

RANCANG BANGUN PROTOTIPE MESIN *PLUTO* (*PLASTIC-TO-OIL*)

Nurjanah¹, Dawi Yanti¹, Adelia Rohani¹, M. Saleh¹, Ranjiv Maulana¹, Ain Sahara¹, Daffa Bhanu Pangestu¹, dan Mohammad Lutfi^{2*}

¹Program Studi Teknik Instrumentasi dan Elektronika Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas

²Program Studi Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas

*E-mail: m.lutfi@sttmigas.ac.id

ABSTRACT

The increase in plastic waste demands acceleration of waste recycling technology. The purpose of this research is to make a prototype machine to process plastic waste into liquid fuel using the pyrolysis method called the Pluto (plastic to oil) engine. This machine can accommodate plastic waste with a maximum weight of about 3 Kg with a condensate tube that can accommodate a maximum volume of about 3 L of liquid fuel. Experimental results reveal that the heating process for 2 hours produces 250 mL of liquid fuel.

Keywords: Pluto (plastic to oil), plastic waste, and liquid fuel.

ABSTRAK

Peningkatan sampah plastik menuntut percepatan teknologi daur ulang sampah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah membuat prototipe mesin untuk mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar cair dengan metode pirolisis yang dinamakan mesin *Pluto (plastic to oil)*. Mesin ini dapat menampung sampah plastik dengan berat maksimum sekitar 3 Kg dengan tabung kondensat dapat menampung volume maksimum bahan bakar cair sekitar 3 L. Hasil eksperimen mengungkapkan bahwa proses pemanasan selama 2 jam menghasilkan 250 mL bahan bakar cair.

Kata kunci: *Pluto (plastic to oil)*, limbah plastik, dan bahan bakar cair.

PENDAHULUAN

Akibat meningkatnya konsumsi plastik, limbah yang dihasilkan dari produksi, transportasi, dan konsumsinya menimbulkan berbagai masalah lingkungan (Koo dkk, 1991). Salah satu masalah yang disebabkan oleh limbah plastik adalah banjir. Besarnya dana yang diperlukan untuk mengatasi masalah banjir menjadi fokus perhatian semua negara di dunia (Tyree dkk, 2013). Masalah lain yang ditimbulkan oleh proses pengolahan plastik melalui proses destilasi adalah terjadinya peningkatan gas-gas rumah kaca yang akan meningkatkan temperatur permukaan bumi. Peningkatan temperatur permukaan bumi yang menyebabkan terjadinya percepatan pemanasan global (Sulaiman dkk, 2019) telah menyebabkan kerusakan pada zona neritik (Lutfi dkk, 2018 dan Sulaiman dkk, 2018).

Masalah pengelolaan sampah plastik dapat diselesaikan jika aspek ekonomi, politik, teknologi, energi, material, dan lingkungan semua dipertimbangkan (Kiran dkk, 2000). Peningkatan produksi plastik yang sejalan dengan pemborosan bahan plastik menuntut adanya percepatan teknologi daur ulang limbah plastik. Metode pirolisis dapat secara signifikan meningkatkan tingkat daur ulang tersebut karena dapat memanfaatkan campuran limbah plastik, dimana proses tersebut tidak seperti daur ulang mekanis (Qureshi dkk, 2022).

Pirolisis juga disebut sebagai termolisis (Udyani dkk, 2018), yaitu proses fraksinasi material oleh suhu. Metode ini secara tidak langsung merupakan proses daur ulang limbah plastik yang cukup menguntungkan, karna pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi, sehingga dapat dikembalikan ke bentuk semula.

Sistem bahan bakar memegang peranan yang penting untuk menyuplai bahan bakar ke dalam ruang bakar pada motor diesel sebagai penggerak utama (Imanuell dan Lutfi, 2019). Jika kualitas bahan bakar minyak yang dihasilkan oleh prototipe mesin ini telah dimurnikan dan memenuhi standar yang ditetapkan, maka BBM yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada kendaraan atau peralatan lain yang sesuai dengan spesifikasi alat yang digunakan.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yanti dkk, 2022 terkait dengan analisis temperatur pada proses terbentuknya bahan bakar minyak (BBM) dengan metode pirolisis pada prototipe mesin *Pluto*. Pada penelitian tersebut belum menjelaskan secara detail terkait alat, bahan, dan fungsi dari komponen yang digunakan untuk membuat mesin *Pluto* tersebut. Oleh karena itu, untuk memahami fungsi dari komponen yang digunakan dan kemampuan prototipe alat tersebut, penjelasan terkait alat, bahan, fungsi masing-masing komponen dari mesin *Pluto* tersebut, dan kemampuan alat ini untuk menghasilkan bahan bakar cair dipandang perlu untuk dianalisis.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari sampah plastik dengan tipe *polyethylene terephthalate (PET)*. Tahapan pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar cair dijelaskan sebagai berikut: Plastik dimasukkan ke dalam tabung reaktor, kemudian listrik mengirim daya ke tabung reaktor untuk menyalakan *heater*, selanjutnya uap yang di hasilkan pada tabung reaktor akan masuk ke dalam tabung kondensat untuk menghasilkan bahan bakar cair.

Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan fungsi komponen alat yang digunakan untuk membuat mesin *Pluto*. Metode yang digunakan adalah eksperimen, yaitu membuat prototipe mesin

dan melakukan pengamatan terhadap proses terbentuknya bahan bakar cair melalui proses pirolisis. Objek yang diamati pada penelitian ini terkait dengan kapasitas tabung reaktor untuk memuat sampah plastik yang akan dikonversi menjadi bahan bakar cair, kapasitas maksimal tabung kondensat untuk menampung hasil pirolisis dari sampah plastik tersebut, dan kemampuan alat untuk menghasilkan bahan bakar cair pada rentang waktu yang telah ditentukan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Desain mesin *Pluto* dibuat berdasarkan metode pirolisis seperti terlihat pada Gambar 1. Alat tersebut terdiri dari empat komponen, yaitu sebagai berikut:

1. Tabung Reaktor

Tabung ini dirancang dengan penampungan sampah plastik sekitar 3 Kg yang terbuat dari besi. Pada bagian penutup tabung dipasang termometer analog untuk mengetahui suhu dalam tabung reaktor.

2. Pipa

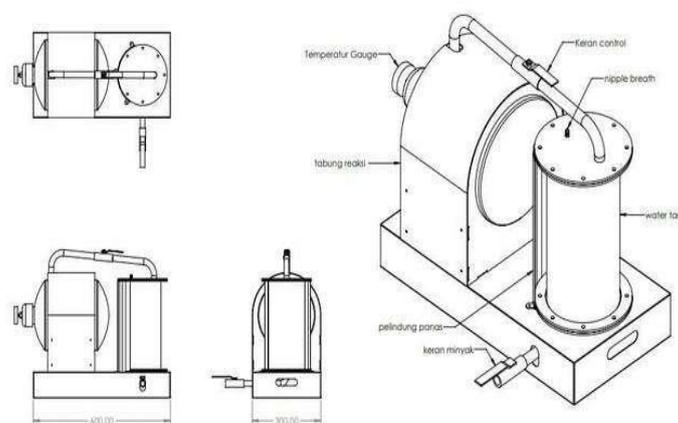
Pemipaan dirancang secara sederhana untuk menghantarkan uap dari tabung reaktor ke tabung kondensat dengan diberi pengaman berupa *valve* untuk mengatur tekanan uap.

3. Tabung Kondensat

Tabung kondensat dibuat dalam bentuk tabung yang berbahan dasar kaca yang berfungsi untuk mengetahui adanya uap yang masuk. Pada tabung ini dipasang *niple breath* sebagai pengaman untuk mengurangi tekanan pada tabung kondensat.

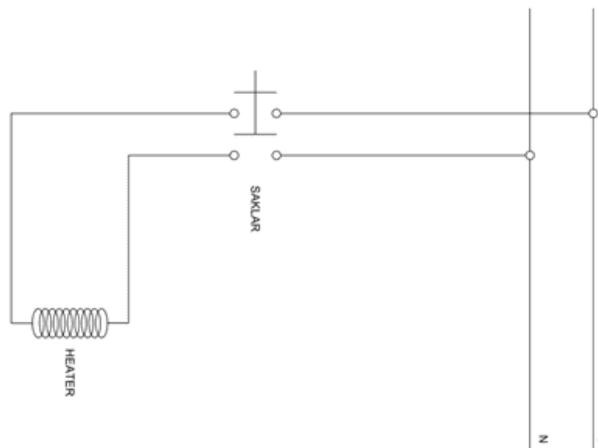
4. Dudukan Mesin

Tempat dudukan berfungsi untuk melindungi kabel dan pipa pengambilan minyak, serta sebagai pelindung bagian bawah mesin.



Gambar 1. Desain mesin *Pluto*

Gambar 2 memperlihatkan rancangan pengkabelan untuk menyalakan *heater*.



Gambar 2. Desain pengkabelan mesin *Pluto*

Gambar 3 memperlihatkan proses pemotongan bahan dalam pembuatan tabung kondensat, tabung reactor, dudukan pada mesin, dan pemasangan *heater band* pada tabung reaktor.



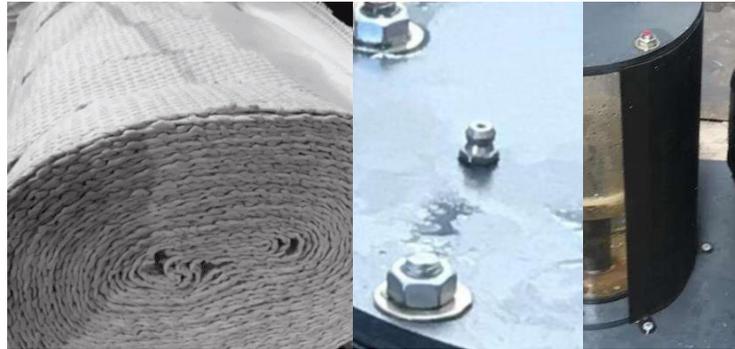
Gambar 3. Pemotongan bahan dan pemasangan *heater band*

Gambar 4 memperlihatkan penggabungan tabung reaktor dan tabung kondensat pada dudukan mesin, serta pemasangan kabel pada mesin.



Gambar 4. Penggabungan tabung reaktor, tabung kondensat, dan pemasangan kabel

Gambar 5 memperlihatkan tiga komponen yaitu: *Heater blanked* berfungsi untuk meredam panas agar tidak keluar dari tabung reaktor dengan cara melilitkan *heater blanked* pada *heater band*, *nippel breath* berfungsi untuk mengurangi adanya tekanan udara pada tabung kondensat, dan *heat Shield* berfungsi untuk melindungi tabung kondensat dari rambatan panas.



Gambar 5. *Heater blanked*, *nippel breath*, *heat shield*

Termometer analog berfungsi untuk mengetahui temperatur di dalam tabung reaktor. Saklar berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan daya pada mesin.



Gambar 6. Termometer analog dan saklar

Gambar 7 memperlihatkan tiga komponen pada mesin *Pluto*, yaitu: tabung reaktor, *heater*, dan tabung kondensat.

1. Proses pirolisis terjadi di dalam tabung reaktor. Tabung ini dibuat kedap udara, sehingga uap yang dihasilkan dari proses pirolisis tidak terlepas ke udara.
2. *Heater* yang digunakan adalah *heater band* yang berfungsi sebagai pemanas tabung reaktor, dimana secara teknis mampu melepaskan panas dalam waktu yang relatif singkat sehingga

menghasilkan temperatur yang tinggi. Pemakaian alat ini cukup efisien dalam hal penghematan energi listrik karena cepat dalam *startup* maupun prosesnya.

3. Tabung kondensat atau tabung pendingin dapat mengubah uap-uap yang keluar dari tabung reaktor menjadi cair dengan proses pendinginan menggunakan air dalam tabung kondensat.



Gambar 7. Tabung reaktor, *heater*, tabung kondensat

Gambar 8 memperlihatkan prototipe mesin *Pluto* yang telah dibuat.



Gambar 8. Prototipe mesin *Pluto*

Gambar 9 memperlihatkan tahapan dalam pengoperasian mesin *Pluto*



Gambar 9. Pengoperasian mesin *Pluto*

Pada tahap ini, plastik botol di cacah terlebih dahulu untuk mempermudah pada saat pengisian plastik ke tabung reaktor. Plastik di masukkan ke dalam tabung reaktor sebanyak 3 Kg dan air dimasukkan ke dalam tabung kondensat sebanyak 3 L. Tinggi air di dalam tabung kondensat sama dengan dengan pipa bagian bawah. Untuk memperoleh hasil yang optimal baut-baut pada pipa harus dikencangkan supaya tidak ada uap yang terlepas ke udara luar. Selanjutnya menghubungkan steker pada arus listrik, kemudian menyalakan *heater band* dengan saklar yang berfungsi untuk memanaskan tabung reaktor.

Gambar 10 memperlihatkan eksperimen yang dilakukan menggunakan mesin *Pluto*. Proses pirolisis mulai terjadi saat *heater* mulai memanaskan tabung reaktor. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, pada saat temperatur 150°C , keran dibuka untuk mengalirkan uap sedikit demi sedikit ke dalam tabung kondensat. Tabung kondensat menampung uap, kemudian mengubah uap menjadi bahan bakar cair. Pengambilan bahan bakar cair yang dihasilkan dilakukan dengan membuka keran pada bawah tabung kondensat, kemudian bahan bakar cair akan mengalir keluar. Hasil eksperimen mengungkapkan bahwa proses pemanasan selama dua jam menghasilkan bahan bakar cair sebesar 250 mL.



Gambar 10. Eksperimen menggunakan mesin *Pluto*

Sebelum dan setelah mesin *Pluto* digunakan, perlu dilakukan perawatan mesin untuk mencegah kerusakan dini pada alat. Perawatan mesin *pluto* sebelum penggunaan mesin diperlihatkan pada Gambar 11. Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait perawatan mesin ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Memperhatikan kebersihan air pada tabung kondensat, apabila kotor bisa dibuang dan diisi kembali dengan air baru yang bersih.
2. Membersihkan secara rutin pipa yang menghubungkan tabung reaktor menuju tabung kondensat, hal tersebut dilakukan untuk menghindari terjadinya kebuntuan pada pipa

3. Membersihkan ulir penutup tabung reaktor, pembersihan ini dilakukan untuk menghindari kebocoran pada tabung reaktor pada saat bekerja dan membersihkan sisa-sisa residu plastic hasil pembakaran di dalam tabung reaktor.



Gambar 11. Perawatan mesin *Pluto*

KESIMPULAN

Rancang bangun prototipe mesin *Pluto* untuk mengubah sampah plastik tipe *PET* telah berhasil dibuat dan dioperasikan pada penelitian ini. Mesin ini dapat menampung sampah plastik dengan berat maksimum sekitar 3 Kg dan tabung kondensat dapat menampung volume maksimum sekitar 3 L. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa proses pemanasan selama 2 jam menghasilkan 250 mL bahan bakar cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Kiran, N., Ekinci, E., & Snape, C. E. (2000). Recycling of plastic wastes via pyrolysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 29(4), 273-283.
- Koo, J. K., Kim, S. W., & Seo, Y. H. (1991). Characterization of aromatic hydrocarbon formation from pyrolysis of polyethylene-polystyrene mixtures. *Resources, conservation and recycling*, 5(4), 365-382.
- Lutfi, M., Afifah, R. S., Sulaiman, B., & Risna, B. (2018). Numerical simulation of hydrodynamic for abrupt bathymetry in Palu river estuary. *Indian J. Sci. Technol*, 11, 1-5.
- Qureshi, M. S., Oasmaa, A., Pihkola, H., Deviatkin, I., Tenhunen, A., Mannila, J., Minkkinen, H., Pohjakallio, M., & Laine-Ylijoki, J. (2020). Pyrolysis of plastic waste: Opportunities and challenges. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 152, 104804.
- Imanuell, R., & Lutfi, M. (2019). Analisa Perawatan Berbasis Keandalan Pada Sistem Bahan Bakar Mesin Utama KMP. Bontoharu. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 5(1), 36-43.
- Sulaiman, B., Bambang, A. N., Purnaweni, H., & Lutfi, M. (2018). The effect of mangrove on fish catch using belat at Teluk Pemedas and Sanipah of Kutai Kartanegara regency, east

Kalimantan province, Indonesia. In E3S Web of Conferences (Vol. 31, p. 08029). EDP Sciences.

- Sulaiman, B., Bambang, A. N., Purnaweni, H., Lutfi, M., & Mohammed, E. M. A. (2019). Coastal community perception of mangroves in Suli subdistrict, Luwu. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 561-569.
- Tyree, J., Johnson, S. V., Pascua, M. C. L., Rahaman, M. M., Tenorio, A. L., & Lutfi, M. (2013). Effectiveness of camanava flood control project: A case study of selected flood control structures during typhoon gener and monsoon rains in August 2012. *国際協力研究誌*, 19(3), 131-145.
- Udyani, K., Ningsih, E., & Arif, M. (2018, September). Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Yield Dan Nilai Kalor Bahan Bakar Cair Dari Bahan Limbah Kantong Plastik. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (pp. 389-394).
- Yanti, D., Rohani, A., Saleh, M., & Lutfi, M. (2022). Analisis Temperatur pada Proses Terbentuknya Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan Metode Pirolisis pada Prototype Alat Pengolah Limbah Plastik Menjadi BBM. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 4(2), 72-78.