

Desain Alat Pirolisis Reaktor Tunggal Untuk Daur Ulang Sampah Plastik

Jack C. A. Pah¹, Dominggus G. H. Adoe^{2*}, Emanuel Don Fahik³

¹⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: godliefmesin@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Plastik merupakan komponen yang sulit dipisahkan dari kegiatan sehari-hari manusia karena berbagai kelebihan yang dimilikinya. Semakin bertambahnya tingkat konsumsi masyarakat maka semakin bertambah pula limbah plastik yang dihasilkan. Untuk mengatasi hal ini tentu saja diperlukan cara untuk mengolah limbah plastik tersebut menjadi hal yang lebih berguna dan juga memiliki manfaat bagi alam, salah satu caranya dengan mendaur ulang limbah plastik tersebut menjadi bahan bakar, yakni bahan bakar berupa minyak. Manfaat dari penelitian ini, untuk menghasilkan produk bahan bakar minyak dari limbah sampah plastik *Polypropylene* (PP) sebagai sumber energi alternatif dengan memanfaatkan teknologi pirolisis. Pirolisis merupakan proses untuk merubah sampah plastik jenis *Polypropylene* (PP) menjadi bahan bakar cair Hasil akhir dari penelitian ini berupa gambar detail alat, rancang bangun alat, dan hasil dari proses pengujian pada alat tersebut berupa data kuantitas minyak pada setiap pengujian.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of media variations of 90% kusambi charcoal and 10% Plastic is a component that is difficult to separate from everyday human activities because of the various advantages it has. The more people consume, the more plastic waste they produce. To overcome this, of course, a way is needed to process the plastic waste into things that are more useful and also have benefits for nature, one way is by recycling the plastic waste into fuel, namely fuel in the form of oil. The benefit of this research is to produce fuel oil products from Polypropylene (PP) plastic waste as an alternative energy source by utilizing pyrolysis technology. Pyrolysis is a process for converting Polypropylene (PP) plastic waste into liquid fuel. The end result of this research is in the form of detailed images of the tool, the design of the tool, and the results of the testing process on the tool in the form of data on the quantity of oil in each test.

Keywords : Plastic, Pyrolysis, Polypropylene (PP)

PENDAHULUAN

Plastik merupakan senyawa polimer yang memiliki rantai panjang karbon dan elemen lain yang mudah dibentuk. Plastik merupakan komponen yang sulit dipisahkan dari kegiatan sehari-hari manusia karena berbagai kelebihan yang dimilikinya. Semakin bertambahnya tingkat konsumsi masyarakat maka semakin bertambah pula limbah plastik yang dihasilkan. Untuk mengatasi hal ini tentu saja diperlukan cara untuk mengolah limbah,

salah satu caranya dengan mendaur ulang limbah plastik tersebut menjadi bahan bakar, yakni bahan bakar berupa minyak. Pirolisis merupakan dekomposisi termokimia bahan organik dengan proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau preaksi kimia lainnya, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia. Plastik yang mengalami proses pirolisis akan terdekomposisi menjadi Material-material pada fase cair dalam bentuk minyak bakar, fase gas berupa campuran gas yang dapat

terkondensasi maupun tidak dapat terkondensasi dan Fase padat berupa residu maupun tar. (Ardiyansah, Anwar, & Rizal, 2021)

Pirolisis

Pirolisis dapat didefinisikan sebagai dekomposisi thermal material organik pada suasana inert (tanpa kehadiran oksigen) yang akan menyebabkan terbentuknya senyawa volatil. Pirolisis pada umumnya diawali pada suhu 200 °C dan bertahan pada suhu sekitar 450 – 500 °C. Pirolisis suatu biomassa akan menghasilkan tiga macam produk, yaitu produk gas, cair, dan padat (char). Jumlah produk gas, cair dan char tergantung pada jenis prosesnya (suhu dan waktu pirolisis) (Danarto, Utomo, & Sasmi, Pirolisis limbah Serbuk kayu dengan katalisator Zeolit). Pirolisis dapat dibedakan menjadi tiga tipe : flash pyrolysis, fast pyrolysis dan slow pyrolysis berdasarkan temperatur, laju pemanasan dan waktu tinggal. Produk yang dihasilkan sangat tergantung pada tipe dari pirolisis.

Plastik

Plastik adalah polimer yang dapat di gambarkan sebagai rantai panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau Monomer. Plastik yang umum terdiri dari polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, chlorine. Plastik menjadi bagian takterpisahkan di kehidupan abad 21, Plastik akan terurai ketika dipanaskan beberapa ratus derajat celcius, plastik juga merupakan material yang berbahan dasar polimer.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan penelitian

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

- Mesin las, mesin bor, dan rivet
- Alat ukur (meteran)

- Gerinda Listrik
- Kunci pas, kunci inggris, dan kunci pipa
- Mistar siku baja
- *Waterpass*
- *Gas Blow Torch Portable*
- Timbangan digital
- *Infrared Thermometer*
- Selang dan pompa celup
- Wadah *Tupperware* 53 × 36.5 × 33.5 cm
- Kompor gas tekanan tinggi dan LPG 12 kg

Bahan Penelitian

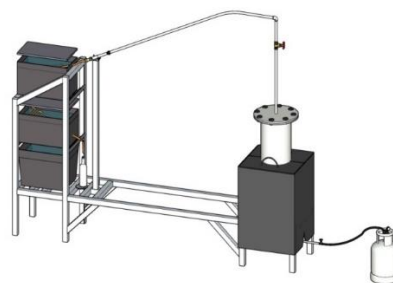
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

- Bahan plastik aqua gelas (PP) yang sudah dicacah 1-3 cm
- Besi *hollow* 4×4
- Elektroda dan kawat las tembaga
- Lem besi (Dextone) dan epoxy
- Baut dan mur M 10×40 mm dan M 32×48 mm
- Knee ¾ dim dan sok pipa ¾ dim
- Pipa besi galvanise ¾ dim
- Pipa besi hitam 8 dim
- Besi plat baja tebal 10 mm dan 8 mm

Prosedur Penelitian

- Desain gambar kerja menggunakan aplikasi *solidwork*, kemudian dicetak sebagai acuan dalam proses pembuatan alat.
- Persiapan alat dan bahan untuk proses pembuatan alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4. 1 Desain Alat Pirolisis Reaktor Tunggal Untuk Daur Ulang Sampah Plastik

Dimensi Dan Spesifikasi Alat

No	spesifikasi	Dimensi
1	Panjang Total Rangka	198 cm
2	Lebar Total Rangka	38 cm
3	Tinggi Total Rangka	132 cm
4	Kapasitas LPG	3-20 kg
5	Tinggi Tabung Reaktor	71 cm
6	Diameter Tabung Reaktor	23,5 cm
7	Temperatur Tabung Reaktor	$\pm 100^{\circ}\text{c}$ - 650°c
8	Kapasitas Maksimum Tabung Reaktor	4 kg
9	Panjang Pipa Penghantar Gas	158.57 cm
10	Kapasitas Bak Air Pendingin Bertingkat	19 liter
11	Kapasitas Bak Penampung Air Pendingin	60 liter
12	Pompa Celup	220-240 V

Hasil Perancangan Alat Pirolisis

Tabung Reaktor ini menggunakan bahan pipa baja hitam 8 dim dengan ketebalan 10 mm. Dalam pengoperasiannya tabung reaktor ini aman digunakan pada suhu tinggi karena material tabung reaktor yang tebal dan kuat. Kapasitas dari reaktor bisa menampung sampah gelas air mineral maksimum 4 kg. Di tabung reaktor ini dipasang pressure gauge untuk memantau tekanan yang terjadi dan digunakan juga infrared thermometer untuk mengamati perubahan suhu pembakaran. Sumber panas diperoleh dengan pembakaran LPG. Dalam reaktor terjadi proses pirolisis pada kisaran suhu 300°C dan 350°C untuk mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar setara bensin, solar, minyak tanah dan tiner.

Kondensor ini berupa wadah yang berbentuk persrgi panjang berbahan plat aluminium dengan tebal 1 mm, di dalam wadah kondensor terdapat pipa tembaga 3/8 dim berbentuk U-tube dengan sambungan U bend tembaga 3/8 dim. Dimana terdapat 2 buah kondensor yang di letakan pada tabung penyalur uap dan diproses kondensasi menggunakan media air sebagai pendingin dan pompa akuarium sebagai sirkulasi air agar suhu air tetap stabil. Di dalam kondensor terjadi perubahan gas menjadi zat lebih padat

yaitu uap air. Gas hasil pengolahan dari reaktor menuju kondensor, melewati pipa tembaga. Dalam aplikasinya pipa kondensat dibersihkan setiap kali pemakaian, untuk memastikan aliran BBM lancar dan menjaga pipa kondensat tidak tersumbat pada pemakaian berikutnya.

Pipa penghantar gas menggunakan pipa besi galvanise 3/4 dim, pipa penghantar gas dibuat sedikit melengkung kurang lebih 30° dengan tujuan apabila ada gas yang sudah berubah fasa dari fasa gas menjadi cair di dalam pipa penghantar bisa lebih mudah mengalir ke kondensor sehingga kuantitas minyak bisa bertambah.

Hasil Pengujian Alat Pirolisis

Pengujian tahap 1

Pada pengujian tahap 1 menggunakan limbah plastik dengan bobot 1000 gram dengan suhu pemanasan 300°C membutuhkan waktu proses pirolisis selama 112 menit dengan menghasilkan minyak sebanyak 1.050 ml dan residu berupa tar sebanyak 25 gram.

Pengujian tahap 2

Pada pengujian tahap 2 ini menggunakan limbah plastik dengan bobot 1000 gram dengan suhu pemanasan 350°C membutuhkan waktu proses pirolisis selama 70 menit dengan menghasilkan minyak sebanyak 1.250 ml dan residu berupa abu sebanyak 11 gram.

Pengujian tahap 3

Pada pengujian tahap 3 ini menggunakan limbah plastik dengan bobot 1500 gram dengan suhu pemanasan 300°C membutuhkan waktu proses pirolisis selama 100 menit dengan menghasilkan minyak sebanyak 1.510 ml dan residu berupa tar sebanyak 46 gram.

Pengujian tahap 4

Pada pengujian tahap 4 ini menggunakan limbah plastik dengan bobot 1500 gram dengan suhu pemanasan 350°C membutuhkan waktu proses pirolisis selama 85 menit dengan menghasilkan minyak sebanyak 1.740 ml dan residu berupa minyak hitam sebanyak 130 ml

KESIMPULAN

- Reaktor pirolisis tabung tunggal memiliki efisiensi waktu yang lebih baik bila dibandingkan dengan alat pirolisis reaktor bertingkat sedangkan minyak yang dihasilkan sama
- Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa alat pirolisis hasil modifikasi ini dapat digunakan untuk melakukan pirolisis sampah plastik menjadi minyak pirolisis, dengan hasil pengujian sebagai berikut :
- Pengujian dengan bobot sampah plastik 1000 gram dengan suhu pemanasan 300°C membutuhkan waktu proses pirolisis selama 112 menit dan minyak yang dihasilkan sebanyak 1.050 ml serta residu berupa tar sebanyak 25 gram dan pada pengujian dengan suhu pemanasan 350°C membutuhkan waktu proses pirolisis selama 70 menit dengan menghasilkan minyak sebanyak 1.250 ml dan residu berupa abu sebanyak 11 gram. Sedangkan,
- Pengujian dengan bobot 1500 gram dengan suhu pemanasan 300°C membutuhkan waktu proses pirolisis selama 100 menit dan minyak yang dihasilkan sebanyak 1.510 ml serta residu berupa tar sebanyak 46 gram dan pada pengujian dengan suhu pemanasan 350°C membutuhkan waktu proses pirolisis selama 85 menit, menghasilkan minyak sebanyak 1.740 ml dan residu berupa minyak hitam sebanyak 130 ml.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A, A. (2017). Mesin Destilasi Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Kondensor Bertingkat Dan Pendingin Kompresi Uap,” *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 75–88, 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i2.34.
- [2]. Adoe, D. G., Bunganaen, W., Krisnawi, I. F., & Soekwanto, F. A. (2016). Pirolisis Sampah Plastik PP (Polypropylene) menjadi Minyak Pirolisis sebagai Bahan Bakar Primer . *Vol. 03, No. 0*, 17-26.
- [3]. Ardiyansah, W., Anwar, S., & Rizal, Y. (2021). Rancang Bangun Alat Pengolahan Limbah Plastik (Pirolisis) Menjadi Bahan Bakar Alternatif Menggunakan Metode Df a (*Design For Manufacture And Assembly*).
- [4]. Ardiyansyah, w., Anwar, s., & Rizal, y. (2021). Rancang Bangun Alat Pengolahan Limbah Plastik (Pirolisis) Menjadi Bahan Bakar Alternatif Menggunakan Metode Dfma (Design For Manufacture And Assembly).
- [5]. Danarto , Y. C., Utomo, P. B., & Sismi, F. (n.d.). Pirolisis limbah Serbuk kayu dengan katalisator Zeolit.
- [6]. Danarto, Y. C., Utomo, P. B., & Sismi, F. (2010). Pirolisis Limbah Serbuk Kayu dengan Katalisator Zeolit. 2.
- [7]. Husein, F. B. (2020). Rancang bangun alat pirolisis reaktor tabung bertingkat untuk daur ulang sampah plastik polypropylene (PP) dengan menggunakan metode VDI 2221.
- [8]. Karuniastuti , N. (2016). Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Vol. 03 No. 1*.
- [9]. Maulana, E., Hariri , H., & Permana, A. (2018). Perancangan Ulang Reaktor Pirolisis Berbahan Baku Sampah Plastik . *Seminar Nasional Teknologi 2018* .
- [10]. Maulana, M. W. (2016). Perancangan desain alat pirolisis untuk mengkonversi limbah plastik tipe *polyethylene* (PE) dan *Polyproylene* (PP) berbahan bakar biomasa di TPSA manggar. (Doctoral dissertation, University of MUhammadiyah Malang).
- [11]. Mokhtar, A., Jufri, M., Budiono, & Rahm, A. (2019). Rancang Bangun Tungku Pirolisis Untuk Membuat Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*.
- [12]. N, H., & Hendiarti, N. (2018). Combating Marine Plastik Debris in Indonesia. *Science to Enable and*

- Empower Asia Pacific for SDGs, Jakarta.*
- [13]. NAUFAN, F. (2016). Desain Alat Pirolisis Untuk Mengonversi .
- [14]. Sukadi, & Novarin. (n.d.). Rancang Bangun Alat Pirolisis Untuk Daur Ulang Sampah Kantong Plastik. *Vol. 5 No. 2.*