

## APLIKASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK DENGAN METODE PIROLISIS MENGGUNAKAN OLI BEKAS DI MUARA RAPAK BALIKPAPAN

### PLASTIC WASTE MANAGEMENT TECHNOLOGY APPLICATION WITH PYROLYSIS METHOD USING USED OIL IN MUARA RAPAK BALIKPAPAN

Ramli Thahir<sup>1</sup>, Fahrizal Febry Nugroho<sup>2</sup>, Aswin<sup>3</sup>, Muh.Irwan<sup>4</sup>, Alwathan<sup>5</sup>, Arief Adhiksana<sup>6</sup>, Marlinda<sup>7</sup>, Ibnu Eka Rahayu<sup>8</sup>, Abdul Rahman<sup>9</sup>, Dodi Yapsenang<sup>10</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup> Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

<sup>10</sup> Industri Kilang Pertamina Internasional Balikpapan

<sup>10</sup> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

E-mail correspondence: [ramli.thahir@polnes.ac.id](mailto:ramli.thahir@polnes.ac.id)

#### Article History:

Received: 20.01.2025

Revised: 25.05.2025

Accepted: 30.06.2025

**Abstrak:** Balikpapan merupakan kota yang terletak di Provinsi Kalimantan Timur dengan luas wilayah 81.495 ha Letak wilayah : 116,5° Bujur Timur dan 117,0° Bujur Timur serta diantara 1,0° Lintang Selatan dan 1,5° Lintang Selatan. Jumlah penduduk : 688.318 orang/jiwa. Dengan asumsi penggunaan plastik 0,005 kg/(orang x hari) dapat mencapai volume plastik sekitar 123.896,7 kg/tahun. Hal ini menjadi masalah bagi ekosistem lingkungan kalau tidak ada penanganan masalah limbah plastik. Adapun penanganan sekarang melalui 3R (Reduce, Reuse dan Recycle) hal ini suatu saat akan kembali ke lingkungan sebagai sampah plastik. Dengan demikian, melalui proram INNOVATION PROJECT melalui Kilang Pertamina Internasional Balikpapan bekerjasama dengan Politeknik Negeri Samarinda dan kelompok masyarakat Proklim Muara Rapak. Penerapan Teknologi Tepat Guna (PPTTG) Aplikasi Teknologi Pengelolaan Sampah Plastik Dengan Metode Pirolisis dengan menggunakan bahan bakar dari oli bekas. Produk yang diperoleh bahan bakar sebagai produk utama dengan komversi limbah plastik jadi BBM  $\geq 90$  % wt dan bahan bakar gas. Bahan bakar minyak diukur karakteristik berat jenis. Berdasarkan Berat jenis BBM didapatkan hasil solar, minyak tanah atau bensin tergantung jenis plastik, proses pirolisis dan heat rate.

**Kata Kunci:** Bahan Bakar, Konversi, Sampah, Plastik Pirolisis

**Abstract:** Balikpapan is a city located in East Kalimantan Province with an area of 81,495 ha. Location: 116.5 ° East Longitude and 117.0 ° East Longitude and between 1.0 ° South Latitude and 1.5 ° South Latitude. Population: 688,318 people/soul. Assuming plastic use of 0.005 kg/(person x day) can reach a plastic volume of around 123,896.7 kg/year. This is a problem for the environmental ecosystem if there is no handling of the plastic waste problem. The current handling is through 3R (Reduce, Reuse and Recycle) this will one day return to the environment as plastic waste. Thus, through the INNOVATION PROJECT program through the Balikpapan Pertamina International Refinery in collaboration with the Samarinda State Polytechnic and the Muara Rapak Proklim community group. Application of Appropriate Technology (PPTTG) Application of Plastic Waste Management Technology with the Pyrolysis Method using fuel from used oil. The products obtained are fuel as the main product with the conversion of plastic waste into fuel  $\geq 90\%$  wt and gas fuel. Fuel oil is measured by its specific gravity characteristics. Based on the

*specific gravity of BBM, the results are diesel, kerosene or gasoline depending on the type of plastic, pyrolysis process and heat rate.*

**Keywords:** *Fuel, Conversion, Plastic, Pyrolysis, Waste*

## PENDAHULUAN

Balikpapan merupakan kota yang terletak di Provinsi Kalimantan Timur dengan luas wilayah 81.495 ha Letak wilayah: 116,5° Bujur Timur dan 117,0° Bujur Timur serta diantara 1,0° Lintang Selatan dan 1,5° Lintang Selatan. Jumlah penduduk: 688.318 orang/jiwa. Dengan asumsi penggunaan plastik 0,005 kg/(orang x hari) dapat mencapai volume plastik sekitar 123.896,7 kg/tahun (Dinas Kependudukan, Pemberdayaan Perempuan, dan Perlindungan Anak Provinsi Kalimantan Timur Semester II Tahun 2024 2024). Hal ini menjadi masalah bagi ekosistem lingkungan kalau tidak ada penanganan masalah limbah plastik. Adapun penanganan sekarang melalui 3R (*Reduce, Reuse dan Recycle*) hal ini suatu saat akan kembali ke lingkungan sebagai sampah plastik.

Bahan plastik dalam pemanfaatannya di kehidupan manusia memang tidak dapat dielakkan, sejauh ini industri plastik semakin lama semakin mengalami perkembangan dan inovasi. Material yang menyusunnya memiliki kelebihan diantara material lainnya seperti bersifat ringan, transparan, kuat dan proses pembuatannya lebih murah. Hal inilah yang menjadikan meningkatnya permintaan akan bahan plastik dari berbagai industri sampai rumah tangga (Brandsch 2015; EPA 2004; Hazrat, Rasul, and Khan 2015; Sharma et al. 2014).

Plastik yang telah dimanfaatkan akan dibuang kelingkungan yang berakhir di tempat pembuang akhir (TPA) sampah, apabila dibakar di pemukiman atau daerah terbuka pada suhu rendah limbah plastik akan menghasilkan senyawa yang berbahaya karena dapat teroksidasi atau bereaksi dengan senyawa di udara yang bersifat carsinogen seperti poly chloro dibenzofurans, NOx, partikel dan lain-lain (Verma et al. 2016). Keberadaan limbah plastik di atas permukaan tanah akan menyumbat saluran air, apabila sampai di laut akan menyebabkan ekosistem terganggu karena hewan yang ada di laut akan memakannya atau dapat mengurangi proses fotosintesis pada tumbuhan, sehingga limbah plastik perlu diolah atau dimanfaatkan (Williams, 2006; Sarker et al., 2012; Thahir et al. 2019).

Proses penguraian atau degradasi plastik di alam dibagi dalam beberapa kategori diantaranya proses secara fisik, biologi dan kimia. Proses dekomposisi secara fisik di alam melalui tekanan, kelembaban dan temperatur dari matahari. Secara kimia plastik tersusun dari polimer rantai karbon yang berasal dari penyulingan minyak bumi yang mempunyai ikatan kuat antar molekul, sehingga sulit untuk memustuskan antara ikatan hidrogen dan karbon. Secara

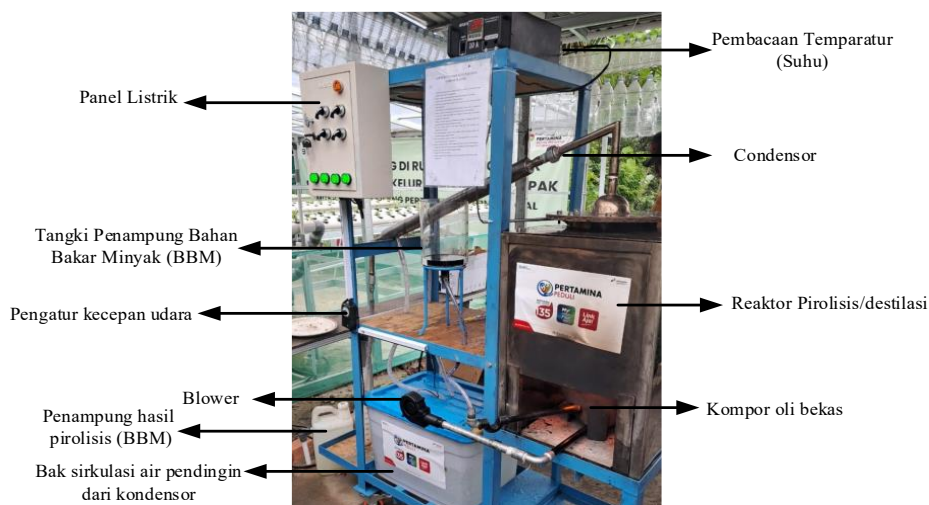
biologi polimer plastik sulit dipecahkan oleh enzim dan bakteri sehingga memerlukan waktu yang sangat lama untuk dapat terdegradasi

Seiring dengan kebutuhan energi semakin meningkat tiap tahun, sementara energi yang kita gunakan sekarang bersumber dari fosil yang bersifat tidak terbarukan yang jumlahnya semakin terbatas. Untuk tetap menjaga keseimbangan energi dan lingkungan harus memanfaatkan/mencari sumber energi baru. Sehingga sampah plastik berpotensi untuk diolah untuk menjaga ekosistem lingkungan dan untuk mendapatkan sumber energi (Verma et al. 2016). Melalui kerja sama Innonation Project dengan PERTAMINA (Kilang Pertamina Internasional) ini memanfaatkan limbah plastik melalui proses pirolisis, untuk memecah rantai polimer menjadi monomer dengan menggunakan panas minimal/tampa oksigen.

Bahan bakar dasar berupa crude oil yang bersumber dari pirolisis sampah plastik masih mengandung polimer plastik yang pemutusan ikatan polimer tidak sempurna (wax) dan abu terbang yang terbawa panas reaktor sehingga produk tidak jernih. Sehingga alat perolisis perlu dilengkapi pemurnian (Thahir, 2023).

### METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Kelompok Masyarakat Proklim Muara Rapak Balikpapan Kalimantan Timur Sebagai pelaksana kegiatan melalui sinergi antara Tim dari Politeknik Negeri Samarinda (POLNES), dengan pembiayaan yang diajukan ke Kilang Pertamina Internasional Balikpapan dan kelompok masyarakat Proklim Muara Rapak. Sehingga terbentuk pola hubungan A-B-G (Akademisi Business Sector-Government). Tim dosen yang terlibat dalam kegiatan ini adalah 4 orang dari 2 program Studi yang berbeda dengan bidang keahlian yang mendukung pelaksanaan Program.



Gambar 1 Alat Pirolisis Menggunakan Bahan Bakar Oli Bekas & Komponen Pendukungnya

Keterangan Gambar/Alat dan Penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. Reaktor Pirolisis: Merupakan bagian utama dari alat yang menguraikan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak (BBM) dan Bahan Bakar gas yang mempunyai kapasitas bahan baku 5 kg , tetapi tergantung dari cara mencacah plastik. Semakin kecil ukuran plastik yang dimasukkan reactor kapasitas makin besar.
2. Condenser: Merupakan alat yang mengembunkan (mengubah fasa uap hasil pirolisis menjadi cair). Pada alat ini di alirkan air dari bak sirkulasi sedangkan uap plastik dari reactor. Pada saat melewati condenser uap panas dari reactor didinginkan melalui air, sehingga uap dari reactor menjadi cair (BBM) sedangkan yang tidak bisa menjadi cair merupakan bahan bakar gas.
3. Bak sirkulasi air: Bak ini berisi air yang dilengkapi dengan pompa untuk mensirkulasi air ke kondensor. Hasil BBM yang diperoleh supaya maksimum sebaiknya dibawah temperature lingkungan (32-35 °C). Oleh karena itu dengan cara menambahkan “es” sebagai pendingin hingga suhunya bisa mencapai 15 °C.
4. Kompor Oli bekas: Kompor yang memanaskan reactor pirolisis, sehingga sampah plastik dapat diurai menjadi bahan bakar. Kompor ini dapat mencapai temperature 750 °C. tergantung dari cara mencampurkan udara dan oli pada saat pemanasan.
5. Blower: alat yang dapat digunakan untuk mengambil udara untuk pembakaran kompor, Blower udara ini digunakan untuk menyeimbangkan campuran oli sebagai bahan bakar dan udara, Apabila pembakaran menghasilkan asap yang banyak berarti aliran oli atau bahan bakar besar, maka perlu dikurangi aliran oli. Sedangkan tidak ada asap tetapi nyala api kompor turun, berarti aliran udara rendah (perlu dinaikkan kecepatan udara). Sehingga diperoleh nyala kompor yang diinginkan.
6. Pengatur kecepatan udara: Alat ini digunakan untuk mengatur kecepatan udara masuk ke blower atau besar kecil nyala kompor di atur dengan memutar kecepatan udara. Alat ini terhubung dengan arus listrik dengan Blower ini. Untuk menyakan blower dan kecepatan udara menggunakan arus listrik yang dilengkapi adapto untuk mengatur tegangan listrik sehingga sehingga alat ini dihubungkan arus dengan panel listrik.
7. Tangki Penampung bahan bakar : Tangki ini digunakan untuk menampung bahan bakar minyak (BBM) seperti oli bekas atau bahan bakar lain seperti biodiesel. Tangki bahan bakar ini mempunyai valve (stop kran) untuk mengatur aliran bahan bakar ke kompor. Apabila setelah selesai digunakan maka valve harus ditutup dan biarkan kompor mati sendiri. Tujuannya untuk menghabiskan oli dalam kompor dan biarkan blower udara menyala sampai kompor dingin.

8. Pembacaan Terperatur: Alat ini terhung dengan listrik pada panel listrik untuk memonitor membaca temperature reactor pada proses pirolis. Alat ini terhubung denan thermocouple jenis K yang dapat mengukur temperature sampai 1.200 °C.
9. Panel Listrik: Untuk menghubungkan arus listrik dari PLN ke alat layar monitor temperature, pompa, blower. Pada panel ini untuk menyalakan listrik kemasing-masing alat tinggal dinaikkan.
10. Penampung BBM: Bahan bakar dari kondensor yang sudah dalam bentuk cairan ditampung pada penampungan BBM pada saat proses. Setelah selesai proses alat ini dapat ditampung pada pempungan seperi jergen.
11. Destilasi: Bahan bakar minyak (BBM) yang telah ditampung apabila tidak sesuai dengan karakterintik bahan bakar cair yang diinginkan (Bensin, minyak tanah atau solar) dapat dimasukkan lagi kereaktor pirolisis lagi dan dipanaskan sampai terjadi uap kemudian melalui kondensor kemudian ditampung dan diukur berat jenisnya dengan menggunakan hydrometer yang dicelupkan paga gelas ukur kemudian dibaca angka pada hydromerer yang paling dekat dengan BBM.

Tabel 1 Berat Jenis Bahan Bakar

NO.	Bahan Bakar	Nilai hydrometer (gr/ml)	
		Nilai Standar	Nilai Hasil pirolisis
1	Bensin	0,710 – 0,770	.....
2	Minyak Tanah	0,771 - 0,835	.....
3	Solar	0,836–0,860	.....

#### SOP Penggunaan Alat Pirolisis Limbah Plastik

1. Pastikan air pendingin pada bak container suda terisi air sampai 2/3 dari bak atau sampai pompa tercelup minimal 5 cm tenggelam
2. Siapkan sampel yang sudah dipreparasi (sudah cacah atau dipress) dan timbang
3. Masukkan sampel (plastik) kedalam reaktor pembakaran
4. Rapatkan tutup reaktor serapat mungkin untuk menjaga uap plastik tidak keluar antara tutup dengan reactor
5. Pasang kondensor untuk mengkondensasikan uap plastik menjadi cairan. *Perhatikan* air masuk pipa kondensor lewat bawah dan air keluar langsung ke bak penampung.
6. “on”kan power pompa air pendingin, blower udara dan thermocouple, cek kebocoran arus grounding dengan tes-pen

7. Nyalakan kompor oli dengan cara membasahi tissue dengan oli (gunakan jepitan untuk menjepit tissue) bakar tissue dan alirkan oli ke kompor.
8. Jika sudah menyala selama 10 menit masih berasap atau nyala berkurang, atur perbandingan oli dan udara.
9. Jika tidak ada kondensat selama  $\pm 2$  menit menetes, naikkan temperature dengan cara menaikkan kecepatan udara pada blower.
10. Jika sudah mencapai temperature di atas  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$  tidak ada kondensat  $\pm 2$  menit berarti proses pirolisis telah selesai, Tutup aliran oli
11. Biarkan pemanasan pirolisis berlanjut sampai mati sendiri, ini berarti oli sudah habis dan biarkan blower terus menyala selama 30 menit atau temperature pada termokopel  $\pm 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
12. Hitung Volume dan ukur berat jenis kondensat (Cairan)
13. Setelah selesai "OFF" arus listrik.
14. Setelah pemakaian 5 kali, bersihkan karbon yang melengkengket pada dinding bagian dalam reaktor

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian pada masyarakat dilakukan dengan serangkaian acara pelaksanaan. Kegiatan pelaksanaan pengabdian diawali dengan sosialisasi kegiatan. Sosialisasi kegiatan dilakukan kepada kelompok masyarakat Proklamasi Muara Rapak Balikpapan Kalimantan Timur yang telah ditentukan sebagai mitra masyarakat. Setiap peserta yang ditunjuk diharapkan dapat menjadi pengambilan keputusan atau kebijakan serta membuat program untuk membangun daerah bebas sampah plastik.

Sosialisasi kegiatan bertujuan untuk menyampaikan rencana kegiatan, kebutuhan dalam kegiatan serta tujuan dan manfaat kegiatan sehingga peserta mendapatkan edukasi tentang prinsip pirolisis yang berkaitan dengan penanganan lingkungan dari hilir sampai hulu, manfaat dari pelaksanaan kegiatan seperti mengetahui jenis-jenis plastik, limbah plastik dan pengolahannya serta bahaya lingkungan yang diakibatkan limbah plastik.

Harapan kami pelatihan ini bisa bermanfaat bagi masyarakat Proklamasi Muara Rapak agar Maju terutama membantu warga dalam pengolahan sampah plastik di lingkungan sekitar mereka. Dengan berkurangnya sampah plastik, diharapkan tingkat pencemaran lingkungan berkurang dan kesehatan warga menjadi lebih baik. Semua produk hasil pengolahan sampah plastik ini bisa digunakan sebagai bahan bakar. Berikut data Commissioning Pirolisis

Pirolisis Limbah Plastik PP terkonver Jadi BBM

- Tanggal Pelaksanaan Kegiatan : 10/11/2024
- Jenis Pasti : Polypropilena (PP) Bening
- Berat Limbah Plastik : 810 gram
- Volume Oli Bekas saat awal : 700 ml
- Waktu Pirolisis; t=0 sampai : 105 menit

Tabel 2 Commissioning Pirolisis Limbah Plastik

Berat Plastik gr	Vol. Produk ml	Densitas Produk gr/ml	Berat Produk Cair gr	Yield Fuel %
810	1.050	0,766	804,3	99,3%

Untuk dapat mengetahui jenis bahan bakar yang dihasilkan, data densitas Tabel 2 disesuaikan dengan Tabel 1.



Gambar 2 Gambar Penyerahan Alat Pirolisis Melalui TIM dari Politeknik Negeri Samarinda ke Project Innovation Pertamina dan diserahkan ke masyarakat kelompok Proklin Muara Rapak.

**SIMPULAN**

Berdasarkan hasil Pelatihan Pengabdian Penerapan Teknologi Tepat Guna (PPTTG) yang telah dilakukan. Dapat disimpulkan bahwa masyarakat Proklin Muara Rapak sangat tertarik dan antusias untuk mengembangkan pembuatan bahan bakar alternatif dari sampah plastik

karena dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Selain itu, dapat meminimalisasi sampah plastik untuk menjaga lingkungan tempat tinggal mereka menjadi bersih.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi dan Pusat Penelitian & Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Samarinda, atas pelaksanaan Skema Pengabdian Penerapan Teknologi Tepat Guna (PPTTG) dalam dukungan teknis dan material.

### DAFTAR PUSTAKA

- Brandsch, et al. (2015). "Practical Guidelines on the Application of Migration Modelling for the Estimation of Specific Migration." (10).
- Dinas Kependudukan, Pemberdayaan Perempuan, Dan Perlindungan Anak Provinsi Kalimantan Timur Semester II Tahun 2024. (2024). Samanda Kalimantan Timur. <https://laporpak.dkp3a.kaltimprov.go.id/penduduk#>.
- EPA. 2004. "Dangerous Health Effects of Home Burning of Plastics and Waste." *WECF*.
- Hazrat, M. A., M. G. Rasul, and M. M K Khan. (2015). "A Study on Thermo-Catalytic Degradation for Production of Clean Transport Fuel and Reducing Plastic Wastes." *Procedia Engineering* 105(Icte 2014): 865–76.
- Sarker, Moinuddin, Mohammad Mamunor Rashid, Muhammad Sadikur Rahman, and Mohammad Molla. (2012). "Environmentally Harmful Low Density Waste Plastic Conversion into Kerosene Grade Fuel." *Journal of Environmental Protection* 03(08): 700–708.
- Sharma, Brajendra K. et al. (2014). "Production, Characterization and Fuel Properties of Alternative Diesel Fuel from Pyrolysis of Waste Plastic Grocery Bags." *Fuel Processing Technology* 122.
- Thahir, Ramli; Alwathan; Halim, A.; Adhiksana, A. (2023). "Alat Pirolisis Limbah Plastik Yang Dilengkapi Distilasi-Pemisah Bertingkat Untuk Memperoleh Beberapa Produk Bahan Bakar Minyak." [https://drive.google.com/file/d/1pCjACs6yPvA5UAswHmXrJmz55DGDszkx/view?usp=s\\_haring](https://drive.google.com/file/d/1pCjACs6yPvA5UAswHmXrJmz55DGDszkx/view?usp=s_haring).
- Thahir, Ramli, Altway, A., Juliastuti, S.R., and Susianto. (2019). "Production of Liquid Fuel from Plastic Waste Using Integrated Pyrolysis Method with Refinery Distillation Bubble Cap Plate Column." *Energy Reports* 5: 70–77.
- Verma, Rinku, K.S. Vinoda, M. Papireddy, and A.N.S. Gowda. (2016). "Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review." *Procedia Environmental Sciences* 35: 701–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.069>.
- Williams, Paul T. (2006). "Yield and Composition of Gases and Oils/Waxes from the Feedstock Recycling of Waste Plastic." *Energy and Resources Research Institute, Houldsworth Building, The University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK*: 305.