

Rancang Bangun Mesin Destilator Pengubah Limbah Plastik Menjadi Minyak

Pandam Eko Prihatmoyo^{1*}, Denny Dermawan², Fipka Bisono³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia^{1,3}

Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.²

E-mail: pandam.3ko@gmail.com^{1*}

Abstract – Plastic is a human need in everyday life, one of which is as a place to wrap food and drinks. The increasing level of public consumption, the more plastic waste produced. Waste from plastic is very difficult to decompose naturally. In order to overcome this, of course, we need a way to process the plastic waste into more useful things and also have benefits for the community, one way is to recycle plastic waste into fuel, which is fuel in the form of oil. But in making a new innovation, a tool is needed that can transform a waste into something that is beneficial to society in general. One of them is by distillation or distillation. A tool used to separate chemicals based on differences in speed or ease of evaporation or volatility of materials. In this distillation, the mixture of the ingredients boils so that it evaporates and the steam is then boiled back into liquid form. Substances that have a lower boiling point will evaporate first. Later this steam will turn into oil using the help of a condenser. Where the steam entering the condenser will condense and form water grains. Which will later turn into oil. The oil produced through this distillation process with PET and PP plastic as much as 500 ml for 5 kg of plastic.

Keywords: Destilasi, Kondensor, PET, Plastik, Tanki Reaktor

1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah sebagai tempat pembungkus makanan dan minuman, karena plastik bersifat praktis, bersih, serta memudahkan dalam memenuhi kebutuhan manusia. Semakin bertambahnya tingkat konsumsi masyarakat maka semakin bertambah pula limbah plastik yang dihasilkan. Limbah tersebut kini menjadi permasalahan lingkungan yang serius karena semakin banyaknya jumlah limbah plastik yang ada dan tingkat bahaya yang dapat ditimbulkan dari limbah plastik bagi makhluk hidup lainnya. Perlu diketahui bahwa plastik juga merupakan bahan anorganik buatan yang tersusun dari bahan-bahan kimia yang cukup berbahaya bagi lingkungan.

Limbah yang berasal dari plastik sangat sulit untuk diuraikan secara alami. Untuk dapat menguraikan limbah plastik secara alami membutuhkan waktu kurang lebih 100 tahun agar plastik dapat terurai dengan sempurna. Sedangkan kita semua tahu, kebutuhan plastik khususnya di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya sehingga hal itu dapat menyebabkan semakin banyaknya limbah dari sampah plastik tersebut. Dan di Indonesia sendiri tentu sudah kita ketahui tentang fenomena limbah plastik yang semakin menggunung, yang tentu saja sangat mengganggu kenyamanan.

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. Karena tidak bisa kita pungkiri, permintaan pasokan minyak bumi sebagai bahan bakar semakin meningkat setiap tahunnya.

Dengan mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar minyak, selain dapat mengurangi limbah plastik maka kita juga bisa ikut menghemat persediaan minyak bumi di alam. Pengolahan plastik menjadi minyak ini tentu saja dapat dilakukan dengan cara yang sangat sederhana, dan bisa diterapkan oleh masyarakat tanpa mengeluarkan biaya yang besar. Limbah plastik dapat diubah menjadi minyak dikarenakan pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi, jadi limbah plastik tersebut seolah mengalami proses daur ulang. Selain itu, minyak yang dihasilkan dari plastik ini juga memiliki nilai kalor yang cukup tinggi setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar.

Namun dalam membuat sebuah inovasi baru tersebut diperlukan suatu alat yang dapat mengubah suatu limbah menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi masyarakat pada umumnya. Salah satu alatnya yaitu destilator. Destilator (penyulingan) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk memisahkan bahan kimia

berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap atau volatilitas bahan. Dalam penyulingan ini, campuran zat dididihkan sehingga menguap dan uap tersebut kemudian dididihkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu.

2. METODOLOGI

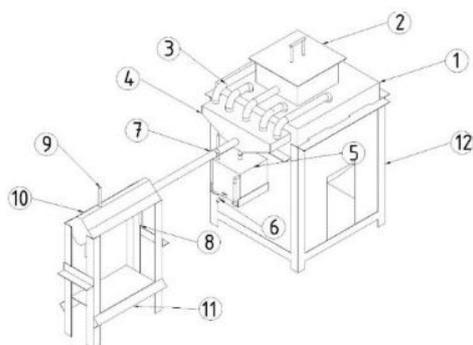
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode Ulrich yang mana metode tersebut diperuntukkan untuk memilih manakah konsep desain yang terbaik untuk dikembangkan. Pada metode Ulrich dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Pembuatan daftar kebutuhan produk untuk mesin destilator pengubah limbah plastik menjadi minyak
2. Membuat kriteria seleksi.
3. Pembuatan beberapa konsep desain untuk perencanaan mesin.
4. Pemilihan konsep dengan menggunakan matriks evaluasi konsep.

Pembuatan Konsep Desain

Dari tabel penetapan spesifikasi produk, maka akan didapatkan spesifikasi produk yang diharapkan dan selanjutnya diterapkan pada konsep desain. Pada penelitian ini dibuatlah 3 konsep desain yang nantinya akan dipilih untuk diwujudkan menjadi sebuah produk. Berikut adalah 3 konsep desain yang sudah dibuat :

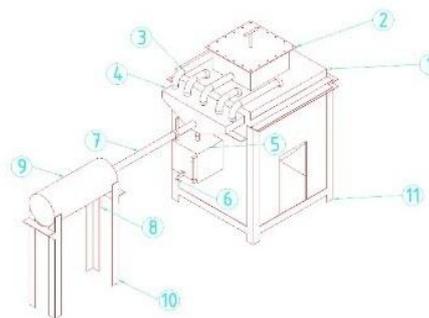
I. Konsep Desain 1



Gambar 1. Konsep desain 1

Pada konsep desain ini mesin destilasi mempunyai tungku panjang total 1,75 m dengan ukuran panjang tungku pembakaran 60 cm, pipa saluran gas 65 cm dan kondensor 50 cm. Pada konsep desain ini memiliki 3 lubang untuk pengeluaran minyak agar lebih optimal. Dilengkapi dengan 5 buah pipa aliran gas pada tungku pembakaran agar gas dapat tersalurkan dengan cepat.

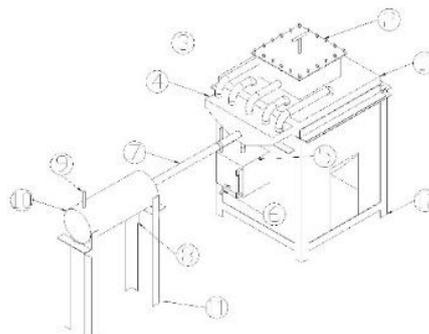
II. Konsep Desain 2



Gambar 2. Konsep desain 1

Pada konsep desain 2 ini mesin destilasi mempunyai panjang total 1,75 m dengan ukuran panjang tungku pembakaran adalah 60 cm, pipa saluran gas 65 cm dan kondensor 50 cm. Pada konsep desain ini terdapat 2 lubang untuk keluarnya minyak pada bak penampungan dan kondensor. Dilengkapi dengan 5 buah pipa aliran gas pada tungku pembakaran agar gas dapat tersalurkan dengan cepat.

III. Konsep Desain 3



Gambar 3. Konsep desain 1

Pada konsep desain 3 ini mesin destilasi mempunyai panjang total 1,75 m dengan ukuran panjang tungku pembakaran adalah 60 cm, pipa saluran gas 65 cm dan kondensor berbentuk tabung sepanjang 50 cm. Pada konsep desain ini terdapat 3 lubang untuk keluarnya minyak pada bak penampungan dan kondensor. Dilengkapi dengan 5 buah pipa aliran gas pada tungku pembakaran agar gas dapat tersalurkan dengan cepat.

Setelah ditemukan konsep desain terbaik dari hasil matriks evaluasi konsep, maka dilakukan perancangan detail drawing mesin menggunakan software Autocad 2007. Setelah gambar jadi dilakukan perhitungan struktur mesin yakni *heat transfer* yang terjadi pada mesin tersebut. Lanjut pada pengadaan material dan juga komponen dari mesin yang meliputi Plat SS 304 ketebalan 3mm, Pipa SS 304 ketebalan 3mm, Plat ASTM A36 ketebalan 3mm dan Profil Siku ASTM A36 5x5 cm ketebalan 3mm. Setelah itu dilakukan fabrikasi dan perakitan pada mesin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Matrik Evaluasi Konsep

Setelah dibuat konsep desain yang sesuai dengan kriteria seleksi yang telah ditentukan, maka akan dilakukan penilaian konsep dengan matriks evaluasi konsep. Sebelum ke matriks evaluasi konsep, direncanakan terlebih dahulu bobot tiap kriteria yang ada.

Tabel 1: Keterangan bobot pada kriteria seleksi

Kriteria seleksi	Bobot (%)	keterangan
Fungsi Produk	25%	Porsi 25% dikarenakan fungsi dari mesin harus bisa menghasilkan minyak
Mudah dimanufaktur	25%	Porsi 25% dikarenakan konsep mana yang mudah dimanufaktur tapi tidak meninggalkan dari aspek-aspek lainnya
Perawatan dan perbaikan	30%	Porsi 30% dikarenakan konsep mana yang memiliki akses termudah saat mesin mengalami kerusakan atau melakukan perawatan
Keamanan dan kenyamanan	20%	Porsi 20% dikarenakan aspek ini ditujukan kepada konsep mana yang dapat memberikan keamanan dan kenyamanan pada pengguna.

Tabel 2: Matriks Evaluasi Konsep

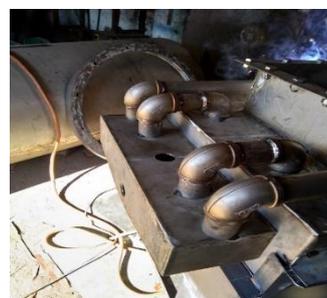
Matrik Penilaian Konsep									
Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep Produk dan Referensi							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Referensi	
		Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot
Desain	25%	4	1	4	1	5	1,25	3	0,75
Dimensi	10%	4	0,4	3	0,3	4	0,4	2	0,2
Efisiensi Waktu	25%	5	1,25	5	1,25	5	1,25	2	0,5
Mekanisme	15%	4	0,6	3	0,45	4	0,6	2	0,3
Kekuatan Dudukan	20%	5	1	2	0,4	5	1	3	0,6
Bobot Total	95%								
Nilai Absolut		22	4,25	17	3,4	23	4,5	12	2,3
Nilai Relatif (%)		28%	29%	24%	24%	22%	22%	21%	20%

Setelah dilakukan matriks evaluasi konsep dan terpilih konsep yang terbaik, maka selanjutnya dilakukan perancangan detail drawing mesin menggunakan software Autocad 2007. Setelah gambar jadi dilakukan perhitungan struktur mesin

yakni *heat transfer* yang terjadi pada mesin tersebut. Lanjut pada pengadaan material dan juga komponen dari mesin yang meliputi Plat SS 304 ketebalan 3mm, Pipa SS 304 ketebalan 3mm, Plat ASTM A36 ketebalan 3mm dan Profil Siku ASTM A36 5x5 cm ketebalan 3mm. Setelah itu dilakukan fabrikasi dan perakitan pada mesin sebagai berikut

a. Pembuatan Komponen Utama

Tahap Pertama pembuatan tungku pembakaran dengan dimensi 60x60x60 cm. Dilanjutkan dengan pembuatan trap box dengan dimensi 50x20x15 cm. Selanjutnya pembuatan kotak penampungan dengan dimensi 20x20x20 cm. Setelah itu pembuatan kondensor dengan dimensi 50x20x20 cm. Setelah itu pembuatan pipa saluran gas. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Pipa saluran gas

b. Pembuatan Komponen Pendukung

Tahap ini adalah pembuatan dudukan tungku pembakaran dan juga kondensor. Dudukan tungku ini memiliki dimensi 61x 61x80 cm. Dudukan kondensor memiliki dimensi 50x21x60 cm. Seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Dudukan Tungku

c. Perakitan

Setelah itu dilakukan perakitan dengan cara dilas antar komponennya. Seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Proses perakitan (pengelasan)

d. Proses Finishing

Proses ini dilakukan dengan mengecat bagian dudukan tungku dan dudukan kondensor



Gambar 7. Finishing

Tabel 3: Perbandingan Hasil Pengujian Mesin

No.	Mesin Destilasi Baru	Mesin Destilasi Lama
1.	Mampu digunakan untuk membakar berbagai jenis plastik	Mampu digunakan untuk membakar dengan jenis tertentu
2.	Mampu mengeluarkan asap putih yang nantinya akan berubah menjadi minyak	Mampu mengeluarkan asap yang nantinya akan berubah menjadi minyak
3.	Minyak yang dihasilkan kurang maksimal karena berbagai kendala	Minyak yang dihasilkan kurang maksimal
4.	Mampu mengeluarkan minyak tetapi hanya sedikit	Mampu mengeluarkan minyak dengan baik
5.	Hasil penyambungan material lebih kuat karena menggunakan las listrik	Hasil penyambungan material lama-lama akan patah karena menggunakan las argon
6.	Memiliki roda yang memudahkan mesin untuk berpindah tempat	Tidak memiliki roda yang menyebabkan sulitnya memindahkan mesin
7.	Material yang digunakan untuk membuat tidak menghitam karena dibakar	Material yang digunakan akan menghitam karena proses pembakaran
8.	Minyak dapat terbakar	Minyak dapat terbakar

Dari pengujian yang sudah dilakukan pada mesin destilasi dengan dimensi tungku pembakaran 60 cmdidapatkan hasil pengerjaan lebih kuat (± dibandingkan dengan menggunakan produk *existing*) dan pengerjaan lebih efisien. Material tidak menghitam akibat pembakaran. Pada pengujian ini mesin destilasi ini mampu memuat 10 kg plastik dalam sekali pengerjaan. Mesin dapat menghasilkan minyak sebanyak 500 ml setelah diukur dengan gelas ukur menggunakan plastik PET dan PP. Minyak yang dihasilkan kurang maksimal , seharusnya dengan jenis plastik PET dan PP bisa menghasilkan 0,8 liter per 1kg plastik.Setelah itu minyak akan dibakar untuk mengetahui apakah minyak yang dihasilkan memiliki unsur dari minyak bumi.

4. KESIMPULAN

1. Proses pendesainan mesin destilasi pengubah limbah plastik menjadi minyak sesuai dengan desain pada detail drawing yang dikerjakan dengan software autoCAD.

2. Untuk membuat mesin destilasi ini menggunakan material utama stainless steel 304 dengan ketebalan 3 mm. Yang terdiri dari tungku pembakaran, pipa saluran gas, kotak trap, bak penampungan dan kondensor. Sedangkan untuk membuat dudukan tungku dan kondensor menggunakan plat besi ASTM A36 ketebalan 2mm dan ditopang dengan profil siku 5 x 5 cm ketebalan 3 mm.
3. Mesin dapat menghasilkan minyak sebanyak 500 ml dengan sampah plastik 5 kg. Hasil minyak ini nantinya akan dibakar untuk mengetahui apakah ini benar-benar minyak atau bukan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggono, T., Wahyu W.E., Handayani, Rahmadani A., dan Abdullah (2014). *Pirolisis Sampah Plastik untuk Mendapatkan Asap Cair dan Penentuan Komponen Kimia Penyusunnya serta Uji Kemampuannya Sebagai Bahan Bakar Cair*. **Sains dan Terapan Kimia** Vol.3, No.2, pp.164-173, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- [2] ASM International, (2004). *All Rights Reserved Aluminum-Silicon Casting Alloys: Atlas Microfractographs*,
- [3] Bajus, M. dan Hájeková, E., (2010). *Thermal Cracking of The Model Seven Components Mixed Plastics into Oils/Waxes*, Petroleum & Coal 52 (3) 164-172, Slovak University of Technology, Bratislava, Slovakia
- [4] Bisono, F., & Ulvi, P. A. (2017, December). Perancangan Alat Pengolah Limbah Coolant Bekas Mesin CNC pada Bengkel Pemesinan Kapal. In Seminar MASTER PPNS (Vol. 2, No. 1, pp. 111-114)
- [5] Bisono, F., Priastuti, U., & Bisono, R. M. (2017). Pengolahan Limbah Coolant pada Proses Pemesinan CNC Menggunakan IPAL. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 6(2), 38-43.
- [6] Bisono, F., Priastuti, U., & Bisono, R. M. (2017). Pengolahan Limbah Coolant pada Proses Pemesinan CNC Menggunakan IPAL. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 6(2), 38-43.
- [7] Budiyanoro, C., (2010). **Thermoplastik dalam Industri**. Teknika Media, Surakarta. Buchori, L. (2004). *Buku Ajar Perpindahan Panas*. UNDIP. Semarang.
- [8] Borsodi, N., Miskolczi, N., Angyal, A., Bartha, L., Kohán, J., dan Lengyel, A., (2011). *Hydrocarbons obtained by pyrolysis of contaminated waste plastics*, 45th International Petroleum Conference, Bratislava, Slovakia Republic.
- [9] Cammack, R. (2006). *Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology*. **Oxford University Press**. New York. 720 h.
- [10] Cengel, Yunus A., 2003. “*Heat Transfer : A Practical Approach Second Edition*,” McGraw-Hill. New York
- [11] Covert R. A., dan Tuthill, A. H., 2000, *Stainless Steel: An Introduction to Their Metallurgy and Corrosion Resistance*, Dairy, Food, and Environmental 20(7):506-17.
- [12] Daryoso, K., Wahyuni, S. dan Saputro, S.H., (2012). *Uji Aktivitas Katalis Ni-Mo/Zeolit pada Reaksi Hidrorengkah Fraksi Sampah Plastik (Polietilen)*, **Indonesian Journal of Chemical Science** 1, Universitas Negeri Semarang.
- [13] Das, S. dan Pande, S., (2007). *Pyrolysis and Catalytic Cracking of Municipal Plastic Waste for Recovery of Gasoline Range Hydrocarbons*. **Thesis Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela**.
- [14] Ermawati, R. (2011). *Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif*. **Jurnal Riset Industri** Vol.5, No.3, pp.257-263, Balai Besar dan Kemasan, Kementerian Perindustrian.
- [15] Holman, J.P., (1986). “*Heat Transfer*”, Sixth Edition, New York: McGraw-Hill,.
- [16] Kevin, O. & Kristin, W., (2001). *Product Design Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*.
- [17] Kumar S., Panda, A.K., dan Singh, R.K., (2011). *A Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylen to Fuel*, Resources. **Conservation and Recycling** Vol. 55 pp.893– 910.
- [18] McCabe, Warren L, dkk.1993. *Unit Operatin Of Chemical Engineering*, New York
- [19] Mujiarto, I., (2005). *Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif*. **Jurnal Traksi** Vol.3, No.2, AMNI Semarang.
- [20] Mulyanef, Burnawi, Muslimin, K., (2014). *Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih dan Garam dengan Destilasi Tenaga Surya*. **Jurnal Teknik Mesin** Vol.4, No.1, pp.25-29, Universitas Bung Hatta, Sumatra Barat.
- [21] Nasution, R.S., (2015). *Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik*. **Journal of Islamic Science and Technology** Vol. 1, No.1, pp.97-104, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh

- [22] Ningsih, F.S., Jamarun, N., dan Zulhadjri (2013). *Pengaruh Katalis Dalam Pengolahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) Dengan Metode Pirolisis*. **Jurnal Kimia** Vol.2, No.2, pp.128-132, Universitas Andalas.
- [23] Norsujianto, T. (2014). *Konversi Limbah Plastik Menjadi Minyak Sebagai Bahan Bakar Energi Baru Terbarukan*. **Jurnal Element**, Vol.1, No.1, Politeknik Negeri Tanah Laut.
- [24] Osueke dan Ofundu, (2011). *Conversion of Waste Plastics (Polyethylene) to Fuel by Means of Pyrolysis*. **(IJAEST) International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies**, Vol. No. 4, Issue No. 1, 021 – 024
- [25] Panda, A.K., (2011). *Studies on Process Optimization for Production of Liquid Fuels from Waste Plastics*, **Thesis**, Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela.
- [26] Rodiansono,(2005). *Aktivitas Katalis NiMo/Zeolit dan NiMo/Zeolit-Nb2O5 untuk Reaksi Hidrorengkah Sampah Plastik Polipropilena Menjadi Fraksi Bensin*. **Thesis Ilmu Kimia** Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [27] Sari, K., (2004). *Pengaruh Penambahan Silikon (Si) Dengan Variasi (5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%) Terhadap Karakteristik Age Hardening*. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- [28] Surono, U.B. (2013). *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. **Jurnal Teknik**, Vol.3, No.1, pp.32-40, Universitas Janabadra Yogyakarta.
- [29] Tubnonghee. R., Sanongraj, S., Sanongraj, W., (2010). *Comparative Characteristicsof Derived Plastic Oil and Commercial Diesel Oil*. **The8thAsian-PacificRegional Conference on PracticalEnvironmental Technologies**, Ubon Ratchathani University, Ubonratchathani, Thailand.
- [30] Ulrich,K.T.&Steven,E.,(2001). **Perancangan & Pengembangan Produk**. Salemba Teknika, Jakarta
- [31] UNEP (United Nations Environment Programme), 2009. *Converting WastePlastics Into aResource*, Division of Technology. Industry and Economics International Environmental Technology Centre, Osaka/Shiga.
- [32] Walangare, K.B.A., Lumenta, A. S. M. , Wuwung, J. O. , dan Sugiarto, B. A. (2013). *Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik*. **Jurnal Teknik Elektro dan Komputer**, UNSRAT.