

**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MELALUI USAHA WASTE REDUCTION DENGAN
PENDEKATAN GREEN PRODUCTIVITY
(Studi Kasus : PT ECCO TANNERY INDONESIA)**

Moses L. Singgih, Nofita Afida

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111
Email : moses@ie.its.ac.id ; ml_singgih@yahoo.com

ABSTRAK

PT Ecco Tannery Indonesia merupakan salah satu industri penyamakan kulit yang memiliki potensi pencemaran limbah yang cukup tinggi. Oleh sebab itu diperlukan usaha pengelolaan lingkungan yang tepat, salah satunya dengan melakukan usaha reduksi limbah (waste reduction). Melalui pendekatan Green Productivity yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan usaha reduksi limbah yang dilakukan dapat berpengaruh terhadap perbaikan kondisi lingkungan sekaligus meningkatkan produktivitas perusahaan.

Pada penelitian ini, dilakukan identifikasi adanya permasalahan pada perusahaan yang berhubungan dengan jumlah limbah yang berlebih dan berpotensi untuk direduksi. Sebelumnya dilakukan pula pengukuran kinerja lingkungan melalui indeks EPI (Environmental Performance Indicator) serta pengukuran produktivitas perusahaan. Alternatif perbaikan selanjutnya dirumuskan dan dipilih berdasarkan kelayakannya untuk diimplementasikan melalui analisis finansial, estimasi kontribusi alternatif terhadap tingkat produktivitas dan estimasi kontribusi alternatif terhadap tingkat EPI.

Dari hasil penelitian, didapatkan alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan tingginya jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor yaitu dengan mengurangi limbah sludge dan limbah lemak/koyor melalui mesin sludge dryer berkapasitas 15 ton/hari yang mampu mengeringkan limbah tersebut hingga 90 % dry solid. Alternatif ini mampu memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas sebesar 0.91 % serta berkontribusi terhadap perbaikan kualitas lingkungan melalui penurunan jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor sebesar 66.9 %.

Kata kunci : Green Productivity, Reduksi Limbah, Indikator Performansi Lingkungan

ABSTRACT

PT Ecco Tannery Indonesia as one of leading tannery industry has high waste disposal potencies in its daily operation. For such thing, it is necessary for the management to have an appropriate environmental management such as waste reduction . This research try to addres this problem with GP approach, so that efforts in waste reduction could affects in the improvement of environmental performance and productivity as well. Adopting GP concept, identification of over waste volume and its potencies to be reduced are crucial things for this research after measuring productivity level and EPI (Environmental Performance Indicator) index to know the environmental performance in the production process. Waste reduction alternatives should be then derived and chosen to be implemented based on financial analysis and its contribution either to the productivity level or to the EPI index.

The desirable result from this research to solve the high level of waste volume sent to PPLI Bogor is decreasing sludge and fleshing waste by using sludge dryer machine within capacity of 15 ton each day enabling drying the waste disposal until 90% dry solid.. This alternative contributes to the productivity enhancement up to 0.91% and ontributes to the environmental performance through waste volume decreasees disposed to PPLI Bogor as much about 66.9 %.

Keywords : Green Productivity, Waste Reduction, Environmental Performance Indicator

1. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri saat ini menuntut industri untuk terus meningkatkan dan memperbaiki kinerjanya agar dapat terus bertahan, dan bahkan dapat memenangkan kompetisi dengan berbagai industri lainnya. Usaha yang dapat dilakukan yaitu dengan meningkatkan produktivitas. Produktivitas dapat diukur dengan membandingkan antara output dengan input dalam proses produksi. Dimana output merupakan produk yang dihasilkan melalui suatu proses produksi sedangkan input adalah sumber daya (*resources*) yang digunakan dalam suatu proses produksi.

Seiring dengan peningkatan produksi, ternyata timbul banyak permasalahan lingkungan di sekitarnya. Permasalahan tersebut disebabkan karena proses produksi seringkali mengakibatkan pembuangan material dan energi yang akan membebani lingkungan, padahal proses produksi yang baik tidak hanya memperhatikan keamanan dan efek samping dari limbah sisa prosesnya, namun juga berusaha mereduksi limbah buangan yang dihasilkan. Permasalahan ini juga kerap kali diabaikan oleh pihak perusahaan, padahal saat ini permasalahan lingkungan menjadi isu yang cukup hangat dibicarakan.

Berangkat dari kenyataan tersebut maka PT Ecco Tannery Indonesia sebagai salah satu industri penyamakan kulit di Indonesia yang memiliki potensi pencemaran limbah yang cukup tinggi merasa perlu melakukan perbaikan baik dalam proses produksi maupun pada pengelolaan lingkungannya terutama dalam pengelolaan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan dari proses produksinya. PT Ecco Tannery Indonesia juga mengharapkan adanya keuntungan ekonomis dari peningkatan produktivitas yang dihasilkan dari efisiensi penggunaan sumber daya dalam rangka perbaikan pengelolaan lingkungan tersebut. Di sini terdapat dua kepentingan yang berusaha untuk diselaraskan, yaitu kepentingan ekonomi dan kepentingan untuk perlindungan lingkungan.

Untuk mengakomodir dua kepentingan tersebut, digunakan metode *Green Productivity*. Metode tersebut merupakan suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dan performansi lingkungan secara bersamaan di dalam pembangunan sosial ekonomi secara menyeluruh (APO, 2003). Konsep *Green Productivity* ini dikembangkan oleh Asian Productivity Organization (APO) pada tahun 1994 untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap permasalahan lingkungan.

1.1 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah “ Bagaimana upaya untuk meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan melalui usaha *waste reduction* dengan menerapkan pendekatan *Green Productivity* ”.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi adanya potensi reduksi limbah (*potential waste reduction*) yang dihasilkan dari proses produksi.
2. Menentukan alternatif solusi perbaikan guna mereduksi jumlah limbah yang dihasilkan sekaligus meningkatkan produktivitas .
3. Mengestimasi kontribusi peningkatan produktivitas dan perbaikan kinerja lingkungan yang dapat dicapai melalui implementasi solusi perbaikan yang terpilih.
4. Menyusun rancangan implementasi solusi perbaikan yang terpilih.

1.3 Batasan dan Asumsi

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian hanya dilakukan sampai pada tahap perencanaan implementasi alternatif perbaikan, sedangkan asumsi yang digunakan adalah pada periode pengambilan data dianggap tidak terjadi perubahan pada harga-harga material, bahan kimia, BBM, listrik dan sebagainya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Produktivitas

Terdapat berbagai definisi tentang produktivitas, salah satunya seperti yang diungkapkan oleh Wignjosebroto (1995) dimana produktivitas didefinisikan sebagai perbandingan (rasio) antara output dengan input. Hasil (*output*) itu meliputi (penjualan, laba, kepuasan konsumen), sedangkan input meliputi alat yang digunakan, biaya, tenaga, keterampilan dan jumlah hasil individu. Berdasarkan definisi tersebut maka berikut ini dapat dituliskan persamaan untuk produktivitas :

$$P = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

2.2 *Green Productivity*

Green Productivity adalah suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas bisnis dan kinerja lingkungan pada saat yang bersamaan dalam

pengembangan sosial ekonomi secara keseluruhan. Metode ini mengaplikasikan teknik, teknologi dan sistem manajemen untuk menghasilkan barang dan jasa yang sesuai dengan lingkungan atau ramah lingkungan (APO, 2003).



Gambar 1. Hubungan Produktivitas dengan Lingkungan

Metodologi *Green Productivity* terdiri dari :

1. *Getting Started*

Tahap pembentukan tim yang akan menerapkan *Green Productivity* dan tahap pengumpulan data

2. *Planning*

Tahap identifikasi masalah dan penyebabnya serta penentuan tujuan dan target perbaikan

3. *Generation and Evaluation*

Tahap perumusan alternatif perbaikan dan pemilihannya

4. *Implementation of GP Options*

Tahap implementasi alternatif solusi perbaikan

5. *Monitoring and Review*

Proses pengawasan dan evaluasi hasil perbaikan

6. *Sustaining Green Productivity*

Proses penerapan *Green Productivity* secara berkelanjutan

3. **Metodologi Penelitian**

Berikut ini adalah langkah-langkah metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini :

1. Identifikasi Masalah
2. Studi Literatur
3. Studi Lapangan
4. Pengukuran Produktivitas
5. Identifikasi Indeks EPI
6. Identifikasi Permasalahan dan Penyebabnya
7. Penentuan Tujuan dan Target
8. Perumusan Alternatif Solusi Perbaikan
9. Pemilihan Alternatif dengan cara :
 - Analisis Finansial Tiap Alternatif Dengan Metode Annual Worth dan IRR
 - Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Tingkat Produktivitas
 - Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Indeks EPI
10. Penyusunan Rencana Implementasi Alternatif Terpilih
11. Pengambilan Kesimpulan

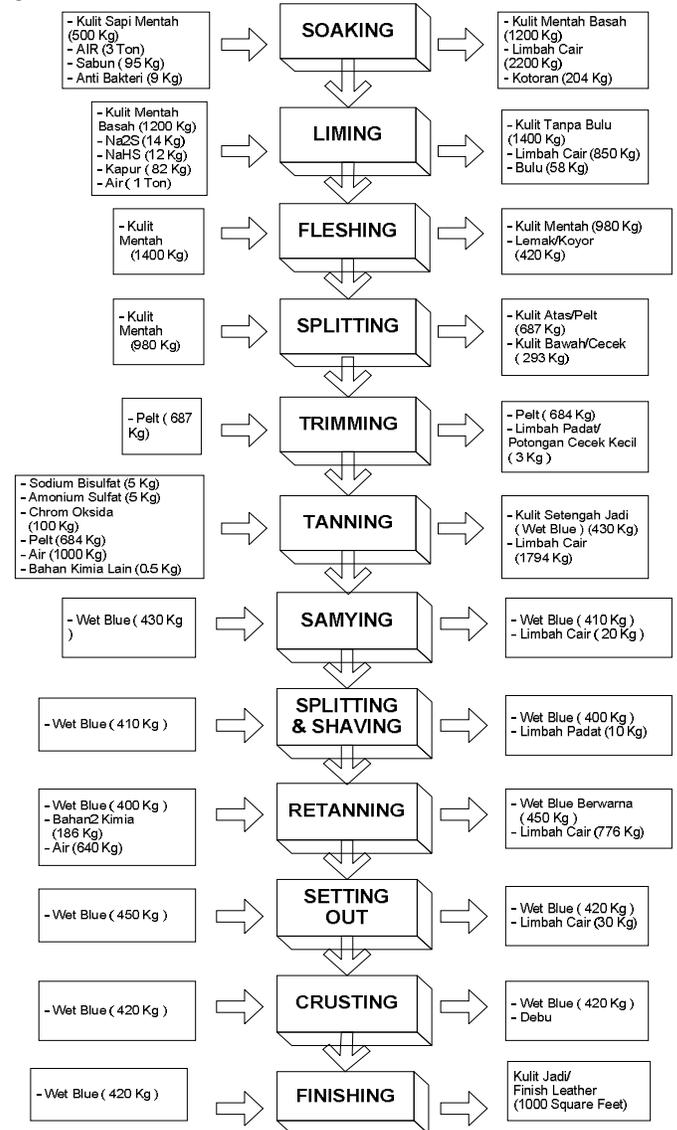
4. **Pengumpulan dan Pengolahan Data**

4.1 **Pengumpulan Data**

Berikut ini beberapa data yang telah dikumpulkan selama penelitian :

4.1.1 **Proses Produksi**

Proses produksi yang dilakukan oleh PT ECCO Tannery Indonesia adalah proses penyamakan kulit mentah hingga menghasilkan kulit jadi sebagai bahan baku sepatu kulit. Aliran material dalam setiap prosesnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. *Material Balance Diagram*

4.1.2 **Identifikasi Jenis Limbah**

Berbagai jenis limbah yang dihasilkan baik dari proses produksi maupun dari bagian kantor PT ECCO Tannery Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jenis Limbah PT ECCO Tannery Indonesia

Jenis Limbah	Bentuk Fisik	Sumber Limbah	Sifat Limbah	Dampak Limbah
A. Padat				
Kertas, plastik, kardus	Padat	- Kegiatan administrasi kantor & pabrik - Proses <i>Finishing</i>	Tidak Berbahaya	Mengurangi nilai estetika
Potongan Kulit (Cecek)	Padat	- Proses <i>Splitting</i> - Proses <i>Trimming</i> - Proses <i>Shaving</i>	Tidak Berbahaya	Mengurangi nilai estetika
Lemak/ Koyor	Campuran padat dan cair	- Proses <i>Fleshing</i> - IPAL	Tidak Berbahaya	Mengurangi nilai estetika
Sludge	Lumpur Kering	IPAL	Berbahaya dan Beracun	Memurunkan kualitas air tanah
B. Cair				
Air Limbah Pabrik	Cair	-Proses <i>Soaking</i> -Proses <i>Liming</i> -Proses <i>Tanning</i> -Proses <i>Sanyping</i> -Proses <i>Retanning</i> -Proses <i>Setting Out</i>	Berbahaya dan Beracun	Memurunkan kualitas badan air penerima dan kualitas air tanah
Air Limbah Domestik	Cair	MCK	Tidak Berbahaya	Memurunkan kualitas badan air penerima
C. Gas				
Gas Chrom	Gas	Proses <i>Chromotanning</i>	Berbahaya	Memurunkan kualitas udara

4.1.3 Kandungan Zat Kimia pada Limbah Cair dan Padat

Limbah cair dan padat merupakan jenis limbah yang memiliki jumlah paling banyak atau dapat dikatakan merupakan limbah dominan yang dihasilkan dari proses penyamakan kulit pada PT ECCO Tannery Indonesia. Kandungan zat kimia dari kedua jenis limbah tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Kandungan Zat Kimia Limbah Cair

No	Parameter	Metode	Kandungan Zat Kimia (Mg/Lt)
1	BOD5	APHA 5210.C98	20
2	COD	APHA 5210.C98	54
3	TSS	SNI 19.2413.91	20
4	Cr Total	SNI 06.2511.91	< 0.0072
5	Minyak dan Lemak	APHA 5210.C98	< 0.5
6	NH ₃	SNI 06.2479.91	0.58
7	Sulfida	SNI 06.2470.91	< 0.001

Tabel 3. Kandungan Zat Kimia Limbah Padat

No	Parameter	Metode	Kandungan Zat Kimia (Mg/Lt)
1	Mercury (Hg)	SNI 06.2462.91	< 0.0014
2	Plumbun (Pb)	SNI 06.2517.91	0.1988
3	Cadmium (Cd)	SNI 06.2466.91	0.0152
4	Chrom (Cr)	SNI 06.2511.91	0.4984
5	Copper (Cu)	SNI 06.2511.91	0.1004

4.1.4 Identifikasi Potensi Reduksi Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh PT ECCO Tannery Indonesia memiliki jumlah yang cukup banyak terutama limbah yang bersumber dari proses produksi. Di samping memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, banyaknya jumlah limbah tersebut juga memberikan beban besar terhadap keuangan perusahaan karena biaya pengolahan limbah yang cukup tinggi. Oleh sebab itu perlu adanya usaha untuk mereduksi limbah tersebut. Limbah yang masih memiliki potensi untuk direduksi dapat dilihat pada tabel 4 identifikasi potensi reduksi limbah.

Tabel 4. Identifikasi Potensi Reduksi Limbah

Jenis Limbah	Sumber Limbah	Volume	Cara Penanganan Saat Ini	Potensi untuk Direduksi
Limbah Cair (Air Limbah Pabrik)	Proses produksi (area beam house) + proses tanning dan retanning	± 1368m ³ per hari	Pengolahan dengan cara kimia dan biologi melalui instalasi pengolahan air limbah	Penanganan saat ini sudah optimal dan kecil potensi untuk dapat direduksi lagi
Potongan Kulit (Cecek)	Proses Splitting, Shaving dan Trimming	± 800 Kg per bulan	Dikumpulkan kemudian dijual ke pengepul yang nantinya digunakan sebagai bahan makanan	Penanganan saat ini sudah optimal dan tidak perlu direduksi lagi
Lemak /Koyor	Hasil Pengolahan Limbah Cair pada IPAL	±183 Ton per bulan	Dikirim ke PPLI Bogor 2 hari sekali	Berpotensi besar untuk direduksi
Sludge	Hasil Pengolahan Limbah Cair IPAL	±167 Ton per bulan	Dikirim ke PPLI Bogor 2 hari sekali	Berpotensi besar untuk direduksi

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data tersebut meliputi perhitungan produktivitas, identifikasi indeks EPI, identifikasi masalah dan penyebabnya, penentuan tujuan dan target, penyusunan alternatif perbaikan, pemilihan alternatif dan penyusunan rencana implementasi alternatif terpilih.

4.2.1 Perhitungan Produktivitas

Nilai produktivitas bisa didapatkan dengan rumusan berikut ini :

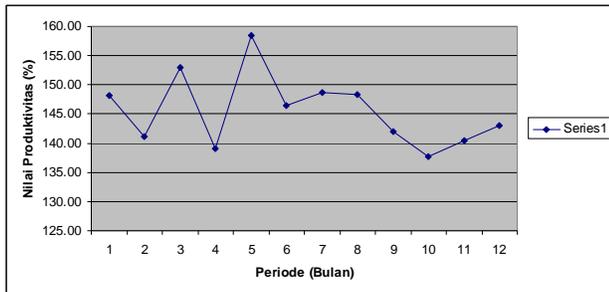
$$P = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100 \%$$

Dengan menggunakan rumus tersebut maka hasil perhitungan nilai produktivitas perusahaan

pada periode bulan Januari hingga Desember 2007 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Produktivitas

Periode	Total Output (Rp. Juta)	Total Input (Rp. Juta)	Produktivitas (%)
Januari	35.222,54	23.781,28	148,11
Februari	31.391,55	22.255,03	141,05
Maret	34.857,66	22.789,52	152,95
April	31.435,7	22.599,95	139,10
Mei	34.648,78	21.876,77	158,38
Juni	34.788,66	23.757,73	146,43
Juli	35.263,03	23.707,87	148,74
Agustus	35.450,42	23.901,81	148,32
September	35.529,32	25.038,29	141,90
Oktober	34.355,67	24.938,69	137,76
November	33.618,87	23.933,82	140,47
Desember	35.362,22	24.733,97	142,97
Total	411.924,42	283.314,73	145,39



Gambar 3. Grafik Nilai Produktivitas Periode Januari – Desember 2007

Dari grafik dapat dilihat bahwa terdapat ketidakstabilan pada nilai produktivitas perusahaan, Hal tersebut terjadi karena pengaruh permintaan terhadap produk kulit jadi yang memang sangat fluktuatif sehingga perusahaan berusaha menyesuaikan dengan permintaan tersebut. Sedangkan input bahan baku setiap bulannya tidak pernah turun karena perusahaan berusaha untuk memenuhi persediaan sebab ketersediaan bahan baku kulit sapi mentah terbatas.

4.2.2 Identifikasi Indeks EPI

Nilai indeks EPI dapat ditentukan dengan rumusan berikut ini :

$$\text{Indeks EPI} = \sum_{i=1}^k W_i P_i$$

dimana k adalah jumlah kriteria limbah yang diajukan dan W_i adalah bobot dari masing-masing kriteria. Hasil perhitungan indeks EPI dapat dilihat selengkapnya pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Indeks EPI

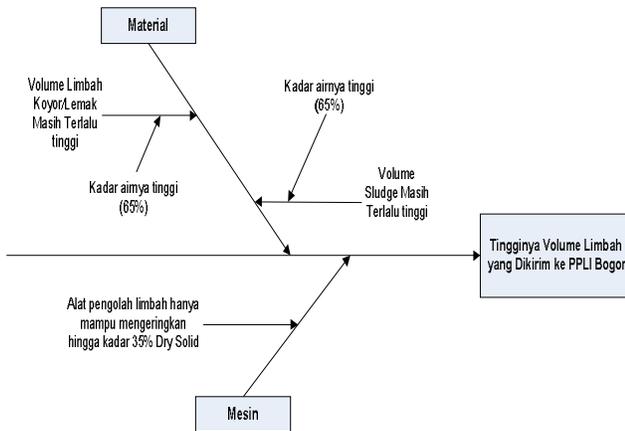
Parameter	Bobot (W_i)	Standar Bapedal (mg/lt)	Hasil Analisa (mg/lt)	Penyimpangan (P_i)	Indeks EPI ($W_i \times P_i$)
BOD5	2.45	100	20	80%	1.96
COD	2.10	250	54	78%	1.65
TSS	2.40	100	20	80%	1.92
Cr	2.80	0.5	0.0072	99%	2.76
Minyak dan Lemak	1.90	5	0.5	90%	1.71
NH3	3.15	10	0.58	94%	2.97
Sulfida	3.55	0.8	0.001	99.90%	3.55
Mercury (Hg)	3.15	0.2	0.0014	99%	3.13
Plumbum (Pb)	2.35	5	0.1988	96%	2.26
Cadmium (Cd)	2.95	1	0.0152	98.50%	2.91
Cr dalam Sludge	2.25	5	0.4984	90%	2.03
Copper (Cu)	2.40	10	0.1004	99%	2.38
Indeks EPI Total					29.20

Berdasarkan hasil perhitungan indeks EPI tersebut, dapat dinyatakan bahwa indeks EPI dari PT ECCO Tannery Indonesia memiliki nilai yang cukup tinggi dan itu artinya kinerja lingkungan yang telah dicapai saat ini sudah cukup baik.

4.2.3 Identifikasi Masalah dan Penyebabnya

Berdasarkan berbagai data yang telah dikumpulkan pada saat studi lapangan melalui *walk through survey* sebelumnya, diketahui bahwa terdapat permasalahan di PT ECCO Tannery Indonesia yang berkaitan dengan jumlah limbah yang berlebih. Permasalahan tersebut tepatnya adalah tingginya volume atau jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor.

Limbah yang dikirim ke PPLI Bogor tersebut bersumber dari sisa pengolahan air limbah di bagian IPAL yang berupa limbah *sludge* dan limbah koyor atau lemak. Kedua jenis limbah ini memiliki kandungan zat kimia tertentu sehingga tidak memungkinkan untuk sekedar dibuang di sungai atau di sekitar pabrik. Cara pengolahan yang paling aman hingga saat ini yaitu dengan mengirim limbah tersebut ke PPLI Bogor untuk diolah lebih lanjut agar tidak merusak lingkungan. Akan tetapi pengiriman dan pengolahan di PPLI Bogor tersebut membutuhkan biaya yang sangat besar untuk setiap ton limbahnya dan hal ini memberikan beban yang cukup besar bagi perusahaan. Oleh sebab itu perlu dilakukan upaya reduksi terhadap limbah tersebut agar dapat mengurangi beban keuangan perusahaan sekaligus dapat mengurangi dampak negatifnya.



Gambar 4. Cause Effect Diagram

4.2.4 Penentuan Tujuan dan Target

Berdasarkan akar penyebab dari permasalahan tingginya volume limbah yang dikirim ke PPLI Bogor tersebut, maka dapat ditentukan tujuan utama dalam melakukan perbaikan atau penyelesaian masalah tersebut serta target yang ingin dicapai.

Tabel 7. Tujuan dan Target Perbaikan

Tujuan	Target
Mengurangi jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor	Kadar air dalam limbah turun hingga 10 % atau kekeringannya meningkat hingga 90 % <i>Dry Solid</i>

4.2.5 Perumusan Alternatif Solusi Perbaikan

Mengacu pada akar penyebab utama dari munculnya permasalahan tingginya jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor serta tujuan dan target yang ingin dicapai, maka dapat dirumuskan beberapa alternatif solusi perbaikan. Berikut ini 2 alternatif perbaikan yang dapat dilakukan :

1. Mengurangi volume sludge dengan menggunakan mesin sludge dryer berkapasitas 10 ton per hari yang dapat digunakan untuk mengeringkan sludge hingga kadar 90 % dry solid.
2. Mengurangi volume sludge dan limbah lemak/koyor sekaligus dengan menggunakan mesin sludge dryer, namun dengan kapasitas yang lebih besar yaitu 15 ton per hari sehingga dapat digunakan untuk mengeringkan sludge dan limbah lemak/koyor sekaligus hingga kadar 90 % dry solid.

Prinsip kerja yang digunakan mesin *sludge dryer* tersebut yaitu dengan cara pemanasan untuk menguapkan air yang terkandung dalam *sludge* sehingga dihasilkan *sludge* kering seperti kerikil.

Meskipun menggunakan prinsip pemanasan, penggunaan mesin ini tidak akan memberikan dampak negatif pada lingkungan akibat adanya emisi gas, debu, atau bau yang menyengat, karena proses pemanasannya menggunakan sistem tertutup, dimana uap air yang dihasilkan dari proses pemanasan tidak dibuang ke udara atau keluar mesin namun langsung ditangkap oleh beberapa alat penyaring yang ada di dalam mesin seperti *acid absorption*, *alkali absorption*, dan *activated carbon absorption* yang berfungsi untuk menyaring berbagai bahan kimia yang terkandung dalam uap air tersebut. Air hasil penyaringan kemudian dialirkan ke IPAL untuk diproses terlebih dulu seperti layaknya limbah cair dari proses produksi. Sementara hasil penyaringan yang berupa gas dimanfaatkan kembali untuk proses pemanasan di dalam mesin. (Thamer, 2004).

4.2.6 Pemilihan Alternatif

Dari 2 (dua) alternatif yang telah dirumuskan sebelumnya akan dipilih 1 (satu) alternatif solusi yang nantinya akan diimplementasikan sebagai usaha perbaikan.

A. Analisis Finansial Tiap Alternatif Perhitungan *Annual Worth*

Perhitungan dengan metode *annual worth* didasarkan pada besar aliran kas yang terjadi dari masing-masing alternatif. Semakin besar nilai *annual worth* yang dihasilkan maka alternatif tersebut semakin layak untuk dipilih.

- Alternatif 1

Tabel 8.
Rekap Biaya dan Penghematan Alternatif 1

Jenis Biaya /Penghematan	Total Biaya /Penghematan
Biaya Investasi Awal	Rp 1,2 Milyar
Biaya Perawatan	Rp 48.000.000/tahun
Biaya Listrik	Rp 28.800.000/tahun
Biaya Konsumsi Energi	Rp 224.571.000/tahun +
Total Biaya Operasional	Rp 301.371.000/tahun
Penghematan	Rp 1.016.214.200/tahun

Perhitungan *Annual Worth* dilakukan dengan menggunakan tingkat bunga 15 % dan horizon perencanaan selama 5 tahun karena mesin *sludge dryer* tersebut memiliki masa pakai produktif selama 5 tahun, berikut ini perhitungan deret seragam dari alternatif 1 :

$$\begin{aligned}
A &= A_{\text{benefit}} - A_{\text{cost}} \\
&= \text{Penghematan} - (\text{Biaya Investasi (A/P, } i \% , n) + \text{Biaya Operasional}) \\
&= \text{Rp } 1.016.214.200 - (\text{Rp } 1,2 \text{ Milyar (A/P, } 15\%, 5) + \text{Rp } 301.371.000) \\
&= \text{Rp } 1.016.214.200 - (\text{Rp } 357.960.000 + \text{Rp } 301.371.000) \\
&= \text{Rp } 356.883.200
\end{aligned}$$

- Alternatif 2

Tabel 9.
Rekap Biaya dan Penghematan Alternatif 2

Jenis Biaya /Penghematan	Total Biaya /Penghematan
Biaya Investasi Awal	Rp 1,8 Milyar
Biaya Perawatan	Rp 72.000.000 /tahun
Biaya Listrik	Rp 28.800.000 /tahun
Biaya Konsumsi Energi	Rp 433.101.000/tahun +
Total Biaya Operasional	Rp 533.901.000 /tahun
Penghematan	Rp 2.337.627.600 /tahun

Perhitungan *Annual Worth* dilakukan dengan menggunakan tingkat bunga 15 % dan horizon perencanaan selama 5 tahun karena mesin *sludge dryer* tersebut memiliki masa pakai produktif selama 5 tahun, berikut ini perhitungan deret seragam dari alternatif 2 :

$$\begin{aligned}
A &= A_{\text{benefit}} - A_{\text{cost}} \\
&= \text{Penghematan} - (\text{Biaya Investasi (A/P, } i \% , n) + \text{Biaya Operasional}) \\
&= \text{Rp } 2.337.627.600 - (\text{Rp } 1,8 \text{ Milyar (A/P, } 15\%, 5) + \text{Rp } 533.901.000) \\
&= \text{Rp } 2.337.627.600 - (\text{Rp } 536.940.000 + \text{Rp } 533.901.000) \\
&= \text{Rp } 1.266.786.600
\end{aligned}$$

B. Perhitungan IRR

IRR merupakan tingkat pengembalian dari suatu investasi dalam bentuk prosentase. Perhitungan IRR ini digunakan untuk mencari tingkat bunga yang menghasilkan nilai annual (tahunan) dari suatu investasi sama dengan nol, sehingga untuk menghitung IRR berlaku persamaan seperti berikut ini :

$$0 = AW_{(2)} - AW_{(1)}$$

Keterangan :

$AW_{(1)}$ = Nilai annual worth dari alternatif 1

$AW_{(2)}$ = Nilai annual worth dari alternatif 2

Berikut ini rekap dari perhitungan annual worth (AW) dari masing-masing alternatif :

- $AW_{(1)}$

$$\begin{aligned}
&= A_{\text{benefit}} - A_{\text{cost}} \\
&= \text{Penghematan} - (\text{Biaya Investasi (A/P, } i \% , n) + \text{Biaya Operasional}) \\
&= \text{Rp } 1.016.214.200 - (\text{Rp } 1,2 \text{ Milyar (A/P, } i\%, 5) + \text{Rp } 301.371.000) \\
&= - \text{Rp } 1,2 \text{ Milyar (A/P, } i\%, 5) + (\text{Rp } 1.016.214.200 - \text{Rp } 301.371.000) \\
&= - \text{Rp } 1,2 \text{ Milyar (A/P, } i\%, 5) + \text{Rp } 714.843.200
\end{aligned}$$
- $AW_{(2)}$

$$\begin{aligned}
&= A_{\text{benefit}} - A_{\text{cost}} \\
&= \text{Penghematan} - (\text{Biaya Investasi (A/P, } i \% , n) + \text{Biaya Operasional}) \\
&= \text{Rp } 2.337.627.600 - (\text{Rp } 1,8 \text{ Milyar (A/P, } i\%, 5) + \text{Rp } 533.901.000) \\
&= - \text{Rp } 1,8 \text{ Milyar (A/P, } i\%, 5) + (\text{Rp } 2.337.627.600 - \text{Rp } 533.901.000) \\
&= - \text{Rp } 1,8 \text{ Milyar (A/P, } i\%, 5) + \text{Rp } 1.803.726.600
\end{aligned}$$

Perhitungan IRR ($i^*_{(2-1)}$) dengan tingkat bunga MARR = 15 %, sesuai dengan tingkat bunga bank yang berlaku saat penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
0 &= AW_{(2)} - AW_{(1)} \\
0 &= (- \text{Rp } 1,8 \text{ Milyar} - (- \text{Rp } 1,2 \text{ Milyar})) (\text{A/P, } i\%, 5) + (\text{Rp } 1.803.726.600 - \text{Rp } 714.843.200) \\
0 &= - \text{Rp } 0,6 \text{ Milyar (A/P, } i\%, 5) + \text{Rp } 1.088.883.400
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan IRR menggunakan Microsoft Excel didapatkan nilai IRR sebesar **180 %**. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai IRR yang didapatkan lebih besar dari MARR 15 %, maka alternatif 2 merupakan alternatif yang dapat dipertimbangkan atau dipilih.

B. Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Tingkat Produktivitas Alternatif 1

• Estimasi Output

Jika alternatif 1 dipilih, maka diperkirakan tidak akan mempengaruhi jumlah output atau dapat dikatakan output yang digunakan dalam perhitungan tetap yaitu total output tahun 2007 .
Estimasi Output = Rp 411.924,42 juta/tahun

• Estimasi Input Bahan Baku dan Tenaga Kerja

Jika alternatif 1 dipilih, maka tidak akan mempengaruhi nilai input bahan baku dan input tenaga kerja karena pada alternatif ini tidak terjadi perubahan jumlah bahan baku serta jumlah

tenaga kerja yang digunakan. Sehingga estimasi input bahan baku dan tenaga kerja yang digunakan dalam perhitungan tetap yaitu total input bahan baku serta total input tenaga kerja tahun 2007.

Estimasi input bahan baku
= Rp 248.413,4 juta/tahun
Estimasi input tenaga kerja
= Rp 6.991,57 juta/tahun

- **Estimasi Input Konsumsi Energi**

Nilai input konsumsi energi pada perhitungan produktivitas sebelumnya didapatkan dari biaya pemakaian listrik dan konsumsi bahan bakar. Sehingga, jika alternatif 1 ini dipilih untuk diimplementasikan, maka diperkirakan akan terjadi perubahan pada input konsumsi energi karena terdapat penambahan biaya listrik dan biaya konsumsi bahan bakar untuk pengoperasian mesin *sludge dryer* tersebut.

Total input konsumsi energi tahun 2007
= Rp 24.440,9 juta

Jika alternatif 1 ini diimplementasikan maka terdapat penambahan pada biaya listrik dan biaya konsumsi bahan bakar dengan rincian berikut ini :

- Penambahan biaya listrik = Rp 28.800.000 /tahun
= Rp 28,8 juta /tahun
- Penambahan biaya konsumsi bahan bakar
= Rp 224.571.000 /tahun = Rp 224,571 juta /tahun

Estimasi input konsumsi energi sebesar
= (Rp 24.440,9 juta + Rp 28,8 juta + Rp 224,571 juta) per tahun
= Rp 24.694,271 juta /tahun

- **Estimasi Input Pengolahan Limbah**

Nilai input pengolahan limbah pada perhitungan produktivitas sebelumnya didapatkan dari total biaya pengiriman dan pengolahan limbah di PPLI Bogor. Sehingga, jika alternatif 1 ini dipilih, maka diperkirakan akan terjadi perubahan pada input pengolahan limbah karena terjadi pengurangan atau penghematan pada biaya pengolahan limbah di PPLI Bogor.

Total input pengolahan limbah tahun 2007
= Rp 3.492,72 juta

Jika alternatif 1 ini diimplementasikan maka akan terjadi penurunan atau penghematan pada biaya pengolahan limbah di PPLI Bogor dengan rincian berikut :

- Penghematan biaya pengolahan limbah
= Rp 1.016,214 juta/tahun

Estimasi input pengolahan limbah sebesar
= (Rp 3.492,72 juta - Rp 1.016,214 juta) per tahun
= Rp 2.476,506 juta/tahun

- **Total Estimasi Input**

= Estimasi input bahan baku + Estimasi input tenaga kerja + Estimasi input konsumsi energi + Estimasi input pengolahan limbah
= (Rp 248.413,4 juta + Rp 6.991,57 juta + Rp 24.694,271 juta + Rp 2.476,506 juta) per tahun
= Rp 282.575,75 juta/tahun

- **Estimasi Produktivitas**

Nilai Produktivitas Tahun 2007
= (Total Output / Total Input) x 100 %
= Rp 411.924,42 juta x 100 %
Rp 283.314,73 juta

= 145,39 %

Jika alternatif 1 dipilih untuk diimplementasikan, maka tingkat atau nilai produktivitas otomatis akan mengalami perubahan.

Estimasi Produktivitas

= (Estimasi Output / Estimasi Input) x 100 %
= Rp 411.924,42 juta x 100 %
Rp 282.575,75 juta
= 145,77 %

Alternatif 2

- **Estimasi Output**

Jika alternatif 2 dipilih, maka diperkirakan tidak akan mempengaruhi jumlah output atau dapat dikatakan output yang digunakan dalam perhitungan yaitu total output tahun 2007 .

Estimasi Output = Rp 411.924,42 juta/tahun

- **Estimasi Input Bahan Baku dan Tenaga Kerja**

Jika alternatif 2 dipilih, maka tidak akan mempengaruhi nilai input bahan baku serta nilai input tenaga kerja karena pada alternatif ini tidak terjadi perubahan jumlah bahan baku serta tenaga kerja yang digunakan. Sehingga estimasi input bahan baku dan tenaga kerja yang digunakan dalam perhitungan adalah total input bahan baku serta total input tenaga kerja tahun 2007.

Estimasi input bahan baku
= Rp 248.413,4 juta/tahun
Estimasi input tenaga kerja
= Rp 6.991,57 juta/tahun

- **Estimasi Input Konsumsi Energi**

Jika alternatif 2 ini dipilih, diperkirakan akan terjadi perubahan pada input konsumsi energi karena terdapat penambahan biaya listrik dan

biaya konsumsi bahan bakar untuk pengoperasian mesin *sludge dryer* tersebut.

Total input konsumsi energi tahun 2007

= Rp 24.440,9 juta

Jika alternatif 2 ini diimplementasikan maka terdapat penambahan pada biaya listrik dan biaya konsumsi bahan bakar dengan rincian berikut ini :

- Penambahan biaya listrik= Rp 28.800.000 /tahun
= Rp 28,8 juta /tahun

- Penambahan biaya konsumsi bahan bakar

= Rp 433.101.000 /tahun

= Rp 433,101 juta /tahun

Estimasi input konsumsi energi sebesar

= (Rp 24.440,9 juta + Rp 28,8 juta + Rp 433,101 juta) per tahun

= Rp 24.902,801 juta /tahun

- **Estimasi Input Pengolahan Limbah**

Jika alternatif 2 ini dipilih, diperkirakan akan terjadi perubahan pada input pengolahan limbah karena terjadi pengurangan atau penghematan pada biaya pengolahan limbah di PPLI Bogor.

Total input pengolahan limbah tahun 2007

= Rp 3.492,72 juta

Jika alternatif 2 ini diimplementasikan maka akan terjadi penurunan atau penghematan pada biaya pengolahan limbah di PPLI Bogor dengan rincian berikut :

- Penghematan biaya pengolahan limbah

= Rp 2.337.627.600 /tahun

= Rp 2.337,627 juta /tahun

Estimasi input pengolahan limbah sebesar

= (Rp 3.492,72 juta - Rp 2.337,627 juta) per tahun

= Rp 1.155,093 juta /tahun

- **Total Estimasi Input**

= Estimasi input bahan baku + Estimasi input tenaga kerja + Estimasi input konsumsi energi + Estimasi input pengolahan limbah

= (Rp 248.413,4 juta + Rp 6.991,57 juta + Rp 24.902,801 juta + Rp 1.155,093 juta) per tahun

= Rp 281.462,864 juta /tahun

- **Estimasi Produktivitas**

Nilai Produktivitas Tahun 2007

= (Total Output / Total Input) x 100 %

= Rp 411.924,42 juta x 100 %

Rp 283.314,73 juta

= 145,39 %

Jika alternatif 2 dipilih untuk diimplementasikan, maka nilai produktivitas otomatis akan mengalami perubahan.

Estimasi Produktivitas

= (Estimasi Output / Estimasi Input) x 100 %

= Rp 411.924,42 juta x 100 %

Rp 281.462,864 juta

= 146.35 %

C. Estimasi Kontribusi Tiap Alternatif Terhadap Indeks EPI

Pada perhitungan tingkat EPI sebelumnya, diketahui bahwa PT ECCO Tannery Indonesia telah memiliki nilai EPI yang cukup tinggi, itu artinya kinerja lingkungannya saat ini sudah cukup baik. Nilai EPI pada perhitungan sebelumnya didapatkan dari selisih antara konsentrasi zat kimia pada limbah yang dihasilkan oleh PT ECCO Tannery Indonesia dengan konsentrasi zat kimia limbah yang ada pada standar BAPEDAL . Sementara jika alternatif 1 atau alternatif 2 dipilih untuk diimplementasikan ternyata keduanya tidak memberikan pengaruh terhadap perubahan konsentrasi kandungan zat kimia dalam limbah *sludge* ataupun limbah lemak/koyor yang dikirim untuk diolah di PPLI Bogor. Sehingga kedua alternatif tersebut juga tidak memberikan kontribusi terhadap tingkat EPI. Tapi hal ini bukan berarti kedua alternatif tersebut tidak memberikan perbaikan terhadap kinerja lingkungan karena berdasarkan konsep *waste reduction* yang juga dijadikan dasar dalam penelitian ini, dinyatakan bahwa perbaikan kinerja atau kualitas lingkungan tidak hanya dilakukan dengan pengurangan konsentrasi limbah namun juga dapat dilakukan dengan pengurangan jumlah limbah itu sendiri. Dan memang kedua alternatif ini mampu memberikan kontribusi terhadap pengurangan jumlah limbah terutama pada limbah yang dikirim ke PPLI Bogor. Berikut ini kontribusi tiap alternatif terhadap pengurangan jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor :

Alternatif 1

- Jumlah total limbah yang dikirim ke PPLI Bogor saat ini = 4200 ton/tahun

- Jumlah total limbah yang dikirim ke PPLI Bogor jika alternatif 1 diimplementasikan = 2978 ton/tahun

- Besar pengurangan jumlah limbah

= (4200 ton - 2978 ton)/tahun

= 1222 ton /tahun

- Besar presentase pengurangan jumlah limbah

= 1222 ton/tahun x 100 %

4200 ton/tahun

= 29,1 %

Alternatif 2

- Jumlah total limbah yang dikirim ke PPLI Bogor saat ini = 4200 ton/tahun
- Jumlah total limbah yang dikirim ke PPLI Bogor jika alternatif 1 diimplementasikan = 1389 ton/tahun
- Besar pengurangan jumlah limbah = (4200 ton - 1389 ton)/tahun = 2811 ton /tahun
- Besar presentase pengurangan jumlah limbah = $\frac{2811 \text{ ton/tahun}}{4200 \text{ ton/tahun}} \times 100\%$ = 66,9 %

D. Memilih Alternatif

Berikut ini rekap dari 3 hal yang menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan alternatif solusi perbaikan :

Pertimbangan	Alternatif 1	Alternatif 2
Analisis finansial tiap alternatif		
• Nilai deret seragam tiap alternatif	Rp 356.883.200	Rp 1.266.786.600
• Nilai IRR ($i^{*(2-1)}$)		180 %
Hasil estimasi tingkat produktivitas	145,77 %	146,35 %
Besar pengurangan jumlah limbah yang dikirim ke PPLI	29,1 %	66,9 %

Berdasarkan hasil rekap tersebut maka dapat diambil keputusan bahwa alternatif 2 adalah alternatif yang dipilih untuk diimplementasikan sebagai solusi perbaikan.

4.2.7 Penyusunan Rencana Implementasi Alternatif Terpilih

Setelah didapatkan alternatif solusi perbaikan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan, maka berikutnya dilakukan penyusunan rancangan implementasi dari alternatif yang telah terpilih tersebut yaitu alternatif 2.

Tabel 9. Penyusunan Rencana Implementasi Alternatif Terpilih

Tujuan	Target	Tindakan	Penanggung Jawab	Pelaksana
Mengurangi jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor	Kadar air dari limbah yang dikirim ke PPLI Bogor turun hingga 10 % atau kadar kekeeringannya naik menjadi 90 % <i>dry solid</i>	Membeli mesin <i>sludge dryer</i> berkapasitas 15 ton/hari	Bagian WWTP & Laboratory	Bagian Pembelian
		Memberikan pelatihan mengenai prosedur pengoperasian mesin <i>sludge dryer</i> pada pekerja yang akan bertugas mengoperasikan mesin ini	Bagian WWTP & Laboratory	Pekerja bagian IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)
		Mengoperasikan mesin <i>sludge dryer</i> berkapasitas 15 ton/hari secara rutin untuk menurunkan kadar air dalam <i>sludge</i> dan limbah lemak/koyor	Bagian WWTP & Laboratory	Pekerja bagian IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tugas akhir yang telah dilakukan di PT ECCO Tannery Indonesia, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja lingkungan yang telah dicapai PT ECCO Tannery Indonesia saat ini telah menunjukkan hasil yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai indeks EPI yang positif dan cukup tinggi yaitu sebesar 29,2 %.
2. Terdapat potensi reduksi limbah di PT ECCO Tannery Indonesia tepatnya adalah potensi reduksi limbah *sludge* dan limbah lemak/koyor yang bersumber dari hasil pengolahan limbah cair di instalasi pengolahan limbah (IPAL) perusahaan.
3. 2 alternatif perbaikan yang dirumuskan untuk mengatasi permasalahan tingginya jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor yaitu mengurangi jumlah *sludge* menggunakan mesin *sludge dryer* berkapasitas 10 ton/hari yang mampu mengeringkan limbah *sludge* hingga kadar 90 % *dry solid* dan alternatif kedua adalah

mengurangi limbah *sludge* dan limbah lemak/koyor sekaligus hingga kadar 90 % *dry solid* dengan mesin *sludge dryer* berkapasitas lebih besar yaitu 15 ton/hari.

4. Alternatif perbaikan yang terpilih adalah penggunaan mesin *sludge dryer* berkapasitas 15 ton/hari untuk mengurangi jumlah limbah *sludge* dan limbah lemak/koyor sekaligus hingga kadar 90 % *dry solid*.
5. Penerapan dari alternatif perbaikan terpilih tersebut diestimasikan mampu memberikan kontribusi peningkatan produktivitas perusahaan sebesar 0,91 % serta mampu memberikan kontribusi terhadap perbaikan kualitas atau kinerja lingkungan yang ditunjukkan dengan adanya pengurangan jumlah limbah *sludge* dan limbah lemak/koyor sebanyak 2811 ton /tahun atau berkurang sebesar 66,9 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Asian Productivity Organization. 2003. **A Measurement Guide to Green Productivity** .Tokyo :APO
- Asian Productivity Organization. 2001. **Concept of Green Productivity** .Tokyo : APO
- Asian Productivity Organization. 2001. **Green Productivity Methodology** . Tokyo : APO
- BAPEDAL Propinsi Jatim. 2002. **Keputusan Gubernur Jatim No.45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri**. Surabaya : BAPEDAL Jatim
- Billatos, Samir B. & Basaly, Nadia A. 1997. **Green Technology and Design For the Environment**. Taylor & Francis
- Flaga. 2003. **Sludge Drying**.
<URL:http://www.lwr.kth.se/forskningsprojekt/Polishproject/Flagasludge_drying73.pdf>
- I Nyoman Pujawan. 2004. **Ekonomi Teknik** . Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Guna Widya
- Minnesota Pollution Control Agency (1993). **What is Waste Reduction ?**.
<URL:www.pca.state.mn.us/waste/pubs/260.pdf>
- PT ECCO TANNERY INDONESIA. 2005. **UKL-UPL PT ECCO TANNERY**

INDONESIA. Sidoarjo : PT ECCO TANNERY INDONESIA

Sritomo Wignjosoebroto. 1995. **Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu-Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja**. Institut Teknologi 101 h Nopember, Guna Widya.

Sumanth, David J. 1985. **Productivity Engineering and Management**. Mc Graw Hill Book Company.

Thamer, Doris. 2004. **Sludge Dryer**. <URL : www.idswater.com/Common/Paper/Paper_246/Article_Thermal-Drying>