UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS**
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Limbah plastik menimbulkan permasalahan yang semakin hari makin mengkhawatirkan. Sementara kebutuhan industri akan plastik juga meningkat. Maka diperlukan suatu usaha daur ulang yang bisa menjembatani hal tersebut. Limbah plastik di lingkungan dapat diurai dan industri mendapat pemenuhan akan kebutuhan plastik dengan harga yang murah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dan melakukan optimasi usaha daur ulang limbah plastik menjadi bijih plastik dalam rangka mengurai jumlah limbah plastik di lingkungan dan juga untuk mendapatkan keuntungan materi.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan studi kasus di perusahaan pengolahan limbah plastik dengan pengumpulan data-data yang diperlukan untuk menentukan formulasi permasalahan sehingga bisa dibentuk model matematika persamaan linier yang selanjutnya melalui simulasi produksi akan diperoleh optimasi. Hasilnya kemudian dianalisa dengan kajian tekno ekonomi untuk mengetahui kelayakan usahanya.

Setelah dilakukan optimasi produksi dari simulasi berdasar model matematika persamaan linier, keuntungan maksimal akan bisa diperoleh perusahaan apabila perusahaan memproduksi PP Hitam A sebesar 1022,73 kg, PP Hitam B sebesar 852,27 kg, PP Abu-abu sebesar 625 kg. Sedangkan PP Abu-abu Jumbo sebaiknya tidak diproduksi. Berdasarkan kajian tekno ekonomi maka didapatkan analisa kelayakan usaha sebelum optimasi adalah ROIa=23,40%, ROIb=23,24%, POTa=2,99 tahun, POTb=3 tahun, BEP=36,07%, SDP=23,98% LANG=4,1, DCFRR=18,8%. Kemudian analisa kelayakan setelah dilakukan optimasi adalah ROIa=29,88%, ROIb=29,73%, POTa=2,5 tahun, POTb=2,51 tahun, BEP=31,03%, SDP=20,63%, LANG=4,1, DCFRR=24,85%.

Kata kunci: Usaha Daur Ulang, Limbah Plastik, Optimasi, Kajian Tekno Ekonomi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS**
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Abstract

The problem of plastic waste is getting more and more worrying day by day. Meanwhile, the industrial demand for plastics is also increasing. So we need a recycling business that can bridge this. Plastic waste in the environment can be decomposed and the industry gets the fulfillment of plastic needs at low prices. This study aims to analyze and optimize the business of recycling plastic waste into plastic ore in order to reduce the amount of plastic waste in the environment and also to obtain material benefits.

The research method used is a case study in a plastic waste processing company with the collection of data needed to determine the formulation of the problem so that a mathematical model of linear equations can be formed which then through production simulations will be obtained optimization. The results are then analyzed with a techno-economic study to determine the feasibility of the business.

After optimization of production from simulations based on a mathematical model of linear equations, if the company wants to get maximum profit, then the company must produce PP Black A of 1022,73 kg, PP Black B of 852,27 kg, PP Gray of 625 kg. Meanwhile, PP Gray Jumbo should not be produced. Based on the techno-economic study, the feasibility analysis before optimization was obtained as ROIa=23,40%, ROIb=23,24%, POTa=2,99 years, POTb=3 years, BEP=36,07%, SDP=23,98% LANG=4,1, DCFRR=18,8 %. Then the feasibility analysis after optimization is ROIa=29,88%, ROIb=29,73%, POTa=2,5 years, POTb=2,51 years, BEP=31,03%, SDP=20,63%, LANG=4,1, DCFRR=24,85%.

Keywords: *Recycling Business, Plastic Waste, Optimization, Techno-Economic Studies*

UNIVERSITAS GADJAH MADA
OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Usaha daur ulang limbah plastik di negara-negara berkembang seperti di Indonesia saat ini hanya dilakukan oleh sektor informal yaitu perorangan atau swasta, dimana keterlibatan pemerintah dirasa masih sangat terbatas. Proses daur ulang limbah plastik tersebut adalah dimulai dengan pengambilan limbah-limbah plastik di Tempat Penampungan Sampah atau Tempat Pembuangan Akhir yang masih terdapat nilai ekonomis di dalamnya oleh para pemulung. Limbah-limbah plastik yang telah terkumpul tersebut kemudian dilakukan pemilahan untuk dikelompok-kelompokkan bahan-bahan bakunya berdasarkan masing-masing jenisnya. Bahan-bahan plastik yang telah dikelompokkan menjadi 7 lalu dijual ke pengepul. Kemudian oleh pengepul dijual kepada pelaku usaha daur ulang limbah plastik untuk diproses berdasar jenisnya masing-masing. Setelah proses pencacahan limbah plastik kemudian dilanjutkan ke proses pembuatan bijih plastik. Bijih plastik daur ulang ini sangat ekonomis dibandingkan bijih plastik murni berasal dari turunan minyak bumi yang harganya sangat mahal. Bijih plastik merupakan bahan baku utama pada industri pencetakan dan pembuatan barang-barang yang bersasal dari bahan plastik dengan menggunakan mesin injeksi (Sukartono, 2015).

Sampah-sampah plastik ketika diambil oleh para pemulung masih dalam kondisi tercampur dengan sampah-sampah yang lain, tercampur benda-benda tajam seperti kaca, besi, tercampur dengan bahan-bahan beracun, tercampur bakteri dan penyakit, dalam kondisi kotor dan juga berbau tidak enak. Hal ini juga mengakibatkan sampah plastik tidak bisa diambil secara maksimal untuk selanjutnya diproses dan didaur ulang. Maka dari itu, diperlukan usaha dan rekayasa sosial serta teknologi agar alur proses daur ulang sampah plastik lebih baik dan tidak tercampur dengan jenis sampah-sampah lain serta kotoran dan bahan-bahan berbahaya dengan sistem pemilahan atau *sorting* sedari awal sampah dibuang (Sukartono, 2015).

Impor sampah atau limbah merupakan hal yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan Menteri Perdagangan No 31 Tahun 2016 tentang Ketentuan Impor Limbah Non Bahan Beracun Berbahaya. Kebutuhan akan bahan baku bagi industri plastik nasional pada Gambar 1.2 mencapai 5,6 juta ton per tahun. Sejumlah 2,3 juta ton dipenuhi dari bijih plastik murni, impor bijih plastik sebesar 2,2 juta ton, dan pemenuhan *material* plastik daur ulang dalam negeri sejumlah 1,1 juta ton berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian (Abeedah, 2019).

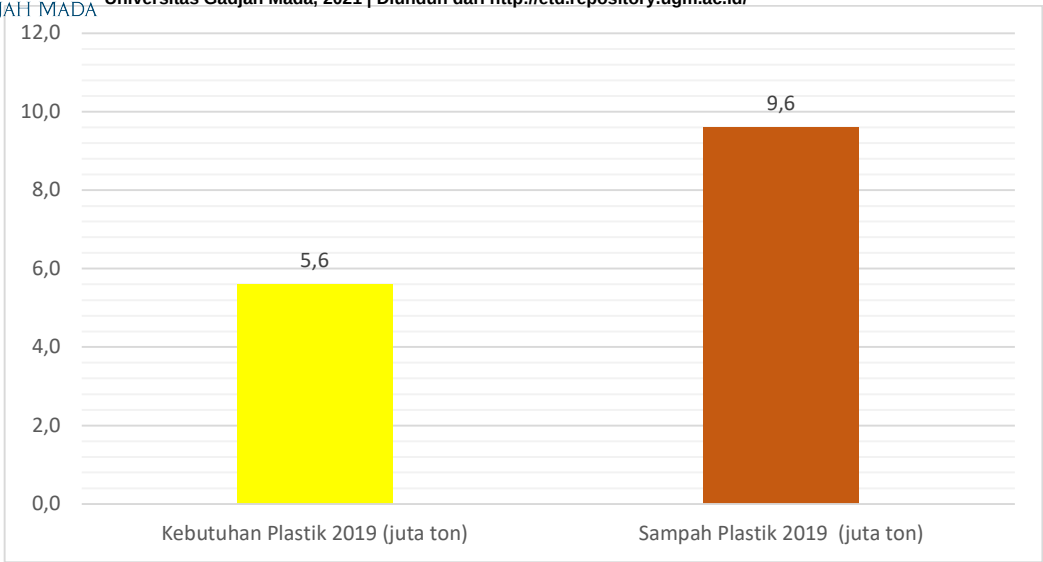
UNIVERSITAS GADJAH MADA
OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Kebutuhan terhadap plastik dalam kehidupan sehari-hari akan terus meningkat dari hari ke hari. Berdasarkan paparan Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) disebutkan bahwa kebutuhan rata-rata plastik orang Indonesia adalah sebesar 19,8 kg per kapita, sehingga jumlah konsumsi plastik di Indonesia adalah 5,76 juta ton per tahun pada tahun 2019 (Deny, 2019).

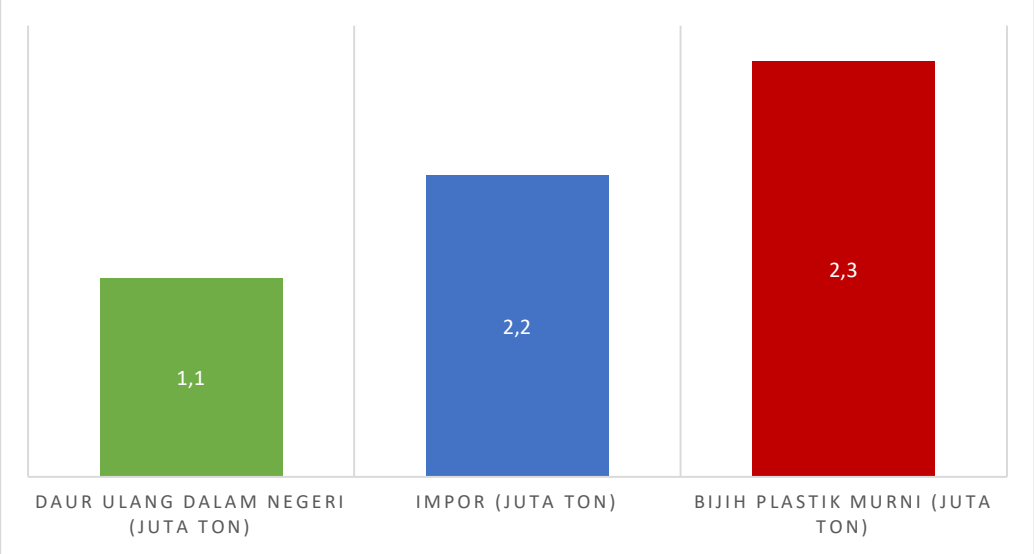
Kemudian berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, pada tahun 2019 ada 175.000 sampah ton/hari atau 64 juta ton/tahun. Komposisi sampah plastiknya mencapai 15% atau 9,6 juta ton/tahun. Yang didaur ulang hanya sekitar 10% -15% atau 960 ribu ton – 1,440 juta ton /tahun. Kemudian sampah plastik sebanyak 15% - 30% atau 1,440 juta ton – 2,880 juta ton/tahun terbuang ke sungai, danau, dan laut. Sisanya 60% - 70% atau 5,76 juta ton – 6,72 juta ton/tahun ditimbun di TPA, data disajikan pada Gambar 1.3. Padahal sifat sampah plastik adalah nonbiodegradable atau sulit terurai dan diprediksi memerlukan waktu ratusan tahun untuk bisa diuraikan dengan sempurna. Sehingga akan terjadi penumpukan sampah plastik terus menerus dari tahun ke tahun bila tidak diatur dengan baik (Fajrian, 2019).

Oleh karena itu sangat diperlukan usaha-usaha untuk mengatur limbah plastik ini agar termanfaatkan dengan baik dan tidak malah menumpuk yang akan menimbulkan banyak masalah lingkungan dan kehidupan. Salah satunya adalah dengan mengatur metode sistem pengolahan sampah plastik, mulai dari cara membuangnya, mengumpulkannya, dan juga memperbanyak unit-unit pengolahan limbah plastik daur ulang. Hal tersebut akan mendatangkan banyak keuntungan, berupa keuntungan mengurangi jumlah sampah plastik yang tidak bisa terurai, selain itu juga mendatangkan keuntungan materi karena kebutuhan akan daur ulang bijih plastik masih besar, yang masih harus dipenuhi dari bijih plastik yang murni maupun bijih plastik dari impor yang notabene harganya lebih mahal dari produksi lokal dalam negeri. Berikut pada Gambar 1.1 merupakan grafik perbandingan jumlah sampah plastik dan kebutuhan akan plastik di Indonesia di tahun 2019.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

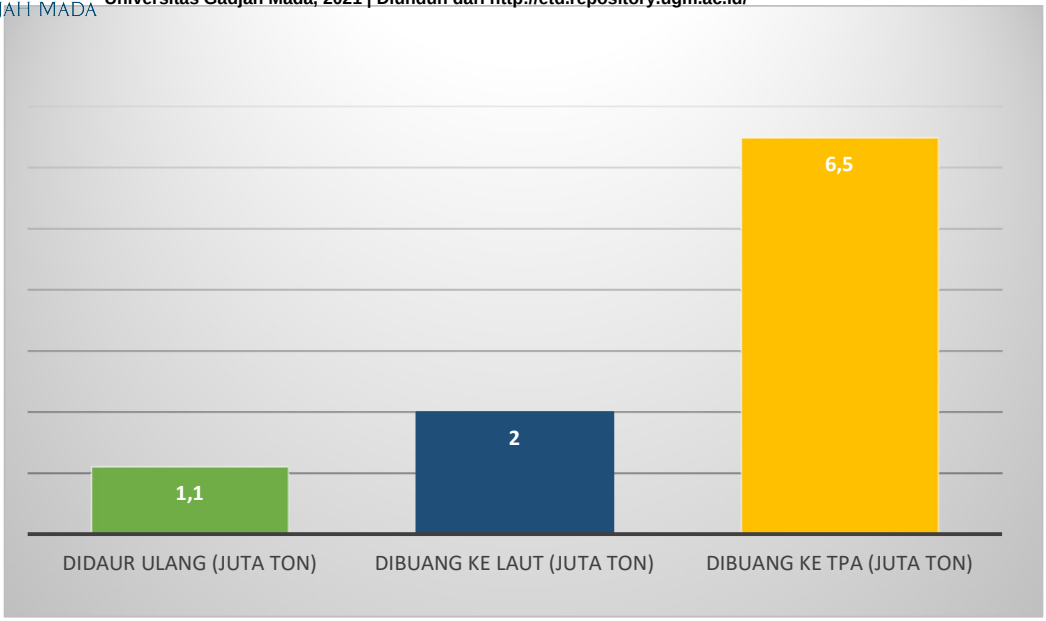


Gambar 1.1 Grafik Perbandingan Sampah Plastik Dengan Kebutuhan Plastik di Indonesia Tahun 2019 (Abeedah, 2019 & Fajrian, 2019)



Gambar 1.2 Grafik Pemenuhan Kebutuhan Plastik di Indonesia Tahun 2019 (Abeedah, 2019)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 1.3 Grafik Alokasi Sampah Plastik di Indonesia Tahun 2019 (Fajrian, 2019)

1.2. RUMUSAN MASALAH

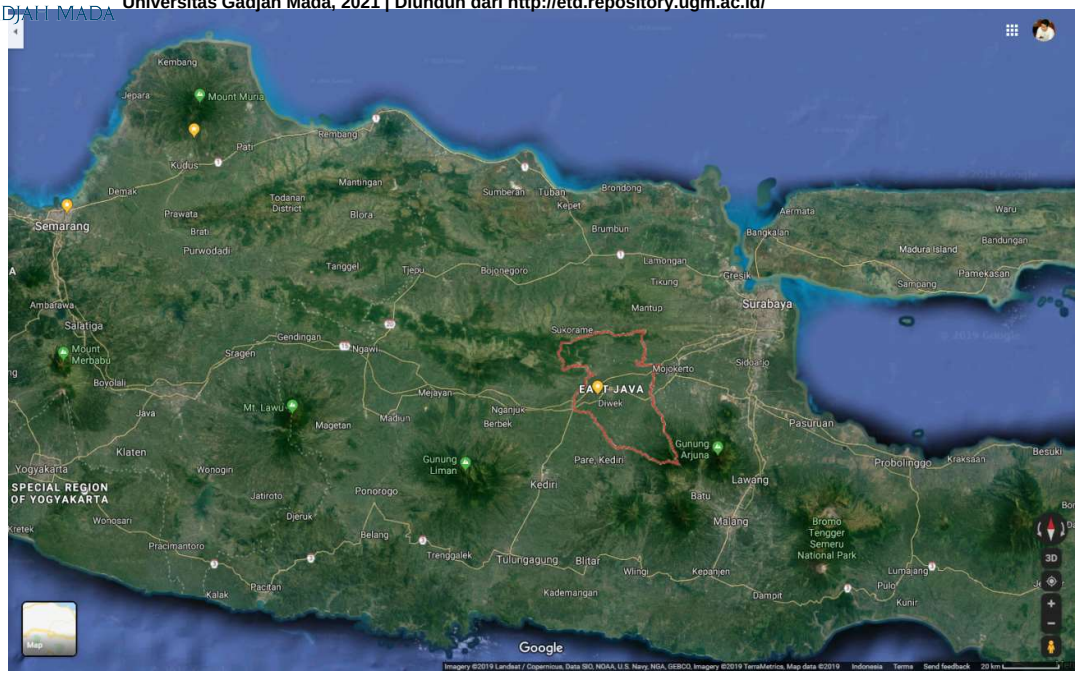
Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah usaha daur ulang limbah plastik menjadi bijih plastik dapat untuk mengurai jumlah limbah plastik di lingkungan dan juga untuk mendapatkan keuntungan materi?
2. Bagaimanakah agar usaha daur ulang limbah plastik menjadi bijih plastik bisa mendapatkan keuntungan paling optimal?
3. Bagaimanakah cara untuk mengetahui bahwa agar usaha daur ulang limbah plastik menjadi bijih plastik layak untuk dijalankan dan cara mengkonfirmasi optimasinya?

1.3. BATASAN MASALAH

Pada penelitian ini, dibahas optimasi pada sistem pengolahan limbah plastik di CV. Pandu Kencana yang berlokasi di Jombang, Jawa Timur pada Gambar 1.4 yang mempunyai kapasitas produksi 2.500 kg per hari, meliputi pengendalian dan pemilihan bahan baku serta juga produk yang akan diproduksi meliputi jumlah, kombinasi bahan baku untuk membuat produk yang optimal keuntungannya menggunakan metode Simulasi Produksi kemudian dianalisa kajian tekno ekonominya.

OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 1.4 Peta Lokasi Penelitian di CV. Pandu Kencana Jombang (Google Map, 2021)

1.4. KEASLIAN PENELITIAN

Penelitian yang membahas optimasi pengolahan limbah plastik pernah dipublikasikan oleh Yana, dkk (2016) yang menganalisis optimasi industri pengolahan limbah plastik menjadi produk cacahan plastik dengan pendekatan simulasi dari rencana pengolahan limbah plastik dalam kurun waktu setahun dengan mempertimbangkan mengikuti harga yang berlaku di pasar dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir.

Penelitian lainnya adalah mengenai pengembangan bisnis pengolahan plastik bekas di PT. MBC, Tangerang dilakukan oleh Zulkarnain (2011) yang menganalisa tentang kelayakan dan potensi dalam pengembangan bisnis pengolahan plastik bekas di PT. MBC serta memformulasikan strategi pengembangan bisnis pengolahan plastik bekas yang cocok untuk PT. MBC.

Penelitian lain yang relevan pernah dilakukan oleh Sahwan, dkk (2005) yang membahas sistem pengelolaan limbah plastik di Indonesia dan permasalahan daur ulang plastik yang dihadapi.

Berdasarkan beberapa penelitian yang sudah dilakukan di atas, optimasi dan kajian tekno ekonomi benefisiasi limbah plastik menggunakan metode Simulasi Produksi di CV. Pandu Kencana Jombang, Jawa Timur belum pernah dilakukan sebelumnya. Perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan adalah, pada penelitian kali ini akan dianalisa optimasi bahan

UNIVERSITAS GADJAH MADA
OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

baku dari bahan baku berupa sak, sak jumbo, tisu, tisu jubo, terpal, kresek, sablon, HD, dan packing menjadi produk berupa PP Hitam A, PP Hitam B, PP Abu-abu, dan PP Abu-abu Jumbo dengan membandingkan parameter tekno ekonomi berupa modal tetap, biaya produksi (langsung, tidak langsung, tetap), modal kerja, pengeluaran umum, dan analisa kelayakan (ROI, POT, BEP, SDP, Faktor LANG, DCFRR).

Berikut pada Tabel 1.1 adalah perbandingan penelitian yang dilakukan dengan penelitian-penelitian sebelumnya.

Tabel 1.1 Perbandingan Penelitian

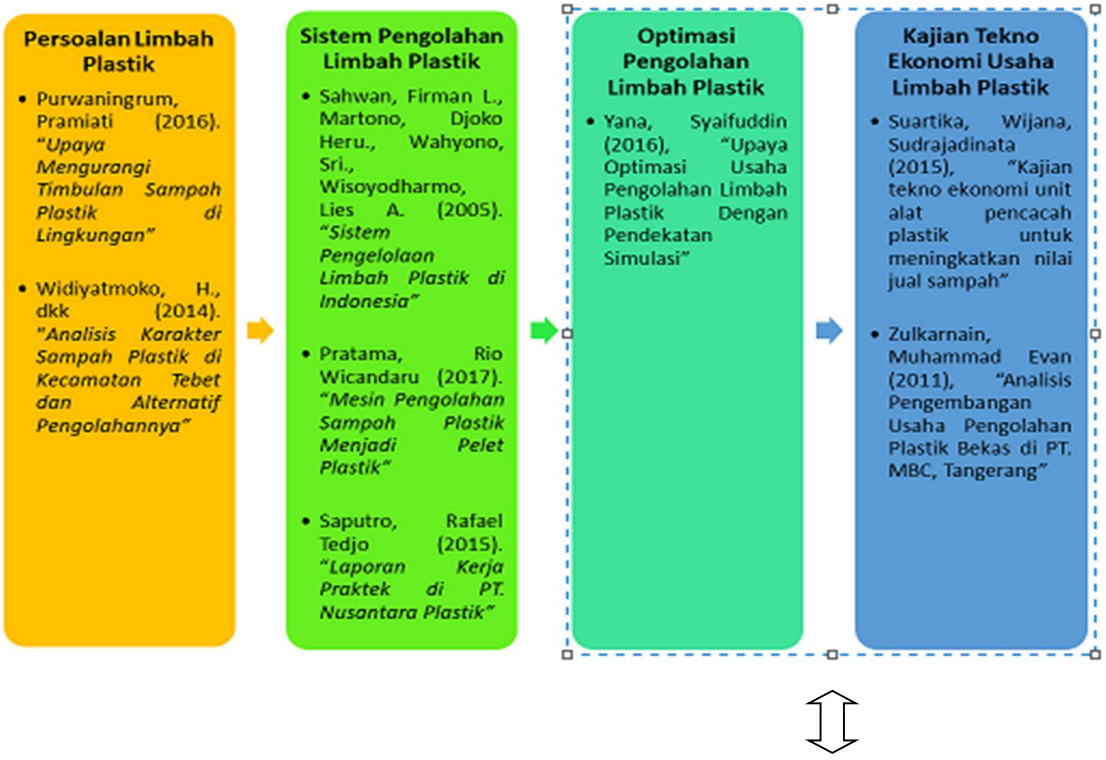
Kajian Tekno Ekonomi Usaha Limbah Plastik	
Suartika, Wijana, Sudrajadinata (2015), "Kajian tekno ekonomi unit alat pencacah plastik untuk meningkatkan nilai jual sampah"	Analisa kajian tekno ekonomi unit alat pencacah plastik, kapasitas produksi, tata letak, dan proses poduksi di UD. SARI PLASTIK LOMBOK TIMUR, NTB.
Zulkarnain, Muhammad Evan (2011), "Analisis Pengembangan Usaha Pengolahan Plastik Bekas di PT. MBC, Tangerang"	Analisa kelayakan dan potensi pengembangan usaha pengolahan plastik bekas di PT. MBC serta merumuskan strategi pengembangan usaha pengolahan plastik untuk PT. MBC.
Sistem Pengolahan Limbah Plastik	
Sahwan, Firman L., Martono, Djoko Heru., Wahyono, Sri., Wisoyodharmo, Lies A. (2005). "*Sistem Pengelolaan Limbah Plastik di Indonesia*"	Membahas jalur tata niaga sampah plastik Indonesia mulai dari pemulung, lapak kecil, lapak besar, bandar/pemasok hingga ke pabrik pengolahan/daur ulang limbah plastik.
Pratama, Rio Wicandaru (2017). "*Mesin Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Pelet Plastik*"	Pembuatan mesin pengolahan sampah plastik menjadi pelet plastik untuk mempermudah masyarakat mengolah sampah plastik menjadi bernilai ekonomis.
Saputro, Rafael Tedjo (2015). "*Laporan Kerja Praktek di PT. Nusantara Plastik*"	Analisa produk-produk yang menghasilkan aval karena beberapa faktor, antara lain faktor bahan, kebersihan bahan baku, mesin, pengalaman operator, dan faktor lainnya.
Optimasi Pengolahan Limbah Plastik	
Yana, Syaifuddin (2016), "Upaya Optimasi Usaha Pengolahan Limbah Plastik Dengan Pendekatan Simulasi"	Analisa optimasi industri pengolahan limbah plastik menjadi produk cacahan plastik dengan pendekatan simulasi dari rencana pengolahan limbah plastik dalam kurun waktu setahun.

OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 1.1 Perbandingan Penelitian (Lanjutan)

Persoalan Limbah Plastik	
Purwaningrum, Pramiati (2016). *"Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan"*	Membahas penanganan sampah plastik yang sudah banyak diterapkan dengan Konsep 3R (Reuse, Reduce, dan Recycle) dan alternatif lain dengan daur ulang sampah plastik dijadikan bahan bakar minyak.
Pamungkas, Febrina PA (2014). *"Analisis Karakter Sampah Plastik di Kecamatan Tebet dan Alternatif Pengolahannya"*	Plastik masih banyak dipakai karena memiliki banyak keunggulan, ringan, tidak mudah pecah, dan murah. Pengolahan sampah plastik sesuai jenisnya atau kode dapat mengurangi timbulan sampah secara signifikan.

Berikut pada Gambar 1.5 adalah posisi penelitian yang dilakukan dengan penelitian-penelitian sebelumnya.



Gambar 1.5 Posisi Penelitian Yang Dilakukan Dengan Penelitian-penelitian Sebelumnya

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan formulasi pengolahan bahan yang paling optimal dengan Simulasi Produksi untuk menekan biaya produksi agar bisa seminimal mungkin dan memperoleh keuntungan yang semaksimal mungkin.
2. Dengan sistem pengolahan limbah plastik yang optimal maka akan tercipta unit-unit pengolahan yang bisa mengurai permasalahan limbah yang sudah ada, tercipta kelestarian lingkungan dan menghasilkan keuntungan materi, dari limbah menjadi berkah.

1.6. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan analisa usaha daur ulang limbah plastik menjadi bijih plastik dalam rangka mengurai jumlah limbah plastik di lingkungan dan juga untuk mendapatkan keuntungan materi.
2. Mendapatkan data parameter-parameter produksi agar bisa dilakukan optimasi melalui simulasi produksi dengan pemrograman linier.
3. Melakukan kajian tekno ekonomi sebelum dan sesudah dilakukan optimasi produksi.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Bahan plastik adalah suatu *material* organik yang memiliki keistimewaan bisa dibuat menjadi bermacam-macam bentuk jika mendapatkan tekanan dan panas. Bentuk plastik bisa berupa lembaran-lembaran atau batangan-batangan dan lain-lain, jika menjadi produk bisa berupa wadah makanan, botol minuman, alat-alat makan, perpipaan, dan lain sebagainya. Bahan penyusun plastik yaitu berupa polimer dan bahan tambahan lainnya. Sedangkan polimer tersebut terdiri dari monomer-monomer pada rantai ikatan kimia (Purwaningrum, 2016).

Bahan plastik pada awalnya ditemukan pada tahun 1869 berasal dari *selluloid* yang merupakan polimer alami oleh penemu dari Amerika bernama John Hyatt kemudian mulai dibentuk di tahun 1872. Pada mulanya bahan plastik disusun oleh alkohol, kamfer, dan nitrat selulosa. Setelah dimulai produksi bakelite pada tahun 1909 oleh American Chemist Baakeland maka bahan plastik menjadi suatu industri yang modern. Sedangkan komposisi bakelite terdiri dari formaldehid dan polimer fenol. Pada perkembangannya, bahan-bahan plastik dimanfaatkan pada berbagai kegunaan dan bermacam bentuk, misalnya saja pada wadah makanan, alat-alat makan, botol-botol minuman, perpipaan, perabotan, konstruksi bangunan, dan lain sebagainya (Purwaningrum, 2016).

Sifat bahan plastik secara umum adalah memiliki densitas rendah, menjadi isolasi listrik, memiliki ketahanan mekanik dan juga ketahanan bahan kimia yang beragam, mempunyai ketahanan pada suhu tertentu (Purwaningrum, 2016).

Kelebihan bahan plastik daripada bahan lain adalah ringan, tahan karat, lentur, tidak gampang pecah, penghambat listrik dan panas yang baik, gampang diberi pewarnaan, tahan terhadap karat, dan lain sebagainya.

Bahan plastik bisa diklasifikasikan menjadi dua yaitu berupa *thermosetting* dan *thermoplastic*. *Thermoplastic* merupakan bahan plastik yang apabila dipanaskan hingga tercapai suhu tertentu makan akan mencair kemudian bisa dibentuk kembali ke bentuk yang dikehendaki. Selanjutnya adalah *thermosetting* merupakan bahan plastik yang sudah dibikin pada bentuk padatan, akan tetapi tidak bisa dicairkan balik dengan jalan dipanaskan. Merujuk kedua jenis bahan plastik tersebut maka bisa disimpulkan bahwa *thermoplastic* merupakan jenis bahan plastik yang bisa untuk didaur ulang kembali. Bahan plastik yang bisa untuk didaur ulang tersebut diberi pengkodean dan nomer untuk masing-masing jenisnya agar lebih mudah dalam proses pengidentifikasiannya (Purwaningrum, 2016).

UNIVERSITAS GADJAH MADA
OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Sifat bahan plastik adalah gampang terbakar, oleh karena itu ancaman terhadap potensi terjadinya kebakaran juga meningkat seiring meningkatnya penggunaan bahan-bahan dari plastik. Asap dari pembakaran *material* plastik juga sangat berbahaya sebab mengandung zat-zat beracun di antaranya adalah hidrogen sianida atau HCN dan juga karbon monoksida atau CO. Zat hidrogen sianida atau HCN bersumber dari polimer dengan bahan akrilonitril sedangkan zat karbon monoksida atau CO merupakan hasil dari proses pembakaran yang kurang sempurna. Hal tersebut yang menjadi sebab limbah plastik merupakan sebab pencemaran udara dan menimbulkan efek jangka lama yaitu pemanasan global di atmosfer bumi (Purwaningrum, 2016).

Limbah plastik yang ada di dalam tanah tidak bisa diuraikan oleh mikroorganisme sehingga menjadi sebab mineral-mineral yang terkandung pada tanah berupa organik ataupun anorganik akan menjadi berkurang. Sehingga pada area yang banyak limbah plastiknya tersebut akan terdapat sedikit mikroorganisme, cacing tanah atau hewan pengurai lainnya disebabkan karena sedikitnya makanan dan tempat yang tidak nyaman untuk berlindung karena penuh sesak dengan limbah plastik. Dampak lainnya adalah menyebabkan kandungan O2 di tanah menjadi sedikit sehingga hewan-hewan pengurai dan mikroorganisme akan sulit hidup karena kesusahan bernafas. Hal itu juga menyebabkan tanaman-tanaman pada area tersebut akan menjadi sulit hidup dan mati dikarenakan mikroorganisme adalah perantara untuk kelangsungan hidup tanaman (Ahmann, 2007).

2.2 LANDASAN TEORI

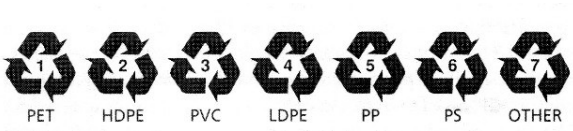
2.2.1 Sifat *Thermal* Bahan Plastik

Pada kegiatan pendaur ulangan bahan plastik sangatlah penting untuk mengetahui ilmu tentang sifat thermal dari bermacam-macam jenis plastik. Sifat thermal yang pertama adalah titik lebur (Tm) yang merupakan suhu ketika bahan plastik beranjak menjadi lembek kemudian jadi cair. Ketika berada di atas suhu lebur, bahan plastik akan mengalami volume yang membesar yang mengakibatkan molekul bergerak bebas dengan ditandai adanya peningkatan sifat lenturnya. Selanjutnya adalah titik transisi atau (Tg) yang merupakan titik dimana plastik mengalami kerengganan struktur yang mengakibatkan perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih lentur. Kemudian titik dekomposisi yaitu batas dari tahapan pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas titik lebur, maka bahan plastik akan lebih mudah mengalir dan strukturnya akan mengalami dekomposisi. Hal tersebut terjadi karena daya thermal melampaui daya yang mengikat rantai-rantai molekul. Pada umumnya, suatu polimer akan terjadi proses dekomposisi ketika berada di suhu di atas 1,5 kalinya dari suhu transisi (Budiyantoro, 2010).

OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.2 Jenis-jenis Plastik

Usaha daur ulang diperlukan dalam rangka untuk mengurangi jumlah limbah plastik di lingkungan. Ada beberapa macam jenis sampah plastik yang ada di lingkungan, oleh karena itu dibuatlah sistem pengkodean plastik yang dapat didaur ulang. Kode atau simbol tersebut berupa bentuk segitiga yang ada arah panahnya yang merupakan kode *recycle,* kemudian dalam segitiga tersebut ada nomer dari 1 sampai 7. Pengkodean tersebut dibuat oleh *American Society of Plastic Industry,* untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini (Yana, 2016).



Gambar 2.1 Kode Daur Ulang Plastik (Yana, 2016)

Beberapa jenis plastik diantaranya adalah :

PET atau PETE, disebut juga *polyethylene therephthalate* mempunyai karakteristik ringan, mudah dibuat, serta harganya murah. Plastik ini sering digunakan untuk pembuatan botol minuman atau *soft drink* serta pembuatan wadah makanan untuk microwave. HDPE atau *high density polyethylene* mempunyai karakteristik kuat, mudah didaur ulang, sedikit paparan kimia ketika digunakan untuk bungkus makanan, penggunaannya bisa juga untuk botol shampoo, sabun, dan kantong kresek. PVC atau *polyvinyl chloride*) mempunyai sifat fisik yang stabil dan memiliki ketahanan terhadap bahan kimia akan tetapi sulit didaur ulang, kebanyakan digunakan untuk perpipaan dan juga konstruksi. LDPE atau *low density polyethylene*, penggunannya pada bungkus makanan dan botol minuman yang lentur. PP atau *polypropylene* mempunyai karakteristik merupakan isolasi listrik yang baik, tahan terhadap air mendidih, bahan kimia selain klorin, *xylene,* dan bahan bakar. Penggunaannya untuk peralatan otomotif, wadah makanan, karpet, dan lain sebaginya. PS atau *polystyrene* mempunyai kekakuan dan kestabilan dimensi yang baik, penggunaannya untuk tempat makanan sekali pakai, mainan anak-anak, alat-alat medis, dan lain-lain.

2.2.3 Dampak Plastik Terhadap Lingkungan

Limbah plastik menimbulkan dampak yang kurang baik kepada ligkungan, diantaranya adalah bisa mencemari air, tanah, dan makhluk yang terdapat di dalamnya. Racun-racun yang berasal dari plastik yang telah masuk ke dalam tanah bisa mematikan makhluk-makhluk pengurai misalnya cacing. Limbah plastik yang tidak bisa diuraikan oleh tanaman ataupun hewan bisa menjadi racun bagi lingkungan. Misalnya saja kantong kresek akan menghalangi

OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

air terserap oleh tanah, mengganggu kesuburan lahan karena limbah plastik menghambat jalur sirkulasi udara, selain itu juga mengganggu ruang gerak pengurai untuk menyuburkan tanah. Kantong-kantong kresek plastik ini sangat sukar terurai membutuhkan waktu ratusan tahun, karena sifatnya yang ringan bisa terbang kemana-mana hingga ke laut. Ketika sampai ke laut, binatang-binatang di laut akan beranggapan kantong kresek plastik adalah makanan, setelah mereka memakannya maka akan keracunan dan bisa mati, setelah matipun, bangkai hewan-hewan tersebut masih mengandung kantong kresek plastik yang tidak bisa terurai sehingga dapat pula meracuni binatang-binatang lain yang masih hidup yang memakannya. Demikian seterusnya siklusnya sangat berdampak terhadap biota laut. Sampah-sampah kantong kresek plastik ini bila dibuang ke sungai akan mengakibatkan sungai kotor, menjadi dangkal, dan tersumbat yang bisa mengakibatkan banjir (Wibowo, 2016).

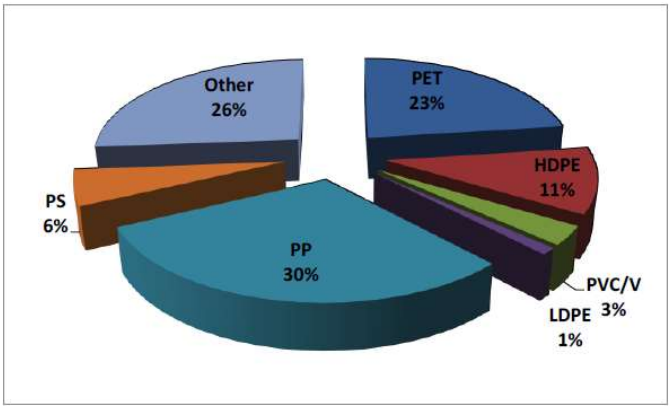
Budaya konsumsi bahan plastik yang berlebihan bisa mengakibatkan dampak serius bagi lingkungan karena sifat sampah plastik yang sangat sulit terurai, membutuhkan waktu hingga ratusan tahun untuk bisa terurai (Purwaningrum, 2016).

2.2.4 Persentase Komposisi Plastik

Bahan plastik mempunyai banyak kelebihan-kelebihan dibanding *material* lain, harganya murah, kuat, tahan lama, mudah dibentuk dan lain-lain, sehingga hal-hal tersebut menjadi sesuatu yang positif. Namun di sisi lain bahan plastik juga menimbulkan dampak negatif terutama terhadap lingkungan, di antaranya adalah bisa berdampak terhadap kesuburan tanah, dapat menyumbat saluran air, sungai, mencemari lingkungan, dan juga mengakibatkan banjir. Selain itu, limbah plastik apabila dibakar akan bisa mengeluarkan zat yang beracun dan berbahaya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Purwaningrum, 2016).

Jenis bahan plastik yang paling banyak di lingkungan adalah berupa PP atau *Polypropylene* sejumlah 30,19 persen. Bahan plastik ini banyak dipergunakan sebagai pembungkus makanan, botol minuman, kantong kresek, dan lain-lain. Bahan plastik banyak digunakan dikarenakan mempunyai kelebihan seperti harganya murah, kuat, dan juga ringan. Berikut pada Gambar 2.2 adalah persentase komposisi plastik (Pamungkas, 2014).

OPTIMASI DAN KAJIAN TEKNO EKONOMI BENEFISIASI LIMBAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN SIMULASI PRODUKSI
STUDI KASUS DI CV. PANDU KENCANA JOMBANG, JAWA TIMUR TESIS
MAHENDRA RIAN PUTRA, Ir. Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D., IPU. ; Dr. Eng. Ir. Muhammad Arif Wibisono, S.T
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2.2 Komposisi Jenis Plastik (Pamungkas, 2014)

Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) diketahui bahwasannya jumlah total sampah di Indonesia pada tahun 2019 akan berjumlah 68 juta ton, sedangkan limbah plastik diperkirakan jumlahnya adalah 9,52 juta ton atau 14 persen dari jumlah total sampah. Oleh karena itu KLHK menargetkan limbah plastik agar bisa berkurang hingga 1,9 juta ton pada tahun 2019 (Purwaningrum, 2016).

Berhubungan dengan data di atas dapat disimpulkan bahwa dengan semakin banyaknya limbah plastik akan mengakibatkan hal serius jika tidak ada solusi untuk menanganinya. Penyelesaian terhadap permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan konsep *Reuse, Reduce, Recycle*. *Reuse* merupakan penggunaan kembali benda-benda yang terbuat dari bahan plastik, *Reduce* merupakan pengurangan dari menggunakan benda-benda yang terbuat dari bahan plastik, misalnya peralatan yang hanya bisa sekali pakai, sedangkan *Recycle* adalah merupakan pendaur ulangan benda-benda dari bahan plastik yang sudah tidak digunakan lagi, terutama barang-barang berbahan plastik yang sudah dibuang di lingkungan agar bisa dimanfaatkan kembali (Purwaningrum, 2016).

Penelitian-penelitian yang sudah dilakukan terhadap bahan plastik adalah bisa didaur ulang menjadi barang-barang yang bermanfaat, selain itu juga penelitian konversi limbah plastik untuk diubah jadi bahan bakar minyak, dan juga bisa dimanfaatkan untuk jadi bahan dasar karbon aktif pereduksi pada limbah cairan (Purwaningrum, 2016).

2.2.5 Daur Ulang Limbah Plastik

Daur ulang adalah merupakan pemanfaatan kembali barang-barang yang sudah tidak berguna atau tidak bernilai ekonomis lagi dengan proses kimia atau fisik maupun keduanya, dari proses tersebut akan diperoleh produk-produk yang bernilai ekonomi dan bisa bermanfaat lagi. Daur ulang atau *recycle* limbah plastik dibagi menjadi empat macam yaitu berupa daur