
ANALISIS *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA) PROSES PRODUKSI SEMEN PADA PERUSAHAAN SEMEN (GATE TO GATE)

Nonna Shifa Cahaya Delima dan Aulia Ulfah Farahdiba

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: auliaulfah.tl@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Pabrik Semen memproduksi semen yang memiliki empat komponen utama yaitu Batu Kapur, Tanah Liat, Pasir Besi, Pasir Silika. Produk yang dihasilkan kurang lebih 2 juta ton semen. Proses produksi semen yang dianalisis meliputi proses *raw mill*, *clinkerization* dan *finish mill*. Dalam proses pembuatan produk tidak hanya menghasilkan produk yang diharapkan tetapi juga menghasilkan produk sampingan. Oleh sebab itu perlu dilakukan perubahan berupa alternatif maupun strategi untuk mengurangi dampak beban emisi yang diberikan oleh proses produksi. Analisis dampak lingkungan akibat proses produksi dapat menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA). Melalui metode LCA dapat diselidiki dampak lingkungan, yaitu setiap perubahan yang terjadi pada lingkungan, yang seluruhnya atau sebagian disebabkan oleh aspek lingkungan. Dalam analisis ini menggunakan pendekatan *gate to gate* dengan SimaPro 9.2.0.1. Metode analisis dampak yang dipilih adalah metode Impact 2002+ karena metode ini merupakan metode yang dapat memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan dan mendekati kondisi yang terjadi di lingkungan Pabrik Semen Tuban. Penelitian ini menganalisis setiap 1 ton produk semen.

Kata kunci: Industri Penghasil Semen, LCA, Semen, SimaPro.

ABSTRACT

Tuban Cement Plant could be a cement plant found in Tuban, East Java. This Cement Manufacturing plant produces cement made from Limestone, Clay, Press Sand, Silica Sand. The coming about item is around 2 million tons of cement. The cement generation forms analyzed incorporate the raw mill, clinkerzation and wrap up process forms. Within the handle of making the item, it does not as it were create the anticipated item but too makes by-products. Hence it is vital to do elective methodologies to diminish the burden of emanations coming about from the generation handle. Natural affect examination caused by the generation handle can utilize the Life Cycle Appraisal (LCA) strategy. In this examination employing a entryway to door approach with SimaPro 9.2.0.1. The affect examination strategy chosen is the Impact 2002+ this strategy may be a strategy that can get comes about that are in agreement with the goals and are close to the conditions that happen within the Tuban Cement Plant environment. The information analyzed in this consider employments generation information for each 1 ton of cement item.

Keywords: Cement Producing Industry, LCA, Cement, SimaPro.

PENDAHULUAN

Industri Semen termasuk salah satu industri manufaktur terpenting di Indonesia. Dikarenakan semen merupakan bahan dasar dalam kegiatan konstruksi di bidang konstruksi, namun semen hanya memakan porsi biaya konstruksi yang relatif kecil, yaitu berkisar 4% - 10%. Namun, sampai saat ini belum ada bahan lain yang dapat digunakan sebagai pengganti semen, oleh karena itu perekonomian suatu negara akan tumbuh seiring dengan pertumbuhan industri semen (Badri & Vivanco, 2009).

Upaya pertama untuk menghasilkan semen dilakukan menggunakan dengan membakar adonan batu kapur serta tanah liat. pada awal tahun 1824 Joseph Aspadin, seseorang yang berkebangsaan asal Inggris, mencoba membentuk semen untuk yang pertama kalinya, ia mencoba percobaannya tersebut dengan membakar adonan batu kapur serta tanah liat yang telah dihaluskan sebelumnya, lalu dicampur, dan dipanaskan menjadi lelehan didalam tungku, sebagai akibatnya terjadi penguraian pada batu kapur (CaCO_3) sebagai kapur tohor atau biasa disebut batu kapur (CaCO_3). CaO dan karbon dioksida (CO_2). Batu kapur (CaO) bereaksi dengan senyawa lain menghasilkan klinker yg kemudian digiling dikenal menjadi *potland*. Seiring dengan pesatnya perkembangan semen, timbul beberapa jenis semen, diantaranya *Ordinary Portland Cement* (OPC), *White Cement*, dan *Portland Composite Cement* (PCC) (Purnawan & Prabowo, 2018). Tahapan proses pembuatan semen dibagi menjadi 3 (tiga) tahap yang utama yaitu *Raw Material Extraction* (RME), *Blending and Clinkerization* serta *Grinding and Packing*. Pada setiap tahapannya menghasilkan dampak yang dapat mencemari lingkungan atau mengganggu kesehatan manusia, seperti emisi gas rumah kaca, partikulat dan limbah domestik.

Selain itu, proses produksi semen juga membutuhkan energi yang relatif sangat tinggi berupa bahan bakar dan listrik serta menghasilkan banyak limbah cair, padat maupun gas. Dampak lingkungan yang terjadi ditimbulkan oleh setiap proses produksi berbeda-beda, sehingga memerlukan penanganan yang berbeda pula. Salah satu metode untuk mengetahui besarnya dampak dengan melakukan penilaian terhadap setiap

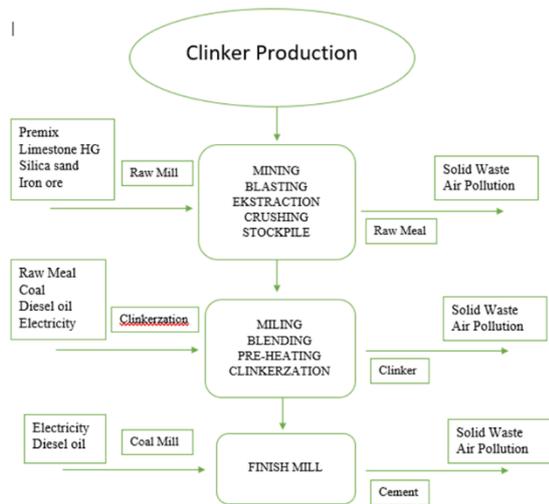
komponen proses produksi adalah dengan menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA).

Life Cycle Assessment adalah sebuah metode kerja untuk memprediksi dan menganalisis dampak lingkungan berkelanjutan dengan siklus hidup produk dan proses. Penggunaan metode *Life Cycle Assessment* (LCA) juga dapat digunakan untuk menentukan bagian dari siklus hidup (Soimakallio et al., 2011). Tujuan dari metode *Life Cycle Assessment* (LCA) ini adalah untuk mengetahui dampak dari setiap komponen proses produksi sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan lingkungan.

Life Cycle Assessment (LCA) dapat menjadi metode yang dapat mengetahui atau untuk menganalisis dampak lingkungan yang terjadi dari industri semen ini. Telah ada penelitian yang dilakukan untuk menilai dampak lingkungan dari produksi semen menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) di berbagai negara, yaitu Spanyol, Mesir dan Swiss, China, Uni Eropa dan Amerika Serikat dan Eropa (Ienaco, 2016). Software yang digunakan dalam penelitian *Life Cycle Assessment* (LCA) ini adalah Simapro 9.2.0.1.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di bulan Maret hingga bulan Oktober 2021 serta mengacu pada langkah studi *Life Cycle Assessment* yang didasari ISO 14040 tahun 2006, terbagi menjadi empat tahap, yaitu: tahap pertama termin identifikasi awal, ke dua tahap pengumpulan isu, ketiga termin pengolahan data dan keempat tahap interpretasi yang akan terjadi serta konklusi. Pengolahan data dalam penelitian ini buat penilaian dampak lingkungan memakai *software* SimaPro versi 9.2.0.1. Langkah-langkah penelitian dijelaskan pada Gambar dibawah sebagai berikut: (1) Identifikasi awal, (2) Mengumpulkan dan mengolah data yang ada (3) Interpretasi serta penarikan konklusi. Batasan system teknis terdiri berasal beberapa komponen yang dilihat pada produksi semen mulai asal persiapan awal produksi sampai produk akhir berupa semen serbaguna, yaitu: (1) ekstraksi bahan standar, (2) mixing dan klinkerisasi, (3) menyelesaikan penggilingan / menyelesaikan pabrik.



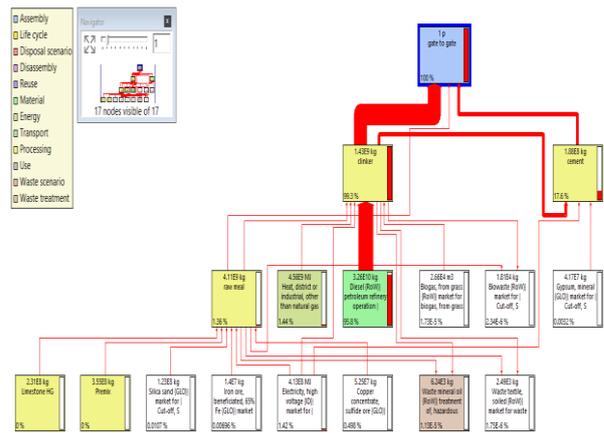
Gambar - 1 : Penentuan Goal dan Scope yang akan diteliti.

Penggunaan energi dan listrik termasuk dalam bagian batas sistem teknis karena kegiatan transportasi dan penggunaan listrik akan berdampak pada aspek lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung yang dikarenakan kegiatan proses produksi semen. Pada penelitian ini peneliti menggunakan *scope gate to gate* serta memberikan alternatif perbaikan.

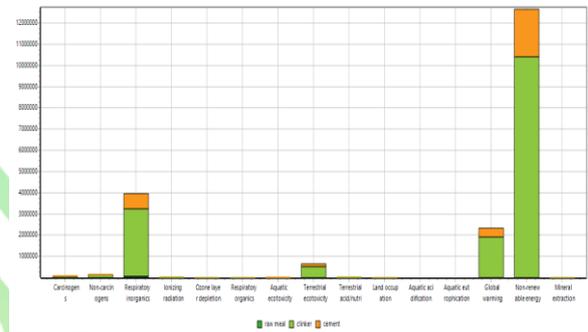
HASIL DAN PEMBAHASAN
Penentuan Goal dan Scope

Kajian *Life Cycle Assessment* (LCA) dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi dampak lingkungan yang terjadi akibat proses produksi semen di Pabrik Semen Tuban, menganalisis siklus hidup proses produksi semen untuk mengurangi dampak lingkungan dan memberikan informasi kepada pelanggan mengenai kategori dampak yang dihasilkan. per produk semen.

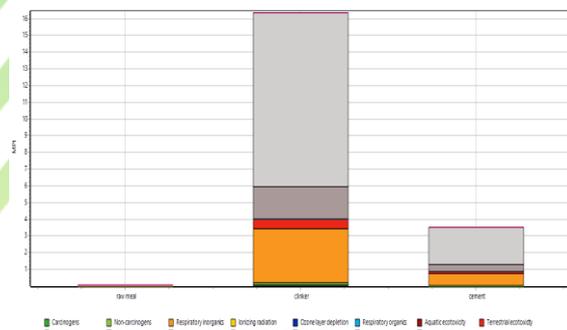
Dalam analisis *Life Cycle Assessment*, proses produksi Pabrik Semen Tuban menggunakan unit fungsional 1 ton semen. Unit fungsional ini dapat menunjukkan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh proses produksi 1 ton semen di Pabrik Semen Tuban. Penentuan fungsi dalam studi LCA adalah sistem produksi semen di Pabrik Tuban, dan unit fungsionalnya adalah 1 ton semen. *Output* dari inventarisasi *Life Cycle Assessment* (LCA) adalah jumlah energi dan material yang digunakan untuk memproduksi 1 ton semen dan dampak lingkungan yang dihasilkan. Proses produksi semen terdiri dari *quarrying*, ekstraksi bahan baku, *preheater-clinkerization*, *blending-grinding*, dan pengemasan.



Gambar -2: Network Result



Gambar- 3: Normalization



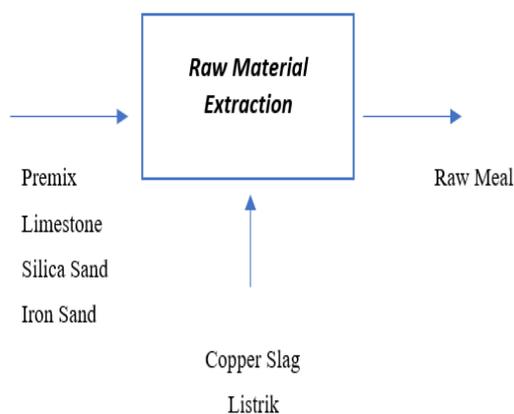
Gambar -4: Single Score

Network result pada pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA) merupakan output dari tahap *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA). *Network* berfungsi sebagai interpretasi bahwa proses produksi semen memberikan pengaruh terhadap lingkungan akibat proses produksinya. Hal tersebut dapat dilihat dari adanya garis merah pada setiap produksi menandakan bahwa seluruh proses produksi berdampak pada lingkungan. Semakin tebal garis merah maka semakin besar maka semakin besar dampak yang ditimbulkan dari suatu proses. Dari hasil tersebut dapat terlihat proses yang memberikan kontribusi terbesar adalah pada proses *clinker production* dengan dampak terbesar yaitu *non*

renewable energy dan Respiratory Inorganic. Penggunaan bahan batu bara menjadi faktor utama proses extraction menyumbang dampak tertinggi pada lingkungan.

Raw Material Extraction

Proses ekstraksi bahan baku berupa premix atau campuran limestone dan clay, yang terletak di dalam storage, akan ditampung dalam bin terlebih dahulu. Terdapat empat yaitu bin penyimpanan untuk menampung limestone, campuran clay dan limestone, copper slag, dan pasir silika. Dari keempat bin inilah akan terjadi pencampuran antara limestone, campuran clay dan limestone, copper slag, dan pasir silika. Pengaturan berat komposisi telah ditentukan oleh laboratorium yang ada didalam pabrik ini yang dibantu dengan alat yang biasanya disebut weight feeder. Setelah melewati weight feeder, semua raw material akan jatuh pada belt conveyor dan telah terkoreksi beratnya secara tepat untuk tiap material.



Gambar-5: Diagram Alir Input Dan Output Proses Raw Material Extraction

Clinkerzation

1. Homogenisasi (blending)

Dalam proses blending, alat utama yang digunakan adalah blending silo, menggunakan alat pemutar udara, prosesnya adalah bahan baku masuk dari bagian atas blending silo melalui conveyor lalu hasil dari blending diangkut menggunakan bucket elevator yang berada di bagian bawah blending silo. Didalam Blending silo terdapat alat pendeteksi ketinggian atau (level indicator) sehingga apabila telah terisi hingga batas maksimum maka alat akan secara otomatis

input bahan baku akan berhenti. Blending Silo dan Kiln Feed.

2. Pemanasan Awal (Pre-Heating)

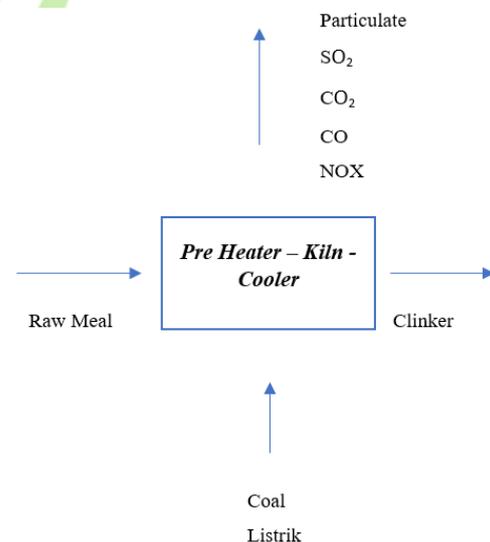
Pada proses ini yaitu pemanasan awal atau kiln feed terdapat di proses suspension preheater. Suspension preheater termasuk bagian dari kiln yang manfaatnya dapat mengeringkan (membakar) dan memanaskan kiln feed sebelum bisa diproses ke proses selanjutnya.

3. Pembakaran Rotary Kiln

Input yang telah terkalsinasi masuk ke Rotary Kiln. Tujuan dari Rotary Kiln buat membakar umpan Kiln bisa membuat clinker, sumber panas yg didapat pada Rotary Kiln didapatkan berasal pembakaran batu bara. lebih kurang 40 % berasal total bahan bakar digunakan di Kiln. api dijaga buat memanaskan umpan mencapai suhu operasi (1.400 – 1.450 °C) yang sinkron.

4. Pendinginan Clinker

Clinker Cooler memiliki fungsi sebagai pendingin clinker yang telah terbentuk dan memproduksi udara pembakar sekunder yg dipergunakan pada Rotary Kiln. Clinker Cooler yang dipergunakan terdiri asal kompartemen – kompartemen dan media pendingin yg digunakan artinya udara yang dihasilkan sang cooler.



Gambar -6: Diagram Alir Input dan Output Proses Clinkerzation

Menurut hasil dari Life Cycle Impact Assessment (LCIA), didapatkan dampak terbesar dari proses produksi semen adalah non renewable energy dan respiratory inorganic. Sedangkan, proses menggunakan akibat

terbesar terletak di proses *clinkerization*. Setelah mendapatkan akibat lingkungan dan kontributor penyumbang akibat lingkungan, tahap selanjutnya yaitu menyampaikan rekomendasi program pembaharuan alternatif yang lebih ramah lingkungan dari akibat lingkungan yg disebabkan dari proses pertambangan dan diperlukan agar menjadi pabrik semen yg lebih baik dari aspek ramah lingkungan. Mengurangi jumlah batubara dan Menggantinya dengan alternatif *Refuse Derived Fuel* (RDF) yang memiliki nilai kalor hampir sama dengan batubara. Nilai kalor batubara adalah 0,000018 TJ/kg (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, 2012). Sedangkan *Refuse Derived Fuel* (RDF) memiliki nilai kalor sebesar 0,000022 TJ/kg (Maulana et al., 2021). Penggantian bahan bakar alternatif diharapkan dapat mengurangi dampak energi terbarukan, pemanasan global, dan pernapasan anorganik yang disebabkan oleh proses produksi semen. Peningkatan luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) di wilayah pabrik, yang akan mampu menyerap emisi karbon yang dihasilkan oleh proses produksi. Pemilihan pohon yang mampu menyerap karbon dalam jumlah besar antara lain, Pohon Angsana sebesar $81,83 \times 10^{-3}$ g CO₂/helai/jam, Pohon Mahoni sebesar $69,53 \times 10^{-3}$ g CO₂/helai/jam; dan Pohon Kayu Putih sebesar $59,34 \times 10^{-3}$ g CO₂/helai/jam

KESIMPULAN

Dampak terbesar yang terjadi akibat proses produksi semen di dalam pabrik Tuban ini adalah dampak energi tak terbarukan (*Non Renewable Energy*) yang terjadi pada unit klinkerisasi atau pembuatan klinker. karena penggunaan tembaga dalam jumlah yang banyak. Penyebab dampak Gangguan Pernapasan Anorganik yang disebabkan oleh unit Klinker, akibat pembakaran bahan bakar solar dalam jumlah banyak. Sehingga menghasilkan emisi yang tidak diharapkan berupa SO₂, CO₂, NO_x dan partikulat-partikulat yang berbahaya bagi alat pernafasan manusia yaitu kesehatan paru-paru, sedangkan dampak pemanasan global atau *global warming* terhadap proses produksi semen, kontribusi tertinggi adalah produksi klinker karena proses pembakaran klinker menggunakan bahan bakar solar yang menimbulkan emisi gas yang tidak diinginkan dan tidak ramah lingkungan seperti CO₂, NO_x, SO₂, dan CO. Pemanasan global atau *global warming* yang terjadi dapat

menimbulkan efek gas rumah kaca yang menyebabkan kenaikan suhu rata-rata di bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badri, D. V., & Vivanco, J. M. (2009). Regulation and function of root exudates. *Plant, Cell and Environment*, 32(6), 666–681. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.01926.x>
- Ienaco, S. N. (2016). *an Evaluation of Energy Efficiency in Cement Plants*. 204–210.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. (2012). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pedoman Perhitungan Beban Emisi Kegiatan Industri Minyak dan Gas Bumi. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2012*.
- Maulana, E., Suwandi, A., Rahmalina, D., Ode, L., Firman, M., Suyitno, B. M., & Mahandika, D. (2021). Analisis Kinerja Refuse Derived Fuel (Rdf) Dari Sampah Organik Dan Non Organik Dengan Pendekatan Simulasi. *Skripsi Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya*, 13(1), 109–114.
- Purnawan, I., & Prabowo, A. (2018). Pengaruh Penambahan Limestone terhadap Kuat Tekan Semen Portland Komposit. *Jurnal Rekayasa Proses*, 11(2), 86. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.31136>