TUGAS AKHIR

ANALISIS KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK HDPE *(HIGH DENSITY POLYETHYLENE)*

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh:

ARYA DWIRANGGA PUTRA
2007230108

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

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	:	Arya Dwirangga Putra
NPM	:	2007230108
Program Studi	:	Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir	:	Analisis Karakteristik Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik HDPE *(High Density Polyethylene)*
Bidang Ilmu	:	Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 7 September 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T	Chandra A Siregar, S.T., M.T
Dosen Penguji III	**Program Studi Teknik Mesin Ketua**
H.Muharnif M, S.T., M.Sc	Chandra A Siregar, S.T., M.T

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama lengkap	:	Arya Dwirangga Putra
NPM	:	2007230108
Tempat / Tanggal lahir	:	Dumai, 2 mei 2003
Fakultas	:	Teknik
Program Studi	:	Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

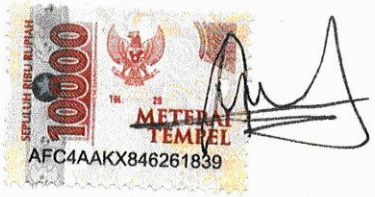
"ANALISIS KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK HDPE *(HIGH DENSITY POLYETHYLENE)*"

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 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 surat 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, 7 September 2024



Arya Dwirangga Putra

ABSTRAK

Plastik HDPE atau High Density Polyethylene merupakan salah satu bahan material plastik yang banyak digunakan untuk pembuatan kemasan berbahan plastik. Dikutip dari laman internasional kompas bahwa berdasarkan data dari scieneMag, jumlah produksi sampah plastik global sejak 1950 hingga 2015 cenderung selalu menunjukkan peningkatan. Maka dari itu perlu adanya penanganan untuk mengurangi limbah tersebut salah satunya adalah dengan mengaplikasikan limbah plastik menjadi salah satu bahan bakar alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi plastik HDPE *(High Density Polyethylene)* sebagai bahan bakar alternatif melalui pengujian viskositas, densitas, dan flash point.Analisis karakteristik bahan bakar menggunakan alat viskometer, density meter, dan *flashpoint* tester.Hasil penelitian menunjukkan bahwa viskositas minyak plastik HDPE pada temperatur 300°C adalah 2,06 mm^2/s dan pada temperatur 260°C adalah 1,14 mm^2/s. Densitas minyak pada temperatur 300°C adalah 869 kg/m^3 dan pada temperatur 260°C adalah 792 kg/m^3. Nilai flash point diperoleh sebesar 38,2°C pada temperatur 300°C dan 38°C pada temperatur 260°C. Data hasil pengujian laboratorium ini menunjukkan bahwa karakteristik minyak plastik HDPE mendekati spesifikasi bahan bakar solar dan minyak tanah untuk viskositas, serta densitas dan *flash point*.

Kata Kunci : Plastik HDPE, Bahan bakar alternatif, Viskositas,Densitas,Flaspoint.

ABSTRACT

HDPE or High Density Polyethylene plastic is one of the plastic materials that is widely used for making plastic packaging. Quoted from the international Kompas page that based on data from scieneMag, the amount of global plastic waste production from 1950 to 2015 tends to always show an increase. Therefore, it is necessary to handle it to reduce this waste, one of which is by applying plastic waste as an alternative fuel. This study aims to analyze the potential of HDPE (High Density Polyethylene) plastic as an alternative fuel through viscosity, density, and flash point testing. Analysis of fuel characteristics using a viscometer, density meter, and flashpoint tester. The results showed that the viscosity of HDPE plastic oil at a temperature of 300 ° C was 2.06 mm² / s and at a temperature of 260 ° C was 1.14 mm² / s. The density of oil at a temperature of 300°C is 869 kg/m³ and at a temperature of 260°C is 792 kg/m³. The flash point value obtained is 38.2°C at a temperature of 300°C and 38°C at a temperature of 260°C. The data from the laboratory tests show that the characteristics of HDPE plastic oil are close to the specifications of diesel fuel and kerosene for viscosity, as well as density and flash point.

Keywords : HDPE Plastic, Alternative Fuel, Viscosity, Density, Flashpoint.

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 proposal penelitian ini dengan judul "ANALISIS KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK HDPE ***(HIGH DENSITY POLYETHYLENE)***" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus-menerus hadir dan atas kerja keras penulis, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembingbing serta bantuin moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.

Untuk itu penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak H. Muharnif,S.T.,M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
2. Bapak Chandra Amirsyah Siregar S.T.,M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini..
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Bapak Ade Faisal, S.T, M.Sc.,Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik,Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,yang telah membantu penulis dalam proses administrasi selama proses perkuliahan.
7. Orang tua penulis Bony Trianda dan Ratnawati, yang selalu memberikan doa serta dukungan yang tiada henti kepada penulis demi kesuksesan serta keberhasilan penulis dalam perkuliahan.
8. Sahabat – sahabat penulis : Reksa, Afdawi, Rendy, Reza, Diyo, Aceh, Virza, Zainul, Fauzan, Tengku, Rendika,Cuya,Soleh,Ardan,Imam,Rival,Andi,Serta teman-teman seperjuangan.
9. Teman- teman Teknik Mesin B1 Pagi Stambuk 2020.
10. Teman- teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2020.

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis dengan senang hati dan penuh lapang dada menerima kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, September 2024

ARYA DWIRANGGA PUTRA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN			**i**
ABSTRAK			**ii**
ABSTRACT			**iii**
KATA PENGANTAR			**iv**
DAFTAR ISI			**vi**
DAFTAR TABEL			**viii**
DAFTAR GAMBAR			**ix**
DAFTAR NOTASI			**x**
BAB 1	**PENDAHULUAN**		**1**
	1.1	Latar Belakang	1
	1.2	Rumusan Masalah	3
	1.3	Ruang Lingkup	3
	1.4	Tujuan Penelitian	4
	1.5	Manfaat penelitian	4
BAB 2	**TINJUAN PUSTAKA**		**5**
	2.1	Defenisi bahan bakar Alternatif	5
	2.2	Bahan bakar minyak (BBM)	6
		2.2.1 Proses pembuatan BBM	6
	2.3	Jenis – jenis bahan bakar minyak (BBM)	7
		2.3.1 Bensin	7
		2.3.2 Minyak Tanah	7
		2.3.3 Solar	8
	2.4	Limbah Plastik	9
		2.4.1 Plastik secara umum	9
	2.5	Karakteristik plastik	10
	2.6	Jenis plastik yang digunakan	11
		2.6.1 Plastik HDPE *(High Density Polyethilene)*	11
	2.7	Pirolisis	12
	2.8	Parameter Yang Digunakan	14
		2.8.1 Nilai Viskositas	14
		2.8.2 Nilai Densitas	15
		2.8.3 *Flash Point*	16
BAB 3	**METODOLOGI PENELITIAN**		**17**
	3.1.	Tempat dan Waktu	17
		3.1.1 Tempat Penelitian	17
		3.1.2 Waktu Penelitian	17
	3.2	Bahan Dan Alat	18
		3.2.1 Bahan Penelitian	18

3.2.2 Alat Penelitian 19
3.3 Bagan Alir Penelitian 22
3.4 Rancangan Alat Penelitian 23
3.5 Prosedur Penelitian 25

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 27

4.1 Hasil Penelitian 27
4.1.1 Perhitungan Secara Teoritis 27
4.2 Nilai Viskositas,Densitas dan *Flash Point* 33
4.2.1 Bedasarkan pengujian laboratorium 33
4.2.2 Bedasarkan pengujian teoritis 33
4.2.3 Bedasarkan Referensi 33
4.3 Analisis Data 34
4.3.1 Nilai Viskositas 34
4.3.2 Nilai Densitas 34
4.3.3 Nilai *Flash Point* 35
4.4 Grafik Perbandingan Nilai 35

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 36

5.1 Kesimpulan 36
5.2 Saran 37

DAFTAR PUSTAKA 38
Lampiran 1. Hasil Penelitian
Lampiran 2. Gambar Teknik
Lampiran 3. Lembar Asistensi
Lampiran 4. SK Pembimbing
Lampiran 5. Berita Acara Seminar Hasil Penelitian
Lampiran 6. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Bahan Bakar Komersil 8
Tabel 2.2 Sifat umum *High Density polyethylene* 12
Tabel 3.1 Waktu kegiatan penelitian 17
Tabel 4.1 Data Pengujian Laboratorium Politeknik Medan 33
Tabel 4.2 Data Perhitungan Secara Teoritits 33
Tabel 4.3 Data Dari Referensi 33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis plastik 10
Gambar 2.2 Plastik HDPE 11
Gambar 3.1 Plastik HDPE 18
Gambar 3.2 Minyak Hasil Pirolisis Plastik HDPE 18
Gambar 3.3 Botol Kaca 19
Gambar 3.4 Gelas Ukur 19
Gambar 3.5 Neraca Digital 20
Gambar 3.6 Viskometer 20
Gambar 3.7 *Density* Meter 21
Gambar 3.8 *Flashpoint Tester* 21
Gambar 3.9 Diagram Alir 22
Gambar 3.10 Skema Alat Viskositas Dan Densitas 23
Gambar 3.11 Skema Alat Flash Point 24
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai 35

DAFTAR NOTASI

ρ : Massa jenis (kg/m^3)
m : Massa (kg)
v : Volume (m^3)
μ : Kekentalan dinamis (Pa)
ρ : Massa jenis kg/m^3
m : Massa benda (g)
v : Volume benda m^3
C : *Flash Point* diamati (^0C)
P : Tekanan pada *Flash Point* tertentu (kPa)

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah populasi penduduk di Indonesia menyebabkan kenaikan persentase konsumsi akan barang-barang plastik di mayarakat. Peningkatan ini tentu menyebabkan produksi sampah plastik masyarakat juga meningkat. Menurut data pada laman Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, tercatat ada 30.881.803,15 ton timbulan sampah yang terhitung pada tahun 2021 dan terdapat 17,5% sampah dari plastik yang terdata (SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional), 2022) (Damayanti et al., 2023).

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 plastic.

Plastik HDPE atau *High Density Polyethylene* merupakan salah satu bahan material plastik yang banyak digunakan untuk pembuatan kemasan berbahan plastik. Dikutip dari laman internasional kompas bahwa berdasarkan data dari scieneMag, jumlah produksi sampah plastik global sejak 1950 hingga 2015 cenderung selalu menunjukkan peningkatan. *High Density Polyethylene* atau disebut HDPE yaitu polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. HDPE memiliki karakteristik sedikit buram dan transparan serta elastik. Plastik ini tidak tembus air, tidak berbau, tahan panas dan tahan benturan. Masyarat Indonesia dalam kesehariannya mengenal istilah kantong plastik HDPE dengan sebutan kantong HD, kantong kresek, kantong asoy, tas plastik HD, ataupun shopping bag. HDPE *(High Density Polyethylene)* merupakan bahan baku untuk jenis Plastik HDPE dimana umumnya hasil produksi berbentuk plastik kantong, plastik roll, plastik lembaran dengan beragam mancam warna. Maka dari itu perlu adanya penanganan untuk mengurangi limbah tersebut salah satunya adalah

dengan mengaplikasikan limbah plastik menjadi salah satu bahan bakar alternatif (Al Fajr & Setiawan, 2019).

Jenis Plastik HDPE juga memiliki nilai kalor cukup tinggi setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar, serta bisa memberikan solusi terhadap krisis energi bahan bakar fosil yang semakin menipis akibat dari eksploitasi secara terus menerus dan dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Proses pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar meliputi beberapa proses, diantaranya pirolisis dan destilasi.

Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen kimia lainya dimana material mentah akan mengalami pemecahan stuktur 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.

Distilasi adalah pemisahan campuran dalam suatu larutan berdasarkan perbedaan titik didih. Fungsi dari distilasi adalah untuk memisahkan larutan yang saling campur homogen dengan jalan menguapkan salah satu komponennya yang mudah menguap sehingga menjadi komponen yang mudah terpisah. Keuntungan dari distilasi adalah tidak memerlukan komponen tambahan. Biasanya setelah melakukan proses ekstraksi, maka untuk mengisolasi ekstrak dari larutannya digunakan proses distilasi. Distilasi yang dilakukan adalah distilasi sederhana, dimana seluruh cairan ekstraksi dimasukkan kedalam labu distilasi dan dipanaskan sehingga terjadi proses kondensasi yaitu fasa uap berubah menjadi fasa cair.(Kurniawan & Nasrun, 2017).

Minyak hasil pyrolysis ini juga mudah terbakar, mengeluarkan jelaga, dan baunya merangsang. Minyak pyrolysis ini dapat diolah lagi supaya mempunyai sifat jenuh dan stabil. Minyak pirolisis dari plastik polietilena, hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak pirolisis dari plastik polietilena mempunyai densitas 939 kg/m3 atau lebih berat dari minyak tanah. Minyak bakar ini mempunyai ignition point 30,4oC sehingga sangat mudah dinyalakan (Nuryosuwito et al., 2021).

Karakteristik bahan bakar,bahan bakar merupakan salah satu kebutuhan pokok dengan semakin pesatnya perkembangan mesin dan industri. Hampir setiap keluarga di Indonesia pastilah memiliki kendaraan bermotor, tentu dapat dibayangkan berapa kebutuhan akan bahan bakar yang diperlukan. Namun setiap jenis mesin tentunya membutuhkan bahan bakar yang berbeda karena karakteristiknya yang berbeda. Akan tetapi bahan bakar juga harus memiliki karakteristiknya tersendiri,diantaranya viskositas,densitas, *flash point.*

Berdasarkan latar belakang ini, penulis ingin melakukan penelitian analisa untuk mengetahui alanilis karakteristik bahan bakar alternatif dituangkan pada tugas akhir yang berjudul "ANALISIS KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK HDPE *(HIGH DENSITY POLYETHYLENE)*".

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam pengujian analisa karakteristik bahan bakar ini antara lain sebagai berikut :

1. Menganalisis hasil dari karakteristik bahan bakar alternatif dari limbah plastik HDPE *(High Density Polyethylene)*?
2. Mencirikan faktor mempengaruhi nilai karakteristik viskositas,densitas dan *flash point* minyak dari limbah plastik jenis HDPE *(High Density Polyethylene)*?

1.3 Ruang Lingkup

1. Bahan bakar alternatif dari limbah plastik HDPE (*High Density Polythylene*).
2. Jenis plastik HDPE (*High Density Polythylene*) tutup botol minuman plastik dan tempat botol oli bekas.
3. Analisis karateristik bahan bakar alternatif dari plastik HDPE (*High Density Polythylene*) meliputi viskositas,densitas,dan *flash point.*

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengukur nilai viskositas,densitas dan *flash point* minyak dari limbah plastik jenis HDPE *(High Density Polyethylene).*
2. Mengkategorikan jenis minyak dari palstik HDPE *(High Density Polyethylene)* yang dihasilkan pada reaktor 2 dengan temperatur 300℃ dan 260℃.

1.5 Manfaat penelitian

1. Agar mengetahui limbah plastik bisa di ubah menjadi bahan bakar alternatif dari bahan baku plastik HDPE.
2. Memberikan informasi karakteristik bahan bakar alternatif dari Plastik HDPE seperti nilai viskositas,densitas,dan *flash point.*

BAB 2
TINJUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi bahan bakar Alternatif

Bahan bakar merupakan kebutuhan sangat penting bagi manusia dalam menunjang semua aktivitas. Energi yang bersumber dari fosil seperti minyak bumi dan batu bara menjadi andalan utama untuk pembakaran. Namun, Karena keterbatasan cadangan dan tidak dapat diperbaharui, maka energi fosil tidak bisa dihandalkan untuk masa yang akan datang. Bahan bakar alternatif adalah bahan atau zat yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar konvensional, seperti bahan bakar fosil.Bahan bakar alternatif digunakan karena menghasilkan emisi atau gas rumah kaca yang lebih sedikit dibandingkan bahan bakar fosil.Bahan bakar alternatif bersifat dapat diperbarui, sehingga tidak akan habis dalam waktu dekat. Hal tersebut berbeda dengan bahan bakar fosil, yang apabila digunakan secara terus-menerus maka akan habis. Selain itu, ada beberapa bahan bakar alternatif yang memiliki angka oktan lebih tinggi dibandingkan bahan bakar fosil. Contohnya bahan bakar propana atau propana autogas yang memiliki angka oktan yang lebih tinggi dari bensin.

Pemakaian yang signifikan namun cadangan minyak bumi yang terbatas dapat menyebabkan krisis energi yang akan mempengaruhi perekonomian secara langsung. Oleh karena itu perlu dilakukan diversifikasi energi dengan mencari berbagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, bernilai ekonomis dan banyak tersedia di alam (Abdussalam et al., 2018). Penggunaan bahan bakar alternatif dari limbah plastik dapat menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 14,061 % dan pada kadar emisi gas buang CO tedapat penurunan sebesar 85,515 % dan pada kandungan HC terdapat peningkatan sebesar -350,73 % (Manalu et al., 2015). Pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak merupakan salah satu pengembangan dari ilmu pengetahuan yang memberikan manfaat positif untuk mengatasi masalah lingkungan, meningkatkan taraf hidup orang banyak, juga menjadi tawaran solusi mencari bahan bakar alternatif. Konversi yang dihasilkan dari proses ini mencapai 60% bahkan lebih, tergantung dari bahan plastik yang digunakan dan dengan penambahan zat kimia lain. Plastik juga merupakan bahan anorganik buatan yang tersusun dari bahan-bahan kimia yang

cukup berbahaya bagi lingkungan. Sampah plastik sangatlah sulit untuk diuraikan secara alami, untuk menguraikan sampah plastik membutuhkan kurang lebih 80 tahun agar dapat terdegradasi secara sempurna (Kurniawan & Nasrun, 2017).

2.2 Bahan bakar minyak (BBM)

Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah jenis bahan bakar (fuel) yang dihasilkan dari pengilangan (refining) minyak mentah (crude oil). Minyak mentah dari perut bumi diolah dalam pengilangan (refinen) terlebih dahulu untuk menghasilkan produk-produk minyak (oil products), yang termasuk di dalamnya adalah BBM. Selain menghasilkan BBM, pengilangan minyak mentah menghasilkan berbagai produk lain terdiri dari gas, hingga ke produk-produk seperti naphta, Light Sulfur Wax Residue (LSWR) dan aspal. Oleh karena itu BBM (bensin) harus memiliki flash point rendah dan auto iqnition yang tinggi. Hasil BBM dari limbah plastik ini kemudian diuji nilai kalornya (heating value) dengan alat *Bomb Calorimetry*. Alat penguji nilai kalor ini merk IKA C 200 buatan Germany. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Medan (Sumartono, 2019).

2.2.1 Proses pembuatan BBM dari limbah plastik HDPE

Proses pembuatan bahan bakar minyak (BBM) dari limbah plastik ini dengan cara destilasi, untuk melumerkan dan menguapkan limbah plastik menggunakan proses pirolisis pada reaktornya. Pertama bahan baku atau limbah plastik dibersihkan dan dicacah, kemudian dimasukkan ke dalam reaktor melalui lubang masukan. Pemanasan reaktor menggunakan tungku yang berbahan bakar gas liquefied petroleum gas (LPG). Lubang masukan ditutup dan dikunci kuat agar tidak ada kebocoran udara/gas, dan kemudian pasang instalasi saluran uap pipa dari reaktor ke kondesator. Lalu nyalakan api tungku untuk proses pemanasan. Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan bahan bakar minyak ini ± 90 menit. Pada proses pemanasan, plastik akan melumer dan mencair pada suhu kurang lebih 100 ºC dan akan mulai menguap menjadi fase gas yang terbentuk akan dikondensasikan melalui kondensor (Sumartono, Husin Ibrahim, 2012).

2.3 Jenis – jenis bahan bakar minyak (BBM)

2.3.1 Bensin

Bahan bakar bensin adalah suatu produk pengolahan minyak bumi dengan trayek didih berkisar 40o C – 100o C, merupakan campuran senyawa hidrokarbon komplek yang terdiri dari C5 – C12. Bensin ini digunakan untuk bahan bakar motor dengan sistem penyalaan busi (spark ignition engine) di mana mutunya ditetapkan dalam spesifikasinya. Bensin ialah suatu hidrokarbon dengan rantai karbon C5 sampai dengan C12 umumnya selalu digunakan sebagai bahan bakar motor bakar, bensin juga memiliki bentuk yaitu cairan, yang berwarna bening kekuning-kuningan, bensin ini berasal dari hasil pengolahan minyak mentah yang sudah ditemukan, sebagian besarnya dipakai untuk bahan bakar pada mesin. Bensin akan dihasilkan dengan cara penyulingan atau bisa disebut dengan destilasi dari petroleum pada temperatur maksimal 150°C .(Nasrun et al., 2017)Energi bahan bakar fosil terutama minyak bumi untuk kebutuhan sektor transportasi dan bahan petrokimia belum mampu tergantikan oleh sumber energi lainnya, sehingga diperlukan usaha konservasi. Spesifikasi bahan bakar minyak jenis bensin yang dipasarkan dalam negeri menurut surat Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi No. 3674 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 adalah salah satu bahan bakar minyak konservasi energi dengan penambahan ether atau etanol ke dalam bahan bakar bensin.(Semar, 2022).

2.3.2 Minyak Tanah

Minyak Tanah adalah fraksi minyak bumi yang mempunyai daerah didih sekitar 150-300 ° C. Penggunaan utama minyak tanah ialah sebagai bahan bakar lampu penerangan, sebagai bahan bakar kompor dalam rumah tangga. Di Sragen juga digunakan sebagai bahan bakar pompa air yang menggunakan mesin bensin.. Karena kerosine terutama digunakan sebagai bahan bakar lampu makasalah satu sifat yang terpenting bagi kerosine adalah harus mampu memberikan intensitas terang nyala yang tinggi dan sedikit mungkin memberikan asap yang dapat mengganggu lingkungan.(Yusron, 2007).Minyak tanah atau kerosene adalah cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar yang diperoleh dengan cara distilasi fraksional dari petroleum pada 150°C dan 275°C dan mempunyai

rantai karbon dari C11 sampai C15. Biasanya, minyak tanah di distilasi langsung dari minyak mentah membutuhkan perawatan khusus, dalam sebuah unit Merox atau hidrotreater, untuk mengurangi kadar belerang dan pengaratannya. Minyak tanah dapat juga diproduksi oleh hidrocracker, yang digunakan untuk memperbaiki kualitas bagian dari minyak mentah yang akan bagus untuk bahan bakar minyak.(Nasrun et al., 2017).

2.3.3 Solar

Solar adalah fraksi dari pemanasan minyak bumi antara 250-340°C yang mempunyai panjang hidrokarbon antara C16-C20. Solar banyak digunakan sebagai bahan bakar kendaraan yang menggunakan mesin diesel. Pada umumnya solar akan banyak mengandung belerang karena dibandingkan dengan bensin solar memiliki titik didih yang lebih tinggi. Kualitas dari solar ditentukan dengan bilangan setana, yaitu tingkat kemudahan minyak solar untuk menyala atau terbakar di dalam mesin diesel.(Nasrun et al., 2017).Solar dikenal sebagai bahan bakar diesel yang dianggap cairan mudah terbakar serta digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, solar ini biasanya diperoleh dari fraksi minyak bumi mentah yang tidak mudah menguap dibandingkan fraksi yang digunakan dalam bensin. Dalam mesin diesel, bahan bakar disulut bukan oleh percikan api, seperti pada mesin bensin, tetapi oleh panas udara yang dikompresi di dalam silinder, dengan bahan bakar yang disemprotkan ke dalam udara bertekanan panas. Bahan bakar diesel melepaskan lebih banyak energi saat pembakaran dibandingkan dengan volume bensin yang sama, sehingga mesin diesel umumnya menghasilkan penghematan bahan bakar yang lebih baik daripada mesin bensin.Solar adalah jenis bahan bakar yang dihasilkan dari proses pengolahan dari pemanfaatan fraksi minyak bumi yang dilakukan dengan cara memisahkan minyak mentah dari fraksi-fraksinya pada proses rangkaian alat destilasi.

Tabel 2.1 Karakterisik Bahan Bakar Komersil (Damar Wahyu Prianto, 2018)

Bahan Bakar	Viskositas (dPa.S)	Densitas (kg/m^3)	*Flash Point* (˚C)
Bensin	0,77 – 1,19	0,778 – 1,198	-42,77
Solar	1,63 – 3,87	0,185 – 0,860	50
Biodisel	2,3 – 6	0,85 – 0,89	>130

2.4 Limbah Plastik

Plastik termasuk salah satu molekul besar dimana proses pembentukannya melalui polimerisasi. Polimerisasi ialah proses kimia yang menggabungkan beberapa molekul sederhana menjadi makromolekul. Plastik mulai digunakan diberbagai macam produk seperti peralatan rumah tangga, produk otomotif, dan elektronik. Adapun keuntungan menggunakan material ini antara lain ringan, kuat, tahan terhadap air dan karat. Plastik memiliki tekstur yang licin, mengkilat, lentur, fleksibel serta relatif murah dari segi biaya produksi. Pada umumnya masyarakat sering menggunakan plastik untuk berbagai macam keperluan. Beragam jenis plastik yang beredar seperti jenis plastik *Low-Density Polyethyl*ene (LDPE), *High-Density Polyethylene* (HDPE), dan *Polystytene* (PS). LDPE adalah jenis plastik dengan kode nomor 4, memiliki karakteristik yang lebih lunak atau lembek. HDPE adalah jenis plastik dengan kode nomor 2, lebih tahan dan sedikit rentan terhadap korosi, memiliki tingkat kontaminasi yang kecil dari larutan kimia serta mudah didaur ulang. PS adalah jenis plastik dengan kode nomor 6, mempunyai karakteristik yang kekakuan dan kestabilan dimensi baik (Hartono & Rachmat, 2022).Teknik pemanasan yang tepat untuk mendaur ulang sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif adalah metode pirolisis (Damayanti et al., 2023).

2.4.1 Plastik secara umum

Plastik adalah suatu polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau monomer. Bahan pembuat plastik awalnya adalah minyak dan gas sebagai sumber alami, dan saat ini banyak digantikan dengan bahan sintetis. Sifat-sifat fisik plastik adalah:

1. Thermoplastik

   Jenis plastik ini dapat didaur ulang atau dicetak kembali dengan proses pemanasan ulang, seperti Polyethylene Terephtalate (PET), Polystyrene (PS), dan Polycarbonate (PC).

2. Thermosetting

Jenis plastik ini tidak dapat didaur ulang atau dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang, oleh karena pemanasan ulang yang menyebabkan kerusakan pada molekul-molekulnya, seperti melamin.

Terdapat berbagai jenis plastik yang umum digunakan, setiap jenis plastik memiliki kegunaan dan dan kelebihan masing-masing (Sri & Purwonugroho, 2018).Penjelasan mengenai jenis plastik adalah sebagai berikut:

Gambar 2.1 Jenis-jenis plastik

2.5 Karakteristik plastik

Karakteristik dari plastik terdiri dari 2 jenis, yaitu:

1. Karakteristik termal, yaitu keadaan termal dari plastik menggunakan *Thermo Gravimetry Analyzer* dan Differential *Scanning* Calorimeter untuk menentukan rentang temperatur dekomposisi, suhu softening, dan pembakaran, serta produk yang dihasilkan ketika melewati rentang temperatur tersebut.
2. Karakteristik fisik, yaitu mencakup ketebalan, kelarutan dan rentang suhu softening.

2.6 Jenis plastik yang digunakan

2.6.1 Plastik HDPE *(High Density Polyethylene)*

HDPE memiliki struktur yang hampir sama dengan PE murni. Kandungan utama dari HDPE adalah molekul plastik yang tidak bercabang. Bentuk umum dari HDPE adalah seperti berikut.

Gambar 2.2 Plastik HDPE

Dengan rendahnya tingkat keretakan untuk menghalangi penyusunan komponen, maka tingkat pengkristalan menjadi tinggi, yang menghasilkan tingginya densitas dari HDPE. Rentang densitas dari HDPE berkisar antara 0.94-0.97 g/cm3 . Oleh karena rendahnya tingkat bercabangnya, HDPE sering disebut sebagai Linear *Poly-Ethylene*. HDPE memiliki sifat kekakuan yang baik, tahan korosi, kuat tarik molekul yang baik, permeabilitas yang rendah dan tahan terhadap tekanan lingkungan yang tinggi. Berat molekul dari HDPE adalah 50.000. Plastik HDPE umumnya digunakan untuk drum bahan kimia, botol untuk bahan rumah tangga, industri, dan bahan kimia otomotif. Juga untuk perpipaan, kontainer kosmetik, botol obat-obatan, mainan anak-anak, tempat sampah, dan penutup tangki penampung (Sri & Purwonugroho, 2018). Berikut ini adalah sifat umum dari HDPE, yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.2 Sifat umum *Hing Density polyethylene*

Karakteristik	Nilai
Density (lbs/ft^3)	59,88
Tensile Break (psi)	4.423
Elongation at Break (%)	1.350
Tensile Modulus (psi)	224.812
Flexural (psi)	166.676
Tensil Impact (ft-lbs/in^2)	570

2.7 Pirolisis

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 (Wahyudi et al., 2018). 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 perekahan 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. Plastik yang mengalami proses pirolisis akan terdekomposisi menjadi material-material pada fase cair dalam bentuk minyak bakar, fase gas berupa campuran gas yang dapat terkondensasi maupun tidak dapat terkondensasi dan fase padat berupa residu maupun tar. Dibandingkan dengan bio-fuel seperti biodisel maupun bioetanol, minyak hasil pirolisis plastik memiliki beberapa kelebihan. Minyak hasil pirolisis tidak mengandung air sehingga nilai kalorinya lebih besar. Selain

itu, minyak hasil pirolisis tidak mengandung oksigen sehingga tidak menyebabkan korosi (Wahyudi et al., 2018).

Proses pirolisis terjadi karena adanya api yang ditentukan temperaturnya. Api tersebut akan memanaskan reactor, dimana reaktor ini adalah suatu alat proses tempat di mana terjadinya suatu reaksi berlangsung. Reaksi yang terjadi yaitu bahan yang dipanaskan akan melebur / meleleh pada temperatur tertentu sesuai bahan, setelah bahan melebur selanjutnya terjadi penguapan, uap tersebut selanjutnya masuk ke kondensor, dimana kondensor ini berfungsi untuk merubah fasa dari uap / gas menjadi cair. Dikondensor ini uap dari reaktor akan dirubah fasanya menjadi cairan dengan temperatur yang ditentukan untuk menghasilkan cairan yang diinginkan (Riupassa & Baharuddin, 2018).

Pirolisis plastik melibatkan tiga mekanisme dekomposisi yaitu : 1) pemotongan secara random rantai polimer yang menyebabkan terbentuknya rantai polimer yang lebih pendek, 2) pemotongan pada ujung rantai dimana molekul kecil dan rantai panjang polimer akan terbentuk, 3) pemisahan rantai polimer membentuk molekul-molekul kecil.

Mekanisme tersebut akan sangat berhubungan dengan energi disosiasi ikatannya, derajat aromatisasi maupun keberadaan halogen dan heteroatom lainnya di dalam rantai polimer. Dalam banyak kasus, proses ini umumnya berlangsung secara simultan. PE dan PP akan terdekomposisi secara termal dengan cara pemotongan rantai karbon secara random dan pemotongan pada ujung rantai karbon. Jenis plastik yang digunakan sebagai umpan pada proses pirolisis mempunyai korelasi langsung terhadap kualitas bahan bakar yang dihasilkan seperti distribusi atom karbon, flash point, bilangan oktan, bilangan setana, dan pour point.

Tiap jenis plastik mempunyai struktur kimia dan mekanisme reaksi yang berbeda. Struktur molekul PE, PP dan PS. PE adalah jenis plastik yang paling banyak ditemukan di dalam sampah plastik baik itu yang massa jenisnya rendah (LDPE) maupun yang tinggi (HDPE). PE disintesis dari polimerisasi etilen, dimana perbedaan kondisi reaksi akan menghasilkan berbagai tipe PE. PP merupakan hasil polimerisasi propilen. Produk cairan hasil pirolisis PP yang utama adalah olefin yang menyerupai rangka dari molekul PP. Dibandingkan

dengan PE, PP menghasilkan lebih sedikit residu padatan dan lebih banyak produk cairan tetapi dengan rantai karbon yang lebih ringan. PS diproduksi dari polimerisasi styrene monomer yang cukup baik untuk isolator pada komponen listrik. Hasil utama dari pirolisis PS adalah styrene monomer yang dapat digunakan sebagai bahan bakar maupun bahan baku kimia (Syamsiro, 2015).

2.8 Parameter Yang Digunakan

Adapun parameter yang digunakan yaitu sebagai berikut:

2.8.1 Nilai Viskositas

Kekentalan atau viskositas merupakan pengukuran dari ketahanan zat alir (*fluid*) yang diubah baik dengan tekanan maupun tegangan. Pada masalah sehari-hari (dan hanya untuk zat alir), kekentalan adalah "ketebalan" atau "pergesekan internal". Oleh karena itu, air yang "tipis", memiliki kekentalan lebih rendah, sedangkan madu yang "tebal", memiliki kekentalan yang lebih tinggi. Sederhananya, semakin rendah kekentalan suatu zat alir, semakin besar juga pergerakan dari zat alir tersebut.

Menurut Newton hubungan antara gaya-gayasuatu aliran viskos sebagai: Geseran dalam (viskositas) fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya. Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newtonian, dimana perbandingan antara tegangan geser (σ) dengan kecepatan gesernya (γ) konstan. Parameter inilah yang disebut dengan viskositas. Pada fluida Newtonian perbandingan antara besaran kecepatan geser dan tegangan geser adalah konstan (Febrianto & Sunarno, 2013). Viskositas suatu fluida (cairan) dapat diukur dengan viskometer Ostwald dan pengukuran ini merupakan viskositas kinematik Metode yang biasa digunakan untuk pengukuran viskositas (Viskometri et al., 1980). jika viskositas terlalu rendah (encer) maka berpengaruh terhadap sulitnya pembakaran dan kebocoran pada pipa injeks. Jika viskositas terlalu tinggi (kental) maka akan emngakibatkan sulitnya pemompaan bahan bakar ke ruang bakar (‘uyun 2017) dan mempengaruhi kualitas atomisasi yang sulit terjadi (Hidayat & Siregar, 2022).Persamaan untuk menentukan viskositas kinematik dapat ditulis :

$$v = \frac{\mu}{\rho} \qquad (2.1)$$

Dengan

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana :

ρ : massa jenis (kg/m^3)
m : massa (kg)
v : volume (m^3)
μ : kekentalan dinamis (Pa)

Viskositas dinamik adalah sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida. Viskositas dinamik tampaknya sama dengan ratio tegangan geser terhadap gradien kecepatan. Persamaan untuk menentukan viskositas dinamik dapat ditulis :

$$\mu = k\ x\ t$$

2.8.2 Nilai Densitas

Massa jenis atau densitas adalah suatu besaran kerapatan massa benda yang dinyatakan dalam berat benda per satuan volume benda tersebut. Besaran massa jenis dapat membantu menerangkan mengapa benda yang berukuran sama memiliki berat yang berbeda (Riupassa & Baharuddin, 2018). Semakin besar massa jenis suatu benda maka semakin besar juga massa disetiap volumenya (Wajdi et al., 2020). Dan semakin tingginya temperatur suatu zat maka kerapatan zat tersebut akan semakin rendah, hal ini dikarenakan molekul – molekul yang saling mengikat pada suatu zat akan terlepas. Maka rumus untuk menghitung massa jenis adalah:

$$\rho = \frac{m}{v} \qquad (2.3)$$

Dimana :

ρ = massa jenis *kg/m^3*

m = massa benda

v = volume benda *m^3*

Peralatan yang digunakan antara lain thermometer bimetal untuk mengukur suhu selama proses berlangsung, IR thermometer untuk mengukur temparatur nyala api, timbangan untuk menimbang berat plastic, gelas ukur untuk mengukur hasil miplas yang diperoleh dan peralatan kompor beserta reaktornya.

2.8.3 *Flash Point*

Titik nyala ***(flash point)*** adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menyala pada kondisi tertentu pada tekanan satu atmosfer. Titik nyala (flash point) merupakan faktor penting untuk keamanan terhadap kebakaran. Proses pemanasan terhadap bahan bakar secara konstan dapat menentukan titik ***flash point*** dari suatu bahan bakar, setelah temperatur pada titik tertentu tercapai maka bahan bakar tersebut akan mengalami penguapan. Uap tersebut akan menyala jika sumber api diarahkan pada uap tersebut sehingga dapat menimbulkan percikan api. ***Flash point*** yang tinggi akan memudahkan penanganan bahan bakar, karena bahan bakar tidak perlu disimpan pada suhu rendah. Sebaliknya, ***flash point*** bahan bakar yang terlalu rendah akan membahayakan karena tingginya resiko terjadi penyalaan (Kurdi, 2006). Uji titik nyala (***flash point***) menggunakan metode ASTM D 92. Nilai titik nyala dapat diperkirakan menggunakan persamaan :

$$flash\ point = C + 0{,}25\ (101{,}3 - P) \qquad (2.4)$$

Dimana :

C = ***Flash Point*** diamati (^{0}C)
P = Tekanan pada ***Flash Point*** tertentu (kPa)

Penentuan nilai titik nyala ini juga berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan penanganan bahan bakar dan diuji dengan menggunakan alat Pensky Marten Closed Tester (ASTM, 1990).

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian analisis dan pengujian bahan bakar alternatif ini dilakukan dilaboraturium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera, jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan dan Laboratorium Politeknik Negeri Medan. Jl. Almamater No.1 Kampus USU Medan Sumatra Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pada penelitian ini dimulai dari persetujuan penulisan tugas akhir,seminar proposal tugas akhir,pengambilan data,pengolahan data,seminar hasil sampai dengan sidang akhir yang akan menghabiskan waktu kurang lebih 6 bulan.

Tabel 3. 1 Waktu kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur						
2	Pengumpulan Data						
3	Pengambilan Sampel Minyak Pirolisis						
4	Pengujian dan Pengambilan Data						
5	Analisa Data						
6	Hasil dan Pembahasan						
7	Penulisan Laporan						
8	Sidah Sarjana						

3.2 Bahan Dan Alat

Adapun bahan - bahan yang digunakan dalam pengujian bahan bakar alternatif ini adalah :

3.2.1 Bahan Penelitian

1) Platik HDPE

Plastik jenis ini didapat dari limbah tutup botol bekas,botol oli bekas,yang di cacah dengan ukuran < 2cm dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.

Gambar 3.1 Plastik HDPE

2) Minyak Hasil Pirolisis Plastik HDPE

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

Gambar 3.2 Minyak Hasil Pirolisis Plastik HDPE

3.2.2 Alat Penelitian

1) Botol Kaca

Botol kaca ini digunakan sebagai wadah penampung minyak hasil pirolisis plastik HDPE, selain itu botol kaca juga akan membuat kandungan di dalam minyak hasil pirolisis tersebut lebih tahan lama dan tidak berubah dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.

Gambar 3.3 Botol Kaca

2) Gelas Ukur

Gelas ukur ini digunakan untuk mengukur volume minyak hasil pirolisis limbah plastik HDPE dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.

Gambar 3.4 Gelas Ukur

3) Neraca Digital

Neraca digital ini digunakan untuk mengukur massa minyak yang dihasilkan dari pirolisis plastik HDPE dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.

Gambar 3.5 Neraca Digital

4) Viskometer

Viskometer ini untuk menghitung nilai viskositas atau kekentalan suatu fluida dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.

Gambar 3.6 Viskometer

5) *Density* Meter

Density meter ini digunakan untuk mengetahui massa jenis minyak plastik yang dihasilkan dari proses pirolisis dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.

Gambar 3.7 *Density* Meter

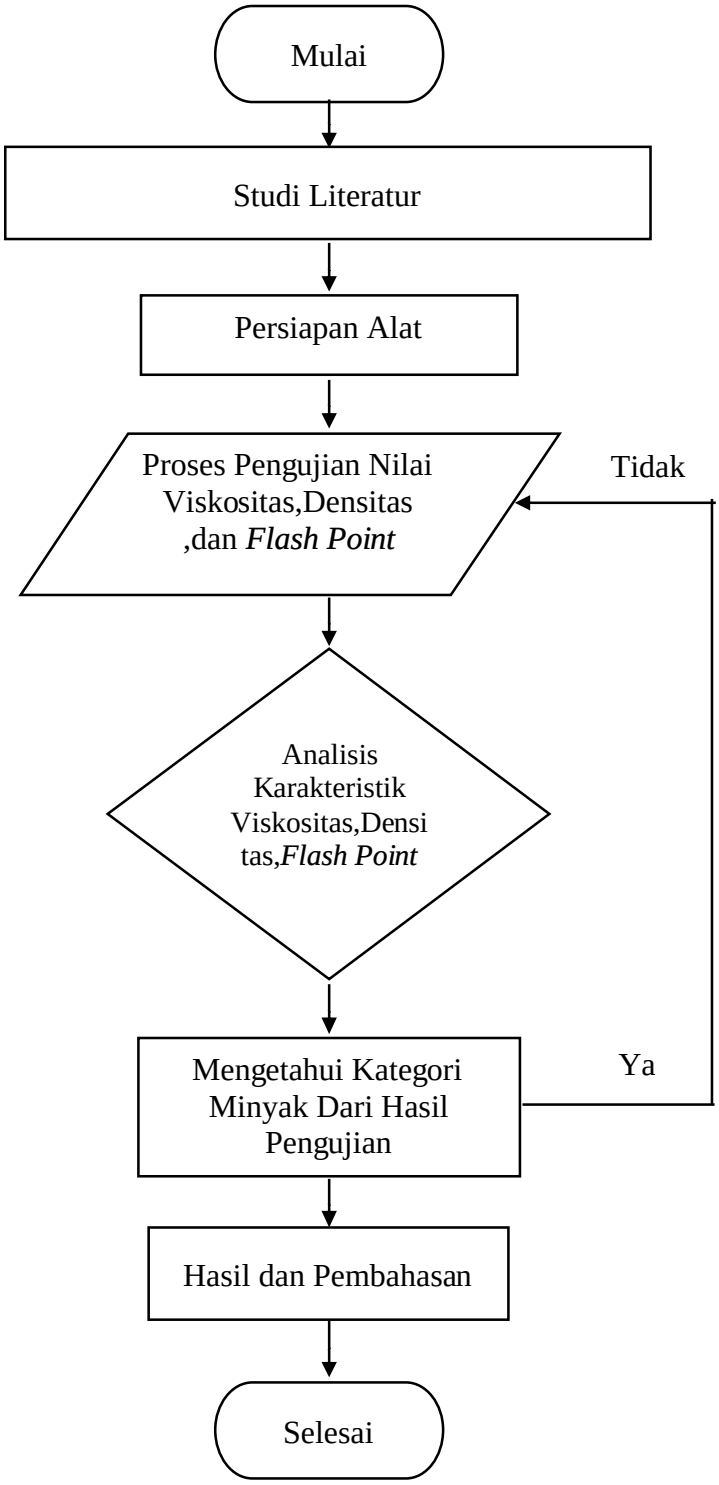
6) *Flashpoint Tester*

Flashpoint tester digunakan sebagai instrumen yang menentukan titik nyala sampel minyak hasil pirolisis limbah plastik HDPE dengan cara memanaskan minyak didalam wadah dengan menyalakan api kecil tepat diatas permukaan minyak hasil pirolisis, dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini.

Gambar 3.8 *Flashpoint Tester*

3.3 Bagan Alir Penelitian

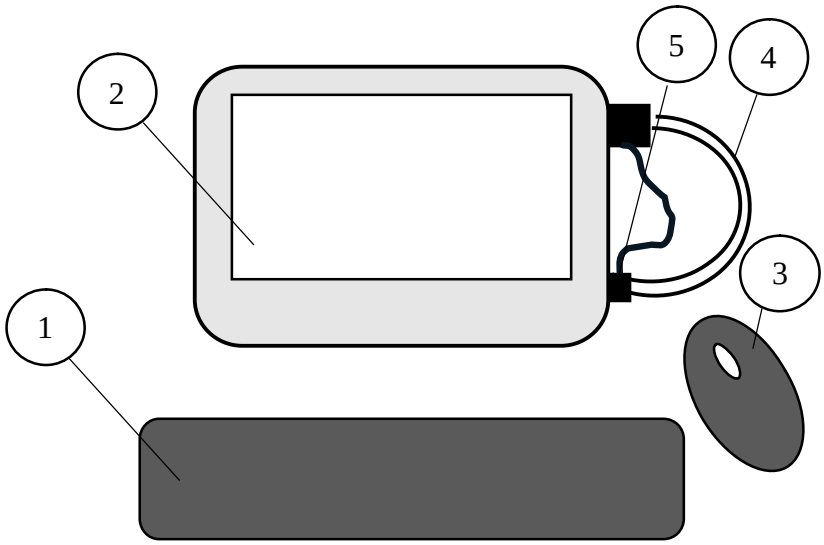
Adapun Bagan Alir dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.



Gambar 3.9 Diagram Alir

3.4 Rancangan Alat Penelitian

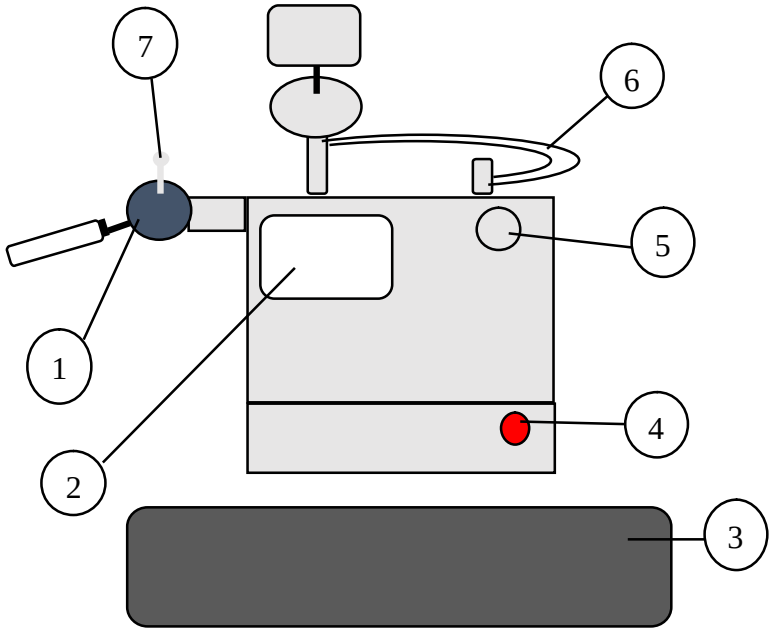
Adapun perancangan penelitian nilai viskositas indeks, viskositas kinematik,dan densitas.



Gambar 3.10 Skema Alat Viskositas Dan Densitas

1. *Keyboard*
2. *Monitor*
3. *Mouse*
4. Selang Saluran Minyak
5. *Cells*

Perancangan penelitian nilai flash point



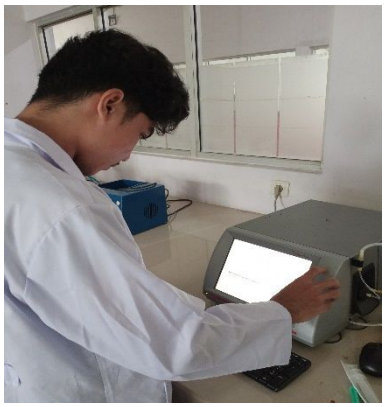
Gambar 3.11 Skema Alat Flash Point

1. *Cup Pm*
2. *Monitor*
3. *Keyboard*
4. Tombol *Run*
5. *Jog*
6. Selang Saluran Minyak
7. *Lid Pm*

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

Alat uji yang di gunakan untuk pengujian viskositas indeks, viskositas kinematik,densitas adalah menggunakan alat SVM 3001 *Viscometer* dengan metode standar ASTM D7042, ASTM D4052, ASTM D2270.



Langkah-langkah pengujian viskositas indeks, viskositas kinematik, densitas adalah sebagai berikut :

1. Klik tombol ON, Pilih metode pengukuran:
   a. Ketuk <method> pada layar utama
   b. Ketuk dan pilih metode viscosity index (current method) dan ketuk <OK>
2. Masukan nama sampel:
   a. Ketuk <quick settings>
   b. Ketuk bidang input teks (kolom “parameter select”) of line (sample name)
   c. Masukan nama sampel dan ketuk <OK>

Tip: jika pengguna mengedit parameter pengaturan cepat, parameter ini di tandai “*”

   d. Ketuk <OK>
3. Pastikan cells nya bersih dan kering
4. Siapkan sampel
5. Isi 5 ml (SVM 4001: 10 ml) pada suntikan sampel kedalam cells
6. Mulai pengukuran
7. Suntik sampel sebanyak 1 ml pada “adapter luer lock” setelah itu ketuk <OK>
8. isi ulang sampel per 1 ml, ketuk <OK> untuk terus
9. Periksa hasil pengukuran pada layar, (pengukuran selesai)
10. Ketuk data memori, lihat hasil pengukuran

Kemudian Pengujian *Flash Point* (Titik Nyala)

Pengujian titik nyala dalam penelitian ini menggunakan alat *Pensky-Martens Flash Point Tester* PMA 5 dengan metode standar ASTM D93.

Langkah langkah pengujian *Flash Point* adalah sebagai berikut :

1. Tekan Tombol ON
2. Masukan sampel biopelumas sebanyak 75 ml ke “cup PM”, tutup cup PM dengan mengunakan “lid PM”
3. Masukan “multi-detector PM-NIRO ke Lid PM
4. Tempatkan “cup PM” kedalam bak udara pada alat
5. Ubah kepala”multi-function menjadi posisi tes
6. Dari “menu utama” pilih “Test Run” dengan memutar “jog” dan tekan <enter>
7. Pilih atau tentukan nama sampel
8. Masukan titik nyala yang diharapkan
9. Pilih program
10. Tekan <Run> untuk memulai pengujian
11. Pengujian berakhir, tunggu alat mendingin
12. Keluarkan sampel dari cup PM, bersihkan bagian-bagian dari sisipan tes
13. Kembali ke menu utama, tekan <result>
14. Pilih “<config &service> service>diagnostic>print cycle”

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Perhitungan , Viscositas,Densitas dan *Flash Point* Secara Teoritis

Perhitungan nilai Viscositas,Densitas dan *Flash Point* bahan bakar plastik HDPE secara teoritis akan didapat dengan menggunakan landasar teoritis yang sudah adapada BAB 2, yang akan ditampilkan pada pembahasan sebagai berikut:

A. Perhitungan Nilai Kekentalan / Viskositas

Menentukan besar nilai kekentalan plastik yang sudah diolah,dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

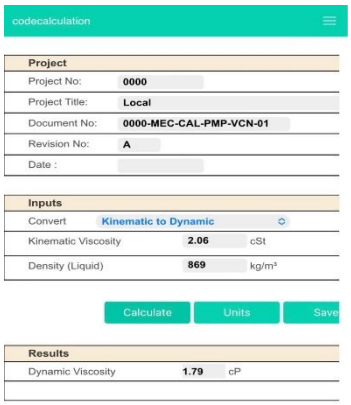
$\mu = k\ x\ t$ (persamaan kekentalan dinamis)

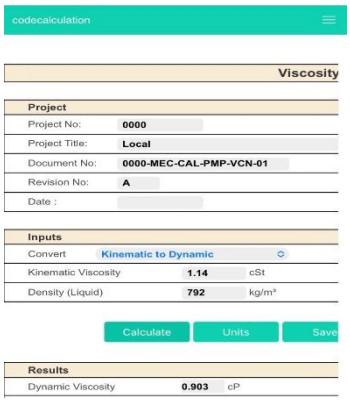
$v = \mu / \rho$ (persamaan kekentalan kinetik)

- Kekentalan Dinamis

Nilai dari kekentalan dinamis ,untuk suhu 300 ^{0}C dan 260 ^{0}C didapat dari *Viscosity Unit Conversions* yang terdapat pada google https://www.codecalculation.com/htm/calculate/mechanical/pumps/viscosity -conversions/ ,dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Bahan Bakar	Suhu ^{0}C	Viskositas cP
Solar	300	1.79
Minyak Tanah	260	0.903





- Kekentalan Kinetik

1).Temperatur 300 ^{0}C

Viskositas kinetik dapat dihitung menggunakan rumus

$$v = \mu/\rho$$

Dimana : v : Nilai viskositas kinetik $(\mathrm{mm}^2/\mathrm{s})$
μ : Nilai viskositas dinamis (cP)
ρ : Nilai densitas (kg/m^3)

Pada temperatur 300 ^{0}C mendapatkan viskositasnya 1,79 cP dan nilai densitasnya 869 kg/m^3,maka viskositas kinetik tersebut adalah :

Diketahui μ = 1,79 cP
ρ = 896 kg/m^3
Ditanya : v : Nilai viskositas kinetik $(\mathrm{mm}^2/\mathrm{s})$

$$\mu = 1{,}79 \text{ cP}$$

$$\mu = 0{,}179 \text{ dpa.s}$$

Atau setara dengan

$$\mu = 1{,}79 \text{ x } 10^{-3} \mathrm{Ns}/\mathrm{m}^2$$

Dan

$$\rho = 896 \text{ kg}/\mathrm{m}^3$$

Maka

$$v = \mu/\rho$$

$$v = \frac{1{,}79 \text{ x } 10^{-3} \mathrm{Ns}/\mathrm{m}^2}{869 \text{ kg}/\mathrm{m}^3}$$

$$v = 2{,}059 \text{ x } 10^{-6} \mathrm{m}^2/\mathrm{s}$$

$$v = 2{,}06 \text{ mm}^2/\mathrm{s}$$

Atau setara dengan

$$v = 0{,}206 \text{ dPa.s}$$

Jadi , pada temperatur 300 ^{0}C viskositas kinetik jenis minyak plastik HDPE *(High Density Polyethylene)* adalah 2,06 mm^2/s

2).Temperatur 260 ^{0}C

Viskositas kinetik dapat dihitung menggunakan rumus

$$v = \mu/\rho$$

Dimana : v : Nilai viskositas kinetik $(\mathrm{mm}^2/\mathrm{s})$
μ : Nilai viskositas dinamis (cP)
ρ : Nilai densitas (kg/m^3)

Pada temperatur 260 ^{0}C mendapatkan viskositasnya 0,903 cP dan nilai densitasnya $792\ \mathrm{kg/m^3}$,maka viskositas kinetik tersebut adalah :

Diketahui μ = 0,903 cP
ρ = $792\ \mathrm{kg/m^3}$
Ditanya : v : Nilai viskositas kinetik $(\mathrm{mm}^2/\mathrm{s})$

$$\mu = 0{,}903\ \mathrm{cP}$$

$$\mu = 0{,}0903\ \mathrm{dpa.s}$$

Atau setara dengan

$$\mu = 0{,}903 \times 10^{-3}\ \mathrm{Ns/m^2}$$

Dan

$$\rho = 792\ \mathrm{kg/m^3}$$

Maka

$$v = \mu/\rho$$

$$v = \frac{0{,}903 \times 10^{-3}\ \mathrm{Ns/m^2}}{792\ \mathrm{kg/m^3}}$$

$$v = 1{,}14 \times 10^{-6}\ \mathrm{m^2/s}$$

$$v = 1{,}14\ \mathrm{mm^2/s}$$

Atau setara dengan

$$v = 0{,}114\ \mathrm{dPa.s}$$

Jadi , pada temperatur 260 ^{0}C viskositas kinetik jenis minyak plastik HDPE *(High Density Polyethylene)* adalah 1,14 mm^2/s

B. Massa jenis (Densitas)

1). Temperatur 300 ^{0}C

Masa jenis dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana : ρ : Massa jenis (g/ml)
m : Massa minyak (g)
v : Volume minyak yang dihasilkan (ml)

Pada temperatur 300℃ mendapatkan volume minyak sebanyak 126 ml dan massa minyak 109,494 g maka nilai massa jenis dari minyak plastik HDPE *(High Density Polyethylene)* tersebut adalah:

Diketahui m = 109,5 g
v = 126 ml
Ditanya : ρ : Massa jenis (g/ml)

$$\rho = \frac{109{,}5\ \text{g}}{126\ \text{ml}}$$

$$\rho = 0{,}869\ \text{g/m}^3$$

$$\rho = 869\ \text{kg/m}^3$$

Jadi, pada temperatur 300℃ massa jenis dari jenis minyak plastik HDPE *(High Density Polyethylene)* adalah $869\ \text{kg/m}^3$.

2). Temperatur 260 ^{0}C

Massa jenis dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana : ρ : Massa jenis (g/ml)
m : Massa minyak (g)
v : Volume minyak yang dihasilkan (ml)

Pada temperatur 260℃ mendapatkan volume minyak sebanyak 114 ml dan massa minyak 90,28 g maka nilai massa jenis dari minyak plastik HDPE *(High Density Polyethylene)* tersebut adalah:

Diketahui m = 90,3 g
v = 114 ml
Ditanya : ρ : Massa jenis (g/ml)

$$\rho = \frac{90{,}3\ \text{g}}{114\ \text{ml}}$$

$$\rho = 0{,}792\ \text{g/m}^3$$

$$\rho = 792\ \text{kg/m}^3$$

Jadi, pada temperatur 260℃ nilai densitas dari jenis minyak plastik HDPE *(High Density Polyethylene)* adalah $792\ \text{kg/m}^3$.

C. *Flash Point /* Titik nyala

Flash Point adalah Suhu terendah suatu bahan yang mengeluarkan uap/gas, akan menyala dan terbakar sekejap bila dikenai sumber panas atau pilot flame. Pada titik flash, uap dapat berhenti untuk membakar ketika sumber pengapian akan dihapus. Titik nyala dengan suhu autosulutan , yang tidak memerlukan sumber pengapian, atau titik api , suhu di mana uap terus membakar setelah dinyalakan. Baik titik nyala maupun titik api tergantung pada suhu sumber pengapian, yang jauh lebih tinggi. Titik nyala sering digunakan sebagai karakteristik deskriptif dari cairan bahan bakar , dan juga digunakan untuk membantu mencirikan bahaya kebakaran cairan. “Titik nyala” mengacu pada baik mudah terbakar cairan dan mudah terbakar cairan. Ada berbagai standar untuk mendefinisikan setiap istilah.Semakin rendah titik nyala maka bahan tersebut semakin mudah terbakar atau nyala. Menentukan besar *Flash Point* untuk plastik yang diolah adalah sebagai berikut:

Amati dan catat tekanan udara ambient pada saat penguujian. Ketika tekanan berbeda dari 101,3 kPa (760 mm Hg), maka untuk koreksi dari *flash point* atau titik api, atau keduanya, sebagai berikut:

1). Temperatur 300 ^{0}C
Untuk menghitung Nilai *Flash Point* / Titik nyala dapat menggunakan rumus :

$$flash\ point = \text{C} + 0{,}25\ (101{,}3 - \text{P})$$

Dimana : C : *Flash Point* diamati (^{0}C)
P : Tekanan pada *Flash Point* tertentu (kPa)

Pada saat tempertur 38.2 ℃ tekanan yang terukur pada barometer adalah sebesar 100 kPa nilai ini diperoleh pada saat pengujian. maka akan didapat *flash point* secara teoritis sebesar :

Diketahui : C : 38.2 ℃
P : 100 kPa
Ditanya : Flash point

Sehingga diperoleh nilai *Flash Point:*

$$flash\ point = 38{,}2 + 0{,}25\ (101{,}3 - 100)$$
$$flash\ point = 38{,}2 + 0{,}25\ (1.3)$$
$$flash\ point = 38{,}2 + 0.325$$
$$flash\ point = 38{,}5^0C$$

Jadi, pada temperatur 300℃ nilai flash point dari jenis minyak plastik HDPE *(High Density Polyethylene)* adalah $38{,}5^0C$

2). Temperatur 260 ^{0}C
Untuk menghitung Nilai Flash Point / Titik nyala dapat menggunakan rumus :

$$flash\ point = C + 0{,}25\ (101{,}3 - P)$$

Dimana : C : *Flash Point* diamati (^{0}C)
P : Tekanan pada *Flash Point* tertentu (kPa)

Pada saat Temperatur 38 ℃ tekanan yang terukur pada barometer adalah sebesar 100 kPa nilai ini diperoleh pada saat pengujian. maka akan didapat *flash point* secara teoritis sebesar :

Diketahui : C : 38 ℃
P : 100 kPa
Ditanya : Flash point

Sehingga diperoleh nilai *Flash Point:*

$$flash\ point = 38 + 0{,}25\ (101{,}3 - 100)$$
$$flash\ point = 38 + 0{,}25\ (1.3)$$
$$flash\ point = 38 + 0.325$$
$$flash\ point = 38{,}3^0C$$

Jadi, pada temperatur 260℃ nilai flash point dari jenis minyak plastik HDPE *(High Density Polyethylene)* adalah $38{,}3^0C$.

4.2 Nilai Viskositas,Densitas dan *Flash Point*

4.2.1 Bedasarkan pengujian laboratorium

Data nilai Viskositas,Densitas dan *Flash Point* berdasarkan pengujian dilakukan di Laboratorium Mesin Politeknik Negeri Medan,dengan hasil pengujian pada tabel 4.1 .

Tabel 4.1 Data Pengujian Laboratorium Politeknik Medan

No	Pengujian	Nilai	
		Temp 300^0C	Temp 260^0C
1	Viskositas	2.06 mm^2/s	1.14 mm^2/s
2	Densitas	869 kg/m^3	792 kg/m^3
3	*Flash Point*	38.2^0C	38^0C

4.2.2 Bedasarkan pengujian teoritis

Data nilai Viskositas,Densitas dan *Flash Point* berdasarkan perhitungan teoritis,dengan hasil perhitungan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Perhitungan Secara Teoritis

No	Perhitungan	Nilai	
		Temp 300^0C	Temp 260^0C
1	Viskositas	2.06 mm^2/s	1.14 mm^2/s
2	Densitas	869 kg/m^3	792 kg/m^3
3	*Flash Point*	38.5^0C	38.3^0C

4.2.3 Bedasarkan Referensi

Data nilai Viskositas,Densitas dan *Flash Point* berdasarkan referensi,dengan hasil pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data dari Referensi

No	Data	Nilai	
		Temp 300^0C	Temp 260^0C
1	Viskositas	1.63-3.87 mm^2/s	0.77-1.19 mm^2/s
2	Densitas	815-870 kg/m^3	770-835 kg/m^3
3	*Flash Point*	38.2-52^0C	38-38.0^0C

Berdasarkan data tersebut, maka data nilai viskositas dan densitas sama dari hasil pengujian namun untuk *flash point* berdasarkan hasil perhitungan teoritis tidak jauh beda dengan hasil pengujian dan referensinya.

4.3 Analisis Data

Dari data yang sudah diuraikan, maka akan dibandingkan nilai viskositas,densitas,dan *flash point* dari perhitungan teoritis dan pengujian lab yang telah dilakukan serta kategori minyak tersebut dari referensi (Migas, 2020) dan (Kurniawati, 2017).

4.3.1 Nilai Viskositas

Viskositas adalah suatu ukuran dari dasar perlawanan zat cair untuk mengalir atau ukuran dari besarnya tahanan geser dalam dari suatu benda cair. Pada umumnya makin tinggi drajat API, makin kecil viscositasnya. Untuk viskositas secara pengujian di laboratorium dengan temperatur 300 ^{0}C adalah 2.06 mm^2/s dan untuk temperatur 260 ^{0}C adalah 1,14 mm^2/s .Sedangkan untuk viskositas secara teoritis pada temperatur 300 ^{0}C adalah 2,06 mm^2/s dan pada temperatur 260^{0}C adalah 1,14 mm^2/s.Untuk viskositas pada temperatur 300 ^{0}C itu mengarah ke solar dari referensi (Kurniawati, 2017) dan pada temperatur 260 ^{0}C mengarah ke bensin dari referensi (Kurniawati, 2017).

4.3.2 Nilai Densitas

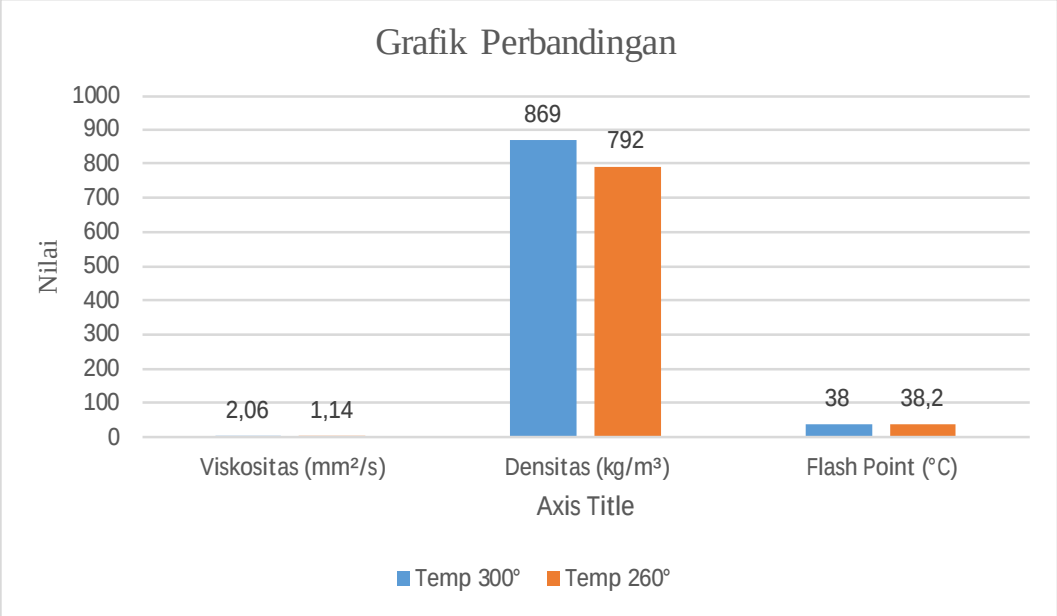
Massa jenis atau densitas adalah suatu besaran kerapatan massa benda yang dinyatakan dalam berat benda per satuan volume benda tersebut. Besaran massa jenis dapat membantu menerangkan mengapa benda yang berukuran sama memiliki berat yang berbeda. Semakin besar massa jenis suatu benda maka semakin besar juga massa disetiap volumenya.Densitas untuk plastik secara teoritis pada temperature 300^{0}C adalah 869 kg/m^3 dan pada temperatur 260^{0}C adalah 792 kg/m^3.Sedangkan secara pengujian di laboratorium pada temperatur 300^{0}C adalah 869 kg/m^3 ^{0}C dan pada temperatur 260^{0}C adalah 792 kg/m^3.Untuk densitas pada temperatur 300^{0}C itu mengarah ke solar dari referensi (Migas, 2020) dan pada temperatur 260^{0}C mengarah ke minyak tanah dari referensi (Migas, 2020).

4.3.3 Nilai *Flash Point*

Nilai *Flash Point* adalah Suhu terendah suatu bahan yang mengeluarkan uap/gas, akan menyala dan terbakar sekejap bila dikenai sumber panas atau pilot flame. Semakin rendah titik nyala maka bahan tersebut semakin mudah terbakar atau nyala. *Flash Point* untuk plastik secara teoritis pada temperatur 300 ^{0}C adalah 38,5^{0}C dan pada temperatur 260 ^{0}C adalah 38,3^{0}C.Sedangkan secara pengujian di laboratorium pada temperatur 300 ^{0}C adalah 38,2^{0}C dan pada temperatur 260^{0}C adalah 38^{0}C.Untuk flash point pada temperatur 300 ^{0}C itu mengarah ke solar dari referensi (Migas, 2020) dan pada temperatur 260^{0}C mengarah ke minyak tanah dari referensi (Migas, 2020).

4.4 Grafik Perbandingan Nilai

Berikut adalah visualisasi perbandingan nilai data viskositas,densitas,dan *flas point* dalam bentuk grafik garis.



Gambar 4.1 Grafik perbandingan nilai

Dari grafik dapat dilihat untuk nilai viskositas pada temperatur 300 ^{0}C sebesar 2.06 mm^2/s dan pada temperatur 260^{0}C sebesar 1.14 mm^2/s.Untuk nilai densitas pada temperatur 300^{0}C sebesar 869 kg/m^3 dan pada temperatur 260^{0}C sebesar 792 kg/m^3.Untuk nilai *flash point* pada temperatur 300^{0}C sebesar 38.2^{0}C dan pada temperatur 260^{0}C sebesar 38^{0}C.

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari nilai viskositas, densitas, *flash point.*

- Untuk viskositas secara pengujian di laboratorium dengan temperatur 300 ^{0}C adalah 2.06 mm^2/s dan untuk temperatur 260 ^{0}C adalah 1,14 mm^2/s .Sedangkan untuk viskositas secara teoritis pada temperatur 300 ^{0}C adalah 2,06 mm^2/s dan pada temperatur 260^{0}C adalah 1,14 mm^2/s.
- Densitas untuk plastik secara teoritis pada temperature 300 ^{0}C adalah 869 kg/m^3 dan pada temperatur 260^{0}C adalah 792 kg/m^3.Sedangkan secara pengujian di laboratorium pada temperatur 300 ^{0}C adalah 869 kg/m^3 ^{0}C dan pada temperatur 260^{0}C adalah 792 kg/m^3.
- *Flash Point* untuk plastik secara teoritis pada temperatur 300 ^{0}C adalah 38,5^{0}C dan pada temperatur 260 ^{0}C adalah 38,3^{0}C.Sedangkan secara pengujian di laboratorium pada temperatur 300 ^{0}C adalah 38,2^{0}C dan pada temperatur 260^{0}C adalah 38^{0}C.

2. Kategori jenis minyak dari jenis dari plastik HDPE (*High Density Polyethylene*).

- Untuk viskositas pada temperatur 300 ^{0}C itu mengarah ke solar dan pada temperatur 260^{0}C mengarah ke minyak tanah.
- Untuk densitas pada temperatur 300 ^{0}C itu mengarah ke solar dan pada temperatur 260^{0}C mengarah ke minyak tanah.
- Untuk *flash point* pada temperatur 300^{0}C itu mengarah ke solar dan pada temperatur 260^{0}C mengarah ke minyak tanah.

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 dan pertimbangan dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Abdussalam, Fernandez, D., & Lapisa, R. (2018). Penggunaan Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pada Mesin GeneratorSet Multi Equipment (ME) 1800. *Automotive Engineering Education Journals* , *2*(02), 1–7.

Al Fajr, M. A., & Setiawan, A. A. (2019). Penggunaan Material Limbah High Density Polyetylene (HDPE) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *Widyakala Journal*, *6*, 6. https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i0.161

Damar Wahyu Prianto. (2018). *PIROLISIS SAMPAH PLASTIK BUNGKUS MIE INSTAN DENGAN MEMANFAATKAN ABU VULKANIK GUNUNG MERAPI SEBAGAI KATALIS*. https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/10654

Damayanti, Z., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis Karakteristik Fuel Pirolisis Sampah Plastik Berdasarkan Jenis Plastik Yang Digunakan: Review. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, *8*(1), 26. https://doi.org/10.31942/inteka.v18i1.8092

Febrianto, T., & Sunarno, S. S. E. (2013). Rancang bangun alat uji kelayakan pelumas kendaraan bermotor berbasis mikrokontroler. *Unnes Physics Journal*, *2*(1), 30–34. http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upj

Hartono, E. F., & Rachmat, N. (2022). Klasifikasi Jenis Plastik HDPE, LDPE, dan PS Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode Support Vector Machine. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, *9*(2), 1403–1412. https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i2.2470

Hidayat, F. F. D., & Siregar, I. H. (2022). Uji Karakteristik Minyak Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik Polypropylene. *Jurnal Teknik Mesin*, *10*(01), 13–20. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/43904

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.

Kurniawati, P. (2017). Hasil dan pembahasan. *Universitas Nusantara PGRI Kediri*, *01*, 1–7.

Manalu, P. L., Alwi, E., Sugiarto, T., Prof, J., Air, H., & Padang, T. (2015). ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK HASIL DARI PYROLISIS tri POD-AP SETARA BENSIN TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN KANDUNGAN EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 4 TAK. *Automotive Engineering Education Journals* , *1*.

Migas, D. (2020). Spesifikasi Produk BBM, BBN & LPG. *Spesifikasi Produk BBM, BBN & LPG*, 23.

Nasrun, N., Kurniawan, E., & Sari, I. (2017). Pengolahan Limbah Kantong Plastik Jenis Kresek Menjadi Bahan Bakar Menggunakan Proses Pirolisis. *Jurnal Energi Elektrik*, *4*(1), 1–5. https://doi.org/10.29103/jee.v4i1.11

Nuryosuwito, N., Rosydi, M. A. I., & Istiqlaliyah, H. (2021). Pemanfatan 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

Riupassa, H., & Baharuddin, M. N. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Melalui Proses. *Jurnal Teknik Mesin*, *7*(1), 44–52.

http://ojs.ustj.ac.id/mesin/article/view/404

Semar, D. (2022). Perkembangan Spesifikasi Bensin Indonesia dan Spesifikasi WWFC serta Pengaruhnya Bagi Industri Migas. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, *40*(3), 21–30. https://doi.org/10.29017/lpmgb.40.3.187

Sri, :, & Purwonugroho, W. (2018). Pengolahan Limbah Plastik High Density Polyethylene (Hdpe) dan Polyprophylene (Pp) dengan metode Mix Plastic Coated Aggregate untuk meningkatkan kualitas aspal beton. *Skripsi*.

Sumartono, Husin Ibrahim, S. (2012). Dari Limbah Plastik. *Uji Karakteristik Bahan Bakar Minyak (Bbm) Dari Limbah Plastik*, *1*(1), 380–385.

Sumartono, S. (2019). Produksi Bahan Bakar Minyak Dari Limbah Plastik Hdpe Dan Pete 1 Kg. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, *2*(2), 94–103. https://doi.org/10.30596/rmme.v2i2.3662

Syamsiro, M. (2015). Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk. *Teknik*, *5*(1), 1–85.

Viskometri, V., Bahan-bahan, A., & Tahapan, M. P. (1980). *G07rad_BAB III Bahan dan Metode*. 3–4.

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

Yusron, Z. (2007). Analisis Campuran Bahan Bakar Bensin Dengan Minyak Tanah Pada Pompa Air Agar Biaya Murah. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, *2*, 155–167.

PUSAT ENERGI BARU TERBARUKAN
POLITEKNIK NEGERI MEDAN
Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Medan 20155, Indonesia
Telp. (061) 8210371, 8211235, 8213951, Fax : (061) 8215845
http://www.polmed.ac.id e-mail : polmed@polmed.ac.id
ebt@polmed.ac,.id

==========

Medan 22 Juni 2024

Nomor : 33//EBT/EN/2024
Lampiran : 2 (dua) Berkas
Hal : Laporan Uji Sifat Pirolisis HDPE

Kepada Yth.
Arya Dwirangga Putra
di
Tempat

Dengan Hormat,
Sehubungan dengan permintaan dari Bapak/Ibu Pusat Energi Baru Terbarukan untuk melaksanakan pengujian Karakteristik pirolisis HDPE, maka disini disampaikan bahwa pengujian tersebut telah selesai. Berikut laporannya telah kami selesaikan seperti tertera pada lembaran data, dan pengujian yang kami lakukan sesuai dengan material yang kami terima.

Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Ko. Pusat Energi Baru Terbarukan
Politeknik Negeri Medan

Arridina Susan Silitonga, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 198101232002122002

LAPORAN HASIL UJI KARAKTERISTIK PIROLISIS

No : 33//EBT/EN/2024

Nama : Arya Dwirangga Putra
Perusahaan/Institusi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jenis Sample : Pirolisis HDPE

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Pirolisis

Temperatur Pirolisis (°C)	Jenis Pelumas	Properties		
		Viskositas Kinematik 40°C (mm^2/s)	Densitas (kg/m^3)	Flash Point °C
300	HDPE	2.06	869	38.2
260		1,14	792	38

Diuji Oleh	Disaksikan Oleh:	Tanggal:
Bela Nurulita, S.T	Dr. Abdi Hanra Sebayang, S.T., M.T. NIP. 19680417 199801 2 001	

4.3.6 Hasil Pengujian Karakteristik

Pengujian karakter ini bertujuan untuk mengetahui persamaan cairan hasil pirolisis dengan bahan bakar yang digunakan pada umumnya. Karakteristik yang diujikan antara lain adalah nilai kalor, densitas, viskositas, dan titik nyala. Karakter-karakter tersebut dipilih karena merupakan sifat fisik utama yang dimiliki oleh bahan bakar meskipun masih banyak yang harus diuji untuk pemakaian secara komersil. Karateristik yang didapatkan pada hasil pirolisis dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Karakteristik Hasil Pirolisis

No	Bahan	Nilai Kalori	Densitas	Viskositas	Flash Point
		(kal/gram)	(gram/cm^3)	(cp)	(^{o}C)
1	Tanpa Katalis	9072,4709	0,7454	14,00	121,00
2	Katalis 10 gram	9132,2761	0,7382	11,00	117,67
3	Katalis 20 gram	9236,3418	0,7324	9,00	114,00
4	Katalis 30 gram	9307,1660	0,7223	8,33	112,00

Karakteristik yang telah didapat akan dibandingkan dengan bahan bakar yang telah digunakan secara komersil. Bahan bakar yang digunakan sebagai perbandingan antara lain ada bensin, solar/biosolar, dan biodiesel. Karakter bahan bakar komersil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Karakterisik Bahan Bakar Komersil

No	Bahan	Nilai Kalori	Densitas	Viskositas	Flash Point
		(kal/gram)	(gram/cm^3)	(cp)	(^{o}C)
1	Bensin (*Gasoline*)	[1] 11414,453	[4] 0,778-1,198	[2] 0,77-1.19	[4] -42,77
2	Solar	[4] 11106,3342	[4] 0,815-0,860	[4] 1,63-3,87	[4] 50
3	Biodiesel	[3] -	[4] 0,85-0,89	[3] 2,3-6	[3] >130

Sumber :[1] Agariksa (2013), [2] Wiratmadja (2010), [3] SNI 7182:2015, dan [4]Standar Bahan Bakar Pertamina

Spesifikasi Solar/Biosolar (B20)

No.	KARAKTERISTIK	SATUAN	BATASAN MIN	BATASAN MAX	METODE UJI
1	Angka Setana, atau	-	48	-	ASTM D613
	Indeks Setana	-	45	-	ASTM D4737
2	Berat Jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m^3	815	870	ASTM D4052 / D1298
3	Viskositas (pada suhu 40 °C)	mm^2/s	2.0	4.5	ASTM D445
4	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0.35 [1)]	ASTM D4294 / D5453
				0.30 [2)]	
				0.25 [3)]	
				0.05 [4)]	
				0.005 [5)]	
5	Distilasi 90% vol penguapan	°C	-	370	ASTM D86
6	Titik Nyala	°C	52	-	ASTM D93
7	Titik Kabut	°C	-	18	ASTM D2500
atau					
8	Titik Tuang	°C	-	18	ASTM D97
9	Residu Karbon	% m/m	-	0.1 [6)]	ASTM D189
10	Kandungan Air	mg/kg	-	500	ASTM D6304
11	Kandungan FAME	% v/v	-	20 [7)]	ASTM D7806 / D7371
12	Korosi Bilah Tembaga	merit	-	Kelas 1	ASTM D130
13	Kandungan Abu	% m/m	-	0.01	ASTM D482
14	Kandungan Sedimen	% m/m	-	0.01	ASTM D473
15	Bilangan Asam Kuat	mg KOH/g	-	0	ASTM D664
16	Bilangan Asam Total	mg KOH/g	-	0.6	ASTM D664
17	Penampilan Visual	-	Jernih & Terang		-
18	Warna	No. ASTM	-	3.0	ASTM D1500
19	Lubricity (HFRR wear scar dia. @ 60 °C)	micron	-	460 [8)]	ASTM D6079
20	Kestabilan Oksidasi Metode Rancimat	Jam	35		EN 15751

CATATAN UMUM:

1. Aditif harus kompatibel dengan minyak mesin (tidak menambah kekotoran mesin/kerak). Aditif yang mengandung komponen pembentuk abu (*ash forming*) tidak diperbolehkan.
2. Penanganan (*handling*) harus dilakukan secara baik untuk mengurangi kontaminasi (debu, air, bahan bakar lain, dll).
3. Pelabelan pada pompa harus memadai dan terdefinisi.

CATATAN :

1. Batasan 0,35% m/m, setara dengan 3.500 ppm, berlaku tahun 2015.
2. Batasan 0,30% m/m, setara dengan 3.000 ppm, berlaku mulai 1 Januari 2016.
3. Batasan 0,25% m/m, setara dengan 2.500 ppm, berlaku mulai 1 Januari 2017.
4. Batasan 0,05% m/m, setara dengan 500 ppm, berlaku mulai 1 Januari 2021.
5. Batasan 0,005% m/m, setara dengan 50 ppm berlaku tahun 2025.
6. Dengan FAME maks 20% v/v, ref: WWFC.
7. Permen ESDM 12/2015 dan perubahannya.
8. Parameter kualitas ini berlaku jika kadar belerang kurang dari sama dengan 500 ppm.

ACUAN :

- SK Dirjen Migas No. 28.K/10/DJM.T/2016 tanggal 24 Februari 2016 tentang Perubahan Kedua atas Keputusan Dirjen Migas No. 3675.K/24/DJM/2006 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Solar yang Dipasarkan di Dalam Negeri.

Spesifikasi Minyak Tanah

No.	KARAKTERISTIK	SATUAN	BATASAN MIN	BATASAN MAX	METODE UJI
1	Berat Jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m^3	-	835	ASTM D1298/D4052
2	Titik Asap	mm	15	-	ASTM D1322
3	Nilai Jelaga (*Char Value*)	%m/m	-	0.004 [1)]	IP 10
4	Distilasi : Perolehan volume pada 200 °C	% vol	18	-	ASTM D86
	Distilasi : Titik Akhir	°C	-	310	
5	Titik Nyala Abel	°C	38.0	-	IP 170
6	Kandungan Sulfur	%m/m	-	0.20 [2)]	ASTM D1266/ D2622/D4294/D5453
7	Korosi Bilah Tembaga	merit	Kelas 1		ASTM D130
8	Bau dan Warna	-	Dapat Dipasarkan		-

CATATAN KHUSUS UNTUK NILAI JELAGA DAN KANDUNGAN SULFUR:

1. Batasan 0.004% m/m untuk Nilai Jelaga setara dengan 40 ppm.
2. Batasan 0.2% m/m untuk kandungan Sulfur setara dengan 2000 ppm.

ACUAN :

- SK Dirjen Migas No.119.K/18/DJM/2020 tanggal 09 Juli 2020 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Tanah yang Dipasarkan di Dalam Negeri.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul	:	Analisis Karakteristik Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik HDPE *(High Density Polyethylene)*
Nama	:	Arya Dwirangga Putra
NPM	:	2007230108
Dosen Pembimbing	:	H.Muharnif M, S.T., M.Sc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	2/9/2024	Perbaiki Tujuan	
2.	3/9/2024	Perbaiki Gambar Dokumentasi Penelitian	
3.	5/9/2024	Perbaikan Abstrak Perbaikan kesimpulan	
4.	6/9/2024	Perbaiki Dokumentasi perbaiki Grafik	
5.	7/9/2024	Perbaiki keterangan Gambar Perbaiki Lampiran	
		Acc Sidang	

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
UMSU Akreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/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 umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan
UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 1335/II.3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 27 Agustus 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama	: ARYA DWIRANGGA PUTRA
Npm	: 2007230108
Program Studi	: TEKNIK MESIN
Semester	: VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir	: ANALISIS KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK HDPE (HIGH DENSITY POLYETHLENE)
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

Medan, 22 Safar 1446 H
27 Agustus 2024 M

Dekan

Muharnif Ahansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

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

Peserta seminar
Nama : Arya Dwirangga Putra
NPM : 2007230108
Judul Tugas Akhir : Analisis Karakteristik Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik HDPE (High Density Polythylene) Dengan Metode Pirolisis

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc	: .....
Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT	: .....
Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT	: .....

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2007230161	ATIF JUANTORO	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 26 Safar 1446 H
31 Agustus 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Arya Dwirangga Putra
NPM : 2007230108
Judul Tugas Akhir : Analisis Karakteristik Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik HDPE (High Density Polythylene) Dengan Metode Pirolisis

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, 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 :
   - Tambah Dokumentasi pengujian
   - Lihat Laporan Skripsi
3. Harus mengikuti seminar kembali
   Perbaikan :

Medan, 26 Safar 1446 H
31 Agustus 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I

Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Arya Dwirangga Putra
NPM : 2007230108
Judul Tugas Akhir : Analisis Karakteristik Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik HDPE (High Density Polythylene) Dengan Metode Pirolisis

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, 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 akhir
   .....
   .....
   .....
   .....
3. Harus mengikuti seminar kembali
   Perbaikan :
   .....
   .....
   .....
   .....

Medan 26 Safar 1446 H
31 Agustus 2024 M

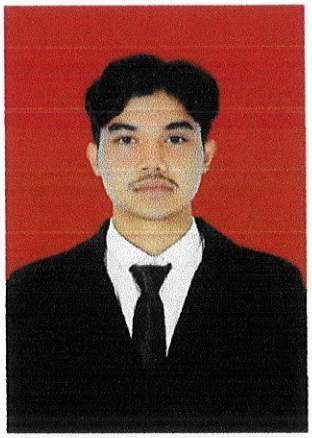
Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II

Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. Identitas Diri

Nama Lengkap	: Arya Dwirangga Putra
Tempat / Tanggal lahir	: Dumai, 2 Mei 2003
Alamat	: Jl. Datuk Paduka, Kecamatan Kubu Babussalam
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Umur	: 21 Tahun
Agama	: Islam
Kewarganegaraan	: Indonesia
Status	: Belum menikah
Tinggi / Berat badan	: 170 cm / 60 kg
E-mail	: aryadwiranggaarya@gmail.com
Nomor Telepon/HP	: 0812 – 6788 – 5119
Motto hidup	: Tidak perlu berfikir negatif tentang apa yang belum terjadi

B. Riwayat Pendidikan

Tahun 2008 – 2014	: SD Negeri 028226 Dan SD Negeri PT.JJP
Tahun 2014 – 2017	: SMP Negeri 2 Kubu Babussalam
Tahun 2017 – 2020	: SMA Swasta YKPP
Tahun 2020 – 2024	: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara