

TUGAS AKHIR

ANALISIS DAUR HIDUP GULA DENGAN PENDEKATAN
LIFE CYCLE ASSESMENT (LCA)
(Studi Kasus pada PT. PG Candi Baru, Sidoarjo)



Oleh:

OSWALDUS ASA
NPM : 15320004

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK DARMA CENDIKA
SURABAYA

2019



TUGAS AKHIR

ANALISIS DAUR HIDUP GULA DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESMENT (LCA)* (Studi Kasus pada PT.PG Candi Baru, Sidoarjo)



Oleh:

OSWALDUS ASA
NPM : 15320004

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK DARMA CENDIKA
SURABAYA
2019

TUGAS AKHIR

ANALISIS DAUR HIDUP GULA DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESMENT (LCA)*

(Studi Kasus pada PT. PG Candi Baru, Sidoarjo)



13/36-2020

Oleh:

OSWALDUS ASA
NPM : 15320004

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK DARMA CENDIKA
SURABAYA
2019

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DAUR HIDUP GULA DENGAN PENDEKATAN
LIFE CYCLE ASSESMENT (LCA)
(Studi Kasus pada PT.PG Candi Baru, Sidoarjo)**

Oleh:

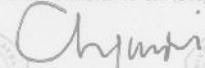
OSWALDUS ASA
NPM : 15320004

Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima
Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya
pada tanggal : 15 Juli 2019

Tim Penguji :


1. Dr. Lukmandono, S.T.,M.T.


2. Lasman Parulian Purba, S.T.,M.Eng


3. Lusi Mei Cahya Wulandari, S.T.,M.T.

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Katolik Darma Cendika Surabaya


Dr. Ir. Theresia Ratna D., M.T., IAI.

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DAUR HIDUP GULA DENGAN PENDEKATAN
LIFE CYCLE ASSESMENT (LCA)
(Studi Kasus pada PT.PG Candi Baru, Sidoarjo)**

**Sebagai syarat untuk memenuhi kurikulum guna mencapai
gelar Sarjana Teknik (S.T.)**

di

UNIVERSITAS KATOLIK DARMA CENDIKA


Oleh:

**OSWALDUS ASA
NPM : 15320004**

**Telah Disetujui,
Pembimbing I**


(Desrina Yusi Irawati, S.T.,M.T)

Ketua Program Studi Teknik Industri


(Lusi Mei Cahya Wulandari, S.T.,M.T.)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Oswaldus Asa
Program Studi : Teknik Industri
NPM : 15320004

Dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul :

ANALISIS DAUR HIDUP GULA DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)* (Studi Kasus Pada PT.PG Candi Baru, Sidoarjo)

Adalah benar – benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan – bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi peraturan yang berlaku.

Surabaya, 15 Juli 2019



Oswaldus Asa
NPM : 15320004



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan penyertaanNya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Universitas Katolik Darma Cendika, Surabaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan baik dari sudut materi, sistematika, maupun bahasa yang digunakan. Namun penulis telah menyadari bagaimana jadinya bentuk dari laporan ini adalah suatu kebanggaan tersendiri bagi penulis.

Tidak lupa penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu mewujudkan Tugas Akhir ini, antara lain kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus atas rahmat-Nya Tugas Akhir ini dapat terlaksanakan dengan baik dan lancar.
2. Ibu Ir. Theresia Ratna Darmiwati, S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik yang sudah membantu mengesahkan laporan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Lusi Mei Cahya Wulandari, S.T.,M.T, selaku Kepala Program Studi Teknik Industri dan Dosen Penguji yang telah membantu penulis dalam menguji, memberi saran dan masukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
4. Bapak Dr. Lukmandono, S.T.,M.T selaku Dosen Penguji yang telah membantu penulis dalam menguji, memberi saran dan masukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Bapak Lasman Parulian Purba, S.T.,M.Eng, selaku Dosen Penguji yang telah membantu penulis dalam menguji,

- memberi saran dan masukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Ibu Desrina Yusi Irawati, S.T.,M.T, selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing yang telah membantu dan membimbing dari awal kuliah hingga selesai pada saat ini, dan mengajarkan materi dan *software*, serta memberi saran dan masukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
 7. Bapak Pimpinan PT.PG Candi Baru, Sidoarjo, yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian tugas akhir di PT.PG Candi Baru.
 8. Bapak Novan Cipta P. S.T, selaku Kepala Bagian Pabrikasi dan pembimbing lapangan, serta seluruh jajarannya di PT.PG Candi Baru, Sidoarjo, yang bersedia meluangkan waktu untuk membimbing penulis dan memberikan data yang dibutuhkan penulis selama berada di lapangan.
 9. Bapak Heru Susanto, selaku Kepala Bagian Tanaman dan jajarannya di PT.PG Candi Baru, Sidoarjo, yang bersedia membantu penulis untuk memperoleh data di departemen Tanaman.
 10. Bapak Andik Pabrianto, selaku kepala Bagian Tebang Angkut dan jajarannya di PT.PG Candi Baru, Sidoarjo, yang bersedia membantu penulis untuk memperoleh data di departemen *supply* Tebu.
 11. Bapak Choirul Budi Darmawan, selaku staff Instalasi di PT.PG Candi Baru, Sidoarjo, yang bersedia membantu penulis untuk memperoleh data di departemen Instalasi.
 12. Bapak Sugeng Widodo, selaku kepala Bagian Gudang di PT.PG Candi Baru, Sidoarjo, yang bersedia membantu penulis untuk memperoleh data di departemen Gudang.
 13. Bapak Taufik, selaku staff Laboratorium di PT.PG Candi Baru, Sidoarjo, yang bersedia membantu penulis untuk memperoleh data di departemen Laboratorium.



14. Seluruh staff dan karyawan PT.PG Candi Baru, Sidoarjo, yang telah membantu penulis selama pengambilan data di lapangan.
15. Bapak, Mama, Kakak, Adik, saudara - saudara dan keluarga Besar penulis yang senantiasa memberikan dukungan baik dalam bentuk moril maupun materil dalam menyelesaikan kuliah dan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.
16. Teman – teman Se- Angkatan (2015) Teknik Industri : Abram Roganda Limbong, Atanasius Hendrata Wicaksono, Leonardo Sean, Deny Dian Setiawan, Agrienta Belanov, Gede Bayu Saputra, dan Willy Aldianto yang telah membantu dan mensupport selama pengambilan data dilapangan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
17. Teman –teman Nongkrong : Astria, Jefri, Rizal, Uss dan Rio yang mensupport penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
18. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu dalam menyusun Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun dapat diberikan kepada penulis. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, 15 Juli 2019

Penulis



ANALISIS DAUR HIDUP GULA DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)* (Studi Kasus Pada PT.PG Candi Baru, Sidoarjo)

ABSTRAK

Propinsi Jawa Timur merupakan daerah penghasil gula terbesar di Indonesia. PT.PG Candi Baru adalah salah satu industri manufaktur yang memproduksi gula. Kegiatan dalam memproduksi gula dapat menyebabkan dampak terhadap lingkungan, semakin meningkat produksi gula maka semakin besar dampak yang dihasilkan. Alat pengelolah lingkungan yang dapat menghitung beban lingkungan dan dampak potensialnya dalam proses daur hidup gula adalah metode *Life Cycle Assessment*. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi dampak lingkungan yang terjadi pada budidaya tebu, *supply* bahan baku tebu, proses produksi gula, kemasan dan distribusi produk. Tahap *Life Cycle Assessment* terdiri dari *Goal* dan *Scope*, *Life Cycle Inventory*, *Life Cycle Impact Assessment* dan *Interpretation*. Metode yang digunakan pada *life cycle impact assessment* adalah *Eco-indicator 99*. *Eco-indicator 99* menghasilkan 11 kategori dampak, dan dikelompokkan menjadi 3 kategori kerusakan. Dampak terbesar pada lingkungan akibat budidaya tebu adalah *land use*. Dampak terbesar pada lingkungan akibat *supply* bahan baku tebu, kemasan dan distribusi gula adalah kerusakan pada sumber daya alam yang disebabkan oleh menipisnya bahan bakar fosil. Dampak lingkungan terbesar akibat proses produksi gula adalah kesehatan manusia. Usulan perbaikan adalah melestarikan alam dengan penanaman pohon yang bisa mengurangi gas dari aktivitas perusahaan di lingkungan pabrik dan di lingkungan budidaya tebu. Mesin truk dan mesin untuk produksi gula yang sudah tua dapat diganti dengan mesin yang baru agar dapat mengurangi energi listrik dan meningkatkan produktivitas.

Kata Kunci : daur hidup gula, dampak lingkungan dan LCA.



**ANALYSIS LIFE CYCLE SUGAR WITH APPROACHES
LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)
(Case Study at PT. PG Candi Baru, Sidoarjo)**

ABSTRACT

East Java Province is the largest sugar producing region in Indonesian. PT. PG Candi Baru is one of the manufacturing industries that produce sugar. Activities in producing sugar can cause an impact on the environment, the higher the sugar production, the greater the impact produced. An environmental management tool that can calculate the environmental load and its potential impact on the sugar life cycle process is the Life Cycle Assessment method. The research objective was to identify the environmental impacts that occur in sugarcane cultivation, supply sugar cane raw materials, sugar production processes, packaging and product distribution. The Life Cycle Assessment phase consists of Goal and Scope, Life Cycle Inventory, Life Cycle Impact Assessment and Interpretation. The method used in the impact assessment life cycle is Eco-indicator 99. The Eco-indicator 99 produces 11 impact categories, and is grouped into 3 categories of damage. The biggest impact on the environment due to sugar cane cultivation is land use. The biggest impact on the environment due to supply of raw materials for sugar cane, packaging and sugar distribution is damage to natural resources caused by the depletion of fossil fuels. The biggest environmental impact due to the sugar production process is human health. Proposed improvements are to preserve nature by planting trees that can reduce gas from company activities in the factory environment and in the sugar cane cultivation environment. Old truck and engine engines for sugar production can be replaced with new machines in order to reduce electricity and increase productivity.

Keywords: sugar life cycle, environmental impact and LCA.



DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah	6
1.6. Sistematika Penulisan	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Tanaman Tebu	11
2.3. Gula	12
2.3.1. Sejarah Singkat Industri Gula PT.PG Candi Baru, Sidoarjo	12
2.3.2. Pengertian Gula	13
2.3.3. jenis-Jenis Gula	14
2.4. Proses Produksi Gula	16
2.5. Sumber dan Dampak Pencemaran di Pabrik Gula ...	22
2.6. <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	25
2.6.1. Definisi <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	25



2.6.2. Karakteristik dan Batasan dari <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	27
2.6.3. Prinsip <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	28
2.6.4. Tahap - Tahap <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	30
2.7. <i>Software</i> SimaPro	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.2. Tahapan Penelitian	37
3.2.1. Objek dan Topik Penelitian	39
3.2.2. Perumusan Masalah	40
3.2.3. Tujuan Penelitian	40
3.2.4. Studi Lapangan	40
3.2.5. Studi Literatur	40
3.2.6. Pengumpulan Data	41
3.2.7. Pengolahan Data <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA) Dalam <i>Software</i> SimaPro	41
3.2.8. Analisa Dan Pembahasan	44
3.2.9. Usulan Perbaikan	44
3.2.10. Kesimpulan dan Saran	44

BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Profil PT.PG Candi Baru, Sidoarjo	45
4.1.1. Sejarah PT.PG Candi Baru, Sidoarjo	45
4.1.2. Visi dan Misi PT.PG Candi Baru, Sidoarjo ..	46
4.1.3. Struktur Organisasi PT.PG Candi Baru, Sidoarjo	47
4.1.4. Ketenagakerjaan	48
4.2. Pengumpulan Data	49
4.2.1. Data Budidaya Tebu	49
4.2.2. Data <i>Supply</i> Bahan Baku Tebu	51
4.2.3. Data Proses Produksi Gula	52
4.2.4. Data Kemasan (<i>Packaging</i>)	55
4.2.5. Data Distribusi Produk	56
4.3. Pengolahan Data <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	57



4.4. Hasil Analisa Dan Pembahasan	62
4.4.1. Hasil Analisa Dampak Lingkungan pada Budidaya Tebu	64
4.4.2. Hasil Analisa Dampak Lingkungan pada <i>Supply</i> Bahan Baku Tebu	66
4.4.3. Hasil Analisa Dampak Lingkungan pada Proses Produksi Gula	69
4.4.4. Hasil Analisa Dampak Lingkungan pada Kemasan (<i>Packaging</i>)	72
4.4.5. Hasil Analisa Dampak Lingkungan pada Distribusi Produk	74
4.5. Usulan Perbaikan	76

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran	81

DAFTAR PUSTAKA	83
----------------------	----

LAMPIRAN	87
----------------	----





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Proses Operasi	20
Gambar 2.2. Bagan Proses produksi Gula di PT.PG Candi Baru,Sidoarjo	21
Gambar 2.3. Pertukaran Aliran dalam LCA	26
Gambar 2.4. Bagan Aliran Tahapan <i>Life Cycle Assessment</i>	31
Gambar 3.1. Diagram Alir Tahapan Penelitian	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	9
Tabel 2.2. Limbah Cair di Pabrik Gula dan Sifatnya	23
Tabel 2.3. Deskripsi Dampak Lingkungan Berdasarkan Metode Eco-Indicator 99	33
Tabel 4.1. Total Penggunaan Pupuk Organik	50
Tabel 4.2. Total Penggunaan Herbisida	50
Tabel 4.3. Penggunaan Bahan Kimia	53
Tabel 4.4. Total Penggunaan Air	53
Tabel 4.5. Limbah Padat	54
Tabel 4.6. Limbah Cair	54
Tabel 4.7. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)	55
Tabel 4.8. Limbah Gas ..	55
Tabel 4.9. Data Penggunaan Kemasan Gula ..	56
Tabel 4.10. <i>Input - Output</i> Data Material dan Energi pada Budidaya Tebu.....	58
Tabel 4.11. <i>Input - Output</i> Data Material dan Energi pada <i>Supply</i> Bahan baku Tebu	59
Tabel 4.12. <i>Input - Output</i> Data Material dan Energi pada Proses Produksi	59
Tabel 4.13. <i>Input - Output</i> Data Material dan Energi pada Kemasan (<i>Packaging</i>) ..	61
Tabel 4.14. <i>Input - Output</i> Data Material dan Energi pada Distribusi Produk ..	61





DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1. <i>Characterization Impact Assessment</i>	35
Persamaan 2.2. <i>Normalization Impact Assessment</i>	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Struktur Organisasi	87
Lampiran 2. Hasil Analisa <i>Network</i> pada Budidaya Tebu	88
Lampiran 3. Hasil Analisa <i>Characterization Impact Assessment</i> pada Budidaya Tebu	89
Lampiran 4. Hasil Analisa <i>Normalization Impact Assessment</i> pada Budidaya Tebu	93
Lampiran 5. Hasil Analisa <i>Network</i> pada <i>Supply</i> Bahan Baku Tebu	94
Lampiran 6. Hasil Analisa <i>Characterization Impact Assessment</i> pada <i>Supply</i> Bahan Baku Tebu	95
Lampiran 7. Hasil Analisa <i>Normalization Impact Assessment</i> pada <i>Supply</i> Bahan Baku Tebu	97
Lampiran 8. Hasil Analisa <i>Network</i> pada Proses Produksi Gula	98
Lampiran 9. Hasil Analisa <i>Characterization Impact Assessment</i> pada Proses Produksi Gula.....	99
Lampiran 10. Hasil Analisa <i>Normalization Impact Assessment</i> pada Proses Produksi Gula.....	110
Lampiran 11. Hasil Analisa <i>Network</i> pada Kemasan (<i>Packaging</i>)	113
Lampiran 12. Hasil Analisa <i>Characterization Impact Assessment</i> pada Kemasan (<i>Packaging</i>)	114
Lampiran 13. Hasil Analisa <i>Normalization Impact Assessment</i> pada Kemasan (<i>Packaging</i>)	116
Lampiran 14. Hasil Analisa <i>Network</i> pada Distribusi Produk	117
Lampiran 15. Hasil Analisa <i>Characterization Impact Assessment</i> pada Distribusi Produk	118
Lampiran 16. Hasil Analisa <i>Normalization Impact Assessment</i> pada Distribusi Produk	119

