

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga Laporan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik. Dalam pembuatan laporan skripsi ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Secara khusus ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, yang telah memberi motivasi, ilmu, serta arahan kepada penulis dan juga selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan saran yang membangun dalam menyusun skripsi ini.
2. Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, yang telah memberi ilmu dan arahan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
3. Ibu Ratih Ardia Sari, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah dengan sabar membantu penulis, memberikan banyak saran, dan masukan yang bermanfaat.
4. Ibu Ceria Farel MT, ST., MT. selaku Dosen yang telah dengan sabar membantu penulis, memberikan banyak saran, dan masukan yang bermanfaat.
5. Bapak dan Ibu dosen pengamat/penguji pada Seminar Proposal, Seminar Hasil, dan Ujian Komprehensif atas saran dan masukannya, serta seluruh dosen Teknik Industri yang telah banyak mencurahkan ilmunya kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu karyawan PT Kertas Leces Persero Probolinggo, khususnya Manager, karyawan Bagian Produksi, dan karyawan Bagian Pengadaan PT Kertas Leces Persero yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengadakan penelitian.
7. Kedua orang tua tercinta, Suharno dan Nanik Erlia yang selalu mendukung memotivasi dan mendoakan untuk kebaikan penulis.
8. Adik-adik tercinta dan tersayang, Ridho Dwiki Sena dan Dhanu Ega Sentanu yang selalu memberi motivasi untuk penulis.
9. Temanku Riyan yang selalu memberikan motivasi dan masukan yang bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.

- repository.ub.ac.id
10. Seluruh teman-teman asisten Laboratorium Sistem Manufaktur yang selalu memberikan motivasi dan dukungan bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada Rina, Brian D., Putra, Hamdani, Vetty, Fifi, Fakhri, dan Bagus P.
 11. Sahabatku Raissa, Nimas, Vivit, dan Karina yang telah membantu dan mendukung dalam penyusunan skripsi ini.
 12. Sahabatku Mbak Ririz, Mbak Dhani, Mbak Acha, dan Muti yang selalu memberikan motivasi dan dukungan bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.
 13. Seluruh teman-teman Teknik Industri 2010 (INSURGENT) atas motivasi, dukungan dan partisipasinya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca terhadap skripsi yang telah penulis susun ini demi perbaikan untuk penyusunan laporan sejenis dimasa yang akan datang.

Malang, September 2014

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Batasan Penelitian.....	6
1.7 Asumsi Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 <i>Supply Chain Management</i>	9
2.3 <i>Life Cycle Assessment</i>	11
2.3.1 Pengertian <i>Life Cycle Assessment</i>	12
2.3.2 <i>Stage Amatan Life Cycle Assessment</i>	14
2.3.3 Langkah-langkah <i>Life Cycle Assessment</i>	16
2.4 Konsep <i>Multi Criteria Decision Making (MCDM)</i>	19
2.4.1 <i>Analytic Network Process (ANP)</i>	20
2.4.2 Prinsip Dasar ANP.....	22
2.4.3 Tahap-tahapan ANP.....	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian 27

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 27

3.3 Objek Penelitian 27

3.4 Tahap Penelitian 27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Perusahaan 33

 4.1.1 Sejarah Perusahaan 33

 4.1.2 Visi Misi Perusahaan 35

 4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan 35

4.2 Pengumpulan Data 36

 4.2.1 Deskripsi Produk Amatan 36

 4.2.2 Deskripsi Bahan Baku 37

 4.2.3 Deskripsi Ruang Lingkup 38

 4.2.3.1 Pengadaan Bahan Baku 39

 4.2.3.2 Data *Input Output* 39

 4.2.3.3 Proses Produksi 40

 4.2.3.4 Proses Distribusi Produk 44

4.3 Pengolahan Data 45

 4.3.1 *Life Cycle Inventory* 45

 4.3.2 *Life Cycle Impact Assessment* 50

 4.3.2.1 Pembuatan *Tree Diagram* 51

 4.3.2.2 *Characterization* 52

 4.3.2.3 *Normalization* 53

 4.3.2.4 *Weighting* 55

 4.3.2.5 Analisa Kontribusi Setiap Ruang Lingkup 56

 4.3.3 Penentuan Alternatif Perbaikan 58

 4.3.4 Penentuan Kriteria dan Subkriteria Alternatif Perbaikan 61

 4.3.5 Pemilihan Alternatif Perbaikan Menggunakan Metode *Analytical Network Process (ANP)* 62

 4.3.5.1 Penentuan Hubungan Saling Ketergantungan Antar Kriteria 63

 4.3.5.2 Penentuan Bobot Subkriteria dan Alternatif Perbaikan 66



4.3.5.3 Pengolahan Hasil Kuesioner	67
4.3.5.4 Membentuk Matrik Perbandingan Berpasangan.....	67
4.3.5.5 Membuat Supermatriks	70
4.3.5.6 Prioritas Akhir	71
4.3.5.7 Analisa Uji Alternatif Perbaikan yang Terpilih.....	76

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Industri Manufaktur yang Berpotensi sebagai Sumber Pencemaran	3
Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2.2 Perbedaan antara <i>Supply Chain Management</i> Tradisional dan <i>Green Supply Chain Management</i>	10
Tabel 2.3 Perbandingan Skala Verbal dan Skala Numerik	22
Tabel 2.4 Tabel Nilai Random Indeks	25
Tabel 4.1 <i>Supplier</i> Bahan Baku Produk Brief Card	39
Tabel 4.2 Total Produksi Produk Brief Card pada bulan Januari 2013 - April 2014	39
Tabel 4.3 Total Penggunaan Bahan Baku dan Bahan Penolong pada bulan Januari 2013 - April 2014	40
Tabel 4.4 Total Penggunaan Energi pada bulan Januari 2013 - April 2014	40
Tabel 4.5 Mesin-mesin yang Digunakan dalam Proses Produksi Produk Brief Card	40
Tabel 4.6 Nama-nama <i>customer</i> (pemesan) produk Brief Card pada bulan Januari 2013 - April 2014	44
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Pengadaan Bahan Baku oleh <i>Supplier</i>	46
Tabel 4.8 <i>Input</i> Data pada Proses Produksi	47
Tabel 4.9 Perhitungan Distribusi Produk	48
Tabel 4.10 <i>Impact Category</i> pada Metode EDIP/UMIP 97	50
Tabel 4.11 Subkriteria-subkriteria dalam Pemilihan Alternatif Perbaikan untuk Pengadaan Bahan Baku	62
Tabel 4.12 Subkriteria-subkriteria dalam Pemilihan Alternatif Perbaikan untuk Proses Produksi	62
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Hubungan Saling Ketergantungan Antar Subkriteria pada Alternatif Pengadaan Bahan Baku	65
Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Hubungan Saling Ketergantungan Antar Subkriteria pada Alternatif Proses Produksi Kertas	65
Tabel 4.15 Contoh Tabel Kuesioner	67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Peringkat PROPER dari tahun 2002-2012	2
Gambar 1.2 Jumlah Pesanan pada Bulan Januari 2013 – April 2014.....	3
Gambar 2.1 Dampak Lingkungan dari Aktivitas <i>Supply Chain</i>	9
Gambar 2.2 Skema <i>Life Cycle Product</i>	13
Gambar 2.3 Ruang lingkup <i>Life Cycle Assesment</i>	16
Gambar 2.4 Tahap dalam <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	19
Gambar 2.5 Perbedaan Hierarki dan Jaringan.....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1 PT Kertas Leces Persero	34
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT Kertas Leces Persero.....	36
Gambar 4.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	38
Gambar 4.4 Proses Produksi Brief Card	44
Gambar 4.5 <i>Input Data</i> Proses Pengadaan Bahan Baku.....	47
Gambar 4.6 <i>Input Data</i> Proses Produksi.....	48
Gambar 4.7 <i>Input Data</i> Proses Distribusi Produk	49
Gambar 4.8 <i>Input Data</i> Keseluruhan Ruang Lingkup	50
Gambar 4.9 <i>Tree Diagram</i> Aktivitas <i>Supply Chain</i> Produk Brief Card	52
Gambar 4.10 <i>Characterization</i> Setiap <i>Impact Category</i>	53
Gambar 4.11 <i>Normalization</i> Setiap <i>Impact Category</i>	54
Gambar 4.12 Nilai <i>Normalization</i>	54
Gambar 4.13 <i>Weighting</i> Setiap <i>Impact Category</i>	55
Gambar 4.14 Nilai <i>Weighting</i>	56
Gambar 4.15 Kontribusi Setiap Ruang Lingkup.....	57
Gambar 4.16 Model ANP Pemilihan Alternatif untuk Pengadaan Bahan Baku.....	64
Gambar 4.17 Model ANP Pemilihan Alternatif untuk Proses Produksi Kertas.....	64
Gambar 4.18 Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria dengan <i>Super Decisions</i>	68
Gambar 4.19 <i>Cluster Matriks</i>	70
Gambar 4.20 Nilai Prioritas untuk Pemilihan Alternatif Pengadaan Bahan Baku.....	71
Gambar 4.21 Nilai Prioritas untuk Pemilihan Alternatif Proses Produksi.....	74

Gambar 4.22 Perbandingan *Existing* dengan Alternatif Perbaikan 3 untuk Pengadaan bahan Baku 76

Gambar 4.23 Perbandingan *Existing* dengan Alternatif Perbaikan 2 untuk Proses Produksi..... 77



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Nilai pada Tahap <i>Characterization</i>	83
Lampiran 2.	Nilai Normal dan Bobot pada Metode EDIP/UMIP 97	84
Lampiran 3.	Kuesioner Hubungan Ketergantungan Antar Kriteria Untuk Alternatif Pengadaan Bahan Baku	85
Lampiran 4.	Kuesioner Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria Untuk Alternatif Pengadaan Bahan Baku	88
Lampiran 5.	Kuesioner Hubungan Ketergantungan Antar Kriteria untuk Proses Produksi Kertas.....	96
Lampiran 6.	Kuesioner Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria untuk Proses Produksi Kertas	99
Lampiran 7.	Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner II Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria terhadap Kriteria <i>Cost</i> untuk Pengadaan Bahan Baku	104
Lampiran 8.	Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner II Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria terhadap Kriteria <i>Benefit</i> untuk Pengadaan Bahan Baku	105
Lampiran 9.	Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner II Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif terhadap Subkriteria untuk Pengadaan Bahan Baku..	108
Lampiran 10.	Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner II Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria terhadap Kriteria <i>Cost</i> untuk Proses Produksi Kertas	110
Lampiran 11.	Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner II Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria terhadap Kriteria <i>Benefit</i> untuk Proses Produksi Kertas	111
Lampiran 12.	Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner II Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif terhadap Subkriteria untuk Proses Produksi Kertas...	113
Lampiran 13.	Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria terhadap Kriteria <i>Cost</i> untuk Pengadaan Bahan Baku	114
Lampiran 14.	Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria terhadap Kriteria <i>Benefit</i> untuk Pengadaan Bahan Baku	115
Lampiran 15.	Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif terhadap Subkriteria untuk Pengadaan Bahan Baku	117

Lampiran 16. Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria terhadap Kriteria
Cost untuk Proses Produksi Kertas 118

Lampiran 17. Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Subkriteria terhadap
 Kriteria *Benefit* untuk Proses Produksi Kertas 119

Lampiran 18. Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif terhadap
 Subkriteria untuk Proses Produksi Kertas 120

Lampiran 19. Konsistensi Pendapat Responden untuk Pengadaan Bahan Baku..... 121

Lampiran 20. Konsistensi Pendapat Responden untuk Proses Produksi Kertas..... 122

Lampiran 21. *Unweighed Supermatrix* untuk Pengadaan Bahan Baku 123

Lampiran 22. *Weighed Supermatrix* untuk Pengadaan Bahan Baku..... 124

Lampiran 23. *Limitting Supermatrix* untuk Pengadaan Bahan Baku..... 125

Lampiran 24. *Unweighed Supermatrix* untuk Proses Produksi Kertas 126

Lampiran 25. *Weighed Supermatrix* untuk Proses Produksi Kertas 127

Lampiran 26. *Limitting Supermatrix* untuk Proses Produksi Kertas..... 128



RINGKASAN

Amandha Harnaningtyas Palupi, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, September 2014, Evaluasi Dampak Lingkungan Produk Kertas dengan Menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) dan *Analytic Network Process* (ANP) (Studi Kasus: PT Kertas Lece Persero, Probolinggo), Dosen Pembimbing : Ishardita Pambudi Tama dan Ratih Ardia Sari.

Pada era globalisasi sekarang ini, dunia perindustrian telah mengalami perkembangan yang cukup pesat. Tetapi hal tersebut juga menimbulkan dampak lingkungan yang cukup besar, sehingga peraturan mengenai lingkungan hidup di bidang perindustrian juga semakin ketat. Salah satu cara yang dilakukan oleh pemerintah adalah dengan membuat program yang diberi nama PROPER. Salah satu perusahaan yang mendapat peringkat merah dalam PROPER yaitu perusahaan kertas. PT Kertas Lece Persero merupakan perusahaan kertas yang mendapat peringkat merah dalam program PROPER. Jenis kertas yang memiliki proporsi jumlah pesanan tertinggi di PT Kertas Lece Persero adalah kertas Brief Card sehingga jenis kertas ini yang dijadikan sebagai objek penelitian. Untuk mengurangi dampak lingkungan pada kertas Brief Card, maka dilakukan evaluasi dan mengidentifikasi hal-hal apa saja yang berpengaruh terhadap lingkungan. Dampak lingkungan tersebut tidak hanya dilihat dari segi proses produksi, melainkan pada seluruh kegiatan *supply chain* produk. Konsep *supply chain* yang mempertimbangkan lingkungan disebut *Green Supply Chain*.

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dampak lingkungan adalah metode *Life Cycle Assessment* (LCA). Hasil dari LCA berupa proses mana yang paling berpengaruh terhadap lingkungan sehingga perusahaan dapat mencari alternatif-alternatif perbaikan untuk memperbaiki proses tersebut. Pemilihan alternatif terbaik dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai kriteria keputusan. Metode yang digunakan untuk melakukan pemilihan alternatif yang terbaik adalah metode *Analytic Network Process* (ANP). Metode ini dipilih karena usulan-usulan yang akan diterapkan memiliki kriteria yang saling berkaitan.

Dari hasil *Life Cycle Assessment* (LCA) didapatkan dampak terbesar pada pengadaan bahan baku adalah distribusi batu bara dengan menggunakan truk muatan 40 ton dengan nilai sebesar 3,42 kPt, sedangkan dampak terbesar pada proses produksi adalah penggunaan bahan pemutih *Optical Brightening Agent* (OBA) dengan nilai sebesar 1,21 kPt. Dan dampak terbesar pada distribusi produk adalah penggunaan truk muatan 40 ton. Dari hasil *Life Cycle Assessment* (LCA) tersebut kemudian diusulkan empat alternatif perbaikan untuk pengadaan bahan baku dan dua alternatif perbaikan untuk proses produksi. Setelah disusun alternatif perbaikan, maka selanjutnya alternatif ini dipilih dengan menggunakan metode *Analytic Network Process* (ANP). Dalam pemilihan alternatif terbaik, terdapat dua kriteria dan tujuh subkriteria pada pemilihan alternatif untuk pengadaan bahan baku serta dua kriteria dan enam subkriteria pada pemilihan alternatif untuk proses produksi. Dari hasil analisis dengan menggunakan metode ANP didapatkan bahwa alternatif terbaik untuk mengurangi dampak lingkungan pada pengadaan bahan baku adalah mengganti truk muatan dengan kereta api dari pelabuhan Tanjung Tembaga dengan bobot sebesar 0,53748, sedangkan alternatif terbaik untuk mengurangi dampak lingkungan pada proses produksi adalah menggunakan LBKP yang berkualitas tinggi dengan bobot sebesar 0,61650.

Kata Kunci : *Green Supply Chain Management*, *Life Cycle Assessment* (LCA), *Analytic Network Process* (ANP)

SUMMARY

Amandha Harnaningtyas Palupi, Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering University of Brawijaya, September 2014, The Evaluation of Environmental Impact of Paper Product by Using Life Cycle Assessment (LCA) and Analytic Network Process (ANP) (Case Study: PT Kertas Leces Persero, Probolinggo), Supervisors : Ishardita Pambudi Tama dan Ratih Ardia Sari.

In this globalization era, the industrialization has experienced considerable development by leaps and bounds. However, it also raises considerable environmental impact, so that the regulation of environmental in industrial field also increasingly tight. One of the ways that has been done by the Government is create a program called PROPER. One of the company that has the red rank in proper is paper company. PT Kertas Leces is the company that has the red rank in PROPER program. The paper product that has the highest orders proportion is Brief Card so that this paper is used as the research object. The evaluation and identification of the things that affect the environment are used to reduce the environmental impact in Brief Card's paper. That environmental impact is not only in terms of production process, but also in product supply chain activities. The concept of supply chain that oriented towards the environment is called Green Supply Chain.

The method that used to identify the environmental impact is Life Cycle Assessment (LCA). The results of LCA is the process that most influential to the environment so that the company should find the alternatives improvement to reduces the environmental impact in that process. The various decision criteria are considered to select the best alternative improvement. The method that used to select the best alternatives improvement is Analytic Network Process (ANP). This method was chosen because the given alternatives improvement had related criteria.

The results of Life Cycle Assessment (LCA) shows that the greatest impact in procurement of raw material is distribution of coal using truck with payload 40 tons with the value of impact assessment is 3,42 kPt, while the greatest impact in production process is the uses of Optical Brightening Agent (OBA) with the impact assessment value is 1,21 kPt. Based on the result of Life Cycle Assessment, then proposed four alternatives improvement for procurement of raw material and two alternatives improvement for production process. After proposed these several alternatives improvement, then the next step is to select the best alternative improvement using Analytic Network Process (ANP). In the selection of the best alternative improvement, there are two criteria and seven subcriteria in the procurement of raw material and also two criteria and six subcriteria in production process. The results of ANP obtained that the best alternative to reduce the environmental impact in procurement of raw material is replace trucks with train from Tanjung Tembaga port with 0,53748, while the best alternative improvement to reduce the environmental impact in production process is uses the high quality of LBKP with 0,61650.

Keyword: Green Supply Chain Management, Life Cycle Assessment (LCA), Analytic Network Process (ANP)