

Penerapan Metode *Life Cycle Assessment* (LCA) Pada Proses Produksi Downlight Aluminium (Studi Kasus Di UPT Logam Yogyakarta)

**Tatbita Titin Suhariyanto¹⁾, Hayati Mukti Asih²⁾, Aziz Ichwanuddin³⁾,
Muhammad Izzudin Rasyid⁴⁾**

¹²³⁴⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

1) tatbita.suhariyanto@ie.uad.ac.id

2) hayati.asih@ie.uad.ac.id

3) aziz1800019210@webmail.uad.ac.id

4) muhammad1800019202@webmail.uad.ac.id

ABSTRAK

Dalam aktivitas produksinya, UPT Logam Yogyakarta menghasilkan limbah dari proses pengecoran aluminium berupa terak yang dapat menimbulkan dampak negatif kepada lingkungan dan masyarakat. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari proses produksi aluminium di UPT Logam Yogyakarta menggunakan metode Life Cycle Assessment (LCA). LCA merupakan salah satu metode penilaian dampak lingkungan yang terdiri dari empat langkah, yaitu penentuan tujuan dan ruang lingkup, life cycle inventory (LCI), life cycle impact assessment (LCIA), dan interpretasi. Produk downlight lampu dipilih sebagai objek penelitian agar dapat memberikan pemahaman yang mendalam tentang implementasi LCA pada proses pengecoran aluminium. Hasil LCA menunjukkan bahwa penggunaan batang aluminium memberikan dampak terbesar pada semua kategori dengan nilai kategori GWP sebesar 355 kg CO₂-eq., kategori AP sebesar 1,32 kg SO₂-eq. kategori AP sebesar 0,087 kg Phosphate, kategori ODP sebesar 5,36E-13 kg R11, kategori ADP elements sebesar 1,11E-4 kg Sb, kategori ADP fossils sebesar 3,87E+003 MJ, dan kategori HTP sebesar 1,32E+003 kg DCB. Strategi pengurangan dampak lingkungan dapat dilakukan beberapa cara, yaitu dengan menerapkan produksi bersih dan melakukan pengolahan limbah dengan cara yang benar.

Kata Kunci: *Proses Pengecoran Aluminium, Life Cycle Assessment (LCA), Potensi Dampak Lingkungan*

ABSTRACT

In its production activities, UPT Logam Yogyakarta produces waste from the aluminum casting process in the form of slag slag. The waste can have a negative impact on the environment and society. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the environmental impact of the aluminum production process at UPT Logam Yogyakarta using the Life Cycle Assessment (LCA) method. LCA is one of the environmental impact assessment methods which consists of four steps, namely the determination of objectives and scope, life cycle inventory (LCI), life cycle impact assessment (LCIA), and interpretation. The lamp downlight product was chosen as the object of research in order to provide an in-depth understanding of the implementation of LCA in the aluminum casting process. The LCA results show that the use of aluminum ingot has the greatest impact on all categories with a GWP category value of 355 kg CO₂-eq., AP category of 1.32 kg SO₂-eq. the AP category is 0.087 kg Phosphate, the ODP category is 5.36E-13 kg R11, the ADP elements category is 1.11E-4 kg Sb, the ADP fossils category is 3.87E+003 MJ, and the HTP category is 1.32E+003 kg of DCB. Strategies to reduce environmental impact can be carried out in several ways, namely by implementing clean production and treating waste in the proper way.

Keywords: *Aluminum Casting Process, Life Cycle Assessment (LCA), Potential Environmental Impact*

I. PENDAHULUAN

Saat ini, perkembangan industri di Yogyakarta meningkat dengan cepat, khususnya pada industri logam (Faishal et al., 2020). Selain memberikan dampak positif pada peningkatan ekonomi, industri logam juga memiliki dampak yang negatif terhadap lingkungan. Potensi dampak tersebut karena kurangnya perhatian para pelaku industri dalam mengelola limbah yang dihasilkan.

Salah satu aktivitas industri yang dapat menghasilkan dampak negatif terhadap lingkungan adalah proses produksi. Proses produksi merupakan suatu aktivitas yang berguna untuk memberi nilai tambah pada suatu barang yang melibatkan faktor-faktor produksi bersamaan (Muin, 2017). Aktivitas produksi dalam industri harus lebih diperhatikan agar dapat mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan. Sumarata et al. (2020) mengatakan bahwa produktivitas yang tinggi dapat berpengaruh bagi kondisi lingkungan sekitar dan diantara penyebabnya adalah karena proses produksi yang belum ramah lingkungan. Standar dalam produksi yang baik yaitu dengan memerhatikan efek dan keamanan dari material dan bahan baku yang digunakan guna terciptanya keserasian terhadap lingkungan (Sumarata et al., 2020). Oleh karena itu, penerapan konsep *cleaner production* sangat penting bagi perusahaan.

Salah satu badan milik pemerintah yang aktif memproduksi barang-barang manufaktur adalah Unit Pelayanan Teknis (UPT) Logam yang terletak di Yogyakarta. UPT ini merupakan unit kerja yang berfungsi sebagai pemberi layanan ke perusahaan atau industri menengah dan kecil untuk mengembangkan serta membina industri menengah, kecil, dan pelaku usaha baru yang dikelola secara profesional. UPT ini merupakan industri yang bergerak dalam bidang percetakan logam yang memberikan fasilitas teknologi dari cetakan plastik menjadi cetakan menggunakan mesin untuk industri menengah dan kecil. Dalam aktivitas produksinya, UPT Logam Yogyakarta tentunya menghasilkan limbah. Menurut Ramadhani et al. (2018) limbah yang sering dihasilkan dari pengecoran aluminium berasal dari sisa bahan baku yang menjadi limbah berupa terak atau slag aluminium. Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, evaluasi dan analisis dampak lingkungan proses pengecoran aluminium perlu dilakukan oleh

UPT Logam Yogyakarta agar proses tersebut tidak menimbulkan pencemaran bagi lingkungan sekitar. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari proses produksi aluminium di UPT Logam Yogyakarta dengan menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA).

LCA merupakan sebuah metode untuk menganalisis dan menghitung total potensi dampak lingkungan dari suatu produk dalam setiap tahapan siklus hidupnya, yaitu mulai dari persiapan bahan mentah, proses produksi, penjualan dan transportasi, serta pembuangan produk (ISO 14040, 2006). LCA dapat diterapkan pada berbagai jenis industri, seperti industri kelapa sawit (Ahmadi et al., 2020), industri batik (Windrianto et al., 2016), dan industri furnitur kayu (Prabowo & Suhariyanto, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Giandadewi et al. (2017) untuk menganalisis dampak lingkungan pada proses produksi *crude palm oil* (CPO) di Desa Jelatang, Kab. Merangin, Provinsi Jambi, serta menyusun upaya dalam pengendalian dampak terhadap lingkungan sekitar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kategori dampak lingkungan yang paling besar adalah climate change akibat emisi N₂O dari penggunaan pupuk pada aktivitas perkebunan, serta *palm oil mill effluent* (POME) yang dapat menghasilkan gas metana. Terdapat dua usulan perbaikan yang dapat dilakukan agar dapat mengurangi dampak terhadap lingkungan, yaitu pengolahan bioetanol dari *empty fruit bunch* (EFB) dan pengolahan biogas dari POME.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Sumarata et al. (2020) bertujuan untuk menganalisis dampak lingkungan dari penggunaan material dan energi pada proses pembuatan Batik Tobal Pekalongan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kategori dampak lingkungan paling besar adalah resources yang dihasilkan dari penggunaan air bersih, lilin malam dan minyak tanah yang belum efisien. Kategori dampak selanjutnya adalah human health yang dihasilkan dari proses pembuatan batik yang menggunakan bahan kimia. Kategori dampak terakhir adalah ekosistem yang dihasilkan dari konsumsi material dan energi yang mengeluarkan emisi, sehingga berpengaruh pada ekosistem lingkungan.

Kemudian, Azis (2020) meneliti tentang dampak lingkungan pada produksi kayu lapis dan merekomendasikan usulan perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan kategori dampak yang berkontribusi adalah greenhouse gas (GHG) dengan nilai sebesar 2,5E3 kg CO₂ per m³ dimana 47,2% berasal dari aktivitas transportasi yang menggunakan berbahan bakar solar. Usulan perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan adalah dengan pemeliharaan kendaraan secara tepat, efisiensi penggunaan kiln dry, modifikasi jalur transportasi, daur ulang veenir, dan penggunaan truk dengan spesifikasi Euro tinggi.

Selain penelitian dampak lingkungan berbasis LCA, beberapa penelitian tentang industri logam juga pernah dilakukan menggunakan metode analisis risiko dan analisis kualitatif deskriptif dengan melihat dampak pencemaran di sekitar industri. Penelitian yang dilakukan Valentina et al. (2017) dengan judul “Analisis Risiko Logam Berat Cd, Cr, dan Cu pada Das Gelis (Studi Kasus: Sungai Gelis, Kabupaten Kudus)” membandingkan dan mengukur konsentrasi logam berat *chromium* (Cr), *copper* (Cu), dan *cadmium* (Cd) berdasarkan standar yang berlaku serta menganalisis dampak yang ditimbulkan dari logam berat tersebut bagi pengguna sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian konsentrasi logam berat Cr, Cu dan Cd masih dibawah baku mutu, kecuali pada konsentrasi Cu dan Cd yang cenderung melampaui baku mutu yaitu sebesar 0,02 dengan titik 4 pada konsentrasi Cu dan 0,029 dengan titik 5 pada konsentrasi Cd. Nilai risiko pada logam berat kebanyakan kurang dari satu, sehingga dapat dikatakan tidak beresiko. Namun, konsentrasi Cd memiliki nilai resiko yang lebih dari satu, sehingga dapat dikatakan beresiko bagi pengguna sungai.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Gunawan et al. (2015) menganalisis dampak lingkungan sekitar tambang nikel Kabupaten Halmahera Timur dengan meneliti kondisi lingkungan seperti air, tanah dan rumput terhadap keamanan pangan ternak berupa daging serta hati sapi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi lingkungan, seperti air, tanah dan rumput terhadap keamanan pangan ternak serta daging dan hati sapi di sekitar tambang nikel Kabupaten Halmahera, masih relatif aman dari pencemaran logam Cd

dan *arsenic* (As). Namun, kondisi air di sekitar tambang nikel Kabupaten Halmahera sudah tercemar oleh logam berat *lead* (Pb) dan *hydrargyrum* atau *mercury* (Hg) yang melebihi ambang batas yang berlaku.

Kemudian, penelitian Yudo (2018) dengan judul “Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta” bertujuan untuk menganalisis kondisi sungai di wilayah DKI Jakarta terhadap pencemaran logam berat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencemaran sungai paling tinggi terjadi pada musim kemarau karena debit air yang berkurang, sedangkan jumlah limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri tetap. Pencemaran logam berat disebabkan oleh limbah domestik yang berasal dari pemukiman dan limbah industri yang dibuang tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Selain itu, kondisi logam berat di sungai DKI Jakarta selalu meningkat konsentrasinya dari hulu ke hilir.

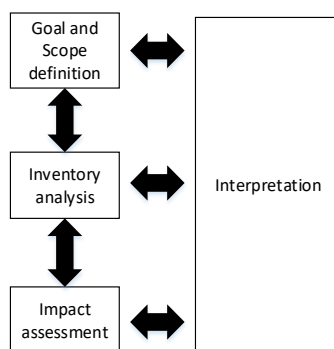
Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian ini berbeda dari segi metode dan ruang lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode LCA yang dapat menganalisis potensi dampak lingkungan berdasarkan beberapa kategori. Selain itu, ruang lingkup penelitian fokus pada *gate-to-gate*, sehingga dapat menganalisis bagaimana potensi dampak dari proses produksi pengecoran aluminium. Produk *downlight* dipilih sebagai objek kasus agar memperoleh gambaran yang lengkap bagaimana implementasi metode LCA pada proses produksi di industri logam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan tentang dampak lingkungan yang terjadi pada proses produksi UPT Logam Yogyakarta sehingga dapat menjadi masukan dan saran bagi UPT Logam Yogyakarta dalam menentukan perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu tahap pertama berupa identifikasi masalah dan penentuan tujuan penelitian, tahap kedua berupa pengumpulan dan pengolahan data, serta tahap ketiga berupa analisis dan pembahasan. Seperti yang disajikan pada Gambar 1, pengolahan data dilakukan dengan metode LCA yang terdiri dari empat langkah, yaitu penentuan tujuan dan ruang lingkup, *life cycle inventory* (LCI), *life cycle*

impact assessment (LCIA), dan interpretasi (ISO 14040, 2006).

Tahap pertama adalah penentuan tujuan dan ruang lingkup sehingga dapat menunjukkan hubungan antara produk dengan pembatas. Tahap kedua adalah LCI yang dilakukan dengan mengumpulkan data yang berkaitan dengan proses produksi berupa kebutuhan material dan energi, serta emisi yang dihasilkan. Tahap selanjutnya adalah LCIA dimana analisis potensi dampak lingkungan berdasarkan hasil LCI. LCIA adalah fase proses yang bertujuan untuk memahami dan mengevaluasi besarnya dampak lingkungan untuk sistem produk di sepanjang siklus hidup produk tersebut. Pada penelitian ini, metode LCIA yang dipilih adalah CML 2001 dengan memilih tujuh kategori dampak yang berkaitan dengan ruang lingkup pada proses produksi. Ketujuh kategori dampak tersebut adalah *global warming potential* (GWP), *acidification potential* (AP), *eutrophication potential* (EP), *ozone layer depletion potential* (ODP), *abiotic depletion for elements* (ADP elements), *abiotic depletion for fossil* (ADP fossils), and *human toxicity potential* (HTP). Tahap terakhir adalah tahap interpretasi yang bertujuan untuk memberikan pandangan teoritis terhadap hasil LCIA. Selain itu, tahap ini juga bertujuan untuk merekomendasikan strategi pengurangan potensi dampak lingkungan dari proses produksi *downlight* di UPT Logam Yogyakarta.



Gambar 1. Tahapan LCA

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang tahapan pengumpulan dan pengolahan data dengan mengikuti tahapan LCA yang telah dijelaskan pada Bab 2.

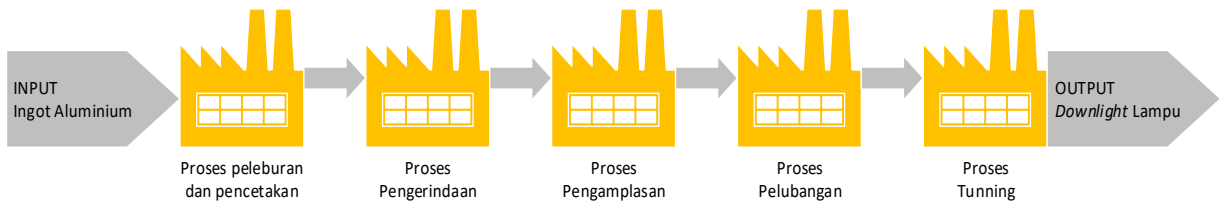
A. Menentukan Tujuan dan Ruang Lingkup

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan titik kritikal dari proses produksi *downlight* pada UPT Logam Yogyakarta berdasarkan dari hasil LCA dan mengusulkan strategi perbaikan untuk mengurangi potensi dampak lingkungan. Kemudian, ruang lingkup dari penelitian dibagi menjadi tiga poin, yaitu menentukan fungsi sistem produk, unit fungsional (FU), dan batasan sistem. Fungsi sistem produk yaitu produk *downlight* yang berfungsi sebagai tempat meletakkan lampu dimana pemasangannya tersembunyi dalam plafon atau dinding. Kemudian, unit fungsional dalam penelitian ini adalah produksi satu tungku dengan kapasitas 40 kg yang menghasilkan kurang lebih 80 *downlight* dengan berat per produk sebesar 320 gram dengan perkiraan memiliki siklus hidup selama 30 tahun. Selanjutnya, penelitian hanya membatasi sistem *gate-to-gate* dimana hanya fokus pada proses produksinya yang dimulai dari raw material sampai menuju produk jadi.

Seperti yang disajikan pada Gambar 2, proses produksi *downlight* dimulai dengan proses peleburan logam aluminium menggunakan mesin *die casting* Toyo. Selain proses peleburan, aluminium juga langsung dicetak menjadi produk *downlight*, sehingga ketika keluar dari mesin aluminium cair sudah berbentuk menjadi *downlight*. Kemudian, proses selanjutnya adalah proses pengerindaan dan pengamplasan. Setelah produk halus, produk dipindah menuju stasiun kerja pelubangan. pada bagian bawah *downlight* dan proses *tuning* untuk membersihkan bagian dalam corong sekaligus meghaluskan bagian tersebut. Setelah itu, produk masuk dalam gudang dan siap dilakukan pengemasan.

B. LCI

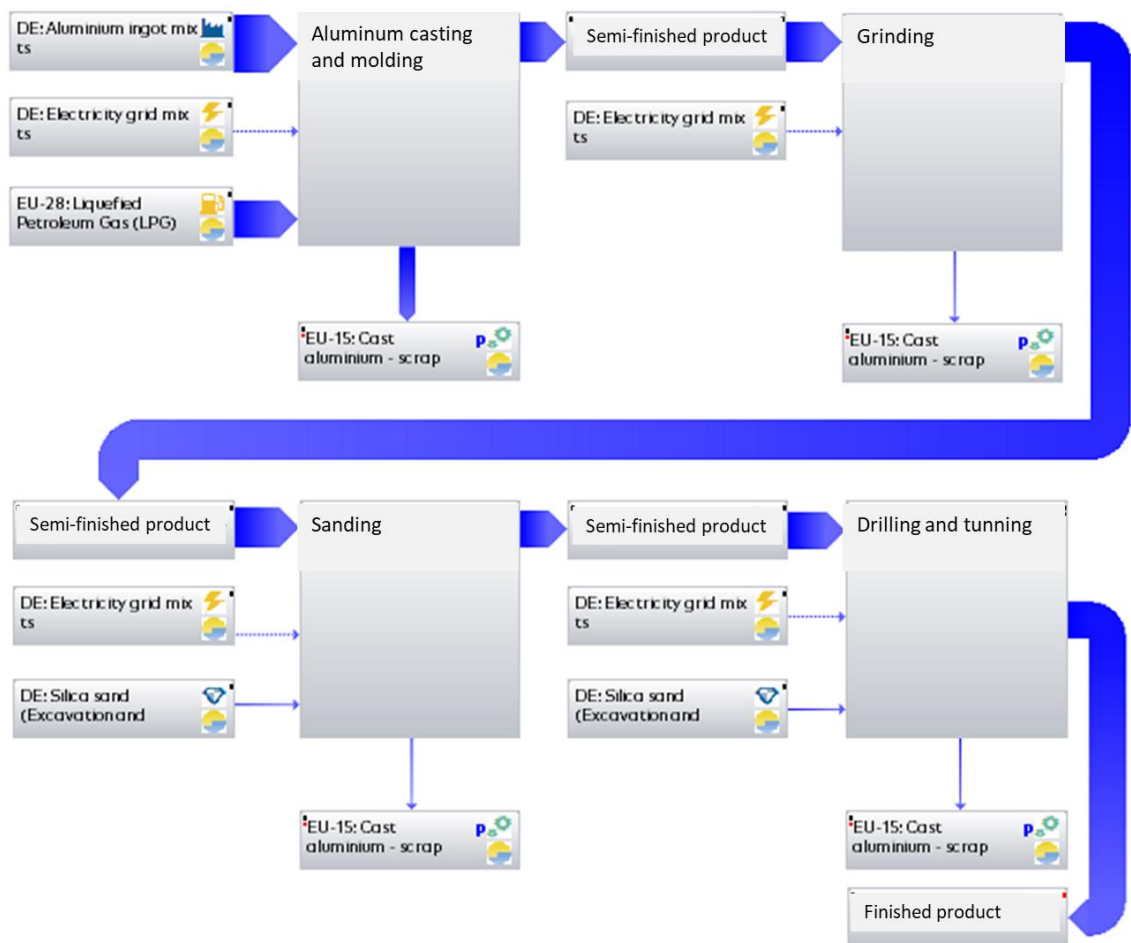
Tahap ini berisi kebutuhan material dan energi yang dibutuhkan dari setiap proses. Seperti yang disajikan pada Tabel 1, batangan aluminium merupakan material utama dalam proses produksi *downlight*. Energi listrik juga dibutuhkan dalam setiap proses. Berdasarkan input tersebut, model LCA dibuat dengan bantuan perangkat lunak GaBi Education©, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Proses Produksi *Downlight* (Ruang Lingkup Penelitian)

Tabel 1. LCI Proses Produksi *Downlight*

Proses Peleburan dan Pencetakan				
Input	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Batangan aluminium	Massa	40	Kg	Pengukuran
Energi listrik	Energi	22.77	kWh	Perhitungan
Gas LPG	Massa	25	Kg	Perhitungan
Output	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Produk setengah jadi	Unit	28	Produk	Pengukuran
Sisa aluminium (<i>scrap</i>)	Massa	12	Kg	Estimasi
Proses Gerinda				
Input	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Energi listrik	Energi	350	Watt	Perhitungan
Produk setengah jadi	Massa	28	Kg	Pengukuran
Output	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Produk setengah jadi	Massa	27,2	Kg	Pengukuran
Bubuk aluminium	Massa	0,8	Kg	Estimasi
Proses Pengamplasan				
Input	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Energi listrik	Energi	200	Watt	Perhitungan
Produk setengah jadi	Massa	27.2	Kg	Pengukuran
Amplas	Massa	0.5	Kg	Estimasi
Output	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Produk setengah jadi	Massa	26.4	Kg	Pengukuran
Bubuk aluminium	Massa	0.6	Kg	Estimasi
Potogan aluminium	Massa	0.2	Kg	Estimasi
Amplas	Massa	0.5	Kg	Estimasi
Proses Pelubangan				
Input	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Produk <i>downlight</i>	Massa	26.4	Kg	Pengukuran
Output	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Produk <i>downlight</i>	Massa	26.4	Kg	Pengukuran
Serpihan aluminium	Massa	0.0001	Kg	Estimasi
Proses Tuning				
Input	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Energi listrik	Energi	20	Watt	Perhitungan
Produk <i>downlight</i>	Massa	26.4	Kg	Pengukuran
Amplas	Massa	0.5	Kg	Estimasi
Spons	Massa	0.3	Kg	Estimasi
Kain	Massa	0.3	kg	Estimasi
Output	Kuantitas	Jumlah	Unit	Sumber
Produk <i>downlight</i>	Massa	25.6	Kg	Pengukuran
Bubuk aluminium	Massa	0.8	Kg	Estimasi
Sampah kain	Massa	0.5	Kg	Estimasi
Sampah amplas	Massa	0.5	Kg	Estimasi
Sampah spons	Massa	0.5	Kg	Estimasi



Gambar 3. Model LCA

C. LCIA

Berdasarkan model LCI, analisis LCIA dilakukan untuk mengetahui seberapa besar potensi dampak lingkungan berdasarkan beberapa kategori dampak yang telah dipilih. Tabel 2 menunjukkan hasil LCIA dari

penggunaan batangan aluminium, energi listrik, dan gas. Setiap kategori dampak merujuk pada potensi dampak yang berbeda dan memiliki satuan yang berbeda. Ketujuh kategori dampak ini diinterpretasikan agar diketahui titik kritisnya.

No	Kategori Dampak	Unit	Total	Penggunaan Batangan Alumunium	Penggunaan Listrik	Penggunaan Gas
1	Global Warming Potential (GWP)	kg CO ₂ -eq.	379	355	3,59	19,5
2	Acidification Potential (AP)	kg SO ₂ -eq.	1,39	1,32	-	0,0669
3	Eutrophication Potential (EP)	kg Phosphate	0,0931	0,087	0,000901	0,00514
4	Ozone Layer Depletion Potential (ODP)	kg R11	7,08E-13	5,36e-13	1,5474e-13	0,147e-13
5	Abiotic Depletion elements (ADP elements)	kg Sb	1,15E-4	1,11e-4	0,015e-4	0,0275e-4
6	Abiotic Depletion fossil (ADP fossils)	MJ	5,26E+003	3,87E003	34,9	1,36E003

7	Human Toxicity Potential (HTP)	kg DCB	1,32E+003	1,32E003	-	-
---	--------------------------------	--------	-----------	----------	---	---

Tabel 2. LCIA Proses Produksi *Downlight*

D. Interpretasi

Seperti yang disajikan pada Gambar 4 hingga Gambar 10, tujuh kategori dampak lingkungan telah dihitung. Kategori dampak pertama adalah GWP yang merupakan potensi dampak lingkungan yang mengubah iklim karena adanya emisi gas rumah kaca di udara (Khairona, 2019). Dampak terhadap lingkungan ini dapat menyebabkan efek buruk terhadap kesehatan manusia dan ekosistem. Hasil LCA menunjukkan bahwa kategori GWP terbesar berasal dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 355 kg CO₂-eq. Proses tersebut dapat menyebabkan global warming atau perubahan iklim karena karena emisi gas rumah kaca yang dihasilkan.

Kategori dampak kedua adalah AP yang berarti munculnya senyawa pengoksidasi yang dapat menimbulkan dampak pada air permukaan, tanah, air tanah, organisme, dan ekosistem (Khairona, 2019). Hasil LCA menunjukkan bahwa kategori AP terbesar berasal dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 1,32 kg SO₂-eq.

Kategori dampak ketiga adalah EP yang berarti dampak terhadap lingkungan karena adanya peningkatan makronutrien yang disebabkan emisi nutrisi ke tanah (Khairona, 2019). Hasil LCA menunjukkan bahwa kontribusi terbesar AP diperoleh dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 0,087 kg Phosphate.

Kategori dampak keempat adalah ODP yang merujuk pada potensi dampak terhadap lingkungan akibat menipisnya lapisan ozon pada stratosfir yang dapat menyebabkan radiasi UV-B mencapai permukaan bumi, sehingga dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup dan merusak ekosistem (Khairona, 2019). Hasil LCA menunjukkan bahwa kontribusi terbesar ODP disebabkan dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 5,36E-13 kg R11.

Kategori dampak kelima adalah ADP elements yang berarti adanya penipisan sumber daya alam abiotik, seperti mineral dan lain sebagainya (Septia, 2012). Dampak ini banyak didiskusikan karena luasnya variasi metode dalam mengkarakteristikan kontribusi pada kategori ini. Hasil LCA menunjukkan bahwa kontribusi terbesar ADP

elements disebabkan dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 1,11E-4 kg Sb.

Kategori dampak keenam adalah ADP fossils yang merujuk pada penipisan sumber daya alam abiotik yang berasal dari fosil seperti batu bara dan lain sebagainya (Septia, 2012). Hasil LCA menunjukkan bahwa kontribusi terbesar ADP fossils disebabkan dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 3,87E+003 MJ.

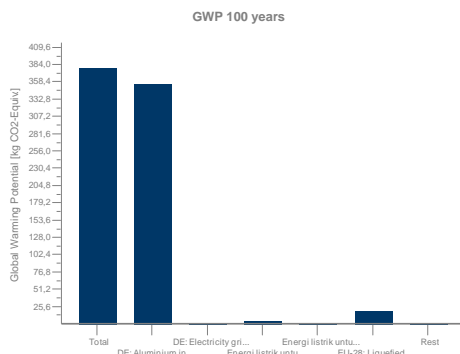
Kategori dampak ketujuh adalah HTP yang berarti dampak lingkungan terkait zat beracun yang dapat mempengaruhi lingkungan dan manusia sehingga menyebabkan risiko kesehatan paparan di lokasi kerja (Septia, 2012). Emisi ini dapat melalui beberapa elemen, diantaranya adalah udara. Hasil LCA menunjukkan bahwa kontribusi terbesar HTP disebabkan dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 1,32E+003 kg DCB.

Berdasarkan analisis hasil LCA Rekomendasi yang dapat dilakukan guna untuk memperbaiki proses produksi supaya dapat mengurangi ataupun mencegah dampak lingkungan yang ditimbulkan dari proses produksi *downlight* di UPT Logam Yogyakarta adalah dengan penerapan konsep produksi bersih dan pengolahan limbah.

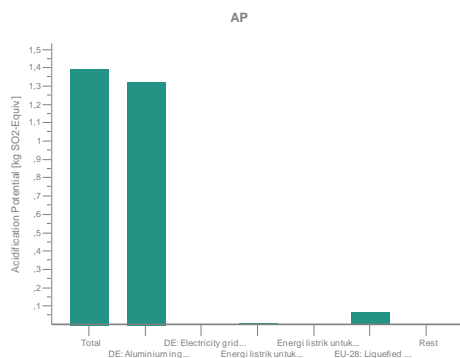
Produksi bersih merupakan pendekatan pengolahan lingkungan dengan menerapkan tindakan paling efektif untuk mengurangi limbah yang dihasilkan dari proses produksi. Dengan menerapkan konsep produksi bersih, pengurangan limbah dapat dilakukan dengan mengeliminasi penggunaan sumber daya secara berlebihan (Fakhurozi et al., 2021). Produksi bersih merupakan strategi yang berpotensi apabila diterapkan pada industri karena memberikan nilai tambah dan mengurangi dampak risiko yang dihasilkan (Djayanti, 2015). Oleh karena itu, penting bagi UPT Logam Yogyakarta untuk menerapkan produksi bersih guna mengurangi limbah yang dihasilkan, terutama limbah dari batangan aluminium yang dapat menimbulkan pencemaran pada lingkungan.

Selain itu, UPT Logam Yogyakarta juga dapat melakukan pengolahan limbah dengan benar. Pengolahan limbah yang benar bisa membuat dampak yang dihasilkan terhadap lingkungan berkurang ataupun

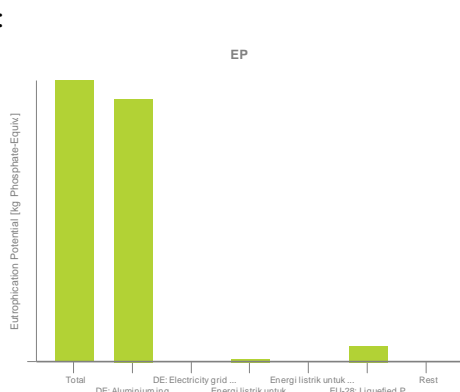
dihilangkan. Sisa-sisa proses produksi berupa *scrap* yang sudah tidak memiliki nilai dapat dilakukan dapat dimanfaatkan kembali dengan cara pengolahan yang tepat. Pada UPT Logam Yogyakarta, sebagian besar limbah merupakan sisa-sisa aluminium yang memiliki bentuk patahan, dan lelehan aluminium yang keras, serbuk aluminium, dan produk yang cacat. Limbah aluminium ini dapat diolah kembali karena sifatnya yang mudah dileburkan. Selain itu, produk cacat juga dapat dilebur kembali menjadi cairan aluminium. Limbah aluminium berupa patahan ataupun bubuk juga dapat dijadikan sebagai bahan baku atau dijual kepada pengepul limbah aluminium, sehingga memiliki manfaat dan nilai tambah.



Gambar 4. Hasil LCA pada GWP

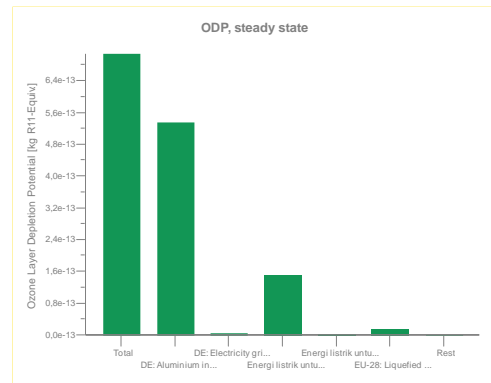


Gambar 5. Hasil LCA pada AP

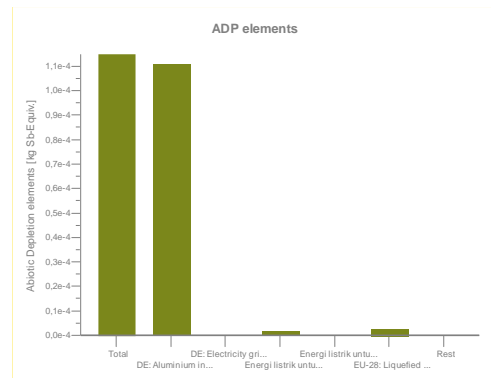


:

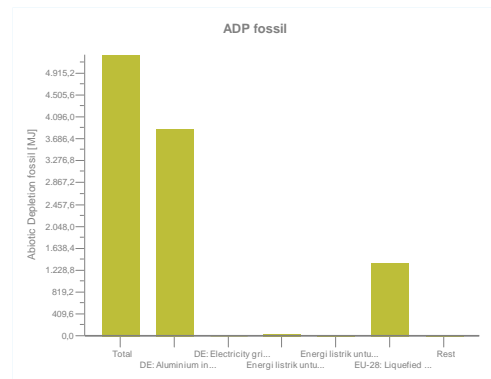
Gambar 6. Hasil LCA pada EP



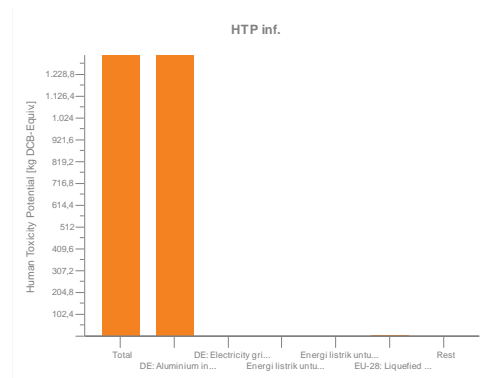
Gambar 7. Hasil LCA pada ODP



Gambar 8. Hasil LCA pada ADP Elements



Gambar 9. Hasil LCA pada ADP Fossils



Gambar 10. Hasil LCA pada HTP

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis LCA yang dibantu menggunakan perangkat lunak GaBi Education©, diperoleh hasil bahwa dalam proses produksi *downlight* lampu yang dilakukan UPT Logam Yogyakarta menghasilkan beberapa kategori dampak lingkungan. Hasil LCA menunjukkan bahwa kategori GWP terbesar berasal dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 355 kg CO₂-eq. Kemudian, kategori AP terbesar berasal dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 1,32 kg SO₂-eq. Selanjutnya, kontribusi terbesar AP diperoleh dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 0,087 kg Phosphate. Begitu pula dengan ODP, kontribusi terbesar disebabkan dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 5,36E-13 kg R11. Untuk ADP *elements*, kontribusi terbesar disebabkan dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 1,11E-4 kg Sb. Selanjutnya, kontribusi terbesar ADP *fossils* disebabkan dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 3,87E+003 MJ. Terakhir, kontribusi terbesar HTP disebabkan dari penggunaan batangan aluminium dengan nilai 1,32E+003 kg DCB

Oleh karena itu, strategi pengurangan dampak lingkungan dapat dilakukan beberapa cara, yaitu dengan menerapkan produksi bersih dan melakukan pengolahan limbah dengan cara yang benar. Maka, dampak terhadap lingkungan yang timbul dari proses produksi dapat dikurangi ataupun di hilangkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UPT Logam Yogyakarta yang sudah bersedia membantu proses penelitian hingga selesai. Selain itu, penulis juga sangat mengapresiasi dukungan dari Program Studi Teknik Industri Universitas Ahmad Dahlan selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, Mahidin, Faisal, M., Hamdani, Siregar, K., Erdiwansyah, Masturah, R., Nasrullah. (2021). Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Palm Oil Industry. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 1-9.
- Azis, R. A. (2020). Analisis Dampak Lingkungan Produksi Kayu Lapis dengan Metode Life Cycle Assessment (Studi Kasus PT. Sengon Kondang Nusantara). In *Universitas Muhammdiyah Palembang*.
- Djayanti, S. (2015). Kajian Penerapan Produksi Bersih di Industri Tahu di Desa Jimbaran, Bandung, Jawa Tengah. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 6(2), 75–80.
- Fakhurozi, A., Suhariyanto, T.T., & Faishal, M. (2021). Analysis of Environmental Impact and Municipal Waste Management Strategy: A Case of the Piyungan Landfill, Yogyakarta, Indonesia. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 20(1), 61-71.
- Faishal, M., Arfan, M.N., & Asih, H.M. (2020). Reducing Environmental Impact on SME Metals Production Process Using Life Cycle Assessment and Analytical Hierarchy Process Method. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 19(1), 84-94.
- Giandadewi, D. S., Andarani, P., & Nugraha, W. D. (2017). Potensi Dampak Lingkungan Dalam Sistem Produksi Minyak Kelapa Sawit Mentah (Crude Palm Oli-CPO) Dengan Menggunakan Metode Life Cycle Assesment (Eco-Indicator 99) (Studi Kasus PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology Tbk). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 327(6), 1–10.
- Gunawan, Priyanto, R., & Salundik. (2015). Analisis Lingkungan Sekitar Tambang Nikel Terhadap Kualitas Ternak Sapi Pedaging di Kabupaten Halamahera Timur. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 3(1), 59–64.
- ISO 14040. (2006). ISO 14040:2006(E). In *ISO 2006* (2nd ed.). ISO 2006.
- Khairona, M. A. (2019). *Analisis Gate-To-Gate Produk Batik Cap Menggunakan Metode Life Cycle Assesment*. UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.
- Muin, M. (2017). Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Hasil Produksi Merica Di Desa Era Baru Kecamatan Tellulimpoe Kabupaten Sinjai, *Jurnal Economix*, 5(2), 203–214.
- Prabowo, E. & Suhariyanto, T.T. (2021). Implementation of Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Cost Life (LCC) on Particle Board Wood Furniture Industry in Yogyakarta. *Jurnal OPSI*, 14(2), 271-282.

- Ramadhani, B., Dermawan, D., & Azhari, L. (2018). Identifikasi Karakteristik Limbah Slag Aluminium sebagai Substitusi Semen dalam Uji Setting Time dan Kualitas Material pada Mix Design Beton K-250 (Studi Kasus : Kawasan Home Industry Kecamatan Sumobito). *Jurnal Teknik Pengolahan Limbah*, 2623, 7–12.
- Septia, W. E. (2012). Analisis Lingkungan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Indonesia. *Skripsi Teknik Industri*, 117.
- Sumarata, D. N. Y., Sukendar, I., & Nurwidiana. (2020). Analisa Dampak Lingkungan Material dan Energi Proses Pembuatan Batik Menggunakan Metode Life Cycle Assessment (LCA). *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*, 556–564.
- Windrianto, Y., Lucitasari, D.R., & Berlianty, I. (2016). Pengukuran Tingkat Eko-efisiensi Menggunakan Metode Life Cycle Assessment (LCA) untuk Menciptakan Produksi Batik yang Efisien dan Ramah Lingkungan (Studi Kasus di UKM Sri Kuncoro Bantul). *Jurnal OPSI*, 9(2), 143-149.
- Valentina, D., Nugraha, W. D., & Sarminingsih, A. (2017). Analisis Risiko Logam Berat Cd, Cr, dan Cu pada Das Gelis (Studi Kasus : Sungai Gelis, Kabupaten Kudus). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1-10.
- Yudo, S. (2018). Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai Dki Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1), 1–15.