

ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI DARI MINYAK HASIL PRODUK CAIR PIROLISIS SAMPAH PLASTIK POLIPROPILEN (PP) DAN LDPE (LOW-DENSITY POLYETHYLENE)

Vivin Setiani¹, Adhi Setiawan², Okta Salsha Mazdhatina³ Devina Puspitasari⁴

Teknik Pengolahan Limbah, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS)

Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail: vivinsetiani@ppns.ac.id

ABSTRAK

Bahan bakar minyak (BBM) dan sampah plastik menjadi permasalahan yang terjadi di Indonesia. Timbulan sampah plastik semakin tahun semakin meningkat dan bahan bakar minyak semakin hari semakin langka akibat permintaan pasar yang tinggi. Salah satu metode yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan tersebut adalah pirolisis. Pirolisis menghasilkan produk cair berupa minyak, produk gas, dan padatan berupa arang hasil sisa pembakaran. Tujuan penelitian ini mengetahui kelayakan ekonomi dari produk cair pirolisis berupa minyak yang diharapkan dapat menggantikan BBM yang semakin langka. Pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri dari data sekunder (timbulan sampah plastik dan harga pasaran) dan data primer (volume minyak). Proses pirolisis sampah plastik PP dan LDPE menggunakan reaktor *fixed bed*. Pirolisis dilakukan selama 4 jam dengan temperatur operasi 325°C. Hasil pirolisis diperoleh 980 ml produk cair berupa minyak dalam satu hari dan diperoleh 235.200 ml minyak dalam satu tahun produksi. Usaha pirolisis sampah plastik ini dilakukan analisis kelayakan ekonomi yang mana perhitungan dalam satu tahun diperoleh harga pokok produksi (HPP) sebesar Rp17.199 per liter, biaya investasi Rp66.438.324, biaya operasional tetap pertahun Rp1.071.821, biaya variabel pertahun Rp2.973.600, nilai NPV -87.570.622,19 dan nilai BCR 0,356 atau BCR < 1.

Kata Kunci: sampah PP, LDPE, pirolisis, kelayakan ekonomi

ABSTRACT

Fuel oil (BBM) and plastic waste are problems that occur in Indonesia. The generation of plastic waste is increasing every year and fuel oil is increasingly scarce due to high market demand. One method that is expected to overcome this problem is pyrolysis. Pyrolysis produces liquid products in the form of oil, gas products, and solids in the form of charcoal from combustion. The purpose of this study was to determine the economic feasibility of a liquid pyrolysis product in the form of oil which is expected to replace the increasingly scarce fuel. Data collection in this study consisted of secondary data (plastic waste generation and market prices) and primary data (oil volume). The pyrolysis process of PP and LDPE plastic waste have used a fixed bed reactor. Pyrolysis was carried out for 4 hours with an operating temperature of 325°C. The results of pyrolysis obtained 980 ml of liquid product in the form of oil in one day and obtained 235,200 ml of oil in one year of production. This plastic waste pyrolysis business was carried out by an economic feasibility analysis in which the calculation in one year was that the cost of goods manufactured (HPP) is IDR 17,199 per liter, investment costs IDR 66,438,324, annual fixed operating costs IDR 1,071,821, annual variable costs IDR 2,973,600, value NPV -87,570,622.19 and the BCR value of 0.356 or BCR < 1.

Keyword : solid waste of PP, LDPE, pyrolysis, economic feasibility

1. PENDAHULUAN

Minyak bumi disebut sebagai sumber daya alam yang tidak dapat terbarukan karena proses pembentukannya yang sangat lama bahkan mencapai berjuta-juta. Permasalahan sampah plastik di Indonesia selalu menjadi sorotan publik akibat semakin bertambahnya timbulan plastik. Berdasarkan asumsi, jumlah penduduk di Indonesia sekitar 220.000.000 jiwa, maka sampah plastik yang tertimbun dapat mencapai 26.500 ton per hari [4]. Komposisi jenis sampah plastik di kota Surabaya

(19,44%) berkontribusi terbesar kedua setelah jenis sampah sisa makanan. Sampah plastik tersebut merupakan hasil kegiatan rumah tangga, perkantoran, kegiatan industri, dan beberapa sekolah di Surabaya [7].

Sampah plastik tersebut diolah untuk dijadikan energi alternatif dengan metode pirolisis. Sampah plastik yang digunakan yaitu jenis LDPE berupa kantong plastik, kemasan makanan, dan plastik jenis PP berupa plastik popok bayi, sedotan plastik, dan kemasan mie instan. Sampah plastik LDPE dan PP

digunakan sebagai bahan baku pirolisis karena bahan baku yang sering digunakan dalam pembuatan plastik tersebut dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam sehingga produk cair yang dihasilkan dari pirolisis plastik mendekati karakteristik minyak bumi [8].

Pirolisis yaitu metode memanaskan bahan polimer tanpa oksigen. Pirolisis menghasilkan produk cair berupa minyak pirolisis (*pyrolytic oil*) dan produk gas (*pyrogas*) serta residu berupa padatan berupa karbon (*char*) [9]. Minyak pirolisis selain diharapkan dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar konvensional, juga dapat memberikan nilai kelayakan ekonomi. Berdasarkan aspek teknologi, usaha pirolisis sampah plastik ini masih sederhana dan dapat dilaksanakan oleh usaha-usaha skala kecil dan menengah. Menurut [12] prospek ekonomi perlu dikaji dengan beberapa pertimbangan untuk mengetahui biaya investasi, biaya operasional, Harga Pokok Produksi (HPP), *Net Present Value* (NPV), dan *Benefit Cost Ratio* (BCR).

Dalam penelitian ini dilakukan analisis kelayakan ekonomi terhadap minyak produk dari pengolahan sampah PP dan LDPE dengan metode pirolisis.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Persiapan Bahan Baku Pirolisis

Bahan baku yang digunakan yaitu sampah plastik jenis LDPE berupa kantong plastik sebanyak 3 kg, plastik kemasan makanan sebanyak 3 kg, dan sampah plastik jenis PP berupa plastik popok bayi sebanyak 2,4 kg, sedotan plastik 1,8 kg, dan plastik kemasan mie instan 1,8 kg, serta zeolit alam 6-8 mesh 750 g yang sudah diaktivasi. Sampah plastik tersebut dicuci dulu menggunakan air bersih untuk menghilangkan pengotor kemudian dikeringkan dibawa sinar matahari. Sampah plastik tersebut kemudian dipotong menggunakan alat pemotong plastik menjadi 1-2 cm². Sampah plastik tersebut diuji kadar airnya sebelum dipirolisis menggunakan oven yaitu pada suhu 105°C selama 1 jam. Plastik dikatakan layak dipirolisis apabila kandungan kadar airnya kurang dari 10%.

2.2 Proses Pirolisis Sampah Plastik

Campuran plastik LDPE dan PP (1,5 kg) dimasukkan ke dalam tabung reaktor *fixed bed* dan ditutup rapat tanpa adanya oksigen. Control panel atau pengatur suhu dinyalakan dan api pemanas diatur hingga temperatur operasi mencapai 325°C. Gas hasil pembakaran plastik LDPE dan PP kemudian disalurkan menggunakan pipa menuju kondensor untuk proses kondensasi. Hasil akhir yang diperoleh berupa produk cair berupa minyak. Pirolisis dilakukan dalam waktu 4 jam. Satu hari diperoleh minyak pirolisis 980 ml (Gambar 1.) dengan jam kerja 8 jam perhari dan 5 hari dalam satu minggu maka satu tahun diperoleh minyak pirolisis sebanyak 235.200 ml.



Gambar 1. Produk cair pirolisis sampah plastik LDPE dan PP

2.3 Analisis Kelayakan Ekonomi

Aspek ekonomi kegiatan usaha pirolisis sampah plastik dianalisis berdasarkan harga pokok produksi (HPP), biaya investasi, biaya operasional tetap, biaya variabel, nilai *Net Present Value* (NPV), dan nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR). Hasil perhitungan harga pokok produksi (HPP) minyak pirolisis kemudian dibandingkan dengan harga BBM dipasaran menurut harga yang ditetapkan oleh Pertamina tahun 2020 untuk menentukan laba penjualan.

3. PEMBAHASAN

3.1 Biaya Investasi

Biaya investasi merupakan biaya yang diberikan oleh suatu pihak atau kelompok dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan dikemudian hari. Biaya investasi dikeluarkan pada awal tahun memulai usaha untuk membeli suatu investasi dan dikeluarkan setelah umur ekonomisnya selesai [2]. Barang-barang yang menjadi investasi awal pada bisnis ini merupakan biaya bangunan sebagai ruang produksi, biaya peralatan permesinan, dan biaya pendukung produksi. Biaya investasi yang dibutuhkan untuk memproduksi minyak pirolisis sampah plastik dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Investasi bangunan
 - Ruang produksi (8mx4mx4m) = Rp9.548.384
- b. Peralatan permesinan
 - Digital *Drying Oven* 43L = Rp8.430.000
 - Motor Roda Tiga Nozomi = Rp22.200.000
 - Pompa Air = Rp675.000
 - Mesin pencacah plastik = Rp5.000.000
- c. Peralatan pendukung produksi
 - Reaktor pirolisis = Rp19.000.000
 - Selang Air dof 5/8" warna biru = Rp49.000
 - Terpal Plastik A3 3 Meter x 4 Meter = Rp65.000
 - Timbangan duduk 10 kg = Rp140.000
 - Ember 80 liter = Rp152.000
 - Ember 30 liter = Rp30.000
 - Lampu philips TL LED ecofit set 16W – Putih = Rp420.000
 - Desikator diameter 15 cm = Rp550.000
 - Cawan crucible 200 ml = Rp108.940

Menurut [10], total biaya investasi adalah total dari biaya investasi bangunan, peralatan permesinan, dan peralatan pendukung produksi yaitu Rp66.438.324.

3.2 Biaya Operasional

Biaya operasional yaitu biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan operasional suatu unit usaha yang terdiri dari biaya operasional tetap yaitu biaya yang tidak akan berubah ketika kuantitas produk yang diproduksi bertambah dan biaya variabel atau biaya operasional tidak tetap yaitu biaya yang akan berubah mengikuti perubahan jumlah produksi. Biaya operasional tetap pertahun yang dibutuhkan untuk memproduksi minyak pirolisis sampah plastik dalam penelitian ini sebagai berikut:

a. Listrik = Rp1.071.821

Menurut [10], total biaya operasional tetap pertahun adalah total penggunaan listrik yaitu Rp1.071.821.

Biaya operasional tidak tetap pertahun yang dibutuhkan untuk memproduksi minyak pirolisis sampah plastik dalam penelitian ini sebagai berikut:

a. Botol kaca 1 liter bening = Rp2.820.000

b. Plastik trash bag 80cm x 100cm = Rp153.600

Menurut [10], total Biaya operasional tidak tetap pertahun adalah total pembelian Botol kaca 1 liter bening dan Plastik trash bag 80cm x 100cm yaitu Rp2.973.600.

3.3 Harga Pokok Produksi Pertahun (HPPP)

Harga Pokok Produksi Pertahun (HPPP) diperoleh dengan cara menjumlahkan biaya operasional tetap dan biaya variabel kemudian dibagi dengan jumlah produksi pertahun.

$$\begin{aligned} & \text{Harga Pokok Produksi Pertahun (HPPP)} \\ &= \frac{\text{Biaya tetap} - \text{biaya variabel}}{\text{Jumlah produksi pertahun}} \quad (1) \\ &= \frac{\text{Rp1.071.821} + \text{Rp2.973.600}}{235,2 \text{ liter}} \\ &= \frac{\text{Rp4.045.421}}{235,2 \text{ liter}} \\ &= \text{Rp17.199 perliter} \end{aligned}$$

Harga Rp17.199 perliter jauh lebih mahal dibandingkan dengan BBM dipasaran menurut Pertamina yaitu Rp7.650 (pertalite), sehingga tidak dilakukan perhitungan laba penjualan. Hal ini sebanding dengan hasil penelitian [5] menunjukkan bahwa biaya produksi minyak yang dihasilkan dari pirolisis sampah PP dan LDPE lebih besar daripada biaya penjualan BBM pasaran. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian [6] menyatakan bahwa pengolahan sampah dengan metode pirolisis memiliki kelayakan ekonomis. Hal ini dikarenakan metode pirolisis dalam penelitian [6] memiliki sistem pengelolaan sampah yang berbeda dengan negara Indonesia.

Usaha produksi minyak hasil pirolisis sampah plastik dapat memberikan manfaat mengurangi limbah plastik 720 kg pertahun. Satu kg sampah

plastik seharga Rp2.000 jadi dalam satu tahun dapat menghasilkan manfaat ekonomi Rp1.440.000. Usaha ini direncanakan dalam 10 tahun dengan tingkat suku bunga BI Rate bulan Juni 2020 [1] adalah 4% menggunakan persamaan sebagai berikut menurut [11]:

a. DF periode t = $(1 + i)^{-t}$

b. Pv Bt periode t = $\frac{\text{Benefit (Bt)}}{(1+r)^t}$

c. Pv Ct periode t = $(\text{Cost (Ct)})/((1+r)^t)$

3.4 Net Present Value (NPV)

NPV adalah perbedaan antara nilai sekarang dari arus kas yang masuk dan nilai sekarang dari arus kas keluar pada sebuah waktu periode. NPV biasanya digunakan untuk alokasi modal untuk menganalisis keuntungan dalam sebuah proyek yang akan dilaksanakan. NPV yang positif menandakan bahwa proyeksi pendapatan yang dihasilkan oleh sebuah proyek atau investasi melebihi dari proyeksi biaya yang dikeluarkan dan menandakan keuntungan sedangkan NPV yang negatif akan menghasilkan kerugian. Menurut [3] persamaan NPV sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \sum_{t=0}^n \frac{(Bt)}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(Ct)}{(1+i)^t} \quad (2) \\ &= \text{Rp11.679.689,92} - \text{Rp99.250.312,11} \\ &= -87.570.622,19 \end{aligned}$$

NPV tersebut bernilai negatif sehingga akan menghasilkan kerugian jika usaha tersebut dijalankan karena arus kas yang keluar untuk biaya investasi dan operasional lebih besar dari pada arus kas yang masuk.

3.5 Benefit Cost Ratio (BCR)

BCR adalah jumlah rasio yang terdapat antara manfaat bersih yang bernilai positif dengan manfaat bersih yang bersifat negatif di dalam sebuah suatu kegiatan usaha. Jika nilai BCR > 1 maka suatu usaha dapat dikatakan layak direalisasikan, apabila BCR < 1 maka suatu usaha tidak layak direalisasikan. Menurut [3] persamaan BCR sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BCR} &= \frac{\sum_{t=0}^n \frac{(Bt)}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{(Ct)}{(1+i)^t}} \quad (3) \\ &= \frac{\text{Rp11.679.689,92}}{\text{Rp32.811.983,11}} \\ &= 0,356 \end{aligned}$$

BCR tersebut < 1 maka usaha tidak layak direalisasikan.

4. KESIMPULAN

Nilai ekonomi yang digunakan untuk biaya investasi sebesar Rp66.438.324, biaya operasional tetap sebesar Rp23.889.92, dan biaya variabel sebesar Rp15.200 sehingga diperoleh HPPP minyak pirolisis Rp17.199 perliter lebih mahal dari pada harga BBM dipasaran. Nilai NPV -87.570.622,19

dan $BCR < 1$ sehingga kegiatan usaha ini tidak layak diaplikasikan karena arus kas yang keluar untuk biaya investasi dan operasional lebih besar dari pada arus kas yang masuk yang disebabkan reaktor yang digunakan kegiatan produksi memiliki kapasitas yang kecil.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang telah memberikan dana penelitian.

6. DAFTAR NOTASI

- Bt = Benefit atau keuntungan kotor yang diperoleh pada tahun t.
Ct = Cost atau biaya yang dikeluarkan pada tahun t.
i = Tingkat diskonto (%)
n = Umur ekonomi proyek (tahun)

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bank Indonesia (BI). 2020. "Suku Bunga Obligasi Pemerintah RI Seri SBR009 Periode 11 Mei 2020 s.d. 10 Agustus 2020". <https://www.bi.go.id/id/ruang-media/info-terbaru/Pages/Suku-Bunga-Obligasi-Pemerintah-RI-Seri-SBR009-Periode-11-Mei-2020-sd-10-Agustus-2020.aspx>. Diakses pada tanggal 2 Juni 2020.
- [2] Ridhuan, Kemas, Dwi Irawan, dan Yulita Zanaria. 2019. "Kajian Tekno-Ekonomi Produksi Reaktor Pirolisis dalam Menghasilkan Bioarang dan Asap Cair". *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro TURBO Vol. 8 No. 2*. Halaman 222.
- [3] Siagian, Rizky Torang Surya dan Medis Sejahtera Surbakti. 2015. "Analisis Awal Kelayakan Ekonomi dan Finansial dalam Perencanaan Monorel Kota Medan". *The 18th FSTPT International Symposium*. Halaman tidak disebutkan.
- [4] Susilo, Gunawan Budi. 2016. "Pembuatan Bahan Bakar dari Pirolisis Limbah Plastik Jenis Polietilen, Polistiren, dan Other". *Journal Teknologi Technoscientia*. Halaman 32.
- [5] Alaydrus, Fahrizal, Arifin dan Andi Hairil Alimuddin. 2017. "Potensi Penambahan Nilai Ekonomi Pada Konversi Sampah Plastik Nonekonomis Menjadi Bahan Bakar Minyak Alternatif dengan Proses Pirolisis". *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah Vol 5, No 1*. ISSN 2622-2884.
- [6] ElQuliti, Said Ali Hassan. 2016. Techno-Economical Feasibility Study of Waste to-Energy Using Pyrolysis Technology for Jeddah Municipal Solid Waste. *International Journal on Power Engineering and Energy (IJPEE)*. Vol. (7) – No. (1) ISSN Print (2314 – 7318) and Online (2314 – 730X) January 2016.
- [7] Sipsn.menlhk.go.id. Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional. Diakses pada 13 November 2019 dari http://sipsn.menlhk.go.id/?q=3a-komposisi-sampah&field_f_wilayah_tid=1748&field_kat_kota_tid=All&field_periode_id_tid=2168.
- [8] Wajdi, Badrul, dkk. 2020. "Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan Metode Pirolisis sebagai Energi Alternatif". *Kappa Journal Vol. 4 No. 1*, 101.
- [9] Nuryosuwito, dkk. 2018. "Pengaruh Campuran Sampah Plastik dengan Katalis Alam Terhadap Hasil Produk Pyrolisis". *Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 9 No. 2*, 85-91.
- [10] Ula, Shofiatul dan Waspada Kurniadi. 2017. "Studi Kelayakan Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Skala Industri Kecil". *Journal of Mechanical Engineering Vol 2 No. 2*, 5.
- [11] Rosyida, Anis. 2019. "Pemanfaatan Limbah Pasir Foundry sebagai Material Agregat Halus dalam Pembuatan Bata Beton (*Paving Block*) (Studi Kasus: Pabrik Peleburan Baja di Gresik)". Tugas Akhir. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [12] Diwantari, Windy Putri. 2016. "Analisis Ekonomi Teknik Investasi Proyek". *Skripsi: Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung*.