

PENERAPAN TEKNOLOGI PORTABLE PLASTIC PYROLYSIS REACTOR MACHINE (P3RM) UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PROSES DAUR ULANG SAMPAH PLASTIK MENJADI BBM DI DESA JATIREJOYOSO, KEPANJEN, KABUPATEN MALANG

Erwin Komara Mindarta^{1*}

Didin Zakariya Lubis²

Dani Irawan³

Taupik Yuhana⁴

Yudha Rian Pratama⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Malang, Kota Malang, Indonesia

^{*}Jl. Semarang No. 5, 65145, Kota Malang, Indonesia.

erwin.komara.ft@um.ac.id^{1*)}

Kata Kunci:

*pengelolaan sampah,
polusi, daur ulang,
bahan bakar
alternatif*

Abstrak: Pengolahan sampah masih menjadi persoalan kita saat ini. Di Desa Jatirejoyoso, pengolahan sampah pun masih dilakukan secara manual dengan dikumpulkan, dipilah dan hanya dibakar. Namun dengan dibakarnya sampah ini menimbulkan polusi udara. Tim pelaksana pengabdian kepada masyarakat dari Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Malang (UM) menjawab kebutuhan mitra, dengan memberikan solusi berupa teknologi Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine (P3RM). Untuk mencapai tujuan pengabdian ini langkah-langkah berikut ini dilakukan: 1) survey lokasi, 2) pendekatan sosial, 3) pengembangan produk (tahapan pekerjaan dalam bidang produksi), dan 4) penyusunan panduan/program. Sementara tahapan pekerjaan yang perlu diikuti pada bagian pelaksanaan adalah sebagai berikut: 5) penerapan ipteks/TTG melalui kegiatan sosialisasi, introduksi alat/TTG dan pelatihan; 6) tindak lanjut pasca-kegiatan sosialisasi, introduksi alat dan pelatihan melalui percontohan, dan pendampingan; 7) monev: presentasi kemajuan dan laporan akhir; dan 8) memenuhi kewajiban luaran. Mesin ini memiliki manfaat: 1) mengurangi polusi dan limbah plastik, 2) memberi alternatif bahan bakar yang dapat digunakan.

Published by:



Copyright © 2023 The Author(s)

This article is licensed under CC BY 4.0 License



<https://dmi-journals.org/jai/>

Pendahuluan

Desa Jatirejoyoso merupakan salah satu desa di Kecamatan Kepanjen yang terdapat pada Kabupaten Malang, dengan jumlah populasi penduduk 5.337 Jiwa ditahun 2020 tentunya menimbulkan beberapa permasalahan sendiri, diantaranya adalah pengelolaan sampah. Dalam pengelolannya sejauh ini sampah di Desa Jatirejoyoso hanya diolah oleh masing-masing keluarga yang sadar akan pentingnya kebersihan, namun proses pengolahannya hanya sebatas dikumpulkan lalu dibakar sehingga menimbulkan polusi sehingga perlu pengelolaan yang efektif dan efisien.

Pak Didit Mulyo Santoso merupakan Kepala Desa Jatirejoyoso sering mencari alternatif pengeloahan sampah tersebut namun hasilnya nihil. Dikarenakan belum adanya TTG untuk mengatasi permasalahan tersebut. Maka proses pengeloahannya secara manual dengan dikumpulkan dan dipilah sebisanya. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, maka proses mencacah rumput menjadi sulit.

Selain dikumpulkan dan dipilah, warga setempat lebih memilih untuk membakar sampah secara langsung, sehingga menyebabkan polusi udara, dan sampah sisa pembakaran menyebabkan polusi tanah sehingga menimbulkan masalah baru.

Dari hasil analisis situasi yang mencakup sasaran dan bidang permasalahan diatas ialah ditemukannya masalah yaitu masalah peralatan/teknologi tepat guna: belum ada teknologi untuk pemanfaatan plastik bekas selain dijadikan biji.

Jika metode tersebut hanya dijadikan biji plastik tetap dilakukan, maka dampak buruknya adalah 1) terjadi siklus pengulangan yang bisa saja mempengaruhi kandungan tesebut, 2) plastik-plastik yang tidak terpilih akan menjadi tunmpukan sampah.



Gambar 1. Pengolahan dan Pemilahan Sampah Secara Manual

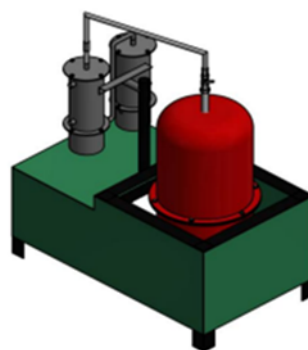


Gambar 2. Pembakaran Sampah Oleh Warga

Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan adalah prosedur atau cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan tertentu. Yang dimaksud dalam metode pelaksanaan disini adalah tahapan pekerjaan yang akan dilakukan dalam melaksanakan Pengembangan Wilayah Mitra (PWM). Secara umum pada program ini, metode pelaksanaan dibagi menjadi dua bagian, yaitu persiapan dan pelaksanaan. Adapun tahapan pekerjaan yang perlu diikuti pada bagian persiapan adalah sebagai berikut: 1) survey lokasi, 2) pendekatan sosial, 3) pengembangan produk (tahapan pekerjaan dalam bidang produksi), dan 4) penyusunan panduan/program. Sementara tahapan pekerjaan yang perlu diikuti pada bagian pelaksanaan adalah sebagai berikut: 5) penerapan ipteks/TTG melalui kegiatan sosialisasi, introduksi alat/TTG dan pelatihan; 6) tindak lanjut pasca-kegiatan sosialisasi, introduksi alat dan pelatihan melalui percontohan, dan pendampingan; 7) monev: presentasi kemajuan dan laporan akhir; dan 8) memenuhi kewajiban luaran. Delapan tahapan pekerjaan seperti tersebut diatas dilaksanakan dan diselesaikan selama 8 bulan oleh tim pengusul yang terdiri dari 3 dosen, 1 mitra, 2 mahasiswa.

Berikut rancangan Mesin Pyrolysis Reactor Plastik Portable yang didesain pengusul:



Gambar 3. Rancangan Pyrolysis Reactor Plastik Portable Machine

Hasil dan Pembahasan

Survey Lokasi

Survey lokasi dilakukan pada hari Minggu, tanggal 25 Juni 2023 pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB, di Kantor Kepala Desa Jati Rejoyoso, di Jalan, Dawukan,

Jatirejoyoso, Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur 65163. Adapun survey yang dilakukan adalah: 1) survey jarak: dari UM ke lokasi mitra sasaran adalah 18,2 km atau 34 mnt jika ditempuh menggunakan mobil, 2) survey keadaan riil: Desa Jatirejoyoso merupakan sebuah desa yang terletak di Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Desa ini kaya akan lahan pertaniannya; 3) survey daya tarik lokasi: dekat dengan wisata edukasi khas yang bernama Taman Refugia yang menawarkan kegiatan edukasi menanam dengan memanfaatkan sumber daya manusianya yang mayoritas berprofesi sebagai petani, 4) survey fasilitas umum: ada warung makan, toko grosir barang kelontong, dan tempat parkir yaitu halaman SD Negeri Jatirejoyoso No. 686 dan/atau Lapangan Desa Jatirejoyoso; 5) survey kondisi lingkungan sekitar: aman, nyaman, sejuk, dan sering hujan; 6) survey arah kebijakan pemerintah setempat: mitra sasaran sering mendapatkan bantuan dari pemerintah seperti teknologi tepat guna dan penyuluhan untuk pengolahan potensi besar yang dimiliki Desa Jatirejoyoso, 7) survey komitmen mitra terhadap kegiatan tim pelaksana: tim pelaksana dan mitra menyepakati bersama bahwa mitra sanggup untuk berbagi informasi dan sumber daya yang digunakan untuk pelaksanaan program.



Gambar 4. Survey Lokasi Kantor Kepala Desa Jati Rejoyoso

Pendekatan Sosial

Pendekatan sosial untuk mengumpulkan data mitra pengabdian kepada masyarakat dilakukan pada hari Minggu, tanggal 23 Juli 2023 pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB, di Kantor Kepala Desa Jati Rejoyoso, di Jalan Dawukan, Jatirejoyoso, Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur, 65163. Pendekatan sosial dilakukan untuk dapat mengintegrasikan program ke dalam berbagai kegiatan masyarakat di tempat mitra. Pendekatan sosial dilakukan dengan berusaha melibatkan masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan program. Dengan pelibatan masyarakat dalam penyusunan program, maka dapat diidentifikasi berbagai ekspektasi, kebutuhan dan permasalahan nyata yang dihadapi masyarakat. Pendekatan sosial dilakukan dengan cara membangun komunikasi dan hubungan sosial yang harmonis untuk secara bersama-sama mengimplementasikan setiap rencana yang telah disusun. Kendala yang dihadapi dalam pendekatan sosial: 1) sifat masyarakat yang beragam, 2) respon yang masyarakat berikan terhadap kegiatan juga beragam, dan 3) menurut Pak Didit, kendala terbesar dalam mewujudkan warga desa maju adalah karakter dari tiap warga, ada yang rajin dan inovatif, selalu berpikir peluang, juga banyak yang ikut-ikutan mencontoh warga yang sukses lebih dulu. Pendekatan sosial kami lakukan dengan cara berkunjung ke rumah-rumah warga, untuk silaturahmi dan memperoleh informasi.

Pengembangan Produk (Tahapan Pekerjaan Dalam Bidang Produksi)

Pengembangan produk Teknologi *Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine* (P3RM) dilakukan mulai hari Jum'at, tanggal 19 Mei 2023 sampai dengan hari Jumat, tanggal 18 Agustus 2023, di Universitas Negeri Malang. Serangkaian pekerjaan rancang-bangun meliputi: a) pengumpulan data (konsep rancangan, spesifikasi produk, perencanaan material dan prinsip kerja produk); b) pembuatan desain Teknologi *Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine* (P3RM), meliputi desain assembly dan desain bagian-bagian komponen pada Teknologi *Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine* (P3RM): 1) bahan rangka, 2) pompa air Shimizu, 3) kawat kanthal, 4) kapasitas kerja, dan 5) pemanas; c) perencanaan elemen, yaitu mengurai raw material di dalam manufaktur-ing produk; dan d) uji coba fungsi di lab./bengkel tempat pengembangan Teknologi *Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine* (P3RM).

Teknologi *Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine* (P3RM) mengacu pada suatu sistem atau perangkat yang digunakan untuk melakukan proses pirolisis plastik dalam skala kecil atau portable. Pirolisis adalah suatu proses kimia di mana material organik, seperti plastik, dipanaskan pada suhu tinggi dalam lingkungan yang minim oksigen untuk mengubahnya menjadi berbagai produk seperti minyak, gas, dan arang.

Teknologi *Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine* (P3RM) adalah jenis mesin yang dirancang khusus untuk mengolah limbah plastik menjadi produk bernilai seperti minyak bakar, bahan bakar gas, dan arang. Keuntungan dari teknologi ini adalah kemampuannya untuk mengurangi dampak negatif limbah plastik terhadap lingkungan. Sebagai teknologi portable, mesin ini dapat dioperasikan di lokasi yang dekat dengan sumber limbah plastik, seperti daerah pedesaan atau wilayah terpencil, sehingga mengurangi biaya transportasi limbah. Teknologi *Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine* (P3RM) dirancang berdasarkan pada aspek-hukum keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

Penyusunan Panduan/Program

Pedoman/panduan P3RM: Mesin Pengolah Limbah Plastik Menjadi Produk Bernilai sehingga ada kejelasan langkah-langkah untuk mengurangi kerusakan baik diri maupun lingkungan sebagai bahan sosialisasi disusun sebelum melakukan sosialisasi, yaitu pada saat Pengembangan Produk (Tahapan Pekerjaan Dalam Bidang Produksi) mulai hari Jum'at, tanggal 19 Mei 2023 sampai dengan hari Jumat, tanggal 18 Agustus 2023, di Universitas Negeri Malang.

Produk buku P3RM: Mesin Pengolah Limbah Plastik Menjadi Produk Bernilai akan didaftarkan hak cipta di Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual Kementerian Hukum & HAM R.I. (<https://dgip.go.id/>)

Penerapan Ipteks/TTG Melalui Kegiatan Sosialisasi, Introduksi Alat/TTG dan Pelatihan

Pelaksanaan kegiatan sosialisasi pada hari Minggu, 27 Agustus 2023 pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB, di tempat daur ulang sampah plastik Pak Didit, di Desa Jatirejoyoso, Kec. Kepanjen, Kabupaten Malang. Sosialisasi/Uji coba lapangan merupakan suatu proses bagaimana memperkenalkan Alat/TTG, dalam hal ini Teknologi *Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine* (P3RM) pada seseorang dan/atau kelompok masyarakat produktif secara ekonomi, dalam hal ini Pak Didit bersama-sama warga lainnya serta bagaimana orang/kelompok tersebut menentukan tanggapan serta reaksinya.



Gambar 5. Penerapan Ipteks/TTG Melalui Kegiatan Sosialisasi, Introduksi Alat/TTG Teknologi Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine (P3RM)

Tindak Lanjut Pasca-Kegiatan Sosialisasi, Introduksi Alat dan Pelatihan Melalui Percontohan dan Pendampingan

Pengusul dan mitra menyepakati bersama untuk menjadikan tempat daur ulang sampah plastik Pak Didit sebagai percontohan. Pengusul memberikan penyuluhan bahan bakar alternatif ramah lingkungan oleh narasumber ahli dan pendampingan untuk warga Desa Jatirejoyoso dengan maksud agar para warga dapat melihat dan membuktikan terhadap objek yang didemonstrasikan. Pendampingan yang dilakukan guna mengetahui perkembangan, peningkatan/pencapaian/keberhasilan PKM, dalam hal ini peningkatan efisiensi proses daur ulang sampah plastik menjadi BBM.

Untuk mengetahui peningkatan proses daur ulang sampah plastik menjadi BBM menggunakan Teknologi Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine (P3RM), dari beberapa percontohan yang sudah dilakukan dengan menggunakan sampah plastik jenis HDPE diperoleh data hasil percontohan sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Percontohan

No	Plastik (Gram)	Oli Bekas (Gram)	Waktu (Jam)	Hasil Minyak (mL)	Hasil Residu (Gram)
1	100	450	4	50	50
2	150	900	4	50	100
3	250	450	4	100	50
4	150	450	4	70	50

Monev: Presentasi Kemajuan dan Laporan Akhir

Serangkaian kegiatan monev meliputi: a) observasi kemajuan mitra, dilakukan pada hari Minggu, tanggal 24 September 2023 pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB, di tempat daur ulang sampah plastik Pak Didit, di Desa Jatirejoyoso, Kec. Kepanjen, Kabupaten Malang; b) evaluasi pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat, dilakukan pada hari Minggu, tanggal 22 Oktober 2023 pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB, di tempat daur ulang sampah plastik Pak Didit, di Desa Jatirejoyoso, Kec.

Kepanjen, Kabupaten Malang; c) presentasi laporan akhir pengabdian kepada masyarakat, dilakukan pada hari Minggu, tanggal 29 Oktober 2023 pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB, di tempat daur ulang sampah plastik Pak Didit, di Desa Jatirejoyoso, Kec. Kepanjen, Kabupaten Malang.

Tim pelaksana kegiatan pengabdian kepada masyarakat mengharapkan balikan/umpan balik dari mitra, masyarakat dan kampus agar tim dapat fokus pada penyempurnaan produk dan memenuhi tagihan bukti target luaran yang direncanakan. Hasil dari mitra, oleh Pak Didit melaporkan perkembangan, peningkatan proses daur ulang sampah plastik menjadi BBM yang menjadi tujuan utama dari pengembangan produk Teknologi *Portable Plastic Pyrolysis Reactor Machine* (P3RM), yaitu: a) produk berfungsi dengan baik serta bermanfaat bagi pemakainya, b) produk berfungsi mengurangi limbah plastik, c) produk berfungsi mendaur ulang plastik, d) produk berfungsi menghasilkan energi, e) produk berfungsi mengelola limbah berbahaya, f) produk berfungsi menyediakan bahan baku pelumas, g) P3RM dapat menjadi bagian dari solusi dalam mendukung ekonomi berkelanjutan dengan menghasilkan produk bernilai tambah dari limbah plastik.

Pemenuhan Luaran

Luaran yang wajib dipenuhi dalam pengabdian kepada masyarakat ini berupa: (1) Artikel jurnal ber-ISSN/pemakalah forum ilmiah minimal seminar nasional, (2) Buku ber-ISBN/mitra berbadan hukum/ produk tersertifikasi/HKI/ produk TTG/karya seni, (3) Publikasi media massa, (4) foto kegiatan terlampir dalam laporan.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penerapan teknologi *portable plastic pyrolysis reactor machine* (P3RM) ini adalah: 1) keberagaman sikap dari masyarakat dalam menanggapi inovasi, menjadikan pemahaman masyarakat akan produk bervariasi, 2) produk berfungsi dengan baik serta bermanfaat: a) mengurangi polusi dan limbah plastik, b) memberi alternatif bahan bakar yang dapat digunakan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada 1) Ketua LPPM UM yang telah mendanai kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui dana Non APBN UM 2023, 2) masyarakat Desa Jatirejoyoso, Kepanjen, Kabupaten Malang yang telah memberikan dukungan dan kerjasama sehingga kegiatan pengabdian ini berjalan dengan baik, dan 3) para mahasiswa dan pembantu umum.

Referensi

- L. J. Yin, D. Z. Chen, H. Wang, X. B. Ma, and G. M. Zhou, "Simulation of an innovative reactor for waste plastics pyrolysis," *Chemical Engineering Journal*, vol. 237, 2014, doi: 10.1016/j.cej.2013.09.114.
- A. Arwizet, "MESIN DESTILASI PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK MENGGUNAKAN KONDENSOR BERTINGKAT DAN PENDINGIN KOMPRESI UAP," *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 17, no. 2, 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i2.34.
- A. S. Alfauzi, A. Purnomo, and P. Yanuar, "Rancang Bangun Mesin Penghasil Polyester Syntetic Fiber Berbahan Limbah Plastik Jenis Pet," *Prosiding Seminar Nasional*

- NCIET, vol. 1, 2020.
- S. v. Papuga, P. M. Gvero, and L. M. Vukić, "Temperature and time influence on the waste plastics pyrolysis in the fixed bed reactor," *Thermal Science*, vol. 20, no. 2, 2016, doi: 10.2298/TSCI141113154P.
- T. Landi and A. Ariyanto, "Perancangan Dan Uji Alat Pengolah Sampah Plastik Jenis Ldpe (Low Density Polyethylene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif," *Jurnal Teknik Mesin Undip*, vol. 5, no. 1, 2017.
- R. Rafidah and A. R. Ismail, "PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK," *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, vol. 18, no. 2, 2019, doi: 10.32382/sulolipu.v18i2.1161.
- N. Nasrun, E. Kurniawan, and I. Sari, "PENGOLAHAN LIMBAH KANTONG PLASTIK JENIS KRESEK MENJADI BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN PROSES PIROLISIS," *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 4, no. 1, 2017, doi: 10.29103/jee.v4i1.11.
- A. S. F. Alqa, Z. Zuliantoni, and A. Gunawan, "Pengolahan Limbah Plastik Berbasis Mitra Berkegiatan Lingkungan," *Jurnal Pengabdi*, vol. 1, no. 2, 2018, doi: 10.26418/jplp2km.v1i2.29906.
- M. Hastarina, A. Masruri, and S. A. Saputra, "Perancangan Mesin Peleleh Biji Plastik Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Plastik dengan Penerapan Metode Value Engineering," *Integrasi : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 4, no. 2, 2020, doi: 10.32502/js.v4i2.2879.