

# Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)

Journal homepage: <http://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JMST>

## Original Article

# Penerapan Teknologi Pirolisis Untuk Konversi Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak di Kabupaten Bantul

Ricki Rafli<sup>1\*</sup>, Hudi Baitul Fajri<sup>1</sup>, Ahmad Jamaludhin<sup>1</sup>, Muhammad Azizi<sup>2</sup>, Haris Riswanto<sup>3</sup>, Mochamad Syamsiro<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta 55231

<sup>2</sup> Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Janabadra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta 55231

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta 55231

<sup>4</sup> Center for Waste Management and Bioenergy, Universitas Janabadra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta 55231

\*Corresponding author :

E-mail: [rickyraffi97@gmail.com](mailto:rickyraffi97@gmail.com)

**Abstract** – *Plastic waste is an inorganic waste composed of chemicals that are harmful to the environment because it is not easy to decompose in the soil and requires decades to decompose. Therefore, it needs to do further processing by converting waste plastics into valuable products. This study aims to implement the pyrolysis technology to convert waste plastics into fuel oil which can be used as an energy source for small and medium enterprise. This technology has been applied in Bank Sampah Mekar Jaya 8, one of the recycling bank in Bantul Regency. This system is expected to empower the community for getting added value from waste plastics. The pyrolysis reactor was made with a production capacity of 20 kg. The reactor has a diameter of 600 mm and height of 900 mm with 2 main holes used to feed waste plastics and remove the residue. The system used 2 condensers which has a diameter of 100 mm respectively. The second condenser employed double pipe heat exchanger system which use water as a cooling medium. The water pump has been used for water circulation in the second condenser.*

**Keywords** – *Waste plastics, Pyrolysis, Recycling bank, Fuel oil, Community empowerment.*

## 1. Pendahuluan

Penggunaan plastik di dalam kehidupan sehari-hari semakin meningkat seiring dengan perkembangan ekonomi masyarakat. Hal ini di karenakan oleh keunggulan plastik dibandingkan dengan bahan material lain, di antaranya seperti kuat, ringan, tidak korosi, mudah di warnai dan murah (Syamsiro et al., 2016). Peningkatan ini berdampak pada semakin banyaknya sampah yang dihasilkan dari plastik.

Limbah plastik merupakan limbah anorganik yang tersusun dari bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan karena tidak mudah terurai dalam tanah dan memerlukan puluhan tahun agar dapat terurai, untuk itu perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut. Secara umum agar suatu limbah

plastik dapat diproses oleh suatu industri antara lain limbah harus dalam bentuk tertentu seperti biji/pellet, butiran, serbuk, pecahan. Namun meski telah didaur ulang dengan sedemikian rupa seperti tadi masih sampah plastik masih menjadi momok besar dalam kehidupan moderen ini karena ada sebagian sampah plastik yang belum dimanfaatkan bahkan tidak ada nilainya sehingga sampah plastik ini hanya di buang dan di timbun begitu saja di tempat pembuangan akhir (TPA) sampah atau tempat pembuangan sementara (TPS) setempat sehingga dapat mencemari lingkungan. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut dengan memanfaatkan residu-residu sampah plastik yang tidak memiliki nilai tersebut sehingga dapat bernilai lebih bahkan dapat menimbulkan

manfaat yang banyak bagi kehidupan masyarakat yaitu salah satunya dengan teknologi pirolisis.

Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan plastik terus meningkat. Data BPS tahun 2005 menunjukkan bahwa volume perdagangan plastik impor Indonesia, terutama polipropilena (PP) pada tahun 2002 sebesar 136.122,7 ton, sedangkan pada tahun 2005 sebesar 182.523,6 ton, sehingga terjadi peningkatan sebesar 34,15%. Jumlah tersebut terus meningkat setiap tahun, sehingga peningkatan limbah plastik tidak terelakkan (Moechah, 2008). Di Indonesia, untuk dapat mengumpulkan dan mengelola sampah plastik dengan baik, keberadaan bank sampah cukup mempunyai peran penting di dalamnya. Bank sampah inilah yang akan mengumpulkan sampah plastik dari rumah ke rumah untuk kemudian diolah dan dimanfaatkan untuk membuat berbagai macam produk maupun dijual ke pengepul.

Berdasarkan statistik perkembangan pembangunan bank sampah di Indonesia, pada bulan Februari tercatat ada 471 buah bank sampah yang sudah berjalan dengan jumlah penabung mencapai 47.125 orang dan jumlah sampah yang terkelola mencapai 755.600 kg per bulan (KLH, 2012). Di wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), berdasarkan data dari Badan Lingkungan Hidup tahun 2015, terdapat 155 bank sampah yang tersebar di seluruh kabupaten yang ada di DIY termasuk Kabupaten Bantul (BLH DIY, 2015).

Bank Sampah Mekar Jaya 8 yang berada di Dusun Kwени RT 08, Desa Panggungharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, Propinsi DIY bergerak dalam kegiatan pengumpulan sampah dari warga yang tinggal di dusun tersebut dengan dua metode Yang pertama dengan sistem keanggotaan dimana para anggota akan menyetor sampah mereka ke bank sampah untuk selanjutnya diolah oleh mitra. Yang kedua, bank sampah akan datang mengambil sampah yang ada di masyarakat dengan mewajibkan adanya biaya pengambilan sampah. Sampah yang dikumpulkan oleh Bank Sampah Mekar Jaya 8 kemudian dipilah sesuai dengan jenis sampahnya. Kemudian sampah yang sudah diseleksi tersebut selanjutnya diolah menurut jenis sampah yang ada. Sampah organik diolah menjadi pupuk kompos sedangkan sampah plastik diolah menjadi ornamen atau hiasan dan sisanya dijual ke pengepul sampah.

Masalah yang di hadapi Bank Sampah Mekar Jaya 8 di antaranya adalah belum optimalnya pengelolaan sampah yang dikumpulkan dari masyarakat khususnya sampah plastik yang hanya dijadikan hiasan dan ornament. Kegiatan pengelolaan sampah plastik lebih banyak sebatas pengumpulan dari masyarakat untuk kemudian menunggu pengepul yang akan datang secara berkala untuk di jual. Dengan model pengelolaan tersebut, maka berdampak pada terjadinya penimbunan plastik, sehingga mengakibatkan lingkungan menjadi kotor dan memakan tempat dan nilai keekonomian sampah plastik belum maksimal mengingat potensinya yang luar biasa besar.



Gambar 1. Limbah plastik yang sudah dikumpulkan di bank sampah.

Tujuan kegiatan pengabdian masyarakat ini antara lain:

- 1). Mengurangi dampak sampah plastik di lingkungan warga sekitar maupun masyarakat yang lebih luas lagi dari pencemaran limbah plastik ini, 2). Mengolah limbah sampah plastik menjadi sesuatu yang bermanfaat, bernilai ekonomi tinggi dan mencukupi kebutuhan energi dunia, 3). Memberdayakan masyarakat sekitar untuk meningkatkan keterampilan maupun penghasilan dengan memanfaatkan limbah plastik menjadi sesuatu yang berguna, 4). Mempromosikan kepada masyarakat umum bahwa warga Desa Panggungharjo dapat memanfaatkan limbah plastik menjadi energi terbarukan yang dapat membantu bahkan mencukupi kurangnya energi dunia, 5). Mengembangkan Desa Binaan berbasis ekonomi kreatif sebagai contoh Desa yang mempunyai industri energi terbarukan yang dapat membangun tingkat perekonomian masyarakat menjadi lebih baik.

Mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak menggunakan teknologi pirolisis merupakan pilihan yang sangat prospektif untuk mendaur ulang plastik yang tidak dapat didaur ulang secara mekanis karena pertimbangan keekonomian. Kegiatan ini didasarkan pada riset yang telah dikembangkan sebelumnya, baik skala laboratorium maupun skala percontohan (Syamsiro et al., 2014a) dengan menggunakan katalis komersial (Syamsiro et al., 2013) dan katalis zeolit alam (Syamsiro et al., 2014b) maupun dengan sistem non katalis (Surono dan Ismanto, 2016).

## 2. Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini diawali dengan melakukan perancangan alat pirolisis. Rancangan alat ini dibuat dengan kapasitas produksi 20 kg, sehingga alat ini dapat digunakan secara bersama-sama oleh beberapa bank sampah dalam satu kawasan. Energi masukan untuk alat ini dirancang menggunakan burner berbahan bakar biomassa.

Setelah selesai pembuatan alat pirolisis kemudian dilanjutkan dengan pengujian awal alat pirolisis untuk memastikan operasional berjalan dengan baik. Pengukuran panas alat dilakukan menggunakan termometer. Berat

plastik diukur menggunakan timbangan digital, sedangkan waktu pengujian diukur menggunakan digital timer.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Sistem Pirolisis Sampah Plastik

Teknologi pirolisis adalah suatu sistem pemanasan tanpa oksigen, dimana teknologi ini kami gunakan untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Proses ini dapat dilakukan karena pada dasarnya plastik adalah polimer atau rantai panjang atom yang mengikat satu sama lain yang berasal dari minyak bumi, sehingga proses ini hanya mengembalikannya ke dalam bentuk asal mulanya. Proses ini umumnya berlangsung pada temperatur antara 400-800°C tergantung dari jenis plastik dan target produknya.

Sistem pirolisis sampah plastik terintegrasi yang akan dikembangkan terdiri dari beberapa bagian utama yaitu mesin pirolisis, burner dan cangkang nyamplung sebagai bahan bakar burner. Sumber energi yang digunakan untuk memanaskan mesin pirolisis yaitu menggunakan Burner dengan memanfaatkan cangkang nyamplung untuk bahan bakar burner itu sendiri. Selain menggunakan burner kita juga memanfaatkan sisa gas hasil pirolisis yang belum terkondensasi untuk tambahan proses pemanasan.

Pemanfaatan gas dilakukan secara langsung dengan cara menyalurkan gas tersebut ke ruang pembakaran di bagian bawah reaktor / tungku tempat pemanasan. Minyak hasil pirolisis dapat dimanfaatkan untuk skala rumah tangga maupun usaha kecil dan menengah (UKM) dengan memanfaatkan kompor semawar atau ngowos, salah satu jenis kompor yang biasanya menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakarnya. Dengan sistem terintegrasi ini, permasalahan sampah plastik dapat diselesaikan dengan tanpa membutuhkan energi tambahan dari luar sekaligus mendapatkan minyak plastik yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat.

#### 3.2 Hasil Rancang Bangun

Alat pirolisis yang dihasilkan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini telah memiliki unjuk kerja yang optimal. Ada beberapa komponen yang dimiliki alat pirolisis ini. Adapun komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut :

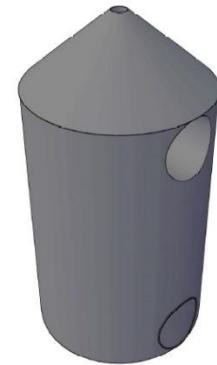
##### a. Reaktor

Reaktor berfungsi sebagai tempat plastik yang akan dimanfaatkan dengan cara dipanaskan untuk menjadi bahan bakar minyak. Reaktor ini berdiameter 600 mm dan memiliki tinggi 900 mm dengan 2 tutup yg digunakan untuk memasukkan plastik dan mengeluarkan sisa pirolisis plastik yang berdiameter 200 mm.

##### b. Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mengubah gas/uap hasil pirolisis menjadi cairan (bahan bakar minyak). Pada tahap kondensasi, uap hasil dari rektor pirolisis dialirkkan ke rangkaian kondensor. Kondensor ini memiliki dua sistem pendinginan yaitu kondensor pertama menggunakan media

udara sekitar lingkungan untuk mendinginkan uap sedangkan kondensor kedua dengan air yang dialirkkan di dalam kondensor tersebut sebagai media pendinginnya. Dalam rancang bangun ini memiliki dua kondensor yang masing-masing berdiameter 100 mm dan menggunakan bahan plat baja stainless steel. Pada kondenser kedua di dalamnya terdapat pipa berdiameter 25 mm dan panjang pipa 700 mm.



Gambar 2. Desain reaktor.



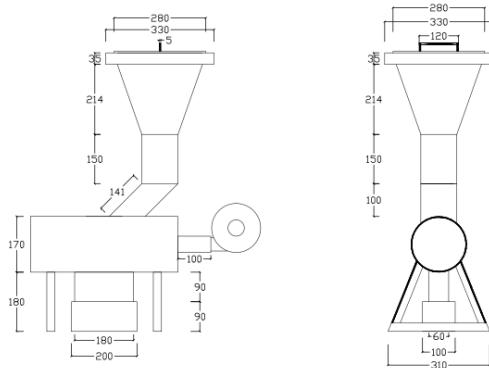
Gambar 3. Desain kondensor.

##### c. Pompa Air

Pompa air berfungsi untuk memompa air ke dalam tabung kondensor kedua, gunanya untuk mendinginkan gas hasil pembakaran menjadi minyak.

##### d. Burner

Burner merupakan pensuplai energi panas untuk memanaskan mesin pirolisis dengan suhu mencapai 400°C - 800°C sehingga plastik dapat mencair dan menjadi uap, lalu uap tersebut akan didinginkan dengan kondensor sehingga dapat menghasilkan bahan bakar minyak.



Gambar 4. Desain burner.



Gambar 6. Pengujian alat pirolisis dan burner.

### 3.3 Fabrikasi dan Pengujian Alat

#### • Alat Pirolisis

Alat pirolisis ini dibuat dengan menggunakan plat baja stainless steel dengan tebal plat 3mm, dengan diameter 600mm dan tinggi 900mm. Alat ini mampu menampung plastik untuk diolah menjadi bahan bakar sebanyak  $\pm 20\text{kg}$ . Alat ini juga dilengkapi dengan isolasi panas yang dilapisi di bagian luar badan reaktor agar pada saat terjadi proses pemanasan kalor yang didapatkan dari burner dapat dimanfaatkan secara maksimal. Pengujian yang dilakukan menggunakan sampah plastik jenis PP 2kg dalam waktu 3 jam 15 menit dan menghasilkan bahan bakar minyak 1,25 liter.

#### • Burner

Burner merupakan alat pensuplai energi untuk memanaskan reaktor pirolisis agar terjadinya proses pirolisis. Alat ini dirancang menggunakan blower sebagai media pemasok dan pendorong udara agar api yang dihasilkan dalam proses pembakaran dapat sempurna.



Gambar 5. Hasil perancangan dan fabrikasi alat pirolisis.



Gambar 7. Bahan bakar minyak hasil pengujian.

## 4. Kesimpulan

Desain alat pirolisis ini dibuat untuk mengatasi limbah sampah plastik yang tidak dimanfaatkan sehingga mencemari lingkungan. Alat ini dirancang dengan kapasitas 20 kg per 6 jam. Sistem pirolisis terintegrasi telah diusulkan untuk dikembangkan. Sistem ini terdiri dari beberapa bagian utama yaitu alat pirolisis dan burner. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik pada kapasitas 14 kg/jam. Peningkatan kapasitas dapat ditingkatkan dengan menambah masukan plastik dan mengalirkan air untuk mendorong plastik keluar lebih cepat.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Ristekdikti yang telah membiayai kegiatan ini melalui skema Program Hibah Bina Desa (PHBD) Tahun 2016. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bank Sampah Mekar Jaya 8 atas kerjasamanya dalam implementasi program pengabdian masyarakat ini.

## Daftar Pustaka

Badan Lingkungan Hidup (BLH) DIY (2015) *Data Bank Sampah Daerah Istimewa Yogyakarta*.  
Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) Indonesia (2012) *Profil Bank Sampah Indonesia*, Jakarta.

- Moerah (2008) Bisnis daur ulang plastik, di download dari <http://moechah.wordpress.com>.
- Surono, U.B., Ismanto (2016) *Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya*, J. Mek. Sist. Termal, Vol. 1 (1), pp. 32-37.
- Syamsiro, M., Hadiyanto, A.N., Mufrodi, Z. (2016) *Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolysis Skala Komunal*, J. Mek. Sist. Termal, Vol. 1 (2), pp. 43-48.
- Syamsiro, M., Saptoadi, H., Norsujianto, T., Noviasri, P., Cheng, S., Zainal, Z.A., Yoshikawa, K., (2014a) *Fuel Oil Production from Municipal Plastic Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors*, Energy Procedia 47, pp. 180-188.
- Syamsiro, M., Cheng, S., Hu, W., Saptoadi, H., Pratama, N.N., Trisunaryanti, W., Yoshikawa, K. (2014b) *Liquid and Gaseous Fuels from Waste Plastics by Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Processes over Indonesian Natural Zeolite Catalysts*, Waste Technology, 2(2), pp. 44-51.
- Syamsiro, M., Hu, W., Komoto, S., Cheng, S., Noviasri, P., Prawisudha, P., Yoshikawa, K. (2013) *Co-production of Liquid and Gaseous Fuels from Polyethylene and Polystyrene in A Continuous Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming System*, Energy and Environment Research, Vol. 3 No. 2, pp. 90-106.