

**PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK
MENJADI BAHAN BAKAR DENGAN KAPASITAS 3 KG**



SKRIPSI



Oleh:

Andhika Hardiansyah

1703035045

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

**PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK
MENJADI BAHAN BAKAR DENGAN KAPASITAS 3 KG**

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin



Oleh:

Andhika Hardiansyah

1703035045

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR DENGAN KAPASITAS 3 KG

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh:

Andhika Hardiansyah

1703035045

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 26 Oktober 2021

Pembimbing-1



Yos Nofendri, S.Pd., MSME

NIDN. 0319027901

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc

NIDN. 0311087002

HALAMAN PENGESAHAN

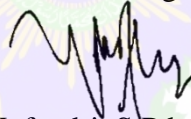
PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR DENGAN KAPASITAS 3 KG

SKRIPSI

Oleh:
Andhika Hardiansyah
1703035045

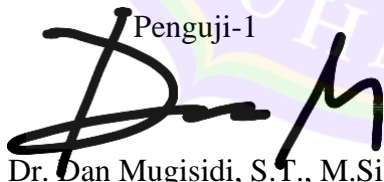
Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 06 November 2021

Pembimbing-1



Yos Nofendri, S.Pd., MSME
NIDN. 0319027901

Penguji-1



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si
NIDN. 0301126901

Penguji-2



Pancatava Hesti Gunawan, S.T., MT
NIDN. 0315046802

Mengesahkan,

Dekan

Fakultas Teknik UHAMKA




Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si
NIDN. 0301126901

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Mesin



Delvis Agusman, ST., M.Sc
NIDN. 0328056901

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Andhika Hardiansyah
NIM : 1703035045
Judul skripsi : **PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR DENGAN KAPASITAS 3 KG**

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 26 Oktober 2021



Andhika Hardiansyah

KATA PENGANTAR

Assallamu'alaikum wa rohmatullahi wa barookaatuh.

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR DENGAN KAPASITAS 3 KG”** yang merupakan syarat untuk dapat memperoleh gelar Strata I (S1) di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA (UHAMKA).

Skripsi ini dibuat berdasarkan data lapangan, survei dan berbagai sumber literatur yang mendukung penulisan ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan ini tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak terkati, diantaranya:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materil.
2. Bapak Delvis Agusman, ST., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
3. Bapak Yos Nofendri S.Pd., MSME selaku Pembimbing Skripsi.
4. Dan semua pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga dapat terselesaikannya penulisan skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari masih ada kekurangan baik dari segi materi maupun dari cara penyajiannya. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk evaluasi kedepan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, 25 Mei 2021



Andhika Hardiansyah

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Andhika Hardiansyah

NIM : 1703035045

Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

PERANCANGAN ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR DENGAN KAPASITAS 3 KG

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 26 Oktober 2021



Andhika Hardiansyah

ABSTRAK

Perancangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Dengan Kapasitas 3 Kg

Andhika Hardiansyah

Pada saat ini, sampah plastik mengalami peningkatan yang berasal dari industri maupun domestik (lingkungan masyarakat). Menurut data dari Deputi Pengendalian Pencemaran Negara Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), diketahui bahwa setiap individu rata-rata menghasilkan 0,8 kg sampah dalam satu hari, dimana 15% adalah sampah plastik. Salah satu teknologi atau cara untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak yaitu dengan proses pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pirolisis yang berkapasitas 3 kg berbahan bakar gas LPG. Proses perancangan dan perhitungan alat menghasilkan dimensi reaktor pirolisis adalah jari-jari 0.28 m dan tinggi 0.56 m. Kondensor yang digunakan tipe pipe ganda dengan panjang total 1.04 m. Material yang digunakan untuk merancang reaktor pirolisis yaitu menggunakan plat besi dan untuk kondensor menggunakan *stainless steel*. Jenis sampah plastik yang akan dikonversi menjadi minyak yaitu sampah plastik jenis LDPE. Proses pengujian 3 kg sampah plastik LDPE didapatkan minyak hasil pirolisis sebanyak 150 ml dengan 1 kali pengujian yang berlangsung selama 120 menit dengan suhu maksimal mencapai 240° C. Minyak yang dihasilkan layak menjadi bahan bakar setelah dilakukan uji pembakaran.

Kata kunci: pirolisis, plastik LDPE, bahan bakar

Design of Plastic Waste Pyrolysis Equipment into Fuel with a Capacity of 3 Kg

Andhika Hardiansyah

At this time, plastic waste has increased from industry and domestic (community) sources. According to data from the Deputy for State Pollution Control at the Ministry of Environment (KLH), it is known that each individual produces an average of 0.8 kg of waste in one day, of which 15% is plastic waste. One of the technologies or ways to convert plastic waste into fuel oil is the pyrolysis process. This study aims to design a pyrolysis device with a capacity of 3 kg with LPG gas fuel. The process of designing and calculating the tool produces the dimensions of the pyrolysis reactor with a radius of 0.28 m and a height of 0.56 m. The condenser used is a double pipe type with a total length of 1.04 m. The material used to design the pyrolysis reactor is using an iron plate and for the condenser using stainless steel. The type of plastic waste that will be converted into oil is LDPE type plastic waste. The process of testing 3 kg of LDPE plastic waste obtained 150 ml of pyrolysis oil with 1 time of testing which lasted for 120 minutes with a maximum temperature of 240° C. The oil produced was suitable for fuel after the combustion test was carried out.

Keywords: *pyrolysis, LDPE plastic, fuel*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB.1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang masalah	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan penelitian	2
1.5 Manfaat penelitian	3
1.6 Sistematika penulisan	3
BAB.2 DASAR TEORI	4
2.1 Kerangka teori	4
2.1.1 Jenis-jenis Plastik	4
2.1.2 Pirolisis	6
2.1.3 Tungku	7
2.1.4 Kondensor	8
2.1.5 Faktor yang mempengaruhi proses pirolisis	9
2.1.6 Alat penukar kalor	10
2.1.7 Perpindahan panas	12
2.2 Penelitian yang relevan	13
BAB.3 METODOLOGI	14
3.1 Alur perancangan	14
3.2 Identifikasi kebutuhan	15
3.2.1 <i>Hardware</i>	15
3.2.2 <i>Software</i>	15
3.2.3 Alat – alat	15
3.2.4 Material	16
3.3 Metode perancangan	17
3.4 Konsep desain	17

3.4.1 Sketsa perancangan	18
3.4.2 Pemilihan material	18
3.4.3 Pemodelan desain.....	19
3.4.3.1 Part-part alat pirolisis	19
3.5 Simulasi dan pengujian	21
3.5.1 Uji fungsional.....	21
3.5.2 Uji kinerja.....	21
BAB.4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil perhitungan perancangan	23
4.1.1 Reaktor	23
4.1.2 Tungku	23
4.1.3 Kondensor	25
4.2 Rancangan fungsional	27
4.3 Rancangan struktural.....	27
4.4 Hasil pengujian dan pembahasan	28
4.4.1 Data pengujian alat pirolisis.....	29
4.4.2 Uji bakar.....	34
BAB.5 SIMPULAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR REFERENSI	36
LAMPIRAN.....	40

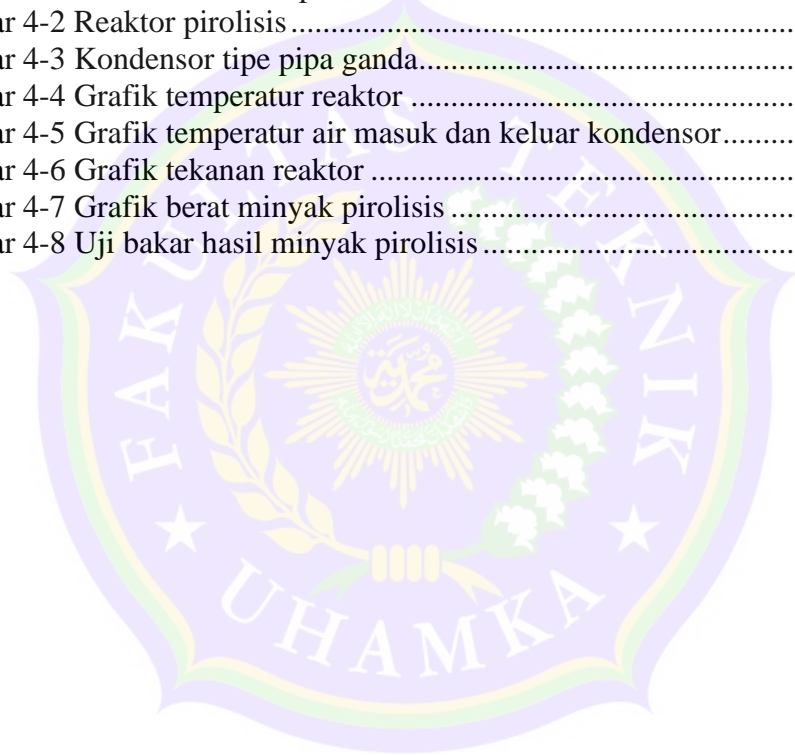
DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Jenis plastik dan nomor kode penggunaanya.....	5
Tabel 2-2 Bagian kondensor beserta fungsinya	8
Tabel 3-1 Alat penelitian.....	15
Tabel 3-2 Material penelitian	16
Tabel 3-3 Bagian-bagian alat pirolisis beserta fungsinya	17
Tabel 4-1 Dimensi alat pirolisis	27
Tabel 4-2 Data pengujian temperatur reaktor	29
Tabel 4-3 Data pengujian temperatur air masuk dan keluar kondensor.....	30
Tabel 4-4 Data pengujian tekanan reaktor	31
Tabel 4-5 Data pengujian berat minyak pirolisis	32



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Jenis-jenis plastik	4
Gambar 2-2 Perpindahan panas secara konduksi	12
Gambar 2-3 Perpindahan panas secara komveksi	12
Gambar 3-1 Alur perancangan	14
Gambar 3-2 Sketsa akhir pemodelan alat pirolisis	18
Gambar 3-3 Tabung reaktor pirolisis	19
Gambar 3-4 Tutup tabung reaktor pirolisis	20
Gambar 3-5 Pipa kondensor	20
Gambar 3-6 Pipa sambungan akhir kondensor	21
Gambar 4-1 Desain akhir alat pirolisis	28
Gambar 4-2 Reaktor pirolisis	28
Gambar 4-3 Kondensor tipe pipa ganda	29
Gambar 4-4 Grafik temperatur reaktor	30
Gambar 4-5 Grafik temperatur air masuk dan keluar kondensor	31
Gambar 4-6 Grafik tekanan reaktor	32
Gambar 4-7 Grafik berat minyak pirolisis	33
Gambar 4-8 Uji bakar hasil minyak pirolisis	34



DAFTAR NOTASI

No.	Uraian	Notasi	Satuan
1	Jari-jari reaktor	r	m
2	Tinggi	h	m
3	Energi untuk memutus rantai molekul plastik	E	kg
4	Kalor untuk memanaskan reaktor	Q	kg
5	Nilai kalor gas LPG 3kg	Nk	kg
6	Volume dalam reaktor	V_i	m^3
7	Volume luar reaktor	V_o	m^3
8	Volume total bahan reaktor	V_t	m^3
9	Massa reaktor	m_r	Kg
10	Kalor yang dibutuhkan	Q	KJ
11	Massa <i>steady state + un-steady state</i>	m_t	Kg
12	Daya tungku	-	kW
13	Koefisien konduksi <i>stainless steel</i>	-	W/mK
14	Tebal material	x	m
15	Bilangan <i>reynold</i>	Re	-
16	Bilangan <i>prandtl</i>	Pr	-
17	Bilangan <i>nusselt</i>	Nu	-
18	Massa jenis	ρ	Kg/m^3
19	Viskositas fluida dingin	μ	-
20	Koefisien konveksi air	h_{air}	W/mK
21	Koefisien konduksi gas	k_{gas}	-
22	Kecepatan gas	v_{gas}	m/s
23	Perbandingan diameter dan panjang	D/L	m
24	Diameter <i>stainless steel</i>	d	m
25	Koefisien konveksi fluida	$h_{gas},$ $h_{stainless\ steel}$	W/mK
26	Koefisien keseluruhan sistem	U	W/mK
27	Laju aliran massa	\dot{m}	gr/s
28	Panas spesifik	$C_{p_{gas}}$	Kg/kgK
29	Luas permukaan	A	m^2
30	Panjang kondensor	L	m

31	Temperatur reaktor	T_r	(°C)
32	Temperatur air masuk (Kondensor)	T_{in}	(°C)
33	Temperatur air keluar (Kondensor)	T_{out}	(°C)
34	Tekanan	-	mbar
35	Berat minyak	-	gr
36	Berat gas	-	gr



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil timbangan plastik LDPE seberat 3kg	40
Lampiran B Hasil timbangan awal gas LPG 3 kg	40
Lampiran C Hasil timbangan akhir gas LPG 3 kg	41
Lampiran D Hasil minyak pirolisis pengujian 1	41
Lampiran E Hasil minyak pirolisis pengujian 2	42
Lampiran F Hasil minyak pirolisis pengujian 3	42



BAB.1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Limbah plastik, baik yang berasal dari industri maupun domestik mengalami peningkatan yang sangat signifikan seiring dengan meningkatnya kebutuhan industri dan rumah tangga di dunia. Dikutip dari BBC Indonesia, sekitar delapan juta ton sampah plastik beredar di lautan dunia setiap tahun (BBC Indonesia, 2016). Fakta tersebut merupakan hasil riset yang dikemukakan pada pertemuan tahunan *American Association for the Advancement of Science (AAAS)* (Wega Trisunaryanti, 2017).

Menurut data dari Deputy Pengendalian Pencemaran Negara Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), diketahui bahwa setiap individu rata-rata menghasilkan 0,8 kilogram sampah dalam satu hari, dimana 15% adalah plastik. Dengan asumsi ada sekitar 220 juta penduduk di Indonesia, maka sampah plastik yang tertimbun mencapai 26.500 ton/hari, sedangkan jumlah timbunan sampah nasional diperkirakan mencapai 176.000 ton/hari (Nugraha et al., 2018).

Alternatif lain penanganan sampah plastik yang saat ini banyak diteliti dan dikembangkan adalah mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (J. Wahyudi et al., 2018). Salah satu teknologi atau cara untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak yaitu dengan proses pirolisis (Surono, 2013).

Pirolisis merupakan proses peruraian suatu bahan pada temperatur tinggi yang dapat bekerja pada tekanan atmosfer dan pada suhu sekitar 500°C (Endang et al., 2016). Dalam proses pirolisis dapat menghasilkan produk cair dan gas, yang dapat berguna sebagai sumber bahan mentah senyawa hidrokarbon termasuk didalamnya adalah bahan bakar minyak (Jumlah et al., 2015).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mendapatkan sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil yakni dengan cara membuat atau mengkonversi sumber-sumber energi yang ada di sekitar kita menjadi bahan bakar

alternatif yang praktis dan mudah digunakan (Nasrun et al., 2017). Maka dari itu, penggunaan sampah plastik jenis LDPE yang dikonversi menjadi minyak dengan metode pirolisis, menjadikan alternatif untuk menanggulangi masalah krisis energi dan sampah kantong plastik jenis kresek yang hanya terbuang sia-sia (Hadiwiyoto, 1983).

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang diangkat dari penelitian ini yaitu terkait perancangan dari alat pirolisis yang menggunakan jenis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) berkapasitas 3 kg.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yaitu:

1. Penelitian ini hanya sampai diperancangan alat pirolisisnya saja, tidak sampai dipengujian hasil bahan bakar yang dihasilkan dari alat pirolisis tersebut.
2. Alat ukur yang digunakan hanya termokopel tipe k (untuk mengetahui temperatur pembakaran) dan *pressure gauge* (untuk mengukur tekanan uap). Untuk mengukur laju aliran air menggunakan referensi sebagai acuan, dikarenakan alat ukur yang terlalu mahal dan tidak sesuai spesifikasi yang dibutuhkan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini, yaitu:

1. Merancang alat pirolisis agar dapat digunakan untuk mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar.
2. Menentukan dimensi dan material yang dapat digunakan untuk merancang alat pirolisis plastik.
3. Mengetahui berapa banyak bahan bakar yang dihasilkan dari jenis sampah plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) berkapasitas 3 kg.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, yaitu:

1. Manfaat bagi peneliti untuk menambah pengetahuan tentang perancangan dan pengolahan sampah plastik dengan metode pirolisis.
2. Manfaat bagi masyarakat untuk menjawab permasalahan lingkungan yang dihadapi, yaitu sampah plastik yang bersifat nonbiodegradable/tidak dapat diurai, dengan mengolah sampah plastik menggunakan metode pirolisis yang dapat menghasilkan bahan bakar.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini memiliki beberapa BAB, yang dapat dijabarkan secara ringkas sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2. DASAR TEORI

Dasar teori ini berisikan tentang kerangka teori terkait sampah plastik, metode pirolisis, perpindahan panas, serta pembahasan penelitian yang relevan, yang diambil dari referensi yang berkaitan.

BAB 3. METODELOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini berisikan tentang alur penelitian dimulai dari pembuatan alat sampai mendapatkan suatu kesimpulan, juga terdapat desain, alat dan material, prosedur penelitian, pengambilan data, dan pengolahan data.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan ini berisikan tentang pembahasan dari data yang telah didapat dan diolah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

BAB 5. SIMPULAN

Simpulan merupakan point hasil dari penelitian yang sudah dilakukan.

DAFTAR REFERENSI

- Anggono, Y. P., Ilminnafik, N., Adib Rosyadi, A., & Jatisukamto, G. (2020). Pengaruh katalis zeolit alam pada pirolisis plastik polyethylene terephthalate dan polypropylene. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.24843/jem.2020.v13.i01.p04>
- Anuar Sharuddin, S. D., Abnisa, F., Wan Daud, W. M. A., & Aroua, M. K. (2016). A review on pyrolysis of plastic wastes. *Energy Conversion and Management*, 115, 308–326. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.02.037>
- Aprian, R., & Munawar, A. (2012). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1), 44–53.
- BBC Indonesia. (2016). *Bumi berubah menjadi “Planet Plastik.”* 2017. <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-40665194>
- Clemens, S. R. (1984). *Geometry: with applications and problem solving*.
- Demirel, Y. (2012). Green Energy and Technology. In *Green Energy and Technology*. <https://doi.org/10.2174/97816080528511120101>
- Endang, K., Mukhtar, G., Abed Nego, & Sugiyana, F. X. A. (2016). Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak. *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, ISSN 1693-*, 1–7.
- Energi dan Sumber Daya Manusia. (2010). *Konversi Mitan ke Gas*. 1–52. <https://migas.esdm.go.id/uploads/Konversi-Mitan-GAS.pdf>
- Fadhilah, A. & dkk. (2011). Tata Cara Pengolahan Teknik Sampah Perkotaan. *Modul*, 11(2), 62–71. <https://core.ac.uk/download/pdf/11731542.pdf>
- Fridayanthie, E. wida. (2016). Desain Alat Pirolisis Untuk Mengonversi Limbah Plastik Hdpe Menjadi Bahan Bakar. In *IOSR Journal of Economics and Finance* (Vol. 3, Nomor 1, hal. 56). https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globa

- lization_Report_2018.pdf%0Ahttp://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalis
ation%2C society and
inequalities%28Isero%29.pdf%0Ahttps://www.quora.com/What-is-the
- Hadiwiyoto, S. (1983). *Penanganan dan pemanfaatan sampah*. Yayasan Idayu.
- Hidayat, Y. A., Kiranamahsa, S., & Zamal, M. A. (2019). A study of plastic waste management effectiveness in Indonesia industries. *AIMS Energy*, 7(3), 350–370. <https://doi.org/10.3934/ENERGY.2019.3.350>
- Holman, J. P. (2010). Heat Transfer, Tenth Edition. In (*Mcgraw-Hill series in mechanical engineering*).
- Jumlah, P., Zeolit, K., Pada, A., Proses, P., & Limbah, P. (2015). the Effect of Amount of Natural Zeolit Catalyst in Product of Polypropilene (Pp) Plastic Waste Pyrolysis. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), 40–45. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.4171>
- Karyono. (2009). *Fisika Untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan.
- Kemas Ridhuan, Amara, Putra, Y. A., & Arsyd, A. (2020). *Analisa kinerja ruang bakar reaktor pirolisis menggunakan bahan bakar biomassa dalam menghasilkan bioarang dan asap cair*. 2(2013), 207–215.
- Kurniawan, A., Sugiarto, B., & Perdana, A. (2020). Design of a Simple Pyrolysis Reactor for Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel using Biomass as Heating Source. *Eksergi*, 17(1), 1. <https://doi.org/10.31315/e.v17i1.3080>
- Lubi., A., M., L. O., Firman., & Harahap, S. (2017). *RANCANG BANGUN MESIN PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK HIGH DENSITY POLYETHELENE MENJADI BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN PROSES PIROLISIS*. 2(2).
- Mawardi, I. H. H. (2015). Analisis Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) Pada Proses Injection Molding. *Industrial Engineering Journal*, 4(2), 30–35.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. (2005). *Unit Operations of Chemical Engineering 7th edition* (hal. 1140).

- Mulyadi, Susanto, A., & Astuti, F. (2020). *Analisis Unjuk Kerja Hasil Minyak Alat Pirolisis dari Bahan Plastik Berkapasitas 2 Kg*. 3(2), 35–40.
- Nasrun, N., Kurniawan, E., & Sari, I. (2017). Studi Awal Produksi Bahan Bakar Dari Proses Pirolisis Kantong Plastik Bekas. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(1), 30. <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i1.77>
- Nofendri, Y., & Haryanto, A. (2021). Perancangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 06(01), 1–11.
- Nugraha, A., Sutjahjo, S. H., & Amin, A. A. (2018). Analisis Persepsi Dan Partisipasi Masyarakat Terhadap Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Jakarta Selatan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 7–14. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.7-14>
- Okatama, I. (2016). *ANALISA PELEBURAN LIMBAH PLASTIK JENIS POLYETHYLENE TERPHTALATE (PET) MENJADI BIJI PLASTIK MELALUI PENGUJIAN ALAT PELEBUR PLASTIK*. 0–4.
- Putra, I. (2017). Studi perhitungan heat exchanger type shell and tube dehumidifier biogas limbah sawit untuk pembangkit listrik tenaga biogas. *Jurnal POLIMESIN*, 15(2), 42. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i2.373>
- Riyanto, T., & Saidah, A. (2017). Rancang Bangun Alat Penukar Kalor Type Pipa Ganda Di Labotarium Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 2(2), 81–132.
- Sharuddin, S. D. A., Abnisa, F., Daud, W. M. A. W., & Aroua, M. K. (2018). Pyrolysis of plastic waste for liquid fuel production as prospective energy resource. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 334(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/334/1/012001>
- Sumarni, & Purwanti, A. (2008). Kinetika Reaksi Pirolisis Plastik Low Density Polyethylene (LDPE). *Jurnal Teknologi*, 1(2), 135–140.
- Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik menjadi Bahan

- Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*, 3(October), 32–40.
- Tao, P., Ma, X. B., Chen, D. Z., & Wang, H. (2013). Pyrolysis of waste plastics: Effect of heating rate on product yields and oil properties. *Advanced Materials Research*, 666, 1–10. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.666.1>
- UNEP. (2009). Converting Waste Plastics into a Resource Compendium of Technologies. In *United Nations Environmental Programme*.
- Wahyono, W., & Rochani, I. (2019). Pembuatan Alat Uji Perpindahan Panas Secara Radiasi. *Eksergi*, 15(2), 50. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i2.1506>
- Wahyudi, I. (2001). Pemanfaatan Blotong Menjadi Bahan Bakar Cair Dan Arang Dengan Proses Pirolisis. *Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UPN "Veteran" Jatim*.
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 14(1), 58–67. <https://doi.org/10.33658/jl.v14i1.109>
- Wega Trisunaryanti. (2017). *Dari Sampah Plastik Menjadi Bensin & Solar*.
- Wisnujati, A., & Yudhanto, F. (2020). Analisis karakteristik pirolisis limbah plastik low density polyethylene (LDPE) sebagai bahan bakar alternatif. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1), 102–107. <https://doi.org/10.24127/trb.v9i1.1158>
- Yusrizal, & Idris, M. (2016). Memproduksi Bahan Bakar Gas. *Jurnal Inotera*, 1(1), 57–63.