

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES
PRODUKSI GULA KRISTAL PUTIH DENGAN PENDEKATAN
LIFE CYCLE ASSESSMENT PADA PABRIK GULA
POERWODADIE**

SKRIPSI



Diajukan Oleh:

CHATERINE BR TARIGAN
NPM. 21032010054

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2025

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES PRODUKSI GULA
KRISTAL PUTIH DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT*
PADA PABRIK GULA POERWODADIE**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Industri**



Diajukan Oleh:

CHATERINE BR TARIGAN
NPM. 21032010054

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA**

2025

SKRIPSI

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES PRODUKSI GULA KRISTAL PUTIH DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* PADA PABRIK GULA POERWODADIE

Disusun Oleh:

CHATERINE DR TARIGAN

21032010054

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi dan diterima oleh
Publlikasi Jurnal Akreditasi Sinta 1-3
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya
Pada Tanggal : 17 Januari 2025

Tim Penguji :

1.

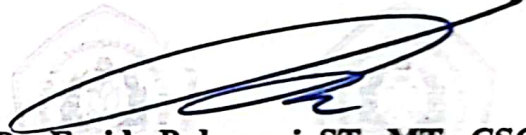

Dr. Dira Ernawati, ST., MT.
NIP. 19780602 202121 2 003

2.



Dr. Ir. Minto Waluvo, MM.
NIP. 19611130 199003 1 001

Pembimbing

1.


Dr. Farida Pulansari, ST., MT., CSCM., IPM.
NIP. 19790203 202121 2 007

2.


Isna Nugraha, ST., MT.
NIP. 19950301 202406 2 002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Surabaya



Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI



Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8706369 (Hunting). Fax. (031) 8706372 Surabaya 60294

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Chaterine Br Tarigan
NPM : 21032010054
Program Studi : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /
Teknik Lingkungan / Teknik Sipil

Telah telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN) /~~
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode II Januari, TA 2024/2025.

Dengan judul : **ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES
PRODUKSI GULA KRISTAL PUTIH DENGAN
PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* PADA
PABRIK GULA POERWODADIE**

Dosen yang memerintahkan revisi

1. Dr. Farida Pulansari, ST., MT., CSCM., IPM.
2. Isna Nugraha, ST., MT.
3. Dr. Dira Ernawati, ST., MT.
4. Dr. Ir. Minto Waluyo, MM.


(
(
(
(
)
)
)
)
)
)

Surabaya, 21 Januari 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


Dr. Farida Pulansari, ST., MT., CSCM., IPM.

NIP. 19810726 200501 1 002



Isna Nugraha, ST., MT.

NIP. 19950301 202406 2 002

Catatan: *) coret yang tidak perlu



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Chaterine Br Tarigan
NPM : 21032010054
Program Studi : Teknik Industri
Alamat : Jalan Lingkar Karo Indah Kabanjahe
No. HP : 085262801841
Alamat e-mail : 21032010054@student.upnjatim.ac.id

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

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES PRODUKSI GULA KRISTAL PUTIH DENGAN PENDEKATAN *LIFE CYCLE ASSESSMENT* PADA PABRIK GULA POERWODADIE

Adalah benar penelitian saya sendiri atau bukan plagiat hasil penelitian orang lain, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan saya ajukan sebagai persyaratan kelulusan program sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains UPN "Veteran" Jawa Timur. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 22 Januari 2025

Mengetahui,
Koorprogdi Teknik Industri

Ir. Rusindiyanto, M.T.
NIP. 19650225 199203 1 001

Yang Membuat Pernyataan



Chaterine Br Tarigan
NPM. 21032010054

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Dampak Lingkungan Pada Proses Produksi Gula Kristal Putih Dengan Pendekatan *Life Cycle Assessment* Pada Pabrik Gula Poerwodadie”, dengan baik dan tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi syarat kurikulum tingkat sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains di Universitas Pembangunan “Veteran” Jawa Timur. Adapun kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mohon masukan dan sarannya guna dilakukan perbaikan sebagaimana mestinya. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali bimbingan dan juga bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT, IPU., selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Dr. Farida Pulansari, S.T., M.T., CIIQA., CSCM., IPM, selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Isna Nugraha, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir saya yang banyak membantu, membimbing, menkoreksi dan memberi motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

5. Ibu Dr. Dira Ernawati, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dr. Ir. Minto Waluyo, M.M., selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir saya yang telah membantu memperbaiki dan menyempurnakan pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Staff Divisi Teknik, Pengolahan, Tanaman, *Quality Assurance* Pabrik Gula Poerwodadie yang telah membantu saya dalam mendapatkan data yang dibutuhkan selama penelitian.
7. Terkhususnya penulis persembahkan kepada kedua orang tua terkasih. Cinta Pertamaku, Bapak Batu Tarigan dan Super Nande, Tetty Namanita Br Sembiring. Keleng kel ateku kena, terima kasih atas segala pengorbanan dan cinta kasih yang diberikan. Kalian menjadi alasan penulis untuk bertahan dan menyelesaikan masa perkuliahan ini. Penulis sangat mengasihi kalian berdua, senantiasa selalu bahagia.
8. Kepada kedua saudara laki-laki kandung saya. Abangku Theo Batara Tarigan, S.M. dan Adekku Joe Alkana Tarigan. Terima kasih atas segala doa, usaha dan semangat yang telah diberikan kepada penulis. Turang e maka turang, terima kasih karena selalu mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat untuk pantang menyerah.
9. Grup 8+1 CM yaitu Andreas, Joi, Ondo, Caroline, Aydo, Ronny, Yareh dan Christ selaku sahabat SMA penulis yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk penulis walaupun terpisah oleh jarak.
10. Grup ACC yaitu Ely, Kesia dan Bang Boy selaku sahabat penulis yang dipertemukan semasa program MBKM Kampus Mengajar Angkatan 6 yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk penulis. Kalau kata Tulus

“Dimanapun kalian berada ku kirimkan terimakasih untuk warna dalam hidupku dan banyak kenangan indah”.

11. Grup Info Terus yaitu Ucik, Selpi, Warda, Kristine, Gita, Dinda, Anggel, Sofia, Ifah, Endang dan Viga selaku teman kuliah dan sahabat saya yang telah saling berbagi dan berjuang bersama. *Thank u for all memories and love we have ever shared.*
12. Isa Abdussalam dan Bagus Wicaksono selaku sahabat penulis yang selalu membantu, menghibur, menjaga dan mengikuti kemauan penulis. “Stop mikir kalau temenan sama lawan jenis berujung pacaran”. Karena mindset tersebut bisa merusak pertemanan. *Enjoy your life*, ga semua harus tentang pacaran. Asline aku diemong karo bocah bocah iki rek.
13. Grup SUMUT penulis yaitu Rendi Robintang Siregar dan Kristine Luman Gaol selaku teman kuliah dan sahabat saya yang telah saling berbagi dan berjuang bersama. Semoga kita bisa membanggakan Sumatera Utara lebih lagi.
14. Teman-teman Asisten Lab. Simulasi Komputer Sabrina, Laxmi, Ucik, Nael, Niqey dan Sukma. Teman-teman Panti YSI Elisa, Nisfal, Anna, Joice dan Artha. Teman se-PKL dan se-Penelitian penulis yaitu Nanda. Penulis mengucapkan terima kasih karena sudah memberi warna dalam masa perantauan ini.
15. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for always being a giver and trying to give more then I receive. I want to thank me for*

trying to do more right than wrong. I want thank me for just being me all times. Aku mengasihindu, Chaterine.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak demi perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat sekaligus menambah wawasan serta berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan berguna bagi seluruh pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 14 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Asumsi.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Supply Chain Management</i>	9
2.2 <i>Sustainable Supply Chain Management</i>	11
2.3 Lingkungan Hidup	14
2.4 ISO 14000	15
2.5 <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	17
2.6 Proses Produksi Gula	28

2.7	Dampak Lingkungan yang Ditimbulkan	33
2.8	SimaPro	33
2.9	Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		44
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian	44
3.2	Variabel Penelitian	44
3.3	Kerangka Penelitian	45
3.4	Teknik Pengumpulan Data	51
3.5	Teknik Analisis Data	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		53
4.1	Pengumpulan Data	53
4.2	Pengolahan Data.....	63
4.3	Analisis dan Pembahasan	94
4.4	Rekomendasi Perbaikan	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		100
5.1	Kesimpulan	100
5.2	Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA		103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Metodologi LCA	18
Gambar 3.1 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah.....	46
Gambar 4.1 Siklus Hidup Produk	53
Gambar 4.2 Tampilan awal <i>software</i> SimaPro	64
Gambar 4.3 Proses Pengiriman <i>Raw Material</i> Tebu dari <i>Supplier</i> Magetan.....	69
Gambar 4.4 <i>Input</i> Proses Pengiriman Tebu dari Magetan	70
Gambar 4.5 Proses Pengiriman <i>Raw Material</i> Tebu dari <i>Supplier</i> Blora.....	71
Gambar 4.6 <i>Input</i> Proses Pengiriman Tebu dari Blora	71
Gambar 4.7 Proses Pengiriman <i>Raw Material</i> Tebu dari <i>Supplier</i> Bojonegoro	72
Gambar 4.8 <i>Input</i> Proses Pengiriman Tebu dari Bojonegoro	72
Gambar 4.9 Proses Pengiriman <i>Raw Material</i> Tebu dari <i>Supplier</i> Ngawi	73
Gambar 4.10 <i>Input</i> Proses Pengiriman Tebu dari Ngawi	73
Gambar 4.11 Proses Pengiriman <i>Raw Material</i> Tebu dari <i>Supplier</i> Sragen.....	74
Gambar 4.12 <i>Input</i> Proses Pengiriman Tebu dari Sragen	74
Gambar 4.13 Proses Pengiriman <i>Raw Material</i> Tebu dari <i>Supplier</i> Madiun	75
Gambar 4.14 <i>Input</i> Proses Pengiriman Tebu dari Madiun.....	75
Gambar 4.15 Proses Penggilingan	77
Gambar 4.16 <i>Input</i> Proses Penggilingan.....	77
Gambar 4.17 Proses Pemurnian	78
Gambar 4.18 <i>Input</i> Proses Pemurnian.....	79
Gambar 4.19 Proses Penguapan.....	80
Gambar 4.20 <i>Input</i> Proses Penguapan	81
Gambar 4.21 Proses Pemasakan	82

Gambar 4.22 <i>Input</i> Proses Pemasakan	82
Gambar 4.23 Proses Puteran dan Pengemasan	84
Gambar 4.24 <i>Input</i> Proses Puteran dan Pengemasan	84
Gambar 4.25 <i>Tree Diagram</i> Proses Produksi Gula Kristal Putih	87
Gambar 4.26 <i>Characterization</i> Produk Gula Kristal Putih	89
Gambar 4.27 <i>Normalization</i> Produk Gula Kristal Putih	90
Gambar 4.28 <i>Weighting</i> Proses Produksi Gula Kristal Putih.....	92
Gambar 4.29 <i>Single Score</i> Produk Gula Kristal Putih	93
Gambar 4.30 Emisi Pada Proses Pemurniaan	98

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Permintaan Produksi Gula Kristal Putih dan Tetes Tebu	2
Tabel 1.2 Limbah Produksi	3
Tabel 2.1 <i>Impact Category</i> EDIP 2003	25
Tabel 4.1 <i>Input</i> Tiap Proses	59
Tabel 4.2 <i>Output</i> Tiap Proses	60
Tabel 4.3 Penggunaan Listrik dan Energi Tiap Proses	61
Tabel 4.4 Jarak Tempuh Pada Kegiatan Transportasi	62
Tabel 4.5 Penggunaan Alat Transportasi dan Kapasitas Muatan Transportasi	63
Tabel 4.6 LCI Transportasi Bahan Baku Tebu	65
Tabel 4.7 Perhitungan Emisi	69
Tabel 4.8 <i>Life Cycle Inventory</i> Stasiun Giling	76
Tabel 4.9 <i>Life Cycle Inventory</i> Stasiun Pemurnian	78
Tabel 4.10 <i>Life Cycle Inventory</i> Stasiun Penguapan	80
Tabel 4.11 <i>Life Cycle Inventory</i> Stasiun Pemasakan	82
Tabel 4.12 <i>Life Cycle Inventory</i> Stasiun Puteran dan Pengemasan	83
Tabel 4.13 <i>Impact Category</i> EDIP 2003	85
Tabel 4.14 <i>Characterization</i> Produk Gula Kristal Putih	89
Tabel 4.15 <i>Normalization</i> Produk Gula Kristal Putih	91
Tabel 4.16 <i>Weighting</i> Produk Gula Kristal Putih	92
Tabel 4.17 <i>Single Score</i> Produk Gula Kristal Putih	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan ton*Km (tKm)

Lampiran 2 Perhitungan Emisi Kendaraan Transportasi Truk

Lampiran 3 *Tree Diagram* Proses Produksi Gula Kristal Putih

Lampiran 4 *Tree Diagram* Stasiun Pemurnian

Lampiran 5 *Characterization* Stasiun Pemurnian

Lampiran 6 *Weighting* Stasiun Pemurnian

Lampiran 7 *Single Score* Stasiun Pemurnian

ABSTRAK

Industri gula merupakan salah satu sektor industri yang memiliki peran penting dalam ekonomi nasional dan regional. Di Indonesia, produksi gula kristal putih sangat penting untuk memenuhi kebutuhan konsumsi domestik. Namun, proses produksi gula ini tidak terlepas dari berbagai dampak lingkungan yang signifikan. Permintaan yang meningkat akan mendorong laju produksi yang secara langsung juga meningkatkan energi dan limbah atau produk samping. Masalah lingkungan akibat limbah yang tidak diolah dengan benar dapat mengakibatkan pencemaran air dan tanah, gas rumah kaca serta dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Dalam membuat gula kristal putih, proses produksi dari tebu menjadi gula tidak hanya menghasilkan output berupa gula kristal putih dan tetes, namun juga menghasilkan limbah produksi atau produk samping sebesar 7%. Namun, Pabrik Gula Poerwodadie belum melakukan pengukuran akurat terkait dampak lingkungan akibat pemakaian material dalam proses produksi gula. Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui emisi yang dihasilkan dan faktor apa saja yang mempengaruhi dampak lingkungan selama proses produksi gula kristal putih pada Pabrik Gula Poerwodadie. Metode yang diterapkan untuk menilai dan menggambarkan dampak lingkungan dari produk dan sistem adalah *Life Cycle Assessment* (LCA). Dalam LCA untuk menciptakan produksi yang sustainable dan menganalisa penggunaan sumber daya sebagai daya dukung lingkungan pemilihan yang terbaik adalah *reduce*. Hasil studi LCA dapat digunakan untuk merekomendasikan tindakan kepada pengambil keputusan, menyoroti area sistem yang paling berdampak terhadap lingkungan, serta membantu dalam pemilihan indikator lingkungan yang relevan dan dalam deklarasi kinerja lingkungan.

Perhitungan *Life Cycle Assessment* (LCA) akan menggunakan *software* SimaPro. Hasil LCA menunjukkan bahwa dalam produksi gula kristal putih dari pengiriman *raw material* hingga *packaging* memiliki total nilai dampak pada keseluruhan proses sebesar 43,1 Pt. Dampak tertinggi dihasilkan oleh proses produksi, yaitu dampak yang paling tinggi yaitu *human toxicity soil* dengan nilai dampak 21,5 Pt. Serta alternatif solusi yang direkomendasikan yaitu pemanfaatan ampas tebu menjadi kertas, dan pemanfaatan blotong diolah melalui proses pencernaan anaerobik untuk menghasilkan biogas. Hal ini membuktikan bahwa penerapan *Life Cycle Assessment* (LCA) mampu menyusun strategi mitigasi pencemaran lingkungan dari produksi gula di Pabrik Gula Poerwodadie.

Kata kunci : Gula, LCA, Limbah, SimaPro

ABSTRACT

The sugar industry is one of the industrial sectors that plays an important role in the national and regional economy. In Indonesia, the production of white crystal sugar is very important to meet domestic consumption needs. However, the sugar production process is not free from various significant environmental impacts. Increasing demand will drive the rate of production which directly also increases energy and waste or by-products. Environmental problems due to waste that is not properly processed can result in water and soil pollution, greenhouse gases and negative impacts on human health. In making white crystal sugar, the production process from sugar cane to sugar not only produces output in the form of white crystal sugar and molasses, but also produces production waste or by-products of 7%. However, the Poerwodadie Sugar Factory has not carried out accurate measurements related to the environmental impacts due to the use of materials in the sugar production process. The purpose of this study is to determine the emissions produced and what factors influence the environmental impact during the white crystal sugar production process at the Poerwodadie Sugar Factory. The method applied to assess and describe the environmental impact of products and systems is the Life Cycle Assessment (LCA). In LCA to create sustainable production and analyze the use of resources as environmental carrying capacity, the best choice is reduce. The results of the LCA study can be used to recommend actions to decision makers, highlight areas of the system that have the greatest impact on the environment, and assist in the selection of relevant environmental indicators and in the declaration of environmental performance. The calculation of the Life Cycle Assessment (LCA) will use SimaPro software. The LCA results show

that in the production of white crystal sugar from the delivery of raw materials to packaging, the total impact value on the entire process is 43.1 Pt. The highest impact is generated by the production process, namely the highest impact, namely human toxicity soil with an impact value of 21.5 Pt. And the recommended alternative solutions are the utilization of bagasse into paper, and the utilization of filter cake processed through an anaerobic digestion process to produce biogas. This proves that the application of the Life Cycle Assessment (LCA) is able to develop a strategy for mitigating environmental pollution from sugar production at the Poerwodadie Sugar Factory.

Keywords: Sugar, LCA, Waste, SimaPro