

IDENTIFIKASI POTENSI DAMPAK LINGKUNGAN POTENSIAL PADA INDUSTRI FURNITURE

Silvy Nur Afifah¹⁾, Evi Yuliawati²⁾

Program Studi Teknik Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: ¹⁾silvynaaaa@gmail.com, ²⁾eviyulia103@itats.ac.id

ABSTRAK

Proses produksi perusahaan menghasilkan beberapa limbah maupun emisi. Salah satu aspeknya adalah karena penggunaan energi dan bahan, yang menyebabkan timbulnya permasalahan lingkungan dan penurunan ketersediaan sumber daya. Penelitian ini akan menginvestigasi pengaruh dampak lingkungan terhadap keberlanjutan produksi pada perusahaan furniture. Penilaian dampak yang dihasilkan oleh software OpenLCA dapat menjadi informasi bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan dalam proses produksi. Selanjutnya, metode untuk menganalisis hubungan antara pengaruh potensi dampak lingkungan terhadap keberlanjutan produksi adalah regresi linier berganda dengan software Minitab 16. Potensi dampak lingkungan pada perusahaan furniture diperoleh berdasarkan nilai impact yang dihasilkan pada produksi cermin Vasari. Hasil dari software OpenLCA diperoleh nilai impact Aquatic eutrophication EP(P) sebesar 24,747 Pt, nilai impact Human toxicity water sebesar 13,536 Pt dan nilai impact Radioactive waste sebesar 9,201 Pt. Selanjutnya, ketiga potensi dampak lingkungan tertinggi tersebut dianalisis pengaruhnya dengan regresi linier berganda. Dari beberapa alternatif upaya perbaikan dengan mengganti material alkyl paint dengan polyester resin, dan material cerium oxide dengan wool polishing wheel (organic sheep farm) menghasilkan nilai impact paling kecil. Nilai potensi dampak lingkungan setelah perbaikan adalah nilai Aquatic eutrophication EP(P) sebesar 24,746 Pt, nilai Human toxicity water sebesar 13,534 Pt, dan nilai Radioactive waste sebesar 9,2 Pt.

Kata kunci: lingkungan, dampak, furnitur, keberlanjutan, linier, manufaktur

ABSTRACT

The company's production process produces several wastes and emissions. One aspect is due to the use of energy and materials, which causes environmental problems and decreases the availability of resources. This research will investigate the influence of environmental impacts on production sustainability in furniture companies. The impact assessment produced by OpenLCA software can provide information for companies to make improvements in the production process. The potential environmental impact on furniture companies is obtained based on the impact value produced in the production of Vasari mirrors. The results from the OpenLCA software obtained an Aquatic eutrophication EP(P) impact value of 24,747 Pt, a Human toxicity water impact value of 13,536 Pt and a Radioactive waste impact value of 9,201 Pt. Next, the influence of the three highest potential environmental impacts was analyzed using multiple linear regression. Of several alternative repair efforts, replacing the alkyl paint material with polyester resin, and the cerium oxide material with a wool polishing wheel (organic sheep farm) produces the smallest impact value. The potential environmental impact value after repairs is the Aquatic eutrophication EP(P) value of 24,746 Pt, the Human toxicity water value of 13,534 Pt, and the Radioactive waste value of 9.2 Pt.

Keywords: Environmental, impact, furniture, sustainability, linear, manufacturing

PENDAHULUAN

Sustainable atau “berkelanjutan” mengacu pada kemampuan untuk mempertahankan harmoni dan keberlanjutan antara lingkungan, ekonomi, dan aspek sosial. Inti dari konsep *sustainable* adalah melibatkan pemanfaatan sumber daya dengan bijaksana dan menjaga keseimbangan kehidupan [1]. Semakin besar tingkat kesadaran konsumen terhadap lingkungan dan isu pemasaran berkelanjutan, menuntut perusahaan untuk dapat menghasilkan produk yang ramah lingkungan. Hal itu akan menjadi nilai tambah perusahaan dimata konsumen.

Selain itu, konsumen juga berhak mendapatkan informasi terkait dampak lingkungan yang ditimbulkan dari sebuah produk [2]. Proses produksi perusahaan menghasilkan beberapa limbah maupun emisi. Salah satu aspeknya adalah perkembangan ekonomi yang meningkatkan penggunaan energi dan bahan, yang turut berperan dalam menimbulkan masalah lingkungan dan penurunan ketersediaan sumber daya [3] Sehingga semakin penting bagi organisasi untuk menanggapi tekanan persaingan, peraturan, dan tuntutan dari masyarakat dalam mencapai keseimbangan antara kinerja ekonomi dan keberlanjutan lingkungan sekitar *supply chain* [4].

Tujuan dalam penelitian ini antara lain memperoleh nilai potensi dampak lingkungan dari produksi cermin Vasari berdasarkan nilai impact yang dihasilkan dengan software OpenLCA. Kedua mendapatkan nilai pengaruh potensi dampak lingkungan dari produksi cermin Vasari terhadap keberlanjutan produksi dengan regresi linier. Dan yang terakhir memberikan alternatif perbaikan proses produksi pada potensi dampak lingkungan yang memiliki pengaruh tinggi.

Identifikasi terhadap potensi dampak lingkungan di industri furniture sudah dikupas oleh berbagai jurnal sebelumnya. Namun belum fokus pada dampak lingkungan yang berpotensi terhadap keberlanjutan produksi. Sehubungan dengan keberlanjutan produksi yang memiliki korelasi langsung pada sumber daya, dimana salah satunya adalah sumber daya manusia (SDM). Beberapa industri manufaktur di Indonesia masih beroperasi secara konvensional yaitu menggunakan tenaga manusia (manual). Sehingga hal ini perlu mendapat perhatian bagi para stakeholder untuk dapat menjaga keberlanjutan produksi dengan baik.

Tidak hanya bahan baku produk, sumber daya manusia juga perlu dijaga kualitasnya. Jika proses produksi yang dilakukan tidak aman, baik itu terkait bahan baku maupun hasil limbah produksi, maka akan menyebabkan pekerja terganggu. Selanjutnya karena merasa tidak aman maka pekerja tidak bersedia bekerja sama dengan perusahaan tersebut. Hal ini akan berakibat pada operasional perusahaan dan dapat mempengaruhi perolehan *margin* keuntungan perusahaan.

Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk mengidentifikasi potensi dampak lingkungan yang berpengaruh terhadap keberlanjutan produksi. Menjaga agar limbah yang dihasilkan perusahaan aman untuk pekerja serta mengurangi limbah berbahaya bagi lingkungan akan memberikan *impact* positif bagi perusahaan. Semakin besar tingkat kepedulian perusahaan pada lingkungan akan menjadi nilai tambah di mata konsumen [5,6].

METODE PENELITIAN

Agar pelaksanaannya menjadi lebih sederhana, perlu disusun rincian langkah-langkah penelitian sebagai dasar kerangka kerja dalam menyelesaikan masalah, sehingga proses dapat dilakukan dengan terstruktur dan sistematis. Dalam bagian ini, akan dijelaskan beberapa fase penelitian, di mana prosedur yang diterapkan pada setiap langkah akan menjadi kontribusi penting untuk tahap selanjutnya. Oleh karena itu, pelaksanaannya harus dilakukan dengan teliti.

Tahap Identifikasi

Dalam langkah ini, dilakukan studi pendahuluan yang mencakup identifikasi latar belakang permasalahan dan penentuan tujuan penelitian. Selain itu, akan diidentifikasi pula jenis studi yang perlu dilaksanakan selama periode penelitian. Dalam bagian ini, akan diuraikan aktivitas-aktivitas yang dilakukan pada fase identifikasi:

a. Pendahuluan

Langkah ini bertujuan untuk mendapatkan rincian informasi yang diperlukan guna menetapkan variabel penelitian secara lebih mendalam. Dengan demikian, pembahasan dalam penelitian ini akan memiliki arah yang jelas karena didapatkan sebuah tahapan

penyelesaian masalah yang ada. Studi pendahuluan dilakukan pada perspektif indikator *impact* dan penilaian siklus hidup produk yang menjadi objek penelitian. Tahap ini dilaksanakan untuk mengevaluasi kinerja dan dampak lingkungan yang mungkin muncul dari kegiatan rantai pasok.

b. Latar Belakang

Dalam langkah ini akan menguraikan proses munculnya masalah pada objek penelitian yang diketahui setelah melakukan studi pendahuluan dengan mendapat dukungan oleh teori-teori yang ada. Dengan adanya latar belakang masalah diharapkan pembaca dapat memahami alasan diperlukannya penelitian ini.

c. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang terjadi, perlu untuk menetapkan tujuan penelitian agar peneliti dan pihak yang menggunakan hasil penelitian memiliki pemahaman yang seragam terhadap temuan yang dihasilkan. Karena tujuan penelitian adalah hal-hal yang ingin diidentifikasi dan didasarkan pada rumusan masalah penelitian. Rumusan masalah mencakup pertanyaan-pertanyaan yang diharapkan mendapatkan jawaban setelah penelitian selesai.

d. Studi Literatur dan Studi Lapangan

Studi literatur dilakukan melalui eksplorasi teori-teori yang terkait dengan judul penelitian, untuk mendapatkan gambaran dan konsep penelitian untuk mempermudah peneliti dalam pemecahan masalah. Beberapa jenis literatur yang digunakan sebagai referensi melibatkan jurnal, media *online*, serta buku-buku mengenai konsep *supply chain*, metode *Life Cycle Assessment* (LCA), Regresi Linier Berganda. Dalam penulisan, juga diperhatikan karya ilmiah yang mendukung teori, seperti jurnal atau temuan dari penelitian lainnya. Sedangkan studi lapangan dilakukan untuk mengetahui gambaran dari kondisi sebenarnya pada segala aktivitas *supply chain* perusahaan. Interaksi dengan karyawan akan sering dilakukan untuk mendapatkan data yang valid.

Tahap Pengumpulan Data

Data memiliki signifikansi yang besar dan memengaruhi hasil akhir, sehingga harus dikumpulkan dengan nyata dan bukan rekayasa. Pengumpulan data melibatkan pemanfaatan data primer dan data sekunder, yang akan diuraikan sebagai berikut:

a. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan penyebaran kuesioner terkait proses produksi yang menghasilkan limbah dan berpotensi menyebabkan dampak lingkungan. Kuesioner disebar untuk memperoleh bobot nilai dari masing-masing indikator penilaian.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang dimanfaatkan dalam penelitian ini mencakup informasi terkait perusahaan (riwayat perusahaan, visi, misi, dan proses manufaktur), serta aspek-aspek produksi cermin seperti kebutuhan bahan baku, konsumsi energi, transportasi, volume produk, dan bahan kimia yang terlibat dalam proses tersebut.

Tahap Pengolahan Data

Dalam tahap ini data akan diolah dengan metode yang sesuai dalam pemecahan masalah yang telah dirumuskan. Tahapan dalam menentukan dampak lingkungan berdasarkan nilai *impact* dengan menggunakan *software* OpenLCA, menghitung Regresi Linier Berganda pada pengaruh masing-masing dampak lingkungan terhadap keberlanjutan

produksi dari kuesioner yang telah disebarakan ke para pekerja. Kemudian mengidentifikasi dampak yang berpengaruh terendah hingga tertinggi terhadap lingkungan sekitar yang menyebabkan dampak lingkungan terhadap keberlanjutan produksi. Dan yang terakhir memberikan alternatif perbaikan untuk mengurangi dampak yang berpengaruh tinggi.

Tahap Analisa dan Pembahasan

Dengan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, peneliti dapat melanjutkan dengan melakukan analisis yang lebih mendalam. Analisis ini akan membimbing peneliti menuju tujuan penelitian dan memberikan jawaban terhadap pertanyaan yang diajukan dalam perumusan masalah.

Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir melibatkan penarikan kesimpulan dan formulasi saran sebagai langkah penyelesaian. Kesimpulan yang ditarik mencakup poin-poin hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan. Kesimpulan ini perlu diselaraskan dengan tujuan penelitian. Sementara itu, dalam saran terdapat rekomendasi mengenai tindakan yang dapat diambil untuk menutupi kekurangan yang mungkin terjadi, jika tujuan penelitian belum sepenuhnya tercapai, atau untuk meningkatkan kesempurnaan hasil penelitian. Saran yang diberikan diharapkan bersifat konstruktif untuk membantu perbaikan pada tahap selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Dampak Lingkungan dengan *Software* OpenLCA

Pada *Life Cycle Impact Assessment* [7,8] yang akan dilakukan memberikan hubungan antara produk dan proses dengan dampak lingkungan. LCIA memiliki bermacam metode yang dapat dipilih, salah satunya metode EDIP 2003. Pada EDIP 2003 merupakan metode untuk menganalisa produk manufaktur dan akan diterapkan dalam pengolahan data penelitian ini. Hasil pengolahan dari setiap kategori dampak yang dihasilkan dari metode EDIP 2003 pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Dampak Metode EDIP 2003

No.	Kategori Dampak	Hasil	Satuan
1.	<i>Acidification</i>	1467,770	m2
2.	<i>Aquatic eutrophication EP(N)</i>	8,718	kg N
3.	<i>Aquatic eutrophication EP(P)</i>	6,971	kg P
4.	<i>Bulk waste</i>	2064,823	kg
5.	<i>Ecotoxicity soil chronic</i>	3,278,E+14	m3
6.	<i>Ecotoxicity water acute</i>	4,360,E+06	m3
7.	<i>Ecotoxicity water chronic</i>	2,261,E+07	m3
8.	<i>Global warming 100a</i>	1,425,E+04	kg CO2 eq
9.	<i>Hazardous waste</i>	0,291	kg
10.	<i>Human toxicity air</i>	7,845,E+08	person
11.	<i>Human toxicity soil</i>	7445,479	m3
12.	<i>Human toxicity water</i>	4,911,E+05	m3
13.	<i>Ozone depletion</i>	0,002	kg CFC11 eq
14.	<i>Ozone formation (Human)</i>	9,233	person.ppm.h
15.	<i>Ozone formation (Vegetation)</i>	1,339,E+05	m2.ppm.h
16.	<i>Radioactive waste</i>	1,338	kg
17.	<i>Resources (all)</i>	3,607	PR2004
18.	<i>Slags/ashes</i>	76,239	kg
19.	<i>Terrestrial eutrophication</i>	2622,983	m2

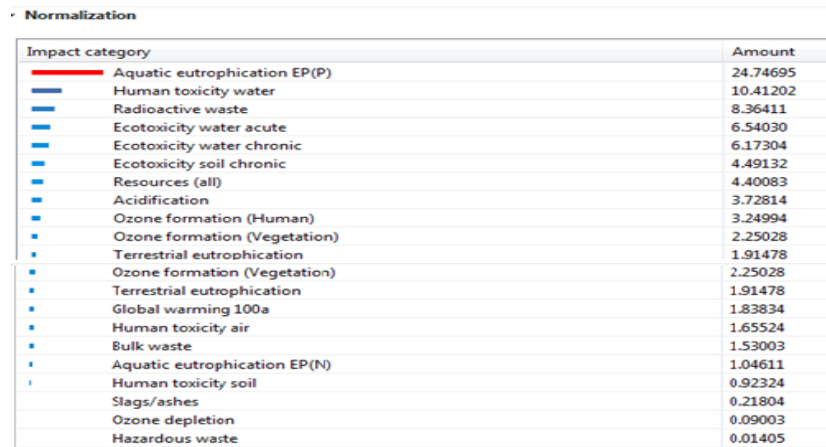
Hasil *impact assessment result* masih dalam satuan yang berbeda-beda, maka perlu lanjut ke tahap normalisasi dan pembobotan. Normalisasi digunakan dalam mencari angka yang proporsional pada hubungan atau perbandingan terhadap *impact* yang berkontribusi. Sedangkan *weighting* mencari pembobotan dari *impact* yang berbeda sehingga hasilnya dalam satuan yang sama. Cara tersebut dapat memudahkan dalam perbandingan antar

kategori dampak. Hasil normalisasi dan *weighting* dari kategori dampak proses pembuatan cermin Vasari pada Tabel 2.

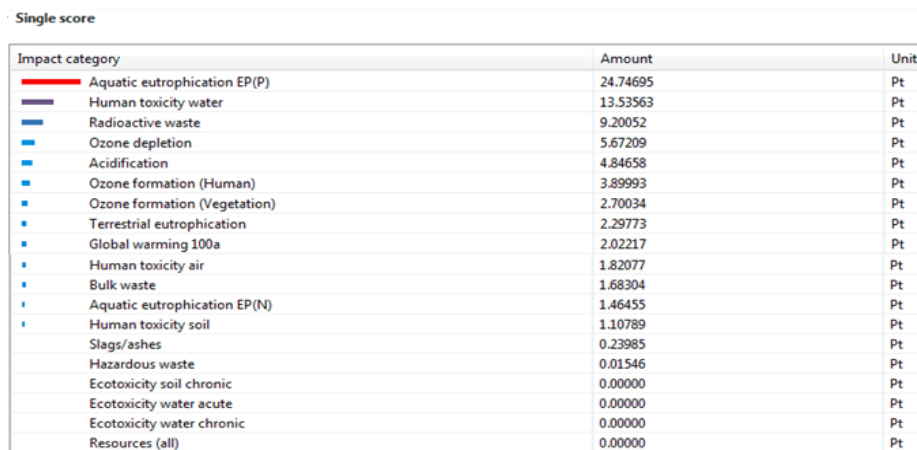
Tabel 2. Normalisasi dan Pembobotan Kategori Dampak

No	Kategori Dampak	Normalisasi	Pembobotan	Satuan
1.	Acidification	3,728	4,847	Pt
2.	Aquatic eutrophication EP(N)	1,046	1,465	Pt
3.	Aquatic eutrophication EP(P)	24,747	24,747	Pt
4.	Bulk waste	1,530	1,683	Pt
5.	Ecotoxicity soil chronic	4,491	0,000	Pt
6.	Ecotoxicity water acute	6,540	0,000	Pt
7.	Ecotoxicity water chronic	6,173	0,000	Pt
8.	Global warming 100a	1,838	2,022	Pt
9.	Hazardous waste	0,014	0,015	Pt
10.	Human toxicity air	1,655	1,821	Pt
11.	Human toxicity soil	0,923	1,108	Pt
12.	Human toxicity water	10,412	13,536	Pt
13.	Ozone depletion	0,090	5,672	Pt
14.	Ozone formation (Human)	3,250	3,900	Pt
15.	Ozone formation (Vegetation)	2,250	2,700	Pt
16.	Radioactive waste	8,364	9,201	Pt
17.	Resources (all)	4,401	0,000	Pt
18.	Slags/ashes	0,218	0,240	Pt
19.	Terrestrial eutrophication	1,915	2,298	Pt

Dari hasil *software* didapatkan nilai yang sudah berurutan, dari yang berdampak besar hingga kecil. Dan teridentifikasi *impact Aquatic Eutrophication EP (P)* memiliki dampak paling besar, yaitu 24,747 Pt. Disusul *Human Toxicity Water* sebesar 13,536 Pt dan *Radioactive Waste* sebesar 9,201 Pt. Pt adalah perwakilan satu per seribu beban lingkungan. Dampak tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 1. Hasil Normalisasi *Software* OpenLCA



Gambar 2. Hasil *Weighting Software* OpenLCA

Pengolahan Regresi Linier dengan Software Minitab 16

Dari hasil *impact analysis* EDIP 2003 yang telah diidentifikasi, terdapat *impact* yang memiliki nilai dan warna untuk menunjukkan dampak yang paling berpengaruh. Seperti warna merah, ungu, biru tua, biru muda, hingga yang tidak berwarna. Dari hasil tersebut terdapat tiga *impact* yang dinyatakan memiliki hasil berbeda dan yang paling berpengaruh, dengan lambang warna merah, ungu, dan biru tua. Serta memiliki nilai *impact* paling besar, artinya semakin mendekati warna merah akan semakin memiliki kontribusi berdampak pada lingkungan. Hasil dampak tersebut adalah *Aquatic Eutrophication* EP (P) memiliki dampak paling besar, yaitu 24,747 Pt. *Human Toxicity Water* sebesar 13,536 Pt dan *Radioactive Waste* sebesar 9,201 Pt.

Ketiga *impact* tersebut akan dilakukan analisa pengaruh bagi pekerja yang berada di area produksi. Analisis pengaruh dilakukan untuk melihat pengaruh tiga *impact* tersebut terhadap keberlanjutan produksi. Analisa ini menggunakan metode regresi linier berganda, karena terdapat tiga *impact* yang memiliki pengaruh tinggi. Pengolahan regresi linier berganda dilakukan dengan membagikan kuesioner, setelah itu dilakukan beberapa pengujian data.

Dalam menetapkan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin, karena jumlah populasi dalam penelitian ini sudah diketahui.

Tabel 3. Populasi Pekerja Produksi Cermin Vasari

Proses	Jumlah Pekerja (orang)	
	Populasi	Sampel
Pengukuran	7	7
Pemotongan	8	8
Proses <i>Bevel</i>	11	8
Perakitan	14	11
<i>Finishing</i>	6	6
<i>Packing</i>	8	8
Total	54	48

Tabel 3 menunjukkan jumlah sampel responden yang diperlukan dalam kontribusi mengisi kuesioner, yaitu sebanyak 48 orang. Rumus Slovin yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1+N.e^2} \tag{1}$$

$$n = \frac{54}{1+54.0,05^2}$$

$$n = \frac{54}{1+54.0,0025}$$

$$n = \frac{54}{1,135} = 47,58 \approx 48 \text{ sampel}$$

Pengujian ini dilakukan dengan bantuan *software* Minitab 16, dari data kuesioner yang telah diisi oleh rekan kerja perusahaan. Maka hasil pengujian validitas dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Uji Validitas

No. Item	Variabel	R Hitung	R Tabel	Keterangan	
AE 1	X1	0,848	0,284	Valid	
AE 2		0,794		Valid	
AE 3		0,487		Valid	
AE 4		0,623		Valid	
AE 5		0,741		Valid	
HW 1	X2	0,860		0,284	Valid
HW 2		0,648			Valid
HW 3		0,659			Valid
HW 4		0,762			Valid
HW 5		0,552			Valid

Lanjutan Tabel 4. Uji Validitas

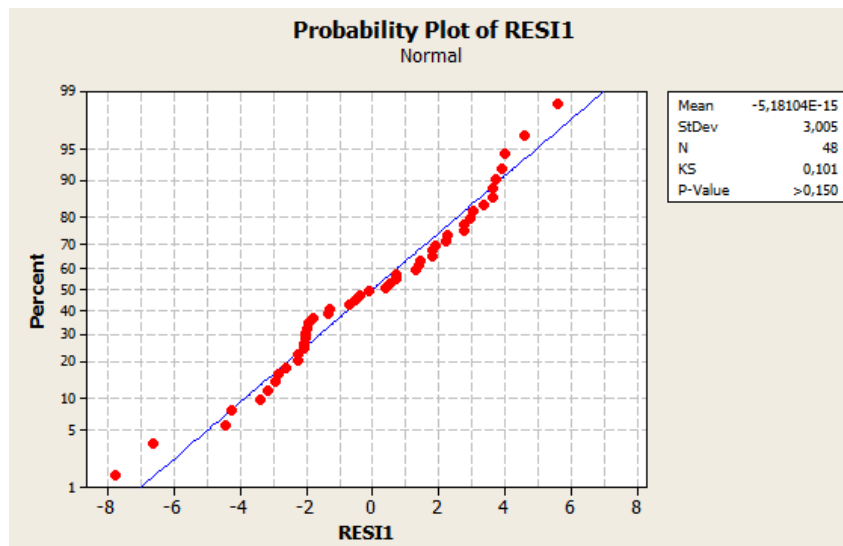
No. Item	Variabel	R Hitung	R Tabel	Keterangan
RW 1		0,760		Valid
RW 2		0,669		Valid
RW 3	X3	0,590		Valid
RW 4		0,708		Valid
RW 5		0,723		Valid
Y 1		0,706		Valid
Y 2		0,852		Valid
Y 3	Y	0,722		Valid
Y 4		0,730		Valid
Y 5		0,456		Valid

Dari Tabel 4, dinyatakan bahwa data valid karena memiliki nilai R-Hitung > R-Tabel. Dimana R-Tabel diketahui melalui tabel distribusi dengan N = 48 dan signifikansi sebesar 5% atau 0,05. Selanjutnya dilakukan pengujian reliabilitas untuk mengetahui konsistensi pada data yang digunakan, dengan rumus koefisien korelasi *Alpha* (*Cronbach's Alpha*). Jika data dikatakan reliabel atau asumsi uji reliabilitas sudah terpenuhi memiliki nilai > 0,7. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Uji Reliabilitas

Variabel	Hasil Alpha	Koefisien	Keterangan
X1	0,7369	0,7	Reliabel
X2	0,7222		Reliabel
X3	0,7243		Reliabel
Y	0,7246		Reliabel

Dengan ketentuan asumsi jika nilai signifikansi (Sig) > 0,05 maka data berdistribusi normal. Uji normalitas menghasilkan nilai p-Value 0,15 > 0,05 maka dapat dinyatakan variabel kelima dampak lingkungan dan keberlanjutan produksi mempunyai sebaran yang normal.



Gambar 3. Uji Normalitas

Sebuah data terjadi multikolinieritas apabila memiliki nilai VIF > 10, artinya terjadi hubungan korelasi tinggi antar variabel bebas (independen). Berikut hasil multikolinieritas yang menyatakan bahwa tidak terjadi multikolinieritas atau tidak berkorelasi tinggi karena memiliki nilai VIF < 10.

Regression Analysis: Total Y versus total AE; total HW; TOTAL RW

The regression equation is
 Total Y = - 2,59 + 0,185 total AE + 0,833 total HW + 0,210 TOTAL RW

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-2,587	5,793	-0,45	0,657	
total AE	0,1854	0,1376	1,35	0,185	1,035
total HW	0,8325	0,2560	3,25	0,002	1,006
TOTAL RW	0,2097	0,1181	1,78	0,083	1,034

Gambar 4. Uji Multikolinearitas

Pada uji hipotesis terdapat dua uji lagi, secara parsial (uji T) dan secara simultan (uji F). Dari hasil Gambar 4, diketahui bahwa T_{hitung} variabel AE dan RW bernilai 1,35 dan 1,78 yang artinya $\leq T_{tabel}$ 2,35 maka tidak berpengaruh terhadap keberlanjutan produksi. Sedangkan T_{hitung} variabel HW bernilai 3,25 $\geq T_{tabel}$ 2,35 maka memiliki pengaruh terhadap keberlanjutan produksi.

$$S = 2,84236 \quad R-Sq = 27,5\% \quad R-Sq(adj) = 22,5\%$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	134,502	44,834	5,55	0,003
Residual Error	44	355,477	8,079		
Total	47	489,979			

Gambar 5. Uji F (Simultan)

Diketahui bahwa F_{hitung} bernilai 5,55 $\geq T_{tabel}$ 2,82 maka memiliki pengaruh terhadap keberlanjutan produksi. Hasil uji ini memprediksi seberapa besar kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen. Dapat dilihat Gambar 5 hasil R-Square sebesar 27,5% artinya variabel dampak lingkungan mempengaruhi variabel keberlanjutan produksi sebesar 27,5%. Serta dihasilkan persamaan regresi pada Gambar 4 yaitu:

$$\text{Keberlanjutan produksi (Y)} = - 2,59 + 0,185 AE + 0,833 HW + 0,210 RW \quad (3)$$

Rekomendasi Perbaikan dengan Strategi *Cleaner Production*

Menurut potensi dampak lingkungan yang dihasilkan, yaitu *human toxicity water* maka substitusi material dan alat menjadi strategi yang dapat diambil dalam perbaikan. Penggunaan *cerium oxide* yang berlebihan akan menimbulkan pencemaran lingkungan khususnya air, serta sangat beresiko pada pekerja produksi jika terlalu sering terpapar material *cerium oxide* khususnya pada proses *polishing*. Sebab bahan kimia dapat berpengaruh besar ataupun kecil, yang namanya bahan kimia akan mengandung efek samping. Mungkin tidak dalam waktu dekat, tapi pasti berpengaruh dalam jangka panjang. Karena proses ini memerlukan tahap pencucian kaca, sehingga mengganti material *cerium oxide* dengan *wool polishing wheel* dan *alkyl paint* diganti *plyester resin* menjadi sebuah usulan perbaikan. *Wool* ini memiliki struktur padat, pori-pori kecil, ketahanan abrasi yang baik. Berikut hasil setelah perbaikan mengganti *cerium oxide* dengan *wool polishing wheel (organic sheep farm)*:

Normalization	
Impact category	Amount
Aquatic eutrophication EP(P)	24.75096
Human toxicity water	10.41009
Radioactive waste	8.36517
Ecotoxicity water acute	6.54066
Ecotoxicity water chronic	6.17352
Ecotoxicity soil chronic	4.49133
Acidification	3.73152
Ozone formation (Human)	3.25710
Resources (all)	2.80432
Ozone formation (Vegetation)	2.25465
Terrestrial eutrophication	1.91864

Single score		
Impact category	Amount	Unit
Aquatic eutrophication EP(P)	24.75096	Pt
Human toxicity water	13.53312	Pt
Radioactive waste	9.20169	Pt
Ozone depletion	5.67294	Pt
Acidification	4.85097	Pt
Ozone formation (Human)	3.90852	Pt
Ozone formation (Vegetation)	2.70557	Pt
Terrestrial eutrophication	2.30237	Pt
Global warming 100a	2.02483	Pt
Human toxicity air	1.82086	Pt
Bulk waste	1.88311	Pt

Gambar 6. Perbaikan 1

Berdasarkan hasil perbaikan dengan mengganti *cerium oxide* dengan *wool polishing wheel* didapatkan nilai *human toxicity water* sebesar 13,533 Pt. Dilakukan perbaikan kedua dengan mengganti *alkyl paint* dengan *polyester resin* didapatkan hasil sebagai berikut:

Normalization	
Impact category	Amount
Aquatic eutrophication EP(P)	24.74906
Human toxicity water	10.40964
Radioactive waste	8.36508
Ecotoxicity water acute	6.52416
Ecotoxicity water chronic	6.17299
Ecotoxicity soil chronic	4.49104
Acidification	3.72048
Ozone formation (Human)	3.25679
Resources (all)	2.80026
Ozone formation (Vegetation)	2.25443
Terrestrial eutrophication	1.91795

Single score		
Impact category	Amount	Unit
Aquatic eutrophication EP(P)	24.74906	Pt
Human toxicity water	13.53253	Pt
Radioactive waste	9.20158	Pt
Ozone depletion	5.67325	Pt
Acidification	4.84963	Pt
Ozone formation (Human)	3.90814	Pt
Ozone formation (Vegetation)	2.70532	Pt

Gambar 7. Perbaikan 2

Berdasarkan hasil perbaikan dengan mengganti *alkyl paint* dengan *polyester resin* didapatkan nilai *human toxicity water* sebesar 13,532 Pt. sedangkan hasil perbaikan ketiga, yaitu mengganti *alkyl paint* dengan *polyester resin* dan *cerium oxide* dengan *wool polishing wheel (organic sheep farm)* didapatkan nilai *human toxicity water* sebesar 13,534 Pt seperti gambar di bawah ini:

Normalization	
Impact category	Amount
Aquatic eutrophication EP(P)	24.74669
Human toxicity water	10.41132
Radioactive waste	8.36393
Ecotoxicity water acute	6.52382
Ecotoxicity water chronic	6.17260
Ecotoxicity soil chronic	4.49099
Acidification	3.72768
Ozone formation (Human)	3.24994
Resources (all)	2.79972
Ozone formation (Vegetation)	2.25028
Terrestrial eutrophication	1.91476

Single score		
Impact category	Amount	Unit
Aquatic eutrophication EP(P)	24.74669	Pt
Human toxicity water	13.53472	Pt
Radioactive waste	9.20032	Pt
Ozone depletion	5.67232	Pt
Acidification	4.84598	Pt
Ozone formation (Human)	3.89993	Pt
Ozone formation (Vegetation)	2.70033	Pt
Terrestrial eutrophication	2.29771	Pt
Global warming 100a	2.02219	Pt

Gambar 8. Perbaikan 3

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengolahan data dan analisa serta pembahasan, selanjutnya mengambil kesimpulan dari hasil penelitian ini: 1) Potensi dampak lingkungan berdasarkan nilai *impact* yang dihasilkan pada produksi cermin Vasari dengan *software* OpenLCA adalah *Acidification* 4,847 Pt, *Aquatic eutrophication EP(N)* 1,465 Pt, *Aquatic eutrophication EP(P)* 24,747 Pt, *Bulk waste* 1,683 Pt, *Global warming 100a* 2,022 Pt, *Hazardous waste* 0,015 Pt, *Human toxicity air* 1,821 Pt, *Human toxicity soil* 1,108 Pt, *Human toxicity water* 13,536 Pt, *Ozone depletion* 5,672 Pt, *Ozone formation (Human)* 3,900 Pt, *Ozone formation (Vegetation)* 2,700 Pt, *Radioactive waste* 9,201 Pt, *Slags/ashes* 0,240 Pt, *Terrestrial eutrophication* 2,298 Pt; 2) Pengaruh dampak lingkungan terhadap proses produksi cermin Vasari terhadap keberlanjutan produksi terdapat pada dampak lingkungan *Human toxicity water*. Pengaruh ini terjadi karena penggunaan bahan kimia yang semakin lama terpapar oleh pekerja yang tidak menggunakan APD sehingga mengganti material *cerium oxide* dengan *wool polishing wheel* dan *alkyl paint* diganti *polyester resin* menjadi sebuah usulan perbaikan yang dapat diberikan; 3) Perbaikan pada proses produksi yang menghasilkan dampak lingkungan yang berpengaruh tinggi dengan mengganti material *alkyl paint* dengan *polyester resin* dan *cerium oxide* dengan *wool polishing wheel (organic sheep farm)* akan menghasilkan nilai paling kecil, yaitu *Aquatic eutrophication EP(P)* sebesar 24,746 Pt, *Human toxicity water* sebesar 13,534 Pt, dan *Radioactive waste* sebesar 9,2 Pt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.R. Denishtsany, “Apa Itu Konsep Sustainable: Pengertian dan Implikasinya dalam Konteks Lingkungan dan Bisnis,” *toffeedev.com*, 2023. <https://toffeedev.com/blog/business-and-marketing/apa-itu-sustainable/>.
- [2] R.A. Azis, “Analisis Dampak Lingkungan Produksi Kayu Lapis dengan Metode Life Cycle Assessment,” Skripsi, Universitas Muhammadiyah Magelang, 2020.
- [3] H.C. Ramadhan, A.E. Nurhidayat, and S. Perdana “Penerapan Metode Life Cycle Assessment pada Produksi Baja Canai Dingin di PT. XYZ,” *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri*, vol. 4, no. 2, pp. 99–109, 2022.
- [4] M. Djunaidi, M.A.A. Sholeh, and N.M. Mufiid, “Identifikasi Faktor Penerapan Green Supply Chain Management pada Industri Furniture Kayu,” vol. 19, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [5] A.D. Prasetyo and E. Yuliatwati, “Analisis Performansi Supply Chain dengan Pendekatan Green SCOR dan ANP,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VI*, vol. 3, no. 2, pp. 441–446, 2018.
- [6] S. Nurseto, “Analisis Pengaruh Lingkungan Industri Terhadap Strategi Pemasaran dan Dampaknya Terhadap Kinerja Pemasaran (Studi pada Usaha Kecil Kerajinan Kulit Tanggulangin),” *J. Adm. Bisnis*, vol. 1, no. 1, pp. 72–83, 2012.
- [7] T.T. Suhariyanto, H.M. Asih, A. Ichwanuddin, and M.I. Rasyid, “Penerapan Metode Life Cycle Assessment (LCA) pada Proses Produksi Downlight Aluminium (Studi Kasus di UPT Logam Yogyakarta),” *JITMI*, vol. 6, no. 1, pp. 10-19, 2023.
- [8] E.D. Prabowo and T.T. Suhariyanto, “Implementation of Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Cost Life (LCC) on Particle Board Wood Furniture Industry in Yogyakarta,” *Opsi*, vol. 14, no. 2, pp. 271-282, 2021, doi: 10.31315/opsi.v14i2.6089.