

**ANALISIS DAMPAK PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)
DI PABRIK SEMEN TUBAN**

SKRIPSI



Oleh :

RAFI YOGATAMA INDRIYANTONO
NPM 19034010108

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

**ANALISIS DAMPAK PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)
DI PABRIK SEMEN TUBAN**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



OLEH

RAFI YOGATAMA INDRIYANTONO

NPM. 19034010108

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

SURABAYA

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS DAMPAK PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)
DI PABRIK SEMEN TUBAN**

Disusun Oleh:

RAFI YOGATAMA INDRIYANTONO
NPM. 19034010108

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah

Menyetujui,

PEMBIMBING



Ir. Yayok Survo P., MS.
NIP. 19600601 198703 1 001

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**




Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS DAMPAK PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)
DI PABRIK SEMEN TUBAN
Disusun Oleh:

RAFI YOGATAMA INDRIYANTONO
NPM. 19034010108

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal Serambi
Engineering (Terakreditasi SINTA 4)
Volume 9, Nomor 2, April 2024

PEMBIMBING


Ir. Yayok Suryo P., MS.
NIP. 19600601 198703 1 001

Menyetujui,

TIM PENGUJI


1. Ketua


Dr. Okik Hendriyanto C., ST., MT.
NIPPPK. 19750717 202121 1 007

2. Anggota


Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIPPPK. 19760212 202121 1 004

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


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**ANALISIS DAMPAK PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)
DI PABRIK SEMEN TUBAN**

Disusun Oleh:

RAFI YOGATAMA INDRIYANTONO
NPM. 19034010108

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 22 Mei 2024

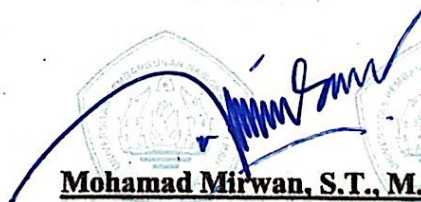
TIM PENILAI

KETUA



Dr. Okik Hendriyanto C., ST., MT.
NIPPPK. 19750717 202121 1 007

ANGGOTA



Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIPPPK. 19760212 202121 1 004

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rafi Yogatama Indriyantono
NPM : 19034010108
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik / Teknik Lingkungan
Email : rafiyogatama.18@gmail.com
Judul Skripsi : Analisis Dampak Penggunaan Bahan Bakar Alternatif dengan Menggunakan Metode Life Cycle Assessment (LCA) di Pabrik Semen Tuban

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 22 Mei 2024



(Rafi Yogatama Indriyantono)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Analisis Dampak Penggunaan Bahan Bakar Alternatif dengan Menggunakan Metode *Life Cycle Assessment* (LCA) di Pabrik Semen Tuban”.

Penyusunan Skripsi ini digunakan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana (S1) Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan Skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk mengikuti Kerja Praktik.
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Bapak Dr. Okik Hendriyanto C., S.T., M.T., dan M. Mirwan, ST., M.T. yang selalu dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, kritik, dan saran kepada penulis.
4. Papa dan Mama yang tidak pernah berhenti memberikan doa, dukungan moril dan materiil, serta pengertian yang besar kepada penulis baik selama mengikuti perkuliahan maupun dalam menyelesaikan Skripsi ini.
5. Kakak tercinta Adis yang telah memberikan bantuan materiil di masa akhir perkuliahan penulis dan Adik tercinta Ajeng yang menjadi semangat terakhir di masa sulit penelitian penulis.
6. Bapak Rahadi Mahardika, ST., selaku Pembimbing Skripsi di *Unit of Waste Management* Pabrik Semen Tuban yang telah memberikan banyak bantuan kepada penulis.

7. Dimas Rizqi P., Abrar Athaya Y. E., Anarta Cahyaditma, Narendra Satrya P., Ferlian Vida S., dan Fikry Ardianto yang telah menjadi teman yang baik bagi penulis selama perkuliahan dan juga yang membantu penulis dalam penyelesaian Skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, semoga segala kebaikan dan jasanya dibalas oleh Allah SWT.

Dalam penyusunan Skripsi ini tentu saja masih banyak terdapat kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Walaupun demikian, penulis telah berusaha menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan sebaik mungkin. Oleh karena itu, apabila terdapat kekurangan di dalam penulisan Skripsi ini, penulis dengan senang hati siap menerima kritik dan saran dari para pembaca guna terciptanya pembelajaran di masa yang akan datang.

Akhir kata, harapan penulis semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 22 Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| LAMAN JUDUL | iii |
| LEMBAR PERSETUJUAN | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iv |
| LEMBAR REVISI | v |
| SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS | vi |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| ABSTRAK | xvi |
| ABSTRACT | xvii |
| BAB I..... | 18 |
| PENDAHULUAN..... | 18 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 18 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 21 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 22 |
| 1.4. Manfaat Penelitian..... | 22 |
| 1.5. Ruang Lingkup | 23 |
| BAB II | 24 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 24 |
| 2.1. Semen | 24 |
| 2.2. Proses Pembuatan Semen | 26 |
| 2.2.1. <i>Raw Material Extraction & Preparation/Quarry</i> (Tambang) | 27 |

| | | |
|------------------------------------|--|-----------|
| 2.2.2. | <i>Raw Meal Preparation (Penggilingan Awal)</i> | 27 |
| 2.2.3. | <i>Clinker Manufacture/Kiln (Pembakaran)</i> | 28 |
| 2.2.4. | <i>Finish Mill (Penggilingan Akhir)</i> | 30 |
| 2.2.5. | <i>Packing & Dispatch (Pengepakan)</i> | 31 |
| 2.3. | Bahan Baku & Bahan Bakar Produksi Semen | 32 |
| 2.4. | <i>Life Cycle Assessment</i> | 39 |
| 2.4.1 | Definisi <i>Life Cycle Assesment</i> | 39 |
| 2.4.2 | <i>Product Category Rule</i> | 40 |
| 2.4.3 | Metodologi <i>Life Cycle Assessment</i> | 41 |
| 2.4.4 | Tahapan <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i> | 46 |
| 2.4.5 | Metode <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i> | 48 |
| 2.4.6 | Kategori Dampak <i>IMPACT 2002+</i> | 51 |
| 2.4.7 | Perangkat Lunak SimaPro..... | 54 |
| 2.5. | Bahan Bakar Alternatif (<i>Alternative Fuel Material</i>)..... | 55 |
| 2.6. | Peran Bahan Bakar Alternatif..... | 59 |
| 2.7. | Penelitian Terdahulu..... | 65 |
| BAB III..... | | 70 |
| METODOLOGI PENELITIAN | | 70 |
| 3.1. | Gambaran Umum | 70 |
| 3.2. | Tahap Penelitian | 71 |
| 3.3. | Tahap Pendahuluan..... | 74 |
| 3.4. | Penentuan goal dan scope..... | 74 |
| 3.5. | Analisis Skenario..... | 75 |
| 3.6. | Tahap Pengumpulan Data..... | 75 |
| 3.7. | Tahap <i>Life Cycle Assesment</i> | 77 |

| | | |
|-------------------------------|---|------------|
| 3.8. | Analisa Inventori Daur Ulang..... | 77 |
| 3.9. | Interpretasi..... | 77 |
| 3.10. | Rekomendasi Program Perbaikan..... | 77 |
| 3.11. | Variabel Penelitian | 78 |
| 3.12. | Prosedur Penelitian Karbon Monoksida & Sulfur Dioksida (CO & SO ₂) | 79 |
| 3.13. | Jadwal Penelitian | 82 |
| BAB IV | | 83 |
| HASIL & PEMBAHASAN | | 83 |
| 4.1 | Konsentrasi SO ₂ di area <i>Kiln</i> | 83 |
| 4.2 | Konsentrasi CO di area <i>Kiln</i> | 85 |
| 4.3 | Kuisisioner | 87 |
| 4.4 | Tujuan & Ruang Lingkup..... | 89 |
| 4.5 | Inventori Daur Hidup | 90 |
| 4.6 | Penilaian Dampak Daur Hidup..... | 100 |
| 4.7 | Interpretasi | 114 |
| 4.7.1. | Analisa Titik Dampak Utama | 114 |
| 4.7.2. | Evaluasi LCA | 127 |
| 4.8 | Skenario Alternatif Perbaikan | 133 |
| 4.9 | Validasi..... | 142 |
| BAB V | | 144 |
| KESIMPULAN & SARAN | | 144 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 144 |
| 5.2 | Saran | 145 |
| Daftar Pustaka | | 146 |

| | |
|---|------------|
| LAMPIRAN..... | 155 |
| Lampiran A.1. Diagram Alir Proses Produksi Semen..... | 156 |
| Lampiran A.2. <i>Life Cycle Inventory</i> (Versi Perusahaan)..... | 157 |
| Lampiran A.3. Tabel <i>IMPACT</i> 2002+ | 169 |
| Lampiran A.4. Contoh Perhitungan SimaPro | 171 |
| Lampiran B.1. Dokumentasi..... | 174 |
| Lampiran C.1. Surat Perizinan Perusahaan | 176 |
| Lampiran C.2. Hasil Analisis Laboratorium Udara Ambien (SO ₂ & CO) ... | 177 |
| Lampiran C.3. Kuisisioner | 181 |
| Lampiran C.4. Lembar Asistensi | 187 |
| Lampiran C.5. Lembar Revisi Proposal (ACC)..... | 196 |
| Lampiran C.6. FPP | 198 |
| Lampiran C.7. Lembar Revisi Hasil (ACC) | 199 |
| Lampiran C.8. Lembar Formulir Lulus Seminar Hasil (FLSH 01) | 201 |
| Lampiran C.9. Lembar Revisi Ujian Lisan (ACC)..... | 202 |
| Lampiran C.10. Lembar Keterangan Revisi Ujian Lisan | 204 |
| Lampiran C.11. Lembar Persetujuan Lulus Ujian Lisan | 205 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 2.1. Susunan Unsur Semen Biasa..... | 24 |
| Tabel 2.2. Panduan Prinsip untuk Co-Processing AFR di Perusahaan Semen | 56 |
| Tabel 2.3. Karakteristik Material Bahan Bakar..... | 62 |
| Tabel 2.4. Nilai Kalor Beberapa Jenis Biomassa | 63 |
| Tabel 2.5. Nilai Kalor Beberapa Jenis Biomassa | 63 |
| Tabel 2.6. Daftar Referensi Penelitian Terdahulu | 65 |
| Tabel 3.1. Skenario Perbandingan Penggunaan bahan bakar alternatif | 75 |
| Tabel 3.2. Rencana Parameter Emisi untuk Sampling | 76 |
| Tabel 3.3. Rincian Data | 76 |
| Tabel 3.4. Jadwal Penelitian | 82 |
| Tabel 4.1 Profil Responden | 88 |
| Tabel 4.2 Inventori Pabrik Semen Tuban Plant 1 Tahun 2022 | 94 |
| Tabel 4.3 Inventori Pabrik Semen Tuban Plant 2 Tahun 2022 | 96 |
| Tabel 4.4 Output Karakterisasi Pabrik Semen Tuban Plant 1 | 104 |
| Tabel 4.5 Output Karakterisasi Pabrik Semen Tuban Plant 2..... | 105 |
| Tabel 4.6 Output Pembobotan Pabrik Semen Tuban Plant 1 | 110 |
| Tabel 4.7 Output Pembobotan Pabrik Semen Tuban Plant 2 | 111 |
| Tabel 4.8 Kontributor Dampak Pernapasan Inorganik..... | 119 |
| Tabel 4.9 Kontributor Dampak Pemanasan Global..... | 123 |
| Tabel 4.10 Kontributor Dampak Asidifikasi Tanah..... | 126 |
| Tabel 4.11 Cek Kelengkapan Pabrik Semen Tuban..... | 129 |
| Tabel 4.12 Variasi Input Dampak Pernapasan Inorganik..... | 130 |
| Tabel 4.13 Hasil Analisa Sensitivitas dan Signifikansi..... | 131 |
| Tabel 4.14 Cek Konsistensi Pabrik Semen Tuban | 133 |
| Tabel 4.15 Komparasi Hasil Nilai Karakterisasi Penggunaan | 139 |
| Tabel 4.16 Perbandingan Tanaman Eukaliptus, Jagung,..... | 141 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|-----|
| Gambar 2.1. Proses Produksi Semen..... | 26 |
| Gambar 2.2. Batas dari proses produksi semen rata-rata industri | 41 |
| Gambar 2.3. Bagan Alir Dalam LCA..... | 42 |
| Gambar 2.4. Ruang Lingkup LCA | 43 |
| Gambar 2.5. Tahapan Pada LCA..... | 47 |
| Gambar 2. 6. Dampak Yang Muncul Pada Database Ecoinvent | 50 |
| Gambar 2.7. Manfaat Co-Combustion dari Bahan Bakar Alternatif di Pabrik Semen..... | 58 |
| Gambar 2.8. Hirarki Pengelolaan Limbah..... | 60 |
| Gambar 2.9. Feeding Point Co-processing di Pabrik Semen | 61 |
| Gambar 3.1. Kerangka Penelitian A..... | 72 |
| Gambar 3.2. Kerangka Penelitian B | 73 |
| Gambar 3.3. Dampak yang muncul dari metode IMPACT 2002+..... | 78 |
| Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengukuran SO ₂ pada Hari Selasa (H1 & H3) | 83 |
| Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran SO ₂ pada Hari Rabu (H2 & H4) | 84 |
| Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran CO pada Hari Selasa (H1 & H3) | 85 |
| Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengukuran CO pada Hari Selasa (H2 & H4) | 86 |
| Gambar 4.5 Diagram Alir Proses Produksi Semen | 90 |
| Gambar 4.6 Neraca Massa Pabrik Semen Tuban Plant 1 Tahun 2022 Per Unit Fungsi..... | 98 |
| Gambar 4.7 Neraca Massa Pabrik Semen Tuban Plant 2 Tahun 2022 Per Unit Fungsi..... | 99 |
| Gambar 4.8 Hasil Jaringan LCA Pabrik Semen Tuban <i>Plant 1</i> menggunakan metode <i>IMPACT 2002+</i> | 101 |
| Gambar 4.9 Hasil Jaringan LCA Pabrik Semen Tuban <i>Plant 2</i> menggunakan metode <i>IMPACT 2002+</i> | 102 |
| Gambar 4.10 <i>Output</i> Karakterisasi LCA Pabrik Semen Tuban <i>Plant 1 & Plant 2</i> menggunakan metode <i>IMPACT 2002+</i> | 106 |
| Gambar 4.11 <i>Output</i> Normalisasi LCA Pabrik Semen Tuban <i>Plant 1</i> menggunakan metode <i>IMPACT 2002+</i> | 107 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4.12 <i>Output</i> Normalisasi LCA Pabrik Semen Tuban <i>Plant 2</i> menggunakan metode <i>IMPACT 2002+</i> | 108 |
| Gambar 4.13 <i>Output</i> Skor Tunggal LCA Pabrik Semen Tuban <i>Plant 1</i> menggunakan metode <i>IMPACT 2002+</i> | 112 |
| Gambar 4.14 <i>Output</i> Skor Tunggal LCA Pabrik Semen Tuban <i>Plant 2</i> menggunakan metode <i>IMPACT 2002+</i> | 113 |
| Gambar 4.15 Persentase Dampak Pernapasan Inorganik Pada Tiap Unit/Proses | 116 |
| Gambar 4.16 Persentase Penggunaan Bahan Bakar (<i>Plant 2</i>)..... | 117 |
| Gambar 4.17 Persentase Penggunaan Bahan Bakar (<i>Plant 1</i>)..... | 118 |
| Gambar 4.18 Persentase Dampak Pemanasan Global Pada Tiap Unit/Proses .. | 121 |
| Gambar 4.19 Persentase Dampak Asidifikasi Tanah Pada Tiap Unit/Proses.... | 125 |
| Gambar 4.20 Perbandingan Hasil dari Skenario 1 Tiap Bahan Bakar Alternatif | 134 |
| Gambar 4.21 Perbandingan Hasil dari Skenario 2 Tiap Bahan Bakar Alternatif | 135 |
| Gambar 4.22 Perbandingan Hasil dari Skenario 3 Tiap Bahan Bakar Alternatif | 136 |
| Gambar 4.23 Diagram <i>Pie</i> Potensi Sumber Biomassa | 138 |
| Gambar 4.24 Grafik Hasil Komparasi Dampak Skenario 1, 2, dan 3 | 140 |

ABSTRAK

ANALISIS DAMPAK PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF DENGAN MENGGUNAKAN METODE LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) DI PABRIK SEMEN TUBAN

RAFI YOGATAMA INDRIYANTONO

NPM.19034010108

Industri semen memiliki sumbangsih besar terhadap terlepasnya sejumlah total emisi ke udara, timbulnya emisi ke udara akibat penggunaan batubara sebagai bahan bakar dinilai menjadi faktor munculnya dampak ke lingkungan. Oleh karena itu, dengan meningkatnya permintaan akan semen di dunia maka diperlukan tindakan pencegahan yang ditujukan untuk mengurangi total emisi di udara dan menciptakan rekomendasi perbaikan yang tepat. Penggunaan bahan bakar alternatif dinilai bisa menjadi solusi untuk mengurangi timbulnya dampak, namun dengan digunakannya bahan bakar alternatif maka akan menimbulkan suatu permasalahan baru, yaitu seberapa besar kontribusi emisi yang terbuang ke lingkungan serta dampak lain yang timbul akibat pemanfaatan alternatif energi tersebut. Dalam penelitian ini identifikasi dan analisis dampak lingkungan ditentukan dengan metode *Life Cycle Assessment* (LCA). Perangkat lunak SimaPro 9.3 dengan jenis pembacaan hasil dampak *IMPACT* 2002+ digunakan sebagai pendekatan analisis. Pada hasil analisis dampak LCA, kategori dampak pernapasan inorganik, pemanasan global, dan asidifikasi tanah merupakan tiga dampak tertinggi yang diakibatkan dari emisi ke udara berupa NO_x, Partikulat, SO₂, CO₂, dan CO akibat penggunaan bahan bakar berupa batubara, sekam padi, IDO, *spent earth*, *cocopeat*, dan aval tembakau. Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan adalah meningkatkan rasio penggunaan sekam padi atau *cocopeat* sebanyak 15%-25% sebagai bahan bakar dan penanaman alang-alang raksasa (*miscantus giganteus*).

Kata Kunci: Life Cycle Assessment, Bahan Bakar Alternatif, Semen, Dampak

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE IMPACT OF ALTERNATIVE FUEL UTILIZATION USING THE LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) METHOD AT TUBAN CEMENT FACTORY

RAFI YOGATAMA INDRIYANTONO
NPM.19034010108

*The cement industry has made a significant contribution to the total emissions released into the air, with coal usage as a fuel source being considered a factor in environmental impacts. Therefore, with the increasing global demand for cement, preventive measures are needed to reduce total air emissions and provide appropriate improvement recommendations. The use of alternative fuels is considered a solution to mitigate these impacts, but it also introduces new challenges, such as determining the extent of emissions contributed to the environment and other resulting impacts from the utilization of alternative energy sources. In this study, the identification and analysis of environmental impacts are conducted using the Life Cycle Assessment (LCA) method. SimaPro 9.3 software, utilizing the IMPACT 2002+ impact assessment method, is employed for analysis. The LCA impact analysis results indicate that respiratory inorganics, global warming potential, and terrestrial acidification are the three highest impacts resulting from air emissions, including NO_x, Particulates, SO₂, CO₂, and CO due to the utilization of fuels such as coal, rice husks, industrial diesel oil (IDO), spent earth, cocopeat, and tobacco waste. Recommendations for improvement include increasing the ratio of rice husk/cocopeat usage by 15%-25% as fuel and planting giant miscanthus grass (*miscanthus giganteus*).*

Keywords: Life Cycle Assessment, Alternative Fuel, Cement, Impact