

TUGAS AKHIR
ANALISIS KINERJA MOTOR BAKAR MENGGUNAKAN BAHAN
BAKAR ALTERNATIF DENGAN CAMPURAN PERTALITE
DAN LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLENE*)

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

Disusun Oleh:

REZA ANBIYA FATHILLAH
2007230095



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh :

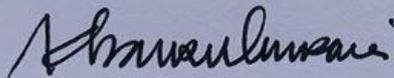
Nama : Reza Anbiya Fathillah
NPM : 2007230095
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Alternatif dengan Campuran Peralite dan LDPE (*Low Density Polyethylene*)
Bidang ilmu : Konversi Energi

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

Medan, 25 Februari 2025

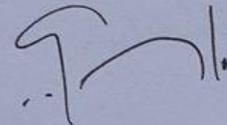
Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Penguji I



Dr. Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



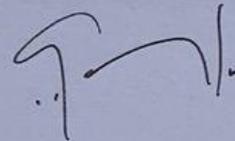
Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji III



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

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama lengkap : Reza Anbiya Fathillah
NPM : 2007230095
Tempat / Tanggal Lahir : Medan, 05 Juni 2002
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 ALTERNATIF DENGAN CAMPURAN PERTALITE DAN LDPE (LOW DENSITY POLYETHYLENE)”

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 hakikatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal 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 saksi terberat berupa pembatalan kelulusan / keserjanaan saya.

Demikian surat pertanyaan ini saya buat dengan kesadaran sendirian 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, 25 Februari 2025



Reza Anbiya Fathillah

ABSTRAK

Masalah lingkungan yang harus diatasi adalah sampah, limbah plastik selalu menjadi permasalahan global yang hingga kini belum terselesaikan. Mencatat jumlah sampah plastik di Indonesia mencapai 4.957.280 ton sampah plastik per tahun. Semakin bertambahnya penggunaan plastik maka semakin banyak sampah plastik. Limbah plastik terutama, dari jenis polietilen berdensitas rendah atau LDPE (*Low Density Polyethylene*), telah menjadi perhatian besar dalam konteks lingkungan karena sulit terurai secara alami dan dapat menyebabkan pencemaran jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu pendekatan yang menarik dalam mengatasi limbah plastik adalah dengan mengubah menjadi bahan bakar alternatif melalui metode pirolisis. 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 LDPE sebesar 10%, 20%, 30%. Pada putaran 6200 rpm daya yang dihasilkan dari bahan bakar PL₂₀ paling rendah yaitu 8,8 hp dan yang paling tinggi PL₀ yaitu 9,6 hp. Sedangkan torsi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar rendah terdapat pada PL₂₀ yaitu 9,9 N.m. Sementara itu torsi yang dihasilkan variasi bahan bakarnya lebih tinggi PL₀ yaitu 11 N.m. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar PL₀ paling tinggi yaitu $0,0822 \frac{gr}{kW}$.s. Sementara untuk konsumsi bahan bakar yang paling rendah terjadi pada PL₃₀ yaitu $0,0572 \frac{gr}{kW}$.s.

Kata Kunci : Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*), Unjuk Kerja, Konsumsi Bahan Bakar (*SFC*), Torsi, dan Daya.

ABSTRACT

The environmental issue that needs to be addressed is waste, particularly plastic waste, which remains a global problem that has yet to be resolved. In Indonesia alone, the amount of plastic waste reaches 4,957,280 tons per year. As plastic usage increases, so does the amount of plastic waste. Plastic waste, especially from low-density polyethylene (LDPE), has become a major concern in environmental contexts due to its difficulty in decomposing naturally and its potential to cause pollution if not properly managed. One interesting approach to addressing plastic waste is by converting it into alternative fuel through the pyrolysis method. The aim of this research is to determine the performance test results of an internal combustion engine, specifically its power, torque, and fuel consumption, when using Pertalite fuel mixed with varying ratios of LDPE at 0%, 20%, 30%, and 40%. At 6200 rpm, the lowest power produced was from the PL20 fuel, which generated 8.8 hp, while the highest power was produced by PL0 fuel, which generated 9.6 hp. The lowest torque produced was from the PL20 fuel, at 9.9 N.m, whereas the highest torque was produced by the PL0 fuel, at 11 N.m. The highest fuel consumption was found in PL0, at $0,0822 \frac{gr}{kW} \cdot s$. While the lowest fuel consumption occurred with PL30, at $0,0572 \frac{gr}{kW} \cdot s$.

Keywords : Plastic waste LDPE (Low Density Polyethylene), Performance, Specific fuel consumption (SFC), Torque, Power.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabartakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Tidak ada kata yang indah selain puji dan syukur kepada kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira kepada kita semua. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini. Alhamdulillah atas izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan dan menyusun proposal penelitian yang berjudul “Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Alternatif dengan Campuran Pertalite dan LDPE (*Low Density Polyethylene*)”.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan beribu ucapan terimakasih kepada banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

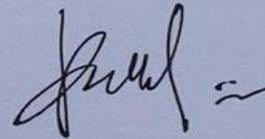
1. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Chandra A. Siregar. S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T, M.T selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc, selaku pembimbing sekaligus Kepala Bidang Konversi Energi, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membimbing saya dari awal hingga akhir sehingga proposal tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan benar.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Kedua Orang Tua dan Keluarga saya. Papa saya Samsul Riza S.E, Mama saya Kurnia Utami, Kakak saya Dara Anindita Utari, dan Abang saya Fariz Aulia Rachman serta keluarga yang telah memberikan bantuan moril maupun materil serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya tugas akhir ini.
9. Aristia Miranda sebagai teman special yang menemani, membantu, memberi semangat dan mendukung proses pengerjaan laporan akhir ini
10. Serta sahabat seperjuangan nama-nama teman penulis yang tidak mungkin disebutkan semuanya

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kata sempurna, maka untuk itu saran dan kritik serta masukan yang bersifat pengembangan sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Insyaallah laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Wasalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 25 Februari 2025



Reza Anbiya Fathillah

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Ruang Lingkup	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kinerja Bahan Bakar	6
2.1.1 Daya	6
2.1.2 Torsi	8
2.1.3 SFC (<i>Specific Fuel Consumption</i>)	9
2.1.4 Efisiensi Energi	10
2.1.5 Emisi Gas Buang	11
2.1.6 Putaran Mesin (<i>RPM</i>)	12
2.2 Bahan Bakar	13
2.2.1 Jenis-Jenis Bahan Bakar	14
2.2.2 Pertalite	15
2.3 Limbah Plastik LDPE	15
2.3.1 Jenis-Jenis LDPE	18
2.3.2 Karakteristik Plastik LDPE	18
2.3.3 Macam-Macam Kegunaan Plastik LDPE	19
2.4 Metode Pirolisis	20
2.4.1 Manfaat Metode Pirolisis	22
BAB 3 METODE PENELITIAN	23
3.1 Tempat dan Waktu	23
3.1.1 Tempat Penelitian	23
3.1.2 Waktu Penelitian	23
3.2 Bahan dan Alat	23
3.2.1 Bahan Penelitian	23
3.2.2 Alat Penelitian	25
3.3 Bagan Alir Penelitian	30

3.4 Rancangan Alat Penelitian	30
3.5 Prosedur Penelitian	31
3.6 Metode Pengolahan Data	32
3.6.1 Pengamatan	32
3.6.2 Tahapan Pengujian	32
3.7 Prosedur Pengujian Kinerja Motor Bakar	32
3.7.1 Prosedur Torsi dan Daya	32
3.7.2 Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (<i>SFC</i>)	33
3.8 Pengambilan Data	33
3.8.1 Pengambilan Data <i>Dynotest</i>	33
3.8.2 Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil dan Penelitian	34
4.1.1 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PL ₀	34
4.1.2 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PL ₁₀	35
4.1.3 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PL ₂₀	35
4.1.4 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PL ₃₀	36
4.1.5 Hasil Perbandingan Pengujian Torsi dan Daya pada 4	36
4.1.5.1 Hasil Perbandingan Pengujian Daya Pada 4 Variasi	36
4.1.5.2 Hasil Perbandingan Pengujian Torsi Pada 4 Variasi	38
4.2 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Pada 4 Variasi Bahan Bakar Terhadap Putaran	39
4.2.1 Hasil Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar atau (<i>SFC</i>) Pada 4 Variasi Bahan Bakar	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
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 TABEL

Tabel 2.1 Parameter engine	13
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	23
Tabel 3.2 Spesifikasi Sepeda Motor Vario 150 cc	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bahan Bakar	14
Gambar 2.2 Bahan Bakar Pertalite	15
Gambar 2.3 Logo Plastik LDPE	17
Gambar 2.4 Plastik LDPE	18
Gambar 2.5 Contoh LDPE	20
Gambar 3.1 Pertalite	24
Gambar 3.2 Minyak Hasil Pirolisis Plastik LDPE	24
Gambar 3.3 Honda Vario 150 cc	25
Gambar 3.4 Dynotest	26
Gambar 3.5 Monitor	26
Gambar 3.6 Meja Dynotest	26
Gambar 3.7 Blower Pendingin Mesin	27
Gambar 3.8 Control Panel	27
Gambar 3.9 Roller	28
Gambar 3.10 Stopwatch	28
Gambar 3.11 Gelas Ukur	29
Gambar 3.12 Rancangan Alat Penelitian	31
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Daya dan Torsi Terhadap Putaran Variasi PL0	34
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Daya dan Torsi Terhadap Putaran Variasi PL10	35
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Daya dan Torsi Terhadap Putaran Variasi PL20	35
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Daya dan Torsi Terhadap Putaran Variasi PL30	36
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Daya pada 4 Variasi Bahan Bakar Terhadap Putaran	37
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Torsi pada 4 Variasi Bahan Bakar Terhadap Putaran	38
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar (SFC) pada 4 Variasi Bahan Bakar	42

DAFTAR NOTASI

P = daya (kW)

T = torsi (Nm)

N = (rpm)

N_i = daya indikator (kgm/det)

P_r = tekanan efektif rata-rata (Kg/cm²)

V_L = volume Langkah torak per siklus (cm³)

z = jumlah silinder

n = putaran poros engkol (rpm)

a = jumlah siklus per putaran

Q_u = panas yang dapat diubah menjadi usaha (kcal)

F = gaya sentrifugal (N)

s = jarak (m)

SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWh)

η = efisiensi daya (%)

P_{output} = daya keluaran motor (Watt)

P = daya masukan motor (Watt)

a = lengan engkol

r = Panjang *connecting rod*

θ = sudut engkol, dimana diukur dari garis tengah silinder dan bernilai nol (0) ketika piston berada di TMA (titik mati atas)

\dot{m} = Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)

PL_0 = Pertalite Murni

PL_{10} = Pertalite dan LDPE 10%

PL_{20} = Pertalite dan LDPE 20%

PL_{30} = Pertalite dan LDPE 30%

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah lingkungan yang harus diatasi adalah sampah, sampah merupakan sisa dari suatu produksi baik pabrik maupun rumah tangga yang mengandung bahan pembuat polusi dan dapat mengganggu kesehatan, dan yang menjadi konsen, yaitu sampah plastik. Menurut (Nasional, 2022) mencatat jumlah sampah plastik di Indonesia mencapai 4.957.280 ton sampah plastik per tahun. Kemasan plastik telah menggantikan kemasan kaleng dan gelas dengan porsi 80% di Indonesia. Produksi plastik sistesis pada akhir abad ke-20 di seluruh dunia telah mencapai 130 juta ton per tahun, laporan dari Negara-negara Eropa penggunaan plastik per orang diperkirakan 100 kg setiap tahunnya, di Eropa Barat 60 kg per orang per tahun sedangkan di Amerika disebutkan penggunaan per orang 80 kg per tahun. Plastik merupakan polimer sintesis yang memiliki sifat sulit terurai di alam, butuh waktu hingga ratusan tahun untuk terurai, dengan terus bertambahnya sampah plastik dapat dibayangkan bagaimana dampak yang akan dihasilkan pada lingkungan. Plastik merupakan bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, perkembangan produk plastik di Indonesia sangat cepat dengan merambah hampir di semua jenis kebutuhan manusia. Semakin bertambahnya penggunaan plastik maka semakin banyak sampah plastik, apabila sampah plastik tidak di olah kembali akan berdampak pada buruknya kualitas lingkungan (Dzulfikri, Agus Riyanto, Zilhardi Idris, & Nurul Hidayati, 2023).

Limbah plastik terutama, dari jenis polietilen berdensitas rendah, atau LDPE (*Low density polyethylene*), telah menjadi perhatian besar dalam konteks lingkungan karena sulit terurai secara alami dan dapat menyebabkan dapat menyebabkan pencemaran yang signifikan jika tidak dikelola dengan baik. Plastik jenis LDPE merupakan plastic tipe cokelat yang dibuat dari minyak bumi (Irianto, 2022).

Salah satu pendekatan yang menarik dalam mengatasi limbah plastic adalah dengan mengubah menjadi bahan bakar alternatif melalui metode pirolisis. Pirolisis merupakan teknik pembakaran sampah sekaligus penyulingan bahan tanpa O₂

dengan suhu tinggi (800°C hingga 1000°C), dan gas yang dihasilkan berguna dan aman bagi lingkungan, karena produk akhir yang dihasilkan berupa CO₂ dan H₂O. Selain gas, senyawa hidrokarbon cair mulai dari C₁ hingga C₄, dan senyawa rantai panjang seperti parafin dan olefin.

Pengelolaan sampah plastik menjadi masalah sebab plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga pengelolaan sampah plastik dengan landfill maupun open dumping tidak tepat dilakukan. Pengelolaan sampah plastik dengan cara pembakaran dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan berupa terjadinya pencemaran udara khususnya emisi dioxin yang bersifat karsinogen. Pengelolaan sampah plastik lainnya adalah dengan mendaur ulang sampah plastik menjadi bentuk lain, namun proses daur ulang ini hanya akan merubah sampah plastik menjadi bentuk baru bukan menanggulangi volume sampah plastik sehingga ketika produk daur ulang plastik sudah kehilangan fungsinya maka akan kembali menjadi sampah plastik. Oleh karenanya diperlukan alternatif lain untuk menangani volume sampah plastik ini. Salah satu alternatif penanganan sampah plastik adalah dengan melakukan proses daur ulang (*recycle*). Pirolisis sampah plastik merupakan salah satu bentuk proses daur ulang dengan mengubah plastik menjadi bahan bakar. Selain bermanfaat untuk mengurangi jumlah sampah plastik, pirolisis sampah plastik juga bermanfaat untuk menyediakan bahan bakar dengan nilai energi yang cukup tinggi. Secara umum, kurang lebih 950 ml minyak bakar bisa diperoleh dari pirolisis 1 kg plastik Polyolefin misalnya Polypropylene, Polyethylene dan Polystyrene (Wahyudi, Hermain Teguh Prayitno, & Arieanti Dwi Astuti, 2018).

Di satu sisi penemuan plastik ini mempunyai dampak positif yang luar biasa, karena plastik memiliki keunggulan-keunggulan dibanding material lain. Tetapi di sisi lain, sampah plastik juga mempunyai dampak negatif yang cukup besar. Keunggulan plastik dibanding material lain diantaranya kuat, ringan, fleksibel, tahan karat, tidak mudah pecah, mudah diberi warna, mudah dibentuk, serta isolator panas dan listrik yang baik. Sedangkan plastik yang sudah menjadi sampah akan berdampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia (Surono, 2013).

Dari penelitian Untung tahun 2015, analisis kinerja sebelumnya diketahui bahwa minyak plastik yang dihasilkan dengan cara dua kali proses pirolisis hanya dapat dimanfaatkan sebagai zat aditif atau campuran bahan bakar pada mesin bensin. Pada Penelitian tersebut, minyak plastik yang dipakai berasal dari proses pembuatan dengan cara dua kali proses pirolisis. Daya maksimum 12,15 kW pada 8000 rpm. Pengambilan data dilakukan pada dua kondisi yaitu kondisi stasioner untuk mengukur torsi yang terjadi dan konsumsi bahan bakar untuk menghitung daya dan pemakaian bahan bakar spesifik. Pengambilan data pada road test untuk mendapatkan nilai akselerasi dan pemakaian bahan bakar pada kondisi real di jalanan (Dharma, Eko Nugroho, & M. Fatkurahman, 2018).

LDPE (*Low density polyethylene*) biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek (madu, mustard). Barang-barang dengan kode ini dapat di daur ulang dan baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat. Barang dengan kode ini bisa dibilang untuk tempat makanan (Anom, 2023).

Perkembangan teknologi motor bakar mengalami kemajuan yang sangat pesat. Riset-riset terus dilakukan untuk mencapai kegemilangan penguasaan teknologi tersebut. Perkembangan teknologi motor bakar yang terutama adalah terkonsentrasi pada sistem bahan bakar, sistem pengapian dan sistem mekanisme katup. Perkembangan teknologi tersebut tentu bermuara pada tingkat efisiensi dan efektifitas kerja yang tinggi pada motor bakar termasuk juga hemat pemakaian bahan bakar dan dapat memperbaiki emisi gas buang. Untuk mencapai tujuan tersebut tentu perlu penyempurnaan teknologi pada sistem bahan bakar dan mekanisme katupnya. Torsi dan daya adalah ukuran yang menggambarkan output kinerja dari motor pembakaran dalam. Kedua parameter ini menjelaskan dua elemen kinerja yang berbeda, tergantung penggunaan kendaraan. Daya motor bakar diperhitungkan atas daya yang dibutuhkan oleh kendaraan, muatan serta perlengkapan. Didalam pengoperasiannya faktor-faktor hambatan dan tahanan perlawanan yang dialami kendaraan tersebut antara lain, yaitu pemilihan berat kendaraan, berat total kendaraan, tahanan gelinding (*rolling resistance*), tahanan angin (*air resistance*), dan tahanan akibat transmisi (*transmission resistance*). Pemilihan putaran mesin harus disesuaikan menurut kebutuhan dengan tidak mengabaikan faktor-faktor yang ditimbulkan. Seperti telah diketahui bahwa

bila putaran naik maka daya akan semakin besar, tapi putaran ini ada batasnya karena jika putaran naik maka efisiensi mekanis akan turun sehingga walaupun daya besar tetapi sebanding pula dengan kenaikan daya gesek yang merupakan kerugian serta mengakibatkan efisiensi mekanis menjadi turun. Jadi pada saat merancang kendaraan, produsen harus mempertimbangkan kendaraan akan digunakan untuk apa. Sebagai contoh, sebuah mobil sport mungkin memerlukan daya yang besar, namun karena ringan maka tidak selalu memerlukan jumlah torsi yang besar. Sebaliknya, kendaraan yang dirancang untuk membawa beban berat, seperti kendaraan untuk angkutan barang atau orang, mungkin memerlukan torsi lebih besar dan daya yang lebih kecil (Saragi & Jhon Supriadi Purba , 2021).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka diperoleh suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Campuran Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) dan Peralite.
2. Bagaimana Menguji Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Campuran Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) dan Peralite.
3. Bagaimana Menampilkan Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Campuran Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) dan Peralite.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup masalah pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

1. Bahan Bakar LDPE Diperoleh Dengan Cara Metode Pirolisis.
2. Variabel Yang Digunakan Motor Bakar Dalam Menganalisis Kinerja Motor Bakar Meliputi : Daya Efektif, Torsi, dan SFC.
3. Campuran pertalite dengan bahan bakar limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) adalah 90 : 10, 80 : 20 dan 70 : 30, dengan putaran mesin dari 3000 sampai 9000 RPM

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Khusus :

1. Untuk Menganalisis Torsi Motor Bakar Menggunakan Campuran Peralite dan LDPE.
2. Untuk Menganalisis Daya Motor Bakar Menggunakan Campuran Peralite dan LDPE.
3. Untuk Menaganalisis Konsumsi Bahan Bakar (SFC) Menggunakan Campuran Peralite dan LDPE.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Membantu mengatasi masalah limbah plastik dengan metode pirolisis untuk mengubah limbah plastic LDPE menjadi bahan bakar alternatif.
2. Mengurangi jumlah limbah plastik yang akhirnya mencemari lingkungan dan mengurangi tekanan pada tempat pembuangan sampah.
3. Menyediakan bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari metode pirolisis limbah plastik, yang dapat meningkatkan efisiensi energi dengan pemakaian yang lebih bersih dan efisien.
4. Memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi baru dengan menerapkan metode pirolisis pada limbah plastik yang dapat menjadi terobosan dalam pengelolaan limbah dan produksi energi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kinerja Motor Bakar

Kinerja motor bakar adalah ukuran seberapa efektif mesin bakar (seperti mesin mobil, sepeda motor, atau mesin industri lainnya) dalam mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan atau perangkat lainnya. Kinerja motor bakar mengacu pada seberapa efektif mesin mengubah energi dari bahan bakar menjadi energi mekanik yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan atau mesin lainnya. Kinerja motor bakar dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk efisiensi pembakaran, daya yang dihasilkan, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang.

Pengembangan teknologi dibidang energi terbarukan khususnya pengembangan bahan bakar tidak dapat dipisahkan dari kinerja motor bakar. Kinerja motor bakar mempunyai peran dalam proses menghasilkan energi yang optimal suatu mesin penggerak. Hasil kinerja motor bakar yang optimal akan sangat mempengaruhi performance dari suatu motor bakar. Karenaperformance motor bakar yang dihasilkan nantinya menentukan kualitas dari bahan bakar, kecepatan dan daya yang dihasilkan (Anwar, Henry Permana, & Irfan Susanto , 2022).

Menurut (Mulyono, Gunawan, & Budha Maryanti, 2014) parameter yang digunakan kinerja motor bakar yaitu :

2.1.1 Daya

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Perbandingan perhitungan daya terhadap berbagai macam motor tergantung pada putaran mesin dan momen putar itu sendiri, semakin cepat putaran mesin, rpm yang dihasilkan akan semakin besar sehingga daya yang dihasilkan juga semakin besar, begitu juga momen putar motornya, semakin banyak jumlah gigi pada roda giginya semakin besar torsi yang terjadi. Dengan demikian jumlah putaran (rpm) dan besarnya momen putar atau torsi mempengaruhi daya motor yang dihasilkan

oleh sebuah motor. Pada motor bakar daya yang berguna adalah daya poros, dikarenakan poros tersebut menggerakkan beban.

Adapun daya mempunyai daya efektif dan daya indicator, daya indicator merupakan daya yang dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder sedangkan daya efektif adalah daya yang benar-benar terukur pada roda dan sumber beban dari mesin. Efisiensi adalah persentase dari daya yang dihasilkan oleh motor yang benar-benar digunakan untuk melakukan pekerjaan yang diinginkan, dan "Daya Keluaran" adalah total daya yang dihasilkan oleh motor.

Penting untuk diingat bahwa efisiensi motor bakar dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti desain motor, kondisi operasional, dan perawatan. Motor bakar yang efisien memiliki efisiensi yang tinggi, yang berarti sebagian besar energi bahan bakar diubah menjadi daya yang bermanfaat.

Daya indikator pada motor bakar adalah istilah yang merujuk pada daya teoritis yang dihasilkan oleh siklus ideal pada mesin bakar. Siklus ideal dalam konteks ini dapat merujuk pada siklus termodinamika ideal yang menggambarkan perubahan termodinamika dalam mesin bakar, seperti siklus Otto (untuk mesin bensin) atau siklus Diesel (untuk mesin diesel). Daya indikator (W_{ind}) pada motor bakar dapat dihitung dengan mengambil selisih energi internal pada awal dan akhir siklus ideal. Dalam siklus ini, proses yang terjadi adalah ideal, tanpa adanya kerugian atau resistensi. Daya indikator hanyalah ukuran teoritis dan ideal dari kinerja motor bakar. Dalam kenyataannya, mesin bakar selalu mengalami kerugian karena faktor-faktor seperti kehilangan panas, gesekan mekanis, dan lainnya. Oleh karena itu, daya yang dihasilkan dalam kondisi nyata (daya efektif) akan selalu lebih rendah dari daya indikator. Dengan demikian besar daya efektif itu adalah :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} (kW) \tag{2.1}$$

Dimana : P = daya (kW)

T = torsi (Nm)

N = (rpm)

Dan rumus untuk daya indikator adalah :

$$Pr. V_L \cdot z \cdot n \cdot a \cdot \frac{1}{60 \cdot 100 \cdot 75} PS \tag{2.2}$$

Dimana : N_i = daya indikator (kgm/det)

P_r = tekanan efektif rata-rata (Kg/cm²)

V_L = volume Langkah torak per siklus (cm³)

z = jumlah silinder

n = putaran poros engkol (rpm)

a = jumlah siklus per putaran

Q_u = panas yang dapat diubah menjadi usaha (kcal)

2.1.2 Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Torsi, dalam konteks fisika dan mesin, merujuk pada momen putar atau gaya rotasi yang diterapkan pada suatu benda terhadap porosnya. Ini merupakan konsep penting dalam mekanika dan terutama dalam dunia otomotif dan mesin, di mana pemahaman tentang torsi sangat krusial.

Torsi diukur dalam satuan Newton-meter (Nm) atau pound-foot (lb-ft) dan sering digambarkan sebagai gaya yang cenderung memutar suatu objek atau poros. Dalam istilah matematis, torsi (T) dapat dihitung sebagai hasil kali antara gaya (F) dan jarak (r) dari poros rotasi. Torsi memiliki peran utama dalam menghasilkan gerakan rotasi pada suatu objek atau poros. Pada mesin, torsi dihasilkan oleh tekanan gas dalam silinder mesin atau oleh pasangan magnet dalam motor listrik. Torsi yang dihasilkan oleh mesin akan diterapkan pada poros engkol, menghasilkan putaran pada roda gigi atau roda kendaraan.

Torsi dapat diukur menggunakan alat khusus yang disebut dynamometer. Dynamometer digunakan untuk mengukur daya dan torsi mesin dengan akurasi tinggi. Hasil pengukuran ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik mesin dan kemampuannya untuk memberikan torsi pada berbagai tingkat putaran mesin. Kurva torsi mesin menggambarkan bagaimana torsi berubah seiring dengan putaran mesin. Mesin dengan karakteristik torsi yang baik dapat memberikan torsi yang relatif konstan pada berbagai tingkat putaran mesin. Ini dapat meningkatkan performa dan respons kendaraan. Torsi dapat diperoleh dari hasil kali antara gaya dengan jarak:

$$T = F \times s \quad (2.3)$$

Dimana : T = torsi (Nm)

F = gaya sentrifugal (N)

s = jarak (m)

2.1.3 SFC (*Specific Fuel Consumption*)

Spesifik Konsumsi Bahan Bakar (Specific Fuel Consumption atau SFC) pada motor bakar adalah parameter yang digunakan untuk mengukur efisiensi penggunaan bahan bakar oleh suatu mesin. Ini merupakan perbandingan antara jumlah bahan bakar yang digunakan oleh mesin dengan daya yang dihasilkannya. SFC dapat diukur dalam berbagai satuan tergantung pada sistem metrik atau imperial yang digunakan. Beberapa satuan umum termasuk g/kW-h, g/HP-h, lb/kW-h, dan lb/HP-h. SFC yang lebih rendah menunjukkan efisiensi yang lebih baik. SFC adalah parameter kunci dalam mengevaluasi efisiensi energi dari suatu mesin bakar. Semakin rendah nilai SFC, semakin efisien mesin dalam mengonversi bahan bakar menjadi daya, yang penting untuk kendaraan bermotor, pembangkit listrik, dan aplikasi lainnya. Berbagai faktor memengaruhi SFC, termasuk desain mesin, efisiensi termal, jenis bahan bakar, dan kondisi operasional.

Mesin dengan desain yang lebih baik dan teknologi yang lebih canggih cenderung memiliki nilai SFC yang lebih rendah. Nilai SFC sering digunakan sebagai indikator efisiensi bahan bakar pada kendaraan bermotor atau mesin lainnya. Pengukuran SFC selama kondisi operasional yang berbeda membantu dalam mengevaluasi kinerja mesin dalam situasi nyata.

Perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik ini digunakan untuk mengetahui jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya dalam waktu tertentu. Jika daya dalam satuan kW dan laju aliran massa bahan bakar dalam satuan kg/jam maka konsumsi bahan bakar spesifik dapat dirumuskan :

$$SFC = \frac{m_y}{p} \text{ (kg/kWh)} \quad (2.4)$$

Dimana : SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWh)

m_y = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

P = daya (kW)

2.1.4 Efisiensi Energi

Menurut (KURNIAWAN, 2019) Efisiensi mesin disebut dengan efisiensi thermal, karena motor bakar selalu berkaitan dengan energi panas. Efisiensi thermal adalah perbandingan energi (kerja) yang digunakan dengan energi yang diberikan, sedangkan prestasi mesin yaitu daya yang keluar (output) dan pemakaian bahan bakar spesifik engkol yang dihasilkan mesin. Prestasi mesin berhubungan erat dengan parameter operasi.

Efisiensi energi motor bakar mengacu pada seberapa baik suatu mesin bakar dapat mengonversi energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanis yang bermanfaat atau daya yang dihasilkan oleh mesin. Efisiensi ini dapat diukur sebagai rasio antara daya yang dihasilkan oleh mesin dan energi kimia bahan bakar yang dikonsumsi. Memahami efisiensi energi pada motor bakar penting dalam konteks keberlanjutan, ekonomi bahan bakar, dan reduksi emisi. Efisiensi energi dapat dibagi menjadi beberapa komponen, seperti efisiensi termal, mekanik, atau total.

Efisiensi termal mengukur seberapa baik mesin dapat mengonversi energi panas dari pembakaran menjadi daya mekanis. Efisiensi mekanik mencakup seberapa baik daya mekanis tersebut ditransmisikan dan digunakan untuk melakukan pekerjaan. Efisiensi energi motor bakar dapat diukur dengan menggunakan alat pengukur yang disebut dynamometer untuk mengukur daya keluaran mesin dan mengukur konsumsi bahan bakar.

Data ini kemudian digunakan untuk menghitung efisiensi sesuai formula. Faktor-faktor seperti desain mesin, teknologi pembakaran, dan kondisi operasional dapat memengaruhi efisiensi energi motor bakar. Mesin yang dirancang dengan teknologi canggih dan efisiensi termal yang tinggi cenderung memiliki efisiensi energi yang lebih baik. Efisiensi energi yang tinggi menghasilkan penggunaan bahan bakar yang lebih efisien, mengurangi biaya operasional, dan mengurangi emisi gas buang yang merugikan lingkungan. Dalam konteks kendaraan bermotor, efisiensi energi yang tinggi juga dapat berarti jarak tempuh yang lebih jauh dengan jumlah bahan bakar yang sama. Efisiensi energi motor bakar menjadi aspek penting dalam upaya global untuk mencapai keberlanjutan dan mengurangi dampak lingkungan. Rumus efisiensi energi yaitu :

$$n = \frac{P_{output}}{P} \times 100 \quad (2.5)$$

Dimana : n = efisiensi daya (%)

P_{output} = daya keluaran motor (Watt)

P = daya masukan motor (Watt)

2.1.5 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang kendaraan adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin kendaraan yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin, sedangkan proses pembakaran adalah reaksi kimia antara oksigen di dalam udara dengan senyawa hidrokarbon di dalam bahan bakar untuk menghasilkan tenaga. Dalam reaksi yang sempurna, maka sisa pembakaran adalah berupa gas buang yang mengandung karbondioksida (Syaief, Marlia Adriana, & Akhmad Hidayat , 2019).

Efisiensi energi motor bakar adalah ukuran seberapa efisien suatu mesin bakar dapat mengonversi energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanis yang berguna atau daya yang dihasilkan oleh mesin. Efisiensi ini memberikan gambaran tentang sejauh mana mesin dapat memanfaatkan energi yang terkandung dalam bahan bakar untuk melakukan pekerjaan yang diinginkan. Penjelasan ini akan mencakup aspek-aspek kunci terkait efisiensi energi motor bakar.

Efisiensi energi terdiri dari beberapa komponen. Efisiensi termal mengukur seberapa baik mesin mengubah energi panas dari pembakaran menjadi daya mekanis. Efisiensi mekanik mempertimbangkan seberapa baik daya mekanis tersebut ditransmisikan dan digunakan untuk melakukan pekerjaan. Efisiensi energi yang tinggi memiliki dampak positif secara ekonomi dan lingkungan. Penggunaan bahan bakar yang lebih efisien mengurangi biaya operasional, menurunkan konsumsi bahan bakar, dan mengurangi emisi gas buang yang merugikan lingkungan. Efisiensi energi motor bakar dapat diukur dengan menggunakan alat pengukur seperti dynamometer untuk mengukur daya keluaran mesin dan mengukur konsumsi bahan bakar. Efisiensi energi motor bakar menjadi faktor kritis dalam menjawab tantangan energi dan lingkungan saat ini. Peningkatan efisiensi menjadi kunci untuk mencapai keberlanjutan dan mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan bahan bakar fosil.

2.1.6 Putaran Mesin (RPM)

RPM adalah indikator penting dalam kinerja sebuah kendaraan. RPM (*Revolution Per Minute*) adalah angka-angka yang menunjukkan putaran poros engkol atau *crankshaft* mesin yang akan dihitung dalam hitungan satu menit. Indikator penting dalam sebuah mesin ini biasanya berbentuk petunjuk lingkaran atau busur lingkaran yang terdapat angka-angka sekaligus jarum petunjuknya.

Meter yang ada di dalam RPM disebut dengan *tachometer*. Bentuknya pun berbeda-beda, ada yang manual dengan busur lingkaran atau berbentuk digital, tergantung jenis kendaraan yang di miliki, Angka meter ini menunjukan angka 0 hingga 10 yang masing-masing menunjukkan angka ribuan. Ketika jarum ada di angka 3, artinya putaran poros engkol atau *crankshaft* mesin adalah 3.000 RPM, Toppers.

Angka ini menjadi penentu kinerja mesin kendaraan untuk menunjukkan kerja putaran mesin kendaraan yang berputar setiap menitnya. Penting untuk para pengendara untuk mengetahui kinerja mesin melalui RPM, hal ini juga yang menentukan konsumsi bahan bakar dalam kendaraan. Semakin keras kinerja mesin setiap menitnya, maka akan semakin banyak bahan bakar yang digunakan oleh mesin untuk melakukan putaran. Seperti yang sudah kita ketahui, RPM adalah penunjuk kecepatan kendaraan yang dikeluarkan dalam satu menit. Busur dalam lingkaran ini akan bergerak seiring bertambahnya kecepatan mobil dari angka 0 hingga 10.

Pada mobil, RPM juga berfungsi sebagai pengingat untuk melakukan ganti gigi. Masing-masing gigi digunakan untuk kecepatan yang terbatas, sehingga daya putar atau *torque* yang diperlukan untuk memutar masing-masing gigi memiliki kecepatan yang berbeda. Perbedaan juga terdapat pada mobil dengan transmisi manual dan juga otomatis. Pada mobil transmisi manual, penggunaan gigi diatur secara manual oleh pengendara dengan mengatur tongkat persneling. Sedangkan, pada mobil dengan transmisi otomatis, sistem akan mengatur sendiri gigi persneling yang tepat untuk digunakan dalam kecepatan tertentu.

Tabel 2.1 Parameter engine

	Model airplane Two-stroke cycle	Automobile Four-stroke cycle	Large Stationary Two-stroke cycle
BORE (cm)	2.00	9.42	50.0
STROKE (cm)	2.04	9.89	161
DISPLACEMENT/cyl(L)	0.0066	0.69	316
SPEED (RPM)	13.000	5200	125
POWER/cyl(kW)	0,72	35	311
AVERAGE PISTON SPEED (m/sec)	8.84	17.1	6.71
POWER/DISPLACEMENT (kW/L)	109	50.7	0.98
Bmep (kPa)	503	1170	472

2.2 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu materi yang apabila dipanaskan pada suhu tertentu disertai oksidasi dengan oksigen (O₂) akan terjadi proses pembakaran. Bahan bakar juga merupakan substansi atau material yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi melalui pembakaran atau reaksi kimia. Penggunaan bahan

bakar biasanya terjadi dalam berbagai konteks, seperti transportasi, industri, pembangkit listrik, dan rumah tangga. Bahan bakar dapat berbentuk cair, gas, atau padat, dan mereka melepaskan energi saat mengalami reaksi kimia atau pembakaran (Prasutiyon, Semin, & Pinto, 2021).

Bahan Bakar merupakan segala material dengan suatu jenis energi yang dapat diubah menjadi energi yang lainnya. Dalam kehidupan sehari-hari, banyak terjadi perubahan energi dari jenis energi yang satu menjadi jenis energi yang lain. Ketika kita sedang membakar kertas, udara di sekitarnya akan terasa panas. Panas yang dihasilkan dari pembakaran itu merupakan energi yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain-lain (Laksana, 2020).



Gambar 2.1 bahan bakar

Pada dasarnya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan oleh manusia untuk proses pembakaran. Bahan bakar bensin yang memiliki Bahasa lain *gasoline* adalah bahan bakar yang biasa digunakan untuk motot bakar bensin atau *spark ignition engine* (Susilo, 2023).

2.2.1 Jenis-Jenis Bahan Bakar

Menurut Puja Lakasana Bahan bakar ada bermacam-macam. Secara garis besar, bahan bakar dibedakan dalam tiga jenis, yaitu bahan bakar cair dan gas, bahan bakar padat, dan bahan bakar nuklir. Bahan bakar cair dan gas. Bahan bakar cair dengan gas ada beberapa jenis. Contoh bahan bakar cair, yaitu bensin dan solar. Sementara bahan bakar gas dapat diperoleh dari gas alam dan pengolahan minyak bumi (LNG), LPG, dan CNG. Bahan bakar padat Bahan bakar padat adalah bahan bakar yang berwujud padat. Contoh bahan bakar padat, yaitu batu bara dan kayu. Bahan bakar nuklir Bahan bakar nuklir diperoleh dari mineral yang bernama uranium. Dalam pembangkit listrik tenaga nuklir, uranium dipakai sebagai bahan bakar untuk menghasilkan panas yang sangat tinggi. Uranium bersifat radioaktif, yaitu melepaskan sinar yang tidak terlihat dan dapat merusak organ tubuh bahkan dapat mematikan.

2.2.2 Pertalite

Bahan bakar Pertalite adalah bahan bakar yang memiliki angka oktan 90 bahan bakar Pertalite ini juga berwarna hijau terang dan lebih jernih, Pertalite juga sangat baik digunakan untuk kendaraan dengan mesin yang saat ini sudah beredar luas di seluruh indonesia. Dengan adanya tambahan additive bahan bakar Pertalite

mampu menempuh jarak yang lebih jauh serta mampu juga menjaga kualitas dan harga Peralite juga sangat terjangkau di kalangan masyarakat, Peralite juga membuat pembakaran pada mesin kendaraan lebih baik dibandingkan dengan premium. Bahan bakar Peralite adalah bahan bakar minyak terbaru dari Pertamina dengan RON 90 Selain itu dengan RON 90 diharapkan peralite dapat membuat pembakaran pada mesin kendaraan lebih baik dibandingkan dengan premium dengan RON 88. Bahan bakar peralite diluncurkan oleh Pertamina untuk memenuhi syarat Keputusan Dirjen Migas No.0486.K/10/DJM.S/2017 tanggal 23 November 2017 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak jenis Bensin 90 yang dipasarkan dalam negeri (Nuryanti, Dian Kurnia Sari, & Inta Marlen Puspita Sari, 2023).



Gambar 2.2 Bahan Bakar Peralite

2.3 Limbah Plastik LDPE

Plastik jenis LDPE merupakan plastic tipe cokelat yang dibuat dari minyak bumi. Sifat mekanis jenis plastic LDPE adalah kuat, agak tembus, mempunyai sifat fleksibilitas yang tinggi, dan permukaan agak berlemak. Pada suhu 60°C sangat resisten terhadap senyawa kimia. Selain itu, plastik jenis ini mudah proses, mudah larut dalam campuran, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, serta memiliki jenis $0,91-0,94\text{ gr/cm}^3$. LDPE termasuk jenis polietilen dengan kerapatan rendah yang di produksi melalui polimerisasi radikal bebas pada suhu tinggi (200°C) dan tekanan yang tinggi, serta mempunyai titik leleh 115°C (Sunarya, 2011). Adapun yang termasuk plastik jenis LDPE, yaitu botol plastik, mainan, bahan cetakan, ember, drum, isolas kawat dan kabel, kantong plastic, dll (Suryamiharja, 2022).

Polietilena (PE) adalah salah satu bahan plastik yang paling inert dengan berat molekul tinggi yang terdiri dari struktur kompleks tiga dimensi dan bersifat hidrofobik. Plastik PE dapat diklasifikasikan menjadi LLDPE (linear low-density

polyethylene), LDPE (low-density polyethylene), dan HDPE (high-density polyethylene). HDPE mempunyai struktur rantai lurus, LLDPE memiliki rantai polimer yang lurus dengan rantai-rantai cabang yang pendek, sedangkan LDPE memiliki struktur rantai bercabang yang tinggi dengan cabang-cabang yang panjang dan pendek. Plastik LDPE merupakan termoplastik yang memiliki banyak cabang pada rantai molekul utama

Berbagai jenis sampah yang berasal dari kegiatan masyarakat diantaranya adalah sampah plastik. Sampah plastik ini dapat mencapai jumlah 34% dari jumlah hasil buangan masyarakat setiap hari. Plastik adalah jenis sampah yang sulit terurai walaupun jangka waktu yang lama. Disisi lain plastik dapat didaur ulang menjadi bahan-bahan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia baik sebagai bahan penunjang maupun sebagai bahan bangunan. Industri-industri daur ulang sampah plastik yang dilakukan secara rumahan telah banyak, Dimana sampah plastik ini dijadikan bahan utama yang akan di daur ulang menjadi produk baru. Jenis plastik yang mudah didaur ulang yaitu HDPE (*High-density polyethylene*) seperti tutup botol plastik, LDPE (*low-density polyethylene*) seperti kantong kresek (MR, et al., 2022).

Limbah plastik LDPE diproses menggunakan teknik pirolisis untuk menghasilkan minyak pirolisis. Penentuan persentase volume campuran antara pertalite dengan minyak pirolisis LDPE dalam penelitian ini secara berturut-turut adalah 80 : 20 dan 60 : 40, dengan putaran mesin dari 3000 sampai 9000 RPM. Dari analisa hasil pengujian Torsi yang dilakukan pada kendaraan Honda Supra X 125R, menghasilkan torsi dari kecil kemudian naik dan mengalami penurunan setelah mencapai putaran tinggi.

Torsi terendah yang dihasilkan pada variasi 0% sebesar 4,92 N.m pada putaran mesin 9000 rpm sedangkan torsi tertinggi sebesar 9,56 N.m pada putaran mesin 3000 rpm, pada variasi 20% torsi terendah sebesar 5,25 N.m pada putaran mesin 9000 rpm sedangkan torsi tertinggi yaitu sebesar 10,2 N.m pada putaran mesin 3000 rpm dan pada variasi 40% torsi terendah dihasilkan sebesar 5.30 N.m sedangkan torsi tertinggi yaitu pada 9.66 N.m pada putaran mesin 5000 rpm. Daya terendah yang dihasilkan pada variasi 0% didaptkam sebesar 5,5 Hp torsi tertinggi yang dihasilkan 8,04 Hp pada putaran mesin 7000 rpm sedangkan pada variasi 20% didapatkan daya terendah sebesar 4,88 Hp pada putaran mesin 3000 rpm daya

tertinggi sebesar 8,28 Hp pada putaran mesin 7000 dan pada variasi 40% daya terendah dihasilkan pada putaran mesin 3000 sebesar 4,66 Hp pada daya tertinggi didapatkan pada rpm 7000 dengan hasil sebesar 8,4 Hp. Dapat dilihat bahwa adanya perbedaan hasil pengujian daya pada setiap variasi campuran bahan bakar, pada hasil pengujian daya efektif meningkat kemudian menurun setelah daya maksimal dicapai seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Daya yang dihasilkan oleh suatu kendaraan akan dipengaruhi oleh torsi dan rpm pada kendaraan itu sendiri. Jika torsi naik maka daya dari kendaraan tersebut akan ikut naik juga, tetapi setelah mencapai torsi maksimal kemudian akan torsi akan menurun begitu pula pada daya akan menurun juga (Putra, K Rihendra Dantes, & I G Wiratmaja , 2022).



Gambar 2.3 Logo plastik LDPE

Selain itu plastik juga mempunyai nilai kalor cukup tinggi, setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar. Teknologi untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak yaitu dengan proses cracking (perekahan). Beberapa penelitian seputar konversi sampah plastik menjadi produk cair berkualitas bahan bakar telah dilakukan dan menunjukkan hasil yang cukup prospektif untuk dikembangkan. Pengujian nilai kalor dari bahan bakar minyak hasil pirolisis dari sampah plastik jenis LDPE yaitu bahan bakar minyak hasil pirolisis dengan bahan LDPE mendekati nilai kalor dari minyak diesel karena hasil pengujian nilai kalor LDPE adalah 44.0533 kg/L dan nilai kalor untuk minyak diesel yaitu 44.8 kg/L. (Iswadi, Fatmi Nurisa, & Erlina Liastuti, 2017).

2.3.1 Jenis-Jenis LDPE

Sifat mekanis jenis LDPE ini adalah kuat, tembus pandang, fleksibel dan permukaan agak berlemak, pada suhu 60 derajat sangat resistan terhadap reaksi kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, dapat didaur ulang serta baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tapi kuat. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang dikemas dengan bahan ini. LDPE, dapat didaur ulang dengan banyak cara, misalnya dilarutkan ke dalam kaleng, keranjang kompos dan landscaping tiles. Pada jenis polietilen densitas rendah ini terdapat sedikit cabang pada rantai antara molekulnya yang menyebabkan plastik ini memiliki densitas yang rendah (Trisunaryanti, 2017).

2.3.2 Karakteristik Plastik LDPE

Ada beberapa karakteristik plastik LDPE antara lain sebagai berikut:

1. Tahan Terhadap senyawa kimia

LDPE memiliki ketahanan terhadap berbagai jenis senyawa kimia, termasuk cairan asam konsentrat atau terlarut, alkohol, basa, aldehida, keton, minyak sayur, dan ester. Namun, senyawa seperti hidrokarbon aromatik, minyak mineral, dan agen oksidasi hanya dapat disimpan dalam wadah LDPE untuk jangka waktu yang singkat.



Gambar 2.4 Plastik LDPE

2. Bahan Lentur dan Sangat Tangguh

Struktur molekul LDPE sedikit lebih kompleks dibandingkan dengan plastik yang lebih keras seperti HDPE, namun masih tergolong jarang. Sifat ini menjadikan LDPE cukup fleksibel, tetapi tetap kuat. Kombinasi kedua karakteristik ini membuat LDPE menjadi pilihan yang tepat untuk berbagai keperluan, mulai dari wadah, pembungkus, hingga bahan untuk proses produksi.

3. Mudah Diproses

Bahan termoplastik ini sangat mudah diolah menggunakan teknik seperti injeksi LDPE. Kelebihan ini menjadikan LDPE sebagai salah satu bahan manufaktur yang paling diminati di seluruh dunia, digunakan dalam berbagai sektor industri seperti makanan, peralatan laboratorium, peralatan rumah tangga, mainan, dan juga sebagai bagian dari struktur konstruksi.

4. Tembus Pandang

Plastik LDPE memiliki kecenderungan menjadi transparan, berbeda dengan HDPE yang lebih buram. Sifat ini mempermudah identifikasi bahan yang terdapat di dalamnya.

5. Aman Untuk Kemasan Dengan Segel Panas

Bagaimana pabrik menghasilkan kemasan atau bungkus plastik yang tampak rapi, mereka menerapkan teknik segel panas. Dalam proses ini, bahan plastik disegel dengan memanaskan permukaannya hingga meleleh, sehingga terjadi pelekatannya. LDPE menjadi pilihan bahan yang sangat cocok untuk proses pengemasan dengan metode segel panas.

2.3.3 Macam-Macam Kegunaan Plastik LDPE

Adapun beberapa kegunaannya yaitu :

1. Berbagai Macam Wadah Kemasan

LDPE hadir dalam kemasan, seperti bungkus makanan kering, kemasan makanan ringan, botol minuman serta saus, dan sebagainya.

2. Pembungkus Plastik

LDPE dapat ditemukan dalam berbagai bentuk kemasan plastik fleksibel, mulai dari tas belanja yang umum digunakan, pembungkus makanan (saran wrap), hingga tas plastik serbaguna seperti Ziploc.



Gambar 2.5 Contoh LDPE

4. Komponen Plastik

LDPE menjadi bagian dari komponen plastik pada berbagai produk. Misalnya, kemasan karton produk cair seperti jus dan susu menggunakan lapisan LDPE sebagai penyekat di bagian dalam untuk mencegah kebocoran. Cincin plastik untuk “mengikat” kaleng minuman juga biasanya terbuat dari plastik ini.

5. Peralatan Laboratorium

Kemampuan LDPE menahan reaksi kimia membuatnya populer sebagai wadah bahan kimia. Anda bisa menemukannya dalam bentuk jeriken, drum, ember, dan botol berbagai ukuran.

2.4 Metode Pirolisis

Pirolisis secara umum didefinisikan sebagai pembakaran atau pemanasan terkontrol sebuah bahan tanpa adanya oksigen. Dalam pirolisis plastik, struktur makromolekul polimer hancur menjadi molekul kecil atau oligomer dan terkadang menjadi unit monomer. Parameter utama yang dapat mempengaruhi pirolisis adalah kadar air, ukuran partikel, laju pemanasan, temperatur, bahan, komposisi bahan uji, laju nitrogen, waktu tinggal padatan, waktu tinggal volatil, dan tipe pirolisis. Proses pirolisis merupakan salah satu alternatif pengolahan yang dapat mengurangi berat

dan volume yang dipandang cukup prospektif untuk dikembangkan (Dewi, Sumiyati Tuhuteru, Andi Aladin, & Setyawati Yani, 2022).

Pirolisis adalah proses penguraian bahan pada suhu tinggi dan terjadi ketika tidak ada atau terbatasnya udara. Pirolisis atau pirolisis proses dekomposisi kimia dengan pemanasan tanpa adanya oksigen. Proses pirolisis menghasilkan produk berupa karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan beberapa gas tingkat rendah. Hasil jenis produk yaitu padat (charcoal/arang), gas (bahan bakar gas), dan cair (bio-oil) (Gunawan, Banu Nursanni, & Hanapi Hasan, 2022).

Metode pirolisis merupakan cara yang digunakan untuk memperoleh asap cair. Pirolisis adalah sebuah proses dekomposisi material oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada suhu tinggi dan tanpa kehadiran O_2 . Umpan pada proses pirolisis dapat berupa material bahan alam tumbuhan atau dikenal sebagai biomassa, atau berupa polimer. Dengan proses pirolisis, biomassa dan polimer akan mengalami pemutusan ikatan membentuk molekul-molekul dengan ukuran dan struktur yang lebih ringkas. Pirolisis biomassa secara umum merupakan dekomposisi bahan organik menghasilkan bahan padat berupa arang aktif, gas dan uap serta aerosol. Gas yang dapat dikondensasikan sebagai bahan cair dan stabil pada temperatur kamar merupakan senyawa hidrokarbon yang dikenal sebagai biofuel atau Bio-oil (Febriyanti, Naela Fadila, Ari Susandy Jaya, Yazid Bindar, & Anton Irawan, 2019).

Metode pirolisis adalah metode yang dianggap paling menjanjikan. Pirolisis merupakan proses *thermal cracking* yaitu dari proses perekahan atau pemecahan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses *thermal* (pemanasan pembakaran) dengan tanpa maupun sedikit oksigen. Pirolisis merupakan proses *endothermic* artinya proses pirolisis hanya bisa terjadi ketika dalam diberikan energi panas. Pirolisis sampah plastik bermanfaat untuk menyediakan bahan bakar dengan nilai energi yang cukup tinggi. Pirolisis yang berlangsung pada suhu tinggi dan pengaruh penggunaan katalis terhadap kualitas produk, untuk mengetahui dan membandingkan kemampuan minyak hasil pirolisis plastik dengan minyak tanah dan solar dalam hal massa jenis, lama pembakaran, temperatur air pada proses pemanasan (Mustam, Nurfika Ramdani, & Irfan Syahputra, 2021).

Proses pengolahan limbah plastik menjadi produk yang bernilai ekonomi melalui beberapa tahapan proses utama. Tahapan proses penting dalam konversi limbah plastik adalah proses pirolisis. Pirolisis merupakan teknik pembakaran sampah sekaligus penyulingan bahan tanpa O₂ dengan suhu tinggi (800 oC hingga 1000 oC), dan gas yang dihasilkan berguna dan aman bagi lingkungan, karena produk akhir yang dihasilkan berupa CO₂ dan H₂O. Selain gas, senyawa hidrokarbon cair mulai dari C₁ hingga C₄, dan senyawa rantai panjang seperti parafin dan olefin. Hasil produk akhir dan property tergantung pada komposisi sampah plastik (Naimah, Chicha Nuraeni, Irma Rumondang, Bumiarto Nugroho Jati, & Rahyani Ermawati, 2018).

2.4.1 Manfaat Metode Pirolisis

Adapun manfaat yang diperoleh dari adanya proses pirolisis adalah dapat mengurangi volume limbah plastik di lingkungan, menghasilkan fraksi cair, padat dan gas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar dan bahan kimia (*chemical feed stock*), sehingga mengurangi masalah lingkungan.

Keuntungan dari metode pirolisis untuk pembakaran limbah plastik yaitu konsumsi energi yang rendah, dapat mengatasi limbah plastik yang tidak dapat didaur ulang, beroperasi tanpa membutuhkan udara atau campuran hydrogen dan tidak memerlukan tekanan tinggi. HCl yang terbentuk sebagai sebuah produk dapat diperoleh kembali sebagai bahan baku, reduksi energi yang digunakan sampai 20 kali, polutan-polutan dan pengotor menjadi terkonsentrasi sebagai residu padatan. Proses pirolisis dapat dilakukan dengan dan tanpa katalis. Keuntungan pada pirolisis dengan katalis yaitu katalis menurunkan fraksi cair dan meningkatkan fraksi gas. Katalis yang pada proses pirolisis berfungsi untuk menurunkan temperatur reaksi, mempercepat reaksi, serta menghasilkan produk dengan atom yang lebih spesifik dan hidrokarbon yang ringan (Sharma Thaha, 2021).

BAB 3

METODE 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 *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan bensin.

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 Penelitian

3.2.1 Adapun bahan yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir analisis kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar campuran limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan bensin adalah sebagai berikut:

1) Peralite

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



Gambar 3.1 Peralite

2) Minyak LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Minyak hasil pirolisis plastik LDPE ini menjadi bahan bakar minyak alternatif menggunakan metode pirolisis, dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Minyak Hasil Pirolisis Plastik LDPE

3.2.2 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir analisis kinerja motor bakar menggunakan bahan bakar campuran limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan bensin. 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

Menurut Sjms Honda Banyuwangi 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

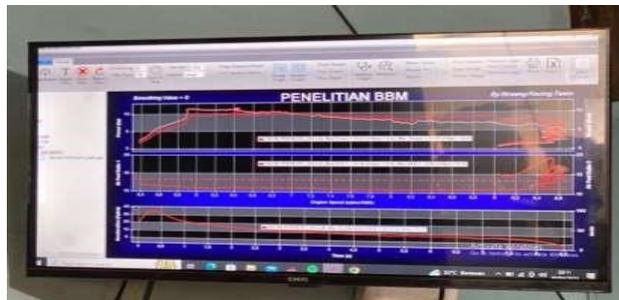
Dynotest/Dynamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur daya dan torsi pada sepeda motor dengan spesifikasi *Kowa Seiki Japan*. *Dynotest* dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



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

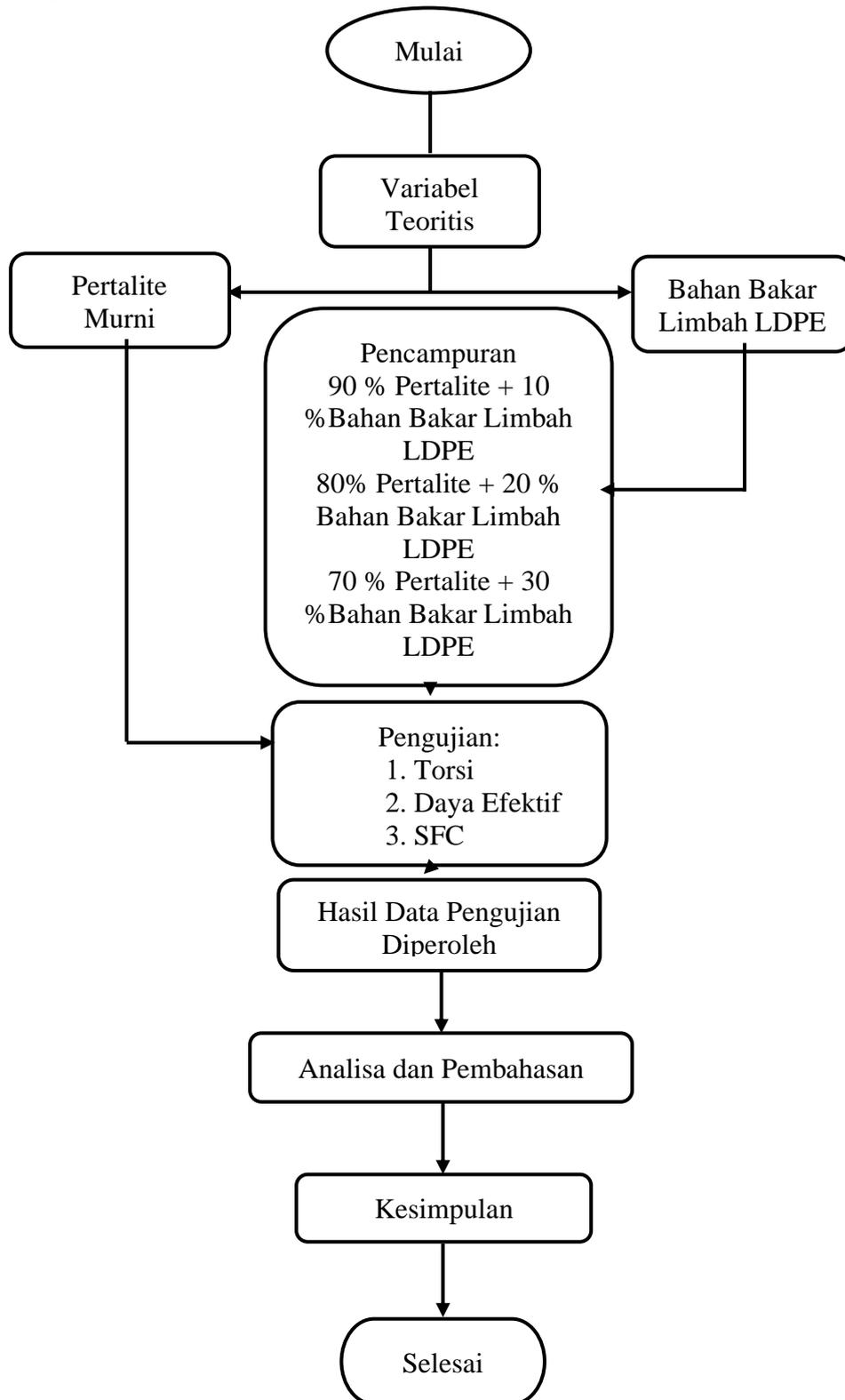
9) Gelas Ukur

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



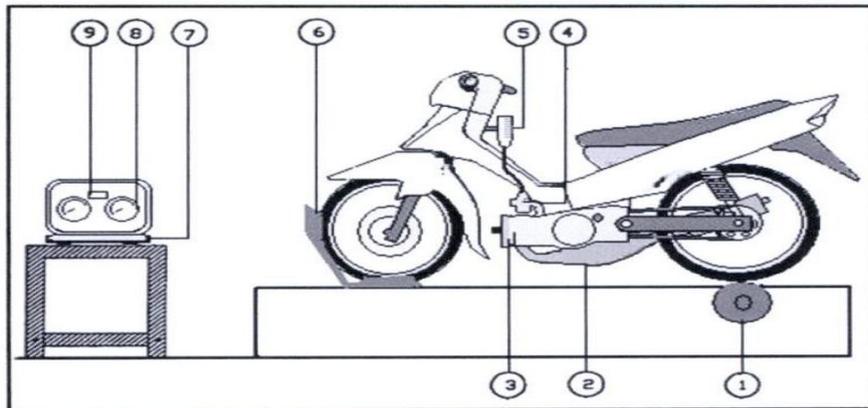
Gambar 3.11 Gelas Ukur

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 Ini dilakukan dengan cara mencampurkan 90 ml Pertalite dengan 10 ml LDPE menggunakan gelas ukur.
- 3) Bahan bakar campuran pertalite dengan limbah plastik Ini dilakukan dengan cara mencampurkan 80 ml Pertalite dengan 20 ml LDPE menggunakan gelas ukur.
- 4) Bahan bakar campuran pertalite dengan limbah plastik Ini dilakukan dengan cara mencampurkan 70 ml Pertalite dengan 30 ml LDPE 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 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 icon 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.
- 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 LDPE (*Low Density Polyethylene*) Dengan pertalite adalah 100% Pertalite murni, Pertalite 90% : LDPE 10%, Pertalite 80% : LDPE 20%, Pertalite 70% : LDPE 30% dengan Volume campuran 10 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

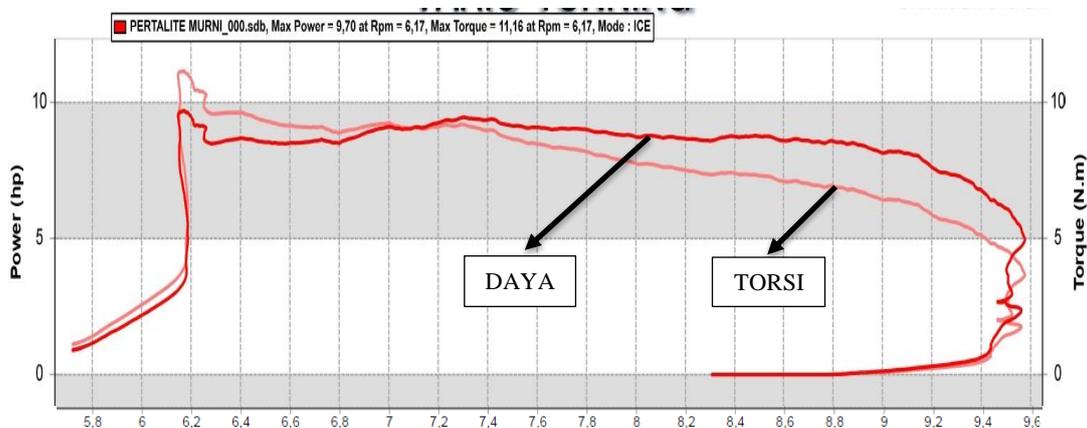
4.1 Hasil penelitian

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 LDPE (*Low Density Polythylene*) terhadap sepeda motor Honda Vario 150 cc.

4.1.1 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PL₀

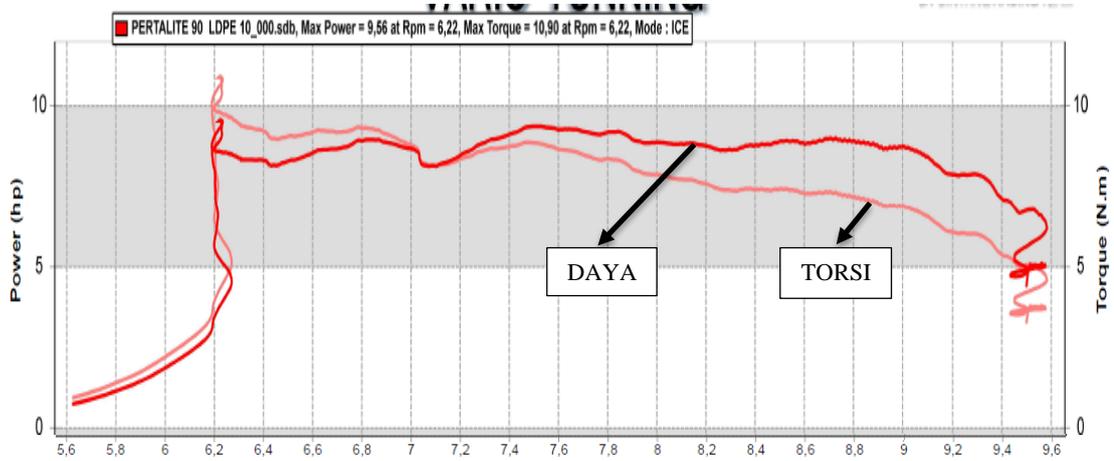
Dari hasil pengujian pada variasi bahan bakar PH₀ daya maksimal terjadi pada putaran mesin 6.170 rpm yaitu sebesar 9,70 hp atau 7.2332 kW. Sementara torsi maksimal pada angka 11,16 N.m. Dapat dilihat pada gambar grafik monitor dynotest 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PL₀

4.1.2 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PL10

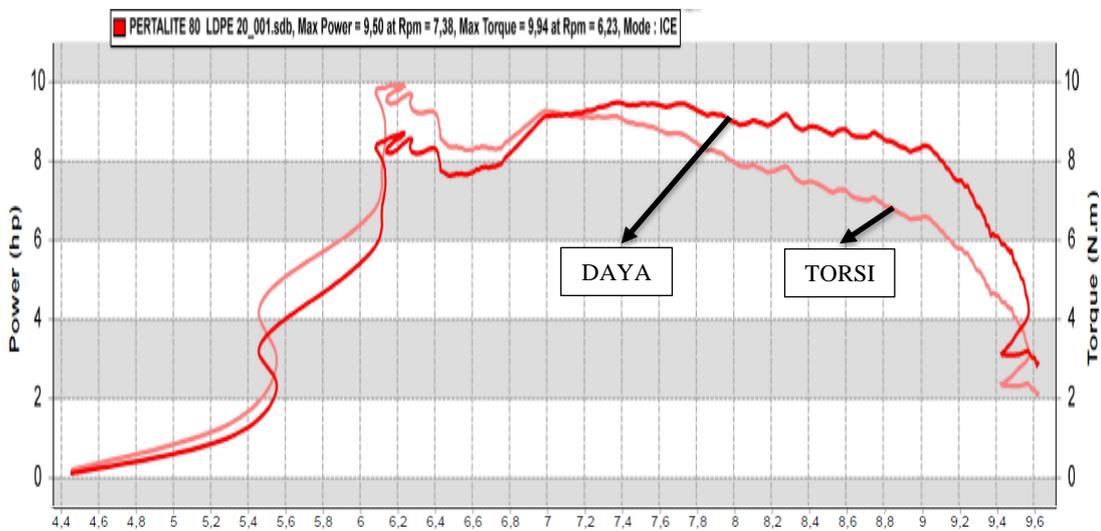
Dari hasil pengujian pada variasi bahan bakar variasi campuran pertalite 90% + LDPE (*Low Density Polythylene*) 10% PH₁₀ daya maksimal terjadi pada putaran mesin 6.220 rpm yaitu sebesar 9,56 hp atau 7.1288 kW. Sementara torsi maksimal pada angka 10,90 N.m. Dapat dilihat pada gambar grafik monitor *dynotest* 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap putaran variasi PL₁₀

4.1.3 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PL20

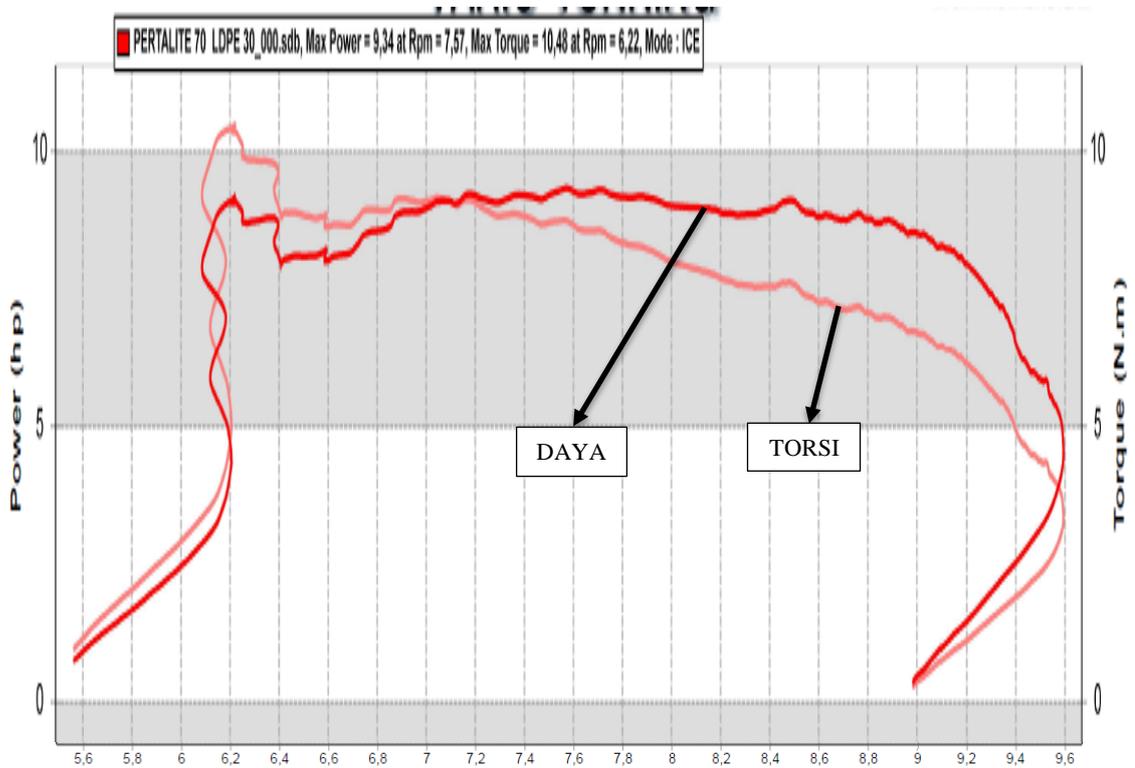
Torsi dan Daya didapatkan dari hasil pengujian bahan bakar variasi campuran pertalite 80% + LDPE (*Low Density Polythylene*) 20% menunjukkan daya paling tinggi pada 7.380 rpm yaitu 9,50 hp atau 7.0841 kW. Sementara itu torsi paling tinggi berada pada angka 9,94 N.m. Dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PL₂₀

4.1.4 Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Pengujian PL30

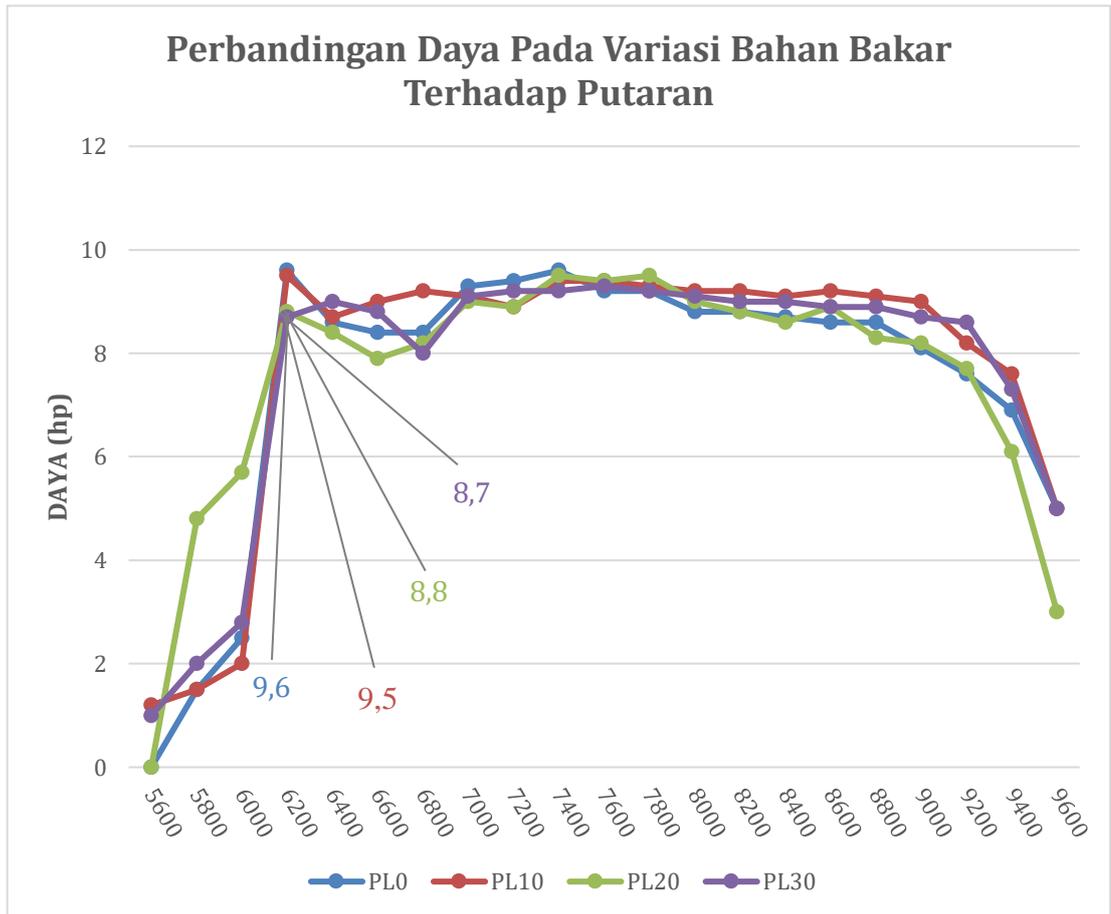
Daya dan torsi didapatkan dari hasil pengujian bahan bakar variasi campuran pertalite 70% + LDPE (*Low Density Polythylene*) 30% menunjukkan daya paling tinggi pada 7570 rpm yaitu 9,34 hp atau 6.9648 kW. Sementara itu torsi paling tinggi berada pada angka 10,48 N.m. Dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini :



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Daya dan Torsi terhadap Putaran Variasi PL₃₀

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.

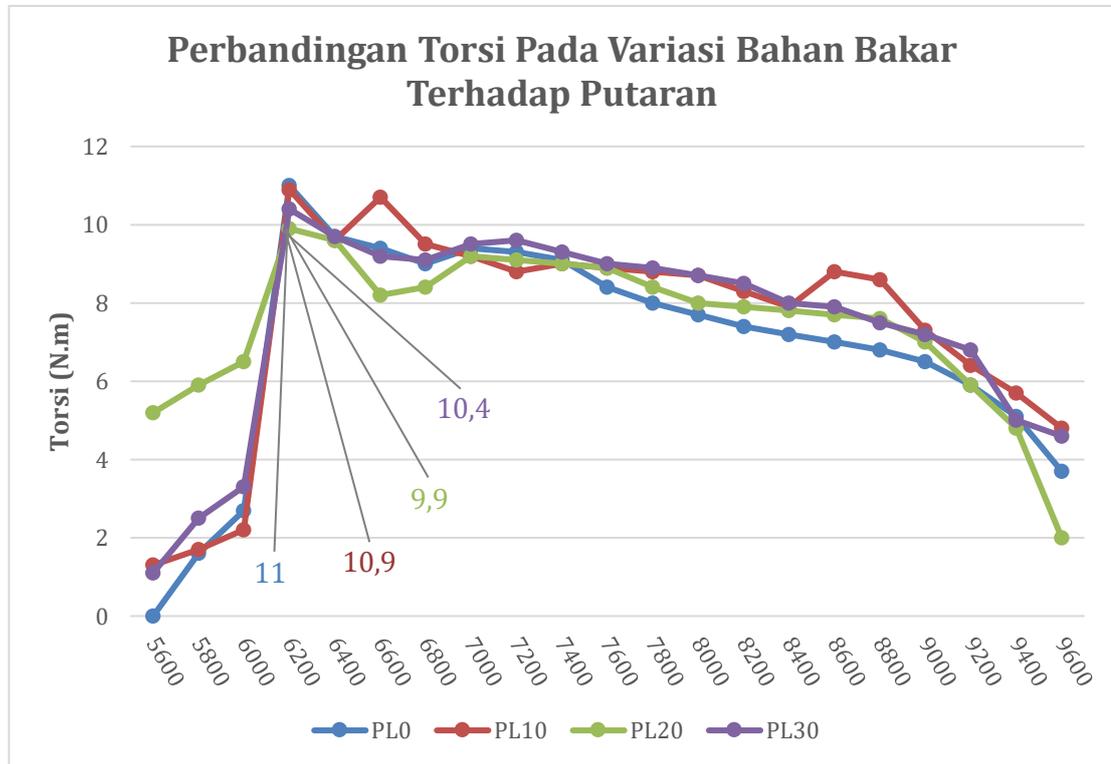


Gambar 4.5 Perbandingan Daya pada 4 Variasi Bahan Bakar terhadap Putaran

Berdasarkan grafik gambar 4.5 diatas, perbandingan daya pada 4 variasi bahan bakar terhadap putaran diatas dapat dilihat pada putaran 6200 rpm, daya yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar PL₃₀ paling rendah dibandingkan dengan daya yang dihasilkan dari variasi bahan bakar lainnya yaitu 8,7 hp. Sementara itu daya yang dihasilkan dari campuran PL₀ paling tinggi dibandingkan dengan daya yang dihasilkan variasi bahan bakar lainnya yaitu 9,6 hp.

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

Torsi yang didapatkan dari hasil pengujian. Dipaparkan grafik perbandingan hasil dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Torsi pada 4 Variasi Bahan Bakar terhadap Putaran

Berdasarkan grafik gambar 4.6 diatas, perbandingan torsi pada 4 variasi bahan bakar terhadap putaran diatas dapat dilihat pada putaran 6200 rpm, torsi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar PL₂₀ paling rendah dibandingkan dengan torsi yang dihasilkan dari variasi bahan bakar lainnya yaitu 9,9 N.m. Sementara itu torsi yang dihasilkan dari campuran PL₀ paling tinggi dibandingkan dengan torsi yang dihasilkan variasi bahan bakar lainnya yaitu 11 N.m.

Torsi tertinggi pada putaran rendah 6200 rpm dan 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 penurunan (M, Muhammad Kevin Febrian, & Muhammad Refan, 2024).

Pengujian performa mesin dengan bahan bakar LDPE torsi mengalami penurunan dari bahan bakar pertalite. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan angka oktan yang lebih kecil sehingga pembakaran yang terjadi tidak maksimal (Saputra & Sunaryo, Studi Komparasi Performa Mesin SI Berbahan Bakar Pertalite dan Plastic Pyrolysis Oil (PPO), 2021).

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 waktu 160 detik pada bahan bakar pertalite, 180 detik pada bahan bakar campuran LDPE 10%, 210 detik pada bahan bakar campuran LDPE 20%, 230 detik pada campuran bahan bakar LDPE 30%.

Keterangan :

$$\text{Densitas LDPE} \quad : 803 \text{ kg/m}^3 = 0,803 \text{ gr/cm}^3$$

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

$$\begin{aligned} \rho \text{ campuran dengan LDPE 10\%} & : 7733 \text{ kg/m}^3 \\ & = 0,7733 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ campuran dengan LDPE 20\%} & : 7666 \text{ kg/m}^3 \\ & = 0,7666 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ campuran dengan LDPE 30\%} & : 7799 \text{ kg/m}^3 \\ & = 0,7799 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

a. Dengan bahan bakar pertalite

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 5800-9600 rpm

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

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

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

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

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

Maka,

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

$$= 0,625 \times 0,77$$

$$= 0,481 \frac{gr}{s}$$

Sehingga,

$$Sfc = \frac{\dot{m}}{P}$$

$$= \frac{0,481 \text{ gr/s}}{5,848 \text{ kW}}$$

$$= 0,0822 \frac{gr}{kW} \cdot s$$

b. Dengan bahan bakar campuran LDPE 10%

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 5600-9600 rpm

Dimana,	t	= 180 s
	V bahan bakar	= 100 ml
	ρ bahan bakar	= 0,7733 gr/cm ³
	P rata-rata	= 7,48 hp x 0,746 = 5,848kW

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = \frac{100 \text{ ml}}{180 \text{ s}} =$$

$$0,55 \text{ ml/s}$$

Maka,

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

$$= 0,55 \times 0,7733$$

$$= 0,4253 \frac{gr}{s}$$

Sehingga,

$$Sfc = \frac{\dot{m}}{P}$$

$$= \frac{0,4253 \text{ gr/s}}{5850 \text{ kW}}$$

$$= 0,0727 \frac{gr}{kW} \cdot s$$

c. Dengan bahan bakar campuran LDPE 20%

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 4400-9600 rpm

$$\begin{aligned} \text{Dimana, } t &= 210 \text{ s} \\ V \text{ bahan bakar} &= 100 \text{ ml} \\ \rho \text{ bahan bakar} &= 0,7666 \text{ gr/cm}^3 \\ P \text{ rata-rata} &= 6,177 \text{ hp} \times 0,746 = 4,608 \text{ kW} \end{aligned}$$

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

Maka,

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \dot{V} \times \rho \\ &= 0,476 \times 0,7666 \\ &= 0,3649 \frac{\text{gr}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} Sfc &= \frac{\dot{m}}{P} \\ &= \frac{0,3649 \text{ gr/s}}{6,177 \text{ kW}} \\ &= 0,0590 \frac{\text{gr}}{\text{kW}} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

d. Dengan bahan bakar campuran LDPE 30%

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 5600-9600 rpm

$$\begin{aligned} \text{Dimana, } t &= 230 \text{ s} \\ V \text{ bahan bakar} &= 100 \text{ ml} \\ \rho \text{ bahan bakar} &= 0,7799 \text{ gr/cm}^3 \\ P \text{ rata-rata} &= 7,928 \text{ hp} \times 0,746 = 5,914 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{V} &= \frac{V}{t} = \frac{100 \text{ ml}}{230 \text{ s}} \\ &= 0,434 \text{ ml/s} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}\dot{m} &= \dot{V} \times \rho \\ &= 0,434 \times 0,7799 \\ &= 0,3384 \frac{gr}{s}\end{aligned}$$

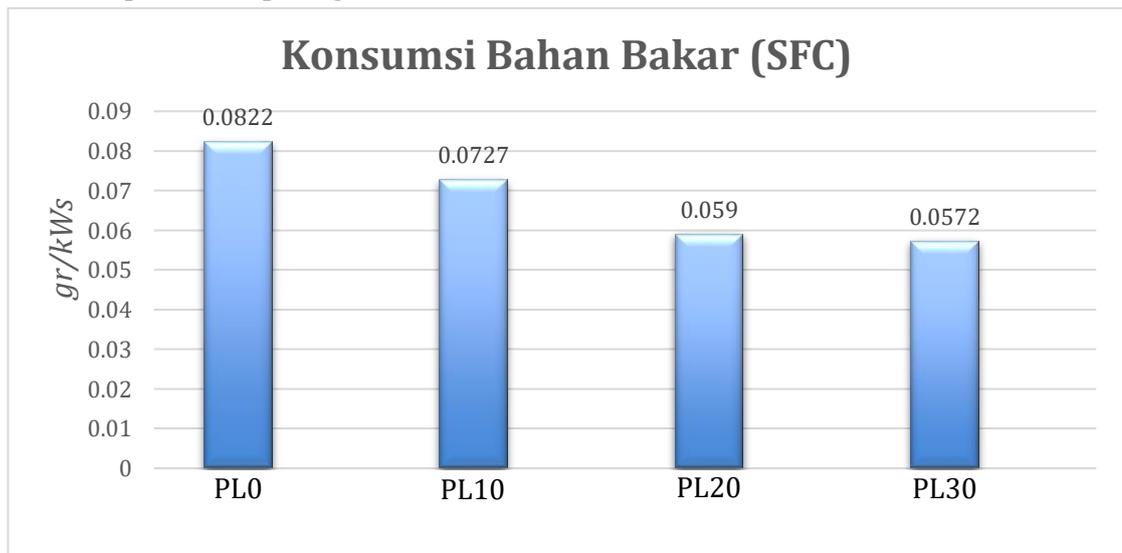
Sehingga,

$$\begin{aligned}Sfc &= \frac{\dot{m}}{P} \\ &= \frac{0,33846 \text{ gr/s}}{5,914 \text{ kW}} \\ &= 0,0572 \frac{gr}{kW} \cdot s\end{aligned}$$

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 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar (SFC) pada 4 variasi bahan bakar

Berdasarkan grafik gambar 4.7 diatas, dapat dilihat perbandingan bahan bakar (SFC) pada 4 variasi bahan bakar,. Konsumsi bahan bakar (SFC) yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar PL₀ paling tinggi yaitu $0,0822 \frac{gr}{kw} . s$. Sementara untuk konsumsi bahan bakar (SFC) yang paling rendah terjadi pada PL₃₀ yaitu $0,0572 \frac{gr}{kw} . s$.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Bahtiar (2015), karakteristik yang terkandung di dalam minyak limbah plastik LDPE meliputi nilai oktan (RON) sebesar 86; nilai kalor sebesar 45.594 J/g; flashpoint sebesar 36°C dan viskositas sebesar 1,6764 mm² /s, serta hasil dari banyaknya prosentase minyak limbah plastik pada variasi campuran menunjukkan penurunan kadar emisi gas buang HC dan CO serta peningkatan putaran mesin menyebabkan berkurangnya kadar emisi gas buang. Dengan hasil karakteristik yang terkandung didalam minyak plastik yang menunjukkan angka cukup baik memungkinkan untuk dilakukan percampuran dengan pertalite sehingga karakteristik bahan bakar yang dihasilkan bisa lebih baik lagi untuk meningkatkan performa mesin sepeda motor (Fitriyanto, 2016).

Dari grafik dan tabel menunjukkan campuran minyak plastik dengan ron 90 dapat berpengaruh terhadap daya dan semakin tinggi campuran dari minyak plastik maka daya juga semakin turun. Hal ini dimungkinkan terjadi penurunan angka oktan yang lebih kecil sehingga pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Variasi campuran bahan bakar hasil pirolisis limbah plastik dengan Ron 89 berpengaruh terhadap daya sepeda motor 150 cc. Semakin tinggi campuran bahan bakar hasil pirolisis maka daya juga menurun (Brigytta & Sugeng Hadi Susilo, 2021).

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 daya semakin menurun tetapi pada putaran 6170 rpm pada PL₀ mencapai 9,70 hp, pada putaran 6220 rpm pada PL₁₀ mencapai 9,56 hp, pada putaran 7380 rpm pada PL₂₀ mencapai 9,50 hp, dan pada putaran 7570 rpm pada PL₃₀ mencapai 9,34 hp.
2. Semakin tinggi putaran maka torsi semakin menurun tetapi pada putaran 6170 rpm pada PL₀ mencapai 11,16 N.m, pada putaran 6220 rpm pada PL₁₀ mencapai 10,90 N.m, pada putaran 6230 rpm pada PL₂₀ mencapai 9,94 N.m, dan pada putaran 6220 rpm pada PL₃₀ mencapai 10,48 N.m.
3. Semakin banyak campuran pada minyak limbah LDPE maka semakin banyak juga konsumsi bahan bakar yang digunakan yaitu, pada PL₀ mencapai $0,0822 \frac{gr}{kW} \cdot s$, pada PL₁₀ mencapai $0,0727 \frac{gr}{kW} \cdot s$, pada PL₂₀ mencapai $0,0590 \frac{gr}{kW} \cdot s$, dan PL₃₀ mencapai $0,0572 \frac{gr}{kW} \cdot s$.

5.1 Saran

1. Perlu meningkatkan kualitas minyak limbah LDPE (*Low 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

- Alfian, R., Julian, & Joharsah. (2023). Pengaruh Variasi Kecepatan Sepeda Motor Honda Revo F1 FIT 110cc Terhadap Panas Yang Terjadi Pada Komponen Engine. *Media Informasi Penelitian Kabupaten Semarang*, 209.
- Anom, D. K. (2023). *Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair*. Jejak pustaka.
- Anwar, S., Henry Permana, & Irfan Susanto . (2022). ANALISA KINERJA MOTOR BAKAR BENSIN 4 LANGKAH MENGGUNAKAN. *METRIK SERIAL HUMANIORA DAN SAINS*, 16.
- Brigytta, F. A., & Sugeng Hadi Susilo. (2021). ANALYSIS OF TYPES PLASTIC AND PLASTIC OIL PYROLYSIS-RON 90 ON 150 CC MOTOR POWER AND EMISSIONS. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING*, 32.
- Dewi, F. C., Sumiyati Tuhuteru, Andi Aladin, & Setyawati Yani. (2022). *Pestisida Nabati Asap Cair Limbah Biji Buah Merah Papua*. Penerbit Qiara Media .
- Dharma, U. S., Eko Nugroho, & M. Fatkurahman. (2018). ANALISA KINERJA MESIN DIESEL BERBAHAN BAKAR CAMPURAN SOLAR DAN MINYAK PLASTIK. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, 108-109.
- Dzulfikri, D. I., Agus Riyanto, Zilhardi Idris, & Nurul Hidayati. (2023). Pemanfaatan aditif limbah plastik LDPE terhadap material AC-WC. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, 195-196.
- Febriyanti, F., Naela Fadila, Ari Susandy Jaya, Yazid Bindar, & Anton Irawan. (2019). PEMANFAATAN LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENJADI BIO-CHAR, BIO-OIL DAN GAS DENGAN METODE PIROLISIS. *Jurnal Chemurgy*, 13.
- Fitriyanto, I. E. (2016). PENGARUH CAMPURAN MINYAK PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE DENGAN PERTALITE TERHADAP PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR. 43.
- Gunawan, S., Banu Nursanni , & Hanapi Hasan. (2022). *BAHAN BAKAR BIOMASSA*. CIPTA MEDIA NUSANTARA.
- Irianto. (2022). *Campuran Aspal Plastik “Kekuatan dan Ketahanan Campuran AC-Wc”*. Tohar media .
- Iswadi, D., Fatmi Nurisa, & Erlina Liastuti. (2017). PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK LDPE DAN PET MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK DENGAN PROSES PIROLISIS. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*.
- KURNIAWAN, T. (2019). PENGARUH PEMANFAATAN FILTER UDARA BERBAHAN ZEOLIT TERAKTIVASI FISIK MENGGUNAKAN MICROWAVE TERHADAP PRESTASI SEPEDA MOTOR BENSIN 4-LANGKAH. *Jurnal Skripsi*, 13-14.
- Laksana, P. (2020). *Ensiklopedia Bahan Bakar Non Minyak* . ALPRIN.
- M, M., Muhammad Kevin Febrian, & Muhammad Refan. (2024). Analisis Kinerja Motor Bakar Berbahan Bakar Campuran Pertalite Dan Bioetanol dari Sampah Organik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 13.

- MR, F., M. Rais Rachman, Mardewi Jamal, I Wayan Muliawan, Wayan Mustika, Didik Surya Miharja, . . . Masdiana. (2022). *Teknologi Bangunan dan Material*. Tohar Media.
- Mulyono, S., Gunawan, & Budha Maryanti. (2014). Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar. *JURNAL TEKNOLOGI TERPADU*, 31.
- Mustam, M., Nurfika Ramdani, & Irfan Syahputra. (2021). PERBANDINGAN KUALITAS BAHAN BAKAR DARI PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK DENGAN METODE PIROLISIS. *Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 220.
- Naimah, S., Chicha Nuraeni, Irma Rumondang, Bumiarto Nugroho Jati, & Rahyani Ermawati. (2018). DEKOMPOSISI LIMBAH PLASTIK POLYPROPYLENE DENGAN METODE PIROLISIS. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 227.
- Nasional, D. S. (2022). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia*. Badan Pusat Statistik.
- Nuryanti, R., Dian Kurnia Sari, & Inta Marlen Puspita Sari. (2023). ANALISA KUALITAS BAHAN BAKAR JENIS PERTALITE DI SPBU DENGAN PERTALITE DI PERTAMINI BERDASARKAN PARAMETER UJI SPECIFIC GRAVITY, REID VAPOUR PRESSURE, DOCTORT TEST, DISTILASI, COPPER STRIP TEST, OCTANE NUMBER. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 914.
- Prasutiyon, H., Semin, & Pinto, F. (2021). *Bahan Bakar Kapal*. Penerbit NEM.
- Putra, W. G., K Rihendra Dantes, & I G Wiratmaja. (2022). Pengaruh Variasi Campuran Pertalite Dengan Bahan Bakar Limbah Plastik Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 162-164.
- Saputra, E., & Sunaryo. (2021). Studi Komparasi Performa Mesin SI Berbahan Bakar Pertalite dan Plastic Pyrolysis Oil (PPO). *Jurnal Creative Research in Engineering*, 15.
- Saputra, E., & Sunaryo Sunaryo. (2021). Studi Komparasi Performa Mesin SI Berbahan Bakar Pertalite dan Plastic Pyrolysis Oil (PPO). *Jurnal Creative Research in Engineering*, 13.
- Saragi, J. F., & Jhon Supriadi Purba. (2021). Analisis Pengaruh Mekanisme Katub Terhadap Daya Pada Motor Bakar 4 Tak Dengan Bahan Bakar Bensin Mesin 1500 CC. *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil)*, 16-17.
- Sharma Thaha, d. (2021). *Transformasi Sekam Padi (Pirolisis)*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Surono, U. B. (2013). BERBAGAI METODE KONVERSI SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK. *JURNAL TEKNIK*, 33.
- Suryamiharja, D. (2022). *STUDI KINERJA CAMPURAN ASPAL PORUS DAN LIMBAH PLASTIK*. Tohar Media.
- Susilo, S. H. (2023). *KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GASR BUANG MOTOR 125 CC: HUBUNGAN MEDAN MAGNET DAN PUTARAN MESIN*. CV. DOTPLUS Publisher.
- Syaief, A. N., Marlia Adriana, & Akhmad Hidayat. (2019). UJI EMISI GAS BUANG DENGAN PERBANDINGAN. *Jurnal Elemen Volume*, 2.
- Trisunaryanti, W. (2017). *Dari Sampah Plastik Menjadi Bensin Solar*. Gajah Mada University Press.

Wahyudi, J., Hermain Teguh Prayitno, & Arieanti Dwi Astuti. (2018).
PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN BAKU
PEMBUATAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF. *Jurnal Litbang*, 59.

LAMPIRAN

Campuran Pertalite Murni

Max > Rpm	9,70 hp Power (hp)	11,16 N.m 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 plastic LDPE 10%

Max>

9,56 hp

10,90 N.m

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

Campuran Pertalite 80% dan minyak limbah LDPE 20%

Rpm	Power (hp)	Torque (N.m)
4400	0	0
4600	0,3	0,4
4800	0,5	0,7
5000	0,8	1
5200	1	1,2
5400	1,5	1,8
5600	4	5,2
5800	4,8	5,9
6000	5,7	6,5
6200	8,8	9,9
6400	8,4	9,6
6600	7,9	8,2
6800	8,2	8,4
7000	9	9,2
7200	8,9	9,1
7400	9,5	9
7600	9,4	8,9
7800	9,5	8,4
8000	9	8
8200	8,8	7,9
8400	8,6	7,8
8600	8,9	7,7
8800	8,3	7,6
9000	8,2	7
9200	7,7	5,9
9400	6,1	4,8
9600	3	2

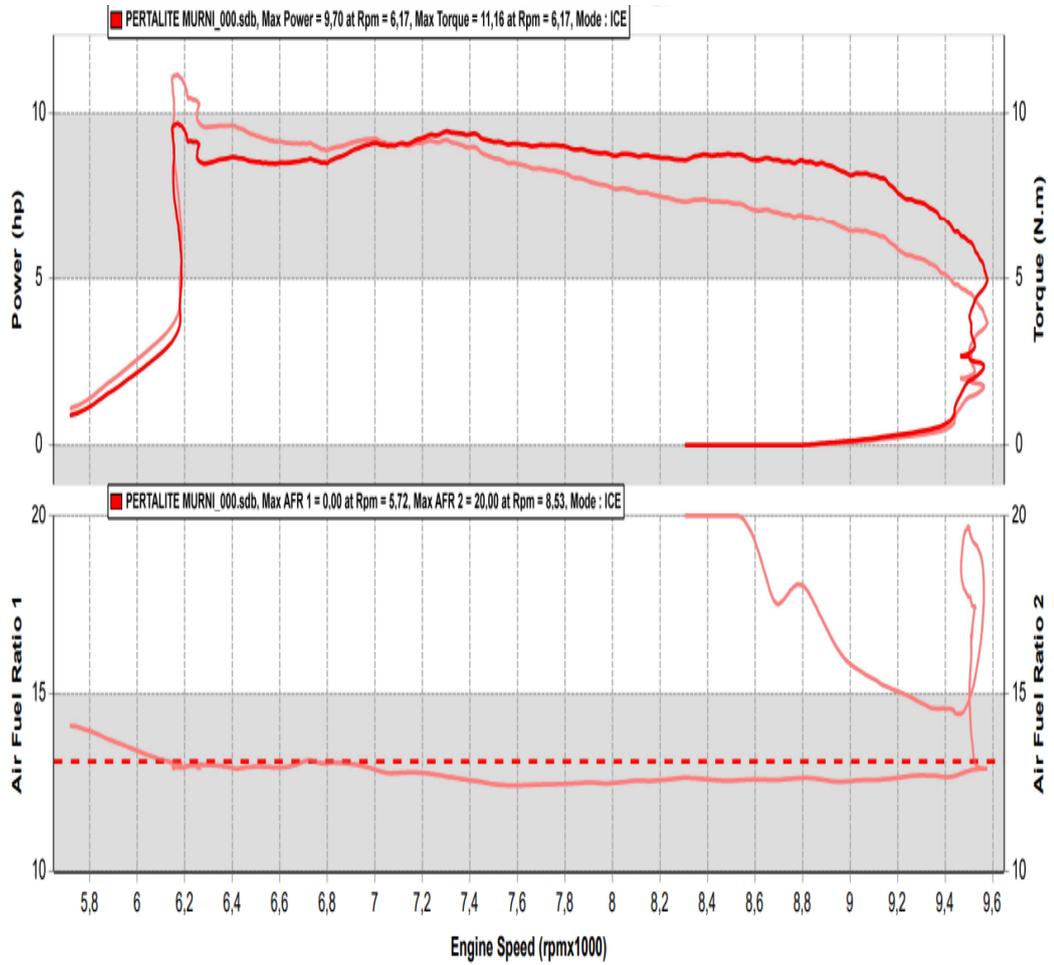
Campuran Pertalite 70% dan minyak limbah LDPE 30%

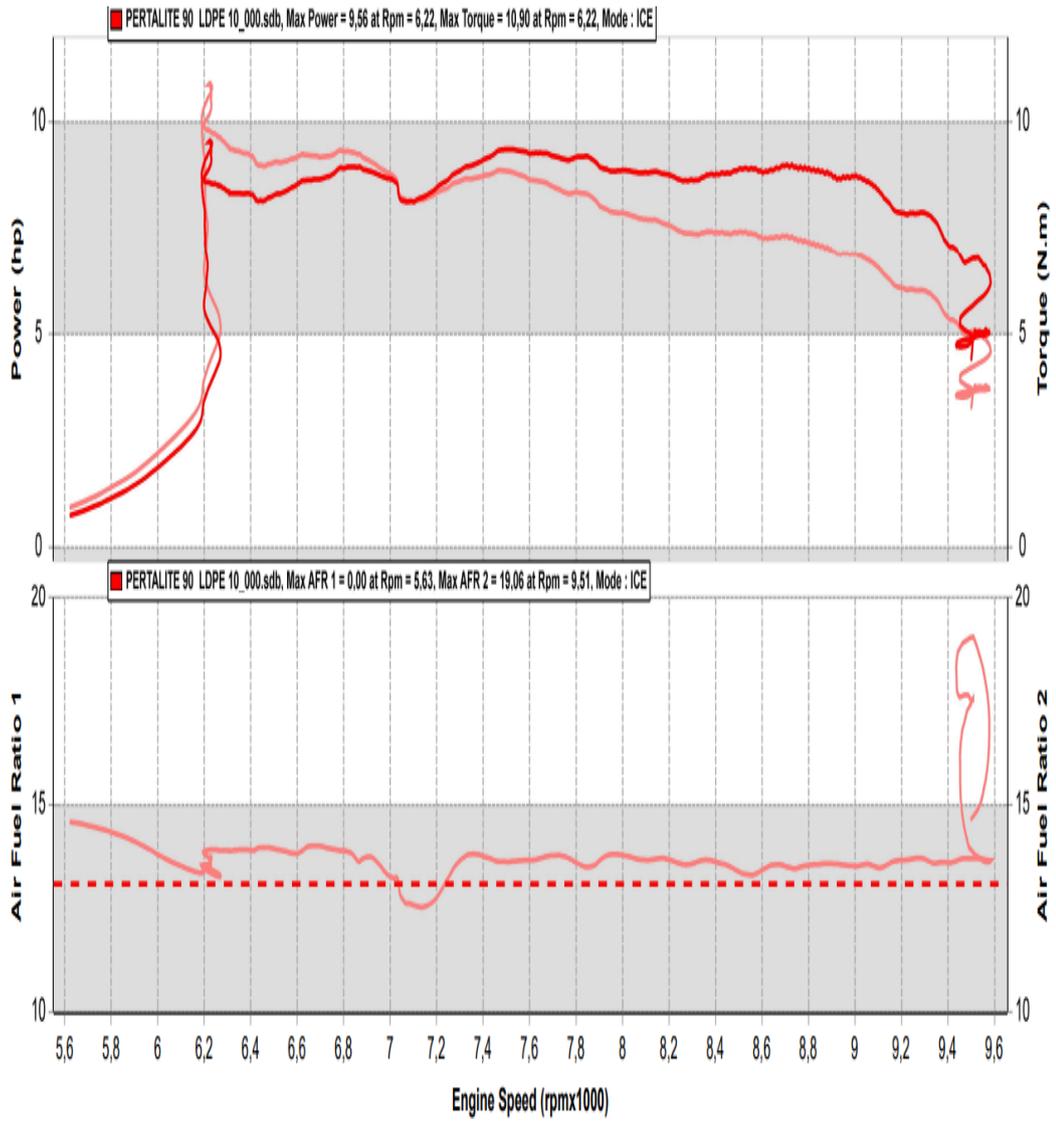
Max>

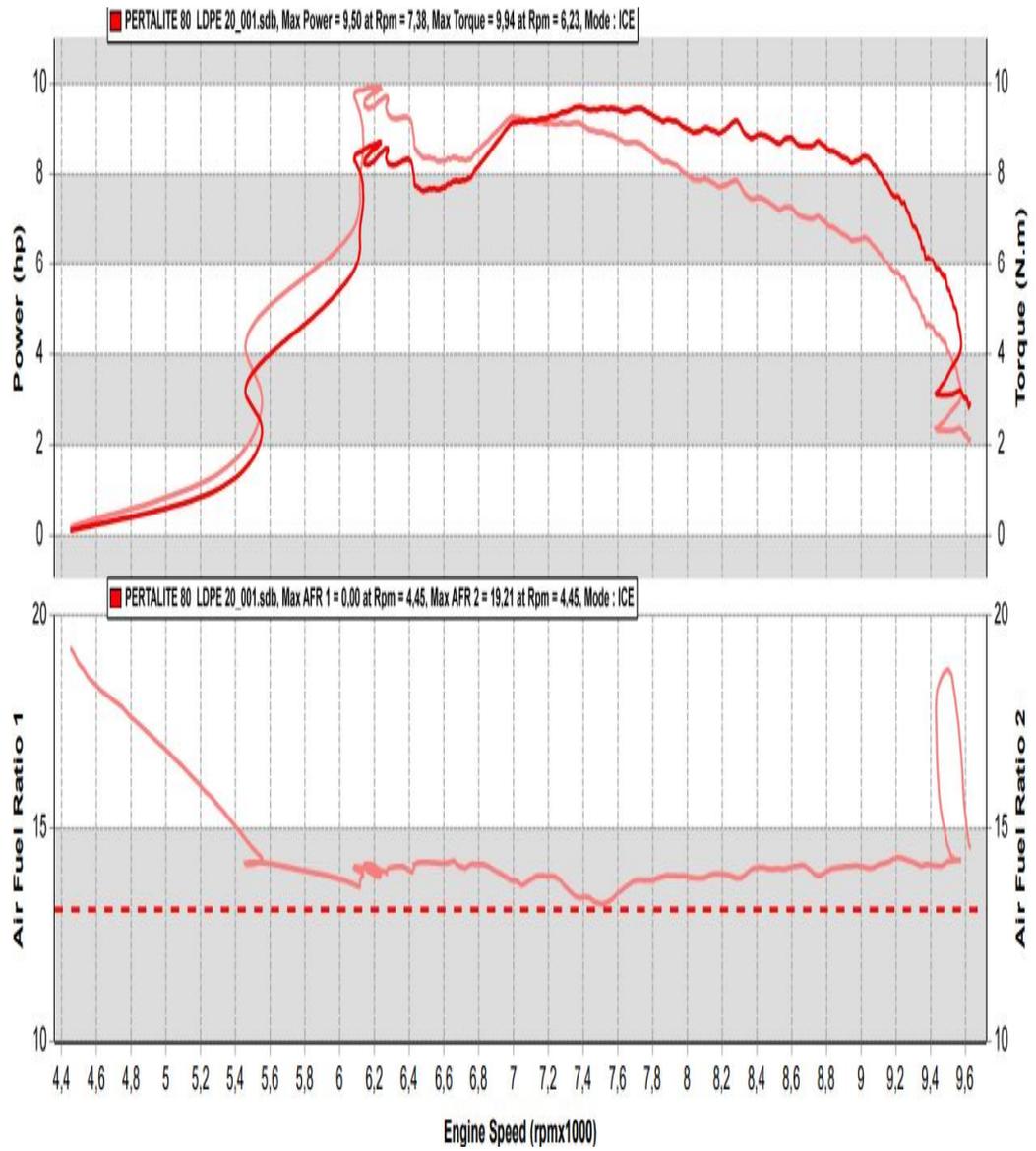
9,34 hp

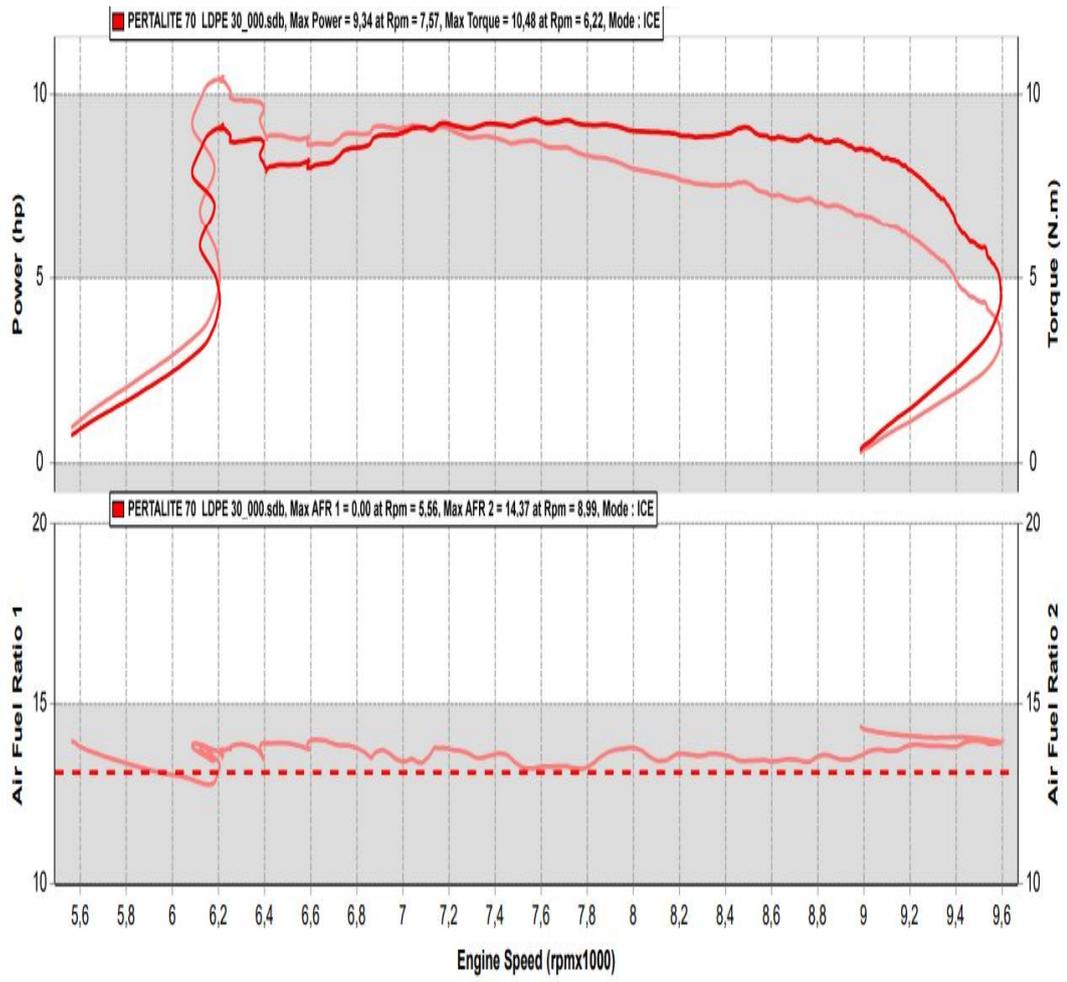
10,48 N.m

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









LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

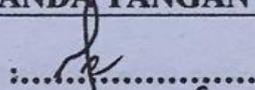
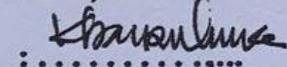
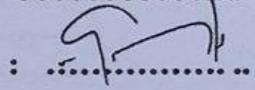
Judul : Analisis Kinerja Motor Bakar Menggunakan Bahan Bakar Alternatif dengan Campuran Pertalite dan LDPE (Low Density Polyethylene)
Nama : Reza Anbiya Fathillah
NPM : 2007230095
Dosen Pembimbing : H. Muharnif M, S.T, M.Sc

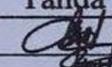
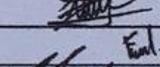
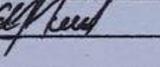
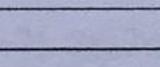
No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	29/12/2023	Perbaiki BAB 1	f
2.	19/1/2024	Perbaiki BAB 1 dan 3	f
3.	23/12/2024	Perbaiki bagan alir	f
4.	25/2/2024	Perbaiki BAB 2	f
5.	1/3/2024	Acc Seminar Proposal	f
6.	26/6/2024	Penambahan analisa data	f
7.	27/6/2024	Perbaiki analisa data	f
8.	28/6/2024	Perbaiki kesimpulan dan saran	f
9.	13/8/2024	Acc Seminar hasil	f
10.	25/2/2025	Acc sidang	f

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

Peserta seminar

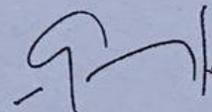
Nama : Reza Anbiya Fathillah
 NPM : 2007230095
 Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Bahan Bakar Alternatif Menggunakan Campuran Peralite Dan LDPE (Low Density Polyethylene)

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : H.Muharnif ST.M.Sc	: 
Pembanding – I : Dr. Khairul Umurani ST.MT	: 
Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2107230117	Muhammad Ali Rinaldi	
2	2109230100	Muhammad Rha Tambunan	
3	2107230081	M. KHAIL ANIRUGULAN	
4	2107230078	AZI DIND SYAHPUTRA	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 21 Sya'ban 1446 H
20 Februari 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : Reza Anbiya Fathillah
NPM : 2007230095
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Bahan Bakar Alternatif Menggunakan Campuran
Pertalite Dan LDPE (Low Density Polyethylene)

Dosen Pembanding – I : Dr. Khairul Umurani ST.MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT
Dosen Pembimbing – I : H.Muharnif ST.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

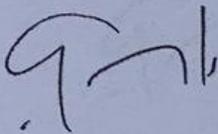
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

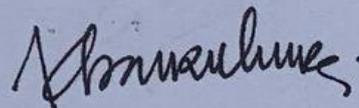
Medan 21 Sya'ban 1446 H
20 Februari 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

Dosen Pembanding- 1



Dr. Khairul Umurani ST.MT

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

Nama : Reza Anbiya Fathillah
NPM : 2007230095
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Bahan Bakar Alternatif Menggunakan
Campuran Peralite Dan LDPE (Low Density Polyethylene)

Dosen Pembanding - I : Dr. Khairul Umurani ST.MT
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar ST.MT
Dosen Pembimbing - I : H.Muharnif ST.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

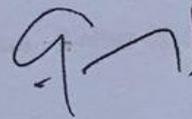
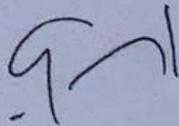
lihat buku tugas aldir

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 21 Sya'ban 1446 H
20 Februari 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

Chandra A Siregar ST.MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A DATA PRIBADI

Nama : Reza Anbiya Fathillah
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 05 Juni 2002
Alamat : JL Eka Rasmi Gg Masjid Al-buchori No 78
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Email : rezaanbiyaa@gmail.com
No Hp : 082164541130

B RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Swasta As-syafi'iyah Tahun 2008-2014
2. SMP Swasta As-syafi'iyah Tahun 2014-2017
3. SMA Negeri 2 Medan Tahun 2017-2020
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2020-2025