

## PERANCANGAN TEKNOLOGI REAKTOR PIROLISIS PENGUBAH SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR CAIR DALAM RANGKA MENGURANGI LIMBAH SAMPAH PERKOTAAN

Dori Yuventa<sup>1,3\*</sup>, Husnil Khatimah<sup>2</sup>, Purwantono<sup>3</sup>, Durain Parmanoan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

\* Penulis Korespondensi : [doriyuventa@ft.unp.ac.id](mailto:doriyuventa@ft.unp.ac.id)

### Abstrak

Permasalahan sampah plastik di wilayah perkotaan, khususnya di Kota Padang Panjang, telah menjadi ancaman lingkungan yang serius bagi ekosistem daratan maupun lautan. Hal ini disebabkan oleh sifat plastik yang sulit terurai secara alami dan membutuhkan waktu dekomposisi yang sangat lama. Sebagai solusi inovatif, tim pengabdian dari Universitas Negeri Padang melaksanakan program konversi sampah plastik menjadi sumber energi alternatif yang bernilai guna. Penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi reaktor pirolisis melalui kolaborasi dengan mitra KSM TPS 3R BUKISU Kota Padang Panjang. Metode pelaksanaan kegiatan mencakup beberapa tahapan sistematis, mulai dari survei lapangan, perancangan teknis, proses manufaktur alat, hingga tahap sosialisasi, demonstrasi, dan pendampingan operasional kepada mitra. Hasil dari kegiatan pengabdian ini adalah terciptanya satu unit reaktor pirolisis yang mampu mengonversi limbah plastik menjadi bahan bakar cair secara optimal. Berdasarkan hasil pengujian kinerja selama tiga jam operasional, alat ini menunjukkan efisiensi yang tinggi dalam menghasilkan bahan bakar cair. Karakteristik fisik dari bahan bakar yang dihasilkan memiliki nilai kalori sebesar 7.965 kcal/kg dengan densitas mencapai 735,9 kg/cm<sup>3</sup>. Capaian parameter tersebut menunjukkan bahwa kualitas bahan bakar hasil pirolisis ini mendekati karakteristik bahan bakar bensin konvensional. Inovasi ini tidak hanya menjadi solusi bagi manajemen limbah plastik di tingkat lokal, tetapi juga berpotensi sebagai penyedia energi terbarukan yang ekonomis bagi masyarakat.

**Kata kunci:** Sampah Plastik, Reaktor Pirolisis, Bahan Bakar Cair, Nilai Kalori, Densitas

### Abstract

Plastic waste problems in urban areas, particularly in Padang Panjang City, have become a serious environmental threat to both terrestrial and marine ecosystems. This issue arises from the non-biodegradable nature of plastic, which requires an extremely long period for complete decomposition. As an innovative solution, the community service team from Universitas Negeri Padang implemented a program to convert plastic waste into valuable alternative energy sources. This study focuses on the application of pyrolysis reactor technology through collaboration with the KSM TPS 3R BUKISU partner in Padang Panjang City. The implementation methods involved several systematic stages, ranging from field surveys and technical design to tool manufacturing, socialization, demonstrations, and operational assistance for the partners. The result of this community service activity is the development of a pyrolysis reactor unit capable of optimally converting plastic waste into liquid fuel. Based on performance testing conducted over three operational hours, the device demonstrated high efficiency in producing liquid fuel. The physical characteristics of the resulting fuel showed a calorific value of 7,965 kcal/kg with a density of 735.9 kg/cm<sup>3</sup>. These parameters indicate that the quality of the pyrolysis fuel closely resembles conventional gasoline characteristics. This innovation serves not only as a solution for local plastic waste management but also as a potential source of economical renewable energy for the community.

**Keywords:** Plastic Waste, Pyrolysis Reactor, Liquid Fuel, Calorific Value, Densitas

## 1. PENDAHULUAN

Masalah sampah pada daerah perkotaan sudah menjadi masalah serius saat ini. Sampah merupakan jenis limbah yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu limbah sampah yang menjadi perhatian saat ini adalah limbah yang berasal dari plastik [1]. Sampah plastik dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia seperti pencemaran lingkungan, kerusakan ekosistem, pencemaran laut, polusi udara, pencemaran air tanah, gangguan kesehatan dan dampak lain [2],[3]. Hal ini dikarenakan plastik sulit terurai secara alami dan membutuhkan waktu yang sangat lama terdekomposisi secara sempurna [4]. Peningkatan jumlah limbah sampah seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, ekonomi dan pola hidup yang konsumtif dari masyarakat[5]. Peningkatan jumlah sampah sering ditemui di kota-kota besar dengan jumlah penduduk yang padat. Salah satu kota dengan jumlah penduduk yang cukup padat adalah Kota Padang Panjang yang merupakan salah satu kota di Propinsi Sumatera Barat, dengan jumlah penduduk hampir mencapai 58.627 jiwa dengan luas 23 km<sup>2</sup>. Berdasarkan survei yang dilakukan dari Tim Pengabdian Kemitraan Masyarakat permasalahan yang ditemukan penumpukan sampah di berbagai titik kota yang belum terkelola dengan baik.

Dalam rangka mengatasi limbah sampah tersebut, kota Padang Panjang sudah memiliki tempat pengolahan sampah *Reduce, Reuse, & Recycle* (TPS 3R) yang sudah beroperasi dalam menangani limbah sampah yaitu KSM TPS 3R BUKISU. Namun, permasalahan KSM TPS 3R BUKISU saat ini adalah pengelolaan sampah anorganik seperti plastik belum efektif karena alat pirolisis tidak bisa digunakan karena terjadi kebocoran akibat penutup yang sudah rusak, dan teknologi alat yang digunakan masih konvensional serta dimensi ukuran yang kecil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Alat Pirolisis Mitra dengan Teknologi Konvensional

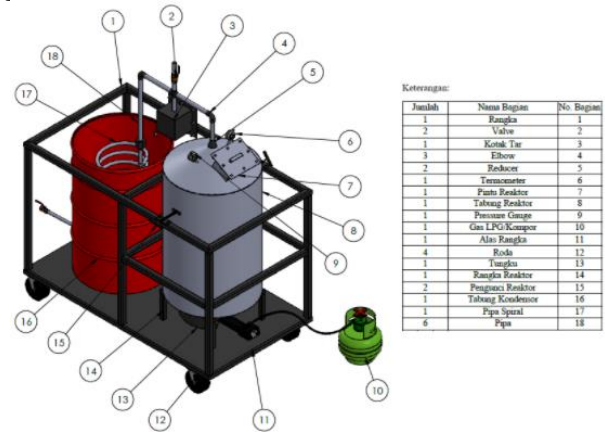
Berdasarkan analisis situasi dan permasalahan mitra tersebut kegiatan Pengabdian Kemitraan Masyarakat (PKM) ini perlu dilakukan dalam rangka mengatasi

permasalahan mitra dengan membuat reaktor pirolisis pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak cair dalam kapasitas besar sehingga dapat mengurangi limbah sampah plastik di perkotaan. Solusi yang diberikan oleh Tim PKM UNP dalam rangka mengatasi permasalahan tersebut adalah merancang dan membuat satu unit reaktor pirolisis pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar dengan dimensi reaktor pirolisis yang lebih besar dengan dimensi tinggi 90 cm dengan diameter 60 cm yang dilengkapi dengan sistem keamanan pengatur tekanan dan alat ukur tekanan dan temperature.

## 2. METODE

Dalam melaksanakan kegiatan PKM ini metode pelaksanaan yang dimulai dari : 1) persiapan meliputi survei lapangan, penyusunan proposal PKM sesuai kebutuhan mitra, perancangan alat reaktor pirolisis., 2) Pelaksanaan kegiatan PKM meliputi pembuatan alat reaktor pirolisis di kampus dan penyerahan alat, pengujian alat, demonstrasi dan pelatihan alat kepada mitra di lokasi mitra., 3) Evaluasi dan pelaporan meliputi monitoring kinerja dari alat dan memberikan pendampingan terkait alat yang diberikan., 4) Desiminasi hasil PKM melalui publikasi.

Desain rancangan reaktor pirolisis pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak di tunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Desain Reaktor Pirolisis Pengubah Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair

Pembuatan satu unit reaktor pirolisis dilakukan di Laboratorium Fabrikasi Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dengan melibatkan Dosen Tim PKM, Mahasiswa, dan Teknisi. Adapun komponen yang dibuat adalah Tabung reaktor pirolisis dari bahan stainless steel dengan ketebalan 3 mm, pipa kondenser yang terbuat dari bahan stainless steel, tabung/drum penampung air, pipa penghubung reaktor dengan kondensor, tabung tar, dan

rangka tempat kedudukan reaktor dan tabung kondensor. Adapun proses pengerjaan ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Proses Pembuatan Reaktor Pirolisis

Setelah dilakukan pembuatan satu uni reaktor pirolisis kemudian dilakukan pengujian kinerja dari reaktor pirolisis pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar cair serta desiminasi alat/pendampingan ke mitra terkait prosedur penggunaan alat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Deseminasi Alat/pendampingan penggunaan Alat Reaktor Pirolisis pada Mitra

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam mengukur keberhasilan kegiatan PKM ini maka dilakukan pengujian kinerja alat reaktor pirolisis yang telah dirancang dan dibuat serta evaluasi kinerja alat yang diserahkan ke mitra.

#### 3.1 Pengujian Kinerja Reaktor Pirolisis

Pengujian kinerja reaktor pirolisis pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar cair langsung

dilakukan di lokasi mitra yang berlokasi di KSM TPS 3R BUKISU Kota Padang Panjang. Pengujian alat ini langsung dihadiri oleh Kepala Dinas Perkim LH (Perumahan, Kawasan Permukiman dan Lingkungan Hidup) dan ketua pengelola KSM TPS 3R BAKISU beserta operator dan anggota.

Jenis sampah plastik yang digunakan pada pengujian ini adalah plastik dengan jenis densitas rendah atau polietilena (PE). Plastik ini dipilih karena keberadaannya yang banyak ditemukan di tempat pembuangan sampah. Sampah plastik yang digunakan untuk pengujian dibersihkan agar hasil minyak cair yang diperoleh lebih bersih.

Hasil pengujian kinerja alat reaktor pirolisis pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Reaktor Pirolisis Pengubah Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak

No	Waktu (jam)	Tekanan (Psi)	Temperatur ( $^{\circ}$ C)	Nilai Kalori (kcal/kg)	Densitas ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ )
1	2	7-14	300	7.034	742,1
2	3	>14	506 $^{\circ}$ C	7.965	735,9

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada pengujian pertama dengan waktu durasi 2 jam dengan tekanan 7-14 psi pada temperatur mencapai lebih kurang sekitar 300  $^{\circ}$ C alat reaktor pirolisis berhasil menghasilkan minyak cair dari sampah plastik dengan nilai kalori bahan bakar sebesar 7.034 kcal/kg dan densitas bahan bakar sebesar 742,1  $\text{kg}/\text{cm}^3$ . Kemudian pengujian ke 2 dilakukan pengujian dengan tekanan 14 psi pada temperatur mencapai lebih kurang sekitar 506  $^{\circ}$ C dalam waktu pengujian selama 3 jam menghasilkan bahan bakar cair dengan nilai kalori bahan bakar sebesar 7.965 kcal/kg dan densitas bahan bakar 735,9  $\text{kg}/\text{cm}^3$ . Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa bahan bakar yang dihasilkan dari proses pirolisis mengarah pada bahan bakar bensin, hal ini terlihat dari nilai densitas bahan bakar tersebut. Ini juga dikuatkan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [6], [7].

Kemudian dari hasil pengujian juga menunjukkan bahwa setiap per kg sampah plastik dapat menghasilkan bahan bakar cair rata-rata sebesar 0,8 liter bahan bakar cair dan ini juga dipengaruhi oleh temperatur dan tekanan pada reaktor pirolisis [8].

Kegiatan pengujian kinerja alat reaktor pirolisis pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Kegiatan Pengujian Kinerja Reaktor Pirolisis

### 3.2 Evaluasi Kinerja Alat Reaktor Pirolisis

Setelah alat pirolisis diserahkan kepada mitra, tim PKM UNP tetap melakukan monitoring dan pendampingan dalam rangka untuk mengetahui kinerja dari alat yang sudah diserahkan ke mitra seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Setelah dilakukan monitoring dan pendampingan, dari hasil laporan mitra alat bekerja dengan baik dan tidak ada kebocoran.



**Gambar 6.** Monitoring dan Pendampingan Mitra Kegiatan PKM

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari kegiatan PKM ini adalah kegiatan pengabdian kemitraan masyarakat berjalan sesuai dengan rencana yang sudah ditetapkan yaitu menghasilkan satu unit alat konversi berupa reaktor pirolisis pengubah sampah plastik menjadi bahan bakar cair. Alat reaktor pirolisis bekerja dengan baik yang dibuktikan dengan bahan bakar yang telah dihasilkan saat pengujian di lokasi mitra. Bahan bakar yang dihasilkan mengarah kepada bahan bakar bensin, ini terlihat dari pengujian karakteristik bahan bakar seperti nilai kalori dan densitas bahan bakar yang mendekati bahan bakar bensin.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Teknologi Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi yang telah mendanai kegiatan PKM ini dengan Nomor Kontrak Turunan: 2994/UN35.15/PM/2025. Ucapan terima kasih kepada LPPM UNP yang telah membantu dalam mendampingi kegiatan PKM ini sehingga terlaksana dengan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Si, "Faktor Penyebab Penumpukan Sampah Plastik Di Kota Merauke Dan Upaya Untuk Melestarikan Lingkungan Melalui Ensiklik," vol. XII, no. 1, pp. 66–86, 2024.
- [2] D. Pasaribu, R. Saragih, and R. Retno, "Sosialisasi Bahaya Dampak Sampah Plastik Bagi Lingkungan Desa Laksa Kecamatan Pegagan Hilir Kabupaten Dairi," *Abdi J. Pulikasi*, vol. 1, no. 6, pp. 489–494, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.portalpublikasi.id/index.php/AJP/index489>
- [3] M. Nizar *et al.*, "Sampah Plastik sebagai Ancaman terhadap Lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia," vol. di, 2025.
- [4] S. E. Farin, "Penumpukan sampah plastik yang sulit terurai berpengaruh pada lingkungan hidup yang akan datang," *Univ. Lambung Mangkurat, Banjarmasin*, vol. 30, 2021.
- [5] D. Widya Evriyanti Simarankir, C. Valentina Natasya Sianturi, and F. Nur Aziza Sagita Sari, "Implikasi Hukum Lingkungan terhadap Pengelolaan Limbah Plastik dengan Recycle Waste: Studi kasus Gunung Sampah TPST Bantargebang," *Pendidik. dan Sos. Hum.*, vol. 1, no. 5, pp. 173–182, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.62383/aliansi.v1i5.399>
- [6] A. T. Hidayat and K. Kusmiyati, "Pemanfaatan Sampah Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) dan PP (Polypropylene) Menggunakan Proses Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak," *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 7, no. 4, pp. 2840–2854, 2025, doi: 10.38035/rj.v7i4.1569.
- [7] M. Rusdy Rizak, K. Anam, and T. Towijaya, "Perbandingan Bahan Bakar Minyak Hasil Dari Pengolahan Sampah Plastik Pp Dan Pe Berbasis Metode Pirolisis," *Surya Tek. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1 SE-Articles, pp. 7–9, Apr. 2022, doi: 10.48144/suryateknika.v6i1.1354.
- [8] K. Otoikhian, U. O. Amune, K. Edogamhe, B. Agbodekhe, K. Adama, and E. Aluyor, "Design, Fabrication and Operational Evaluation of a Co-Pyrolysis System for Waste-Plastics Derived Fuels:

A Study of Edo North,” *Am. J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 15, no. 1, pp. 32–42, 2022, doi: 10.3844/ajeassp.2022.32.42.