pembuangan. Selanjutnya pada saat piston melewati lubang pemasukan maka gas yang tertekan di dalam ruang bilas akan terpompa masuk ke dalam ruang bakar sekaligus mendorong gas sisa pembakaran yang ada di ruang bakar keluar melalui lubang pembuangan. Pada kondisi ini piston akan terus bergerak ke bawah sampai TMB

sekaligus memompa semua campuran udara dan bahan bakar yang ada di ruang bilas menuju ke ruang bakar.

2.3.2 Motor bakar bensin empat langkah (4-tak)

Menurut (Wijayanti & Irwan, 2014) motor bensin empat langkah (4-tak) merupakan motor bakar yang memiliki empat proses dalam langkah kerjanya yaitu:



Gambar 2.4 Siklus Kerja 4 Tak

a) Langkah Isap

Langkah isap terjadi ketika torak (piston) bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup isap dibuka dan katup buang ditutup, sehingga tekanan di dalam silinder menjadi tekanan rendah atau vacuum selanjutnya campuran udara dan bahan bakar terisap masuk melalui katup isap untuk mengisi ruang silinder.

b) Langkah Kompresi

Langkah kompresi dimulai ketika torak (piston) bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup isap dan katup buang ditutup. Pada proses ini campuran bahan bakar dan udara ditekan atau kompresi, akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga akan memudahkan proses pembakaran.

c) Langkah Kerja

Langkah kerja dimulai ketika torak (piston) bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup isap dan katup buang masih ditutup. Sesaat piston menjelang titik mati atas busi pijar menyalakan percikan api seketika campuran bahan bakar dan udara terbakar secara cepat berupa ledakan.

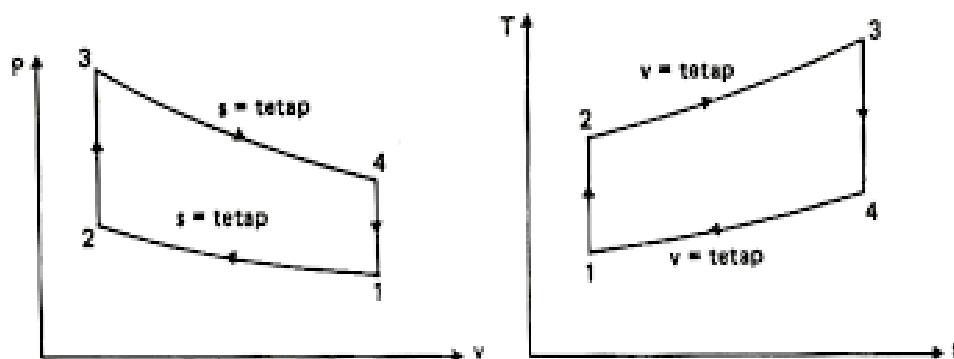
Dengan terjadinya ledakan menghasilkan tekanan sangat tinggi untuk mendorong piston ke bawah, sebagai tenaga atau usaha yang dihasilkan mesin.

d) Langkah Buang

Langkah terakhir adalah langkah pembuangan, terjadi ketika torak (piston) bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup isap ditutup dan katup buang dibuka. Pada langkah/proses ini gas-gas bekas pembakaran didorong torak (piston) ke atas sampai TMA selanjutnya dibuang melewati katup buang. Dalam satu siklus kerja motor, poros engkol berputar dua kali putaran atau empat kali gerak bolak-balik torak.

2.4 Siklus Udara Volume Konstan (Siklus Otto)

Pada siklus otto atau siklus volume konstan proses pembakaran pada volume konstan, sedangkan siklus otto tersebut ada yang berlangsung dengan 4 (empat) langkah atau 2 (dua) langkah. Untuk mesin 4 (empat) langkah siklus kerja terjadi dengan 4 (empat) langkah piston atau 2 (dua) poros engkol. Adapun langkah dalam siklus otto yaitu gerakan piston dari titik puncak (TMA=titik mati atas) ke posisi bawah (TMB=titik mati bawah) dalam silinder. Secara teori pada siklus Perhitungan ideal akan mencakup 4 proses ialah kompresi ekspansi, pemanasan, dan pendinginan. Siklus udara volume konstan dapat digambarkan dalam diagram P – V dan diagram T – S (Bestari, 2015).



Gambar 2.5 Diagram Siklus Otto

Berikut ini sifat ideal yang dipergunakan dan keterangan mengenai proses siklusnya yaitu :

- 1) Proses 0 – 1 adalah langkah hisap tekanan konstan yaitu campuran bahan bakar dan udara yang di hisap kedalam silinder.

- 2) Proses 1 – 2 adalah langkah kompresi adiabatik reversibel yaitu campuran bahan bakar dan udara dikompresikan.
- 3) Proses 2 – 3 adalah proses pembakaran volume konstan, campuran udara dan bahan bakar dinyalakan dengan bunga api.
- 4) Proses 3 – 4 adalah langkah ekspansi adiabatik reversibel, kerja yang ditimbulkan gas panas yang berekspansi.
- 5) Proses 4 – 1 adalah proses pembuangan panas pada volume konstan, panas dibuang melewati dinding ruang bakar.
- 6) Proses 1 – 0 adalah proses pembuangan kalor, katup buang terbuka maka gas sisa pembakaran terbang keluar menuju ke knalpot.

Proses lengkap pada siklus diatas memerlukan empat langkah dari torak, dua kali putaran poros engkol. Selama proses kompresi dan ekspansi tidak terjadi pertukaran panas, oleh karena itu selisih panas yang masuk dengan panas yang keluar merupakan usaha yang dihasilkan tiap siklus.

2.5 Bahan Bakar

Motor bakar (*combustion engine*) adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu suatu mesin yang mengkonversi energi kimia yang terkandung pada bahan bakar menjadi energi panas, yang kemudian energi panas ini dirubah menjadi energi gerak atau mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*). Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar (*external combustion engine*). Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah (Dian wahyu, 2019). Sedangkan untuk bahan bakar menurut bentuk dikategori menjadi tiga yaitu : bahan bakar padat, cair dan gas.

Menurut (Suriansyah, 2010) beberapa sifat utama bahan bakar yang perlu diperhatikan ialah :

1. Mempunyai nilai bakar yang tinggi.
2. Mempunyai kesanggupan menguap pada suhu rendah.

3. Uap bahan bakar dapat dinyalakan dan terbakar segera dalam campuran dengan perbandingan yang sesuai terhadap oksigen.
4. Bahan bakar dan hasil-hasil pembakarannya tidak beracun atau membahayakan kesehatan.
5. Harus mudah diangkut dan disimpan dengan mudah dan aman.
6. Kualitas pengetukan (kecenderungan berdenotasi) tergantung bilangan oktannya.

Salah satu bahan bakar minyak yang beredar di Indonesia adalah pertalite. Pertalite adalah bahan bakar minyak jenis baru yang diproduksi oleh Pertamina yang dimana pertalite ini diperkenalkan pertama kali oleh Pertamina pada Juli 2015. Pertalite memiliki nilai oktan RON 90, dimana pertalite lebih baik dari premium yang memiliki RON 88 (Binsar Arthur Stefan Pongbura, 2021).

2.5.1 Pertalite

Pertalite adalah merupakan Bahan Bakar Minyak (BBM) jenis baru yang diproduksi Pertamina. Jika dibandingkan dengan premium, pertalite memiliki kualitas bahan bakar lebih sebab memiliki kadar *Research Octan Number* (RON) 90, di atas Premium, yang hanya RON 88. Menurut Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Sudirman Said, pertalite merupakan produk yang lebih bersih dan ramah terhadap lingkungan. Kualitas dari pertalite yang lebih bagus serta diproduksi untuk cocok dengan segala jenis kendaraan.

Pertalite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 90. Pertalite dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak, diluncurkan tanggal 24 Juli 2015 pertalite diuji coba di 101 SPBU yang tersebar pada sekitar kota Jakarta, Bandung, dan Surabaya. Selain itu, pertalite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan premium. Pertalite direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi 9,1-10,1 dan mobil tahun 2000 ke atas, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *Electronic Fuel Injection* (EFI) dan *catalytic converters* (pengubah katalitik). Selain itu, RON 90 membuat pembakaran pada mesin kendaraan dengan teknologi terkini lebih baik dibandingkan dengan premium yang memiliki RON 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua, hingga kendaraan *multi purpose vehicle* ukuran menengah. Hasil uji yang dilakukan Pertamina untuk

kendaraan Avanza satu liter pertalite mampu menempuh jarak 14,78 Km, dengan premium mampu melaju 13,93 km per liter. Untuk membuat pertalite komposisi bahannya adalah nafta yang memiliki RON 65-70, agar RON-nya menjadi RON 90 maka dicampurkan HOMC (*High Octane Mogas Component*), HOMC bisa juga disebut pertamax, percampuran HOMC yang memiliki RON 92-95, selain itu juga ditambahkan zat aditif EcoSAVE. Zat aditif EcoSAVE ini bukan untuk meningkatkan RON tetapi agar mesin menjadi bertambah halus, bersih dan irit. Keunggulan pertalite adalah membuat tarikan mesin kendaraan menjadi lebih ringan. Zat adiktif yang diberikan pada BBM pertalite lah yang membuat kualitasnya ada di atas premium dan bersaing dengan pertamax. pertalite, berwarna hijau terang sebagai dampak pencampuran bahan premium dengan pertamax (Binsar Arthur Stefan Pongbura, 2021).

Inilah Beberapa keunggulan pertalite versi Pertamina adalah:

1. Lebih bersih ketimbang premium karena memiliki RON di atas 88.
2. Dibanderol dengan harga lebih murah dari pertamax.
3. Memiliki warna hijau dengan penampilan visual jernih dan terang.
4. Tidak ada kandungan timbal serta memiliki kandungan sulfur maksimal 0,05 persen m/m atau setara dengan 500 ppm.

Berikut spesifikasi bahan bakar jenis pertalite adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi Pertalite (Pertamina.com, 2018)

Karakteristik	Batasan		
	Min	Max	Satuan
RON	90	-	Ron
Nilai Kalor	43031	-	Kj/Kg
Destilasi			
10% Vol Penguapan	-	74	°C
50% Vol Penguapan	77	125	°C
90% Vol Penguapan	130	180	°C
Titik didih akhir	-	215	°C
Berat jenis suhu pada 15°C	715	770	Kg/m ³
Warna			Hijau

2.6 High Density Polythylene (HDPE)

Limbah HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah salah satu tipe dan jenis plastik yang biasa dipakai pada botol susu yang berwarna putih, wadah makanan, galon air minum, botol deterjen, botol lotion, kursi lipat, dan lain-lain. Limbah *High Density Polyethelene* (HDPE) memiliki sifat bahan yang lebih keras, kuat, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Limbah *High Density Polyethelene* (HDPE) merupakan salah satu bahan plastik yang aman digunakan karena kemampuannya yang dapat mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik dengan makanan / minuman yang dikemasnya. Namun begitu, limbah plastik *High Density Polyethelene* (HDPE) tetap hanya disarankan sekali pakai saja karena pelepasan senyawa antimony trioksida yang terus meningkat seiring waktu, limbah HDPE juga memiliki 3 sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram serta tahan terhadap suhu tinggi. Untuk jenis limbah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) umumnya pada bagian bawah kemasan botol plastik tertera logo daur ulang dengan angka 2 ditengahnya, serta tulisan HDPE dibawah segitiga (Masyruroh & Rahmawati, 2021).



Gambar 2.6 Logo HDPE

2.7 Pirolisis

Pirolisis berasal dari dua kata yaitu *pyro* yang berarti panas dan *lysis* yang berarti penguraian atau degradasi, sehingga pirolisis berarti penguraian biomassa oleh panas pada suhu lebih dari 150°C. Pirolisis merupakan proses *thermal cracking* yaitu proses peretakan atau pemecahan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses *thermal* (pemanasan/pembakaran) dengan tanpa maupun sedikit oksigen. Pirolisis merupakan proses endotermis artinya proses pirolisis hanya bisa terjadi ketika dalam sistem diberikan energi panas.

Energi panas yang dibutuhkan pada proses ini dapat bersumber dari tenaga listrik maupun dari tungku pembakaran dengan bahan bakar berupa limbah kayu seperti potongan-potongan kayu, serbuk gergaji, dan lain-lain. Istilah lain dari pirolisis adalah “*destructive distillation*” atau destilasi kering, merupakan proses penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar (Wahyudi, 2018). Proses pirolisis pada penelitian ini dimulai saat sampah plastik dimasukkan kedalam reaktor kemudian dipanaskan pada suhu 100°C, 150°C, 200°C, 250°C dan 300°C dan dikontrol menggunakan *thermometer* agar suhu selalu stabil. Reaktor diisi dengan sampah plastik berjenis PP dan HDPE dengan massa 0,5 kg. Setelah sampah telah dimasukkan, lamanya proses pirolisis dihitung menggunakan stopwatch (Wajdi, 2020).

Limbah plastik HDPE diproses menggunakan teknik pirolisis untuk menghasilkan minyak pirolisis. Penentuan persentase volume campuran antara pertalite dengan minyak pirolisis HDPE dalam penelitian ini secara berturut-turut adalah 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, dan 50:50 dengan volume campuran 100 mililiter. Campuran tersebut akan digunakan sebagai bahan bakar dalam beberapa pengujian hasil bahwa capaian daya tertinggi tercapai dengan komposisi campuran bahan bakar 70% pertalite dan 30% minyak limbah HDPE, dengan nilai 8.0 HP pada putaran mesin 5841 rpm, sedangkan capaian terendahnya terjadi pada komposisi campuran bahan bakar 50%:50% dengan nilai 7.2 HP pada putaran 5765 rpm. Capaian torsi tertinggi tercapai dengan komposisi campuran bahan bakar 90% pertalite dan 10% minyak limbah HDPE dengan nilai 16.35 N.m pada putaran mesin 2279 rpm dan nilai terendahnya tercapai pada komposisi campuran bahan bakar 50%:50% dengan nilai 13.45 N.m pada putaran mesin 2553 rpm, serta capaian top speed tercapai pada kecepatan 86.4 KM/Jam dengan komposisi campuran bahan bakar 90%:10%. Campuran dengan nilai konsumsi paling rendah adalah 90% Pertalite dengan 10% minyak HDPE dengan jumlah konsumsi sebesar 20 ml dalam waktu 2 menit dan putaran mesin 1200 rpm, sedangkan konsumsi paling tinggi terjadi pada campuran 50%:50% dengan jumlah konsumsi sebesar 60 ml dalam waktu dan putaran mesin yang sama. Hal ini dimungkinkan terjadi karena semakin tinggi nilai oktan digunakan dengan putaran mesin dan rasio

kompresi yang sama maka konsumsi bahan bakar yang dihasilkan akan lebih rendah, hal ini sejalan dengan hasil penelitian tentang pengaruh nilai RON terhadap torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar (Danang Yugo Pratomo, Feddy Wanditya Setiawan, 2023).

2.8 Parameter Yang Digunakan

2.8.1 Daya

Menurut (Riva, 2019) daya motor adalah suatu parameter yang menentukan performa mesin atau ujuk kerja mesin. Pengertian daya ialah kecepatan kerja motor selama selang beberapa waktu tertentu. Daya dinyatakan dalam kilowatt (Kw) dan Daya motor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Daya indikator adalah daya yang dipengaruhi oleh gesekan mesin
2. Daya usaha atau daya efektif yang berguna sebagai penggerak atau daya poros.

2.8.1.1 Daya Indikator

Tekanan rata-rata ini dinyatakan dengan lambang P . Untuk menghitung gaya yang bekerja pada piston tekanan rata-rata tadi harus dikalikan dengan luas piston ($P_i \cdot A$). Gaya tersebut dinyatakan dengan *newton*, bila tekanan dinyatakan dengan *pascal* dan luasnya dalam m^2 . Mengingat bahwa dayanya ditentukan dalam N.m/s ($J/s = Watt$), maka gaya tadi masih harus dikalikan dengan panjang langkah piston dalam meter dan frekuensi putarnya. Dengan demikian, rumus untuk daya menjadi:

$$P_i = p_i \cdot A \cdot s \cdot n$$

Pada motor bakar empat-langkah, tiap dua kali putaran poros engkol terjadi sekali langkah kerja. Maka rumus untuk motor bakar empat-langkah adalah:

$$P_i = \frac{p_i \cdot A \cdot s \cdot n}{2}$$

Keterangan:

- p = Daya indikator dalam (watt)
- p_i = Tekanan rata-rata indikator dalam pascal (N/m^2)
- A = luas piston dalam (m^2)
- s = langkah piston dalam (m)
- n = frekuensi putar dalam hertz (Hz)

2.8.1.2 Daya Efektif

Daya efektif adalah daya untuk roda penerus. Oleh panas itu untuk mendapatkan daya efektif, maka tenaga indikator masih harus dikalikan dengan efisiensi mekanisnya.

$$P_e = \eta_m \cdot P_i$$

Tekanan efektif rata-rata menjadi

$$P_e = \eta_m \cdot p_i$$

Tekanan rata-rata motor dua-langkah adalah kira-kira 0,7 x dari motor empat-langkah. Pada tekanan silinder yang sama dan frekuensi putar yang sama maka tenaga motor dua-langkah adalah $0,7 \times 2 = 1,4$ lebih besar dari pada motor empat-langkah. Bila jumlah silinder dinyatakan dengan z , maka besarnya daya efektif menjadi:

- Motor empat-langkah: $P_e = \frac{P_e \cdot A \cdot s \cdot n}{2} \cdot z$ (watt)
- Motor dua-langkah: $P_e = p_e \cdot A \cdot s \cdot n \cdot z$ (watt)

2.8.2 Torsi

Menurut (Rohman Nurdiansyah, 2017) torsi merupakan gaya tekan putar pada bagian yang berputar, sepeda motor digerakkan oleh torsi dari *crankshaft*. Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja atau bergerak. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (Newton meter). Adapun perumusannya adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

Keterangan:

M = momen putar dalam N. m.

P = daya dalam watt

n = frekuensi putar dalam hertz

Dari rumus tersebut ternyata bahwa kita dapat mengetahui besarnya momen putar bila kita mengetahui besarnya daya (P) dan frekuensi putarnya (n).

2.8.3 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Konsumsi bahan bakar spesifik atau *specific fuel consumption* (SFC) adalah

jumlah bahan bakar per waktu untuk menghasilkan daya sebesar 1 HP. Jadi SFC adalah ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar.

$$V = \frac{V}{t}$$

$$mf = \dot{V} \times \rho$$

Maka dapat diperoleh :

$$\boxed{sfc = \frac{mf}{P}}$$

Dimana:

sfc = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kW jam)

mf = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

V = volume bahan bakar yang dipakai dalam pengujian(ml)

t = waktu yang diperlukan dalam detik (s)

P = daya (kW)

ρ = berat jenis bahan bakar

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Berikut adalah tempat dan waktu penelitian yang dilakukan pada penelitian analisis kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan pertalite.

3.1.1 Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian laporan Tugas Akhir ini berada di Laboratorium Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Senddenk Speed Shop Jl. Pancing No. 225 Medan, Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu Pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian ini dilakukan mulai dari tanggal disahkannya usulan judul oleh program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 di bawah ini

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatatur						
3	Pembuatan Proposal						
4	Pengambilan Data						
5	Analisa Data						
6	Penyusunan Laporan Penelitian						

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir analisis kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan pertalite adalah sebagai berikut:

1) Pertalite

Dalam penelitian ini digunakan bahan bakar bensin jenis pertalite dengan RON 90. Pertalite dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Pertalite

2) Bahan Bakar Limbah Plastik *High Density Polythylene* (HDPE)



Gambar 3.2 Bahan Bakar Limbah Plastik *High Density Polythylene* (HDPE)

3.2.2 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir analisis kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar campuran limbah plastik *High Density Polythylene* (HDPE) dan pertalite sebagai berikut:

1) Sepeda Motor Honda Vario 150 cc

Alat utama yang menjadi media dari pengujian ini untuk dianalisa yaitu satu unit sepeda motor honda vario 150 cc, dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Honda Vario 150 cc

Tabel 3.2 Spesifikasi Sepeda Motor Vario 150 cc

Dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Daya Maksimum = 9.7 Kw (13.1PS) / 8500 rpm
- 2) Torsi Maksimum Mesin = 13.4 Nm (1.37 kgf.m) / 5000 rpm
- 3) Langkah Mesin = 4 Langkah
- 4) Perbandingan kompresi = 10,6 : 1
- 5) Kapasitas Mesin = 150 cc
- 6) Diameter x Langkah = 57,3 x 57,9 mm

2) Dynotest

Dynotest/Dynamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur daya dan torsi pada sepeda motor dengan spesifikasi *Kowa Seiki Japan*. *Dynotest* dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.

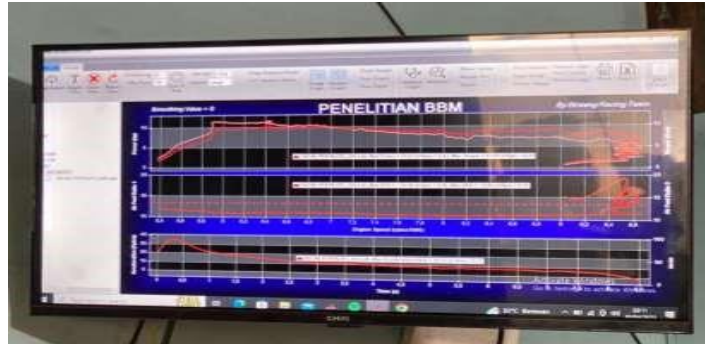


Gambar 3.4 Dynotest

3) Monitor

Monitor adalah tampilan suatu program pengukuran torsi dan daya pada

sepeda motor. Monitor dapat dilihat pada gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 Monitor

4) Meja Dynotest

Sebagai dudukan dari sepeda motor untuk melakukan pengujian torsi dan daya. Meja *dynotest* dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Meja Dynotest

5) Blower Pendingin Mesin

Blower pendingin mesin berfungsi mendinginkan mesin sepeda motor apabila sedang berlangsung proses pengujian. Blower pengujian dapat dilihat pada gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.7 Blower Pendingin Mesin

6) Control Panel

Control panel berfungsi sebagai tempat pengoprasian alat-alat *dynotest*. *Control panel* dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8 Control Panel

7) Roller

Roller berfungsi sebagai pembaca putaran, daya dan torsi pada sepeda motor. *Roller* dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9 Roller

8) Stopwatch

Stopwatch berfungsi untuk menghitung waktu yang dibutuhkan sepeda motor untuk menghabiskan 10 cc bahan bakar. Stopwatch dapat dilihat pada gambar 3.10 di bawah ini.



Gambar 3.10 Stopwatch

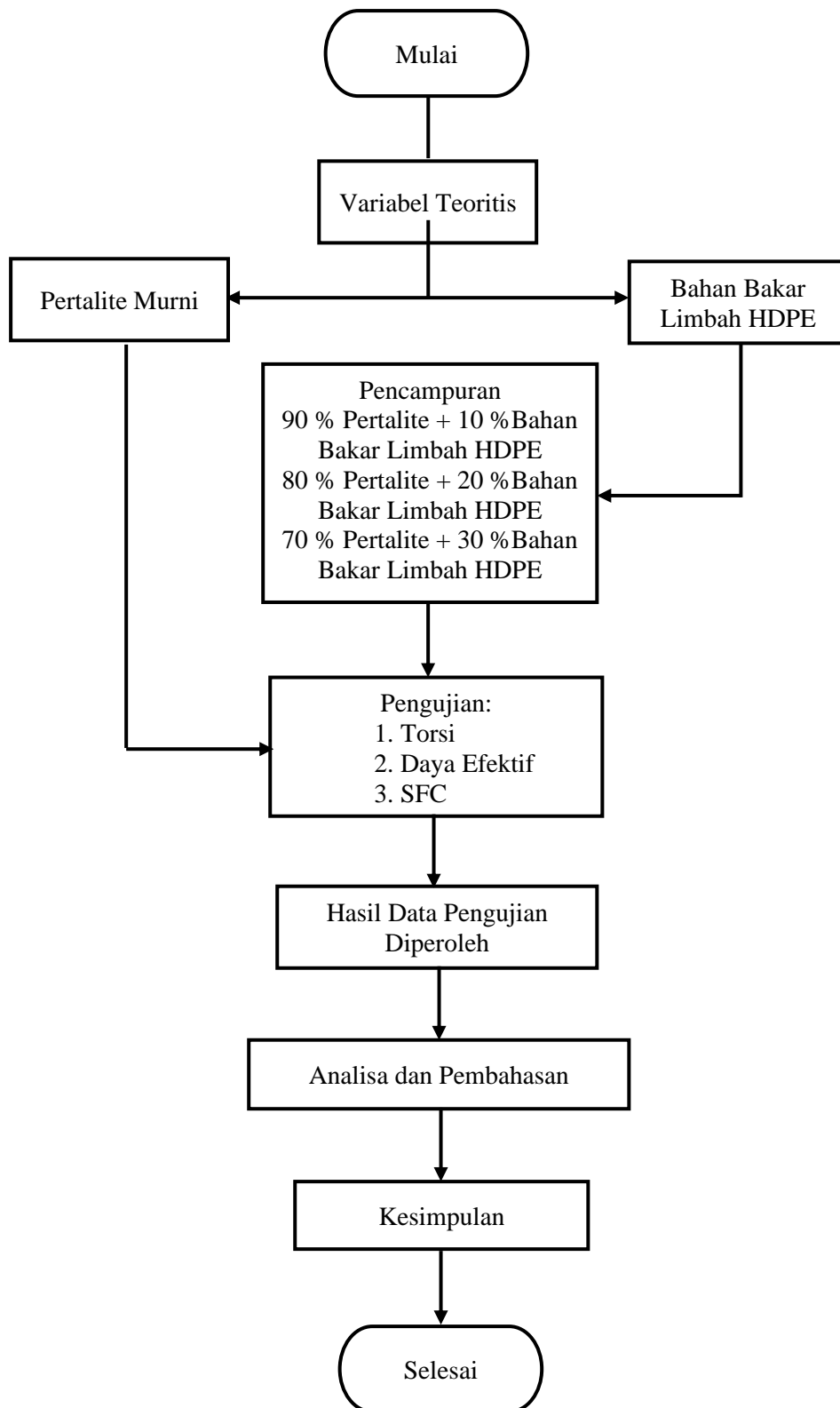
9) Gelas Ukur

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur pertalite dan bahan bakar HDPE yang digunakan saat pengujian. Gelas ukur dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini.



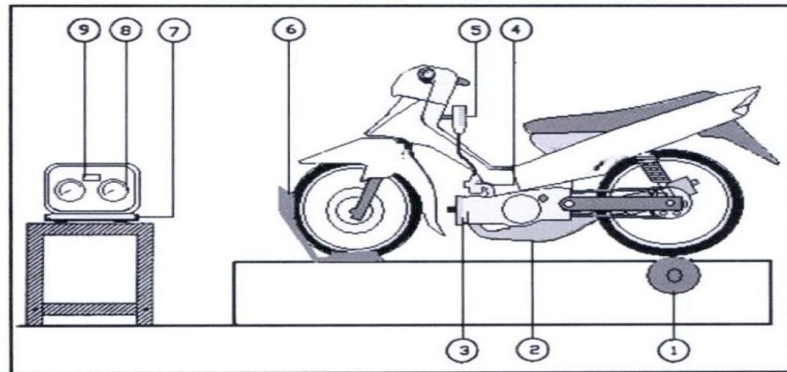
Gambar 3.11 Gelas Ukur

3.3 Bagan Alir Penelitian



3.4 Rancangan Alat Penelitian

Rancangan Alat penelitian dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Rancangan Alat Penelitian

Keterangan Gambar :

- | | |
|-----------------------------------|------------------|
| 1. Dynamometer | 6. Penahan motor |
| 2. Knalpot | 7. Komputer |
| 3. Mesin | 8. Tachometer |
| 4. Karburator | 9. Torsimeter |
| 5. Indikator petunjuk bahan bakar | |

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur yang dilakukan dalam pengujian motor bakar ini dengan menggunakan 4 variasi bahan bakar, yaitu :

- 1) Bahan bakar pertalite.
- 2) Bahan bakar campuran pertalite dengan limbah plastik HDPE 10%. Ini dilakukan dengan cara mencampurkan 90 ml Pertalite dengan 10 ml HDPE menggunakan gelas ukur.
- 3) Bahan bakar campuran pertalite dengan limbah plastik HDPE 20%. Ini dilakukan dengan cara mencampurkan 80 ml Pertalite dengan 20 ml HDPE menggunakan gelas ukur.
- 4) Bahan bakar campuran pertalite dengan limbah plastik HDPE 30%. Ini dilakukan dengan cara mencampurkan 70 ml Pertalite dengan 30 ml HDPE menggunakan gelas ukur.

3.6 Metode Pengolahan Data

3.6.1 Pengamatan

Pada penelitian ini yang diamati adalah:

- 1) Torsi (T)
- 2) Daya (P)
- 3) Konsumsi Bahan Bakar (SFC)

3.6.2 Tahapan Pengujian

Dari tahapan ini yang menjadi acuan adalah variasi campuran bahan bakar, kemudian dilakukan pengujian untuk mendapatkan data karakteristik dari motor bakar dengan menggunakan keempat variasi bahan bakar yang akan digunakan.

Pengujian yang dilakukan, meliputi :

- 1) Pengujian unjuk kerja motor bakar yang meliputi daya dan torsi yang dihasilkan motor bakar terhadap variasi bahan bakar.
- 2) Pengukuran konsumsi bahan bakar dengan beberapa variasi bahan bakar yang diuji.

3.7 Prosedur Pengujian Kinerja Motor Bakar

3.7.1 Prosedur Pengujian Torsi dan Daya

Pada pengujian performa mesin ini digunakan alat *dynotest* untuk mengukur performa mesin pada berbagai tingkat putaran mesin. Prosedur pengujian adalah sebagai berikut :

- 1) Menyalakan monitor dengan menekan tombol UPS kemudian menekan tombol CPU. Pilih menu di monitor dengan mengklik ikon DYNO, maka akan keluar grafik torsi dan daya kemudian tekan tombol *POWER TEST* untuk memulai pengujian.
- 2) Menaikkan sepeda motor keatas meja *dynotest*, roda depan dimasukkan kedalam slot roda lalu dilakukan pengepresan atau penguncian terhadap roda depan.
- 3) Mengikat bagian roda belakang dengan tali pada posisi kanan dan kiri ujung tempat duduk, Setelah diikat dengan seimbang maka sepeda motor harus benar-benar dalam keadaan tegak.
- 4) Sepeda motor dihidupkan dan didiamkan sejenak.
- 5) Mengoperasikan sepeda motor sambil menunggu aba-aba dari operator yang mengoperasikan monitor, untuk mencapai rpm maksimumnya.

- 6) Setelah tombol *power test* diklik, pengendara sepeda motor harus membuka penuh *trotel* sampai mesin menunjukkan putaran maksimum tanpa beban.
- 7) Setelah sepeda motor mencapai rpm maksimum, segera pengendara menurunkan gas sepeda motornya lalu operator *dynotest* mengklik tombol stop. Lalu pada monitor *dynotest* dapat dilihat hasilnya berupa data.
- 8) Setelah selesai mendapatkan semua data maka sepeda motor dapat dimatikan dan melepas pengikat pada roda depan, dan roda belakang. Lalu sepeda motor diturunkan dari meja *dynotest*.

3.7.2 Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (SFC)

- 1) Campuran bahan bakar limbah plastik HDPE (*High Density Polythylene*) dengan pertalite adalah 100% Pertalite murni, Pertalite 90% : HDPE 10%, Pertalite 80% : HDPE 20%, Pertalite 70% : HDPE 30%, dengan volume campuran 100 mililiter.
- 2) Menghitung konsumsi bahan bakar (SFC) dengan cara mengurangi jumlah bahan bakar awal dengan bahan bakar yang terpakai.
- 3) Konsumsi bahan bakar (SFC) diperoleh dengan membandingkan laju massa bahan bakar dengan daya yang dihasilkan.

3.8 Pengambilan Data

3.8.1 Pengambilan data *dynotest*

Pengambilan data berupa torsi, daya dan konsumsi bahan bakar dilakukan setelah sepeda motor dinaikan ke atas *dynamometer* dan roda belakang ditempatkan diatas roller, kemudian pengukuran dilakukan dengan mengoperasikan sepeda motor sampai putaran mesin maksimum.

3.8.2 Pengambilan data konsumsi bahan bakar

Pengambilan data konsumsi bahan bakar dilakukan setelah alat uji terpasang dengan baik. Maka setiap pengujian akan diberi bahan bakar 100 ml dan waktu 5 menit. Sehingga pada waktu telah ditentukan bahan bakar akan di tuang kembali pada gelas ukur untuk melihat konsumsi bahan bakar yang telah terpakai oleh mesin selama 5 menit.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

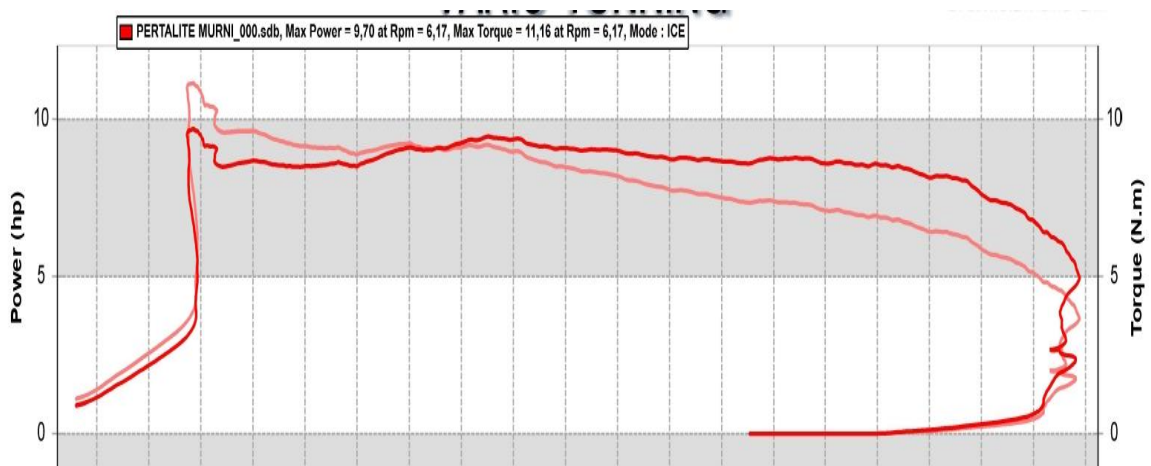
4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan data hasil pengujian yang telah dilakukan di Labotarium Teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Seddenk Speed Shop Jl. Pancing No.225 Medan, Sumatera Utara, performa mesin robin pada *break dynamometer*, maka data yang didapatkan untuk menjawab permasalahan dengan menganalisis data dan memberikan gambaran dalam bentuk data.

Pada bab ini akan dipaparkan data hasil dari percobaan yang telah dilakukan dalam penelitian ini. Data yang diperoleh tersebut meliputi data spesifikasi objek penelitian dan hasil percobaan. Selanjutnya data tersebut diolah dengan perhitungan untuk mendapatkan variabel yang diinginkan. Berikut ini adalah data hasil percobaan yang dilakukan dalam penelitian dan data perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin berdasarkan variasi campuran minyak Pertalite dan HDPE (*High Density Polythylene*) terhadap sepeda motor Honda Vario 150 cc.

4.1.1 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PH₀

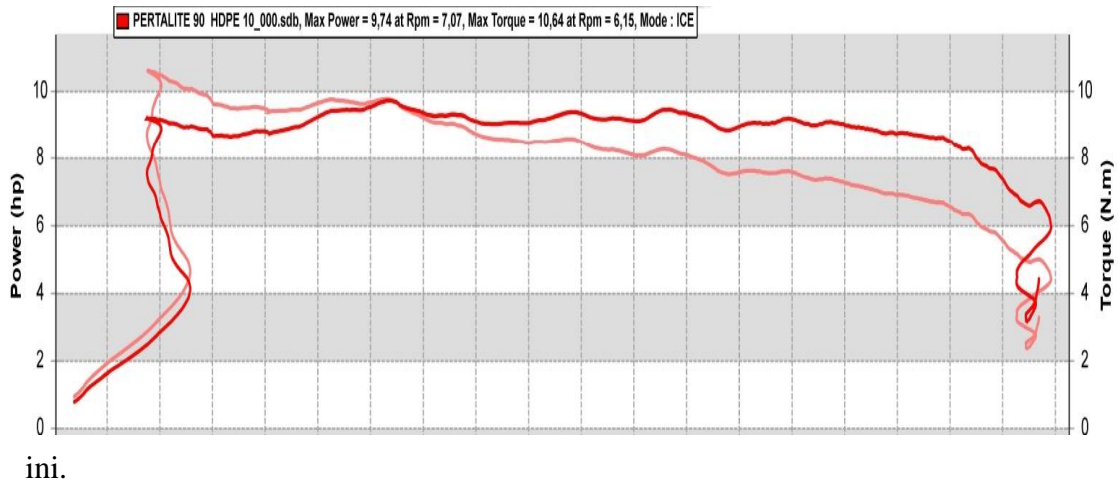
Dari hasil pengujian pada variasi bahan bakar PH₀ daya maksimal terjadi pada putaran mesin 6.170 rpm yaitu sebesar 9,70 hp. Sementara torsi maksimal pada angka 11,16 N.m. Dapat dilihat pada gambar grafik monitor dynotest 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PH₀

4.1.2 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian Variasi PH₁₀

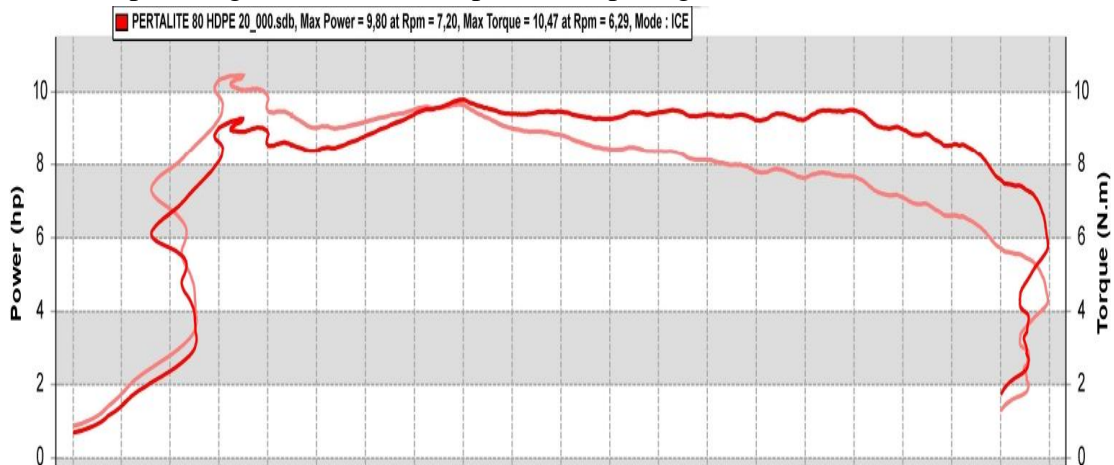
Dari hasil pengujian pada variasi bahan bakar variasi campuran pertalite 90% + HDPE (*High Density Polythylene*) 10% PH₁₀ daya maksimal terjadi pada putaran mesin 7.070 rpm yaitu sebesar 9,74 hp. Sementara torsi maksimal pada angka 10,64 N.m. Dapat dilihat pada gambar grafik monitor *dynotest* 4.2 dibawah



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PH₁₀

4.1.3 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian Variasi PH₂₀

Daya dan torsi didapatkan dari hasil pengujian bahan bakar variasi campuran pertalite 80% + HDPE (*High Density Polythylene*) 20% menunjukkan daya paling tinggi pada 7.200 rpm yaitu 9,80 hp. Sementara itu torsi paling tinggi berada pada angka 10,47 N.m. Dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini.

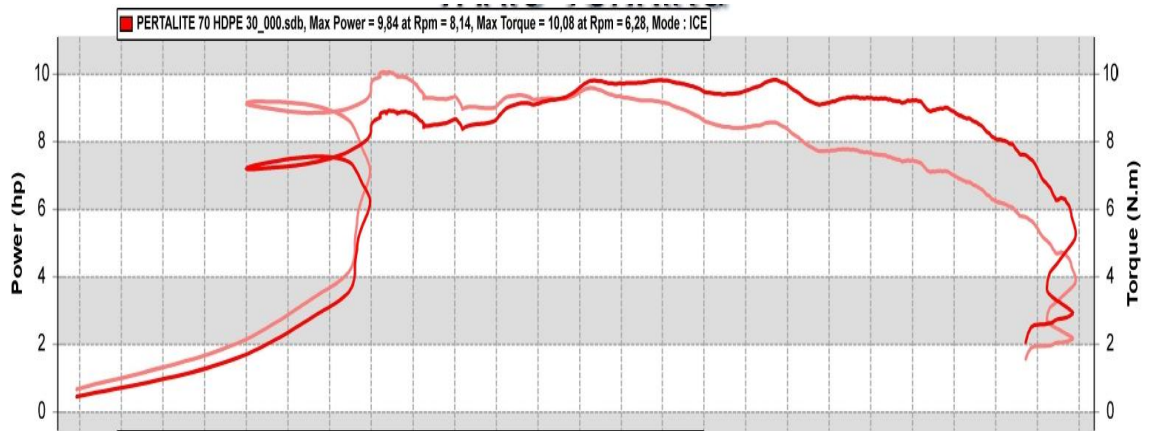


Gambar 4.3 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PH₂₀

4.1.4 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian Variasi PH₃₀

Daya dan torsi didapatkan dari hasil pengujian bahan bakar variasi campuran pertalite 70% + HDPE (*High Density Polythylene*) 30% menunjukkan

daya paling tinggi pada 8.140 rpm yaitu 9,84 hp. Sementara itu torsi paling tinggi berada pada angka 10,08 N.m. Dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini.

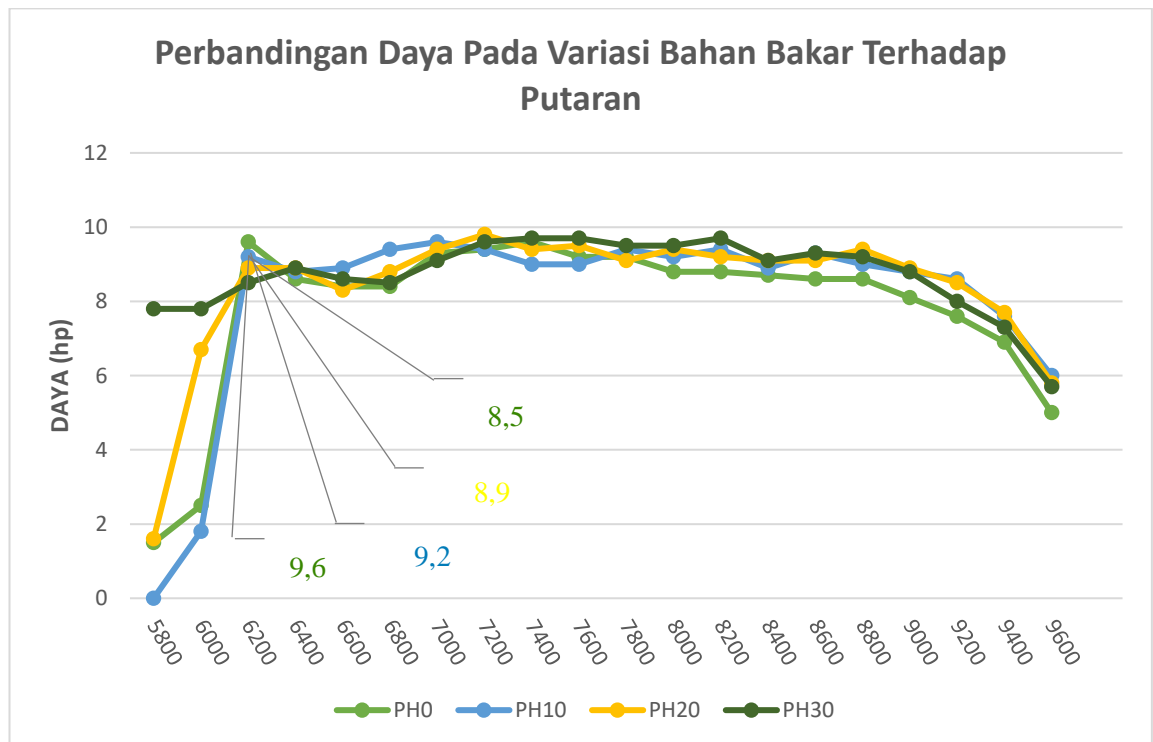


Gambar 4.4 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PH₃₀

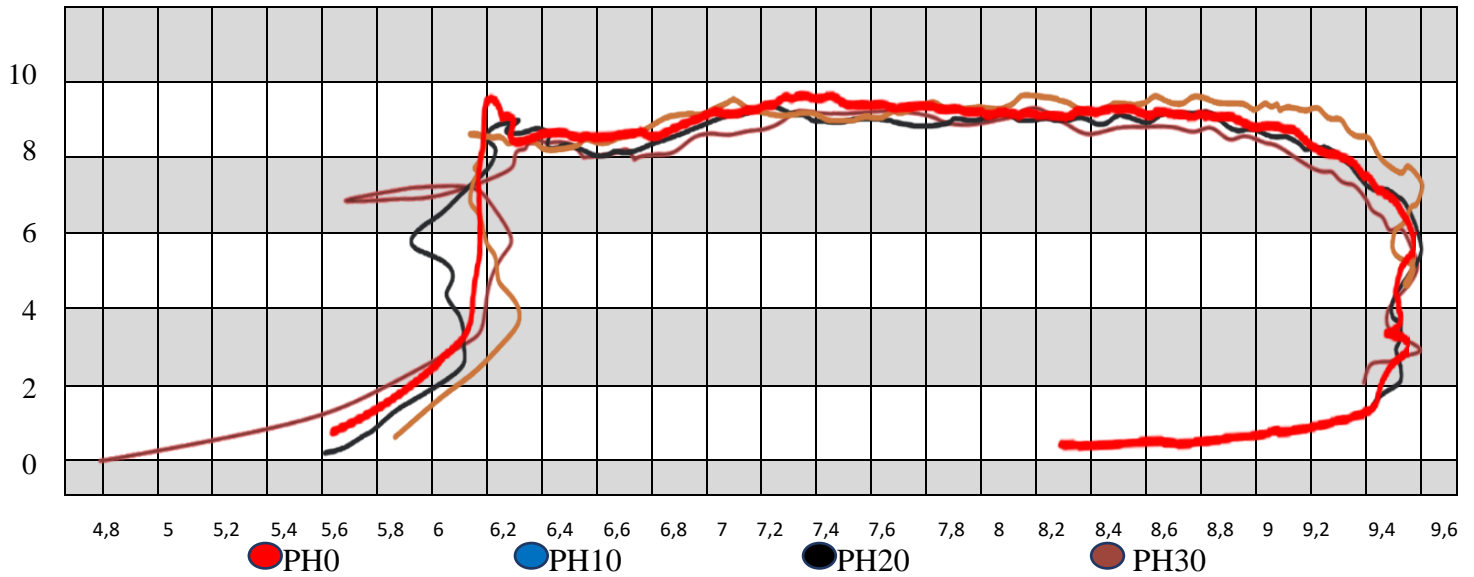
4.1.5 Hasil Perbandingan Pengujian Torsi dan Daya Pada 4 Variasi Bahan Bakar Terhadap Putaran

4.1.5.1 Hasil Perbandingan Pengujian Daya Pada 4 Variasi Bahan Bakar Terhadap Putaran

Daya yang didapatkan dari hasil pengujian. dipaparkan grafik sebagai perbandingan hasil pengujian daya dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Daya pada 4 Variasi Bahan Bakar terhadap Putaran



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Daya pada 4 Variasi Bahan Bakar

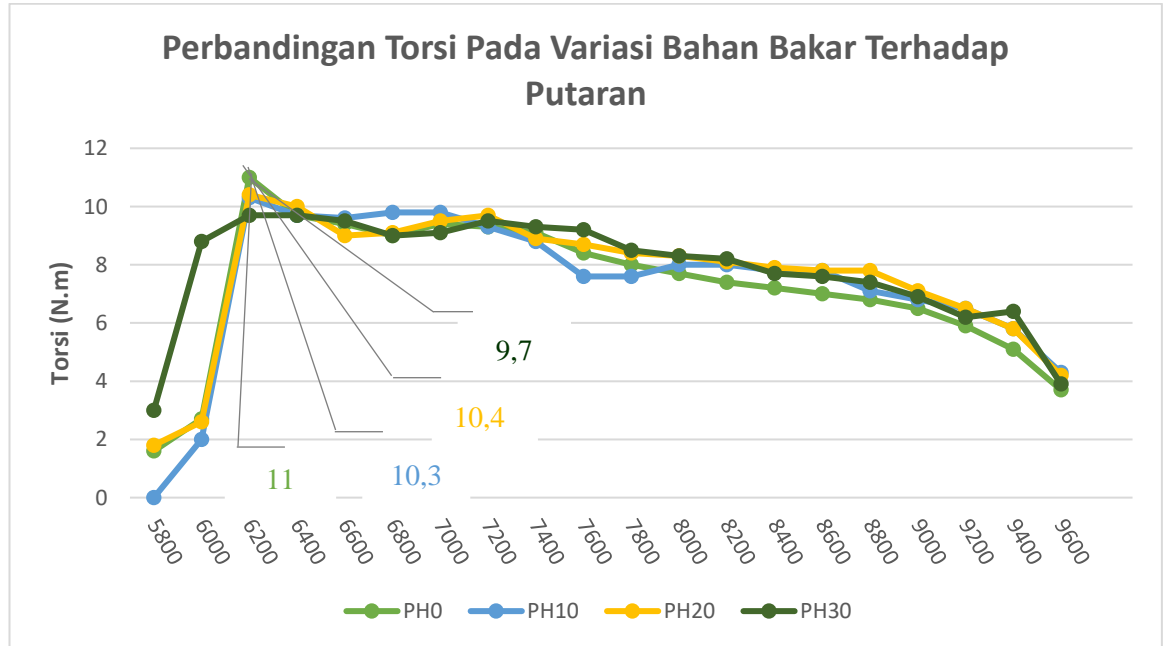
Berdasarkan grafik diatas, perbandingan daya pada 4 variasi bahan bakar terhadap putaran diatas dapat dilihat pada putaran 6200 rpm, daya yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar PH₃₀ paling rendah dibandingkan dengan daya yang dihasilkan dari variasi bahan bakar lainnya yaitu 8,5 hp. Sementara itu daya yang dihasilkan dari campuran PH₀ paling tinggi dibandingkan dengan daya yang dihasilkan variasi bahan bakar yang lainnya yaitu 9,6 hp.

Menurut (SUKMANA, 2018) Daya dipengaruhi oleh putaran mesin, dimana semakin meningkat kecepatan putaran mesin maka daya yang dihasilkan akan semakin meningkat dan akan mengalami penurunan setelah melewati titik maksimumnya pada putaran tertentu. Hal ini disebabkan pada putaran yang semakin meningkat (tinggi) waktu yang diperlukan untuk membakar campuran bahan bakar semakin singkat sehingga menjadikan tekanan yang ada diruang bakar meningkat dan menghasilkan daya yang lebih besar. Nilai daya yang kecil pada putaran mesin rendah diakibatkan gaya gesek yang tinggi pada mesin, seiring bertambahnya kecepatan putaran mesin maka gaya gesek yang dihasilkan semakin kecil sehingga menghasilkan nilai daya maksimum, dan nilai daya akan turun pada putaran mesin tinggi karena pengaruh getaran yang tinggi pula. Semakin tinggi putaran mesin maka semakin tinggi pula daya yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh kenaikan energi yang dilepas oleh bahan bakar, maka jumlah bahan bakar yang masuk keruang bakar semakin tinggi, besarnya daya dipengaruhi oleh faktor torsi dan putaran mesin, apabila torsi dan putaran mesin

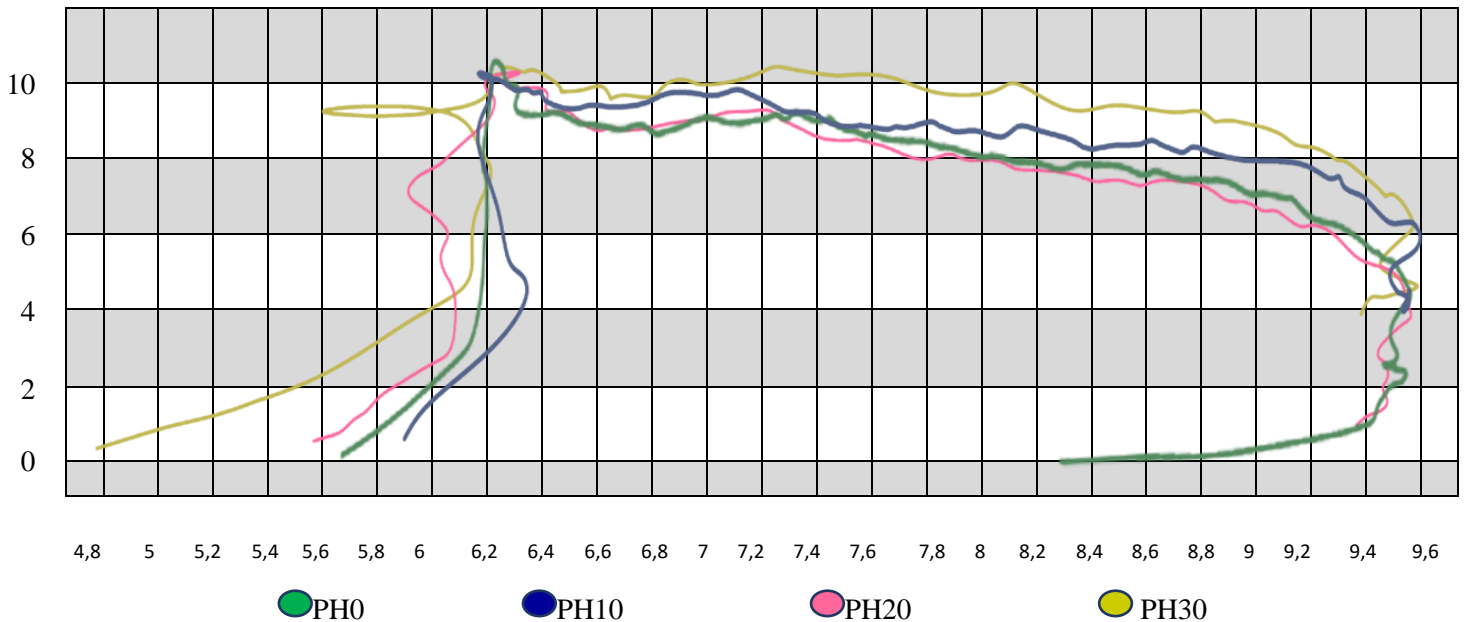
tinggi maka daya yang dihasilkan juga tinggi

4.1.5.2 Hasil Perbandingan Pengujian Torsi Pada 4 Variasi Bahan Bakar Terhadap Putaran

Torsi yang didapatkan dari hasil pengujian. dipaparkan grafik sebagai perbandingan hasil pengujian torsi dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Torsi pada 4 Variasi Bahan Bakar terhadap Putaran



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Daya pada 4 Variasi Bahan Bakar Berdasarkan grafik diatas, perbandingan torsi pada 4 variasi bahan bakar

terhadap putaran diatas dapat dilihat pada putaran 6200 rpm, torsi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar PH₃₀ paling rendah dibandingkan dengan torsi yang dihasilkan dari variasi bahan bakar lainnya yaitu 9,7 N.m. Sementara itu torsi yang dihasilkan dari campuran PH₀ paling tinggi dibandingkan dengan torsi yang dihasilkan variasi bahan bakar yang lainnya yaitu 11 hp.

Menurut (Muharnif M, Arfis A, Muhammad Kevin Febrian, 2024) Penurunan torsi terjadi seiring meningkatnya putaran mesin. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan torsi yang besar untuk menjamin akselerasi yang baik. Putaran mesin yang semakin tinggi akan meningkatkan momen inersia pada poros engkol sehingga torsi mesin menjadi menurun.

Namun, pencapaian tinggi-rendahnya daya dan torsi tidak hanya disebabkan faktor bahan bakar saja, masih banyak faktor lain yang mempengaruhinya (Widiyatmoko et al., 2022). Faktor lain seperti daya, transmisi, sistem bahan bakar, sistem pengapian dan pemilihan busi, serta desain keseluruhan mesin juga harus dipertimbangkan untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang kinerja motor. Juga penting untuk selalu mengacu pada rekomendasi pabrikan dalam penggunaan sepeda motor untuk menjaga kinerja dan keamanan kendaraan (Al Banjari, 2022).

Secara teori ini dapat dijelaskan bahwa peningkatan torsi dan daya disebabkan oleh pemanasan bahan bakar yang mengakibatkan viskositas akan menurun, peristiwa ini dapat dijelaskan dengan teori Termodinamika yang menyatakan bahwa semakin tinggi temperatur suatu fluida, molekul fluida akan bergerak cepat, sehingga memperlebar jarak antar molekulnya. Jarak antar molekul yang lebar akan mengakibatkan kerapatan (densitas) dan viskositas semakin menurun sehingga saat masuk ke dalam ruang bakar dapat membentuk butiran-butiran kabut bahan bakar yang lebih halus, dengan kondisi seperti ini maka proses pencampuran bahan bakar dengan udara akan lebih homogen yang berakibat bahan bakar akan lebih mudah terbakar. Dengan semakin besarnya jumlah bahan bakar yang terbakar maka peningkatan tekanan yang terjadi dalam ruang bakar yang berakibat meningkatkan torsi dan daya yang dihasilkan oleh motor bakar.(Panji et al., 2019)

4.2 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar pada 4 Variasi Bahan Bakar

terhadap Putaran

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar pada 4 variasi bahan bakar dapat dihitung sebagai berikut. Dengan data yang terlampir adalah 100 ml volume bahan bakar pada setiap variasi bahan bakar dengan waktunya 160 detik pada bahan bakar pertalite, 185 detik pada bahan bakar campuran HDPE 10%, 210 detik pada bahan bakar campuran HDPE 20%, dan 250 detik pada bahan bakar campuran HDPE 30%.

Keterangan :

$$\rho \text{ HDPE} : 792 \text{ kg/m}^3 = 0,792 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho \text{ pertalite} : 770 \text{ kg/m}^3 = 0,77 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho \text{ campuran dengan HDPE 10\%} : 7722 \text{ kg/m}^3 = 0,7722 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho \text{ campuran dengan HDPE 20\%} : 7744 \text{ kg/m}^3 = 0,7744 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho \text{ campuran dengan HDPE 30\%} : 7766 \text{ kg/m}^3 = 0,7766 \text{ gr/cm}^3$$

Tabel 4.1 Perbandingan hasil pengujian

HDPE Suhu 260°C	Hasil	ASTM	Bensin (Gasoline)	Menurut (Nuryosuwito et al., 2021)	(Sugiarto et al., 2020)
Densitas (gr/cm ³)	0,792	D-1298	0,778 – 1,198	0,73	0,7471
Viskositas (cP)	0,903	D-445	0,77 – 1,19	0,37	0,35
Flash Point (°C)	42,55	D 93	43	35	42

a. Dengan bahan bakar pertalite

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 5800-9600 rpm

$$\text{Dimana, } t = 160 \text{ s}$$

$$V \text{ bahan bakar} = 100 \text{ ml}$$

$$\rho \text{ bahan bakar} = 770 \text{ kg/cm}^3 = 0,77 \text{ gr/cm}^3$$

$$P \text{ rata-rata} = 7,48 \text{ hp} \times 0,746 = 5,848 \text{ kWh}$$

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = \frac{100 \text{ ml}}{160 \text{ s}} = 0,625 \text{ ml/s}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \dot{V} \times \rho \\ &= 0,625 \times 0,77 \\ &= 0,481 \frac{\text{gr}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} Sfc &= \frac{\dot{m}}{P} \\ &= \frac{0,481 \text{ gr/s}}{5,848 \text{ kW}} \\ &= 0,0822 \frac{\text{gr}}{\text{kW}} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

b. Dengan bahan bakar campuran HDPE 10%

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 6000-9600 rpm

Dimana,	t	= 185 s
	V bahan bakar	= 100 ml
	ρ bahan bakar	= 7722 kg/m ³ = 0,7722 gr/cm ³
	P rata-rata	= 8,489 hp x 0,746 = 6,332kW

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = \frac{100 \text{ ml}}{185 \text{ s}} = 0,54 \text{ ml/s}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \dot{V} \times \rho \\ &= 0,54 \times 0,7722 \\ &= 0,4169 \frac{\text{gr}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} Sfc &= \frac{\dot{m}}{P} \\ &= \frac{0,4169 \text{ gr/s}}{6,332 \text{ kW}} \\ &= 0,0658 \frac{\text{gr}}{\text{kW}} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

c. Dengan bahan bakar campuran HDPE 20%

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 5600-9600 rpm

Dimana,	t	= 210 s
	V bahan bakar	= 100 ml
	ρ bahan bakar	= 7744 kg/m ³ = 0,7744 gr/cm ³
	P rata-rata	= 8,033 hp x 0,746 = 5,992 kW

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = \frac{100 \text{ ml}}{210 \text{ s}} = 0,476 \text{ ml/s}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \dot{V} \times \rho \\ &= 0,476 \times 0,7744 \\ &= 0,3686 \frac{\text{gr}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} Sfc &= \frac{\dot{m}}{P} \\ &= \frac{0,3686 \text{ gr/s}}{5,992 \text{ kW}} \\ &= 0,0615 \frac{\text{gr}}{\text{kW}} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

d. Dengan bahan bakar campuran HDPE 30%

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 4800-9600 rpm

Dimana,	t	= 250 s
	V bahan bakar	= 100 ml
	ρ bahan bakar	= 7766 kg/m ³ = 0,7766 gr/cm ³
	P rata-rata	= 6,98 hp x 0,746 = 5,207 kW

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = \frac{100 \text{ ml}}{250 \text{ s}} = 0,4 \text{ ml/s}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \dot{V} \times \rho \\ &= 0,4 \times 0,7766 \\ &= 0,3106 \frac{\text{gr}}{\text{s}} \end{aligned}$$

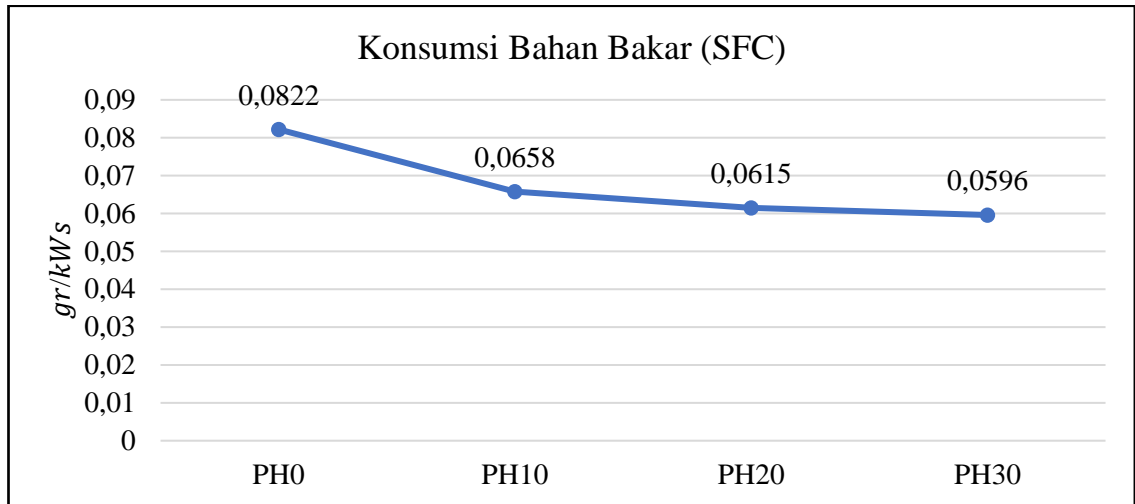
Sehingga,

$$\begin{aligned} Sfc &= \frac{\dot{m}}{P} \\ &= \frac{0,3106 \text{ gr/s}}{5,207 \text{ kW}} \\ &= 0,0596 \frac{\text{gr}}{\text{kW}} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

4.2.1 Hasil Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar (SFC) pada 4 Variasi Bahan

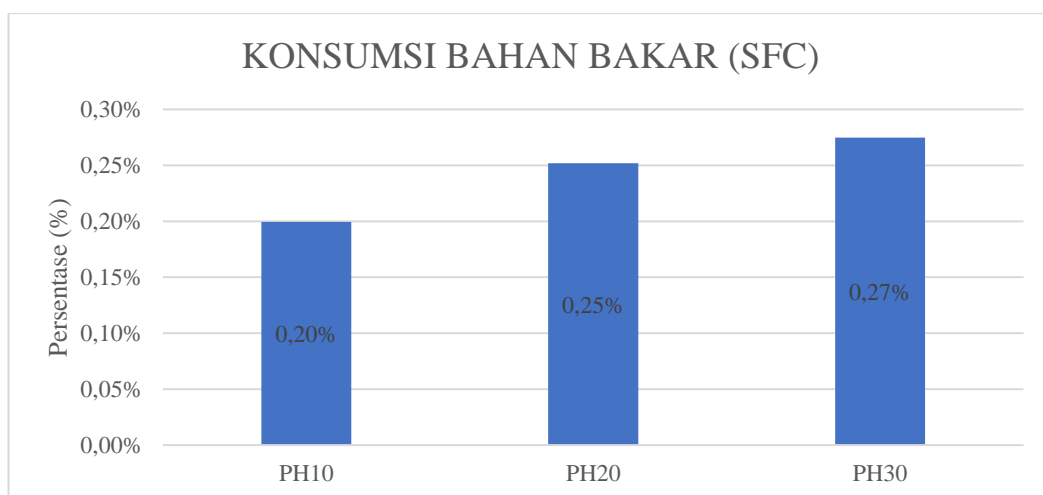
Bakar

Konsumsi bahan bakar (SFC) yang didapatkan pada hasil pengujian dipaparkan grafik sebagai perbandingan hasil pengujian konsumsi bahan bakar (SFC) dapat dilihat pada gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar (Sfc) pada 4 variasi bahan bakar

Berdasarkan grafik gambar 4.9 diatas, dapat dilihat perbandingan konsumsi bahan bakar (SFC) pada 4 variasi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar (SFC) yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar PH₀ paling tinggi yaitu $0,0822 \frac{gr}{kW} .s$. Sementara untuk konsumsi bahan bakar yang paling rendah terjadi pada PH₃₀ yaitu $0,0596 \frac{gr}{kW} .s$.



Gambar 4.10 Persentase perbandingan konsumsi bahan bakar (Sfc) pada 4 variasi bahan bakar

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin kecil unsur campuran minyak HDPE dengan Pertalite akan menghasilkan konsumsi bahan bakar semakin rendah, begitu juga sebaliknya (Danang Yugo Pratomo, Feddy Wanditya Setiawan, 2023). Bahan bakar dapat mencampur dengan pelumas mesin, terutama pada mesin dua tak atau mesin yang menggunakan bahan bakar campuran. Viskositas bahan bakar dan pelumas yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kemampuan pelumas terutama pada mesin dua tak atau mesin yang menggunakan bahan bakar campuran untuk menyediakan pelumasan yang optimal, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi efisiensi mesin dan SFC. (Ariawan, 2016)

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka dapat dilihat kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin tinggi putaran maka daya semakin menurun tetapi pada putaran 6170 rpm pada PH₀ mencapai 9,70 hp, pada putaran 7070 rpm pada PH₁₀ mencapai 9,74 hp, pada putaran 7200 rpm pada PH₂₀ mencapai 9,80 hp, dan pada putaran 8140 rpm pada PH₃₀ mencapai 9,84 hp.
2. Semakin tinggi putaran maka daya semakin menurun tetapi pada putaran 6170 rpm pada PH₀ mencapai 11,16 N.m, pada putaran 6150 rpm pada PH₁₀ mencapai 10,64 N.m, pada putaran 6290 rpm pada PH₂₀ mencapai 10,47 N.m, dan pada putaran 6280 rpm pada PH₃₀ mencapai 10,08.
3. Semakin banyak campuran pada minyak limbah HDPE maka semakin banyak juga konsumsi bahan bakar yang digunakan yaitu, pada PH₀ mencapai $0,0822 \frac{gr}{kW} \cdot s$, pada PH₁₀ mencapai $0,0658 \frac{gr}{kW} \cdot s$, pada PH₂₀ mencapai $0,0615 \frac{gr}{kW} \cdot s$, dan PH₃₀ mencapai $0,0596 \frac{gr}{kW} \cdot s$.
4. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar pada PH₃₀ paling irit diantara bahan bakar lainnya. Tetapi untuk performa motor bakar PH₂₀ paling efektif untuk digunakan dikarenakan memiliki perbandingan yang tidak jauh berbeda dengan bahan bakar PH₀.

5.2 Saran

1. Perlu meningkatkan kualitas minyak limbah HDPE (*High Density Polythylene*) sebagai bahan bakar untuk digunakan sebagai bahan bakar agar menghasilkan kinerja yang bagus.
2. Selain hal diatas, bagi peneliti yang mengadakan penelitian dimasa mendatang diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Banjari, M. A. (2022). Pengaruh Penggunaan Berbagai Jenis Material Elektroda Busi Terhadap Performa Mesin Dan Bentuk Nyala Api Pada Mesin Bensin 113 cc. *Jurnal Teknik Mesin Dan Pembelajaran*, 5(2), 101. <https://doi.org/10.17977/um054v5i2p101-112>
- Aprizal. (2013). *UJI PRESTASI MOTOR BAKAR BENSIN MEREK HONDA ASTREA 100 CC*. 6–14.
- Ariawan, I. W. B. (2016). *Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis*. 2(1), 51–58.
- Asrianto. (2012). Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Putaran Poros Engkol Pada Motor Bakar 4 Tak Motor Bensin. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(1),
- Bestari, M. (2015). *Jurnal Teknik Mesin*. 3.
- Binsar Arthur Stefan Pongbura. (2021). *Skripsi Analisis Kinerja Motor Honda Beat 2011 Sebelum Dan Sesudah Dilakukan Perawatan Oleh : Binsar Arthur Stefan Pongbura Departemen Mesin Fakultas Teknik*.
- Danang Yugo Pratomo, Feddy Wanditya Setiawan, M. A. A. B. (2023). *Kinerja Motor Scooter Matic Injeksi 113,7cc Menggunakan Bahan Bakar Campuran Pertalite dan Minyak Pirolisis Limbah Plastik HDPE*. 7(3),
- Dian wahyu. (2019). *Uji Kinerja Mesin Fiat 4-Tak dengan Kapasitas 1 . 100 CC Menggunakan Automotive Engine Test Bed T101D Fiat 4-Stroke Engine Performance Test with 1100 Cc Capacity Using Automotive Engine Test Bed T101D*. 9(2), 2–11.
- Hafizzullah, I. (2016). *Kajian Eksperimental Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium, Pertalite, dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor 2 Langkah 135 cc*. 1–65.
- Iskandar, T., Abrina Anggraini, S. P., & Melinda, M. (2021). Pembuatan Bahan Bakar Diesel dari Limbah Plastik HDPE dengan Proses Pirolisis. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 6(1), 23–29. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2251>
- Kartika, W. (2022). Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis Hdpe Dan Pet Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Minyak Alternatif Menggunakan

- Metode Pirolisis Dengan Katalis Zeolit Alam. *Agroindustrial Technology Journal*, 6(2), 106–117. <http://dx.doi.org/10.21111/atj.v5i2.8591>
- Kurniawan, E., & Nasrun. (2017). Karakterisasi Bahan Bakar dari Sampah Plastik Jenis High Density Polyethelene (HDPE) Dan Low Density Polyethelene (LDPE). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 3(2), 41–52.
- Masyruroh, A., & Rahmawati, I. (2021). Pembuatan Recycle Plastik Hdpe Sederhana Menjadi Asbak. *ABDIKARYA: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 53–63. <https://doi.org/10.47080/abdikarya.v3i1.1278>
- Matondang, I. S. (2018). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Jenis Premium, Peralite Dan Pertamax Yang Terpasang Pada Sepeda Motor 125CC. *Repository Universitas Medan Area*, 1–82.
- Muharnif M, Arfis A, Muhammad Kevin Febrian, M. R. (2024). Analisis Kinerja Motor Bakar Berbahan Bakar Campuran Peralite dan Bioetanol Dari Sampah Organik. *Muharnif M, Arfis A, Muhammad Kevin Febrian, M. R. (2024). Analisis Kinerja Motor Bakar Berbahan Bakar Campuran Peralite Dan Bioetanol Dari Sampah Organik. Material, Jurnal Rekayasa Energi, Manufaktur*, 7(1), 127–134.
- Nuryosuwito, N., Rosydi, M. A. I., & Istiqlaliyah, H. (2021). Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis HDPE Menjadi Bahan Bakar Alternatif Proses Pyrolysis. *Jurnal Mesin Nusantara*, 3(2), 92–101. <https://doi.org/10.29407/jmn.v3i2.15573>
- Panji, I., Pratama, P., & Winoko, Y. A. (2019). Pengaruh Suhu Bahan Bakar Terhadap Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin 1781 CC. *Flywheel Jurnal*, 10.
- Pertamina.com. (2018). *Spesifikasi Bahan Bakar*.
- Pratiwi, R., & Dahani, W. (2015). Pengaruh Penggunaan Katalis Zeolit Alam Dalam Pirolisis Limbah Plastik Jenis HDPE menjadi Bahan Bakar Cair Setara Bensin. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 17 November 2015, November*, 1–5.
- Putra, R. C., & Rosyidin, A. (2018). *Karakteristik Kinerja dengan Variasi Jenis Bensin Pada Sistem Pengapian Standar dan Racing. penulis 1*.
- Riva, S. J. (2019). Pengaruh Bahan Bakar Peralite Dan Premium Terhadap

- Performa Mesin Motor Yamaha Jupiter Z-Cw Tahun 2010. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 12–26.
- Rohman Nurdiansyah, D., Aditya Putra, S., Azimansyah, R., Dwi Kurniawan, B., Dasilva Rustandy Putra, A., & Fatkhurahman, Mh. (2017). Pengaruh Daya Dan Torsi Untuk Performa Sebuah Mesin Effect of Power and Torque the Performance of a Machine. *Jurnal Teknik Otomotif*, 7.
- Segara, C. G., & Dharma, U. S. (2019). *Kinerja Mesin Sepeda Motor dengan Sistem Vaporasi Bahan Bakar*. 8(1), 56–63.
- Sugiarto, B., Arfianto, J. R., & Monika, K. (2020). *Pembuatan Bahan Bakar Minyak (BBM) dari Sampah Plastik Menggunakan Proses Pirolisis*. 14–15.
- SUKMANA, R. A. (2018). *UNJUK KERJA MOTOR BENSIN BERBAHAN BAKAR PERTALITE DAN PYROLYTIC OIL DARI PLASTIK LDPE (LOW DENSITY POLYETHYLENE)*. 2018.
- Suriansyah. (2010). *PENGARUH KOMBINASI BAHAN BAKAR BIOPREMIUM DAN OLI SAMPING TERHADAP EMISI GAS BUANG*. 2(2), 28–34.
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., Astuti, A. D., Perencanaan, B., Daerah, P., & Pati, K. (2018). *Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif the utilization of plastic waste as raw material for producing alternative fuel*. XIV(1), 58–67. <https://media.neliti.com/media/publications/271770-pemanfaatan-limbah-plastik-sebagai-bahan-d2c72e6c.pdf>
- Wajdi, B., Sapiruddin, S., Novianti, B., & Zahara, L. (2020). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) Dengan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif. *Kappa Journal*, 4(1), 100–112. <https://doi.org/10.29408/kpj.v4i1.2156>
- Widiyatmoko, Arfan Ishartanto, Mike Elly Anitasari, Ma'rifat Al Hakim, & Khoirul Mu'allif. (2022). Effect of Changing Primary Fixed Sheave Angle and Roller Weight on Torque, Power, Top Speed, and Acceleration on Matic Motorcycles. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 6(2), 327–336. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v6i2.1060>
- Wijayanti, F., & Irwan, D. (2014). Analisis Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Terhadap Kinerja Motor Bensin. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(1), 34–42.

LAMPIRAN

Campuran Pertalite Murni

Max >

9,70 hp

11,16 N.m

Rpm	Power (hp)	Torque (N.m)
5800	1,5	1,6
6000	2,5	2,7
6200	9,6	11
6400	8,6	9,7
6600	8,4	9,4
6800	8,4	9
7000	9,3	9,4
7200	9,4	9,3
7400	9,6	9,1
7600	9,2	8,4
7800	9,2	8
8000	8,8	7,7
8200	8,8	7,4
8400	8,7	7,2
8600	8,6	7
8800	8,6	6,8
9000	8,1	6,5
9200	7,6	5,9
9400	6,9	5,1
9600	5	3,7

Campuran Pertalite 90% dan minyak limbah plastik HDPE 10%

Max>

9,74 hp

10,64 N.m

Rpm	Power (hp)	Torque (N.m)
6000	1,8	2
6200	9,2	10,3
6400	8,8	9,7
6600	8,9	9,6
6800	9,4	9,8
7000	9,6	9,8
7200	9,4	9,3
7400	9	8,8
7600	9	7,6
7800	9,4	7,6
8000	9,2	8
8200	9,4	8
8400	8,9	7,8
8600	9,3	7,8
8800	9	7,1
9000	8,8	6,8
9200	8,6	6,5
9400	7,6	5,8
9600	6	4,3

Campuran Peralite 80% dan minyak limbah plastik HDPE 20%

Max>

9,80 hp

10,47 N.m

Rpm	Power (hp)	Torque (N.m)
5600	1,2	1,2
5800	1,6	1,8
6000	6,7	2,6
6200	8,9	10,4
6400	8,9	10
6600	8,3	9
6800	8,8	9,1
7000	9,4	9,5
7200	9,8	9,7
7400	9,4	8,9
7600	9,5	8,7
7800	9,1	8,4
8000	9,4	8,3
8200	9,2	8,1
8400	9,1	7,9
8600	9,1	7,8
8800	9,4	7,8
9000	8,9	7,1
9200	8,5	6,5
9400	7,7	5,8
9600	5,8	4,2

Campuran Peralite 70% dan minyak limbah plastik HDPE 30%

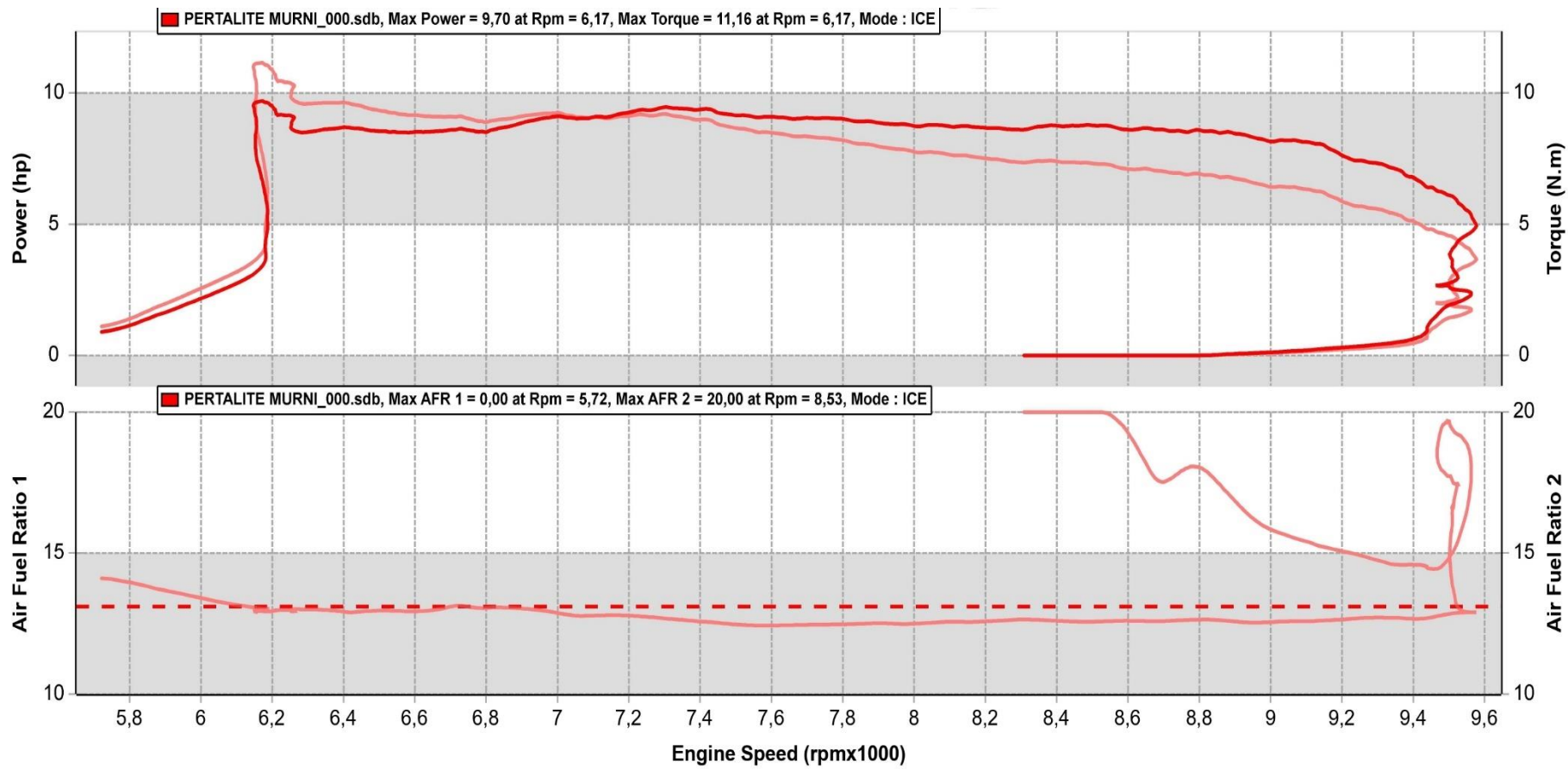
Max>

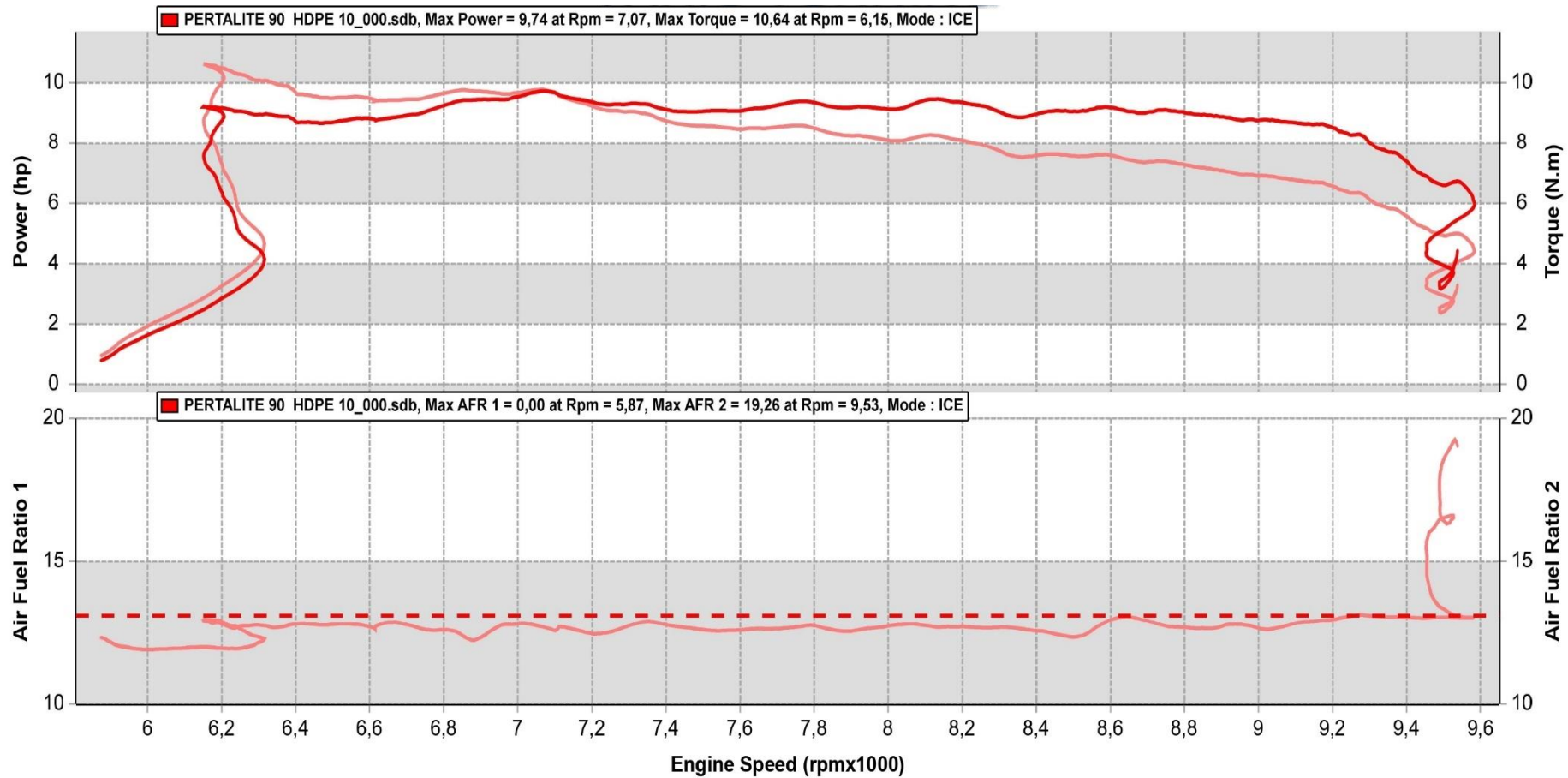
9,80 hp

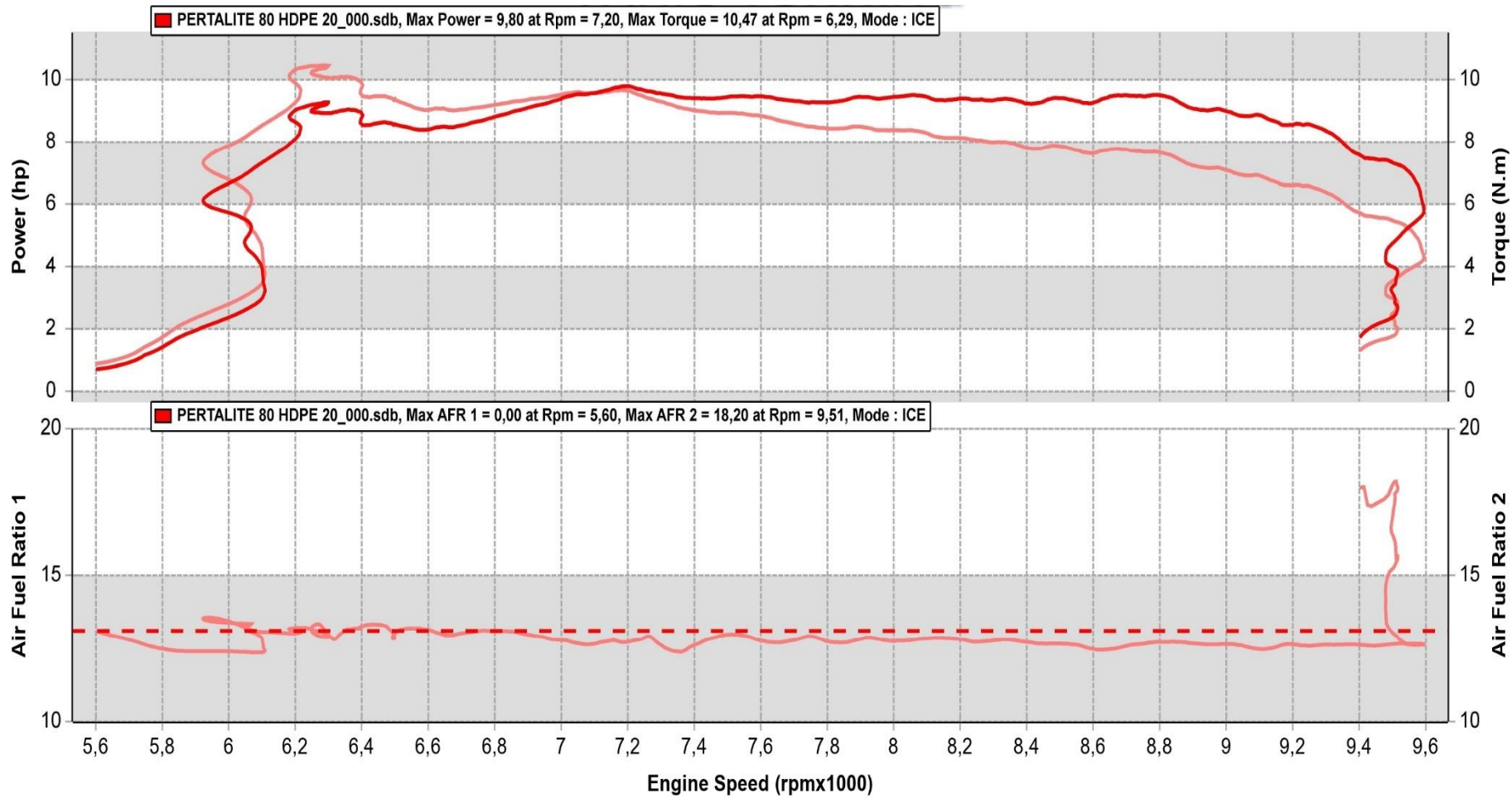
10,47 N.m

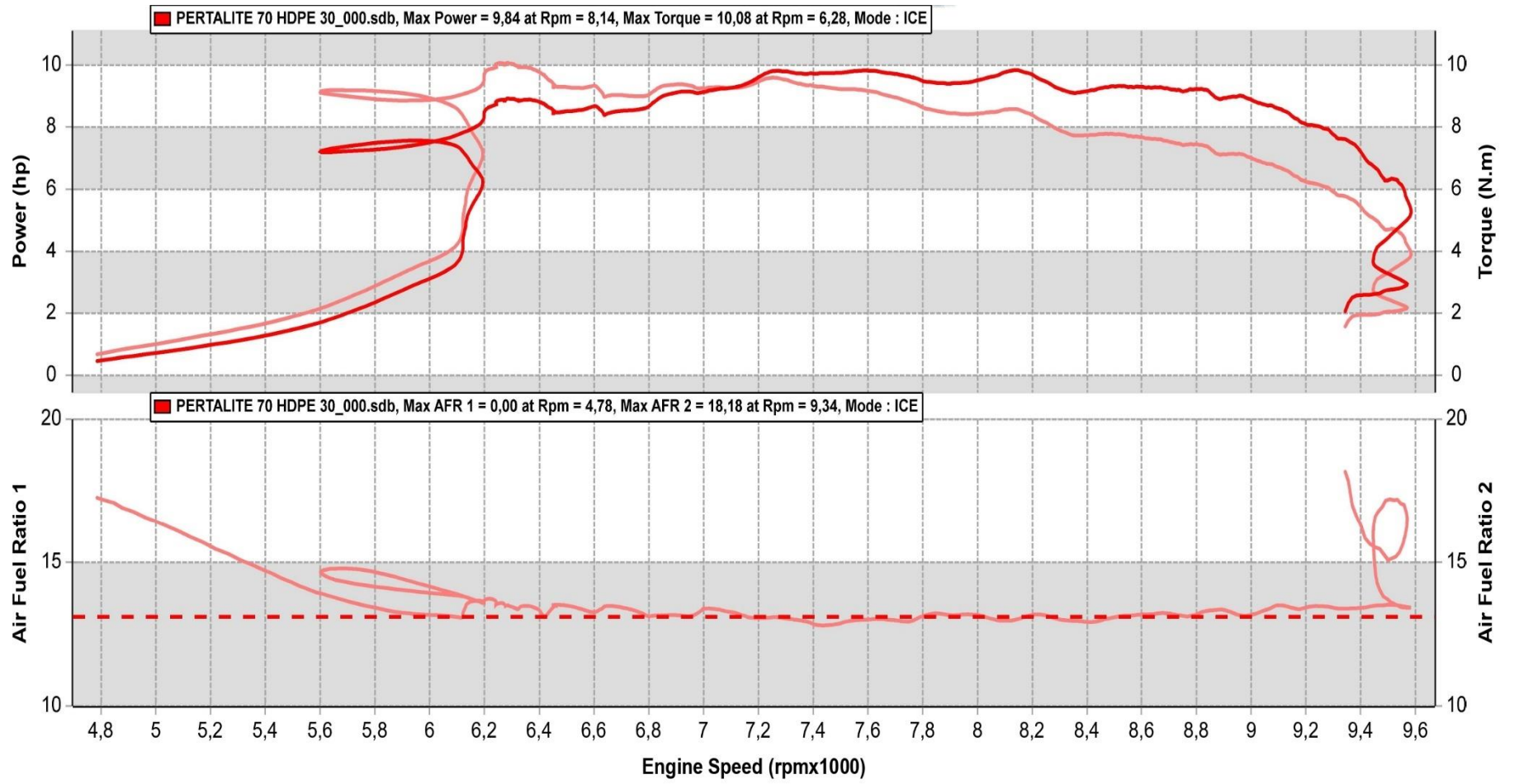
Rpm	Power (hp)	Torque (N.m)
4800	0,6	0,7
5000	0,8	1
5200	1,1	1,5
5400	1,5	1,8
5600	1,8	2
5800	2,2	3
6000	7,8	8,8
6200	8,5	9,7
6400	8,9	9,7
6600	8,6	9,5
6800	8,5	9
7000	9,1	9,1
7200	9,6	9,5
7400	9,7	9,3
7600	9,7	9,2
7800	9,5	8,5
8000	9,5	8,3
8200	9,7	8,2
8400	9,1	7,7
8600	9,3	7,6
8800	9,2	7,4
9000	8,8	6,9

9200	8	6,2
9400	7,3	6,4
9600	5,7	3,9









LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA MOTOR BAKAR MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR
CAMPURAN LIMBAH PLASTIK HIGH DENSITY POLYTHYLENE (HDPE) DAN
PERTALITE

Nama : Riski Pratama

NPM : 2007230023

Dosen Pembimbing : H. Muharnif M, S.T., M.Sc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	12/12/2023	perbaiki Bab I	f
2.	15/12/2023	perbaiki Bab II	f
3.	22/12/2023	perbaiki Bab III	f
4.	29/12/2023	penambahan Rumus	f
5.	05/01/2024	perbaiki rumus & Dapur	f
6.	09/01/2024	ACC seminar proposal	f
7.	10/06/2024	perbaiki Analisa data	f
8.	26/06/2024	perbaiki Kesimpulan & saran.	f
9.	08/07/2024	ACC Seminar Hasil	f
10.	09/08/2024	perbaiki Analisa Data.	f
11.	13/08/2024	ACC sidang	f



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila mengirim surat ini agar disertai nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/AK.KP/PTXU/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor: 1209/3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Tanggal 06 Desember 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : RIZKI PRATAMA
NPM : 2007230023
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : V11 (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS KINERJA MOTOR BAKAR MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR CAMPURAN LIMBAH PLASTIK HIGH DENSITY POLYTHYLENE (HDPE) DAN BENSIN.

Dosen Pembimbing : H.MUHARNIF ST.M.Sc

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 23 Jum. Awal 1445 H
06 Desember 2023 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

Nama : Riski Pratama

NPM : 2007230023

Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Campuran Limbah Plastik High Density Polythlene (HDPE) Peralite

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc		:.....	
Pembanding – I : Dr. Suherman, ST, MT		:.....	
Pembanding – II : Dr. Sudirman Lubis, ST, MT		:.....	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2007230087	M. Iqbal	<i>Iqbal</i>
2	2007230023	Riski Pratama	
3	1901230202	m. REZA ISMAIL	<i>Reza</i>
4	2007230075	Rafli FAHREZA	<i>Rafli</i>
5	2007230046	Andi kurniawan	<i>Andi</i>
6	2007230003	Firman Nanda Irawan	<i>Firman</i>
7	2007230102	Muhammad Dyo Praki	<i>Praki</i>
8			
9			
10			

Medan, 24 Muharram 1445 H
30 Juli 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar

Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Riski Pratama

NPM : 2007230023

Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Campuran Limbah Plastik High Density Polythlene (HDPE) Peralite

Dosen Pembanding – I : Dr. Suherman, ST, MT

Dosen Pembanding – II : Dr. Sudirman Lubis, ST, MT

Dosen Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Riski Pratama
NPM : 2007230023
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Campuran
Limbah Plastik High Density Polythlene (HDPE) Peralite

Dosen Pembanding – I : Dr. Suherman, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Dr. Sudirman Lubis, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
- perbaikan data di
- perbaikan grafik
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 24 Muharram 1445 H
30 Juli 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

Dr. Sudirman Lubis, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A DATA PRIBADI

Nama : Riski Pratama
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 06 Oktober 2002
Alamat : Dusun V Telaga Sari
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Email : rizky0610pratama@gmail.com
No Hp : 081262921124

B RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN 105275 Paya Geli Tahun 2008-2014
2. SMP Swasta Tri Karya Sunggal Tahun 2014-2017
3. SMK Tarbiyah Islamiyah Hamparan Perak Tahun 2017-2020
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2020-2024