

PERANCANGAN PROSES KONDENSASI PADA PENGOLAHAN LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK MENGGUNAKAN SISTEM PIROLISIS DENGAN KAPASITAS 10 LITER

Mochamad Syahrul Gunawan^{1,a}, Muharom Muharom^{2,b}, M. Hasan Abdullah^{3,c}, Fitriya Gemala Dewi^{4,d}, Ampar Jaya Suwondo^{5,e} dan Onny Purnamayudhia^{6,f}

Program Studi Teknik Mesin Universitas Wijaya Putra^{1,2}

Program Studi Teknik Industri Universitas Wijaya Putra^{3,4,5,6}

[a](mailto:mochamadsyahrulgunawan@gmail.com)mochamadsyahrulgunawan@gmail.com, [b](mailto:muharom@uwp.ac.id)muharom@uwp.ac.id, [c](mailto:mhasanabdullah@uwp.ac.id)mhasanabdullah@uwp.ac.id

Abstrak

Sampah menjadi permasalahan yang sering dibahas belakangan ini, jumlahnya yang semakin hari kian meningkat sehingga apabila tidak ditangani dengan baik dan benar mengakibatkan permasalahan yang lebih besar. Sampah plastik jenis sampah yang perlu mendapatkan penanganan khusus, karena proses penguraian dibutuhkan waktu yang sangat lama. Salah satu cara mengolah sampah plastik yaitu dengan mendaur ulangnya. Salah satu cara mendaur ulang sampah plastik dengan mengolahnya menjadi bahan bakar minyak, yang biasa disebut pirolisis, adalah proses mengubah sampah plastik menjadi minyak dengan destilasi kering pengubahan uap proses hasil pembakaran di kondensor pada suhu tertentu. Perancangan proses kondensasi yang baik dan benar sangat diperlukan untuk menghasilkan minyak yang efisien. Sehingga diperlukan penelitian tentang perancangan proses kondensasi yang maksimal.

Kata Kunci : Sampah, Sampah Plastik, Reaktor Pirolisis, Sistem Kondensasi.

Abstract

Garbage has become a problem that is often discussed lately, the amount of which is increasing day by day so that if it is not handled properly and correctly, it will lead to bigger problems. Plastic waste is a type of waste that needs special handling, because the decomposition process takes a very long time. One way to process plastic waste is to recycle it. One way to recycle plastic waste by processing it into fuel oil, commonly called pyrolysis, is the process of converting plastic waste into oil by dry distillation, converting steam from the combustion process in the condenser at a certain temperature. Designing a good and correct condensation process is needed to produce efficient oil. So that research is needed on the design of the maximum condensation process.

Keywords: Waste, Plastic Waste, Pyrolysis Reactor, Condensation System.

Pendahuluan

Indonesia darurat sampah, ungkapan tersebut sering kita dengar di media massa baik cetak maupun online. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup pada tahun 2021 produksi sampah di Indonesia mencapai 68 juta ton per tahun [1]. Dan 51 persen diantaranya adalah sampah plastik [2]. Salah satu penyebab penumpukan sampah plastik dalam jumlah banyak karena dibutuhkan waktu yang lama supaya sampah plastik bisa terurai. Bahkan pada saat sampah plastik sudah terurai pun tetap menyebabkan pencemaran tanah [3]. [2] menyatakan membuang sampah plastik secara sembarangan ke sungai juga dapat menyebabkan pendangkalan sungai dan tersumbatnya aliran air sehingga dalam waktu lama akan mengakibatkan banjir. Sampah plastik yang dibuang ke sungai akan bermuara ke laut dan menyebabkan pencemaran serta merusak terumbu karang.

Pengolahan sampah plastik yang tepat dibutuhkan di Indonesia, salah satu cara pengolahan sampah plastik yaitu dengan metode pirolisis, yaitu mengolah sampah plastik menjadi minyak dengan cara dibakar kemudian uap hasil pembakaran didinginkan pada proses kondensasi kemudian menjadi minyak [4]. Penelitian tersebut dapat menjadi salah satu solusi untuk membantu permasalahan di Indonesia mengenai menipisnya sumber energi fosil [5]. Proses pirolisis dapat dilakukan dengan memberikan katalis atau non katalis [6]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan katalis dapat meningkatkan rendemen namun juga tidak efisien karena biaya yang dikeluarkan.

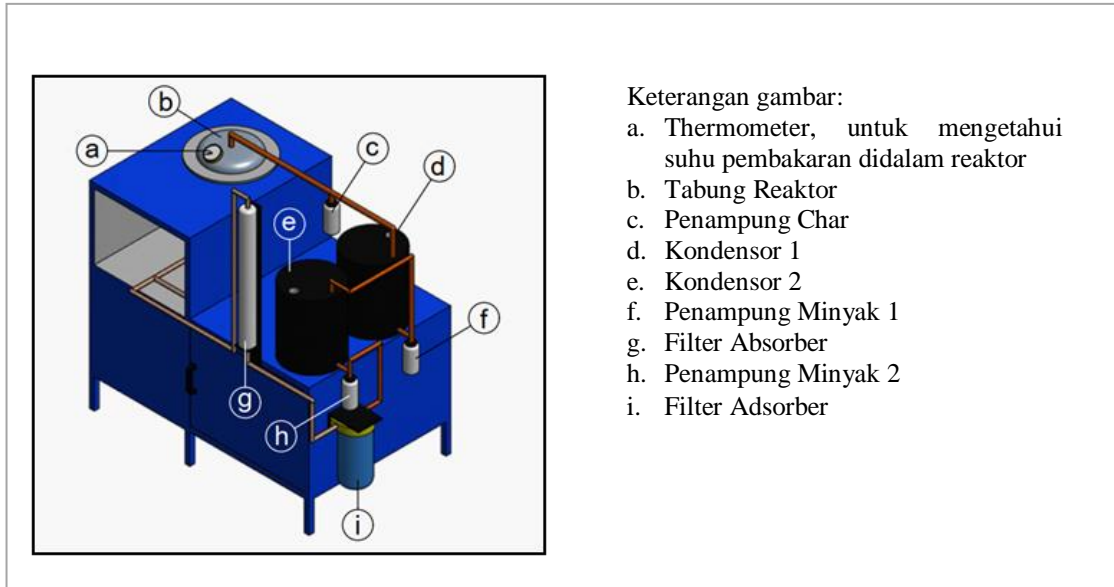
Unit pirolisis biasanya terdiri dari tungku sumber panas, reaktor, penukar panas (kondensor) dan tangki hasil bahan bakar minyak. Tungku sumber panas menyediakan panas reaktor untuk melelehkan limbah kantong untuk menghasilkan uap. Uap yang telah terkumpul kemudian dialirkan melalui alat penukar panas (kondensor) dimana panas dari uap dipindahkan ke permukaan air kondensor sehingga uap berubah fasa menjadi cair. Tabung reaksi adalah unit peleburan limbah tipe gayung untuk menghasilkan uap. Destilasi uap dilakukan untuk memisahkan komponen-komponen campuran pada suhu yang lebih rendah dari titik didih normalnya [7]. Dengan cara ini, pemisahan dapat berlangsung tanpa merusak komponen yang akan dipisahkan. Ada dua cara untuk melakukan destilasi uap. Yang pertama adalah terus-menerus menghembuskan uap di atas campuran yang menguap. Metode kedua adalah merebus senyawa yang dipisahkan dengan pelarut. Dalam model destilasi uap, suhu komponen yang akan dipisahkan dapat diturunkan dengan cara menguapkannya. Suhu penguapan dalam hal ini lebih rendah dari titik didih senyawa yang akan dipisahkan. Ini juga untuk menjaga agar senyawa yang dipisahkan tidak rusak oleh panas [7].

Kapasitas reaktor 13,6 liter dan dapat menampung 3 kg sampah kantong plastik. Pada tabung reaktor ini dipasang pressure gauge untuk memantau tekanan yang terjadi dan dipasang thermometer untuk mengamati perubahan suhu pembakaran. Sumber panas diperoleh dengan pembakaran LPG. Tabung kondensor merupakan bagian untuk merubah fase uap hasil pembakaran sampah kantong plastik di reaktor menjadi cairan. Dalam prosesnya kondensor dialiri air dingin yang disirkulasi dengan pompa [8].

Metodologi penelitian

Pembuatan Gambar Desain Mesin

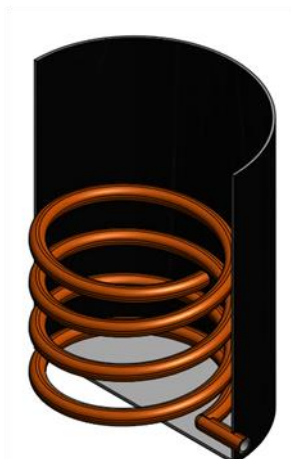
Desain alat pengolah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak di buat menggunakan software Autodesk Inverter 2016. Reaktor pembakaran berbentuk tabung memiliki dimensi 22x22x30 cm, dengan kapasitas 10L. reaktor dan kondensor di hubungkan dengan pipa stainless steel dengan diameter $\frac{3}{4}$ inc. Kondensor di desain berbentuk tabung, memiliki dimensi 18x18x28, dimensi ini di buat menyesuaikan Panjang pipa spiral. Berikut adalah desain gambar alat pirolisis.



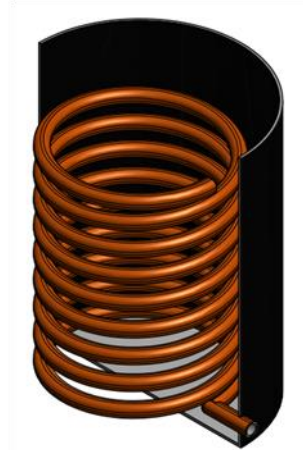
Gambar 1. Desain perancangan alat Pirolisis dan Kondensor

Desain Perancangan Reaktor Pembakaran dan Kondensor

Pada desain kondensor terdapat penampung tang terletak di atas kondensor, yang berfungsi untuk menampung tart hasil pembakaran pada reaktor yang terlebih dahulu mendingin sebelum masuk kondensor. Pada bagian bawah kondensor juga terdapat 2 penampung, yang berfungsi untuk menampung hasil output minyak yang telah terkondensasi pada kondensor. Pipa kondensor yang di gunakan berbentuk spiral, kondensor 1 mempunyai Panjang 2 Meter dan kondensor 2 memiliki Panjang 5 meter, dengan diameter pipa 3/8 inch, bahan yang di gunakan untuk pipa adalah pipa tembaga.



Gambar 2. Rancangan pipa kondensor 1



Gambar 3. Rancangan pipa kondensor 2

Pengujian dan pengambilan data

Untuk mengetahui keberhasilan Pembuatan mesin, perlu adanya pengujian, Adapun pengujian yang di lakukan antara lain:

1. Pengujian pada reaktor, meliputi proses kenaikan suhu, proses pembakaran dan proses pasca pembakaran.
2. Pegujian pada kondensor, meliputi proses kerja kondensor hingga menjadi bahan bakar.
3. Pengujian ketahanan dan kobocoran pada mesin.

Pengujian di rencanakan sebanyak 3 kali, Adapun data yang di ambil pada saat pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pengambilan data penelitian

Waktu (Menit)	Temperatur pada Reaktor ⁰ C	Temperatur Air pada Kondensor ⁰ C	Hasil Minyak kondensor 1 (ML)	Hasil Minyak kondensor 2 (ML)
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				

Hasil dan pembahasan

Hasil pengujian Mesin pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan sistem pirolisis, pengujian dilaksanakan sebanyak 3 kali dengan hasil pada table berikut sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel hasil pengujian pertama

Waktu (Menit)	Temperatur pada Reaktor °C	Temperatur Air pada Kondensor °C	Hasil Minyak kondensor 1 (ML)	Hasil Minyak kondensor 2 (ML)
0	0 ⁰ C	26 ⁰ C	0	0
10	50 ⁰ C	26 ⁰ C	0	0
20	150 ⁰ C	27 ⁰ C	0	0
30	250 ⁰ C	28 ⁰ C	90	40
40	300 ⁰ C	28 ⁰ C	180	100
50	350 ⁰ C	29 ⁰ C	300	160
60	350 ⁰ C	30 ⁰ C	430	200

Tabel 3. Tabel hasil pengujian kedua

Waktu (Menit)	Temperatur pada Reaktor °C	Temperatur Air pada Kondensor °C	Hasil Minyak kondensor 1 (ML)	Hasil Minyak kondensor 2 (ML)
0	0 ⁰ C	25 ⁰ C	0	0
10	40 ⁰ C	25 ⁰ C	0	0
20	140 ⁰ C	26 ⁰ C	0	0
30	240 ⁰ C	28 ⁰ C	140	30
40	290 ⁰ C	30 ⁰ C	230	90
50	350 ⁰ C	31 ⁰ C	390	180
60	350 ⁰ C	31 ⁰ C	450	200

Tabel 4. Tabel hasil pengujian ketiga

Waktu (Menit)	Temperatur pada Reaktor °C	Temperatur Air pada Kondensor °C	Hasil Minyak kondensor 1 (ML)	Hasil Minyak kondensor 2 (ML)
0	0 ⁰ C	25 ⁰ C	0	0
10	50 ⁰ C	26 ⁰ C	0	0
20	160 ⁰ C	26 ⁰ C	0	0
30	260 ⁰ C	28 ⁰ C	160	40
40	300 ⁰ C	29 ⁰ C	280	80
50	350 ⁰ C	30 ⁰ C	410	140
60	350 ⁰ C	30 ⁰ C	460	180

Berdasarkan tabel di atas, Pengujian di lakukan sebanyak tiga kali, pada pengujian pertama menggunakan sampah plastik LDPE yang berasal dari plastik kresek, bungkus makanan ringan,

bungkus detergen seberat 1 kg. yang kemudian di masukkan ke dalam tabung reaktor kemudian di kunci menggunakan baut pada flage, pada flange juga terdapat siel yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kebocoran pada flange tutup dan flange tabung.

Setelah semuanya sudah terpasang, kemudian api di nyalakan, untuk pengambilan data bisa di lihat pada tabel di atas, yaitu pengukuran waktu pembakaran, suhu pada reaktor, suhu pada air kondensor, minyak yang di hasilkan dari kondensor 1 dan kondensor 2. pada suhu 150 °C proses pembakaran mulai mengeluarkan uap, di tandai dengan keluarnya uap pada tempat penampung. menghasilkan minyak sebanyak 630 ml minyak, di kondensor 1 menghasilkan 430 ml dan di kondensor 2 menghasilkan 200 ml.

Pengujian kedua menggunakan 1 kg sampah plastik LDPE yang berasal dari sampah limbah rumah tangga, hampir sama dengan pengujian pertama, di pengujian kedua menghasilkan 650 ml, 450 ml dari kondensor 1, dan 200 ml dari kondensor 2.

Pengujian ketiga menggunakan 1 kg sampah plastik LDPE limbah rumah tangga, menghasilkan 640 ml, 460 ml dari kondensor 1, dan 18 ml dari kondensor 2.

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian minyak mulai keluar dari kondensor pada suhu 240-250°C pada menit ke 30, dan mengalami pengeluaran yang optimal di suhu 350°C pada menit 50.
2. Dalam serangkain pengujian dapat di hasilkan presentasi minyak di dari 1kg sampah plastik menghasilkan 640 ml minyak, dengan minyak yang keluar dari kondensor 2 lebih jernih dari kondensor 1.

Penelitian berikutnya untuk menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi diperlukan suhu yang lebih tinggi dan stabil, dua faktor tersebut sangat berpengaruh pada efisiensi hasil minyak. Desain alat masih bisa di minimalkan lagi sehingga tidak memakan tempat tanpa mempengaruhi fungsi dan guna alat.

Daftar Pustaka

- [1] A. Novelino, "Sampah Plastik 2021 Naik ke 11,6 Juta Ton, KLHK Sindir Belanja Online," CNN Indonesia, 26 February 2022. [Online]. Available: <https://www.cnnindonesia.com/>. [Accessed 9 July 2022].
- [2] M. Z. Arifin, "Dampak Sampah Plastik Bagi Ekosistem Laut," *Buletin Matric*, vol. 14, no. 1, p. 44-48, 2017.
- [3] R. A. A. Gunadi, D. P. Parlindungan, A. Utami and P. Santi, "Bahaya Plastik bagi Kesehatan dan Lingkungan," in *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat*, Jember, 2020.
- [4] J. Wahyudi, H. T. Prayitno and A. Dwi, "The Utilization of Plastic Waste As Raw Material for Producing Alternative Fuel," *Jurnal Litbang*, vol. XIV, no. 1, pp. 58-67, 2018.
- [5] V. N. Setiawan, "Bahan Bakar Fosil Menipis, ESDM Dorong Transisi Energi," katadata.co.id, 21 October 2020. [Online]. Available: <https://katadata.co.id/>. [Accessed 9 July 2022].
- [6] Nuryosuwito, "Pengaruh Campuran Sampah Plastik dengan Katalis Alam terhadap Hasil Produk Pyrolysis," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 85-91, 2018.
- [7] A. Mokhtar, M. Jufri and H. Supriyanto, "Perancangan Pirolisis Untuk Membuat Bahan Bakar Cair Dari Limbah Plastik Kapasitas 10 KG," in *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*, Malang, 2018.
- [8] S. Sukadi and N. Novarini, "Rancang Bangun Alat Pirolisis Untuk Daur Ulang Sampah Kantong Plastik," *TEKNIKA*, vol. 5, no. 2, pp. 86-96, 2019.
- [9] S. Purnavita and T. W. Utami, "Pembuatan Plastik Biodegradable dari Pati Aren dengan Penambahan Aloe Vera," *Inovasi Teknik Kimia*, vol. 3, no. 2, pp. 31-35, 2018.