



**Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Galuh**

JURNAL

**MAHASISWA
MESIN
GALUH**

JMMG

**VOL.4, NO.1
(2026)**



JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol.4, No.1 (2026)

PERANCANGAN KOMPOR BERBAHAN BAKAR MINYAK JELANTAH DENGAN SISTEM BLOWER SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PADA UMKM Arif Hilminajid, Tia Setiawan, Irna Sari Maulani	1 - 16
PERANCANGAN MESIN PENCACAH PLASTIK DENGAN PISAU <i>SCRATCH</i> Maola Marsafadhill Sahori, Heris Syamsuri, Ade Herdiana	17 - 31
PEMBUATAN MESIN PENCACAH PLASTIK DENGAN PISAU <i>SCRATCH</i> Yuda Okta Gantara, Irna Sari Maulani, Hendra Firdaus	32 - 49
PEMBUATAN KOMPOR BERBAHAN MINYAK JELANTAH DENGAN SISTEM BLOWER SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PADA UMKM Rajif Panca Sayekti, Slamet Riyadi, Edi Sukmara	50 - 66
UJI KERJA ALAT PENGUBAH LIMBAH SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR BIO SOLAR KAPASITAS 3KG Popo Mustopa, Zenal Abidin, Dedi Suryadi	67 - 79



JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol.4, No.1 (2026)

Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh (JMMG) dikelola oleh Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh. Jurnal ilmiah di bidang teknologi tepat guna dan terapannya terbit 2 kali dalam setahun, yaitu bulan Januari dan Juli.

Penanggung Jawab : Ketua Program Studi Teknik Mesin
Ir. Slamet Riyadi, S.T., M.T.

Pimpinan Redaksi : Irna Sari Maulani, S.Si., M.T.

Mitra Bestari : 1. Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.
(Universitas Pasundan Bandung)

2. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.
(Universitas Pasundan Bandung)

3. Ir. Engkos Koswara, M.T.
(Universitas ajalengka)

4. Nia Nuraeni Suryaman
(Universitas Widyatama)

5. Heris Syamsuri, S.T., M.T.
(Universitas Galuh Ciamis)

Redaksi Pelaksana : 1. Ir. Ade Herdiana, S.T., M.T.
2. Ir. Tia Setiawan, S.T., M.T.
3. Ir. Zenal Abidin, S.T., M.T.

SEKERTARIAT REDAKSI

**JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH
(JMMG)**

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Galuh Jln. RE. Martadinata No 150 Ciamis

Email: mesin.galuh@gmail.com

Website: <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jmg>



JURNAL MAHASISWA MESIN GALUH

e-issn:

p-issn:

Vol.4, No.1 (2026)

PENGANTAR REDAKSI

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kepada Allah SWT selalu kami panjatkan, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh Volume 4, Nomor 1, Januari 2026 bisa diterbitkan secara elektronik (E-Jurnal) dengan 5 artikel. Jurnal ini diterbitkan sebagai wahana sosialisasi dan diseminasi hasil penelitian bagi kalangan akademisi maupun masyarakat luas, pada bidang teknologi tepat guna dan terapannya. Bidang kajian yang dicakup dalam jurnal ilmiah adalah teknologi tepat guna yang dipublikasikan dari ilmu pemmesinan seperti konstruksi, metalurgi, konversi energy dan ilmu terapan lainnya.

Penyebarluasan informasi terhadap hasil-hasil penelitian tersebut dapat disampaikan melalui publikasi atau Jurnal ilmiah yang diwadahi dalam Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh diterbitkan oleh Program Studi Teknik Mesin merupakan salah satu sarana dan wadah bagi para peneliti untuk dapat mendiseminasikan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan serta sekaligus juga bisa sebagai sarana untuk meningkatkan profesionalitas.

Pada edisi keempat nomor satu ini, JMMG menyajikan 5 (lima) buah artikel yang bervariasi mulai dari pemmesinan, metalurgi dan konversi energy, keberagaman konten tersebut menunjukkan bahwa terapan teknologi di masyarakat sangat luas dan terbuka berbagai peluang penelitian terkait.

Dalam upaya untuk meningkatkan kualitas Jurnal, kami akan terus berupaya untuk lebih baik. Oleh sebab itu, masukan dan saran dari semua pihak sangat diharapkan agar ke depan Jurnal Mahasiswa Mesin Galuh (JMMG) bisa lebih baik lagi. Hal ini memberikan semangat bagi kami untuk terus mengelola jurnal ini agar dapat terus terbit dan terus meningkat kualitasnya. Akhirnya kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terbitnya Jurnal ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan petunjuk kepada kita semua, dan semoga kita dapat berkarya lebih baik lagi di masa yang akan datang, Amin.

REDAKSI

UJI ALAT PENGUBAH LIMBAH SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR BIO SOLAR

Popo Mustopa¹⁾, Zenal Abidin²⁾, Dedi Suryadi³⁾

^(1,2,3) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Galuh

Email: popo_mustopa@student.unigal.ac.id, zenal.abidin1682@gmail.com, dedisuryadi3520@gmail.com

Abstract

Plastic waste management is a serious challenge in efforts to preserve the environment. This study aims to analyze the performance of a device that converts plastic waste into fuel oil as an alternative solution to reduce environmental pollution and meet energy needs. The method used is pyrolysis, the thermal decomposition of plastic in the absence of oxygen to produce oil, gas, and solid residue. The study was conducted using varying heating temperatures and times to determine their effect on the quantity and quality of the fuel produced. The analysis results indicate that this device is capable of converting plastic waste into fuel oil with relatively high efficiency. The resulting fuel has physical and chemical characteristics close to those of conventional fossil fuels, thus offering potential as an alternative energy source. This research is expected to contribute to the development of plastic waste processing technology and encourage the utilization of waste into valuable products.

Keywords: *Plastic waste, pyrolysis, alternative fuel, waste, renewable energy.*

Abstrak

Pengelolaan sampah plastik menjadi tantangan serius dalam upaya menjaga kelestarian lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja alat pengubah limbah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak sebagai solusi alternatif dalam mengurangi pencemaran lingkungan dan memenuhi kebutuhan energi. Metode yang digunakan adalah pirolisis, yaitu proses dekomposisi termal plastik dalam kondisi tanpa oksigen untuk menghasilkan minyak, gas, dan residu padat. Penelitian dilakukan dengan menggunakan variasi suhu dan waktu pemanasan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuantitas dan kualitas bahan bakar yang dihasilkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa alat ini mampu mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan efisiensi yang cukup tinggi. Bahan bakar yang dihasilkan memiliki karakteristik fisik dan kimia yang mendekati bahan bakar fosil konvensional, sehingga berpotensi sebagai sumber energi alternatif. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengolahan sampah plastik serta mendorong pemanfaatan limbah menjadi produk bernilai guna.

Kata kunci: Sampah plastik, pirolisis, bahan bakar alternatif, limbah, energi terbaruka

I. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk salah satu negara dengan tingkat konsumsi plastik yang sangat tinggi, dampak pada meningkatnya volume limbah plastik yang dihasilkan jika tidak ditangani sejak dini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius di masa depan. Gagasan mengolah limbah plastik guna menekan jumlah limbah yang terus meningkat dapat dilakukan dengan proses daur ulang yang sesuai, proses daur ulang sampah plastik akan lebih bijak dan aman jika limbah plastik dapat diproses ulang menjadi sesuatu yang berguna.

Masyarakat pada umumnya sampah plastik diambil untuk didaur ulang, sebagian lagi di bakar dan sebagian lagi dibuang ke TPA, Penanganan sampah dibakar tidak terlalu efektif karena menghasilkan emisi gas yang berbahaya. Sebagai 12 salah satu sumber daya yang menjanjikan untuk memproduksi bahan bakar karena panas yang tinggi dari pembakaran sampah plastik perlu dikelola secara efektif dan efisien, pada jenis plastik tertentu sifat-sifat limbah dapat di proses dengan konversi limbah plastik menjadi bahan bakar.

Berdasarkan penelitian sebelumnya plastik merupakan hasil olahan dari senyawa hidrokarbon berasal dari minyak bumi dan diproduksi melalui proses pemecahan hidrokarbon yang dikenal sebagai olefin, pengembangan alat pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar bio solar menawarkan solusi untuk masalah lingkungan dan berpotensi menjadi sumber energi alternatif yang ekonomis lebih potensial dan memiliki prospek jangka panjang. (Mulyadi, E. 2004).

Berdasarkan penelitian yang lainya juga menyatakan proses pirolisis memerlukan suhu optimal (350-450°C) waktu pirolisis (60-90 menit), jenis plastik yang cocok (PE,PP,PS), dan efisiensi kondensasi (Nurhidayanti, N.,

Anggunsari, P., & Sofianti, S. 2021), proses pirolisis untuk plastik jenis polietilena (PE) dan polipropilena (PP) berada pada kisaran 350°C hingga 450°C. Pada rentang suhu tersebut, ikatan molekul plastik mulai terurai dan membentuk gas volatile. (Wibowo 2019) Berdasarkan penelitian yang lainya proses pirolisis yang berlangsung untuk mengolah sampah plastik menjadi minyak memerlukan waktu tergantung kebutuhan proses pirolisis, lama proses pirolisis dihitung menggunakan stopwatch dari mulai pemanasan reaktor yang berisi sampah plastik hingga berakhirnya proses pirolisis, dengan suhu optimal (350-450°C) waktu pirolisis (60-90 menit), jenis plastik yang cocok (PE,PP,PS), dan efisiensi kondensasi (Nurhidayanti, N., Anggunsari, P., & Sofianti, S. 2021).

Fakta di lapangan di Sukamulya dilakukan rancang bangun mesin pirolisis limbah plastik menjadi bahan bakar bio solar dengan kapasitas 3kg dengan waktu pirolisis (60-90 menit), konversi limbah plastik menjadi bahan bakar cair berkualitas telah dilakukan dan menunjukkan hasil yang menjanjikan sehingga perlu di analisis uji kerja. Berdasarkan permasalahan di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “UJI ALAT PENGUBAH SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR BIO SOLAR ”

II. KAJIAN LITERATUR

II.1 Limbah Sampah

Dibutuhkan metode daur ulang alternatif yang lebih potensial dan memiliki prospek jangka panjang. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah mengubah limbah plastik menjadi minyak. Hal ini dimungkinkan karena plastik pada dasarnya merupakan turunan dari minyak bumi, sehingga proses pengembaliannya ke bentuk asal cukup logis. Selain itu, plastik memiliki nilai kalor yang tinggi, sebanding dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar. Sejumlah studi

mengenai konversi limbah plastik menjadi bahan bakar cair berkualitas telah dilakukan dan menunjukkan hasil yang menjanjikan untuk terus dikembangkan (Mulyadi, 2004).

Limbah merupakan sisa material dari proses alam maupun teknologi yang sudah tidak dapat digunakan lagi, serta keberadaannya dianggap tidak bermanfaat bagi lingkungan dan tidak memiliki nilai ekonomi (Nasution, 2015). Plastik sendiri merupakan material yang dikenal ringan, elastis, fleksibel, kedap air, praktis, serta memiliki harga yang relatif lebih murah dibandingkan bahan kemasan lainnya (Prasanko et al., 2017). Namun demikian, plastik sangat sulit diurai secara alami karena kandungan zat kimianya, sehingga memerlukan waktu antara 200 hingga 400 tahun untuk terdegradasi. Akibatnya, akumulasi limbah plastik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, terutama jika dibuang sembarangan.

Berdasarkan penelitian Yusari dan Purwohandoyo (2020), kawasan perumahan, cagar budaya, objek wisata, serta area perdagangan dan jasa, merupakan daerah dengan jumlah timbunan sampah plastik yang cukup tinggi. Mereka mencatat bahwa 10,79% dari total sampah permukiman dan 16,24% dari total sampah nonpermukiman terdiri dari plastik. Temuan ini menunjukkan bahwa konsumsi masyarakat terhadap produk berbahan plastik terus meningkat, sehingga diperlukan upaya pengendalian limbah plastik untuk menghindari penumpukan yang dapat mencemari lingkungan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mendaur ulang (recycle) limbah plastik menjadi produk baru yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi. Sampah plastik memiliki karakteristik utama yaitu ringan, kuat, tahan terhadap air, dan tidak mudah terurai secara biologis. Waktu penguraian alami plastik di lingkungan dapat mencapai ratusan tahun, tergantung pada jenis plastik dan kondisi

lingkungan. Karena sifatnya tersebut, keberadaan sampah plastik menimbulkan dampak negatif yang serius terhadap ekosistem, termasuk pencemaran tanah, air, dan rantai makanan. Penanganan sampah plastik dapat dilakukan melalui berbagai, seperti daur ulang, pembakaran, dan konversi termal. menjadi bahan bakar. Salah satu pendekatan inovatif yang kini mulai banyak dikembangkan adalah mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif, seperti bio solar

II.2 Plastik

II.2.1 Pengertian Plastik

Sejak ditemukan pertama kalinya pada tahun 1907, penggunaan plastik dan barang-barang berbahan dasar plastik semakin meningkat. Peningkatan penggunaan plastik ini merupakan konsekuensi dari berkembangnya teknologi, industri, dan juga jumlah populasi penduduk. Di Indonesia, kebutuhan plastik terus meningkat hingga mengalami kenaikan rata-rata 200 ton per tahun. Semakin banyak penggunaan plastik maka semakin banyak pula sampah plastik yang akan dihasilkan. Seiring dengan meningkatnya tingkat ekonomi, perubahan gaya hidup, dan meningkatnya mobilitas penduduk dapat meningkatkan volume sampah plastik (Prianto et al., 2019). Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan sekitar 64 juta ton sampah setiap tahun, di mana sekitar 15% di antaranya adalah sampah plastik. Setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah per hari. Dari jumlah tersebut 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik per hari (Arifin dan Sobar, 2018). Padahal penggunaan plastik yang berlebihan dan pembuangan sampah plastik yang tidak dapat terkontrol akan menimbulkan masalah bagi lingkungan, karena sifat plastik yang tidak dapat teruraikan di dalam tanah.

Berbagai sudah dilakukan oleh pakar lingkungan dan ilmuwan dari berbagai disiplin ilmu, salah satu yang digunakan yaitu dengan mendaur ulang sampah plastik tersebut menjadi barang yang memiliki fungsi lainnya, namun dengan cara tersebut hasilnya tidak terlalu efektif. Peningkatan volume sampah plastik yang tidak sebanding dengan kapasitas pengelolaannya menimbulkan kebutuhan akan inovasi dalam pengolahan limbah. Salah satu solusi yang mendapatkan perhatian luas adalah konversi limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif. Menurut Syamsiro et al. (2014), Proses pirolisis plastik dapat mengubah plastik limbah menjadi bahan bakar cair dengan karakteristik yang mendekati bahan bakar minyak bumi. Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan plastik dalam kondisi minim oksigen, sehingga terjadi dekomposisi termal yang menghasilkan minyak pirolisis, gas, dan residu padat.

Plastik adalah bahan organik sintesis yang diproduksi oleh polimerisasi yang memiliki massa molekul tinggi, dan mengandung zat-zat lain selain polimer untuk meningkatkan kinerja dan mengurangi biaya. Plastik umumnya terbuat dari polimer sintetis yang mengandung hidrogen, karbon dan oksigen. Plastik memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan material lainnya, antara lain densitasnya yang lebih rendah, sifatnya yang sebagai isolator listrik, kekuatan mekaniknya yang beragam, ketahanan terhadap suhu yang terbatas, serta resistensi terhadap bahan kimia yang bervariasi. Karakteristik termal dari berbagai jenis plastik sangat bermanfaat dalam proses manufaktur dan daur ulang. Beberapa sifat termal penting yang perlu diperhatikan adalah titik lebur (T_m), temperatur transisi (T_g), dan temperatur dekomposisi (Bow et al., 2018).

II.2.2 Jenis- Jenis Plastik

Plastik Sebagai material organik sintetik atau material organik sintetik atau material organik

semi sintetik, plastik dibuat dari minyak bumi dan gas alam, Dari produk plastik, dihasilkan PET (*polyethylene terephthalate*), HDPE (*Highdensity Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low-density Polyethylene*), PP (*Polypropylene Atau Polypropene*), PS (*Polystyrene*), polyurethane dan polifenol menghasilkan limbah plastik yang kira-kira terdiri dari 50-60% jenis PE, 20-30% dari PP, 10-20% dan 10% PVC (K. Mustofa & Fuad, 2014).

Tabel 2.1 Jenis Plastik, Kode dan Penggunaan (Surono, 2013)

No Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1.	PET(<i>polyethylene terephthalate</i>)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jas, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2.	HDPE (<i>Highdensity Polyethylene</i>)	Botol obat, botol susu cair, jergen pelumas, dan botol kosmetik
3.	PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastic, botol shampoo, dan botol sambal
4.	LDPE (<i>Low-density Polyethylene</i>)	Kantong kresek, tutup plastic, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastic tipe lainnya
5.	PP (<i>Polypropylene Atau Polypropene</i>)	Cup plastic, tutup botol dari plastic, mainan anak, dan margarine
6.	PS (<i>Polystyrene</i>)	Kotak CD, Sendok, dan garpu plastik, atau tempat makanan dari Styrofoam dan tempat makanan plastic transparan
7.	Other (O), jenis plastik lainnya selain dari no. 1-6	Botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, cuku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, computer, alat-alat elektronik, sikat gigi dan mainan lego.

Jenis plastik modern umumnya sulit terurai dan tidak mudah berbau dengan lingkungan alami. Salah satu bahan utama dalam produksi plastik adalah nafta, yakni hasil olahan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Untuk memproduksi 1 kilogram plastik, dibutuhkan sekitar 1,75 kilogram minyak bumi, baik sebagai bahan baku maupun sebagai sumber energi dalam proses produksinya (Zurohaina et al., 2019). Mujiarto (2005) menyatakan bahwa plastik dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* merupakan plastik yang akan mencair saat dipanaskan hingga suhu tertentu

dan dapat dibentuk kembali berkali-kali tanpa mengalami perubahan struktur yang signifikan. Jenis ini merupakan turunan dari ethylene, dikenal juga sebagai plastik vinyl karena mengandung gugus vinyl atau polyolefin, dan umumnya digunakan dalam kemasan atau produk yang bersentuhan langsung dengan makanan.

Sementara itu, thermosetting adalah plastik yang melunak saat dipanaskan untuk proses pembentukan, kemudian mengeras secara permanen. Jika dipanaskan kembali, thermosetting tidak akan mencair, melainkan hangus atau berubah menjadi arang akibat struktur kimianya yang kompleks dan berbentuk tiga dimensi. Dalam industri pangan, thermosetting sering digunakan untuk pembuatan tutup botol, yang dilengkapi dengan lapisan perapat agar tidak langsung bersentuhan dengan produk di dalamnya. Plastik jenis ini banyak diaplikasikan pada material komposit modern, yang biasa disebut resin, karena keunggulannya dalam hal ketahanan yang sangat baik (Mujiarto, 2005). Titik lebur mengacu pada suhu di mana plastik mulai melunak dan beralih menjadi fase cair. Temperatur transisi merupakan suhu di mana struktur plastik mengalami peregangan, mengubah sifatnya dari keras menjadi lebih elastis atau fleksibel. Ketika suhu melampaui titik lebur, volume plastik bertambah dan molekul-molekul di dalamnya menjadi lebih bebas bergerak, yang ditandai dengan meningkatnya kelenturan material.

Adapun temperatur dekomposisi adalah batas suhu di mana plastik tidak hanya mencair, tetapi juga mulai terdegradasi strukturnya. Jika suhu dinaikkan melebihi titik lebur, plastik akan mengalir lebih mudah, namun apabila melebihi sekitar 1,5 kali temperatur transisi, energi termal akan melampaui energi ikatan antar rantai molekul, menyebabkan polimer mengalami dekomposisi (Bow et al., 2018).

II.3 Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan zat yang dapat menghasilkan energi melalui reaksi kimia, umumnya melalui proses pembakaran, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan panas, tenaga mekanis, atau energi listrik. Menurut penelitian oleh Demirbas (2007), bahan bakar didefinisikan sebagai substansi yang, dalam proses reaksi oksidasi, melepaskan energi dalam bentuk panas yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan energi. Bahan bakar secara umum dibedakan menjadi dua jenis, yaitu bahan bakar fosil dan bahan bakar terbarukan. Bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam, berasal dari sisa makhluk hidup purba yang mengalami proses geologi selama jutaan tahun. Sedangkan bahan bakar terbarukan dapat diperoleh dari sumber daya yang dapat diperbaharui, seperti biomassa, limbah organik, dan dalam konteks modern, termasuk juga hasil pirolisis limbah plastik.

Dalam studi yang dilakukan oleh Ahmad et al. (2015), bahan bakar hasil pirolisis plastik didefinisikan sebagai "produk cair hidrokarbon yang dihasilkan melalui dekomposisi termal plastik dalam kondisi minim oksigen, dan dapat digunakan sebagai alternatif bahan bakar minyak diesel." Hal ini menunjukkan bahwa tidak hanya sumber biomassa alami, tetapi juga limbah plastik dapat dikonversi menjadi bahan bakar dengan karakteristik energi yang serupa dengan bahan bakar konvensional. Lebih lanjut, Hidayat et al. (2019) menyatakan bahwa bahan bakar hasil pirolisis plastik, khususnya dari jenis polietilena dan polipropilena, memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, berkisar antara 40–45 MJ/kg, sehingga sangat potensial digunakan untuk kebutuhan energi mesin diesel maupun pembangkit listrik skala kecil.

Pengembangan bahan bakar dari limbah plastik juga sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular dan pengelolaan limbah berkelanjutan, karena selain mengurangi jumlah limbah, proses ini juga menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi. Dengan demikian, bahan bakar, khususnya yang berasal dari hasil pengolahan limbah plastik, merupakan solusi strategis untuk mengatasi permasalahan energi dan lingkungan secara bersamaan. Bahan bakar mengalami proses pembakaran di mana reaksi dengan oksigen menghasilkan panas. Menurut Tambunan (2023) Untuk menilai kinerja bahan bakar, terdapat beberapa karakteristik penting yang perlu diperhatikan, yaitu:

- a. *Density, Specific Gravity, dan API Gravity.*
Density diartikan sebagai rasio massa bahan bakar terhadap volumenya pada suhu standar. Specific Gravity (SG) adalah perbandingan berat bahan bakar minyak pada suhu tertentu dengan berat air pada volume dan suhu yang sama. Sementara itu, API Gravity adalah ukuran yang digunakan untuk mengindikasikan berat jenis minyak dan menjadi dasar klasifikasi minyak bumi secara sederhana.
- b. *Kiskositas*
Viskositas menggambarkan tingkat kekentalan suatu cairan kemampuan cairan tersebut untuk menahan gaya geser.
- c. *Kandungan Belerang (Sulphur Content)*
Kandungan belerang dalam bahan bakar diesel tidak diinginkan karena oksida belerang yang dihasilkan dari pembakaran dapat bereaksi dengan air, membentuk zat yang bersifat korosif terhadap logam di ruang bakar.
- d. *Angka Setana (Cetane Number).*
Cetane number berfungsi sebagai indikator kualitas bahan bakar, yang menggambarkan kecepatan bahan bakar tersebut terbakar dalam mesin diesel.
- e. *Nilai Kalor (Calorific Value).*

Calorific value menunjukkan jumlah panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dengan udara atau oksigen

II.4 Bio Solar

Bio solar adalah bahan bakar alternatif berbasis minyak nabati atau limbah organik yang diformulasikan agar dapat digunakan pada mesin diesel. Bio solar biasanya dihasilkan dari reaksi transesterifikasi minyak nabati atau konversi limbah plastik melalui proses termal. Upaya pengalihan penggunaan energi dari energi fosil yang tidak dapat diperbarui (*unrenewable energy*) menuju energi terbarukan berbasis hayati (*renewable energy*) mulai digalakkan guna mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Salah satu alternatif energi terbarukan tersebut adalah biofuel, yang dihasilkan dari minyak nabati seperti minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar melalui proses transesterifikasi. Pembuatan bio solar dari sampah plastik memanfaatkan proses termal seperti pirolisis, yakni pemanasan bahan plastik dalam kondisi minim oksigen sehingga menghasilkan gas, minyak, dan residu padat (*char*). Minyak hasil pirolisis ini kemudian dapat dimurnikan dan digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Proses transesterifikasi ini melibatkan reaksi antara minyak nabati (seperti minyak kelapa sawit atau minyak jarak) dengan metanol atau etanol, menggunakan katalisator seperti soda api (NaOH atau KOH). Hasil dari proses ini berupa metil ester asam lemak murni (FAME), yang kemudian dicampur dengan solar murni selama sekitar 10 menit untuk menghasilkan biodiesel siap pakai. Biosolar sendiri merupakan campuran antara solar dan minyak nabati yang berasal dari minyak kelapa sawit atau crude palm oil (CPO). Sebelum proses pencampuran, minyak kelapa sawit terlebih dahulu direaksikan dengan metanol atau etanol dengan bantuan katalisator NaOH atau KOH untuk memproduksi FAME. Pada biosolar



jenis B-5 yang beredar saat ini, terdapat kandungan 5% FAME dalam campurannya. Sebelum digunakan, laboratorium pengujian milik Pertamina selalu memastikan bahwa FAME yang digunakan telah memenuhi standar spesifikasi yang telah ditentukan.

Berkat kandungan minyak nabati di dalamnya, bahan bakar ini menjadi lebih ramah lingkungan. Biosolar memiliki angka cetane berkisar antara 51 hingga 55, yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar konvensional yang berada di kisaran angka cetane 48. Semakin tinggi angka cetane, proses pembakaran akan semakin optimal sehingga emisi polusi dapat ditekan. Selain itu, kerapatan energi per volume juga meningkat. Kandungan FAME dalam biosolar turut menurunkan kadar sulfur, sehingga kadar sulfur yang dihasilkan tidak melebihi 500 ppm.

Dalam implementasinya, pembuatan alat pirolisis sederhana hingga skala industri telah dikembangkan untuk mendukung konversi limbah plastik. Ahmad et al. (2015) menegaskan bahwa "perancangan reaktor dan kontrol suhu dalam proses pirolisis sangat mempengaruhi kuantitas dan kualitas minyak yang dihasilkan." Reaktor yang efektif harus mampu mempertahankan suhu operasi optimal, yakni antara 350°C hingga 450°C, untuk menghasilkan produk bahan bakar yang berkualitas tinggi. Namun, berbeda dengan solar murni, biosolar juga memiliki kelemahan. Salah satu kelemahannya adalah kurang cocok digunakan pada kendaraan bermotor yang membutuhkan kecepatan tinggi serta daya besar, karena tenaga yang dihasilkan biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan solar murni. Pada kendaraan pengangkut beban berat dengan tonase besar, penggunaan biosolar justru dapat berdampak kontra produktif karena menurunnya tenaga mesin jika dibandingkan dengan penggunaan solar murni.

II.4.1 Keunggulan Biosolar

Menurut Tambunan (2023) Biosolar, atau biodiesel, merupakan bahan bakar alternatif yang semakin banyak digunakan karena berbagai keunggulannya dibandingkan dengan solar berbasis fosil. Berikut adalah beberapa keunggulan biosolar yang telah diidentifikasi dalam berbagai penelitian:

a. Ramah Lingkungan

Biosolar menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Penggunaan biosolar dalam mesin diesel dapat mengurangi emisi karbon dioksida (CO₂), partikulat, dan gas-gas rumah kaca lainnya, sehingga membantu mengurangi dampak negatif terhadap perubahan iklim dan meningkatkan kualitas udara

b. Sumber Energi Terbaruka

Biosolar diproduksi dari bahan baku yang dapat diperbaharui, seperti minyak nabati atau lemak hewani. Hal ini menjadikannya sebagai sumber energi terbarukan yang dapat membantu mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil yang terbatas.

c. Kandungan Sulfur Rendah

Biosolar memiliki kandungan sulfur yang lebih rendah dibandingkan dengan solar konvensional. Dalam sebuah penelitian, kandungan sulfur dalam biosolar tercatat sebesar 0,0868% m/m, yang berada di bawah batas maksimum yang diizinkan. Kandungan sulfur yang rendah ini mengurangi risiko korosi pada mesin dan sistem bahan bakar.

d. Biodegradabilitas Tinggi

Biosolar bersifat lebih mudah terurai secara alami dibandingkan dengan solar berbasis fosil. Hal ini mengurangi risiko pencemaran lingkungan akibat tumpahan atau kebocoran bahan bakar.

e. Dukungan terhadap Pertanian Lokal

Produksi biosolar dapat mendukung sektor pertanian lokal, terutama dalam hal pemanfaatan minyak nabati seperti minyak kelapa sawit. Hal ini dapat memberikan nilai

tambah bagi produk pertanian dan meningkatkan kesejahteraan petani. Dengan berbagai keunggulan tersebut, biosolar menjadi pilihan yang menarik sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Namun, penting untuk terus melakukan penelitian dan pengembangan guna mengatasi tantangan yang masih ada, seperti efisiensi pembakaran dan stabilitas penyimpanan. Selain itu, dari segi ekonomi, pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar membuka peluang usaha baru di sektor energi terbarukan serta mendukung program pemerintah dalam penerapan prinsip ekonomi sirkular. Namun demikian, tantangan dalam pengembangan alat konversi ini masih ada, seperti efisiensi energi dalam proses, pemilihan jenis plastik yang tepat, serta kebutuhan akan penyaringan produk akhir untuk memenuhi standar bahan bakar. Oleh karena itu, analisis terhadap alat pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar bio solar sangat penting untuk memahami sejauh mana alat tersebut dapat beroperasi secara efektif dan menghasilkan produk yang sesuai standar energi.

II.5 Prinsip Kerja Alat Pengubah Sampah Plastik

Alat pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar bio solar umumnya berbasis pada teknologi pirolisis. Secara umum, prinsip kerja alat ini meliputi beberapa tahap berikut: Pemuatan Material Sampah plastik yang telah dikeringkan dan dipotong kecil-kecil dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis.

a. Pemanasan Reaktor

Reaktor dipanaskan hingga suhu 350–450°C dalam kondisi minim oksigen. Pemanasan dapat menggunakan bahan bakar gas, minyak, atau listrik.

b. Proses Pirolisis

Di dalam reaktor, plastik akan terurai menjadi gas hidrokarbon. Gas ini kemudian dikondensasikan melalui sistem pendingin untuk menghasilkan minyak pirolisis (bio solar).

c. Pemisahan dan Pemurnian

Minyak hasil kondensasi dipisahkan dari air dan kotoran lainnya, lalu dimurnikan untuk meningkatkan kualitasnya sehingga memenuhi standar bahan bakar mesin diesel.

d. Pengumpulan Produk

Produk akhir berupa bio solar dikumpulkan dalam tangki penampungan, sedangkan residu padat dapat digunakan sebagai bahan bakar padat atau diolah lebih lanjut.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

III.1 Uji Fungsional dan Uji Kinerja

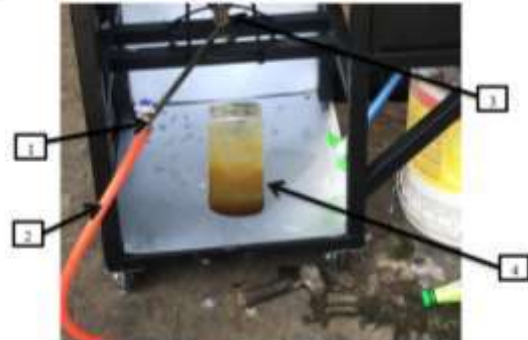
Uji fungsional bertujuan untuk memeriksa apakah setiap bagian dari alat sudah bekerja sesuai fungsinya. Uji kinerja dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari proses perancangan yang dilakukan. Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam proses pirolisis adalah *thermal cracking*. Pengujian kinerja dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan bahan plastik PET sebanyak 1 kilogram.

Langkah-langkah dalam melakukan uji kinerja adalah sebagai berikut:

1. Plastik ditimbang dan bahan bakar disediakan
2. Bahan plastik dimasukkan ke dalam reaktor
3. Alat pengukur suhu disiapkan
4. Tungku dinyalakan hingga mencapai suhu yang diharapkan
5. Air dialirkan ke kondensor untuk mengondensasikan gas
6. Suhu dijaga agar tetap konstan dengan cara mengatur debit udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran dan jumlah bahan bakar yang tersedia di dalam ruang pembakaran dan Minyak yang dihasilkan ditampung dalam gelas

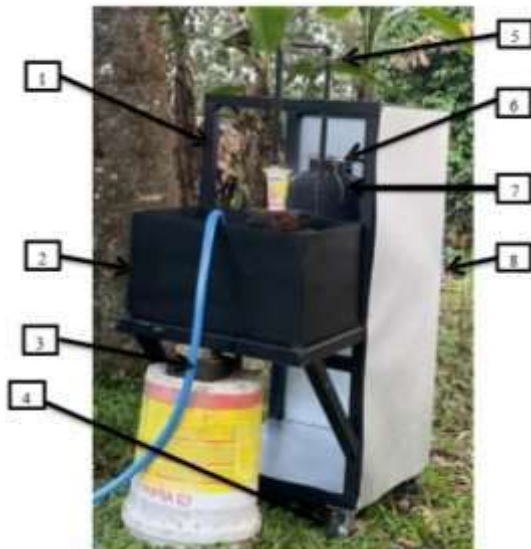
7. Suhu dicatat setiap 60 sampai 90 menit, Jika tahap ini belum berhasil dengan baik, proses masuk ke tahap modifikasi dan mengulang ke tahap fabrikasi alat. Tahap modifikasi dilakukan dengan merubah desain awal menggunakan data dan informasi penunjang yang dibutuhkan.

Tabung untuk menampung sampah plastik
Rangka untuk memudahkan alat agar praktis dibawa atau berpindah tempat
Selang untuk mendinginkan dengan adanya air di dalam bak tersebut.



Gambar 4.1 Alat Pengubah Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar (Bio Solar)

1. Rangka
2. Wadah pendingin
3. Selang
4. Roda
5. Pipa holo untuk menyalurkan uap
6. Tutup tabung
7. Tabung untuk menampung plastik
8. Plat untuk mengurangi angin masuk



Gambar 4.1 Alat Pengubah Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar (Bio Solar)

1. Rangka
2. Wadah pendingin
3. Selang
4. Roda
5. Pipa holo untuk menyalurkan uap
6. Tutup tabung
7. Tabung untuk menampung plastik
8. Plat untuk mengurangi angin masuk

III.2 Hasil Uji Kinerja Alat

Hasil yang diharapkan berupa minyak cair. Pada proses pirolisis dengan suhu 350°C. Sampai dengan 450°C dengan kapasitas 3kg dan waktu 60-90 menit menghasilkan rata rata 300 sampai 500gram.



Gambar 4.2 Minyak Hasil Pirolisis Plastik

Gambar 4.2. menunjukkan hasil pirolisis dengan temperatur 350°C, minyak hasil pirolisis dengan bahan plastik aqua botol dan gelas yang di bakar dengan suhu temperatur sedang dengan hasil agak keruh, harus di diamkan selama 10 menit agar kotoran ngendap, hasil

yang kurang maksimal dikarenakan suhu temperatur yang kurang tinggi.

- Untuk mengatur suhu panas
- selang
- Tungku untuk memanaskan reaktor menggunakan kompor gas
- Minyak bio solar

Gambar dibawah menunjukkan hasil dari pirolisis dari plastik PP (Polypropylene).



Gambar 4.3 menunjukkan hasil pirolisis

Hasil pirolisis dari sampah plastik 2kg jenis PP dengan temperatur 350-450°C dalam waktu (60-90) menit dengan hasil 35ml. dilakukan uji coba yang kedua dengan waktu (60-90) menit dengan kapasitas 3kg dengan temperatur 400°C-450°C dengan hasil 60 ml.

Gambar di bawah hasil dari pirolisis menggunakan bahan plastik PS (Polystyrene).



Gambar 4.4 Hasil dari Pirolisis styrofoam

Hasil dari pirolisis gambar di atas menggunakan plastik PS (Polystyrene) dengan kapasitas 3kg sampah plastik styrofoam di panaskan dengan suhu 350-450°C menghasilkan minyak 65ml dengan hasil yang lebih bersih dari plastik botol.

Hasil minyak pirolisis Dengan temperatur suhu 450°C hasil yang lebih bagus dari suhu temperatur 350°C, setelah hasil pirolisis selesai diamkan 10 menit untuk hasil yang lebih jernih dengan hasil yang di gambarkan di bawah.



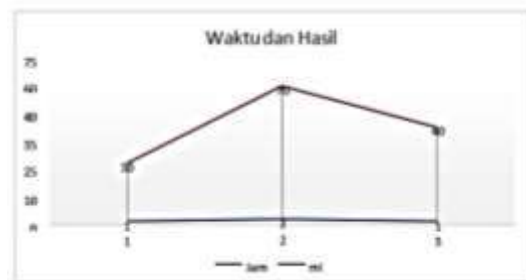
Gambar 4.5 Minyak Hasil Pirolisis Plastik

Gambar 4.5 minyak hasil pirolisis menunjukkan temperatur 450°C, Dengan temperatur suhu 450°C diatas menggambarkan hasil yang lebih bagus dari suhu temperatur 350°C, setelah hasil pirolisis selesai diamkan 10 menit untuk hasil yang lebih jernih, hasil sudah di diamkan selama 10 menit bisa di pindahkan ke botol atau wadah yang lebih bersih. Gambar 4.3. menunjukan bentuk kondensat cair yang dihasilkan. Terlihat warna yang dihasilkan jernih kekuning-kuningan. Hasil dari percobaan: Hasil pirolisis limbah sampah plastik menjadi bahan bakar bio solar dalam 1kg plastik dalam waktu 1jam/60menit dengan temperatur 350°C dengan hasil 30 gram, dalam percobaan dengan tabel dan grafik seperti dibawah.

Tabel 4.1 Percobaan Hubungan Kapasitas, Waktu, Temperatur dan Hasil.

No.	JENIS PLASTIK	KAPASITAS	WAKTU	TEMPERATUR	HASIL
	PET	Kg	Jam	°C	ml
1	Aqua Botol & gelas	1	1	350	30
2	Aqua Botol & gelas	1	2	400	70
3	Aqua Botol & gelas	1	1	450	40

Diperlihatkan dengan grafik hubungan waktu dengan hasil:



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Waktu dan Hasil

Dari gambar 4.6 menunjukkan waktu pada reaktor pirolisis ketika uji coba. waktu maksimal 2 jam dan minimal 1 jam. Ini menunjukkan ada nya perbedaan waktu dan hasil. Percobaan untuk waktu 2 jam dihasilkan bio solar sebanyak 70 ml dan percobaan untuk waktu 1 jam dihasilkan bio solar sebanyak 30 ml.

Diperlihatkan dengan grafik hubungan temperatur dengan hasil:



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Waktu dan Hasil

Dari gambar 4.5 menunjukkan temperatur pada reaktor pirolisis ketika uji coba. temperatur maksimal 450 °C dan minimal 350 °C. Ini menunjukkan ada nya perbedaan temperatur dan hasil. Percobaan 1 untuk temperatur 350 °C dihasilkan bio solar sebanyak 30 ml, 2 untuk temperatur 400 °C dihasilkan bio solar sebanyak 70 ml dan 3 untuk temperatur 450 °C dihasilkan bio solar sebanyak 40 ml.

Efisiensi pirolisis plastik biasanya dihitung berdasarkan perbandingan antara massa/energi produk yang dihasilkan dengan massa/energi bahan baku plastik yang dipirolisis.

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{m_{produk}}{m_{bahan\ baku}} \times 100\% \\ &= \frac{0,040\ kg}{1\ kg} \times 100\% \\ &= 4\ \%\end{aligned}$$

Jadi dengan dengan memasukan 1 kg plastik PET kedalam reaktor pirolisis dihasilkan 4 % massa plastik yang berhasil diubah menjadi biosolar , 96 % nya berubah menjadi gas dan char.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

IV.1 Kesimpulan

Hasil dari pengujian alat limbah sampah plastik menjadi bahan bakar bio solar dengan kapasitas 3kg jenis plastik PET dengan temperatur suhu 450°C waktu pirolisis (60-90) menit didapatkan hasil biosolar sebanyak 40 ml dengan hasil karakteristik biosolar hasil yang lebih jernih dan bersih.

IV.2 Saran

- Dibutuhkan bahan bakar untuk reaktor pirolisis yang lebih banyak karena lamanya pembakaran selama 1 jam,

gunakan kayu bakar atau batu bara yang lebih murah.

- Gunakan cyclone untuk output pembakaran, karena asap hasil pembakaran plastik sangat berbahaya dan mengandung zat beracun.

REFERENSI

- Bow, Y., Zulkarnain, Lestari, S. P., Sihombing, S. R. M., Kharissa, S. A., & Salam, Y. A. (2018). Pengolahan Sampah Low Density Polyethylene (LDPE) Dan Polypropylene (PP) Menjadi Bahan Bakar Cair Alternatif Menggunakan Prototipe Pirolisis Thermal Cracking. *Jurnal Kinetika*, 9(03), 1–6.
- Chanashetty, V. B., & Patil, B. M. (2015). *Fuel from Plastic Waste. International Journal on Emerging Techologies*, 6(2), 121–128.
- Demirbas, A. (2007). Importance of biomass energy sources for Turkey. *Energy Policy*, 35(9), 4242–4250.
- Eloper, I. (2016). Mitigasi Dampak Samph Plastik dan Rekayasa Ekonomi Masyarakat di Kota Madiun. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Farag, M.; Korachy, A. (2017). *Plastics Value Chain Mapping and Assessment Technical Report No. 20, USAIDS Strengthening Entrepreneurship and Enterprise Development (SEED)*.
- Furqon, Z., & Aulia, H. N. (2019, April). Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Fraksi Naphtha Sebagai Bahan Baku Alternatif Petrokimia. In *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (p. 3).
- Jambeck, J. R., et al. (2015). *Plastic waste inputs from land into the ocean. Science*, 347(6223), 768-771

-
- Mujiarto, I. (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Cummins 60 kVA. Jurnal Teknik Energi, 12(2)*, 27-32.
- Mulyadi, E. 2004. Termal Dekomposisi Sampah Plastik. Vol-1, Jurnal Rekayasa Perencanaan, ISSN 1829-913.
- Mursito, J. A., Sukadana, I. G. K., & Tenaya, I. G. N. P. (2021). Perancangan dan Pengujian Alat Destilasi Minyak Dari Limbah Sampah Plastik. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika, 6(4)*, 311–317.
- Nasution, R. S. (2015). Berbagai cara penanggulangan limbah plastik. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology, 1(1)*, 97-104.
- Prasetyo, H., Rudhiyanto, R., & Fitriyanto, I. E. (2010). Mesin Pengolah Limbah Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif. In *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa-Teknologi 2014*. Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education.
- Prianto, D. W., Yuriandala, Y., & Purnama, H. (2019). *Pyrolysis of instant noodle wrap plastic waste with mount Merapi ash as alternative catalyst. AIP Conference Proceedings, 2085*, 1–8. <https://doi.org/10.1063/1.5094982>.
- Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik, 3(1)*, 32-40.
- Surono, Untoro Budi., Ismanto. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Janabadra*.
- Tambunan, C. N., Gantina, T., & Manunggal, B. (2023). Analisis Perbandingan Bahan Bakar Biosolar dan Dexlite terhadap Performansi Generator Set Tipe Nurhidayanti, N., Anggunsari, P., & Sofianti, S. (2021). Studi Optimalisasi Suhu Pada Proses Pirolisis Sampah Plastik Jenis LDPE (Low Density Polyethylene). *Pelita Teknologi, 16(1)*, 22-28.
- Planchard, M. (2024, 5 Februari). 3/4+ Million Certified SOLIDWORKS Users and Growing. SOLIDWORKS Education Blog.
- Prasetyo, H., Rudhiyanto, & Fitriyanto, I. E. (2013). Mesin Pengolah Limbah Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif. hal 1-2