

PENERAPAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK UNTUK MENGATASI MASALAH SAMPAH DI KOTA BANDUNG

Ucik Ika Fenti Styana^{1*}, Fifin Hindarti¹, M.Noviansyah Aridito², Muhammad Sigit Cahyono³

¹Program Studi Teknik Energi, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Yogyakarta

²Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

³Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

*Email korespondensi : ucik_energi@ity.ac.id

Abstract

One of the serious problem in Bandung City is plastic waste, especially in Pajajaran Village, Cicendo Sub-district. Most of them didn't well-managed so that caused an environmental damage. One of the wastes that difficult to handle is nonrecycleable plastic, like packaging label of bottles, snack wrappes, styrofoam, etc. They are less economical to recycle so that thrown away to final disposal area or just burned in the yard. Furthermore, there are kind of plastic wastes that easy to recycle but have lower price, because they haven't shredded well. The solution of this problem is using pyrolysis technology to process nonrecyclable wastes become oil product and use it for alternative fuel in recyclable plastics crusher machine. The objective of the program is helping community to manage wastes become high valuable product. The program begins with survey to location of wastes bank parallel with equipment production. After that, we did a socialization of the program to the community and ended with handover and training of operators. The existence of this program expected to overcome wastes problem and increases the income of community, and can encourage application of the same technology in another places in Indonesia.

Keywords : *fuel, crusher machine, pyrolysis, plastic wastes*

Abstrak

Salah satu permasalahan yang cukup berat di Kota Bandung adalah sampah plastik seperti di Kelurahan Pajajaran, Kecamatan Cicendo. Sampah tersebut sebagian besar belum dikelola dengan baik sehingga menimbulkan kerusakan lingkungan. Salah satu yang sulit diatasi adalah sampah plastik *nonrecycleable* seperti label kemasan botol air mineral, pembungkus makanan ringan, styrofoam dan lain-lain. Sampah-sampah ini kurang ekonomis untuk didaur ulang sehingga dibuang begitu saja ke Tempat Pembuangan Akhir atau dibakar di pekarangan. Di sisi lain, ada jenis sampah plastik yang mudah didaur ulang tapi nilainya kecil jika dijual tanpa dicacah terlebih dahulu, seperti yang dilakukan di bank sampah Astana Eyang. Permasalahan ini bisa diatasi dengan teknologi pirolisis untuk mengolah sampah plastik *nonrecycleable* menjadi minyak sintesis, yang bisa digunakan sebagai bahan bakar mesin pencacah plastik *recycleable*. Tujuan program ini adalah membantu masyarakat mengelola sampah menjadi produk yang bernilai tinggi dan menghasilkan manfaat yang besar bagi mereka. Metode pelaksanaan diawali dengan survei ke lokasi bersamaan dengan pembuatan alat di bengkel. Setelah itu dilakukan kegiatan sosialisasi dan diakhiri dengan serah terima dan pelatihan terhadap operator dan warga masyarakat sekitar. Adanya program ini diharapkan mampu mengatasi masalah sampah dan meningkatkan pendapatan warga, serta bisa mendorong penerapan teknologi yang sama di lokasi lain di Indonesia.

Kata Kunci: bahan bakar minyak, mesin pencacah, pirolisis, sampah plastik

1. Latar Belakang Masalah

Sampah menjadi salah satu permasalahan yang cukup mendasar di kota-kota besar, salah satunya di Kota Bandung. Kesadaran warga untuk mengelola sampah sangatlah kecil sehingga sampah cenderung tidak mampu ditangani dengan baik. Banyak warga yang membuang sampah ke sungai terutama mereka yang tinggal dekat daerah aliran sungai. Sedangkan warga yang jauh dari aliran sungai, mereka cenderung membakar sampah tersebut sehingga menimbulkan pencemaran udara yang serius.

Jika diuraikan secara cermat, semua jenis sampah bisa dikelola melalui pendekatan teknologi yang tepat dan menghasilkan produk-produk yang bernilai tinggi. Pengelolaan tersebut akan sangat efektif apabila melibatkan warga melalui sistem bank sampah, dengan memanfaatkan teknologi tepat guna. Misalnya, sampah organik bisa dimanfaatkan sebagai kompos maupun biogas, sampah anorganik yang bisa didaur ulang (*recycleable*) bisa dijual dalam bentuk sudah tercacah, serta sampah anorganik yang sulit didaur ulang (*nonrecycleable*) diproses menjadi bahan bakar minyak melalui proses pirolisis.

Teknologi pirolisis merupakan salah satu alternatif penyelesaian masalah sampah perkotaan, terutama jenis sampah anorganik yang sulit didaur ulang, seperti tas kresek (Liestiono dkk, 2016), label botol air minum kemasan (Mandala dkk, 2016), bungkus plastik berlapis alumunium (Pratiwi, D., 2017), *styrofoam* (Salamah & Maryudi, 2018), dan jenis sampah anorganik lainnya. Sampah-sampah tersebut bisa diubah menjadi minyak sintesis yang bisa dimanfaatkan kembali untuk masyarakat, misalnya sebagai bahan bakar mesin pencacah plastik bermesin diesel. Pengujian minyak pirolisis sebagai bahan bakar diesel menunjukkan hasil yang bagus pada campuran solar dan minyak pirolisis sebesar 90-10% (Murdiono, 2017). Hal ini menjadi dasar pengintegrasian teknologi pirolisis sampah *nonrecycleable* dengan mesin pencacah plastik untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil (solar).

Tujuan umum dari Program Penerapan Teknologi Tepat Guna Kepada Masyarakat ini adalah untuk memberdayakan masyarakat kelurahan Pajajaran, Kecamatan Cicendo, Kota Bandung, dalam mengelola sampah menjadi produk-produk yang bermanfaat. Sedangkan tujuan khusus dari program ini adalah menerapkan teknologi pirolisis sampah *nonrecycleable* menjadi bahan bakar minyak sintesis untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar mesin pencacah plastik bermesin diesel, sehingga bisa meningkatkan penghasilan masyarakat dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

2. Metodologi Penelitian

Metode pelaksanaan program yang akan diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Pembentukan sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat.
 - Sistem pengelolaan sampah yang diterapkan adalah pemilahan sampah oleh warga di rumah masing-masing dengan cara memisahkan sampah menjadi 4 jenis, yaitu sampah organik *biodegradable* (sampah organik yang mudah membusuk seperti sisa makanan, sayur, dan buah), sampah anorganik *recycleable* (sampah anorganik yang mudah didaur ulang dan bernilai tinggi, seperti botol & gelas plastik, kertas, dan kardus), Sampah anorganik *nonrecycleable* (sampah anorganik yang sulit didaur ulang tetapi bisa dipirolisis, seperti tas kresek, bungkus mie instan/makanan ringan/detergen, styrofoam, dan kain atau ban bekas), serta sampah yang mengandung B3 seperti pecahan lampu, baterai, kain bekas oli/minyak.
 - Sampah-sampah tersebut dimasukkan ke dalam wadah sampah yang berbeda, agar tidak tercampur satu sama lain. Khusus sampah organik *biodegradable*, diproses dalam komposter menjadi kompos yang bisa dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. Sedangkan sampah jenis lainnya diangkut ke bank sampah.

- Kegiatan pengumpulan dilakukan oleh petugas bank sampah menggunakan mobil pengangkut dari tiap rumah ke bank sampah, dengan jadwal yang berbeda-beda.
 - Kegiatan pengolahan dilakukan oleh petugas di lokasi bank sampah, di mana sampah anorganik *nonrecycleable* diolah menjadi bahan bakar minyak sintetis menggunakan mesin pirolisis berkapasitas 2 kg/batch. Minyak yang dihasilkan kemudian digunakan sebagai bahan bakar mesin pencacah bermesin diesel untuk mencacah plastik *recycleable* menjadi produk cacahan kecil-kecil yang nilai jualnya lebih besar daripada tanpa dicacah. Sementara untuk sampah organik *biodegradable*, diolah menjadi kompos dengan cara memasukkan ke dalam *komposter* dengan pengaturan kelembaban dan pembalikan sampah setiap hari.
 - Kegiatan pengangkutan dilakukan terhadap produk hasil pengolahan sampah yaitu kompos dan sampah anorganik hasil cacahan secara periodik.
2. Penguatan kelembagaan (*capacity building*) dan sumber daya
- Kegiatan penguatan kelembagaan dilakukan melalui proses sosialisasi dan *Focus Group Discussion (FGD)* untuk merumuskan model sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang terbaik, dengan melibatkan semua pihak yang terkait.
 - Selain itu, untuk peningkatan kompetensi sumber daya manusia, terutama pengelola bank sampah dan warga masyarakat, dilakukan pelatihan proses pengelolaan sampah dan proses pemilahan sampah sesuai dengan bagian masing-masing. Melalui pelatihan ini, diharapkan mereka memahami apa yang harus dilakukan di lapangan dalam mengimplementasikan program ini.
 - Keterlibatan mitra diharapkan berupa pengumpulan dan pengolahan sampah di bank sampah, serta pendampingan kegiatan baik selama program berjalan maupun selesai, agar sistem ini berjalan berkesinambungan dan bisa diterapkan di daerah lain di Indonesia.
 - Adanya peralatan yang diberikan pada mitra warga masyarakat Kelurahan Pajajaran ini diharapkan bisa mengatasi permasalahan sampah plastik di sekitarnya, serta menghasilkan manfaat yang besar bagi masyarakat, dengan penjualan sampah yang mereka hasilkan, termasuk penggantian BBM yang digunakan untuk mesin pencacah plastik yang dimiliki oleh kelompok mitra pengolah sampah tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil kegiatan yang telah dicapai pada kegiatan ini adalah pembuatan peralatan pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, survei lokasi mitra, kegiatan sosialisasi, serah terima dan pelatihan teknologi yang digunakan. Hasil dari kegiatan tersebut secara rinci adalah sebagai berikut:

1. Penyiapan dan pengujian alat

Tahap pertama dari penelitian ini adalah penyiapan alat, berupa alat pirolisis dengan sistem *fixed-bed reactor* dan mesin pencacah plastik, yang nantinya akan didiseminasikan kepada mitra di lapangan.

Peralatan pirolisis yang digunakan terdiri dari reaktor berbentuk silinder yang disusun vertikal, yang dirangkai dengan siklon dan dua buah kondensor. Alat ini juga dilengkapi dengan pengukur suhu (*termometer*), pengukur tekanan (*pressure gauge*), pompa air, serta cerobong dan tungku pemanas (*furnace*). Sebagai sumber energi, digunakan pemanas berupa LPG dan *noncondensable gas* sebagai produk samping dari proses pirolisis. Peralatan ini merupakan hasil pengembangan dari penelitian yang dilakukan oleh tim pengusul bekerjasama dengan beberapa institusi di Yogyakarta (Cahyono & Styana, 2018). Peralatan lain yang akan digunakan adalah mesin pencacah plastik *recycleable* berkapasitas 10 kg/jam dengan penggerak berupa mesin

diesel. Nantinya bahan bakar yang akan digunakan adalah berupa minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis sampah plastik, menggantikan bahan bakar solar.

Peralatan pirolisis dan mesin pencacah yang dibuat ditunjukkan dalam Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Satu set peralatan pirolisis dan mesin pencacah

2. Survei lokasi mitra

Selain penyiapan peralatan, juga dilakukan kegiatan survei ke lapangan pada Tanggal 6 September 2018 untuk mengetahui kondisi mitra yang akan memanfaatkan bantuan peralatan tersebut. Mitra yang terlibat dalam kegiatan ini ada 2, yaitu Lembaga Pemberdayaan Masyarakat (LPM) Kelurahan Pajajaran dan Kelompok Berkebun RW 004 Kelurahan Pajajaran.

Kelurahan Pajajaran merupakan salah satu kelurahan padat penduduk yang ada di Kota Bandung. Kelurahan ini berada tepat di jantung Kota Bandung dan berada pada bantaran sungai, sehingga airnya cocok untuk dimanfaatkan sebagai sistem pendingin pada mesin pirolisis maupun pencacah.

Di Kelurahan ini, sampah sudah dikelola secara swadaya oleh warga, dengan membentuk sebuah bank sampah di RW 004, bernama Bank Sampah “Astana Eyang”. Bank sampah ini bermula sekitar tahun 2013 yang digagas secara mandiri dan spontanitas dalam melihat masalah sampah di lingkungan sekitar dan juga peluang pemberdayaan masyarakat di sekitar wilayah tersebut. Nama Astana Eyang diambil dari sebutan masyarakat setempat yang ada di areal TPU. Dalam proses perjalanan bank sampah selama 4 tahun, Astana Eyang telah berusaha agar masyarakat dapat terlihat lebih aktif dalam pengelolaan sampah rumah tangga, sehingga dapat mengurangi beban sampah kota dan bermanfaat bagi masyarakat.

Selain LPM Kelurahan Pajajaran, mitra lainnya yang terlibat dalam kegiatan ini adalah Kampung Berkebun RW 004 Kelurahan Pajajaran. Kelompok ini beranggotakan mayoritas warga RW 004 yang salah satu kegiatan utamanya adalah penghijauan bantaran sungai di wilayah RW 004 Kelurahan Pajajaran. Berkat tekad yang kuat dan dukungan yang besar dari seluruh warga, program-program kampung berkebun bisa terealisasi dengan baik sehingga wilayah Kelurahan Pajajaran terlihat lebih segar daripada wilayah lain di Kota Bandung.

3. Sosialisasi

Kegiatan ini dilakukan untuk memberi pemahaman kepada pengurus kelurahan dan perwakilan warga masyarakat Kelurahan Pajajaran, khususnya warga RW 004 dan pengurus Bank Sampah Astana Eyang tentang sistem pengelolaan sampah di lingkungan perkotaan dan deskripsi teknologi yang akan digunakan oleh mereka nantinya. Kegiatan ini dilakukan pada tanggal 6 Oktober 2018 di balai Kelurahan Pajajaran dan dihadiri oleh narasumber yang berkompeten di bidangnya. Dalam sosialisasi tersebut, dipaparkan sistem pengelolaan sampah yang akan dibuat di Kelurahan Pajajaran nantinya, termasuk bantuan tempat sampah serta mesin pirolisis dan mesin pencacah plastik.

4. Serah Terima dan Pelatihan

Kegiatan utama dari program penerapan teknologi tepat guna (PPTTG) ini adalah serah terima barang dan pelatihan. Acara dilakukan pada Tanggal 27 Oktober 2018 di lokasi Bank Sampah Astana Eyang, Kelurahan Pajajaran, sebagai lokasi penempatan mesin-mesin tersebut. Dalam kesempatan ini, acara serah terima juga dihadiri anggota Komisi X DPR RI, perwakilan dari pemerintah Kota Bandung, kedua mitra serta warga masyarakat penerima bantuan mesin tersebut. Setelah acara serah terima, dilanjutkan dengan pelatihan pengoperasian peralatan untuk operator mesin-mesin tersebut, termasuk pelatihan pemilahan sampah pada warga masyarakat.



Gambar 2. Sosialisasi sistem pengelolaan sampah



Gambar 3. Serah terima peralatan



Gambar 4. Pelatihan pengoperasian mesin pirolisis dan pencacah

4. Kesimpulan

Berdasarkan pelaksanaan kegiatan pada program penerapan teknologi tepat guna ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kelurahan Pajajaran sudah memiliki sistem pengelolaan sampah yang dikoordinir oleh Bank Sampah Astana Eyang, namun masih menemui kesulitan terutama dalam mengelola sampah *nonrecycleable* seperti plastik label botol air mineral, bungkus makanan ringan (*snack*), bungkus mie instan dan styrofoam. Selain itu, mereka belum memiliki mesin pencacah plastik sehingga harga jual produk yang mereka kumpulkan dari masyarakat ke pengepul juga sangat murah.
2. Penerapan teknologi pirolisis untuk mengolah sampah plastik *nonrecycleable* menjadi minyak sintesis yang selanjutnya digunakan untuk bahan bakar mesin pencacah plastik akan meningkatkan pendapatan warga masyarakat dan bank sampah Astana Eyang serta bisa membantu mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan.

Daftar Pustaka

- [1] Cahyono, M.S., & Styana, U.,I., F., 2018, *Studi Karakteristik Pembakaran Minyak Pirolisis Plastik Menggunakan Steam-Atomizing Burner*, Jurnal Teknologi Technoscientia, Vol. 10 No. 2, Februari 2018.
- [2] Liestiono R.P., Cahyono M.S., Widura W.W., Prasetya Agus, dan Syamsiro, M., 2017, *Karakteristik Minyak dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE)*, Jurnal OFFSHORE, Vol. 1, No. 2, Desember 2017, hal. 1-9.
- [3] Mandala, W. W., Cahyono, M.S., Ma'arif, S., Sukarjo, H.B., dan Wardoyo, 2016, *Pengaruh Suhu terhadap Rendemen dan Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik*, Jurnal Mekanika dan Sistem Termal, Vol. 1, No. 2, Agustus 2016, hal. 49-52.
- [4] Murdieono, A., 2017, *Kinerja Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik*, Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [5] Pratiwi, D., 2017, *Proses Pirolisis dan Karakteristik Produk Pirolisis Sampah Plastik Polyethylene (PE) dan Polypropylene (PP) Berlapis Aluminium dengan Katalis Zeolit Alam Gunungkidul*, Tesis Magister Teknik Sistem, Universitas Gadjah Mada.
- [6] Salamah, S. & Maryudi, 2018, *Proses Pirolisis Limbah Styrofoam Menggunakan Katalis Silika-Alumina*, Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol. 13, No.1, Juni 2018, hal. 1-7.