

**PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK PP MENJADI BAHAN
BAKAR MINYAK MELALUI PROSES PIROLISIS DENGAN
GASIFIKASI PEMBAKARAN SERBUK KAYU**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

NOVA DARMA PUTRA

D200201014

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK PP MENJADI BAHAN
BAKAR MINYAK MELALUI PROSES PIROLISIS DENGAN
GASIFIKASI PEMBAKARAN SERBUK KAYU

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

NOVA DARMA PUTRA

D200201014

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Wijiarto, ST., M.Eng.Sc

NIDN. 0621107301

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK PP MENJADI
BAHAN BAKAR MINYAK MELALUI PROSES PIROLISIS
DENGAN GASIFIKASI PEMBAKARAN SERBUK KAYU**

OLEH :

NOVA DARMA PUTRA

D200201014

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari jum'at, 18 Februari 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Wijianto, S.T., M.Eng.Sc
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Sunardi Wiyono, M.T
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Dr. Nur Aklis, S.T., M.Eng
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



(Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D)

NIDN. 603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 7 Januari 2022

penulis



Nova Darma Putra

D200201014

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK PP MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK MELALUI PROSES PIROLISIS DENGAN GASIFIKASI PEMBAKARAN SERBUK KAYU

Abstrak

Proses *pirolisis* sampah plastik merupakan proses dekomposisi senyawa organik yang terdapat dalam plastik melalui proses pemanasan dengan sedikit atau tanpa melibatkan oksigen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui temperatur efektif, lama nyala efektif *gasifikasi*, suhu dalam *reaktor distilasi*, jumlah massa bahan bakar yang dihasilkan, serta *Water boiling test* dari minyak hasil *pirolisis*. Proses *Pirolisis* ini menggunakan jenis plastik PP (*Polypropylene*) dengan bahan bakar serbuk kayu. Proses *pirolisis* dilakukan selama 405 menit menggunakan 2 tungku, tungku 1 memiliki temperatur rata-rata sebesar 567,91°C, sedangkan untuk tungku 2 memiliki temperatur rata-rata sebesar 431,18 °C. Pada bagian bawah reaktor memiliki temperatur rata-rata sebesar 373,04°C, sedangkan pada bagian dalam reaktor memiliki temperatur rata-rata sebesar 175,36°C. Proses *pirolisis* menggunakan plastik sebanyak 3000 gram diperoleh bahan bakar minyak sebanyak 1,060 liter, sedangkan tar yang dihasilkan sebanyak 1350 gram.

Kata kunci: Pirolisis, PolyPropylene, Water boiling test

Abstract

The pyrolysis process of plastic waste is a decomposition process of organic compounds contained in plastic through a heating process with little or no oxygen involved. This study aims to determine the effective temperature, the effective flame duration of gasification, the temperature in the distillation reactor, the amount of mass of fuel produced, and the Water Boiling Test of Pyrolysis Oil. This pyrolysis process uses PP (Polypropylene) plastic with sawdust as fuel. The pyrolysis process was carried out for 405 minutes using 2 furnaces, furnace 1 had an average temperature of 567.91°C, while furnace 2 had an average temperature of 431.18°C. At the bottom of the reactor has an average temperature of 373.04°C, while the inside of the reactor has an average temperature of 175.36°C. The pyrolysis process using 3000 grams of plastic was obtained as much as 1,060 liters of fuel oil, while the tar produced was 1350 grams.

Keywords: Pyrolysis, Polypropylene, Boiling test

1. PENDAHULUAN

Energi sangat penting dan dibutuhkan dalam kehidupan manusia, namun terdapat beberapa permasalahan. Masalah yang kita hadapi saat ini adalah peningkatan konsumsi energi sebagai bahan bakar dan peningkatan limbah *non-biodegradable*.

Dua masalah utama yang terkait dengan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk. Data Ditjen Migas dalam buku Statistik Migas 2016 menjelaskan konsumsi bahan bakar kendaraan roda dua dan roda empat yang meningkat pesat. Konsumsi bahan bakar jenis RON 90 pada tahun 2016 meningkat sebesar 14,27%, sedangkan untuk RON 92 dan RON 95 meningkat sebesar 8,55%. Plastik sangat diminati saat ini, selain karena mudah dibentuk sesuai kebutuhan plastik juga mudah untuk dibawa kemana-mana. Akan tetapi plastik juga memiliki kelemahan berupa penumpukan limbah sampah plastik, sifat plastik yang lama untuk terurai menyebabkan permasalahan untuk kehidupan manusia yaitu kerusakan ekosistem. Daur ulang limbah plastik masih dikembangkan oleh beberapa ilmuwan, untuk mengatasi limbah plastik yang semakin banyak. Kumar (2011), polimer merupakan jenis plastik yang banyak digunakan karena kepraktisannya. Plastik kemasan merupakan salah satu contoh dari produk polimer. Plastik dibuat dengan menggabungkan monomer dari bahan baku plastik. Plastik memiliki keunggulan dibandingkan bahan kemasan lainnya. Keunggulan tersebut antara lain pengemasan yang mudah, mudah dibentuk dan dibawa.

Menurut Hasto pada detik.com (2016), sampah plastik di Kota Solo berjumlah 260 ton per hari. Data Koran Solopos.com (2016), seluruh sampah plastik yang dibuang di Kota Solo sebanyak 13,39%. Jumlah yang besar namun belum mampu dioptimalkan, dikarenakan sebagian sampah masih merupakan campuran antara sampah organik dan non-organik. Berdasarkan hasil penelitian tentang limbah plastik, beberapa peneliti telah melakukan penelitian dan pengembangan yaitu bagaimana untuk mengolah sampah atau sampah plastik sebagai sumber energi alternatif. Selama ini sampah plastik hanya dibakar dan botol bekas hanya dijual ke pengepul dan diolah menjadi produk plastik. Strategi yang dikembangkan adalah mengolah sampah atau sampah plastik untuk menghasilkan energi yang lebih ramah lingkungan dan lebih bermanfaat bagi manusia daripada membakarnya yang rawan pada pencemaran udara. Teknologi Pirolisis merupakan alternatif pengolahan plastik yang mampu menghasilkan bahan bakar berupa minyak. Untuk itu peneliti mengangkat ini sebagai tugas akhir dengan judul Pemanfaatan Limbah Plastik PP Menjadi Bahan Bakar Minyak Melalui Proses Pirolisis Dengan Gasifikasi Pembakaran Serbuk Kayu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui temperatur efektif dan lama nyala efektif gasifikasi Serbuk Kayu pada proses pirolisis sampah plastik PP, mengetahui suhu dalam reaktor distilasi, mengetahui jumlah massa bahan bakar yang dihasilkan dari pirolisis, dan mengetahui hasil Water Boiling Test bahan bakar hasil pirolisis.

2. METODE

Untuk menyimpulkan dan menentukan hasil dari penelitian, digunakan teknik analisa *deskriptif* dengan cara pengamatan langsung hasil dari eksperimen. Data yang didapat meliputi temperatur tungku, temperatur *reaktor*, dan volume minyak plastik yang dihasilkan. Untuk memperoleh data pada penelitian ini ada 3 tahap yaitu:

2.1 Persiapan sebelum pirolisis

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir terdapat tahap persiapan sebelum dilakukan percobaan, adapun diantaranya:

1. Studi kasus tentang daur ulang dan *pirolisis*
2. Pembuatan desain alat yang digunakan.
3. Menyiapkan alat dan bahan untuk pembuatan alat *pirolisis*.
4. Pembuatan *reaktor*, *kondensor*, dan alat pendukungnya.
5. Menyiapkan plastik PP yang sudah dikumpulkan.
6. Melakukan pencucian limbah plastik PP dengan air agar bersih. Setelah dilakukan pencucian, dilakukan pengeringan limbah plastik PP dengan cara dijemur.
7. Setelah kering limbah plastik PP dipotong kecil-kecil sekitar 2 cm.
8. Penimbangan limbah plastik PP dengan berat 3 kg.

2.2 Proses Pirolisis

Pada tahap ini merupakan proses dilakukannya pengambilan data berupa minyak hasil proses pirolisis, adapun tahapan-tahapan pada proses ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah plastik PP dimasukkan pada reaktor dan menutupnya dengan rapat.
2. Menyiapkan *kondensor* dengan menyalakan pompa.
3. Memasukkan serbuk kayu pada tungku *gasifikasi* sebagai pemanas *reaktor*.

4. Menyalakan *blower* dan tungku.
5. Pengambilan data dengan pengukuran temperatur tungku, temperatur bawah *reaktor*, dan temperatur dalam *reaktor* dengan *thermocouple*.

2.3 Pengujian Minyak

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengujian minyak hasil dari proses *pirolisis* dengan metode uji air mendidih (*water boiling tes*), tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran volume minyak yang dihasilkan dari proses *pirolisis*.
2. Pengukuran minyak pirolisis sebanyak 100 ml, yang akan digunakan untuk bahan bakar dari kompor.
3. Pengukuran air biasa sebanyak 1 liter.
4. Melakukan pengujian *water boiling tes*, dilakukan dengan menyalakan kompor untuk mendidihkan air.
5. Pengambilan data dari hasil Uji air mendidih.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Temperatur Tungku Gasifikasi

Untuk hasil dari pengukuran temperatur tungku dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Temperatur Tungku

Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	605	610	630	520
Temperatur rata-rata (°C)	591,25			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	445	500	359	-
Temperatur rata-rata (°C)	434,67			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	550	590	571	508
Temperatur rata-rata (°C)	554,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	460	512	394	-
Temperatur rata-rata (°C)	455,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	576	580	611	535
Temperatur rata-rata (°C)	575,5			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	452	509	362	-
Temperatur rata-rata (°C)	441			

Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	564	578	601	504
Temperatur rata-rata (°C)	561,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	436	498	344	-
Temperatur rata-rata (°C)	426			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur	590	598	613	504
Temperatur rata-rata	576,25			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	453	460	356	-
Temperatur rata-rata (°C)	423			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	581	585	576	510
Temperatur rata-rata (°C)	563			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	438	351	337	-
Temperatur rata-rata (°C)	375,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	568	582	597	511
Temperatur rata-rata (°C)	564,5			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	443	588	353	-
Temperatur rata-rata (°C)	461,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	570	582	605	500
Temperatur rata-rata (°C)	564,25			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	457	491	360	-
Temperatur rata-rata (°C)	436			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	557	594	590	510
Temperatur rata-rata (°C)	562,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	459	477	340	-
Temperatur rata-rata (°C)	425,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	570	595	611	514
Temperatur rata-rata (°C)	572,5			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	443	502	367	-
Temperatur rata-rata (°C)	437,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20

Temperatur (°C)	561	599	602	508
Temperatur rata-rata (°C)	567,5			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	445	490	348	-
Temperatur rata-rata (°C)	427,67			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	560	575	600	509
Temperatur rata-rata (°C)	561			

- Perhitungan rata-rata temperatur Tungku 1

$$\text{Temperatur rata - rata tungku 1} = \frac{\text{jumlah temperatur rata - rata}}{\text{banyaknya data}}$$

$$\text{Temperatur rata - rata tungku 1} = \frac{6815}{12}$$

$$\text{Temperatur rata - rata tungku 1} = 567,91^{\circ}\text{C}$$

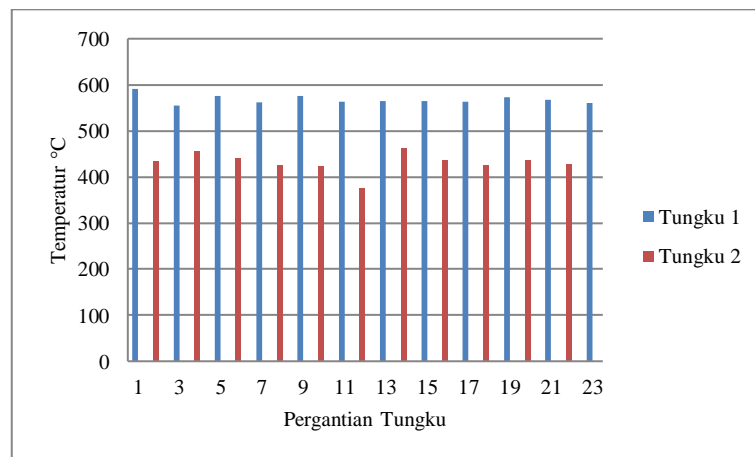
- Perhitungan rata- rata temperatur Tungku 2

$$\text{Temperatur rata - rata tungku 2} = \frac{\text{jumlah temperatur rata - rata}}{\text{banyaknya data}}$$

$$\text{Temperatur rata - rata tungku 2} = \frac{4742,99}{11}$$

$$\text{Temperatur rata - rata tungku 2} = 431,18^{\circ}\text{C}$$

Tungku 1 memiliki temperatur rata-rata sebesar 567,91°C, sedangkan untuk Tungku 2 memiliki temperatur rata-rata sebesar 431,18 °C. Perbandingan temperatur rata-rata tungku 1 dan tungku 2 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 1. Perbandingan temperatur rata-rata Tungku 1 dengan Tungku 2

Pemanasan reaktor menggunakan blower dengan kecepatan 10-11 m/s dan dua buah tungku. Dimana Tungku 1 menggunakan dua blower, dan Tungku 2 menggunakan satu blower, hal ini yang memungkinkan terjadinya perbedaan temperatur yang cukup signifikan. Gas mulai keluar pada pergantian tungku ke 3,

sedangkan minyak mulai menetes pada pergantian tungku ke 4. Selama proses pirolisis selesai, dilakukan pergantian tungku sebanyak 23 kali.

3.2 Temperatur Bagian Bawah Reaktor

Untuk hasil dari pengukuran temperatur bagian bawah reaktor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Temperatur Bagian Bawah Reaktor

Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	405	466	479	407
Temperatur rata-rata (°C)	439,25			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	300	390	285	-
Temperatur rata-rata (°C)	325			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	390	421	406	392
Temperatur rata-rata (°C)	402,25			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	330	398	324	-
Temperatur rata-rata (°C)	350,67			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	407	415	466	418
Temperatur rata-rata (°C)	426,5			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	307	395	286	-
Temperatur rata-rata (°C)	329,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	397	412	450	388
Temperatur rata-rata (°C)	411,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	315	381	292	-
Temperatur rata-rata (°C)	329,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	399	425	467	380
Temperatur rata-rata (°C)	417,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	324	331	282	-
Temperatur rata-rata (°C)	312,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	418	420	400	395
Temperatur rata-rata (°C)	408,25			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	301	316	277	-

Temperatur rata-rata (°C)	298			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	405	417	423	390
Temperatur rata-rata (°C)	408,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	326	391	285	-
Temperatur rata-rata (°C)	334			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	410	428	452	394
Temperatur rata-rata (°C)	421			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	302	375	284	-
Temperatur rata-rata (°C)	320,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	400	422	435	393
Temperatur rata-rata (°C)	412,5			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	312	335	291	-
Temperatur rata-rata (°C)	312,67			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	413	426	458	392
Temperatur rata-rata (°C)	422,25			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	320	389	294	-
Temperatur rata-rata (°C)	334,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	401	424	460	390
Temperatur rata-rata (°C)	418,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	332	376	295	-
Temperatur rata-rata (°C)	334,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	400	413	447	383
Temperatur rata-rata (°C)	410,75			

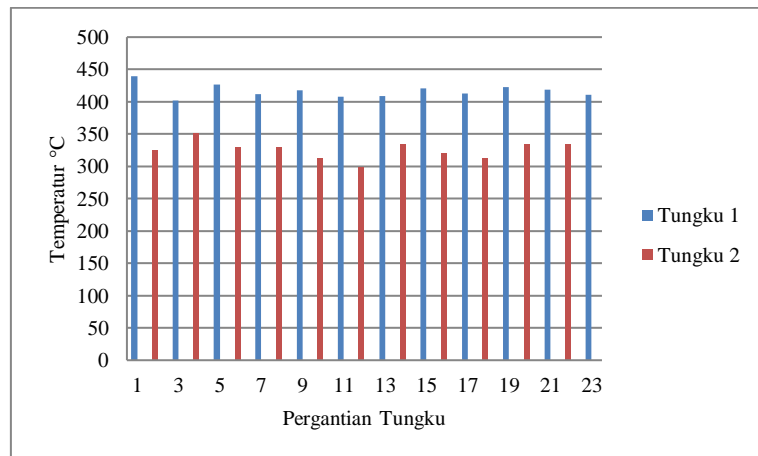
- Perhitungan rata-rata temperatur bagian bawah reaktor

$$\text{Temperatur rata - rata} = \frac{\text{jumlah temperatur}}{\text{banyaknya data}}$$

$$\text{Temperatur rata - rata} = \frac{8580,07}{23}$$

$$\text{Temperatur rata - rata} = 373,04^{\circ}\text{C}$$

Untuk perbandingan temperatur rata-rata bagian bawah reaktor dengan pergantian tungku gasifikasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Temperatur rata-rata bagian bawah reaktor dengan pergantian tungku

Sama halnya dengan temperatur pada tungku, pada bagian bawah reaktor mengalami perubahan temperatur naik turun (fluktuasi), hal ini disebabkan oleh pergantian tungku serta penggunaan blower yang berbeda. Pada bagian bawah reaktor memiliki temperatur rata-rata sebesar 373,04°C.

3.3 Temperatur Bagian Dalam Reaktor

Pada bagian dalam reaktor mengalami perubahan temperatur yang terus naik, berbeda dengan bagian bawah reaktor yang mengalami temperatur yang naik turun (fluktuasi). Hal ini dikarenakan pada bagian dalam reaktor rapat tanpa adanya udara, sehingga memungkinkan tidak terjadi pertukaran kalor pada saat adanya pergantian tungku. Pada bagian dalam reaktor memiliki temperatur rata-rata sebesar 175,36°C. Pada pergantian tungku ke 22 minyak berhenti keluar, hal ini dikarenakan gas dari proses pirolisis sampah plastik sudah tidak keluar. Hal ini menunjukkan bahwa plastik sudah habis sehingga temperatur bagian reaktor mulai menurun. Untuk hasil dari pengukuran temperatur bagian dalam reaktor dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Temperatur Bagian Dalam Reaktor

Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	55	55	60	65
Temperatur rata-rata (°C)	58,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	65	70	80	-
Temperatur rata-rata (°C)	71,67			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	90	105	115	120

Temperatur rata-rata (°C)	107,5			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	120	130	135	-
Temperatur rata-rata (°C)	128,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	135	150	155	160
Temperatur rata-rata (°C)	150			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	160	160	155	-
Temperatur rata-rata (°C)	158,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	150	160	160	165
Temperatur rata-rata (°C)	158,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	160	160	165	-
Temperatur rata-rata (°C)	161,67			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	165	170	170	170
Temperatur rata-rata (°C)	168,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	165	170	170	-
Temperatur rata-rata (°C)	168,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	170	175	180	180
Temperatur rata-rata (°C)	176,25			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	175	175	180	-
Temperatur rata-rata (°C)	176,67			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	180	180	185	185
Temperatur rata-rata (°C)	182,5			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	180	185	185	-
Temperatur rata-rata (°C)	183,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	185	190	190	195
Temperatur rata-rata (°C)	190			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	190	195	200	-
Temperatur rata-rata (°C)	195			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	200	205	210	215
Temperatur rata-rata (°C)	207,5			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	215	215	220	-

Temperatur rata-rata (°C)	216,67			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	220	220	225	230
Temperatur rata-rata (°C)	223,75			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	230	235	240	-
Temperatur rata-rata (°C)	235			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	240	245	245	250
Temperatur rata-rata (°C)	245			
Tungku 2				
Waktu (Menit)	5	10	15	-
Temperatur (°C)	250	250	245	-
Temperatur rata-rata (°C)	248,33			
Tungku 1				
Waktu (Menit)	5	10	15	20
Temperatur (°C)	240	230	215	200
Temperatur rata-rata (°C)	221,25			

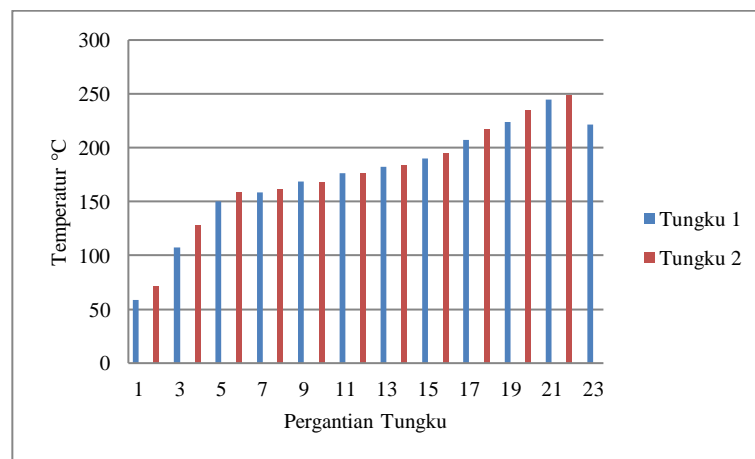
- Perhitungan rata-rata temperatur bagian dalam reaktor

$$\text{Temperatur rata - rata} = \frac{\text{jumlah temperatur}}{\text{banyaknya data}}$$

$$\text{Temperatur rata - rata} = \frac{4033,33}{23}$$

$$\text{Temperatur rata - rata} = 175,36^{\circ}\text{C}$$

Untuk perbandingan temperatur rata-rata bagian dalam reaktor dengan pergantian tungku dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Temperatur rata-rata bagian dalam reaktor dengan pergantian tungku

Pergantian tungku ke 22 dapat dikatakan memiliki proses pirolisis yang baik karena merupakan temperatur maksimum dengan temperatur sebesar 248,33°C. Berdasarkan teori yang diambil, membuktikan bahwa suhu kerja maksimum plastik

PP (Polypropylene) adalah 80°C dan T_m (temperatur leleh) adalah 165°C. Dengan proses tersebut fakta di lapangan nyata, gas yang keluar kemudian didinginkan oleh kondensor sehingga dihasilkan bahan bakar berupa minyak.

3.4 Minyak Hasil Proses Pirolisis

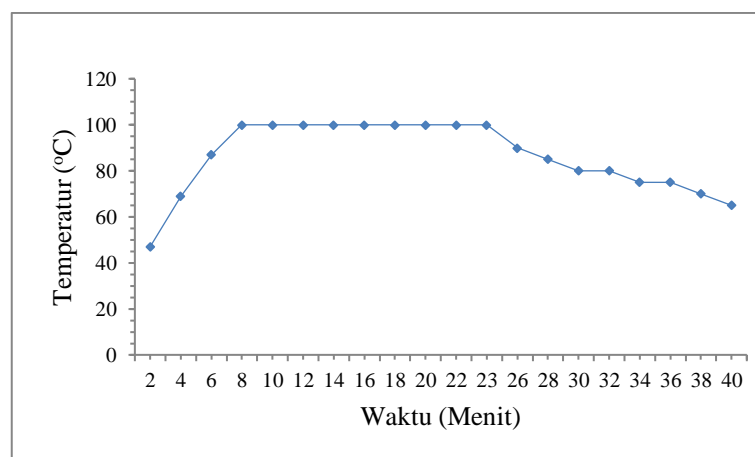
Pada penelitian ini dihasilkan minyak dari hasil proses pirolisis dengan bahan baku sampah plastik PP sebanyak 3000 gram. Untuk hasil yang diperoleh sebanyak 1.060 ml dengan proses pembakaran selama 405 menit. Dari segi fisiknya, minyak yang dihasilkan berwarna kuning serta memiliki bau plastik yang menyengat. Pada alat ukur, tercatat tar (sisa) dari plastik yang dilelehkan seberat 1082 gram. Minyak hasil proses Pirolisis dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Minyak hasil Pirolisis

3.5 Water Boiling Test (WBT) Minyak Pirolisis

Bahan bakar minyak pirolisis dilakukan pengujian Uji Air Mendidih. Untuk hasil Uji Air Mendidih minyak pirolisis dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Uji Air Mendidih Minyak Pirolisis

Pengujian menggunakan 100 ml sampai bahan bakar habis, dan air yang digunakan sebanyak 1 liter. Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa air mencapai

temperatur maksimal sebesar 100°C pada menit ke 8 dan stabil. Kemudian temperatur mulai menurun sebanding dengan nyala api yang mulai redup. Dari 100 ml bahan bakar yang digunakan, minyak hasil proses pirolisis ini mampu menyala selama 40 menit.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian, analisa dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pirolisis sampah plastik PP (*Polypropylene*) dapat menggunakan gasifikasi serbuk kayu sebagai bahan bakarnya. Pembakaran dilakukan menggunakan dua tungku secara bergantian. Waktu yang digunakan dalam proses pirolisis adalah 405 menit. Tungku 1 memiliki temperatur rata-rata sebesar $567,91^{\circ}\text{C}$, sedangkan untuk Tungku 2 memiliki temperatur rata-rata sebesar $431,18^{\circ}\text{C}$.
2. Pada bagian bawah reaktor memiliki temperatur rata-rata sebesar $373,04^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada bagian dalam reaktor memiliki temperatur rata-rata sebesar $175,36^{\circ}\text{C}$.
3. Dari 3000 gram cacahan sampah plastik PP (*Polypropylene*) yang digunakan dalam penelitian ini, diperoleh bahan bakar minyak sebanyak 1,060 liter. Sedangkan tar (residu) yang dihasilkan adalah 1350 gram.
4. Kualitas minyak pirolisis plastik PP diuji menggunakan metode *Water Boiling Test* dengan massa 1 liter air dan 100 ml bahan bakar. Temperatur air tertinggi sebesar 100°C pada menit ke 8 dan stabil, kemudian temperatur mulai menurun sebanding dengan nyala api yang mulai redup. Bahan bakar minyak hasil proses pirolisis ini mampu menyala selama 40 menit.

4.2 Saran

Dari tahapan penelitian yang sudah dilakukan, maka penulis dapat memberikan beberapa saran:

1. Tetap memperhatikan keselamatan dengan selalu menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker dan sarung tangan selama proses penelitian guna untuk keselamatan.

2. Pada saat pengujian sebaiknya dilakukan pada tempat yang tertutup, supaya temperatur tetap stabil.
3. Usahakan reaktor tertutup rapat supaya tidak banyak asap yang terbuang ke udara saat pengujian.
4. Titik ujung kabel thermocouple harus sering dibersihkan saat percobaan berhenti, agar pengukuran thermocouple pada suhu-suhu yang diperlukan tercatat dengan baik.
5. Agar kondensasi sempurna, pendingin harus dingin.
6. Variasi bahan lain diharakan menjadi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa,S., Karnowo., Wahyudi., & Sri M.B.R. (2010). *Studi Ekspe-rimenGasifikasi Sekam Padi padaUpdraft Circulating Fluidized Bed Gasifier*. Semarang. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Azizah, Utiya. (2009). *Polimer Berdasarkan Sifat Thermalnya*. Diperoleh pada 11 Maret 2017 dari <http://rinapuspita996.blogspot.co.id>.
- Budiyantoro, C. (2010). *Thermo Plastik Dalam Industri*. Surakarta. Teknika Media.
- Cahyono, H., Fathurrohman, W., Hilal, A.S., & Wahyoto, Tuttur. (2011). *Energi dan Pembakaran*. Semarang. Universitas Negeri Semarang.
- Chaurasia, A.S., & Babu, B.V. (2005). *Modeling & Simulation of Pyrolysis of Biomass: Effect of Thermal Conductivity, Reactor Temperatur and Particle Size on Product Concentrations*. Pilani, India.
- George, K.P., François-Xavier, C., Johann F.G. (2020). *Pyrolysis of waste polypropylene plastics for energy recovery: Influence of heating rate and vacuum conditions on composition of fuel product*. Department of Process Engineering. Stellenbosch University.
- Ki-Bum, P., Yong-Seong, J., & Joo-Sik, K. (2019). *Activator-assisted pyrolysis of polypropylene*. University of Seoul.
- Kurniawan, A. (2012). *Mengenal Kode Kemasan Plastik Yang Aman Dan Tidak*. <Http://Ngeblogging.Wordpress>.
- Lucía, Q., Mónica,C., María, M., Antonio, P., & Gabriel, B. (2020). *Production of*

an Alternative Fuel by Pyrolysis of Plastic Wastes Mixtures. University Of Gothenburg.

Macklin Boy Pareira. (2009). *Daur Ulang Limbah Plastik*. Available from : URL :<http://www.ecorecycle.vic.gov.au>

Miandad, R., Barakat, M.A., Asad, S.A., Rehan, M., Ismail, I.M.I., & Nizami, A.S. (2016). *International Biodeterioration & Biodegradatio*. King Abdulaziz University.

Putri, G.A. (2009). *Pengaruh Variasi Temperatur Gasifying Agent II Media Gasifikasi Terhadap Warna Dan Temperatur ApiPaada Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Bahan Baku Tongkol Jagung*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Ramadhan, A., & Ali, M. (2013). *Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, Volume 4 Nomor 1.

Rudy, Y.L. (2016). *Layanan Persampahan di Kota Surakarta dengan Pemetaan Barbasis Sistem Informasi Geografis*. Media Ilmiah Teknik Lingkungan Volume 1, Nomor 1.

Sumartono. (2013). *Pembuatan Bahan Bakar Minyak dari limbah Plastik*. Penelitian Jurnal Teknik Lingkungan BPPT 6 (1). halaman 311 – 318.

Wahyudi, I. (2001). *Pemanfaatan Blotong Menjadi Bahan Bakar Cair dan Arang Dengan Proses Pirolisis*. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UPN “veteran”: Jatim.