

TUGAS AKHIR

ANALISIS *THERMAL CRACKING* LIMBAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLENE*) TERHADAP JENIS BAHAN BAKAR

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

Disusun Oleh:

ANDI KURNIAWAN
2007230046



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Andi Kurniawan
Npm : 2007230046
Program Study : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Thermal Cracking Limbah Plastic Ldpe (*Low Density Polyethylene*) Terhadap Jenis Bahan Bakar

Bidang Ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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, 11 September 2024

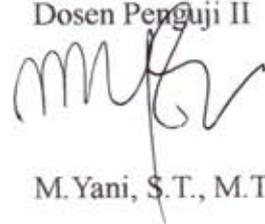
Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Penguji I



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji III



H. Muharif M, S.T., M.Sc

Ketua Program Studi Teknik Mesin



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Andi Kurniawan
Tempat / Tanggal Lahir: Pabatu / 12 Februari 2002
Npm : 2007230046
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“ANALISIS *THERMAL CRACKING* TERHADAP JENIS LIMBAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLENE*) TERHADAP JENIS BAHAN BAKAR”.

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

Bila kemudian hari diduga 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, 11 September 2024

Saya yang menyatakan



Andi Kurniawan

ABSTRAK

Ketersediaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia semakin menurun, sementara konsumsi BBM masyarakat terus meningkat. Situasi ini mengharuskan pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan dan efisien. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah konversi sampah plastik, khususnya jenis LDPE (Low Density Polyethylene), menjadi bahan bakar cair. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera dan Laboratorium Politeknik Negeri Medan dengan tujuan untuk menganalisis potensi plastik LDPE sebagai bahan bakar alternatif melalui pengujian viskositas, densitas, dan flash point. Metode yang digunakan meliputi pirolisis plastik LDPE untuk menghasilkan minyak serta analisis karakteristik bahan bakar menggunakan alat viskometer, density meter, dan flashpoint tester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa viskositas minyak plastik LDPE pada temperatur 250°C adalah 2,32 mm²/s dan pada temperatur 200°C adalah 1,05 mm²/s. Densitas minyak pada temperatur 250°C adalah 853 kg/m³ dan pada temperatur 200°C adalah 803 kg/m³. Nilai flash point diperoleh sebesar 34,2°C pada temperatur 250°C dan 34°C pada temperatur 200°C. Kesimpulannya, minyak hasil pirolisis plastik LDPE memiliki karakteristik viskositas, densitas, dan flash point yang mendekati bahan bakar konvensional, sehingga layak dipertimbangkan sebagai bahan bakar alternatif yang potensial. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan penggunaan limbah plastik sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Plastik LDPE, Bahan bakar alternatif, Viskositas, Densitas, Flash point.

ABSTRACT

The availability of fuel oil (BBM) in Indonesia is decreasing, while public fuel consumption continues to increase. This situation necessitates the development of alternative energy that is environmentally friendly and efficient. One promising alternative is the conversion of plastic waste, especially the LDPE (Low Density Polyethylene) type, into liquid fuel. This research was conducted at the Mechanical Engineering Laboratory of the Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Sumatra and the Medan State Polytechnic Laboratory with the aim of analyzing the potential of LDPE plastic as an alternative fuel through testing viscosity, density, and flash point. The methods used include pyrolysis of LDPE plastic to produce oil and analysis of fuel characteristics using a viscometer, density meter, and flashpoint tester. The results showed that the viscosity of LDPE plastic oil at 250°C was 2.32 mm²/s and at 200°C was 1.05 mm²/s. The oil density at 250°C was 853 kg/m³ and at 200°C was 803 kg/m³. The flash point value obtained was 34.2°C at 250°C and 34°C at 200°C. In conclusion, LDPE plastic pyrolysis oil has viscosity, density, and flash point characteristics that are close to conventional fuels, making it worth considering as a potential alternative fuel. This research contributes to the development of the use of plastic waste as a sustainable alternative energy source.

Keywords: LDPE plastic, Alternative fuel, Viscosity, Density, Flash point.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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 Thermal Cracking Limbah Plastik Ldpe (*Low Density Polyethylene*) Terhadap Jenis bahan bakar”

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

1. Bapak H. Muharnf M, 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. Teruntuk kedua orang tua saya, bapak supriadi beserta ibu neni haryanti yang sudah banyakk berkorban dan membesarkan dengan kasih sayang dan mendidik penulis hingga mampu bisa sampai di titik ini. terima kasih dari hati yang paling dalam atas semua pengorbanan yang sudah diberikan serta doa yang tak pernah putus untuk si penulis.
7. Rekan – Rekan Seperjuangan, Imam Natawijaya, Firman Ananda Irawan, Doli Hasibuan, Angga Adi Pratama, Riski Pratama, Riski Vizin yang telah bersama –

8. sama berjuang dalam mengerjakan dan membuat alat serta memberikan bantuan, saran dan dukungan kepada penulis.
9. Rekan – rekan seperjuangan kelas A1 Pagi Stambuk 2020, serta rekan – rekan bidang keahlian konversi energy yang telah banyak memberi saran dan dukungan kepada penulis.
10. Rekan rekan seteam buat penulis riski pratama,arya,riski aceh,afdawi,reza terimah kasih telah memberi semangat dan terimah atas waktu yg telah diberikan kepada penulis untuk mengerjakan proposal ini bersama sama.
11. Kepada Sosok Wanita Ajeng Rindayu Terimah Kasih Selalu Senantiasa Memberikan Semangat Dan Dukungan Serta Perhatian Yang Tak Bosan Bosannya Kepada Si Penulis Untuk Tidak Pantang Menyerah Agar Bisa Menyelesaikan Pendidikannya

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.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ta Rabbal Alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 11 September 2024

Andi Kurniawan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT 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 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Bahan Bakar Alternatif	4
2.2 Klasifikasi Bahan Bakar Alternatif	4
2.2.1 Bioetanol	4
2.2.2 Bensin	5
2.2.3 Biogas	5
2.2.4 Hidrogen	5
2.2.5 Solar	6
2.2.6 Minyak Tanah	7
2.3 Sampah Plastik	8
2.4 Plastik Secara Umum	8
2.5 Plastik LDPE (<i>Low Density Polyethylene</i>)	9
2.6 <i>Thermal Cracking</i> Plastik LDPE	10
2.7 Karakteristik Bahan Bakar	12
2.7.1 Titik Nyala (<i>Flash Point</i>)	12
2.7.2 Viskositas	13
2.7.3 Densitas	14
2.7.4 Nilai Kalor	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu	16
3.1.1 Tempat Penelitian	16
3.1.2 Waktu Penelitian	16
3.2 Bahan Dan Alat	16
3.2.1 Bahan Penelitian	17
3.2.2 Alat Penelitian	17
3.3 Bagan Alir	20
3.4 Prosedur Penelitian	21
3.5 Variabel yang akan diteliti	22

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data	24
4.1.1 Perhitungan <i>Viscositas</i> , Densitas Dan <i>Flash Point</i>	24
4.2 Berdasarkan Pengujian Minyak LDPE	28
4.2.1 Berdasarkan Pengujian Laboratorium	28
4.2.2 Berdasarkan Pengujian Teoritis	29
4.2.3 Berdasarkan Pengujian Referensi	29
4.3 Analisa Data	29
4.3.1 Nilai Viskositas	30
4.3.2 Nilai Densitas	30
4.3.3 Nilai <i>Flash Point</i>	30
4.4 Grafik Perbandingan Nilai	30
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
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	Karakteristik Bahan Bakar Komersil	7
Tabel 2.2	Spesifikasi Minyak Tanah	8
Tabel 2.3	<i>Flash Point</i> Dan Temperatur	12
Tabel 3.1	Waktu Penelitian	16
Tabel 4.1	Viskositas Bahan Bakar	24
Tabel 4.2	Data Pengujian Laboratorium Politeknik Medan	29
Table 4.3	Data Perhitungan Secara Teoritis	29
Table 4.4	Data Perhitungan Secara Referensi	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kode Plastik	10
Gambar 3.1	Plastik LDPE	17
Gambar 3.2	Minyak Hasil Pirolisis LDPE	17
Gambar 3.3	Botol Kaca	18
Gambar 3.4	Gelas Ukur	18
Gambar 3.5	Neraca Digital	18
Gambar 3.6	<i>Viscometer</i>	19
Gambar 3.7	<i>Density Meter</i>	19
Gambar 3.8	<i>Flash Point Tester</i>	20
Gambar 3.9	Bagan Alir	20
Gambar 3.10	Proses Pengujian Viskositas Dan Densitas	21
Gambar 3.11	Proses Pengujian <i>Flash Point</i>	22
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Nilai	31

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
μ	Nilai viskositas dinamis	cP
ν	Nilai Viskositas Kinetik	mm ² /S
ρ	Nilai Densitas	kg/m ³
m	Massa Minyak	g
P	Tekanan	kpa
C	Flash Point Diamati	°C
P	Decipascal	dPa. s

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsumsi BBM masyarakat di Indonesia cenderung mengalami tren kenaikan setiap tahun; namun, produksi ketersediaan BBM menunjukkan tren penurunan. Menurut data Kementerian ESDM, pada tahun 2021 cadangan minyak bumi nasional sebesar 4,17 miliar barel, dengan cadangan pasti sebesar 2,44 miliar barel. Sisanya, yaitu 2,44 miliar barel, merupakan data cadangan yang belum terbukti. Dari data tersebut, diungkapkan bahwa ketersediaan cadangan minyak bumi di Indonesia hanya akan tersedia hingga 9,5 tahun mendatang.

Dari ketimpangan antara konsumsi dan produksi yang ditampilkan di atas, diketahui bahwa ketersediaan bahan bakar di Indonesia telah memasuki tahap yang kritis. Untuk pengembangan energi terbarukan, dilakukan pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaannya. Salah satu energi alternatif ramah lingkungan yang potensial adalah plastik. Plastik sebagai bahan awal memiliki rasio hidrogen terhadap karbon yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan batubara.

Meninjau kelinearan antara permasalahan di atas, sampah plastik menjadi angin segar sebagai salah satu potensi energi alternatif untuk sumber *hidrokarbon*, karena plastik merupakan produk turunan dari minyak bumi itu sendiri, sehingga dapat dikonversi kembali menjadi bahan penyusunnya. Kandungan energi pada plastik hampir setara dengan bahan bakar seperti bensin, solar, dan minyak tanah. Sampah plastik yang sering menjadi masalah di berbagai kota di Indonesia adalah jenis kantong plastik (LDPE), yang tidak lagi mempunyai nilai jual di pasaran. Sampah kantong plastik LDPE sudah menjadi sampah yang menumpuk dan sulit diperbaharui, sehingga sangat mendesak untuk ditangani, terutama sampah plastik LDPE hasil dari sektor rumah tangga (Yuliana et al., 2023).

Selain itu, pengonversian sampah plastik menjadi bahan bakar berwujud cair dapat juga dilakukan melalui proses *cracking* (perengkahan). *Cracking* adalah proses pemecahan rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Menurut Surono (2013), ada tiga macam proses *cracking*, yaitu *hydro cracking*, *thermal cracking*, dan *catalytic cracking*.

Proses pirolisis sampah plastik dapat menghasilkan uap cair (minyak plastik), arang/abu yang merupakan sisa pembakaran, gas terkondensasi, dan gas yang tidak terkondensasi. Minyak plastik memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan karakteristik BBM yang beredar di pasaran. Karena kemiripan karakteristik tersebut, minyak plastik hasil pirolisis dapat digunakan sebagai pengganti sumber BBM alternatif.

Low Density Polyethylene (LDPE) adalah plastik yang digunakan untuk plastik kemasan, botol-botol lembut, kantong/tas kresek, dan plastik tipis lainnya. Plastik LDPE $(-CH_2-CH-)_n$ adalah jenis plastik yang bersifat *non-biodegradable* atau tidak dapat terdegradasi oleh *mikroorganisme*, sehingga menyebabkan masalah lingkungan. Plastik LDPE ini bisa didaur ulang untuk barang-barang yang memerlukan *fleksibilitas*, tetapi kuat, serta memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia (Bow et al., 2018).

Berdasarkan latar belakang ini, penulis ingin melakukan penelitian untuk menganalisis karakteristik bahan bakar alternatif, yang dituangkan dalam tugas akhir berjudul “Analisis *Thermal Cracking* terhadap Jenis Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) terhadap Jenis Bahan”.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana menganalisa bahan bakar alternatif dari limbah plastik LDPE?
2. Apa hasil analisis thermal cracking limbah plastik LDPE sebagai bahan bakar?.
3. Bagaimana mengetahui Flash Point, viskositas, dan densitas minyak dari limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*)?

1.3 Ruang Lingkup

1. Penelitian menggunakan bahan plastik LDPE.
2. Karakteristik bahan bakar yang digunakan flash point, viskositas, densitas
3. Metode yang digunakan *Thermal Cracking*
4. Temperatur proses pirolisis yaitu sebesar 200°C dan 250°C

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari pengujian ini adalah untuk

1. Mengetahui hasil thermal cracking limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) terhadap bahan bakar.
2. Menganalisis dan mengevaluasi hasil thermal cracking limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*).
3. Mengidentifikasi jenis bahan bakar yang dihasilkan dari limbah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini :

1. Agar mengetahui limbah plastik bisa di ubah menjadi bahan bakar alternatif dari bahan baku plastik LDPE.
2. Memberikan informasi dari hasil analisa karakteristik bahan bakar alternatif seperti flash Point, viskositas dan densitas.
3. Dihasilkannya bahan bakar cair alternatif dari limbah sampah plastik.

BAB 2

TINJUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Bahan Bakar Alternatif

Bahan bakar alternatif merupakan bahan bakar yang dapat digunakan sebagai energi alternatif dalam rangka pemenuhan kebutuhan masyarakat dalam menjalankan roda kehidupannya. Berbagai aktivitas masyarakat sebagian besar ditopang dari pemanfaatan minyak bumi sebagai sumber energi utama. Mulai dari rumah tangga sampai industri, semuanya bergantung pada ketersediaan dari bahan bakar yang berasal dari minyak bumi. Berbagai peralatan yang digerakkan oleh mesin diesel memerlukan solar sebagai bahan bakar, sebagian besar kendaraan roda dua atau roda empat memerlukan bensin sebagai bahan bakar, untuk memasak keperluan dapur sebagian masyarakat memerlukan minyak tanah dan gas sebagai bahan bakar. Jadi dapat dikatakan bahwa hampir segala sisi kehidupan masyarakat menggunakan bahan bakar yang bersumber dari bahan bakar fosil (minyak bumi). Petroleum dan bahan bakar fosil lainnya telah menjadi sumber energi utama sepanjang hidup manusia. (Khaidir, 2016).

Berbagai tantangan dalam pemanfaatan bahan bakar fosil, seperti penurunan cadangan dan dampak lingkungan, mendorong pencarian sumber energi alternatif. Bahan bakar alternatif diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada minyak bumi dan dampak negatif terhadap lingkungan. Teknologi energi terbarukan, seperti pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan bakar, menawarkan potensi untuk meningkatkan keberlanjutan sumber energi sekaligus mengatasi masalah sampah plastik. Integrasi bahan bakar alternatif diharapkan dapat menciptakan keseimbangan antara kebutuhan energi dan perlindungan lingkungan (Yuliana et al., 2023).

2.2 Klasifikasi Bahan Bakar Alternatif

Berikut empat jenis bahan bakar alternatif yang mendukung transisi energi dan dapat digunakan dalam kegiatan sehari-hari :

2.2.1 Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi *glukosa* (gula) yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Bioetanol tersebut bersumber dari

karbohidrat, tanaman yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol adalah sagu, tebu, ubi kayu, jagung dan ubi jalar. Bioetanol adalah salah satu jenis *biofuel* (bahan bakar cair dari pengolahan tumbuhan) di samping Biodiesel. Bioetanol dapat dibuat dari berbagai bahan yang memiliki kandungan pati, salah satu bahan tersebut ialah sagu. Sagu termasuk salah satu tanaman komodita (HHBK) hasil hutan bukan kayu. Sagu merupakan tumbuhan penghasil karbohidrat yang cukup tinggi dibandingkan dengan tumbuhan penghasil karbohidrat lainnya.(Sitorus & Kartika, 2019).

2.2.2 Bensin

Bensin atau bahan bakar sintetis bukan lagi jadi hal baru, karena telah diproduksi semenjak 100 tahun silam atau lebih tepatnya pada tahun 1919. Bahan bakar alternatif ini pula pernah digunakan untuk mesin perang dikala era Perang Dunia II. Yang menjadikannya istimewa karena ia terbuat dari suhu gas karbon dioksida lalu dikonversi menjadi bahan bakar cair melalui proses kelistrikan.

Ketika pembuatannya menggunakan listrik dari sumber terbaru, tentu prospeknya akan sangat menjanjikan. Meski teknologi ini sudah mulai digunakan untuk membuat bensin dan diesel, sayangnya hanya bisa menghasilkan bahan bakar dalam jumlah yang sedikit. Hasilnya pun tidak sepadan dengan prosesnya yang sangat panjang dan mengeluarkan biaya yang cukup tinggi.(Ramadhan, 2014).

2.2.3 Biogas

Biogas adalah campuran gas yang terbentuk dari penguraian berbahan organik dengan bantuan bakteri melalui proses fermentasi anaerob (kedap udara) sehingga menghasilkan gas bio berupa gas metana (CH_4) yang dapat dikelola. Yang harus diperhatikan pada saat proses produksi biogas adalah sumber bahan baku atau limbah yang digunakan karena kualitas dan kuantitas biogas yang dihasilkan akan sangat berpengaruh.(Sinaga et al., 2022).

2.2.4 Hidrogen

Hidrogen merupakan bahan bakar yang banyak mendapatkan perhatian untuk dikembangkan karena merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan dan berpotensi menggantikan bahan bakar fosil. Selain sebagai bahan bakar untuk transportasi, hidrogen dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi pupuk, pengilangan minyak dan industri lainnya. Dari sisi produksi, hidrogen merupakan

energi sekunder yang dapat diproduksi dengan menggunakan berbagai sumber energi primer (bahan bakar fosil, energi nuklir). Sampai saat ini, produksi hidrogen masih mengandalkan pada penggunaan bahan bakar fosil (gas alam atau bahan bakar fosil lainnya) sebagai bahan bakunya, meskipun air juga telah digunakan sebagai bahan baku produksi hidrogen.

Pada dasarnya, gas hidrogen dapat diproduksi dengan beberapa cara diantaranya elektrolisis, steam reforming dan termokimia siklus *sulfur-iodine*. *Elektrolisis* air dan *steam reforming* dari metana merupakan teknologi yang sudah teruji dan sudah banyak digunakan. Sedangkan siklus sulfur-iodine merupakan proses termokimia yang sedang mendapatkan perhatian karena merupakan proses dengan efisiensi cukup tinggi. Diantara ketiga proses tersebut, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan ditinjau dari status teknologi, dampak lingkungan, efisiensi, dan perkiraan biaya produksi.

Dalam studi ini akan dibahas perbandingan teknologi produksi hidrogen menggunakan energi nuklir, antara lain *elektrolisis*, *steam reforming* dan termokimia siklus S-I dengan tujuan untuk mendapatkan teknologi produksi hidrogen yang terbaik dan layak diterapkan di Indonesia. Hasil studi diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mengenai teknologi produksi hidrogen dengan memanfaatkan energi nuklir dan dapat menjadi masukan/bahan pertimbangan dalam menentukan teknologi produksi hidrogen yang sesuai untuk diterapkan di Indonesia (Alimah & Dewita, 2008).

2.2.5 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 mesinbensin. 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. (Nasrun et al., 2017).

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

Bahan bakar	Viskositas (dPa.S)	Densitas (gr/ml)	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

2.2.6 Minyak Tanah

Minyak Tanah adalah fraksi minyak bumi yang mempunyai daerah didih sekitar 150 °C -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

hydrocracker, yang digunakan untuk memperbaiki kualitas bagian dari minyak mentah yang akan bagus untuk bahan bakar minyak.

Tabel 2.2 Spesifikasi Minyak Tanah (Migas, 2020).

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 (<i>Char Value</i>)	%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:

- Batasan 0.004% m/m untuk Nilai Jelaga setara dengan 40 ppm.
- 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.

2.3 Sampah Plastik

Plastik merupakan bahan organik yang mempunyai kemampuan untuk dibentuk ke berbagai bentuk, apabila terpapar panas dan tekanan. Plastik dapat berbentuk batangan, lembaran, atau blok, bila dalam bentuk produk dapat berupa botol, pembungkus makanan, pipa, peralatan makan, dan lain-lain. Komposisi dan material plastik adalah *polymer* dan zat *adictive* lainnya. *Polymer* tersusun dari monomer- monomer yang terikat oleh rantai ikatan kimia. Perkembangan plastik bermula dari ditemukannya plastik pertama yang berasal dari *polymer* alami, yakni selluloid pada tahun 1869 oleh investor Amerika John W, Hyatt dan dibentuk pada tahun 1872. Plastik pertama tersusun oleh nitrat selulosa, kamfer, dan alkohol. Plastik menjadi industri modern setelah adanya produksi Bakelite oleh American Chemist L. H Baakeland pada tahun 1909. Bakelite tersusun dari *polymer fenol* dan *formaldehid*. Dalam perkembangannya, plastik digunakan dalam berbagai bentuk dan kegunaan, seperti peralatan makan, pembungkus makanan, lensa optik, struktur bangunan, *furniture*, *fiberglass*, dan lain-lain.(Purwaningrum, 2016)

2.4 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 Terephthalate* (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 kelebihan masing-masing.

2.5 Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Low Density Polyethylene (LDPE) adalah plastik yang digunakan untuk plastik kemasan, botol-botol yang lembut, kantong / tas kresek, dan plastik tipis lainnya. Plastik LPDE (-CH₂-CH-)n ini jenis plastik yang bersifat non-biodegradable atau tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga menyebabkan masalah lingkungan. Plastik LDPE ini bisa di daur ulang, baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat, dan memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui penggunaan plastik LDPE.

Plastik LDPE adalah singkatan dari *Low Density Polyethylene* (*Polietilena* Berdensitas Rendah). LDPE adalah salah satu jenis plastik yang paling umum digunakan di dunia. Plastik LDPE memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. **Fleksibilitas:** LDPE sangat fleksibel dan lentur, sehingga sering digunakan dalam pembuatan kantong plastik, bungkus makanan, dan berbagai produk plastik fleksibel lainnya.
2. **Tahan Terhadap Kimia:** Plastik LDPE tahan terhadap banyak bahan kimia, sehingga cocok untuk penggunaan dalam berbagai kontainer kimia, botol-botol, dan produk-produk lain yang memerlukan ketahanan terhadap zat kimia.

3. Tahan Terhadap Air: LDPE memiliki sifat impermeabel terhadap air, sehingga digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap kelembaban.
4. Insulasi Listrik: LDPE juga merupakan isolator listrik yang baik, sehingga digunakan dalam pembuatan kabel listrik dan perlengkapan elektronik lainnya.
5. Transparansi: Meskipun LDPE dapat diformulasikan untuk menjadi tidak tembus pandang, banyak produk LDPE yang transparan, sehingga cocok untuk penggunaan dalam kemasan makanan dan produk konsumen lainnya.

Penggunaan plastik LDPE sangat luas dan dapat ditemukan dalam berbagai aplikasi sehari-hari. Namun, karena sifatnya yang sulit terurai dan menyebabkan masalah lingkungan, khususnya pencemaran lautan dan masalah sampah plastik, ada upaya untuk mengurangi penggunaan plastik jenis ini dan menggantinya dengan alternatif yang lebih ramah lingkungan. (Sifiani et al., 2023).



Gambar 2. 1 Kode Plastik (Sifiani et al., 2023)

2.6 *Thermal Cracking* Plastik LDPE

(*Thermal Cracking*) adalah suatu proses pemecahan rantai hidrokarbon dari senyawa rantai panjang menjadi hidrokarbon dengan rantai yang lebih pendek melalui bantuan panas. Suatu proses perengkahan termal bertujuan untuk mendapatkan fraksi minyak bumi dengan boiling range yang lebih rendah dari feed

(umpannya). Dalam proses ini dihasilkan gas, gasoline (*naphtha*), diesel, residu atau coke. Pada reaksi perengkahan akan terjadi pemutusan ikatan C-C (*C-C bond scission*), dehidrogenasi, isomerisasi dan polimerisasi (Selpiana et al., 2019).

Thermal Cracking plastik LDPE dimulai dengan pemanasan plastik dalam suhu tinggi, biasanya di atas 300°C, (Almohamadi, 2021). Dalam lingkungan yang terisolasi dari udara. Proses ini memecah molekul-molekul plastik menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil, seperti minyak, gas, dan padatan karbon. Produk-produk ini kemudian dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti bahan bakar alternatif, bahan kimia, atau bahan baku untuk produksi plastik baru atau material lainnya.

Thermal Cracking plastik LDPE dapat menjadi solusi untuk mengurangi limbah plastik yang sulit diurai, karena dapat mengubahnya menjadi produk-produk yang berguna, mengurangi dampak lingkungan negatif dari limbah plastik. Namun, perlu diperhatikan bahwa proses pirolisis juga memiliki tantangan tersendiri terkait dengan pengelolaan limbah yang dihasilkan, seperti pengelolaan gas buang dan residu padatan. Hasil pirolisis dipengaruhi oleh beberapa faktor. Berikut adalah faktor yang mempengaruhi hasil pirolisis:

a. Waktu

Penentuan waktu optimal diperlukan agar mendapatkan hasil pirolisis yang optimal. Ketika pembakaran melewati waktu optimal, karbon akan teroksidasi menjadi karbondioksida dan abu.

b. Suhu

Semakin tinggi suhunya, maka semakin laju proses pirolisisnya. Terdapat penelitian pirolisis sampah plastik dimana suhunya bervariasi mulai dari 400°C hingga 500°C dimana suhu optimumnya adalah 450°C.

c. Ukuran Partikel

Semakin besar ukuran partikel, maka akan semakin lama proses pembakarannya.

d. Berat Partikel

Hasil pirolisis akan semakin banyak jika material yang dimasukkan banyak (Rahmadanty, 2022)

2.7 Karakteristik Bahan Bakar

2.7.1 Titik Nyala (*Flash Point*) dan Titik Bakar (*Fire Point*)

Dalam suatu bahan bakar cair yang perlu diperhatikan adalah besarnya *flash point* dan *fire point*. *Flash point* adalah suhu pada uap diatas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat (meledak/penyalaan api sesaat) apabila nyala api didekatkan padanya, sedangkan *fire point* adalah temperatur pada keadaan dimana uap di atas permukaan bahan bakar minyak terbakar secara kontinyu apabila nyala api didekatkan padanya. *Flash point* dan temperatur *auto-ignition* dari bahan bakar gas dan cair yang terpilih diberikan pada tabel 2.1. dari table dapat dilihat bensin mempunyai *flash point* -430°C , yang berarti sangat mudah menguap sehingga terlalu mudah untuk terbakar (Anom & Lombok, 2020). Tabel 2.1 Flash point dan Temperatur *Auto-ignition* Bahan Bakar dalam Udara pada 1 atm

Tabel 2. 3 *Flash Point* Dan Temperatur

Subtansi	Flash Point($^{\circ}\text{C}$)	Temperatur Auto-Ignition($^{\circ}\text{C}$)
Methane	-188	537
Ethane	-135	472
Propane	-104	470
N-Buthane	-60	365
N-Octane	10	206
Iso-Octane	-12	418
N-Cetane	135	205
Methanol	11	385
Ethanol	12	365
Acetylene	Gas	305
Carbon	Gas	609
Monoksida		
Hydrogen	Gas	400

2.7.2 Viskositas

Viscosity cairan adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan / hambatan / ketahanan suatu bahan bakar minyak untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan bakar minyak. Untuk bahan bakar, *viscosity* mengindikasikan kemudahan untuk dipompa dan diatomisasikan. *Viscosity* cairan menurun dengan meningkatnya temperatur. Ada banyak standard pengujian yang dapat digunakan untuk *viscosity*. Kadang kala pour point digunakan sebagai indikator sederhana dari *viscosity*. *Pour point* menunjukkan temperatur terendah dimana bahan bakar minyak dapat disimpan dan tetap dapat mengalir walaupun lambat dalam peralatan pengujian standard.

Viscosity dari suatu minyak menunjukkan sifat menghambat aliran dari menunjukkan pula sifat pelumasannya pada permukaan benda yang dilumasinya. *Viscosity* suatu cairan diukur dengan *viscometer*. *Viscosity* dapat didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk menggerakkan suatu bidang dengan luas tertentu pada jarak tertentu dan dalam waktu tertentu pula. Dalam sistem cgs, satuan *viscosity* adalah poise atau centipoise (= 0.001 poise) dimana 1 poise = 1 gr/s.cm atau 1 poise = dyne.s/cm². Harga *viscosity* kinematik dalam *stokes* dapat diperoleh dari persamaan pendekatan di bawah ini, dimana t adalah waktu yang diperlukan untuk mengosongkan tabung minyak (*second*) (Wiratmaja, 2014). Maka rumus untuk menghitung nilai viskositas adalah:

$$F_s = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$$

Dimana :

F_s = gaya gesek benda dengan partikel fluida (N)

η = koefisien viskositas (N.s/m²)

r = jari-jari bola (m)

v = kelajuan benda di dalam fluida (m/s)

Untuk mencari koefisien viskositas, kamu bisa menggunakan rumus di bawah ini:

$$\eta = \frac{2r^2 (p_b - p_f)}{9v}$$

Dimana :

η = koefisien viskositas (N.s/m²)

r = jari-jari bola (m)

g = percepatan gravitasi Bumi (m/s²) v = kecepatan terminal bola (m/s)

ρ_b = massa jenis benda/bola (kg/m³) ρ_f = massa jenis fluida (kg/m³)

Viskositas suatu fluida (cairan) dapat diukur dengan *viskometer Ostwald* dan pengukuran ini merupakan viskositas kinematik Metode yang biasa digunakan untuk pengukuran viskositas.

2.7.3 Densitas

Densitas adalah ukuran kuantitatif dari seberapa padat atau kompak suatu bahan atau zat. Ini mengacu pada jumlah massa yang terkandung dalam suatu volume tertentu. Densitas didefinisikan sebagai rasio massa suatu objek terhadap volume objek tersebut (Anom & Lombok, 2020). Maka rumus untuk menghitung massa jenis adalah:

$$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{m \text{ (kg)}}{v \text{ (m}^3\text{)}}$$

Dimana :

ρ = massa jenis kg/m³ m = massa benda

v = volume benda m³

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

2.7.4 Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah suatu besaran yang menunjukkan nilai energi kalor yang dihasilkan dari suatu proses pembakaran setiap satuan massa bahan bakar. Bahan bakar yang banyak digunakan umumnya berbentuk senyawa hidrokarbon. Reaksi umum yang terjadi dari suatu proses pembakaran adalah reaktan produk. Enthalpi pembakaran adalah selisih antara enthalpi dari produk dengan enthalpi dari reaktan ketika pembakaran sempurna berlangsung pada temperatur, dan tekanan tertentu (T,P). Pembakaran sempurna terjadi jika semua

komponen bahan bakar (seperti C, H & N) terbakar semuanya dan membentuk ikatan dengan komponen-komponen udara membentuk suatu senyawa baru (CO₂, H₂O, N₂). Berdasarkan fasa H₂O yang terbentuk sebagai hasil pembakaran, nilai kalor menjadi dua jenis, yaitu :

1. LHV (*Low Heating Value*), yaitu nilai kalor bahan bakar jika H₂O yang dihasilkan sebagai produk pembakaran berada dalam fasa uap (gas).
2. HHV (*High Heating Value*), yaitu nilai kalor bahan bakar jika H₂O yang dihasilkan sebagai produk pembakaran berada dalam fasa cair. Nilai LHV selalu lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai HHV. Hal ini dikarenakan kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran dengan LHV sebagian digunakan untuk mengubah H₂O dari fasa cair menjadi fasa gas. (Kunci, 2012).

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Analisa nilai kalor suatu bahan bakar dimaksudkan untuk memperoleh data tentang energi kalor yang dapat dibebaskan oleh suatu bahan bakar dengan terjadinya reaksi atau proses pembakaran

Nilai kalor bahan bakar terdiri dari Nilai Kalor Atas (NKA) dan Nilai Kalor Bawah (NKB). NKA adalah kalor yang dihasilkan dari pembakaran sempurna satu satuan bahan bakar, dengan air yang awalnya cair mengembun menjadi cair kembali. NKB adalah NKA dikurangi kalor yang diperlukan untuk menguapkan air yang terkandung dalam bahan bakar dan yang terbentuk dari pembakaran bahan bakar (Almu et al., 2014).

Rumus untuk nilai kalor :

Nilai kalor = () (cal/gr)

1. Dimana : 1. $c = 2575,6$ (Cal/°C) merupakan ketetapan setiap bahan yang dibakar untuk menaikkan 10°C temperatur air dan perangkat kalorimeter.
2. T₁ = Suhu awal selama pengujian (°C)
3. T₂ = Suhu akhir selama pengujian (°C)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu

Berikut adalah tempat dan waktu penelitian yang dilakukan oleh penulis pada penelitian Analisis *Thermal Cracking* Limbah Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) Terhadap Jenis Bahan Bakar.

3.1.1 Tempat Penelitian

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

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan analisis dan pengujian bahan bakar telah dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan judul penelitian oleh ketua Program Studi Teknik Mesin sampai dinyatakan selesai, diperkirakan lima (5) bulan.

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

No	Uraian kegiatan	Waktu (Bulan)				
		1	2	3	4	5
1	Studi literatur	■	■			
2	Persiapan alat dan bahan		■	■		
3	Hasil penelitian bahan bakar		■	■	■	
4	Analisa data			■	■	
5	Evaluasi dan penyelesaian penulisan				■	■
6	Seminar proposal				■	■
7	Seminar hasil dan tugas akhir					■

3.2 Bahan Dan Alat

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

3.2.1 Bahan Penelitian

1. Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Jenis Plastik LDPE memiliki kode nomor "4". Jenis ini memiliki struktur paling sederhana dari semua plastik, sehingga mudah dan murah untuk diproduksi. Selain itu, jenis plastik LDPE cukup sulit untuk didaur ulang. Contoh: kantong plastik, kantong sandwich dan roti, bubble wrap, kantong sampah, kantong belanjaan, dan gelas minuman.



Gambar 3.1 Plastik LDPE

2. Minyak Hasil Pirolisis Plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Minyak hasil pirolisis plastik LDPE ini menjadi bahan bakar minyak alternatif menggunakan metode pirolisis, dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.2 Minyak Hasil Pirolisis Plastik LDPE

3.2.2 Alat Penelitian

1 Botol Kaca

Botol kaca ini digunakan sebagai wadah penampung minyak hasil pirolisis plastik LDPE, selain itu botol kaca juga akan membuat kandungan di dalam minyak hasil pirolisis tersebut lebih tahan lama dan tidak berubah dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.3 Botol Kaca

2 Gelas Ukur

Gelas ukur ini digunakan untuk mengukur volume minyak hasil pirolisis limbah plastik LDPE dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.4 Gelas Ukur

3 Neraca Digital

Neraca digital ini digunakan untuk mengukur massa minyak yang dihasilkan dari pirolisis plastik LDPE dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.5 Neraca Digital

4 Viskometer

Viskometer ini untuk menghitung nilai viskositas atau kekentalan suatu fluida dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 *Viscometer*

5 *Density Meter*

Density meter ini digunakan untuk mengetahui massa jenis minyak plastik yang dihasilkan dari proses pirolisis dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7 *Density Meter*

6 *Flashpoint Tester*

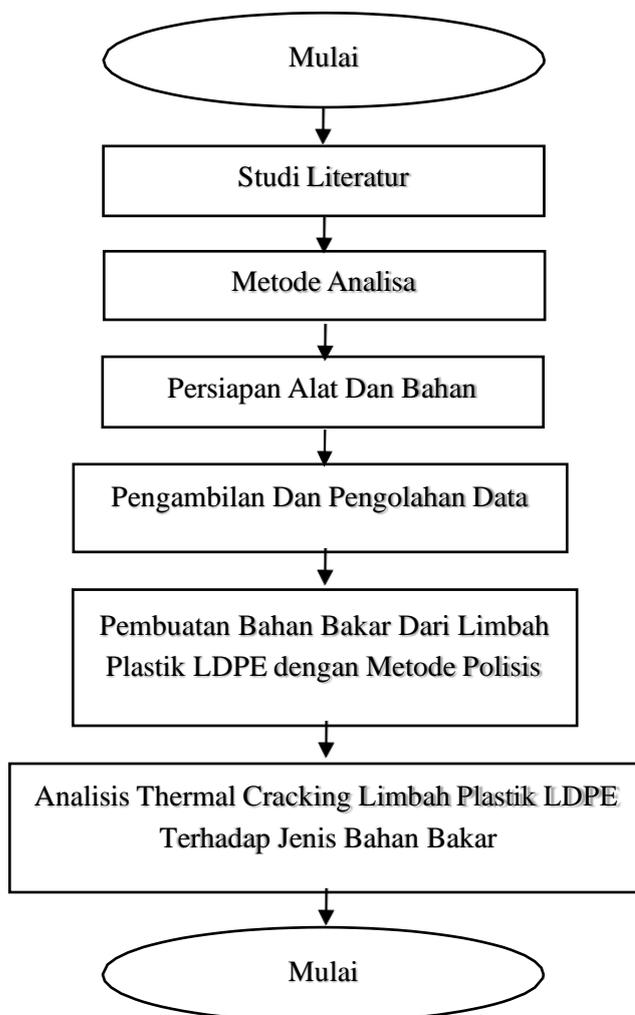
Flashpoint tester digunakan sebagai instrumen yang menentukan titik nyala sampel minyak hasil pirolisis limbah plastik LDPE dengan cara memanaskan minyak didalam wadah dengan menyalakan api kecil tepat diatas permukaan minyak hasil pirolisis, dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3. 7 *Flashpoint Tester*

3.3 Bagan Alir

Agar Penelitian dapat berjalan lancar secara sistematis, maka diperlukan rancangan peneliatian :



Gambar 3. 5 Bagan Alir

3.4 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.



Gambar 3.10 Proses Pengujian Viskositas Dan Densitas

Adapun 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. Masukkan nama sampel:
 - a. Ketuk <quick settings>
 - b. Ketuk pada bidang input teks (kolom “*parameter select*”) of line (*sample name*)
 - c. Masukkan 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 *FlashPoint* (Titik Nyala)

Pengujian titik nyala dalam penelitian ini menggunakan alat Pensky-Martens

Flash Point Tester PMA 5 dengan metode standard ASTM D93.



Gambar 3.11 Proses Pengujian *Flash Point*

Langkah langkah pengujian *Flash Point* adalah sebagai berikut :

1. Tekan Tombol ON
2. Masukkan sampel biopelumas sebanyak 75 ml ke “cup PM”, tutup cup PM dengan menggunakan “lid PM”
3. Masukkan “*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. Masukkan 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”

3.5 Variabel yang akan diteliti

Adapun variabel dari penelitian ini terdiri dari 2 variabel, diantaranya :

1. Variabel *Independen*

Variabel *independen* adalah variabel yang diubah untuk melihat dampak atau variabel *dependen*. Variabel *independen* dalam penelitian ini adalah limbah LDPE.

2. Variabel *Dependen*

Variabel *dependen* adalah variabel yang diukur atau diamati untuk melihat bagaimana variabel ini berubah sebagai respon terhadap perubahan pada variabel *independen*. Variabel *dependen* dalam penelitian ini menentukan nilai viskositas, densitas, dan *flash point*.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data

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

A. Perhitungan Nilai Kekentalan / Viskositas

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

$$\mu = k \times t \text{ (persamaan kekentalan dinamis)}$$

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

• Kekentalan Dinamis

Nilai dari kekentalan dinamis yang diuji di Politeknik Medan dari suhu 250⁰C dan 200⁰C dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Viskositas Bahan Bakar

Bahan Bakar	Suhu ⁰ C	Viskositas (cP)
Bensin	250	1.98
Solar	200	0.843

• Kekentalan Kinetik

1) Temperatur 250⁰C

Viskositas kinetik dapat dihitung menggunakan rumus

$$v = \mu/\rho$$

Pada temperatur 250⁰C mendapatkan viskositasnya 1,98 cP dan nilai densitasnya 853 kg/m³, maka viskositas kinetik tersebut adalah :

Diketahui $\mu = 1,98\text{cP}$

$$\rho = 853 \text{ kg/m}^3$$

Ditanya : v : Nilai viskositas kinetik (mm²/s)

$$\mu = 1,98 \text{ cP}$$

$$\mu = 0,198 \text{ dpa. s}$$

Atau setara dengan

$$\mu = 1,98 \times 10^{-3} \text{Ns/m}^2$$

Dan

$$\rho = 853 \text{ kg/m}^3$$

Maka kekentalan kinetis diperoleh dengan rumus :

$$v = \mu/\rho$$

$$V = \frac{1,98 \times 10^{-3} \text{Ns/m}^2}{853 \text{ kg/m}^3}$$

$$v = 2,32 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$$

$$v = 2,32 \text{ mm}^2/\text{s}$$

Atau setara dengan

$$v = 0,232 \text{ dPa. s}$$

2) Temperatur 200 °C

Viskositas kinetik dapat dihitung menggunakan rumus

$$v = \mu/\rho$$

Pada temperatur 200 °C mendapatkan viskositasnya 0,843 cP dan nilai densitasnya 803 kg/m³. maka viskositas kinetik tersebut adalah :

Diketahui $\mu = 0,843 \text{ cP}$

$$\rho = 803 \text{ kg/m}^3$$

Ditanya : v : Nilai viskositas kinetik (mm²/s)

$$\mu = 0,843 \text{ cP}$$

$$\mu = 0,0843 \text{ dpa. s}$$

Atau setara dengan

$$\mu = 0,843 \times 10^{-3} \text{Ns/m}^2$$

Dan

$$\rho = 803 \text{ kg/m}^3$$

Maka kekentalan kinetis diperoleh dengan rumus :

$$v = \mu/\rho$$

$$V = \frac{0,843 \times 10^{-3} \text{Ns/m}^2}{803 \text{ kg/m}^3}$$

$$v = 1,05 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$$

$$v = 1,05 \text{ mm}^2/\text{s}$$

Atau setara dengan

$$v = 0,105 \text{ dPa} \cdot \text{s}$$

Jadi , pada temperatur 200 °C viskositas kinetik jenis minyak plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) adalah 1,05 mm²/s

B. Massa jenis (*Densitas*)

1) Temperatur 250 °C

Masa jenis dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Pada temperatur 250°C mendapatkan volume minyak sebanyak 131 ml dan massa minyak 111,74 g maka nilai massa jenis dari minyak plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) tersebut adalah:

Diketahui $m = 111,743 \text{ g}$

$$v = 131 \text{ ml}$$

Ditanya : ρ : Massa jenis (g/ml)

$$\rho = \frac{111,74 \text{ g}}{131 \text{ ml}}$$

$$\rho = 0,853 \text{g/m}^3$$

$$\rho = 853 \text{ kg/m}^3$$

Jadi, pada temperatur 250°C massa jenis dari jenis minyak plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) adalah 853 kg/m³.

2). Temperatur 200 °C

Massa jenis dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Pada temperatur 200°C mendapatkan volume minyak sebanyak 110 ml dan massa minyak 88,33 g maka nilai massa jenis dari minyak plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) tersebut adalah

Diketahui $m = 88,33 \text{ g}$

$$v = 110 \text{ ml}$$

Ditanya : ρ : Massa jenis (g/ml)

$$\rho = \frac{88,33 \text{ g}}{110 \text{ ml}}$$

$$\rho = 88,33 \text{ g/ml}$$

$$\rho = 88,33 \text{ kg/m}^3$$

Jadi, pada temperatur 200°C nilai densitas dari jenis minyak plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) adalah 88,33 kg/m³.

C. Perhitungan *Flash Point*

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 auto sulutan, 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 pengujian. Ketika tekanan berbeda dari 101,3 kPa (760 mm Hg), maka untuk koreksi dari *flash point* atau titik api, atau keduanya, sebagai berikut:

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

Keterangan:

C : *Flash Point* diamati ($^{\circ}\text{C}$)

P : Tekanan pada *Flash Point* tertentu (kPa)

Pada saat suhu $34,2^{\circ}\text{C}$ tekanan yang terukur pada barometer adalah sebesar 100kPa nilai ini diperoleh pada saat pengujian. maka akan didapat *flash point* secara teoritis sebesar :

1.) Temperatur yang dipergunakan 250°C

Diketahui:

$$C = 34,2^{\circ}\text{C}$$

$$P = 100 \text{ kPa}$$

Sehingga diperoleh nilai *Flash Point*:

$$\text{flash point} = 34,2 + 0,25 (101,3 - 100)$$

$$\text{flash point} = 34,2 + 0,25 (1,3)$$

$$\text{flash point} = 34,2 + 0,325$$

$$\text{flash point} = 34,5^{\circ}\text{C}$$

2.) Temperatur yang dipergunakan 200°C Diketahui:

$$C = 34^{\circ}\text{C}$$

$$P = 100 \text{ kPa}$$

Sehingga diperoleh nilai *Flash Point*:

$$\text{flash point} = 34 + 0,25 (101,3 - 100)$$

$$\text{flash point} = 34 + 0,25 (1,3)$$

$$\text{flash point} = 3 + 0,325$$

$$\text{flash point} = 34,3^{\circ}\text{C}$$

4.2 Berdasarkan Pengujian Minyak LDPE

4.2.1 Berdasarkan Pengujian Laboratorium

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

Tabel 4. 2 Data Pengujian Laboratorium Politeknik Medan

No	Pengujian	Nilai	
		Temp 250 ⁰ C	Temp 200 ⁰ C
1	Viskositas	2.32 mm ² /s	1.05 mm ² /s
2	Densitas	853 kg/m ³	803 kg/m ³
3	Flash Point	34.2 ⁰ C	34 ⁰ C

4.2.2 Berdasarkan Pengujian Teoritis

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

Tabel 4. 3 Data Perhitungan Secara Teoritis

No	Perhitungan	Nilai	
		Temp 250 ⁰ C	Temp 200 ⁰ C
1	Viskositas	2.32 mm ² /s	1.05 mm ² /s
2	Densitas	853 kg/m ³	803 kg/m ³
3	Flash Point	34.5 ⁰ C	34.3 ⁰ C

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.

4.2.3 Berdasarkan Pengujian Referensi

Data nilai Viskositas, Densitas dan *Flash Point* berdasarkan perhitungan Referensi, dengan hasil perhitungan pada tabel 4.3

Tabel 4. 4 Data Perhitungan Secara Referensi

No	Perhitungan	Nilai	
		Temp 250 ⁰ C	Temp 200 ⁰ C
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	38.2-52.5 ⁰ C	38-38.0 ⁰ C

4.3 Analisa Data

Dari data yang sudah diuraikan, maka akan dibandingkan densitas, *flash point* dan nilai kekentalan (*Viscosity*) dari beberapa referensi terhadap hasil pengujian lab yang telah dilakukan.

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 250⁰C adalah 2,32 mm²/s dan untuk temperatur 200⁰C adalah 1,05 mm²/s. Sedangkan untuk viskositas secara teoritis pada temperatur 250⁰C adalah 2,32 mm²/s dan pada temperatur 200⁰C adalah 1,05 mm²/s.

4.3.2 Nilai Densitas

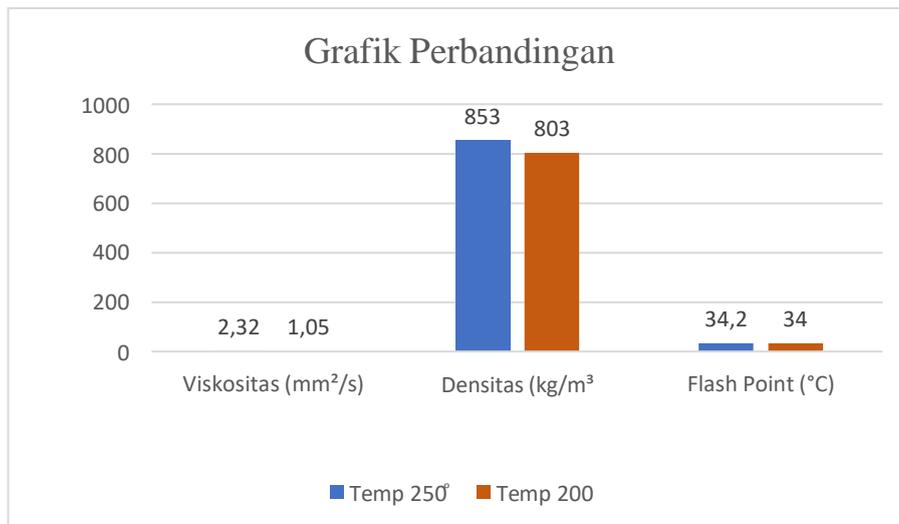
Massa jenis atau densitas adalah suatu besaran kerapatan massa benda yang dinyatakan dalam berat benda per satuan volume benda tersebut. Besaran massa jenis dapat membantu menerangkan mengapa benda yang berukuran sama memiliki berat yang berbeda. Semakin besar massa jenis suatu benda maka semakin besar juga massa disetiap volumenya. Densitas untuk plastik secara teoritis pada temperatur 250⁰C adalah 853 kg/m³ dan pada temperatur 200⁰C adalah 803 kg/m³. Sedangkan secara pengujian di laboratorium pada temperatur 250⁰C adalah 853 kg/m³ dan pada temperatur 200⁰C adalah 803 kg/m³.

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 250⁰C adalah 34,5⁰C dan pada temperatur 200⁰C adalah 34,3⁰C. Sedangkan secara pengujian di laboratorium pada temperatur 250⁰C adalah 34,2⁰C dan pada temperatur 200⁰C adalah 34⁰C.

4.4 Grafik Perbandingan Nilai

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



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai

Dari grafik dapat dilihat untuk nilai viskositas pada temperatur 250°C sebesar 2.32 mm²/s dan pada temperatur 200°C sebesar 1.05 mm²/s. Untuk nilai densitas pada temperatur 250°C sebesar 853 kg/m³ dan pada temperatur 200°C sebesar 803 kg/m³. Untuk nilai flash point pada temperatur 250°C sebesar 34.2°C dan pada temperatur 200°C sebesar 34°C.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisa dan mengevaluasi hasil dari Thermal Cracking Limbah Plastik LDPE adalah.
 - a. Nilai Viskositas pada bahan bakar plastik Minyak Ldpe secara pengujian di laboratorium pada temperatur 250°C di dapat hasil 2,32 mm²/s dan pada temperatur 200°C di dapat hasil 1.05 mm²/s.
 - b. Nilai Densitas untuk plastik secara pengujian di laboratorium sebesar pengujian di laboratorium pada temperatur 250°C di dapat hasil 853 Kg/m³ dan pada temperatur 200°C di dapat hasil 803 Kg/m³.
 - c. Nilai Flash Point untuk plastik secara pengujian di laboratorium pada temperatur 250°C di dapat hasil 34,2°C dan pada temperatur 200°C di dapat hasil 34°C.
2. Kategori jenis minyak dari jenis dari plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*).
 - a. Nilai viskositas pada temperatur 250°C mendekati karakteristik solar, sedangkan pada temperatur 200°C mendekati bensin.
 - b. Nilai densitas pada temperatur 250°C mendekati solar, sedangkan pada temperatur 200°C mendekati minyak tanah.
 - c. Nilai flash point pada temperatur 250°C mendekati solar, sedangkan pada temperatur 200°C mendekati minyak tanah.

5.2 Saran

Berdasarkan pengalaman yang diperoleh dari penelitian tentang pengujian limbah plastik LDPE menjadi bahan bakar alternatif dengan metode pirolisis direkomendasikan menggunakan jenis jenis sampah plastik yang lain, seperti, *polyethylene terephthalate, polyvinyl chloride, polypropylene, polystyrene*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimah, S., & Dewita, E. (2008). Pemilihan Teknologi Produksi Hidrogen Dengan Memanfaatkan Energi Nuklir. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 10(2), 123–132.
- Almu, M. A., Syahrul, & Padang, Y. A. (2014). Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket. *Dinamika Teknik Mesin*, 4(2), 117–122.
- Anom, I. D. K., & Lombok, J. Z. (2020). Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Kantong Plastik Sebagai Bahan Bakar Bensin. *Fullerene Journal Of Chemistry*, 5(2), 96. <https://doi.org/10.37033/Fjc.V5i2.206>
- Bow, Y., Lestari, S. P., Sihombing, S. R., Kharissa, S. A., Salam, Y. A., & Srijaya Negara Bukit Besar-Palembang, J. (2018). Pengolahan Sampah Low Density Polyethylene (Ldpe) Dan Polypropylene (Pp) Menjadi Bahan Bakar Cair Alternatif Menggunakan Prototipe Pirolisis Thermal Cracking Processing Of Low Density Polyethylene (Ldpe) And Polypropylene (Pp) Waste Into Alternative Liqui. *Jurnal Kinetika*, 9(03), 1–6.
<https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Damar Wahyu Prianto. (2018). PIROLISIS SAMPAH PLASTIK BUNGKUS MIE INSTAN DENGAN MEMANFAATKAN ABU VULKANIK GUNUNG MERAPI SEBAGAI KATALIS.
- Khaidir. (2016). Pengolahan Limbah Pertanian Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Agrium*, 13(2), 63–68.
- Kunci, K. (2012). DARI LIMBAH PLASTIK. 380–385.
- 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>
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal Of Urban And Environmental Technology*, 8(2), 141–147. <https://doi.org/10.25105/Urbanenvirotech.V8i2.1421>
- Rahmadanty, N. (2022). Pirolisis Sampah Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE) Menggunakan Katalis Pasir Merapi Sebagai Alternatif Bahan Bakar

- Minyak (BBM). Tugas Akhir, 1–39. <https://Dspace.Uii.Ac.Id/Handle/123456789/41527>
- Ramadhan, A. I. (2014). Analisa Desain Tabung Bahan Bakar Gas Jeni S Compressed Natural Gas (Cng) Pada Mobil Bus Tekanan 200 Bar. November, 1–6.
- Selpiana, Susmanto, P., Cuandri, L., Putri, R. W., Ibrahim, O., & Oktari, D. (2019). Pengaruh Waktu Dan Temperatur Terhadap Sifat Fisik Cairan Hasil Proses Perengkahan Limbah Plastik Jenis Expanded Polystyrene. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 30(2), 123–130.
- Sifiani, E., Wijaya Dian, K., Ardianto, T., & Rahayu, S. (2023). PLASTIK LDPE (Low Density Polyethylene)SEBAGAI CAMPURAN KOMPOSIT POLIMER PAVING BLOCK. *Jurnal Orbita*, 1(1), 1–2.
- Sinaga, P. V. H., Suanggana, D., & Haryono, H. D. (2022). Analisis Produksi Biogas Sebagai Energi Alternatif Pada Kompor Biogas Menggunakan Campuran Kotoran Sapi Dan Ampas Tahu. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 8(1), 61. <https://doi.org/10.31884/Jtt.V8i1.348>
- Sitorus, S., & Kartika, R. (2019). Pembuatan Etanol Dari Sagu Secara Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* Dan Gelatin Sebagai Sumber Nutrisi Bagi Mikroba. *Jurnal Atomik*, 04(1), 25–29.
- Wiratmaja, I. (2014). Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 4(2), 148–154.
- Yuliana, Y., Ladaina, R., & Alghozaly, Z. (2023). Konversi Low Density Polyethylene (LDPE) Menjadi Bahan Bakar Cair Pada Unit Thermal Cracking And Catalytic Reactor With CO2 Emission Removal. *CHEMTAG Journal Of Chemical Engineering*, 4(2), 10. <https://doi.org/10.56444/Cjce.V4i2.4245>
- Yusron, Z. (2007). Analisis Campuran Bahan Bakar Bensin Dengan Minyak Tanah Pada Pompa Air Agar Biaya Murah. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 2, 155167.

LAMPIRAN



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 (<i>Char Value</i>)	%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:

- Batasan 0.004% m/m untuk Nilai Jelaga setara dengan 40 ppm.
- 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.

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:

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

CATATAN :

- Batasan 0,35% m/m, setara dengan 3.500 ppm, berlaku tahun 2015.
- Batasan 0,30% m/m, setara dengan 3.000 ppm, berlaku mulai 1 Januari 2016.
- Batasan 0,25% m/m, setara dengan 2.500 ppm, berlaku mulai 1 Januari 2017.
- Batasan 0,05% m/m, setara dengan 500 ppm, berlaku mulai 1 Januari 2021.
- Batasan 0,005% m/m, setara dengan 50 ppm berlaku tahun 2025.
- Dengan FAME maks 20% v/v, ref: WWFC.
- Permen ESDM 12/2015 dan perubahannya.
- 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 Biosolar (B30)

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	880	ASTM D4052 / D1298
3	Viskositas (pada suhu 40 °C)	mm ² /s	2.0	5.0	ASTM D445
4	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0.25	ASTM D4294 / D5453 / D2622
				0.05 ¹⁾	
				0.005 ²⁾	
5	Distilasi 90% vol penguapan	°C	-	370	ASTM D86
6	Titik Nyala	°C	52	-	ASTM D93
7	Titik Kabut, atau	°C	-	18	ASTM D2500 / D5773
	Titik Tuang	°C	-	18	ASTM D97 / D5949
8	Residu Karbon	% m/m	-	0.1	ASTM D189 / D4530
9	Kandungan Air	mg/kg	-	425 dan dilaporkan	ASTM D6304 / D1744
10	Kandungan FAME	% v/v	30 ³⁾		ASTM D7806 / D7371
11	Korosi Bilah Tembaga	kelas	-	Kelas 1	ASTM D130
12	Kandungan Abu	% m/m	-	0.01	ASTM D482
13	Kandungan Sedimen	% m/m	-	0.01	ASTM D473
14	Bilangan Asam Kuat	mq KOH/g	0		ASTM D664
15	Bilangan Asam Total	mq KOH/g	-	0.6	ASTM D664
16	Penampilan Visual	-	Jernih & Terang		Visual
17	Warna	No. ASTM	-	3	ASTM D1500
18	Lubrisitas (HFRR wear scar dia. @ 60 °C)	micron	-	460 ⁴⁾	ASTM D6079
19	Kestabilan Oksidasi ⁵⁾	jam	35	-	EN 15751
		menit	45	-	ASTM D7545 / EN 16091

CATATAN UMUM:

- Aditif harus kompatibel dengan minyak mesin (tidak menambah kekotoran mesin/kerak). Aditif yang mengandung komponen pembentuk abu (*ash forming*) tidak diperbolehkan.
- Penanganan (*handling*) harus dilakukan secara baik untuk mengurangi kontaminasi (debu, air, bahan bakar lain, dll).
- Pelabelan pada pompa harus memadai dan terdefinisi.
- Untuk kondisi penggunaan BBM pada temperatur operasi < 16°C, pengukuran *Cold Filter Plugging Point* (CFPP) dapat dilakukan berdasarkan kesepakatan antara penjual dan pembeli.
- Jika diperlukan, dapat dilakukan pengukuran *Filter Block Tendency* (FBT) berdasarkan kesepakatan antara penjual dan pembeli.

CATATAN :

- Batasan 0,05% m/m, setara dengan 500 ppm, berlaku mulai 1 Januari 2021.
- Batasan 0,005% m/m, setara dengan 50 ppm berlaku mulai 1 Januari 2025.
- Peraturan Menteri ESDM 12/2015 dan perubahannya.
- Parameter kualitas ini berlaku jika kadar belerang ≤ 500 ppm.
- Metode pengujian dapat dipilih salah satu.

ACUAN :

- SK Dirjen Migas No. 0234.K/10/DJM.S/2019 tanggal 11 November 2019 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Solar Campuran Biodiesel 30% (B-30) yang Dipasarkan di Dalam Negeri.



**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 LDPE

Kepada Yth.
Andi Kurniawan
di
Tempat

Dengan Hormat,
Sehubungan dengan permintaan dari Bapak/Ibu Pusat Energi Baru Terbarukan untuk melaksanakan pengujian Karakteristik pirolisis LDPE, 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 Silalahi, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 1981012320021220002

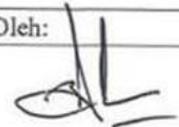
LAPORAN HASIL UJI KARAKTERISTIK PIROLISIS

No : 33//EBT/EN/2024

Nama : Andi Kurniawan
Perusahaan/Institusi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jenis Sample : Pirolisis LDPE

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Pirolisis

Jenis Pelumas	Properties		
	Viskositas Kinematik 40°C (Mm ² /s)	Densitas (Kg/m ³)	Flash Point °C
LDPE			
250°	2,32	853	34,2
200°	1,05	803	34

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

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : ANALISIS THERMAL CRACKING LIMBAH
PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLENE*)
TERHADAP JENIS BAHAN BAKAR

Nama : Andi Kurniawan

NPM : 2007230046

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

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	senin/19-08-2024	Perbaikan tentang daftar isi	f
2.	selasa/20-08-2024	Perbaikan jarak dari bab-bab 3	f
3.	kamis/22-08-2024	perbaikan Tujuan Penelitian	f
4.)	Jumat/23-08-2024	penambahan di bab 2 tentang isi	f
5.)	senin/26-08-2024	perbaikan abstrak	f
6.)	kamis/29-08-2024	Penambahan bab 3 spesifikasi	f
7.)	Jumat/30-08/2024	Perbaikan bab bab belahang	f
8.	Senin/2-09-2024	Acc seminar Har'1	f
9.	Rabu/11-09-2024	Acc sidang T-A	f



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila menjawab surat ini agar ditubuhkan
nama dan tanggalnya

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

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Eax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.linkedin.com/company/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/channel/UCumsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1435/IL3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 31 Agustus 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama : ANDI KURNIAWAN
Npm : 2007230046
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VIII (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS THERMAL CRACKING LIMBAH PLASTIK LDPE (LOW DENSITY POLYETHYLENE TERHADAP JENIS BAHAN BAKAR
Pembimbing : H. MUHARNIF M.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, 26 Safar 1446 H
31 Agustus 2024 M

Dekan


Murnawati Alfansury Siregar, ST., MT
NIDN: 011017202



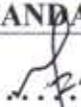
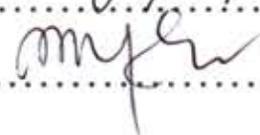
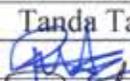
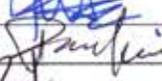
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

Nama : Andi Kurniawan

NPM : 2007230046

Judul Tugas Akhir : Analisis Thermal Cracking Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene) Terhadap Jenis Bahan Bakar

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc		 
Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT		 
Pembanding – II : M. Yani, ST, MT		 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2007230083	Rizky Saputra Panggabean	
2	2007230080	M. Rival Ruanaryan	
3	2007230046	Andi Kurniawan	
4	1907230095	OKTA RIANSYAH	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 05 Rabi'ul Awal 1446 H
09 September 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : Andi Kurniawan
NPM : 2007230046
Judul Tugas Akhir : Analisis Thermal Cracking Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene) Terhadap Jenis Bahan Bakar

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : M. Yani, 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 laporan skripsi
 - tambah dokumentasi pengujian
 - perbaiki keanggunan
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan, 05 Rabi'ul Awal 1446 H
09 September 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

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

Nama : Andi Kurniawan
NPM : 2007230046
Judul Tugas Akhir : Analisis Thermal Cracking Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene) Terhadap Jenis Bahan Bakar

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : M. Yani, 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 *what pd bagian yg harus direvisi*
.....
.....
.....
- 3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 05 Rabi'ul Awal 1446 H
09 September 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II



M. Yani, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Andi Kurniawan
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Pabatu, 12 Februari 2002
Alamat : Jl Danau Maninjau Lk V
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Email : andikurniawan290520@gmail.com
No Hp : 0858 3603 9949

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 105446 Serdang Bedagai Tahun 2008-2014
2. SMP Negeri 6 Tebing Tinggi Tahun 2014-2017
3. SMA Negeri 4 Tebing Tinggi Tahun 2017-2020
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2020-2024