

EVALUASI GREEN PRODUCTIVITY PADA PROSES FROSTING PADA PERUSAHAAN GELAS LAMPU di SURABAYA

Oleh:

Moses L. Singgih dan Heritha Kistanthy
Jurusan Teknik Industri ITS
Kampus ITS Keputih Sukolilo, Surabaya INDONESIA
e-mail: moses@ie.its.ac.id

ABSTRAK

Perusahaan gelas lampu (*glass factory*) memiliki karakteristik proses yang berbasis pada pembakaran sehingga permasalahan lingkungan yang muncul biasanya diakibatkan oleh gas buangan dan limbah cair. Berdasarkan prinsip-prinsip *Green Productivity*, permasalahan-permasalahan yang dapat diidentifikasi pada perusahaan gelas lampu Surabaya ini meliputi permasalahan debit limbah yang dihasilkan sangat banyak pada proses *Frosting* dan kadar keasaman (pH) yang terlalu rendah. Maka penelitian ini difokuskan untuk memecahkan permasalahan minimalisasi penggunaan air dalam proses produksi serta netralisasi pH limbah.

Pada tahap *Planning*, proses pemecahan masalah penelitian diawali dengan wawancara dan *brainstorming* pada para manager dan supervisor yang terkait untuk menentukan akar permasalahannya. Selain itu juga dilakukan studi literatur untuk mencari solusi terhadap proses netralisasi pH limbah. Indeks produktivitas dan indeks *Environmental Performance Indicator* (EPI) juga diidentifikasi pada tahap ini. Pada tahap *Generation of GP Option* dimunculkan beberapa alternatif solusi yang sesuai dengan tujuan dan target yang telah ditentukan. Alternatif-alternatif tersebut disusun dan diprioritaskan berdasarkan indeks *Benefit-Cost Ratio* (BCR) dan Analisa Kelayakan Teknis, kemudian disintesa ke dalam rencana implementasi.

Pilihan solusi terbaik yang dapat meminimalkan penggunaan air dalam proses produksi serta menetralkan pH limbah adalah instalasi pompa sirkulasi air dan netralisasi limbah menggunakan kapur (CaO). Perusahaan akan mengalami peningkatan indeks produktivitas sekitar 30% dan juga peningkatan kinerja lingkungan. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai strategi perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dalam konsumsi energi dan kinerja lingkungan dengan meminimalkan debit limbah dan dampak yang dihasilkan.

Kata kunci :

Green Productivity, Productivity, Environmental Performance Indicator (EPI), Benefit-Cost Ratio.

ABSTRACT

A glass factory has several process characteristics based on burning which generated some environmental problem caused by gases and liquid wastes. Based on Green Productivity principles, several environmental problems that can be identified in this glass factory are too much liquid waste debit from frosting process and low acidity level. Therefore this research focused to solve these problems by minimization of water consumption dan neutralization waste acidity level.

In the Planning step, problem solving effort started by interview and brainstorming to the managers and supervisors. Productivity index and Environmental Performance Indicator (EPI) index are also identified here. In the Generation of GP Option step, options are developed to meet the objectives and targets formed in the planning stage. These options are screened and prioritized based on Benefit-Cost Ratio (BCR) index and technical analysis, and then synthesized in the implementation planning.

The best option which can minimize water consumption in production process and neutralize waste acidity level is a combination of instalation circulation pump and neutralize waste acidity level by adding CaO. The company will have an increase of productivity index about 30% and also Environmental Performance Indicator (EPI) index. It shows that the result can be used as a company strategy to increase efficiency of energy consumption and environmental performance by minimize waste debit and its environmental effects.

Keywords :

Green Productivity, Productivity, Environmental Performance Indicator (EPI), Benefit-Cost Ratio.

LATAR BELAKANG

Green Productivity dapat diartikan sebagai Produktivitas Ramah Lingkungan (PRL) yang merupakan bagian dari program peningkatan produktivitas yang ramah lingkungan dalam rangka menjawab isu global tentang pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*).

Konsep *Green Productivity* sangat menarik karena menggabungkan upaya peningkatan produktivitas dan penanganan terhadap dampak lingkungan untuk mencapai pembangunan berkelanjutan.

Industri gelas lampu (*glass factory*) yang menjadi obyek penelitian di sini adalah industri penghasil gelas lampu yang produknya akan disuplai ke perusahaan lampu (misalnya: chiyoda) untuk dilengkapi menjadi produk lampu. Jenis gelas lampu yang diproduksi sangat beragam, seperti *tube glass*, *bulb glass*, dll dengan ukuran yang bervariasi. Dalam proses produksinya hanya sedikit limbah yang dihasilkan, karena limbah padatnya akan di-*recycle* menjadi bahan baku utama, yaitu *Cullet* dan limbah cairnya diolah di SIER. Yang dimaksud *Cullet* di sini adalah gelas yang telah di-*reject* kemudian dihancurkan kembali menjadi kristal untuk dijadikan sebagai bahan baku utama.

Salah satu lini produksi yang menghasilkan limbah cair adalah proses *frosting* yaitu bagian dari proses *finishing*. Pada proses ini, gelas lampu yang berbentuk *bulb* (bola) diberikan efek *soft* dengan menyemprotkan asam fluorida (HF 55%) ke dalam lampu sehingga bereaksi dengan permukaan dalamnya. Reaksi ini akan mengubah permukaan dalam yang semula bening menjadi berwarna putih transparan. HF merupakan asam kuat (pH = 2) yang apabila terkena kulit akan menyebabkan rasa gatal bahkan dapat terluka. Debit limbah di proses *frosting* mencapai 55.440 liter/hari.

Batasan dalam penelitian ini antara lain :

1. Obyek penelitian hanya di proses produksi, tanpa melibatkan *supplier* dan konsumen.
2. Ruang lingkup pembahasan EPI dibatasi pada sektor *Emission (waste)* saja.
3. Input yang dibahas dalam melakukan pengukuran produktivitas adalah tenaga kerja, material, energi, modal, dan *other expenses*.

Beberapa asumsi yang dipakai dalam laporan penelitian ini, antara lain :

1. Perusahaan beroperasi selama 14 jam (2 shift) tidak termasuk jam istirahat.
2. Dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja.
3. Tingkat suku bunga bank, $i = 18\%$ per tahun.

LITERATUR REVIEW

A. GREEN PRODUCTIVITY

Green Productivity merupakan salah satu konsep peningkatan produktivitas yang berorientasi kepada pemeliharaan lingkungan dan didasarkan atas keseimbangan antara peningkatan produktivitas dan pembangunan berkelanjutan.



Prinsip-prinsip ekologi :

- Dapat dipertanggungjawabkan
- Denda untuk membuat polusi
- Pendekatan pencegahan

Prinsip-prinsip produktivitas :

- Menguntungkan
- Keuntungan yang bersaing
- Membangun manusia

Gambar 1 : Keterkaitan antara Ekologi dan Produktivitas dalam *Green Productivity*

B. PRODUKTIVITAS

Secara umum produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (input).

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}(O)}{\text{Input}(I)} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Pengukuran produktivitas merupakan suatu alat manajemen yang penting pada setiap tingkat aktivitas ekonomi dan bagi analisis pertumbuhan industrialisasi. Dengan melakukan pengukuran secara berkesinambungan maka data-data tersebut sangat berguna untuk keperluan-keperluan seperti :

1. Evaluasi hasil-hasil yang telah dicapai.
2. Analisa struktur dan sebab-sebab terjadinya fluktuasi indeks produktivitas dalam usaha produktivitas yang bervariasi.
3. Perencanaan dan peramalan aktivitas yang akan dikerjakan.

C. Environmental Performance Indicator (EPI)

Environmental Performance Indicator (EPI) merefleksikan efisiensi lingkungan dari proses produksi dengan melibatkan jumlah input dan output. Berikut ini adalah karakteristik EPI :

- *Relevansi*: Indikator harus memberikan informasi yang merespon kebutuhan perusahaan dan *stakeholder*.
- *Akurasi analisis*: indikator harus didasarkan pada ilmu pengetahuan dan juga teknisnya. Hal ini mengimplikasikan bahwa indikator ini harus obyektif dan tidak ambigu.
- *Measurability*: Data itu haruslah *available* atau dapat diakses dengan *cost benefit ratio*.
- *Comparability*: EPI harus mampu memenuhi satu atau beberapa fungsi berikut ini : (1) Memonitor perubahan performansi dari suatu unit (proses, pabrik, perusahaan, sektor, dll) setiap saat; (2) Membandingkan beberapa pabrik dari sebuah perusahaan yang

menjalankan jenis produksi yang sama; (3) Membandingkan beberapa perusahaan dalam satu sektor industri; (4) Membandingkan sektor-sektor yang berbeda; dll.

METODE PENELITIAN

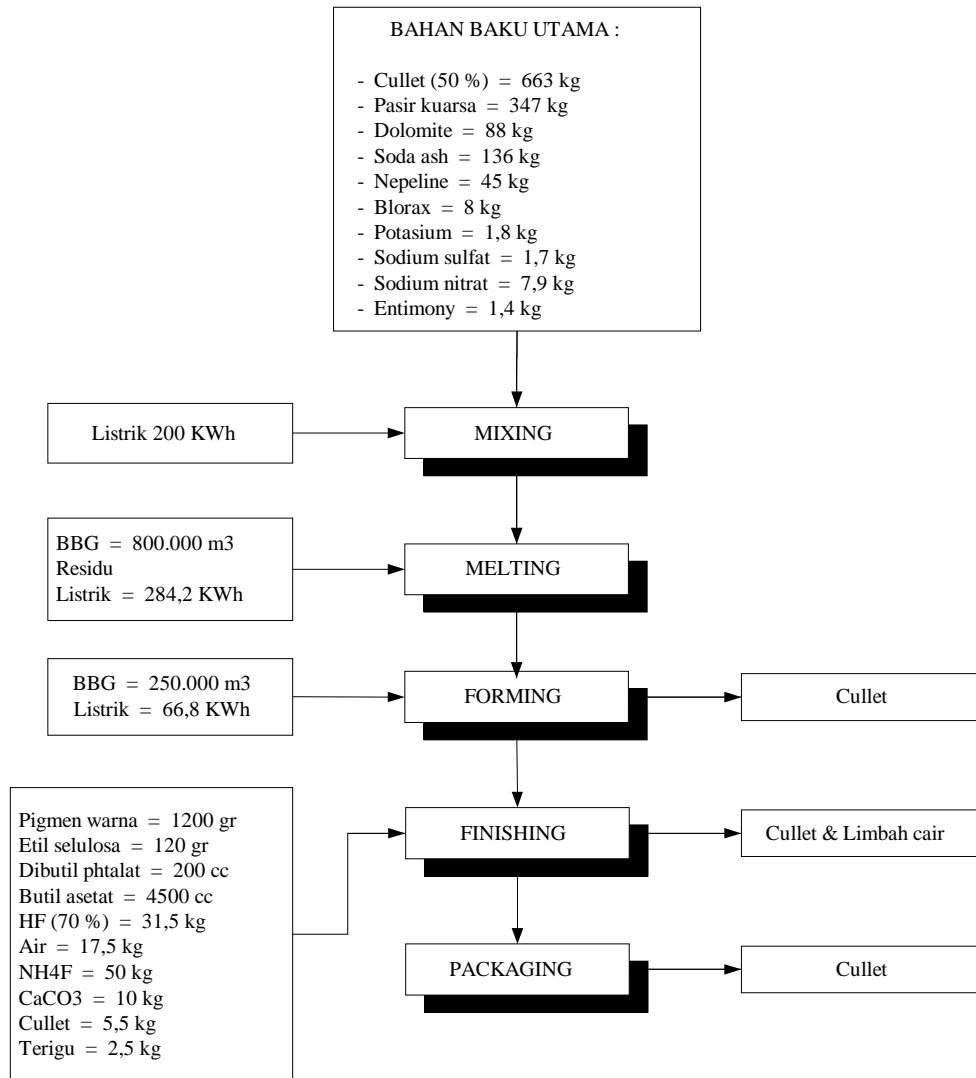
1. Pengukuran produktivitas
2. Identifikasi EPI
3. Penyusunan opsi *Green Productivity*
4. Pemilihan alternatif dengan indeks *Benefit-Cost Ratio* (BCR)
5. Analisa kelayakan teknis
6. Estimasi kontribusi dari solusi terpilih terhadap produktivitas dan EPI
7. Penyusunan rencana implementasi
8. Analisa dan interpretasi
9. Kesimpulan dan rekomendasi

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

A. PENGUMPULAN DATA

Untuk melakukan penelitian ini dilakukan pengumpulan data yaitu proses produksi (Gambar 2), nilai output (dalam jutaan Rp), nilai input (dalam jutaan Rp) dan kinerja lingkungan.

Berikut ini adalah visualisasi dari aliran material serta energi selama proses produksi berlangsung.



Gambar 2 Material Balance

Data output dan input produksi selama 12 periode penelitian dapat dilihat pada Tabel 1. Data output adalah data penjualan selama 12 periode penelitian.

Bahan baku utama terdiri dari *Cullet* (kaca yang diubah menjadi kristal kaca) dan 9 jenis bahan kimia, antara lain : pasir kuarsa, *dolomite*, *soda ash*, *nepeline synite*, *blorax pentahidrat*, *potasium karbonat*, *sodium sulfat*, *sodium nitrat*, dan *antimony trioksida*. Material pendukung terdiri dari 14 jenis bahan kimia termasuk di dalamnya TiO_2 , MgO , Al_2O_3 , *ethyl cellulose*, *dibutil phtalat*, *butil asetat*, dll.

Tabel 1 Data Output dan input selama 12 periode

Periode	TOTAL OUTPUT (juta rp)	Input (juta rp)			
		Material	Energi & tenaga kerja	Kapital	Other Expenses
1	32.882	11.662	2.671	3.290	0,30475
2	19.616	11.735	2.623	3.248	0,30475
3	14.368	10.871	2.540	3.206	0,30475
4	10.914	4.073	1.999	3.164	0,30475
5	12.016	8.559	2.315	3.122	0,30475
6	11.561	10.437	2.272	3.080	0,30475
7	26.396	9.223	2.240	3.038	0,30475
8	18.604	8.623	2.356	2.997	0,30475
9	16.240	8.332	2.222	2.955	0,30475
10	18.659	10.810	2.586	2.914	0,30475
11	21.148	11.227	2.463	2.872	0,30475
12	17.326	7.653	2.522	2.830	0,30475

Energi yang dihitung adalah energi yang dibutuhkan dalam proses produksi. Dalam sistem produksi ini menggunakan energi listrik, residu, oksigen cair, solar, natural gas (BBG), PDAM, dan listrik. Data yang dibutuhkan adalah data biaya penggunaan energi serta jumlah konsumsi energinya dalam 12 periode. Sedangkan data tenaga kerja dibagi menjadi tenaga kerja langsung dan tenaga kerja tidak langsung. Tenaga kerja langsung adalah tenaga kerja di rantai produksi dan tenaga kerja tidak langsung yang meliputi staf pemasaran dan, staf administrasi dan umum. Dalam hal ini data yang diperoleh adalah jumlah biaya tenaga kerja secara keseluruhan.

Dalam hal ini kapital perusahaan didapatkan dari data keuangan perusahaan. Input kapital berupa aktiva tetap (tanah, bangunan, aset produksi seperti mesin) dan penyusutannya. Metode penyusutan yang diterapkan adalah *Straight Line Method*.

Biaya pengolahan limbah pada periode 1 hingga periode 12 tetap sebesar Rp 304.750.

B. PENGOLAHAN DATA

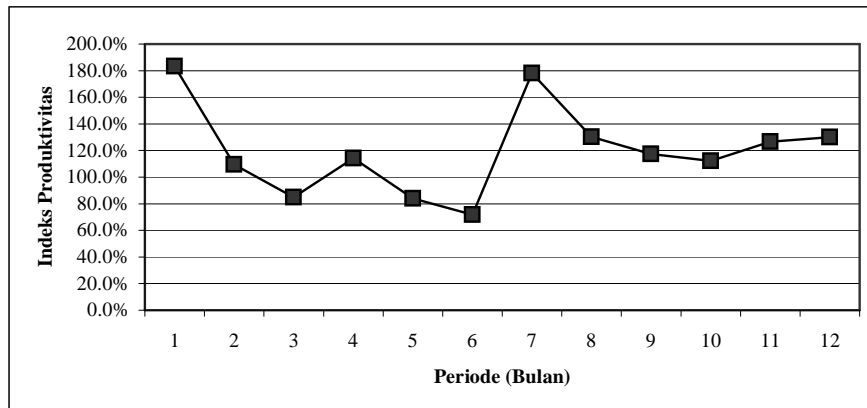
B.1. Produktivitas

Data-data yang digunakan pada perhitungan indeks produktivitas adalah data total output dan input pada tabel 1

Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{Indeks produktivitas total} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} \times 100\%$$

Berikut ini adalah grafik yang menggambarkan tentang dinamika produktivitas perusahaan gelas lampu yang diteliti mulai periode 1 sampai dengan periode 12.



Gambar 3 Grafik produktivitas

Tabel 2 Data perhitungan produktivitas

PERIODE	PRODUKTIVITAS TOTAL
1	183,3%
2	109,5%
3	84,9%
4	114,3%
5	84,0%
6	71,8%
7	178,2%
8	130,2%
9	117,5%
10	112,2%
11	126,6%
12	130,1%

Pada gambar di atas tampak bahwa produktivitas berada di bawah 100% pada periode 3, 5, dan 6. Penurunan ini disebabkan oleh permintaan pasar terhadap gelas lampu yang cenderung menurun. Sedangkan pada periode 1 dan 7, indeks produktivitas mencapai di atas 150%. Hal ini disebabkan karena pada bulan-bulan tersebut dekat dengan beberapa momen penting di Indonesia, yaitu Hari Kemerdekaan RI dan Tahun Baru dimana masyarakat akan banyak sekali yang membutuhkan lampu hias. Momen ini juga banyak dimanfaatkan oleh perusahaan lain yang ingin meningkatkan outputnya dengan jalan membeli gelas lampu perusahaan yang diteliti dalam jumlah besar.

B.2 Indeks Environmental Performance Indicator (EPI)

Dalam penelitian ini, kinerja lingkungan dinilai dengan indeks EPI berdasarkan rumus berikut ini :

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

Nilai W_i merupakan bobot variabel ke- k yang diperoleh dari kuesioner. Nilai P_i merupakan prosentase penyimpangan antara standar BAPEDAL dengan hasil analisa PT. SIER menggunakan rumus :

$$P = \frac{\text{Standar} - \text{Analisa}}{\text{Standar}} \times 100\%$$

Khusus untuk pH, nilai penyimpangan didasarkan pada sifat cairan tersebut. Apabila bersifat asam maka standar yang digunakan adalah pH = 6, dan apabila bersifat basa maka standar yang digunakan adalah pH = 9. Bernilai negatif apabila pH berada diluar rentang yang telah distandarkan oleh BAPEDAL, dan bernilai nol apabila berada di antara 6 – 9.

Tabel 3 Perhitungan Indeks EPI

<i>VARIABEL</i>	<i>BOBOT</i> (W_i)	<i>STANDAR</i> <i>BAPEDAL</i>	<i>HASIL</i> <i>ANALISA</i>	<i>PENYIMPANGAN</i> (P_i)	<i>INDEKS EPI</i> ($W_i \cdot P_i$)
Temperatur	2,88	35 °C	30 °C	14 %	0,41
Zat terlarut	2,81	1500 mg/l	632 mg/l	58 %	1,63
Zat tersuspensi	2,75	100 mg/l	36,4 mg/l	64 %	1,75
Amonium	3,63	0,5 mg/l	6,6 mg/l	- 1220 %	-44,23
Besi (Fe)	2,88	5 mg/l	0,28 mg/l	94 %	2,71
BOD	3,31	30 mg/l	92,65 mg/l	- 209 %	-6,92
COD	3,25	80 mg/l	180,52 mg/l	- 126 %	-4,08
pH	3,44	6 – 9	4,56	- 24 %	-0,83
Detergen	3,25	0,5 mg/l	6,2 mg/l	- 1140 %	-37,05
Fenol	3,56	0,01 mg/l	0,32 mg/l	- 3100 %	-110,44
Fosfat	3,25	10 mg/l	0,01 mg/l	100 %	3,25
Cl	3,44	200 mg/l	254 mg/l	- 27 %	-0,93
Cl2	3,69	0,02 mg/l	2,36 mg/l	- 11700 %	-431,44
Mangaan (Mn)	3,25	0,5 mg/l	0,52 mg/l	- 4 %	-0,13
Nikel (Ni)	3,50	0,1 mg/l	4,51 mg/l	- 4410 %	-154,35
Nitrat	3,25	10 mg/l	18,12 mg/l	- 81 %	-2,64
Nitrit	3,56	0,06 mg/l	0,01 mg/l	83 %	2,97
Seng (Zn)	3,13	5 mg/l	1,25 mg/l	75 %	2,34
Tembaga (Cu)	3,50	1 mg/l	3,15 mg/l	- 215 %	-7,53
Timbal (Pb)	4,19	0,1 mg/l	0,14 mg/l	- 40 %	-1,68
TOTAL INDEKS =					-787,16

PENYUSUNAN ALTERNATIF SOLUSI

Dalam rangka penerapan *Green Productivity*, berikut ini adalah beberapa pilihan solusi yang didasarkan atas tujuan dan target yang telah ditetapkan pada bab pendahuluan.

1. Memasang pompa sirkulasi agar konsumsi air menurun namun tetap mempertahankan kualitas produk. Untuk menetralsir limbah larutan HF yang sangat asam (pH = 2)

digunakan zat kimia basa kuat, yaitu soda ash (Na_2CO_3). Apabila 7 gram zat ini dicampurkan dengan 100 cc larutan HF maka pH-nya akan meningkat menjadi 8.

- Memasang pompa sirkulasi agar konsumsi air menurun namun tetap mempertahankan kualitas produk. Untuk menetralkan air limbah larutan HF yang sangat asam ($\text{pH} = 2$) digunakan zat kimia basa lemah yaitu, kapur (CaO). Apabila 10 gram zat ini dicampurkan dengan 100 cc larutan HF maka pH-nya akan meningkat menjadi 6. Namun karena kapur (CaO) merupakan basa lemah, akan muncul hasil sampingan berupa endapan. Setiap periode tertentu endapan ini diangkut truk / *pick-up* untuk dibuang di Tempat Pembuangan Akhir.

PEMILIHAN ALTERNATIF

A. Alternatif 1 (Instalasi pompa dan Netralisasi limbah dengan Soda Ash)

Data yang dibutuhkan adalah :

- Data biaya investasi awal
- Data biaya operasional (*maintenance*)
- Data penghematan

Tabel 4 Biaya investasi awal

Kategori	Rincian biaya	Rp
Investasi	Pompa stainless steel 1 unit	4.000.000
	Pipa PVC 60 meter	500.000
Jumlah biaya investasi awal =		4.500.000

Tabel 5 Biaya operasional tahunan pada alternatif 1

Kategori	Rincian biaya	Rp
Pemeliharaan	Biaya 1 orang tenaga kerja per tahun	6.192.000
	Pemeliharaan pompa (10% dari investasi) per tahun	4.000.000
	Jumlah biaya pemeliharaan	10.192.000
Listrik, bahan kimia, barang yang dapat habis dikonsumsi	<i>Mechanical seal</i> pompa = 24 x Rp 750.000	18.000.000
	Soda ash (Na_2CO_3) 1.210.809,6 kg/tahun	799.134.336
	Listrik 550 Wh x14 jam x 26 hari x 12 bulan	564.564
	Jumlah barang yang dapat habis dikonsumsi	817.698.900
Jumlah biaya operasional tahunan =		827.890.900

Tabel 6 Rincian Penghematan pada alternatif 1

Kategori	Rincian penghematan	Rp
----------	---------------------	----

Penghematan konsumsi air	Penghematan air sebesar 22.176 liter/hari = 576.576 liter/bulan = 6.918.912 liter/tahun	345.945.600
Penghematan konsumsi soda ash	Kebutuhan akan soda ash juga menurun 484.323,84 kg/tahun	319.653.734
Jumlah =		665.599.334

Analisa *Benefit – Cost* ini diestimasi hingga periode 2 tahun mendatang. Hasil perhitungan indeks rasio *Benefit – Cost* ditunjukkan berikut ini.

$$\text{Benefit} = \text{Penghematan} \cdot (P/A, i\%, n)$$

$$= \text{Rp } 665.599.334 (P/A, 18\%, 2)$$

$$= \text{Rp } 665.599.334 (1,5656)$$

$$= \text{Rp } 1.042.062.317,31$$

$$\text{Cost} = \text{Investasi awal} + \text{Biaya operasional dan perawatan} (P/A, i\%, n)$$

$$= \text{Rp } 4.500.000 + 827.890.900 (P/A, 18\%, 2)$$

$$= \text{Rp } 4.500.000 + 827.890.900 (1,5656)$$

$$= \text{Rp } 1.300.645.993,04$$

$$\text{Indeks BCR alternatif 1} = \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} = \frac{1.042.062.317,31}{1.300.645.993,04} = 0,8011$$

B. Alternatif 2 (Instalasi pompa dan Netralisasi limbah dengan CaO)

Data yang dibutuhkan adalah :

1. Data biaya investasi
2. Data biaya operasional (*maintenance*)
3. Data penghematan

Tabel 7 Biaya operasional tahunan pada alternatif 2

Kategori	Rincian biaya	Rp
Pemeliharaan	Biaya tenaga kerja 1 orang per tahun	6.192.000
	Pemeliharaan pompa (10% dari investasi) per tahun	400.000
	Pengangkutan endapan dalam 1 tahun = 3 x 160.000	480.000
	Jumlah biaya pemeliharaan =	7.072.000
Listrik, bahan kimia, barang yang dapat habis dikonsumsi	<i>Mechanical seal</i> pompa = 24 x Rp 750.000	18.000.000
	Kapur (CaO) 1.729.728 kg/tahun	518.918.400
	Listrik 550 Wh x 14 jam x 26 hari x 12 bulan	564.564
	Jumlah barang yang dapat habis dikonsumsi	537.482.964
Jumlah biaya operasional tahunan =		544.554.964

Tabel 8 Rincian penghematan pada alternatif 2

Kategori	Rincian penghematan	Rp
----------	---------------------	----

Penghematan konsumsi air	Penghematan air sebesar 22.176 liter/hari = 576.576 liter/bulan = 6.918.912 liter/tahun	345.945.600
Penghematan jumlah kapur (CaO) yang dibutuhkan.	Kebutuhan akan CaO juga menurun 691.891,2 kg/tahun	207.567.360
Jumlah =		553.512.960

Analisa *Benefit – Cost* ini diestimasikan hingga periode 2 tahun mendatang. Hasil perhitungan indeks rasio *Benefit – Cost* ditunjukkan berikut ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Benefit} &= \text{Penghematan} \cdot (P/A, i\%, n) \\
 &= \text{Rp } 553.512.960 (P/A, 18\%, 2) \\
 &= \text{Rp } 553.512.960 (1,5656) \\
 &= \text{Rp } 866.579.890,176
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cost} &= \text{Investasi} + \text{Biaya operasional dan perawatan} (P/A, i\%, n) \\
 &= \text{Rp } 4.500.000 + 544.554.964 (P/A, 18\%, 2) \\
 &= \text{Rp } 4.500.000 + 544.554.964 (1,5656) \\
 &= \text{Rp } 857.055.251,638
 \end{aligned}$$

$$\text{Indeks BCR alternatif 2} = \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} = \frac{866.579.890,176}{857.055.251,638} = 1,0111$$

Berdasarkan hasil perhitungan indeks BCR, tampak bahwa alternatif 2 (instalasi pompa sirkulasi dan netralisasi limbah menggunakan kapur, CaO) memiliki indeks BCR = 0,0111 lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan alternatif 1 (instalasi pompa sirkulasi dan netralisasi limbah menggunakan soda ash, Na₂CO₃) yang memiliki indeks BCR = 0,8011. Hal ini dikarenakan harga pembelian kapur (CaO) jauh lebih murah dibanding harga pembelian soda ash (Na₂CO₃), meski untuk menetralkan 100 cc limbah dibutuhkan kapur (CaO) lebih banyak daripada soda ash (Na₂CO₃).

C. Estimasi Kontribusi Solusi terhadap Produktifitas dan Kinerja Lingkungan

C.1 Estimasi Produktivitas

- ♦ Estimasi output
Apabila alternatif 2 diterapkan, diprediksikan tidak akan mempengaruhi jumlah output. Maka jumlah output yang diestimasikan adalah nilai rata-rata.

$$\text{Estimasi output} = \frac{219.729.832.680}{12} = \text{Rp } 18.310.819.390,00 \text{ per bulan}$$

- ♦ Estimasi input raw material

Apabila alternatif 2 diterapkan, diprediksikan tidak akan mempengaruhi jumlah input raw material. Maka jumlah input raw material yang diestimasikan adalah nilai rata-rata.

$$\text{Estimasi input raw material} = \frac{106.824.942.096}{12} = \text{Rp } 8.902.078.508,00 \text{ per bulan}$$

- ♦ Estimasi input material pendukung
Apabila alternatif 2 diterapkan, diprediksikan akan mempengaruhi jumlah input raw material, karena dibutuhkan CaO yang lebih banyak.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi input material pendukung} &= \frac{6.382.292.077}{12} + 25.945.920 \\ &= \text{Rp } 557.803.593,083 \text{ per bulan} \end{aligned}$$

- ♦ Estimasi input energi
Apabila alternatif 2 diterapkan, diprediksikan akan mempengaruhi jumlah input energi, karena instalasi pompa yang berdaya 550 Wh dan penghematan konsumsi air PDAM. Berdasarkan tabel 4.13 biaya tambahan energi = Rp 564.564,00 per tahun = Rp 47.047,00 per bulan. Selain itu juga ada penurunan biaya penggunaan air sebesar Rp 345.945.600,00 per tahun = Rp 28.828.800,00 per bulan. Maka jumlah input energi yang diestimasikan adalah

$$\begin{aligned} \text{Estimasi input energi} &= \frac{28.808.969.034}{12} + 47.047 - 28.828.800 \\ &= \text{Rp } 2.371.965.666,5 \text{ per bulan} \end{aligned}$$

- ♦ Estimasi input kapital
Apabila alternatif 2 diterapkan memang tidak akan mempengaruhi jumlah biaya kapital, karena biaya kapital ini hanya dipengaruhi oleh perubahan biaya akibat penyusutan aset perusahaan. Dari hasil pengolahan data tampak bahwa rata-rata penurunan biaya kapital adalah sebesar Rp 41.854.688,00 per bulan. Sehingga jumlah biaya kapital yang diestimasikan adalah

$$\text{Estimasi input kapital} = \text{Rp } 2.829.675.868 - 41.854.688 = \text{Rp } 2.787.821.180,00$$

- ♦ Estimasi input tenaga kerja
Apabila alternatif 2 diterapkan, diprediksikan akan mempengaruhi jumlah input tenaga kerja sebab akan dibutuhkan seorang karyawan tambahan. Tujuannya adalah untuk menjaga kontinuitas penerapan *Green Productivity* di perusahaan gelas lampu yang diteliti. Gaji karyawan ini sebesar Rp 508.000,00. Maka estimasi input tenaga kerja adalah Rp 314.452.000 + 508.000 = Rp 314.960.000,00 per bulan

♦ *Other Expenses*

Berdasarkan estimasi, biaya-biaya lain yang dikeluarkan apabila alternatif 2 diterapkan.

- a. Biaya pengolahan limbah oleh PT. SIER Rp 304.750,00 per bulan
- b. Biaya pembelian investasi awal = Rp 4.500.000,00
- c. Pembelian *mechanical seal* sebanyak 2 x Rp 750.000 = Rp 1.500.000,00 per bulan
- d. Biaya pengangkutan endapan CaO diestimasi sebanyak 3 kali selama setahun.

$$\text{Estimasi biaya pengangkutan endapan} = 3 \times \frac{160.000}{12} = \text{Rp } 40.000,00 \text{ per bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Total } \textit{Other Expenses} &= 304.750 + 1.500.000 + 40.000 + 4.500.000 \\ &= \text{Rp } 6.344.750,00 / \text{bulan.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Estimasi indeks produktivitas} &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \\ &= \frac{18.310.819390}{8.902078508+557.803593083+2.3719656665+2.78782118+314960000+6.344750} \times 100\% \\ &= \frac{18.310.819390}{12.157.785088,763} \times 100\% = 150,61\% \end{aligned}$$

Rata-rata indeks produktivitas mulai periode 1-12 adalah sebesar 120 %. Berarti terjadi peningkatan indeks produktivitas sebesar 30 %.

C.2 Estimasi Indeks EPI

Apabila alternatif 2 (Instalasi pompa dan Netralisasi limbah dengan CaO) diterapkan, dampak lingkungan yang membaik adalah keasaman larutan limbah kini menjadi netral (pH antara 6 – 9). Berdasarkan tabel 4.8 tentang perhitungan indeks EPI, variabel pH memiliki bobot sebesar 3,44. Dengan netralisasi menggunakan CaO, maka tidak terjadi penyimpangan sehingga indeks EPI untuk variabel pH menjadi nol. Total indeks EPI akan mengalami perbaikan/peningkatan sebesar 0,83 atau menjadi - 786,33.

RENCANA IMPLEMENTASI

Berikut ini adalah tabulasi rencana implementasi alternatif 2 (instalasi pompa sirkulasi dan netralisasi limbah menggunakan kapur, CaO) :

Tabel 9 Rencana Implementasi

<i>TUJUAN</i>	<i>TARGET</i>	<i>TINDAKAN</i>	<i>PELAKSANA</i>
1. Menurunkan dampak limbah terhadap lingkungan	Meningkatkan pH limbah menjadi netral	Merekrut seorang karyawan yang khusus bertugas menetralkan limbah. Membersihkan kotoran/endapan yang ada di penam-pungan limbah.	Departemen produksi (khususnya bagian <i>Frosting</i>)
2. Menurunkan penggunaan air pada proses produksi.	Menurunkan volume air limbah sebanyak 40%	Memasang pompa sirkulasi. Me-reuse air yang keluar dari mesin.	Departemen Utility. Departemen produksi (khususnya bagian <i>Frosting</i>)

Proses netralisasi pH limbah dilakukan dengan mengalirkan larutan CaO (CaO dicampurkan dengan air terlebih dahulu) pada pipa keluarnya limbah.

Berikut ini adalah prosedur teknis pemasangan pompa sirkulasi di proses *Frosting* :

1. Lakukan pengecekan terhadap *tozen klep* apakah masih baik.
2. Memasang *tozen klep* ke *inlet* pompa. Pemasangan ini perlu dilakukan secara hati-hati agar saat difungsikan tidak terjadi.
3. Memasang instalasi pipa *outlet* pompa.
4. Memasang *pressure gauge* di *outlet* pompa.
5. Pompa siap digunakan.

ESTIMASI KONTRIBUSI & IMPLEMENTASI

Hasil estimasi kontribusi solusi terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan menunjukkan bahwa solusi yang terpilih tersebut memberikan peningkatan yang signifikan bagi produktivitas dan kinerja lingkungan yang dinyatakan dengan indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*).

Tabel 10 Estimasi peningkatan Produktivitas dan Kinerja Lingkungan

<i>PERBAIKAN</i>	<i>KONDISI AWAL</i>	<i>ESTIMASI</i>
------------------	---------------------	-----------------

♦ Indeks Produktivitas	120 %	150 %
♦ Indeks EPI (<i>Environmental Performance Indicator</i>)	- 787,16	- 786,33

Hal ini disebabkan karena adanya penghematan energi, khususnya air PDAM yang sangat besar (Rp 28.828.800,00 per bulan) dan pH limbah menjadi netral. Hasil estimasi di atas merupakan perkiraan pada bulan pertama saat diterapkan alternatif solusi tersebut. Pada bulan-bulan berikutnya pasti akan lebih meningkat, sebab jumlah input tetap namun output berkurang karena tidak diperlukan investasi apapun.

Rencana implementasi yang diusulkan oleh peneliti telah mencakup tindakan-tindakan yang harus dilakukan oleh perusahaan serta para pelaksananya. Secara teknis, implementasi solusi terpilih tersebut tidak membutuhkan waktu lama, sebab sebelumnya pihak perusahaan pernah bereksperimen meski tidak kontinu. Maka dari itu, peneliti memperkirakan proses implementasi ini membutuhkan waktu kurang dari satu bulan.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang bisa ditarik dari studi yang dilakukan melalui penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penyebab banyaknya debit limbah *frosting* adalah tidak diterapkannya konsep *reuse* dalam proses produksi. Dengan memasang pompa sirkulasi air dalam proses produksi, telah terbukti akan memberikan keuntungan berupa penghematan air PDAM sebesar Rp 28.828.800 per bulan.
2. Solusi terbaik untuk mengatasi permasalahan yang ada di perusahaan gelas lampu yang diteliti adalah memasang pompa sirkulasi dan netralisasi limbah menggunakan kapur, CaO.
3. Hasil pengukuran indeks EPI yang tampak pada tabel 4.8 memiliki nilai negatif. Angka ini menunjukkan bahwa kinerja lingkungan perusahaan gelas lampu yang diteliti masih di bawah standar, sebab dengan nilai negatif tersebut menandakan bahwa terdapat banyak kandungan zat kimia dalam limbahnya yang melebihi batas maksimum standar BAPEDAL Jatim (Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri atau Kegiatan Usaha lainnya di Jawa Timur).
4. Hasil estimasi kontribusi solusi terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan menunjukkan bahwa solusi yang terpilih tersebut memberikan peningkatan yang signifikan bagi produktivitas (indeks produktivitas meningkat 30% dari kondisi awal) dan kinerja lingkungan (indeks EPI meningkat sebesar 0,83).

Berikut ini adalah beberapa hal yang direkomendasikan peneliti kepada perusahaan tentang evaluasi *Green productivity* :

1. Memasang bak penampungan di setiap mesin *frosting* dengan tujuan agar tumpahnya larutan HF yang terjadi selama proses produksi dapat ditampung. Efek dari tumpahan larutan HF ini selain membahayakan pekerja juga dapat membunuh hewan-hewan yang ada di dalam tanah.

2. Lebih mempertegas sanksi terhadap para karyawan yang menggunakan detergen untuk mencuci di lokasi pabrik. Karena penggunaan detergen ini dapat merusak lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, *Gerakan Produktivitas Ramah Lingkungan*. Balai Pengembangan Produktivitas Tenaga Kerja, 2002.
- Bilatos, Samir B. & Basaly, Nadia A. *Green Technology and Design for The Environment*, Taylor and Francis, 1997.
- BAPEDAL Propinsi Jawa Timur. *Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri atau Kegiatan Usaha lainnya di Jawa Timur*. 2002
- Curran, Marry Ann. *Environmental Life – Cycle Assessment*, McGraw – Hill Companies, Inc., 1996.
- DeSimone, L.D., & Popoff, F., *Eco-efficiency, The Business Link to Sustainable Development*. The MIT Press, Massachusetts Institute of Technology, 1997.
- Pujawan, I Nyoman. *Ekonomi Teknik*, PT. Guna Widya, 1995.
- Sumanth, David J., *Productivity Engineering and Mangement*, International Student McGraw-Hill Book Company, 1985.
- Tyteca, D. *Business Organisational Response to Environmental Challenges : Performance Measurement and Reporting*. IAG School Management, 1996
- www.e2management.com, *Are You Ready with Green Productivity ?*
- www.iplhi.or.id, *Green Productivity Association of Indonesia (GPAId)*.
- www.unepit.org, *Green Productivity : Economic Revolution and the Future 500*.
- www.vpc.org, *Green Productivity Tool and Technic*.