

KAJIAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES DAUR
ULANG SAMPAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN *LIFE*
CYCLE ASSESMENT



TESIS

Vita Rosmiati
30000214420047

PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2019

TESIS

KAJIAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES DAUR
ULANG SAMPAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN *LIFE*
CYCLE ASSESMENT

Disusun oleh :

Vita Rosmiati
30000214420047

Mengetahui,
Pembimbing Utama

Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc.
NIP. 19751028 199903 1 004

Dekan
Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Lingkungan
Universitas Diponegoro

Dr. R. B. Sularto, S.H., M.Hum.
NIP. 19670101 199103 1 005

Dr. Eng. Maryono, S.T., M.T.
NIP. 19750811 200012 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES DAUR ULANG
SAMPAH PLASTIK DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESMENT*

Disusun oleh :

Vita Rosmiati
30000214420047

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada Tanggal 23 Desember 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

Tanda Tangan

Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T

.....

Anggota

1. Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc

.....

2. Dr. Ir. Bambang Yulianto, DEA.

.....

3. Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc.

.....

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Studi Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya oranglain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang yang berlaku.

Semarang, Desember 2019

Vita Rosmiati
NIM. 30000214420047

RIWAYAT HIDUP

VITA ROSMIATI, S.Pd.



Penulis lahir di Sumedang pada tanggal 05 Agustus 1991, yang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Ibu Dra. Hj. Cicih dan Bapak H. Dahyat Sudrajat, S.Pd. Penulis mengawali riwayat pendidikannya dari tingkat Taman Kanak-kanak Dharma Wanita Situraja, kemudian pada tahun 1998 melanjutkan Sekolah Dasar di SDN Sadangsari. Setelah menempuh dan menyelesaikan sekolah dasar, penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Cisitu, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri Situraja dan lulus pada tahun 2009. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikannya ke perguruan tinggi dengan jalur Ujian Mandiri (UM) mengambil Jurusan Pendidikan Geografi pada Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia dan lulus pada tahun 2013. Di tahun 2015, penulis berkesempatan untuk melanjutkan jenjang pendidikan S2 mengambil program studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.

KATA PENGANTAR

Assalaamu`alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil`alamin, penulis panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, karena dapat menyelesaikan penulisan tesis untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi di program studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang. Judul tesis yang penulis angkat adalah “Kajian Dampak Lingkungan pada Proses Daur Ulang Sampah Plastik dengan Pendekatan *Life Cycle Assesment*”. Dalam penyusunan tesis initentu saja tidak terlepas dari bantuan, arahan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itulah dengan penuh rasa hormat saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc. selaku pembimbing utama atas kesediaan dalam memberikan bimbingan serta arahan hingga terselesaikannya tesis ini.
2. Bapak/Ibu Dosen beserta staf pengelola Sekolah Pascasarjana Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.
3. Keluarga besar saya, Bapak Dahyat Sudrajat, S.Pd dan Ibu Dra. Cicih, Kakak Adar Sujjyar, S.Sos dan Adik Sandy Tri Sukma Lokva serta mertua saya Ibu Maya Darmayanti dan Bapak Agus Budi Setiawan yang selalu mendukung dan mendoakan saya untuk terselesaikannya tesis ini.
4. Suami Anggi Prasetya, S.E dan ananda tercinta Tavisha Zea Prasetya yang selalu sabar menyemangati dan mendukung setiap waktu baik secara materiil maupun imateriil.
5. Pak Ho-Ho dan Pak Irwanto selaku pemilik industri daur ulang sampah plastik PT. Setia Purnama Abadi dan CV. Mawar Plastik yang telah memberikan ijin untuk menjadikan perusahaannya sebagai objek penelitian ini.

6. Teman-teman MIL angkatan 44 dan angkatan lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu memberikan semangat dan bantuan dalam berbagi ilmu.
7. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menyampaikan permohonan maaf apabila penulis tidak sempat menuliskan semua pihak yang telah membantu selama penelitian dan penyusunan tesis ini. Hanya ucapan terimakasih yang setulus-tulusnya dapat penulis sampaikan, semoga berkah dan rahmat Allah senantiasa terlimpah.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan tesis ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Penelitian Terdahulu	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sampah Plastik	11
2.2 Dampak Lingkungan dari Sampah Plastik	18
2.3 Proses Daur Ulang Sampah Plastik	20
2.4 Gas Rumah Kaca	24
2.5 Emisi Gas CO ₂ dari Sektor Industri	26
2.6 Jejak Karbon.	27
2.7 <i>Life Cycle Assesment</i> (Kajian Daur Hidup)	30
2.6.1 Tahapan <i>Life Cycle Assesment</i>	32
2.6.1.1. Penentuan Tujuan dan Lingkup Kajian (<i>Goal and Scope Definition</i>)	33
2.6.1.2. Analisis Inventoris (<i>Inventory Analysis</i>)	34
2.6.1.3. <i>Life Cycle Impact Assesment</i>	36
2.6.1.4. <i>Interpretation</i>	40
2.6.2 <i>Aplikasi Penggunaan Life Cycle Assesment</i>	41
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	44
3.2 Ruang Lingkup Penelitian	44
3.2.1. Ruang Lingkup Wilayah	44
3.2.2. Ruang Lingkup Materi	45
3.2.3. Ruang Lingkup Studi	45
3.3 Metode Pengumpulan Data	46

3.3.1	Jenis dan Sumber Data	46
3.3.2	Teknik Pengumpulan Data	46
3.4	Teknik Analisis Data.....	47
3.4.1	<i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	47
3.4.2	<i>Life Cycle Impact Assessment (LCIA)</i>	52
3.5	Kerangka Penelitian	57
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	59
4.1.1.	Profil PT. Setia Purnama Abadi	61
4.1.2.	Profil CV. Mawar Plastik	61
4.1.3.	Peralatan Produksi	63
4.2.	Proses Produksi Daur Ulang Sampah Plastik dengan Metode <i>Life Cycle Assessment</i>	65
4.2.1.	Tujuan dan Ruang Lingkup	65
4.2.2.	Analisis Inventarisasi.....	67
4.2.2.1.	Inventory pada Proses Produksi Cacahan Plastik ...	69
4.2.2.2.	Inventory pada Proses Distribusi.....	74
4.2.2.3.	Inventory pada Proses Produksi Biji Plastik.....	77
4.2.3.	<i>Life Cycle Impact Assessment</i>	82
4.2.3.1.	Potensi Pemanasan Global (<i>Global Warming Potential</i>)	83
4.2.3.2.	Efisiensi Energi.....	89
4.2.4.	Interpretasi	90
V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	95
5.2	Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Hasil Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.1 Jenis Plastik dalam Kategori <i>Thermoplastic</i>	13
Tabel 2.2 Data Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik ..	23
Tabel 2.3 Nilai kalor plastik dan bahan lainnya	23
Tabel 2.4 Jenis Gas Rumah Kaca Berdasarkan Protokol Kyoto	25
Tabel 2.5 Lama Waktu Tinggal Gas Rumah Kaca	26
Tabel 2.6 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia.....	29
Tabel 2.7 Software Analisis LCA.....	42
Tabel 3.1 Jenis Variabel Data <i>Input</i>	49
Tabel 3.2 Nilai Konversi GRK Setara CO ₂	56
Tabel 4.1 Mesin dan Peralatan yang digunakan PT. Setia Purnama Abadi	63
Tabel 4.2 Mesin dan Peralatan yang digunakan CV. Mawar Plastik .	64
Tabel 4.3 Asumsi dalam LCA " <i>Cradle to Gate</i> " Proses Daur Ulang Sampah Plastik	67
Tabel 4.4 Neraca Massa Proses Produksi <i>Flakes</i> Periode Agustus Tahun 2019.....	73
Tabel 4.5 Mesin dan Peralatan Industri <i>Flakes</i>	73
Tabel 4.6 Konsumsi Air dan Energi pada Proses Produksi <i>Flakes</i>	74
Tabel 4.7 Hasil Inventory dan Perhitungan Emisi Tahap Pencacahan	74
Tabel 4.8 Penggunaan Kendaraan Pengangkut dan Konsumsi Bahan Bakar.....	76
Tabel 4.9 Hasil Inventory dan Perhitungan Emisi Tahap Distribusi ..	77
Tabel 4.10 Neraca Massa Proses Produksi Biji Plastik Periode Agustus 2019	81
Tabel 4.11 Mesin dan Peralatan Industri Biji Plastik	81
Tabel 4.12 Konsumsi Air dan Energi pada Proses Produksi Biji Plastik	82
Tabel 4.13 Hasil Inventory dan Perhitungan Emisi Tahap Produksi Biji Plastik	82
Tabel 4.14 Hasil Emisi GRK Tahap Pencacahan yang Berpotensi terhadap Pemanasan Global.....	84
Tabel 4.15 Hasil Emisi GRK Tahapan Distribusi yang Berpotensi terhadap Pemanasan Global.....	85
Tabel 4.16 Hasil Emisi GRK Tahapan Produksi yang Berpotensi terhadap Pemanasan Global.....	86
Tabel 4.17 Potensi Pemanasan Global Pada Setiap Tahapan Proses....	88
Tabel 4.18 Total <i>Input Output</i> Energi, NER, dan NEV per Ton Biji Plastik	90

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Penghematan Energi per ton Material Daur Ulang.....	3
Gambar 2.1 Kemasan Plastik PETE.....	14
Gambar 2.2 Kemasan Plastik HDPE.....	14
Gambar 2.3 Kemasan Plastik PVC.....	15
Gambar 2.4 Kemasan Plastik LDPE.....	15
Gambar 2.5 Kemasan Plastik PP.....	16
Gambar 2.6 Kemasan Plastik PS.....	17
Gambar 2.7 Kemasan Plastik <i>Other</i>	17
Gambar 2.8 Pengelompokan Inventarisasi Emisi GRK dari Kegiatan Industri.....	27
Gambar 2.9 Tahapan Utama dalam <i>Life Cycle Assesment</i>	33
Gambar 3.1 Batasan Penelitian <i>Cradle to Gate</i>	44
Gambar 3.2 Prosedur Operasional LCI berdasarkan ISO 14047.....	48
Gambar 3.3 Elemen dalam Fase LCIA.....	50
Gambar 3.4 Klasifikasi Emisi.....	52
Gambar 3.5 Kerangka Alur Penelitian.....	57
Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian.....	60
Gambar 4.2 Diagram Alir Batasan Sistem Daur Ulang Sampah Plastik.....	66
Gambar 4.3 Proses Produksi Daur Ulang Plastik.....	68
Gambar 4.4 Proses Pemilahan Sampah Plastik.....	70
Gambar 4.5 Bak Penampung Air dan Proses Pencucian Hasil <i>Crusher</i>	70
Gambar 4.6 <i>Input-Output</i> pada Proses Produksi <i>Flakes</i>	71
Gambar 4.7 Proses Pengeringan <i>Flakes</i>	71
Gambar 4.8 Alur Proses Produksi <i>Flakes</i>	72
Gambar 4.9 Produk Akhir <i>Flakes</i>	72
Gambar 4.10 Kendaraan untuk Proses Distribusi Bahan Baku <i>Flakes</i>	75
Gambar 4.11 Proses Pencucian <i>Flakes</i> sebagai Bahan Baku.....	78
Gambar 4.12 Rangkaian Mesin Pembuatan Biji Plastik.....	79
Gambar 4.13 Proses Peleburan <i>Flakes</i> menjadi Bubur Plastik.....	79
Gambar 4.14 Proses Pendinginan.....	80
Gambar 4.15 Biji Plastik Sebagai Produk Akhir Daur Ulang.....	80
Gambar 4.16 Alur Proses Produksi Biji Plastik di CV. Mawar Plastik.....	81
Gambar 4.17 Perbandingan Dampak Pada Setiap Tahapan Proses.....	87

ABSTRAK

Tingginya penggunaan produk plastik saat ini mengakibatkan penumpukan sampah plastik yang tidak terkendali sehingga diperlukan suatu upaya untuk meminimalisasi dampak negatif yang ditimbulkan ke lingkungan. Salah satu upaya yang tepat guna dalam mengolah sampah plastik ini adalah daur ulang untuk menghasilkan berbagai macam produk yang bermanfaat. Setiap tahapan proses dalam pengelolaan daur ulang sampah plastik dimulai dari pengumpulan bahan baku hingga menghasilkan suatu produk baru bagi konsumen membutuhkan energi yang dapat dihitung dan dianalisis dampaknya terhadap lingkungan dengan menggunakan metode LCA. Energi diperoleh dari konsumsi bahan bakar solar pada proses pencacahan untuk menggerakkan mesin diesel dan tahapan distribusi bahan baku serta pembangkit listrik pada proses produksi biji plastik daur ulang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kondisi eksisting dalam proses daur ulang sampah plastik dimulai dari pengumpulan, pemilahan, pengolahan hingga menghasilkan output berupa biji plastik, melakukan penilaian dan evaluasi dampak lingkungan pada setiap tahapan daur ulang sampah plastik serta memperoleh skenario pengelolaan daur ulang sampah plastik menggunakan pendekatan LCA "*cradle to gate*". Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa industri daur ulang plastik sebagai salah satu upaya dalam mengurangi timbulan sampah plastik ke lingkungan terdiri dari 3 (tiga) tahapan utama, yaitu Tahapan Pencacahan, Distribusi bahan baku serta Tahapan Produksi Biji Plastik. Beban lingkungan yang dianalisis mencakup proses produksi daur ulang limbah plastik hingga menghasilkan *output* berupa 1 ton biji plastik dimana total emisi GRK yang ditimbulkan sebesar $2.36E+03$ kg CO₂ eq, dengan rincian kontribusi potensi pemanasan global sebesar $1.30E+02$ kg CO₂ eq pada tahapan pencacahan, $3.52E+01$ kg CO₂ eq pada tahapan distribusi serta $2.15E+00$ kg CO₂ eq pada tahapan produksi biji plastik. Efisiensi produk biji plastik pada kajian ini menunjukkan hasil yang baik, dimana nilai NEV dan NER dari produk biji plastik hasil daur ulang ini berturut-turut sebesar 39664.1 MJ dan 2,11 MJ. Alternatif perbaikan yang dapat dilakukan berdasarkan temuan hasil observasi diantaranya adalah pengembangan energi alternatif biomassa yang dapat mereduksi sekitar 67,77% emisi CO₂ apabila dibandingkan dengan penggunaan energi listrik konvensional serta penggunaan bahan bakar gas (BBG) jenis CNG (*Compressed Natural Gas*) dan LNG (*Liquified Natural Gas*) untuk sistem transportasi yang dapat menurunkan emisi GRK sekitar 7,5%.

Kata Kunci : Daur ulang, sampah plastik, energi, emisi GRK, LCA

ABSTRACT

The high use of plastic products is currently causing uncontrolled accumulation of plastic waste so that an effort is needed to minimize the negative impacts caused to the environment. One of the appropriate efforts in processing plastic waste is recycling to produce a variety of useful products. Each stage of the process in managing plastic waste recycling starts from collecting raw materials to producing a new product for consumers requiring energy that can be calculated and analyzed for their impact on the environment using the LCA method. Energy is obtained from the consumption of diesel fuel in the enumeration process to move the diesel engine and the distribution stages of raw materials and electricity generation in the production process of recycled plastic pellets. The purpose of this study is to identify the existing conditions in the process of recycling plastic waste starting from collection, sorting, processing to produce output in the form of plastic pellets, conducting assessments and evaluating environmental impacts at each stage of plastic waste recycling and obtaining a scenario of plastic waste recycling management using "cradle to gate" LCA approach. From this study can be concluded that the plastic recycling industry as one of the efforts in reducing the generation of plastic waste to the environment consists of 3 (three) main stages, namely the stages of enumeration, the distribution of raw materials and the stages of production of plastic pellets. The environmental burden analyzed includes the production process of recycling plastic waste to produce an output in the form of 1 ton of plastic where the total GHG emissions generated are $2.36E + 03$ kg CO₂ eq, with details of the potential contribution to global warming of $1.30E + 02$ kg CO₂ eq at the stage enumeration, $3.52E + 01$ kg CO₂ eq at the distribution stage and $2.15E + 00$ kg CO₂ eq at the plastic seed production stage. The efficiency of plastic seed products in this study showed a good results, where the NEV and NER values of the recycled plastic seed products were 39664.1 MJ and 2.11 MJ. Alternative improvements based on the observations is the development of alternative biomass energy that can reduce about 67.77% of CO₂ emissions when compared to the use of conventional electricity and the use of CNG (Compressed Natural Gas) and LNG (Liquified Natural Gas) for transportation systems that can reduce GHG emissions by around 7.5%.

Keywords: *Recycling, plastic waste, energy, GHG emissions, LCA*