

SKRIPSI
ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PRODUKSI KAYU
LAPIS DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT*
(studi kasus PT. Sengon Kondang Nusantara)



DISUSUN OLEH:

RIYAN ABDUL AZIS
15.0501.0006

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
TAHUN 2020

SKRIPSI
ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PRODUKSI
KAYU LAPIS DENGAN METODE *LIFE CYCLE*
ASSESSMENT

(studi kasus PT. Sengon Kondang Nusantara)

Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)
Program Studi Teknik Industri Jenjang Strata satu (S-1) Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang



OLEH:

RIYAN ABDUL AZIS

NPM.15.0501.0006

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG

2020

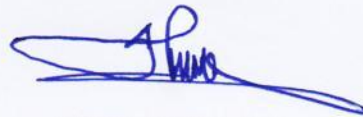
HALAMAN PENEGASAN

Tugas Akhir/skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Riyan Abdul Azis

Nim : 15.0501.0006

Magelang, 12 Maret 2019



Riyan Abdul Azis

NPM. 15.0501.0006

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PRODUKSI
KAYU LAPIS DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT***

(Studi Kasus PT. Sengon Kondang Nusantara)

Dipersiapkan dan disusun oleh:

RIYAN ABDUL AZIS

NIM 15.0501.0006

Telah dipertahankan didepan dewan penguji

Pada Tanggal 2 Januari 2020

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I

Pembimbing II



Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D

NIDN. 1006067403



Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech

NIDN. 0626037302

Penguji I

Penguji II



Oesman Raliby Al Manan, S.T., M. Eng

NIDN. 0603046801



Affan Rifa'i, S.T., M.T

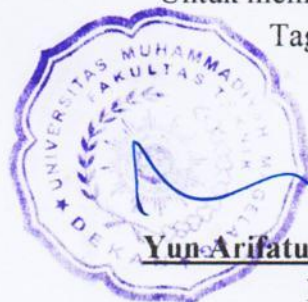
NIDN. 0601107702

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar sarjana teknik

Taggal 2 Januari 2020

Dekan



Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D

NIK.987408139

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Riyan Abdul Azis
NPM : 15.0501.0006
Fakultas/ Jurusan : Teknik/ Teknik Industri
E-mail address : riyanaa80@gmail.com

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UM Magelang, Hak Bebas *Royalty Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)* atas karya ilmiah

☐ LKP/ KP ☒ TA/ SKRIPSI ☐ TESIS ☐ Artikel Jurnal *)

yang berjudul :

“ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PRODUKSI KAYU LAPIS DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT*”

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas *Royalty Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)* ini Perpustakaan UMMagelang berhak menyimpan, mengalih-media/ format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/ mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMMagelang, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya.

Dibuat di : Magelang
Pada tanggal : 2 Januari 2020

Penulis,



Riyan Abdul Azis

*) : pilih salah Satu

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Proposal Sekripsi ini dapat di selesaikan dengan baik. Tidak lupa sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Rasullulah Muhammad SAW sebagai suri tauladan umat islam. Penyusun Skripsi ini banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, sehubungan dengan hal tersebut diucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Yun Arifatul Fatimah, ST., MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang
2. Afan Rifai, ST., MT., selaku kepala Program Studi Teknik Industri S1 Universitas Muhammadiyah Magelang.
3. Yun Arifatul Fatimah, ST., MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan proposal sekripsi ini.
4. Tuessi Ari Purnomo, ST., MTech., MSE., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan proposal sekripsi ini.
5. Bapak Miyatno Selaku Manager Dari PT. Sengon Kondang Nusantara yang telah membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan.
6. Para sahabat yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proposal sekripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan semoga dokumen ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Magelang, 12 Maret 2019



Riyan Abdul Azis

NPM. 15.0501.0006

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
HALAMAN MUKA	i
SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENEGASAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Permasalahan	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Penelitian	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Penelitian yang Relevan.....	5
B. <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	6
1. Definisi <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	6
2. <i>International Standard Organisation (ISO)</i>	7
C. Metodologi <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	8
1. <i>Goal and Scope Definition</i>	9
2. <i>Life Cycle Inventory (LCI)</i>	10
3. <i>Life Cycle Impact Assessment (LCIA)</i>	10
D. <i>Sustainable Supply Chain</i>	11

E. <i>SIMAPRO</i>	14
1. Menentukan <i>Goal and Scope</i>	15
2. Melakukan inventarisasi.....	15
3. Penilaian Terhadap Cemaran.....	16
4. Interpretasi data	16
F. <i>Cleaner Production</i>	16
1. Modifikasi Teknologi	17
2. Pengurangan Sumber.....	18
3. Daur Ulang	19
BAB III.....	21
METODOLOGI PENELITIAN.....	21
A. Tahap Penelitian.....	22
1. Studi Pendahuluan.....	22
2. Tujuan Penelitian.....	23
B. Pengumpulan Data	23
1. Data jenis produk.....	23
2. Data bahan baku dan pendukung.....	23
3. Data transportasi untuk distribusi.....	23
C. Identifikasi Dampak Lingkungan.....	23
D. Strategi usulan perbaikan dan pembahasan.....	24
E. Hasil dan Pembahasan.....	24
F. Kesimpulan dan Saran.....	24
BAB V.....	37
PENUTUP.....	37
V PENUTUP	37
A. Kesimpulan	37
B. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Konversi CO ₂	13
Tabel 2.2 Ketentuan Emisi Euro.	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fase Life Cycle Assessment (LCA)	8
Gambar 2.2 produksi bersih	17
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	22

ABSTRAK

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PRODUKSI KAYU LAPIS DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT*

(Studi Kasus PT. Sengon Kondang Nusantara)

Oleh : Riyan Abdul Azis
Pembimbing : 1. Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D
2. Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech

PT. Sengon Kondang Nusantara merupakan salah satu perusahaan industri pengolahan kayu sengon di Indonesia, yang menghasilkan total *ekspor* rata-rata pertahun mencapai US\$ 646.372.720 dengan jumlah produk *barecore* sebanyak 64.800 m³ per tahun. Proses Produksi memerlukan bahan baku kayu sengon 223.200 m³, sumber energi listrik sebesar 440.000 Watt, Solar sebesar 153,665 liter, air 9.000 m³ dan menghasilkan sampah kayu 108.000 kg. Selain menghasilkan produk bernilai ekonomi yang tinggi, produk yang tepat berpotensi menghasilkan dampak lingkungan yang berbahaya seperti polusi udara, asap, debu, sampah yang diakibatkan dari penggunaan listrik, solar, bensin dan material dalam proses produksi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dampak lingkungan dari aktifitas produksi kayu lapis dan menentukan strategi perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan. Metode yang digunakan adalah *Life Cycle Assessment* (LCA) dengan *software* Simapro 8.0. Hasil penelitian menunjukan *Greenhouse Gas* emisi mengkontribusi sebesar 2,5E₃ kg CO₂ per m³ *barcore*. Dimana dari total *Greenhouse Gas emission*, sebagian besar 47,2 % dikontribusikan dari proses transportasi berbahan bakar solar. Beberapa strategi diusulkan untuk mengurangi dampak lingkungan yaitu: modifikasi jalur transportasi, pemeliharaan kendaraan yang tepat, penggunaan truk dengan spesifikasi Euro tinggi, efisiensi penggunaan *kiln dry*, dan *recycle veenir*.

Kata kunci: *Life Cycle Assessment, Barecore, GHG Emision, Simapro*

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF PLYWOOD PRODUCTION WITH METHOD LIFE CYCLE ASSESSMENT

(Case Study PT. Sengon Kondang Nusantara)

By : Riyan Abdul Azis
Mentor : 1. Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D
2. Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech

PT. Sengon Kondang Nusantara is one of the sengon wood processing industry in Indonesia, which produces an average annual export of US \$ 646,372,720 with a total of 64,800 m³ of barecore products per year. The production process requires raw materials of sengon wood 223,200 m³, source of electrical energy of 440,000 Watts, Solar of 153,665 liters, water of 9,000 m³ and produces wood waste of 108,000 kg. In addition to producing high economic value products, the right products have the potential to produce dangerous environmental impacts such as air pollution, smoke, dust, and waste caused by the use of electricity, diesel, gasoline and materials in the production process. The purpose of this study is to determine the environmental impact of plywood production activities and determine improvement strategies to reduce environmental impacts. The method used is the Life Cycle Assessment (LCA) with Simapro 8.0 software. Research results show that Greenhouse Gas emissions contribute 2,5E3 kg CO₂ per m³ barcore. Where from the total Greenhouse Gas emission, the majority of 47.2% was contributed from the diesel-fueled transportation process. Several strategies are proposed to reduce the environmental impact, namely: modification of transportation routes, proper vehicle maintenance, use of trucks with high Euro specifications, efficient use of kiln dry, and recycle veenir.

keywords: *Life Cycle Assessment, Barecore, GHG Emissions, Simapro*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Permasalahan

Kayu lapis merupakan salah satu produk hasil pengembangan industri hilir pengolahan kayu dari bahan baku kayu gelondong (*log*). Di Indonesia produk ini merupakan salah satu dari komoditi *ekspor* non migas yang bernilai cukup tinggi dengan memberikan kontribusi sebesar 1.63% *Gross Domestic Product* dan sekitar US\$ 5.1 miliar dari hasil *ekspor*. Karena adanya peraturan larangan ekspor kayu gelondong, sehingga teknologi pengolahan kayu yang semula hanya sampai dengan tahap penggergajian (*saw timber*) kemudian dikembangkan menjadi industri kayu lapis atau *plywood*. (Bps, 2018)

Setiap tahapan dalam produksi kayu lapis mulai dari sumber daya, manufaktur, distribusi, penggunaan produk, dan pembuangan limbah. Resiko yang ditimbulkan antara lain, penggunaan air dan energi yang berlebihan tanpa konservasi, penggunaan bahan kimia, polusi dan pencemaran. Berbagai ide bermunculan untuk mengintegrasikan aspek lingkungan ke dalam pengelolaan proses bisnis sehingga tercipta konsep *Green Supply Chain Management* (GSCM). Dimana konsep GSCM menggabungkan konsep SCM dan konsep industri hijau. Konsep GSCM itu sendiri merupakan manajemen rantai pasok yang berhubungan dengan aspek lingkungan. Manajemen rantai pasok yang berbasis “*green*” penting untuk diterapkan karena selama ini ukuran kinerja rantai pasok biasanya tidak memperhatikan dampak terhadap lingkungan (Puryono, Mustafid, & Jie, 2016). Dengan munculnya konsep GSCM ini bagi sebagian perusahaan dapat digunakan sebagai pendekatan baru untuk mencapai keuntungan dan pangsa pasar dengan tujuan mengurangi risiko dan dampak lingkungan (Lazuardian, 2016).

PT. Sengon Kondang Nusantara merupakan salah satu perusahaan industri pengolahan kayu sengon di Indonesia, yang menghasilkan total

eksport rata-rata pertahun mencapai US\$ 646.372.720 dengan jenis produk diantaranya yaitu barecore 64.800 m³ per tahun. Jumlah sumber energi yang digunakan selama produksi adalah listrik 440.000 Watt, air 9.000 m³. Bahan baku yang digunakan adalah kayu sengon 223.200 m³ *waste* yang dihasilkan berupa sisa potongan kayu, serbuk kayu, sisa kupasan *veneer* selama produksi diantaranya basah 108.000 kg. (SKN.2017).

Selain menghasilkan produk bernilai ekonomi yang tinggi kayu lapis berpotensi menghasilkan dampak lingkungan yang berbahaya seperti polusi udara dan meningkatnya efek gas rumah kaca, dampak buruk lingkungan diakibatkan karena penggunaan listrik, solar, bensin dan material yang digunakan dalam proses produksi, polusi udara merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan gas buang *CO*, *NO₂*, *SO₂*, *formaldehyde*, amoniak, uap aseton toluene, uap styrene, dan *Freon CFC*.

Debu berasal dari proses pengeringan pemotongan, pengamplasan dan oven. *Formaldehyde* dan amoniak dihasilkan dari peleburan perekat sedangkan, gas buang seperti *CO*, *NO₂*, *SO₂*, berasal dari penggunaan bahan bakar pada proses transportasi dan penggunaan listrik pada proses produksi.

Keberadaan polusi dan zat kimia tersebut dengan konsentrasi yang tinggi dan melebihi ambang batas ketentuan lingkungan hidup dapat mencemari lingkungan, pencemaran ini akibat dari masuknya atau dimasukkannya zat, atau energi, dan atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Pencemaran udara adalah apabila dalam udara terdapat unsur-unsur pencemar yang dapat mempengaruhi keseimbangan udara normal dan mengakibatkan gangguan terhadap kehidupan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan dan benda-benda lain. Gas pencemar udara adalah Sulfur dioksida (*SO₂*), Carbon monoksida (*CO*), Hidrocarbon (*HC*), Nitrogen Oksida (*NO₂*), Timah (*Pb*), Gas tersebut merupakan polutan-polutan yang bersumber dari

antropogenik yang mengakibatkan gangguan pada kesehatan dan kerusakan pada lingkungan (Ali, 2007).

Penelitian ini bertujuan menganalisis dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas *supply chain* produksi kayu lapis dengan menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA). LCA adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi potensi dampak lingkungan dari suatu produk, proses atau aktivitas selama siklus hidup suatu produk dengan mempertimbangkan penggunaan sumber daya dan emisi lingkungan yang berkaitan dengan sistem yang sedang dievaluasi. Dari hasil analisis dengan menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) dapat dirumuskan beberapa strategi sebagai acuan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas *supply chain* produksi kayu lapis.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana analisis dampak lingkungan dari aktifitas produksi kayu lapis dengan menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) di PT. Sengon Kondang Nusantara.
2. Bagaimana strategi usulan perbaikan aktifitas produksi kayu lapis dengan menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) di PT. Sengon Kondang Nusantara.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian adalah :

1. Untuk mengetahui dampak lingkungan dari aktifitas dengan menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) pada produksi kayu lapis PT. Sengon Kondang Nusantara.

2. Memberikan strategi usulan perbaikan dari aktifitas dengan menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) pada produksi kayu lapis PT. Sengon Kondang Nusantara.

D. Manfaat Penelitian

Apabila tujuan penelitian ini tercapai, maka diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Lingkungan perusahaan menjadi lebih bersih sehingga reputasi perusahaan naik dalam hal kebersihan terhadap lingkungan.
2. Adanya usulan perbaikan aktifitas yang lebih ramah lingkungan, sehingga akan mengurangi dampak terhadap lingkungan.
3. Efisiensi dalam penggunaan sumber daya, dan pengurangan dampak buruk pada lingkungan.

E. Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, maka disusun batasan masalah penelitian. Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Life cycle analysis supply chain* dimulai dari pengiriman kayu – proses produksi – distribusi kayu lapis.
2. Analisa dampak lingkungan mempertimbangkan konsumsi energi listrik, material bahan baku, bahan penolong, penggunaan bahan bakar solar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Yola (2013), dengan judul *Analisis Sustainability Packaging dengan Metode Life Cycle Assessment (LCA)* menyatakan bahwa, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dampak yang ditimbulkan dari setiap kemasan mie instan cup, sehingga mengetahui kemasan mie instan cup yang lebih ramah lingkungan (*sustainable*). Metode yang digunakan untuk menganalisa menggunakan *Life Cycle Assessment (LCA)* dan pendekatan secara keseluruhan “*cradle to grave*” yang dimulai dari pengambilan bahan baku (*raw material*) dari bumi untuk membuat produk dan berakhir pada titik dimana seluruh material kembali kebumi. Adapun hasil yang didapat dengan menggunakan software simapro versi 7.3.3. adalah nilai total dampak kontribusi yang diperoleh untuk kemasan Nissin Yakisoba 80 gr (*Polystyrene*) adalah sebesar 0.007456 pt atau (point).
2. Penelitian yang dilakukan oleh Palupi dkk(2014), dengan judul *Evaluasi Dampak Lingkungan Produk Kertas dengan Menggunakan Life Cycle Assessment (LCA) dan Analytic Network Process (ANP) PT X Probolinggo* menyatakan bahwa metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dampak lingkungan adalah metode *Life Cycle Assessment (LCA)*, sedangkan metode yang digunakan untuk melakukan pemilihan alternatif terbaik adalah metode *Analytical Network Process (ANP)*. Berdasarkan analisa LCA didapatkan bahwa aktivitas supply chain produk kertas Brief Card memiliki total dampak sebesar 19.3 pt (point) dengan urutan kontribusi yaitu pengadaan bahan baku. Dengan pendekatan *Analytical Network Process (ANP)* didapatkan alternatif perbaikan berdasarkan kriteria *benefits* dan *cost* adalah alternatif mengganti truk muatan dengan kereta api untuk mereduksi dampak

lingkungan yang ditimbulkan dari pengadaan bahan baku produk kertas *Brief Card*.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Putri dkk (2014), dengan judul Evaluasi Dampak Lingkungan pada Aktivitas *Supply Chain* Produk Susu KUD Batu dengan Implementasi *Life Cycle Assessment* (LCA) dan Pendekatan *Analytic Network Process* (ANP) menyatakan bahwa, Dalam melakukan pengukuran dampak terhadap lingkungan menggunakan metode LCA dan untuk perbaikan alternatif menggunakan ANP. Berdasarkan hasil dari LCA diketahui bahwa proses ekstraksi susu segar di perternakan memberikan kontribusi dampak tertinggi yaitu sebesar 8.5 kPT. Kemudian berdasarkan kriteria *Benefit, Opportunity, Cost* dan *Ratio* (BOCR) didapatkan bahwa alternatif perbaikan terbaik adalah memberikan subsidi alat konversi biogas kepada para peternak dengan nilai bobot sebesar 0.61316 KGCO₂.
4. Dari berbagai penelitian tersebut menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) untuk mengetahui dampak lingkungan dan topik pembahasannya hanya sampai pada analisa dampak terbesar terhadap lingkungan. Untuk penelitian ini akan membahas mengenai pembuatan konsep *supply chain* yang bertujuan untuk mengetahui dampak lingkungan mulai dari proses *raw material* sampai dengan distribusi produk.

B. *Life Cycle Assessment* (LCA)

1. Definisi *Life Cycle Assessment* (LCA)

Menurut ISO 14040, LCA adalah sebuah teknik yang digunakan untuk melakukan *assessment* terhadap dampak lingkungan yang berhubungan dengan suatu produk. (Hermawan, Marzuki, Abduh, & Driejana, 2013). Tahap pertama pada LCA adalah menyusun dan menginventarisasi masukan dan keluaran yang berhubungan dengan produk yang akan dihasilkan. Kemudian melakukan evaluasi terhadap potensi dampak lingkungan yang berhubungan dengan masukan dan keluaran dari produk tersebut, serta menginterpretasikan hasil analisis dan asesmen dampak dari setiap tahapan

yang berhubungan dengan objek studi. LCA dapat memberikan informasi dampak lingkungan dari siklus produk dari ekstraksi bahan mentah, proses produksi, penggunaan produk dan *waste* dari produk yang dihasilkan dari sebuah kegiatan produksi. Beberapa manfaat atau nilai penting dari *Life Cycle Assessment* (LCA) yaitu pengambilan keputusan yang lebih baik tentang pemilihan produk dan sistem produksi, untuk mengidentifikasi dampak utama terhadap lingkungan dan tahap-tahap daur hidup produk, menyediakan langkah-langkah perbaikan yang berbasis lingkungan. Beberapa pihak yang dapat menerapkan *Life Cycle Assessment* (LCA) antara lain perancang produk dan produsen barang (pabrik), pemegang saham, ahli keuangan (akuntan) dan pihak asuransi, pelanggan, LSM lingkungan dan lembaga pelindung konsumen, pembuat kebijakan atau pemerintah.

2. *International Standard Organisation* (ISO)

ISO 14000 merupakan standar internasional tentang sistem manajemen lingkungan secara umum, sedangkan untuk bidang konstruksi masih didukung oleh adanya konsep konstruksi berkelanjutan (*sustainable construction*) (Chandra, Christian, & Djoni, 2002). Elemen ISO 14000 yang terkait dengan proyek konstruksi adalah polusi udara, pembuangan ke sumber air, pasokan air dan pengolahan limbah domestik, limbah dan bahan-bahan berbahaya, gangguan, bunyi/kebisingan dan getaran, radiasi, perencanaan fisik, pengembangan perkotaan, gangguan bahan/material, penggunaan energi, keselamatan dan kesehatan kerja karyawan. Prosedur dari *Life Cycle Assessment* (LCA) merupakan bagian dari ISO 14000 environmental management standards: dalam ISO 14040:2006 dan 14044:2006. (ISO 14044 menggantikan versi yang sebelumnya yaitu ISO 14041 sampai ISO 14043).

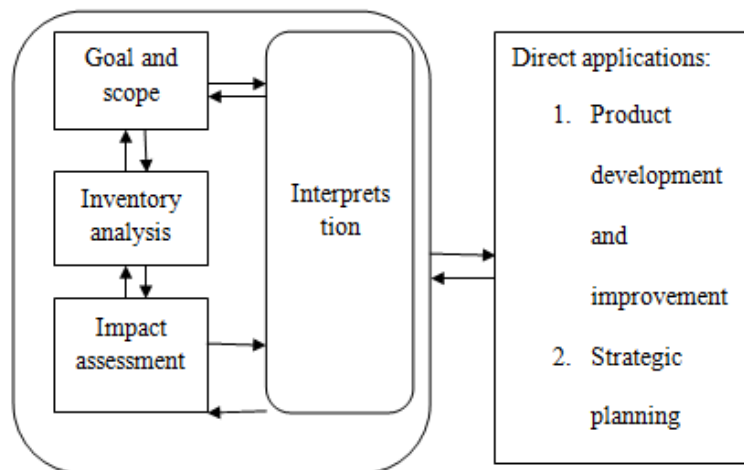
Standar pada LCA adalah bagian dari seri ISO 14000, yang merupakan rangkaian, standar lingkungan sukarela internasional yang dikembangkan

dibawah Komite Teknis ISO 2007 (Pujadi & Yola, 2013).Seri ISO 14040 tentang *Life Cycle Assessment* tercantum sebagai berikut:

- a) ISO 14040 manajemen lingkungan – *Life Cycle Assessment* – Prinsip Framework (ISO 14040, 1997).
- b) ISO 14041 manajemen lingkungan – *Life Cycle Assessment* – Tujuan dan Ruang Lingkup Definisi dan Analisis Inventarisasi (ISO 14041, 1998).
- c) ISO 14042 manajemen lingkungan – *Life Cycle Assessment* – Hidup Pengkajian Dampak Siklus (ISO 14042, 2000a).
- d) ISO 14043 manajemen lingkungan – *Life Cycle Assessment - Life Cycle Interpretasi* (ISO 14043, 2000b).

C. Metodologi *Life Cycle Assessment (LCA)*

Tahapannya adalah saling bergantung dalam hasil dari satu fase akan menginformasikan bagaimana tahapan lain selesai metodologi dalam *Life Cycle Assessment (LCA)* terisi atas empat fase, yaitu:



Gambar 2.1 Fase *Life Cycle Assessment (LCA)*

1. *Goal and Scope Definition*

Pendefinisian tujuan dan ruang lingkup merupakan suatu fase untuk menentukan sebuah rencana kerja dari sebuah keseluruhan *Life Cycle Assessment* (LCA). Fase ini terdiri atas tiga tahap yaitu tahap pendefinisian tujuan, tahap pendefinisian lingkup, dan tahap pendefinisian fungsi, unit fungsional, alternatif, aliran referensi.

Tahap pendefinisian tujuan terdiri atas perencanaan dan penyesuaian tujuan dari studi *Life Cycle Assessment* (LCA), penjelasan tujuan dari studi dan penentuan penggunaan hasil oleh inisiator, praktisi, pemegang saham serta penentuan target dari hasil studi.

Tahap ini bertujuan untuk menformulasikan dan mendeskripsikan tujuan, sistem yang akan dievaluasi, batasan-batasan dan asumsi-asumsi yang berhubungan dengan dampak disepanjang siklus hidup dari sistem (Berlianti dkk 2013). Ada empat pilihan utama untuk menentukan batasan-batasan system yang digunakan berdasarkan standard ISO 14044 didalam sebuah LCA (Bendiyasa dkk, 2012).

- a) *Cradle to grave*, termasuk bahan dan rantai produksi energi semua proses dari ekstraksi bahan baku melalui tahap produksi, transportasi dan penggunaan hingga produk akhir dalam siklus hidupnya.
- b) *Cradle to gate*, meliputi semua proses dari ekstraksi bahan baku melalui tahap produksi (proses dalam pabrik), digunakan untuk menentukan dampak lingkungan dari suatu produksi sebuah produk.
- c) *Gate to gate*, meliputi proses dari penggunaan pasca produksi sampai pada akhir-fase kehidupan siklus hidupnya, digunakan untuk menentukan dampak lingkungan dari produk tersebut setelah meninggalkan pabrik.
- d) *Gate to gate* meliputi proses dari tahap produksi saja, digunakan untuk menentukan dampak lingkungan dari langkah produksi atau proses.

2. *Life Cycle Inventory (LCI)*

Merupakan proses kuantifikasi kebutuhan energi dan material, emisi udara, limbah padat dan semua keluaran yang dibuang ke lingkungan selama daur hidup produk (dkk, 2016). Data yang dimasukkan dalam analisis persediaan adalah data yang terkait dengan manufaktur, penggunaan, dan pembuangan akhir dari produk yang ditargetkan. Data ini umumnya disebut “*Data Foreground*” dan data tersebut harus dikumpulkan oleh praktisi *Life Cycle Assessment (LCA)* (Pujadi & Yola, 2013).

3. *Life Cycle Impact Assessment (LCIA)*

Pada tahapan ini akan dilakukan pengelompokan dan penilaian mengenai efek yang ditimbulkan terhadap lingkungan berdasarkan data-data yang diperoleh pada tahapan *life cycle inventory (LCI)*. Selain itu, pada tahapan ini juga dilakukan evaluasi terhadap dampak potensi terhadap lingkungan dengan menggunakan hasil dari *life cycle inventory* dan menyediakan informasi untuk menginterpretasikan pada fase terakhir. Pada fase LCIA terbagi lagi menjadi beberapa tahapan analisa diantaranya (Vogtlander, 2010).

a) Klasifikasi dan karakterisasi

Klasifikasi merupakan langkah untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan substansi yang berasal dari LCI kedalam kategori II-23 dampak yang heterogen yang ditentukan sebelumnya sedangkan karakterisasi merupakan penilaian besarnya substansi yang berkontribusi pada kategori dampak.

b) Normalisasi

Prosedur yang diperlukan untuk menunjukkan kontribusi relatif dari semua kategori dampak pada seluruh masalah lingkungan untuk mencari PTakan satuan yang seragam untuk semua kategori *impact* dengan mengalikan nilai karakterisasi dengan nilai normal..

c) *Pembobotan*

Pembobotan didapatkan dengan mengalikan kategori *impact* dengan faktor pembobotan dan ditambahkan untuk mendapatkan nilai total.

d) *Single score*

Digunakan untuk mengklasifikasikan nilai kategori *impact* berdasarkan aktivitas atau proses. Nilai *single score* akan terlihat aktivitas mana yang berkontribusi terhadap dampak lingkungan.

e) *Intrepretation*

Elemen utama dari fase ini adalah evaluasi hasil dan formulasi dari kesimpulan dan rekomendasi dari studi ini. Fase ini terdiri dari beberapa tahap yaitu pengecekan mengenai konsistensi dengan tujuan untuk menentukan apakah asumsi, metode, model dan data konsisten terhadap tujuan dan lingkup studi mengenai siklus hidup produk dan opsi lainnya, Pengecekan mengenai kelengkapan dengan tujuan untuk memastikan semua informasi yang relevan dan data yang dibutuhkan untuk fase interpretasi sudah tersedia lengkap. Analisis kontribusi dimana terjadi perhitungan kontribusi keseluruhan pada hasil dari berbagai faktor. Analisis ini menjawab pertanyaan tentang kontribusi dari aliran lingkungan, proses dan dampak yang spesifik terhadap nilai akhir, Analisis gangguan yang mempelajari efek dari perubahan kecil didalam sistem dari hasil *Life Cycle Assessment* (LCA), Analisis sensitivitas ketidakpastian. Elemen ini menilai pengaruh dari hasil variasi dalam data proses, pemilihan model, dan variabel lainnya. Penarikan kesimpulan dan rekomendasi dilakukan berdasarkan hasil.

D. Sustainable Supply Chain

Sebuah manajemen rantai pasok berkelanjutan dimaksudkan untuk mengelola semua proses menggunakan masukan ramah lingkungan dan mengubah masukan ini melalui teknologi yang dapat meningkatkan jenis produk didaur ulang dalam lingkungannya. Keluaran ini mengembangkan keluaran yang

dapat direklamasi dan digunakan kembali pada akhir siklus hidup produk sehingga menciptakan rantai pasok yang berkelanjutan (Hadinuga, 2016).

Cakupan dari manajemen rantai pasok berkelanjutan ada yang namanya bidang konsep manajemen *closed loop supply chain* (CLSP) yaitu menggabungkan rantai pasok maju dan *reverse* dalam rangkaian meminimasi emisi dan limbah sisa (Hadinuga, 2016). Manfaat manajemen rantai pasok berkelanjutan telah diulas secara ringkas oleh Seuring dan Muller (2008), Manfaat-manfaat tersebut antara lain penurunan biaya dan menambah nilai dari operasi bisnis, peningkatan pemanfaatan asset utama, pengurangan risiko (lingkungan, sosial, dan pasar), menjadi katalisator untuk inovasi pemasok, diferensiasi produk, standardisasi operasi dan memungkinkan untuk meningkatkan layanan pelanggan, perbaikan terus-menerus, peningkatan reputasi perusahaan.

Menurut Kaplan dkk, (2000) keberhasilan sebuah industri dalam menerapkan strategi manajemen dapat terlihat dari beberapa faktor yaitu strategi perusahaan yang tepat dalam menghadapi persaingan, strategi rantai pasok, bagaimana menghubungkan antara strategi perusahaan dan strategi rantai pasok, bagaimana membuatnya menjadi berkelanjutan (*sustainable*). Berikut ini adalah indikator *Sustainable Supply Chain* yang digunakan dalam penelitian ini berdasar aspek ekonomi, aspek sosial dan aspek lingkungan.

Indikator *sustainable supply chain* pada aspek lingkungan terdiri dari energi dan emisi CO₂ yang dihasilkan dari proses transportasi dan proses produksi sebagai berikut:

a. Energi

Berikut ini cara menghitung biaya pemakaian listrik untuk peralatan-peralatan yang sering digunakan dalam produksi (Syah, 2017).

$$\text{Biaya listrik per jam} = \frac{\text{tarif}}{\text{kWH}} \times \text{Wattage} \dots \dots \dots (1)$$

b. Perhitungan energi bahan bakar

Untuk melakukan perhitungan energi yang digunakan, maka digunakan persamaan berikut:

$$\text{Energi bahan bakar: } \frac{\text{biaya bahan bakar}}{\text{jarak tempuh per meter}} \dots\dots\dots(2)$$

c. Emisi

Perhitungan emisi didasarkan pada konsumsi energi pada proses transportasi dan produksi.

Tabel 2.1 Faktor Konversi CO₂

Jenis Faktor	Tor konversi
Listrik (kWh)	0,781 kg CO ₂ /Kwh
Bensin Premium (lt)	2,33 kg CO ₂ /lt
Solar (lt)	2,67 kg CO ₂ /lt
Gas (kg)	3 kg CO ₂ /kg
Minyak Tanah (lt)	2,536 kg CO ₂ /lt
Kayu Bakar (kg)	2,45 kg CO ₂ /kg
Sampah (kg)	2,45 kg CO ₂ /kg
Air PDAM (m ³)	0,51 kg CO ₂ /m ³

Sumber: (Rahmatika & Haryono, 2012)

Jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari suatu aktifitas dapat dituliskan sebagai persamaan:

$$E_{CO_2} = A \times FE \dots\dots\dots(3)$$

E_{CO_2} = Emisi CO₂

A = Data Aktifitas (kWH listrik, liter minyak tanah, dsb)

FE = Faktor emisi (kg CO₂/kWH, kg CO₂/liter minyak tanah)

d. Emisi yang dihasilkan dari proses transportasi

Dalam proses ini emisi karbon dihasilkan dari proses pengangkutan bahan baku ke tempat produk dengan menggunakan truk. Perhitungan emisi CO₂ menggunakan rumus sebagai berikut (Avista, Hantoro, & Hamidah, 2013):

$$\text{Emisi CO}_2 = \Sigma m \times \text{konsumsi bahan bakar} \times EF \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{emisi CO}_{2\text{truk}} \times \text{jarak tempuh}_{\text{truk}} \dots\dots\dots(5)$$

Pada Σm adalah jumlah kendaraan yang digunakan perjamnya (kendaraan/jam). EF adalah emisi faktor dari kendaraan dan jenis bahan

bakar yang digunakan (gr/L), dan untuk jarak tempuh merupakan jarak anatar pengempul dengan pabrik.

Menurut Society of Motor Manufacturers & Traders (SMMT), standar emisi Euro memiliki pengaruh signifikan dalam mengurangi emisi. Laporan tersebut menyatakan bahwa sejak 1993, tingkat emisi karbon monoksida berkurang sebesar 82% untuk mobil 5bermesin diesel dan 63% untuk bensin, sementara partikel turun sebesar 96%. Berikut spesifikasi kendaraan standar Euro. Konverter katalis dan bensin tanpa timbal untuk mobil mulai diperkenalkan, dengan menggunakan peraturan menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 20 Tahun 2017.

Tabel 2.2 Ketentuan Emisi Euro.

Euro 1	Batas emisi Euro-1 (bensin) CO: 2,72 g/km HC + NOx: 0,97 g/km
	Batas emisi Euro-1 (diesel) CO: 2,72 g/km HC + NOx: 0,97 g/km PM: 0,14 g/km
Euro-2	Batas emisi Euro-2 (bensin) CO: 2,20 g/km HC + NOx: 0,50 g/km
	Batas emisi Euro-2 (diesel) CO: 1,00 g / km HC + NOx: 0,70 g/km PM: 0,08 g/km
Euro-3	Batas emisi Euro-3 (bensin) CO: 2,30 g/km HC: 0,20 g/km NOx: 0,15 g/km
	Batas emisi Euro-3 (diesel) CO: 0,64 g/km HC: 0,56 g/km NOx: 0,50 g/km PM: 0,05 g/km
Euro-4	Batas emisi Euro-4 (bensin) CO: 1,00 g/km HC: 0,10 g/km NOx: 0,08 g/km
	Batas emisi Euro-4 (diesel) CO: 0,50 g/km HC + NOx: 0,30 g/km NOx: 0,25 g/km PM: 0,025 g/km

Sumber: Motor Manufacturers & Traders

E. SIMAPRO

SimaPro merupakan sebuah *software* yang digunakan untuk menghitung atau melakukan analisis LCA. *SimaPro* merupakan suatu alat yang profesional yang dapat membantu di dalam suatu proses untuk menganalisa aspek-aspek yang berkaitan dengan lingkungan dari suatu produk yang diproduksi atau jasa.

Data yang dimasukkan dalam *software SimaPro* ditentukan berdasarkan deskripsi sistem amatan yang sudah dijelaskan sebelumnya meliputi distribusi bahan baku, proses produksi, serta distribusi produk akhir (Kautzar, 2015).

Software SimaPro yang digunakan di dalam analisis LCA ini adalah SimaPro versi 8.0. *Software SimaPro* dengan versi terbaru ini memiliki update dari databasedari standar-standar di dalam analisis ekologi, dan pada versi terbaru ini memiliki database LCA atau database ekoinventori yang terbaru. Hasilnya akan mengkalkulasi inputan seperti kuantitas dan kualitas bahan baku dan menghasilkan outputan suatu nilai grafik. *SimaPro* memiliki kelebihan dibandingkan *software* lainnya, diantaranya sebagai berikut:

1. Bersifat fleksibel
2. Dapat digunakan secara *multi-user-version* sehingga dapat menginput data secara berkelompok meskipun berbeda lokasi
3. Memiliki metode dampak yang beragam
4. Dapat menginventarisasi data dalam jumlah banyak
5. Data yang didapatkan memiliki nilai transparansi yang tinggi, dimana hasil interaktif analisis dapat melacak hasil lainnya kembali ke asal-usulnya dan mudah terhubung dengan perangkat lain.

Terdapat beberapa tahapan pada SimaPro yakni:

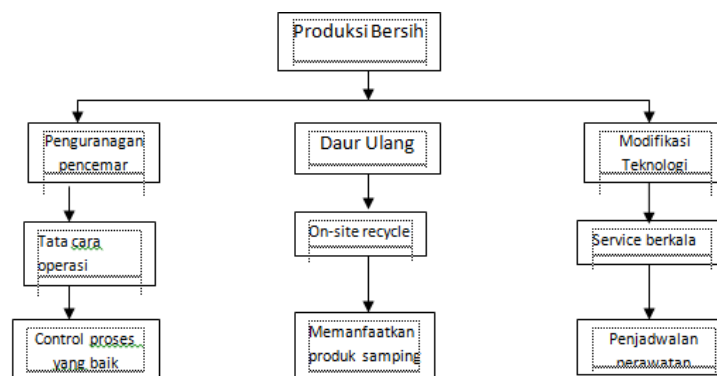
1. Menentukan *Goal and Scope*
 - a. *Text field*, untuk menginput data pemilik, judul penelitian, tanggal, komentar, alasan dan tujuan melakukan penelitian LCA
 - b. Pemilihan libraries, memilih metoda yang akan digunakan.
 - c. Input data ini berupa material dan energi yang digunakan pada kegiatan industri kayu lapis.
 - d. Output pada kegiatan minyak dan gas berupa emisi gas rumah kaca dan gas pencemar udara.
2. Melakukan inventarisasi
 - a. *Process*, merupakan input data mengenai input dan output, documentation, parameter, dan system descriPTION mengenai proses kegiatan industri tersebut.
 - b. *Product stages*, mendeskripsikan bagaimana suatu produk diproduksi, digunakan, dan dibuang.

- c. *System descriPTion*, rekaman terpisah untuk mendeskripsikan struktur dari sistem
 - d. *Waste types*, terdapat waste scenarios (material dibuang) dan disposal scenarios (produk yang digunakan kembali).
3. Penilaian Terhadap Cemar
- a. *Characterization*, merupakan senyawa kimia pada suatu proses yang memiliki kontribusi pada 14 impact category yang terdapat pada LCA. Pada characterisation akan disajikan nilai prosentase masing masing emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh sub proses terhadap 1 *impact category*
 - b. *Normalization*, merupakan penilaian dengan membandingkan hasil dari *impact category indicator* dengan nilai normal. Hal ini bertujuan menyetarakan satuan sesuai ketentuan satuan masing-masing impact category secara internasional. Seperti pada impact climate change, hasil emisi dikonversi menjadi CO₂.
 - c. *Weighting*, merupakan proses mengkalikan *impact category indicator* dengan *weighting score* dan diakumulasikan sebagai total score.
 - d. *Single score*, merupakan proses yang memperlihatkan proses produksi yang mempunyai dampak terhadap lingkungan.
4. Interpretasi data
- Mengevaluasi suatu kesimpulan untuk digambarkan dan bagaimana dapat dipertanggungjawabkannya.

F. *Cleaner Production*

Produksi bersih adalah strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat pencegahan dan terpadu yang diterapkan pada seluruh siklus produksi untuk meningkatkan produktivitas dengan memberikan tingkat efisiensi yang lebih baik pada penggunaan bahan mentah, energi, dan air, mendorong performansi lingkungan yang lebih baik melalui pengurangan sumber-sumber pembangkit

limbah dan emisi serta mereduksi dampak produk terhadap lingkungan dari siklus hidup produk dengan rancangan yang ramah lingkungan, namun efektif dari segi biaya. Manfaat yang dapat diambil dari penerapan produksi bersih ini adalah (1) Pengurangan biaya operasi, (2) Peningkatan mutu produk, (3) Penghematan bahan baku, (4) Peningkatan keselamatan kerja, (5) Perbaikan kesehatan umum dan lingkungan hidup, (6) Penilaian konsumen menjadi positif, dan (7) Pengurangan biaya penanganan limbah (USAID, 1997 dalam Purnama, 2006).



Gambar 2.2 produksi bersih

Gambar 2.2 diatas menjelaskan bahwa produksi bersih dapat dilakukan dengan mengurangi sumber pencemar, perawatan alat, dan daur ulang. Daur ulang dapat dilakukan dengan cara on site recycle dan pemanfaatan produk samping. Pengurangan sumber pencemar dengan tata cara operasi dan control proses yang baik. Perawatan dengan cara service berkala dan penjadwalan perawatan alat. operasi yang baik dan perubahan proses seperti pengontrolan proses, modifikasi peralatan, perubahan teknologi, dan perubahan material input (El-Haggar, 2002). Ada beberapa teknik pelaksanaan produksi bersih adalah (Afmar, 1999):

1. Modifikasi Teknologi

Penerapan Produksi Bersih *Good housekeeping* dimaksudkan untuk memperbaiki efisiensi pemakaian air dan mencegah kehilangan bahan.

Aktivitas produksi bersih antara lain dengan pelaksanaan cara berproduksi yang baik (GMPs), pemantauan penggunaan air, dan pemantauan pekerja. Untuk mencapai tujuan tersebut perlu dilakukan penyuluhan sehingga pengetahuan dan kesadaran para pelaku industri lebih baik. Perbaikan proses produksi juga dapat dilakukan seperti pencucian mekanis dengan menggunakan alat baling yang diputar oleh mesin. Tujuannya adalah peningkatan efisiensi pemakaian air dan produktivitas. Namun demikian cara ini membutuhkan desain lebih lanjut untuk menyesuaikan dengan kapasitas produksi yang berbeda-beda sehingga membutuhkan investasi yang besar. Pencucian dua tahap dengan menggunakan recovery limbah cair proses pengenanapan dan proses lainnya. Cara ini dapat dilakukan dengan syarat air tidak mengandung polutan berbahaya.

2. Pengurangan Sumber

Merupakan pengurangan atau eliminasi limbah pada sumbernya. Upaya ini meliputi:

- a. Perubahan produk Perancangan ulang produk, proses dan jasa yang dihasilkan sehingga akan terjadi perubahan produk, proses dan jasa. Perubahan ini adapat bersifat komprehensif maupun radikal. Dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu: Substitusi produk Konservasi produk Perubahan komposisi produk.
- b. Perubahan Material Input Perubahan material input dilaksanakan untuk mengurangi atau menghilangkan bahan berbahaya dan beracun yang masuk atau digunakan dalam proses produksi sehingga dapat menghindari terbentuknya limbah B3 dalam proses produksi.
- c. Volume buangan diperkecil ada dua macam cara yang dapat dilakukan, yaitu: Pemisahan Pemisahan limbah dimaksudkan untuk memisahkan limbah yang bersifat racun dan berbahaya dengan limbah yang tidak beracun. Teknologi ini dipakai untuk mengurangi volume limbah dan menaikan jumlah limbah yang dapat diolah kembali. Mengkonsentrasikan limbah pada umumnya untuk menghilangkan

sejumlah komponen. Dilakukan dengan pengolahan fisik, misalnya pengendapan atau penyaringan. Komponen yang terpisah dapat digunakan kembali.

- d. Perubahan teknologi perubahan teknologi mencakup modifikasi proses dan peralatan. Tujuannya untuk mengurangi limbah dan emisi. Perubahan teknologi dapat dilaksanakan mulai dari yang sederhana dalam waktu singkat dan biaya yang murah sampai perubahan yang memerlukan investasi tinggi. Pengeluaran biaya yang tinggi untuk memodifikasi peralatan akan diimbangi dengan adanya penghematan bahan, kecepatan produksi dan menurunnya biaya pengolahan limbah (Susanti, 1997).
- e. Penerapan Operasi yang Baik (*good house keeping*) Praktek operasi yang baik (*good house keeping*) adalah salah satu pilihan pengurangan pada sumber, mencakup tindakan prosedural, administratif atau institusional yang dapat digunakan di perusahaan untuk mengurangi terbentuknya limbah. Penerapan operasi ini melibatkan unsur-unsur: Pengawasan terhadap prosedurprosedur operasi Loss prevention Praktek manajemen Segregasi limbah Perbaikan penanganan material Penjadwalan produk Peningkatan *good housekeeping* umumnya dapat menurunkan jumlah limbah antara 20 sampai 30% dengan biaya yang rendah.

3. Daur Ulang

Daur Ulang merupakan penggunaan kembali limbah dalam berbagai bentuk, di antaranya:

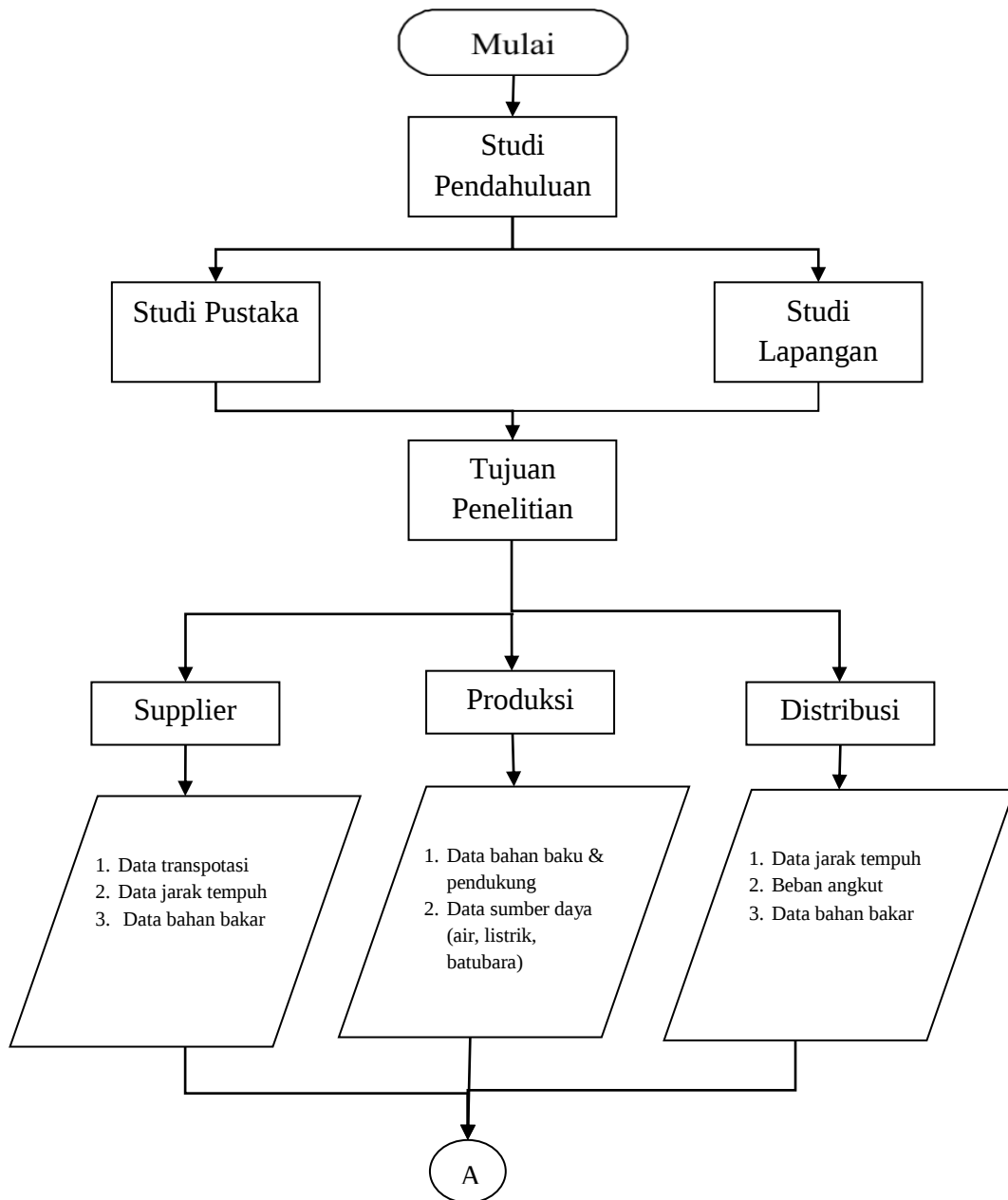
- a. Dikembalikan lagi ke proses semula
- b. Bahan baku pengganti untuk proses produksi lain
- c. Dipisahkan untuk diambil kembali bagian yang bermanfaat
- d. Diolah kembali sebagai produk samping

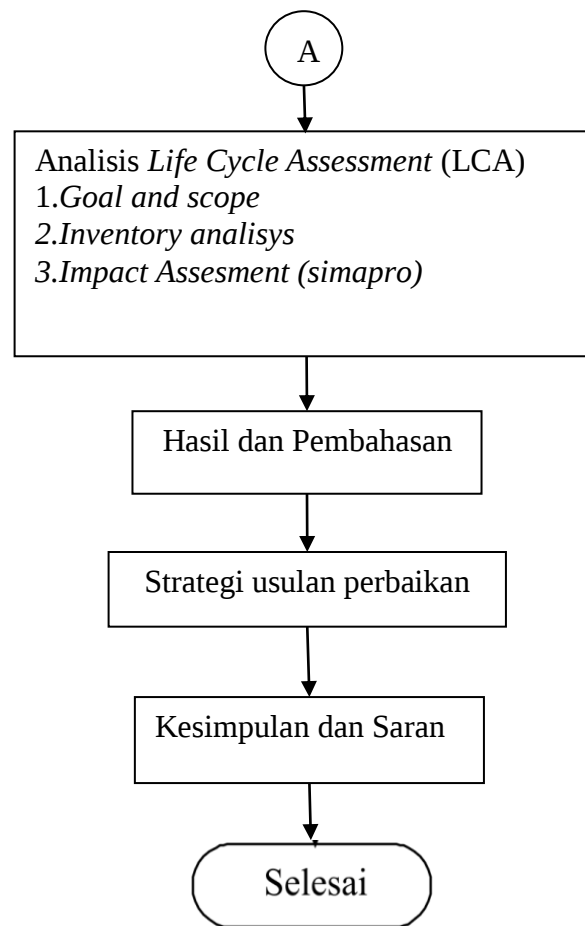
Walaupun daur ulang limbah cenderung efektif dari segi biaya dibanding pengolahan limbah, ada hal yang harus diperhatikan yaitu bahwa proses daur ulang limbah harus mempertimbangkan semua upaya pengurangan limbah pada sumber telah dilakukan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Jalannya penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah ditunjukkan pada gambar 3.1.berikut:





Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

A. Tahap Penelitian

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan sebagai langkah awal dalam proses penelitian dengan melakukan observasi langsung ke lokasi didukung dengan studi literatur untuk mengetahui permasalahan yang ada di PT Sengon Kondang Nusantara dan isu-isu global tentang proses produksi kayu lapis. studi pendahuluan ini meliputi:

a. Studi lapangan melakukan pengamatan awal pada objek penelitian di PT Sengon Kondang Nusantara untuk mengetahui perusahaan dalam hubungannya dengan *supply chain* produk kayu lapis.

b. Studi Literatur

Merupakan tahapan penelusuran referensi yang bersumber dari jurnal, buku, maupun penelitian yang ada sebelumnya tentang konsep *Life Cycle Assessment (LCA)*, *Supply Chain*.

2. Tujuan Penelitian

Pada tahap ini ditetapkan tujuan penelitian yaitu mengetahui dampak lingkungan dari aktifitas *supply chain* dengan menggunakan *Life Cycle Assessment (LCA)* pada produksi kayu lapis PT.Sengon Kondang Nusantara.

B. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data sekunder. Data sekunder dari penelitian ini adalah :

1. Data jenis produk

Produk yang diteliti pada penelitian ini meliputi 4 yaitu: barecore, laminating board, finger joint, wooden sheet.

2. Data bahan baku dan pendukung

Bahan baku utama pembuatan kertas adalah kayu, sedangkan bahan pendukung yang digunakan sebagai tambahan produksi kayu lapis meliputi: lem, dempul dan amplas.

3. Data transportasi untuk distribusi

Alat transportasi yang digunakan adalah truk, truk tronton dan truk trailer.

C. Identifikasi Dampak Lingkungan

Tahap ini akan dilakukan analisis dampak terhadap lingkungan yang akan dihasilkan dari aktivitas *supply chain* perusahaan menggunakan LCA. Beberapa tahapan diantaranya sebagai berikut:

1. Mendefinisikan tujuan, ruang lingkup dan batasan dari penelitian.
2. Melakukan perhitungan *input output* diseluruh tahapan *Life Cycle Assessment* (LCA) yaitu penggunaan material, energi (*input*) dan produk kayu lapis yang dihasilkan (*output*).
3. Data diolah untuk mendapatkan nilai *environmental impact*, yang mana terdapat tiga elemen yaitu karakterisasi, normalisasi dan *weighting*.
4. Dari nilai *environmental impact* akan diperoleh bagian mana yang memberikan kontribusi terbesar terhadap lingkungan.
5. Mengidentifikasi dampak lingkungan yang akan terjadi selama aktivitas *supply chain*.
6. Mengetahui dampak lingkungan terbesar.

D. Strategi usulan perbaikan dan pembahasan

Pada tahap ini akan dibuat sebuah strategi usulan perbaikan *clean production* dengan cara mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam proses pengangkutan bahan baku dari supplier dan distribusi produk jadi yang dilakukan secara terus menerus. Dengan adanya *cleaner production* akan mengurangi risiko terhadap manusia dan lingkungan proses produksi.

E. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini, hasil dari pengolahan data ditahap sebelumnya dilakukan analisa serta diuraikan secara detail dan sistematis dari hasil pencapaian pengolahan data yang dilakukan.

F. Kesimpulan dan Saran

Bagian ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisa yang sudah dilakukan dengan menggunakan metode LCA dapat diketahui bahwa proses produksi kayu lapis pada aktivitas PT Sengon Kondang Nusantara memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan. Dampak lingkungan yang terjadi masih cukup tinggi pada proses transportasi hingga *GHG Emission* 2,5KgCO₂, *Energi resource* 5,42 KgCO₂ dan ozone layer sebesar 0,000166 KgCO₂
2. Strategi usulan atau alternatif-alternatif perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari proses produksi kayu lapis adalah Pemilihan jalur pengiriman yang terdekat sehingga dapat menekan jumlah konsumsi bahan bakar dan memperpendek waktu pengiriman. kemudian Penggunaan efisiensi truk pengangkut dengan menggunakan truk yang berspesifikasi tinggi seperti truk yang sudah dilengkapi dengan sistem pembakaran euro 4. Selain itu, efisiensi Penggunaan *Kiln Dry* akan memberikan pengurangan terhadap lolosnya uap panas yang terdistribusi ke lingkungan yang memiliki suhu yang lebih rendah dari *dryer* dapat ditekan. Serta *recycle* yang dilakukan di *finishing* adalah produk disortir.

B. Saran

Adapun saran yang diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kajian mendalam juga perlu diarahkan pada strategi produksi lainnya seperti perbaikan kualitas bahan baku serta modifikasi produk.

2. Diharapkan perusahaan memperhatikan sistem produksi dengan memperhatikan efisiensi penggunaan energi dan dampak yang timbul akibat adanya proses produksi dan emisi yang dibuang pada lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardansyah. (2015). Pengaruh Biaya Operasional Dan Modal Kerja Terhadap Profitabilitas Pada PT. Fika Abadi Mandiri. *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 150-171.
- Aswad, G., & C, O. H. (2016). Potensi Gas RUmah Kaca (GRK) Dari Aktivitas Angkutan Umum Di Terminal Tanaman Kota Kediri. *Jurnal Envirotek Vol. 10 NO.1*, 46-52.
- Avista, R., Hantoro, R., & Hamidah, L. N. (2013). *Analisis Produksi Emisi CO₂ pada Industri Gula Di PT. Perkebunan Nusantara X (Persero) Tbk. (Studi Kasus Di Pabrik Gula Lestari)*. Surabaya: Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Chandra, H. P., Christian, & Djoni. (2002). Analisa Sistem Manajemen Lingkungan (ISO 14000) dan Kemungkinan Implementasinya oleh Para Kontraktor Kelas A di Surabaya. 4(2).
- dkk, B. (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). 9(2).
- Hadinuga, A. R. (2016). *MANAJEMEN RANTAI PASOK AGROINDUSTRI : Pendekatan Berkelanjutan untuk Pengukuran Kinerja dan Penilaian Risiko* (Vol. 1). Padang: Andalas University Press.
- Harjanto, R. T., Fahrurrozi, M., & Bendiyasa, M. I. (2012). Life Cycle Assessment Pabrik Semen PT Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap: Komparasi antara Bahan Bakar Batubara dengan Biomassa. 6(2).
- Hermawan, Marzuki, F. P., Abduh, M., & Driejana, R. (2013). *Peran Life Cycle Assessment (LCA) pada Material Konstruksi dalam Upaya Menurunkan Dampak Emisi Karbon Dioksida pada Efek Gas Rumah Kaca (031K)*. Surakarta: Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) Universitas Sebelas Maret (UNS).
- Pujadi, & Yola, M. (2013). *Analisis Sustainability Packaging dengan Metode Life Cycle Assessment (LCA)*. Riau: Jurusan Teknik industri Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Sultan Syarif Kasim .

- Putri, E. S. (2018). *BUSINESS PROCESS RE-ENGINEERING PADA INDUSTRI GULA MENUJU RANTAI PASOK BERKELANJUTAN (STUDI KASUS PADA PG PS MADUKISMO)* . Yogyakarta: Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Saputra, H., & Fithri, P. (2012). PERANCANGAN MODEL PENGUKURAN GREEN SUPPLY CHAIN PULP DAN KERTAS. *11*(1).
- Susanty, A. (2017). Penilaian Implementasi Green Supply Chain Management di UKM Batik Pekalongan dengan Pendekatan GreenSCOR. *16*(1).
- Syah, Y. W. (2017). *Penerapan Dynamic Programming untuk Mencapai Sustainability Supply Chain Bahan Baku Produk dan Kain Grey pada PT. Usman Jaya Mekar Textile Industry*. Magelang: Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.
- Chandra, J. (2018). Implementasi Pemilihan Pemasok Kertas dengan Metode Analytical Network Process (ANP) pada Toko Slora Negara-Bali. *Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya* , Vol 7 No 1 hal 1291-1310.
- Darmanto, E., Latifah, N., & Susanti, N. (2014). Penerapan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process) untuk Menentukan Kualitas Gula Tumbu. *Simetris* , Vol 5, No 1, hal 75-82.
- Febriani, A. (2011). *Implementasi Metode Analytic Network Process (ANP) sebagai Alat Bantu Pengambilan Keputusan Pemilihan Rekanan Proyek*. Pekanbaru: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Windrianto, Y., L, R. D., & 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). *9* (2).
- Pujadi, & Yola, M. (2013). *Analisis Sustainability Packaging dengan Metode Life Cycle Assessment (LCA)*. Riau: Jurusan Teknik industri Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Sultan Syarif Kasim .
- Palupi, H. A., Tama, P. I., & Sari, A. R. (2014). Evaluasi Dampak Lingkungan Produk Kertas dengan Menggunakan Life Cycle Assessment (LCA) dan Analytic Network Process (ANP) (Studi Kasus: PT X Probolinggo). *2* (5).
- Hermawan, Marzuki, F. P., Abduh, M., & Driejana, R. (2013). *Peran Life Cycle Assessment (LCA) pada Material Konstruksi dalam Upaya Menurunkan*

Dampak Emisi Karbon Dioksida pada Efek Gas Rumah Kaca (031K). Surakarta: Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) Universitas Sebelas Maret (UNS).

Pringgajaya, A. K., & Ciptomulyono, U. (2012). Implementasi Life Cycle Assessment (LCA) dan Pendekatan Analytical Network Process (ANP) untuk Pengembangan Produk Hetric Lamp yang Ramah Lingkungan. 1 (1).

Harjanto, R. T., Fahrurrozi, M., & Bendiyasa, M. I. (2012). Life Cycle Assessment Pabrik Semen PT Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap: Komparasi antara Bahan Bakar Batubara dengan Biomassa. 6 (2).

Avista, R., Hantoro, R., & Hamidah, L. N. (2013). *Analisis Produksi Emisi CO₂ pada Industri Gula Di PT. Perkebunan Nusantara X (Persero) Tbk. (Studi Kasus Di Pabrik Gula Lestari).* Surabaya: Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).