

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DAN KINERJA LINGKUNGAN DENGAN PENDEKATAN *GREEN PRODUCTIVITY* PADA RUMAH PEMOTONGAN AYAM XX

Moses Laksono Singgih dan Mera Kariana
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111
Email : moses@ie.its.ac.id

Abstrak

Industri Rumah Pemotongan Ayam (RPA) menghasilkan beberapa limbah organik berupa limbah padat dan cair yang berpotensi sebagai sumber pencemar lingkungan. *Green Productivity* (GP) dapat digunakan dalam mencari solusi untuk meningkatkan produktivitas dan melindungi kelestarian lingkungan.

Penelitian diawali dengan mengidentifikasi sumber penyebab limbah, menentukan tujuan dan target, memilih sumber daya dan informasi yang tersedia untuk menyusun alternatif *green productivity*. Alternatif terpilih dalam penelitian ini adalah melakukan modifikasi tata kelola air limbah serta membuat alat dan fasilitas RPA. Modifikasi tata kelola air limbah terbaik adalah memisahkan dan memasukkan darah dan limbah pencucian jeroan ke dalam *digester* untuk menghasilkan bio gas. Pembuatan peralatan dan fasilitas RPA adalah membuat alat teknologi tepat guna untuk mempermudah proses pencucian jeroan, pembuatan saringan kolam penampung air limbah, membuat kolam ikan lele dan pembuatan *digester* bio gas.

Dari alternatif terpilih dapat meningkatkan indeks produktivitas yang sebelumnya 120.51% meningkat menjadi 121.533%. Modifikasi tata kelola air limbah RPA dan pembuatan alat filter air limbah menghasilkan peningkatan EPI dari 0.18 menjadi 5.13. Konsumsi air untuk proses di RPA yang dapat dihemat dengan alternatif terpilih adalah 6,331 liter per tahun. Sehingga dengan menggunakan alternatif terpilih limbah organik dapat dijadikan sebagai *revenue generator* dan lebih ramah lingkungan.

Kata Kunci : *Green Productivity, Limbah Organik, Revenue Generator, EPI*

1. PENDAHULUAN

Rumah Pemotongan Ayam merupakan salah satu industri peternakan dimana dilakukan pemotongan ayam hidup dan mengolah menjadi karkas ayam siap konsumsi. Limbah padat Rumah Pemotongan Ayam relatif lebih mudah ditangani dibanding dengan limbah cair. Dalam proses produksi Rumah Pemotongan Ayam dihasilkan limbah cair yang berasal dari darah ayam, proses pencelupan, pencucian ayam dan peralatan produksi. Limbah cair mengandung (*Biological Oxygen Demand*) BOD, (*Chemical Oxygen Demand*) COD, (*Total Suspended Solid*) TSS, minyak dan lemak yang tinggi, dengan komposisi berupa zat organik. Pembuangan air limbah (*Efluen*) yang mengandung nutrisi yang tinggi ke perairan akan menimbulkan *eutrofikasi* dan mengancam ekosistem akuatik. Untuk mencegah hal itu maka diperlukan cara agar komposisi padatan organik tersuspensi dapat dikurangi.

Cleaner Production adalah aplikasi berkelanjutan dari strategi lingkungan preventif terintegrasi yang diaplikasikan pada proses, produk, dan jasa untuk meningkatkan *eco-efficiency* dan mengurangi resiko bagi manusia dan lingkungan (WBCSD, 1996). *Cleaner Production* (CP) merupakan strategi untuk menghindari timbulnya pencemaran industri melalui pengurangan timbulnya limbah (*waste generation*) pada setiap tahap dari proses produksi untuk meminimalkan atau mengeliminasi limbah sebelum segala jenis potensi pencemaran terbentuk.

Keberhasilan konsep produksi bersih ini akan menghasilkan penghematan yang signifikan karena pengurangan biaya produksi dan menambah sumber pendapatan (*revenue generator*).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat parameter kimia yang terkandung dalam limbah cair dan tingkat dampaknya terhadap manusia, mencari alternatif solusi untuk menurunkan dampak limbah terhadap lingkungan dengan modifikasi proses tata kelola air limbah dan peralatan atau fasilitas lainnya serta mengestimasi kontribusi peningkatan produktivitas perusahaan dan kinerja lingkungan (EPI) setelah menggunakan metode *Green Productivity*.

Asumsi yang digunakan adalah :

1. Aktivitas dan proses internal Rumah Pematangan Ayam UD. HERI tidak mengalami perubahan selama penelitian berlangsung.
2. Harga bahan baku, upah tenaga kerja, dan sebagainya dihitung dengan harga/nilai standar.

2. Studi Literatur

Saat ini terdapat tiga konsep dasar yang menjadi acuan penting bagi perusahaan, yaitu *profit* atau ekonomi (setiap perusahaan harus menguntungkan dan kompetitif), *people* atau sosial (dalam kegiatan bisnis faktor manusia adalah faktor yang sangat penting, antara lain sebagai tenaga kerja, investor, dan *customer*), dan *planet* atau lingkungan (bahwa kegiatan bisnis perusahaan harus berorientasi untuk menjaga kelestarian lingkungan, yang pada gilirannya akan menjaga kelestarian bumi kita). Konsep *planet* inilah yang sedang dikembangkan.

Menurut Billatos (1997), *Green Engineering* atau *Green Productivity* mempunyai empat tujuan umum dalam rangka meningkatkan kualitas lingkungan dan ekonomi produksi ketika diimplementasikan dalam rantai produksi, yaitu pengurangan limbah (*waste reduction*), manajemen material (*material management*), pencegahan polusi (*pollution prevention*) dan peningkatan nilai produk (*product enhancement*).

Sektor peternakan merupakan kontributor terbesar kedua dalam angka emisi gas *methane* setelah sektor pertanian. Bersama CO, N₂O, NO_x, gas metan adalah gas rumah kaca yang dihasilkan dari rangkaian aktivitas di bidang pertanian dan peternakan (ALGAS, 1997). Potensi gas *methane* yang besar ini seharusnya bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil.

Teknologi dipandang sebagai salah satu solusi yang bisa digunakan untuk mengatasi masalah dalam *green productivity*. Teknologi tepat guna adalah teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat, bersifat dinamis, sesuai kemampuan, tidak merusak lingkungan dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dalam meningkatkan nilai tambah (KEP Mendagri No. 18, 1992).

Dengan mengetahui output total terhadap input total maka dapat dihitung indeks produktivitas yang dapat merefleksikan dampak penggunaan semua input secara bersama dalam menghasilkan output (Sumanth, 1985).

3. Metodologi Penelitian

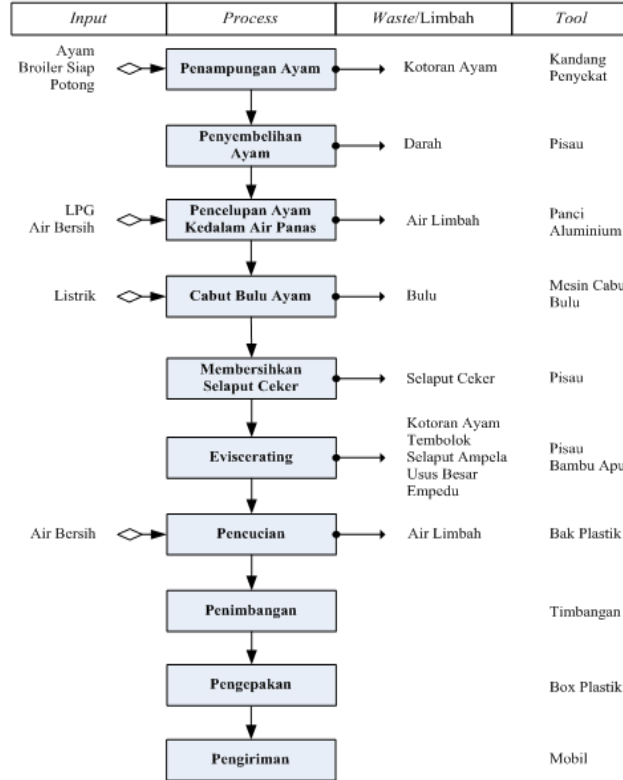
Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengukuran berat bagian – bagian ayam yang akan digunakan untuk mengetahui potensi limbah. Data sekunder meliputi data input, output Rumah Pematangan Ayam tahun 2007 yang digunakan untuk menghitung indeks produktivitas.

Penelitian diawali dengan tahap persiapan yang meliputi pengamatan awal perusahaan, studi pustaka, identifikasi masalah. Tahap kedua adalah tahap pengumpulan data yang meliputi studi lapangan (*walk trough survey*), pengukuran produktivitas, penyebaran dan pengujian kuesioner, identifikasi EPI. Tahap ketiga adalah tahap pengolahan data yang meliputi perumusan masalah dan penetapan tujuan dan target *green productivity*, menyusun alternatif *green productivity*, pemilihan alternatif dan estimasi kontribusi dari solusi terpilih terhadap produktivitas dan EPI, penyusunan rencana dan implementasi. Tahap akhir meliputi analisa dan interpretasi, kesimpulan dan saran.

4. Pengolahan dan Analisa

4.1 Proses Produksi

Proses produksi RPA merupakan serangkaian proses dimulai dari pemotongan ayam hidup siap potong sampai menjadi produk siap jual. Proses produksi pada RPA ditunjukkan pada *process flow diagram* (PFD) berikut ini :



Gambar 1. *Process Flow Diagram*

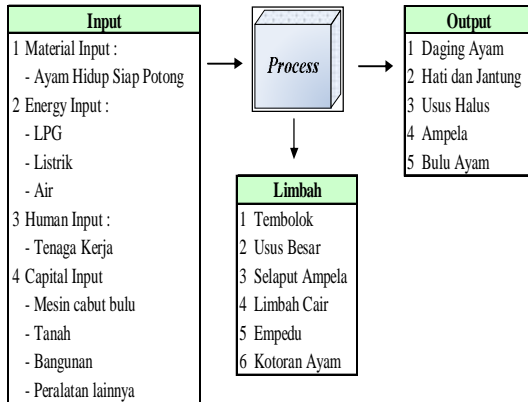
Enviromental Performance Index (EPI) menunjukkan nilai yang kecil sehingga perlu dilakukan langkah perbaikan pada proses produksi sehingga lebih ramah lingkungan. Nilai EPI yang dari pengujian adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Perhitungan EPI Sebelum Perbaikan

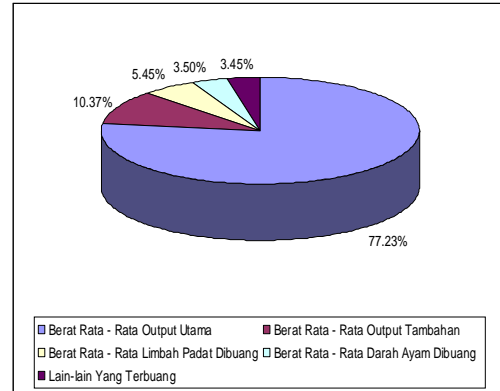
Parameter	Bobot (Wi)	Standar BAPEDAL (mg/l)	Hasil Analisa (mg/l)	Penyimpangan (Pi)	Indeks EPI (Wi x Pi)
BOD5	4.60	150	131	12.7%	0.58
COD	4.50	300	250	16.7%	0.75
TSS	4.40	200	155	22.5%	0.99
Minyak & Lemak	4.60	15	22	-46.7%	-2.15
					0.18

4.2 Material Balance

Material balance menunjukkan analisa kuantitatif terhadap material input, output dan *wastes*/limbah setiap tahapan proses produksi. Pada tahap ini dihitung persentase berat bagian – bagian ayam yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan sampel satu kotak tempat penampungan ayam yang berisikan 100 ekor.



Gambar 2. Material Balance



Gambar 3. Persentase Berat Bagian Ayam Tiap Kg Berat Ayam Yang Dipotong

Output utama terdiri atas karkas, hati, jantung, ampela bersih dan usus halus bersih. Output tambahan terdiri atas bulu, selaput ceher, kotoran ayam di lantai penampung ayam. Limbah padat terbuang meliputi empedu, tembolok, usus besar, selaput ampela beserta dengan kotoran yang ada didalamnya. Sedangkan darah terbuang dan bercampur dengan air limbah. Limbah padat yang terbuang ke lingkungan akan terurai secara alami dan berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan terutama timbulnya gas *methane* yang berkontribusi pada pemanasan global.

4.3 Penyusunan Alternatif Solusi

4.3.1 Pembuatan Alat dan Fasilitas

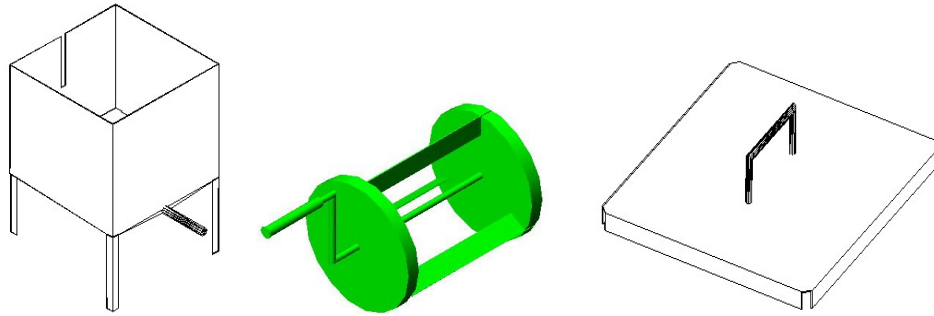
Tiap alternatif mempertimbangkan 4 *option* yaitu pembuatan alat TTG pencuci tembolok-usus-ampela-selaput ampela (TUSASELA), pembuatan alat saringan, pembuatan fasilitas kolam lele dan pembuatan fasilitas digester bio gas. Karena *option* 1 dan 2 wajib dipilih maka hanya terdapat 4 kombinasi alternatif yang akan dipilih.

Tabel 2. Rekomendasi Alternatif Solusi Perbaikan

Alternatif	Kombinasi Option			
	TTG TUSASELA	Saringan	Kolam Lele	Digester
alt 1				
alt 2				
alt 3				
alt 4				

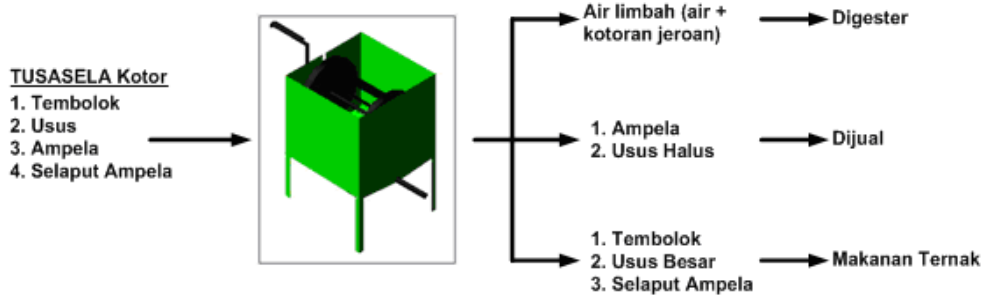
4.3.1.1 Pembuatan Alat TTG Pencuci TUSASELA

Alat TTG pencuci TUSASELA memiliki 3 bagian utama yaitu kontainer pencuci (sebagai tempat air pencucian), silinder pencuci (berfungsi sebagai alat pencuci dengan cara diputar) dan tutup kontainer (berfungsi penutup kontainer pencuci). Biaya pembuatan alat TTG dengan kapasitas 5 kg adalah sebesar Rp. 370.700,- dan memiliki umur ekonomis 5 tahun. Biaya tahunan untuk alat TTG ini meliputi biaya investasi awal, biaya perawatan, biaya tenaga kerja yang diestimasi sebesar Rp. 4.048.737 dengan menggunakan bunga majemuk 15%.

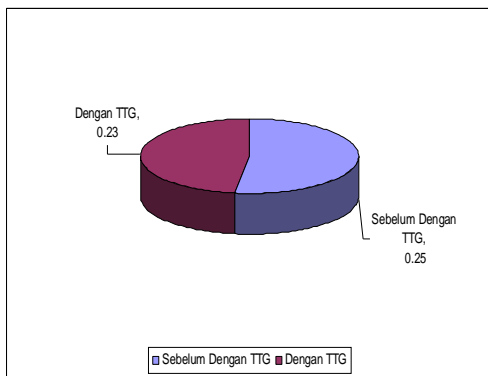


Gambar 4. Berurutan dari kiri yaitu kontainer, silinder pencuci, tutup kontainer

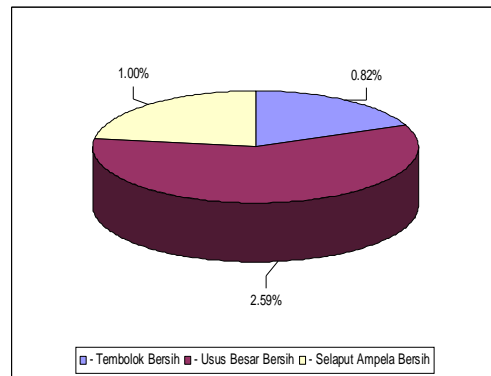
Dari *material balance* dapat diketahui limbah yang dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak yaitu tembolok, usus besar, dan selaput ampela. Sedangkan limbah untuk bahan bio gas adalah limbah cair hasil pencucian jeroan ayam ditambah dengan empedu dan darah. Dengan Alat TTG pencuci TUSASELA maka kotoran – kotoran di jeroan ayam mudah untuk dibersihkan, air limbah dapat dilokalisir dan tidak bercampur dengan air limbah lainnya sehingga langsung dialirkan ke digester untuk menghasilkan bio gas.



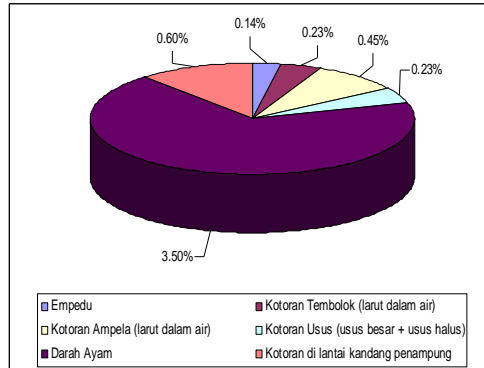
Gambar 5. Proses Pengolahan TUSASELA dengan Alat TTG



Gambar 6. Penghematan Air (liter)



Gambar 7. Persentase Berat Limbah Untuk Pakan Ternak (Per Kg Ayam)



Gambar 8. Persentase Berat Limbah Untuk Digester (Per Kg Ayam)

Berikut ini adalah kebutuhan air untuk tiap aktifitas dengan menggunakan alat TTG Pencuci TUSASELA.

Tabel 3. Kebutuhan Air Alat TTG Pencuci TUSASELA Untuk Tiap Aktifitas

No.	Aktifitas	Pencucian 1	Pencucian 2
1	Pencucian Ampela	(berat / (5kg x 4kali)) x 10liter	(berat / (5kg x 4kali)) x 10liter
2	Pencucian Usus Halus	(berat / (5kg x 1kali)) x 10liter	(berat / (5kg x 3kali)) x 10liter
3	Pencucian Tembolok	(berat / (5kg x 3kali)) x 10liter	(berat / (5kg x 3kali)) x 10liter
4	Pencucian Usus Besar	(berat / (5kg x 3kali)) x 10liter	(berat / (5kg x 3kali)) x 10liter
5	Pencucian Selaput Ampela	(berat / (5kg x 3kali)) x 10liter	(berat / (5kg x 3kali)) x 10liter

4.3.1.2 Saringan Kolam

Saringan kolam penampungan air limbah berfungsi untuk menyaring limbah padat yang berasal dari proses pencelupan ayam ke air panas dan pencucian karkas. Dengan menggunakan alat penyaring yang dipasang pada saluran masuk dan keluar kolam penampungan air limbah maka limbah padat yang ikut terbawa air limbah (misalnya : serpihan bulu dan selaput cecker) tidak terbuang percuma dan tidak memperburuk kualitas air limbah. Dengan saringan tersebut diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas baku mutu parameter limbah cair.

4.3.1.3 Kolam Lele

Kolam lele dibuat untuk memelihara ikan lele sebagai salah satu peluang yang berpotensi meningkatkan nilai ekonomis limbah tembolok, usus besar dan selaput ampela daripada dijual kepada peternak ikan. Berat limbah tembolok, usus besar dan selaput ampela pertahun adalah sekitar 13,917 kg. Jika limbah tersebut dijual kepada peternak ikan maka hanya diperoleh pendapatan sekitar Rp. 13,916,549 per tahun. Dengan padat tebat 50 ekor/meter, mortalitas 10%, FCR 1:1.5 maka diestimasi pendapatan dari beternak ikan lele sebesar Rp. 50,101,200 per tahun. Sedangkan biaya pembuatan kolam adalah Rp. 11,716,000.

4.3.1.4 Pembuatan Digester

Potensi bio gas yang dihasilkan dari limbah rumah pematangan ayam berdasarkan data tahun 2007 adalah :

- Dari pematangan ayam pada tahun 2007 sebanyak 315.568 kg diperoleh limbah untuk bahan bio gas per tahun adalah sekitar 16.252 kg atau 0.05 kg per kg ayam dipotong.
- Setiap kilogram limbah ayam minimal akan menghasilkan 310 liter bio gas dan 1 meter³ bio gas setara dengan 0,42 kg LPG (sumber : APO, 2003).

- Estimasi potensi bio gas yang dihasilkan RPA dengan menggunakan data tahun 2007 adalah :
 - = jumlah limbah bahan bio gas (kg) x 310 (liter/kg)(1)
 - = 16.252 x 310 liter
 - = 5.038 m³
 - Konversi bio gas ke LPG adalah :
 - = jumlah bio gas (m³) x 0,42 kg/m³.....(1)
 - = 5.038 m³ x 0,42 kg/m³
 - = 2.116 kg LPG

Estimasi produksi bio gas yang dihasilkan dari RPA per tahun adalah 5.038 m³ yang setara dengan 2.116 kg LPG. Sedangkan kebutuhan LPG rumah pemotongan ayam setiap tahun rata – rata adalah 2.152 kg (0.0068 kg LPG untuk setiap kg ayam yang dipotong), sehingga perusahaan masih membutuhkan LPG sebanyak 36 kg LPG per tahun.

Perhitungan pembuatan digester didasarkan pada perhitungan skala dasar yaitu biogas yang dihasilkan per hari oleh digester yang terbuat dari plastik *poliethylene* dengan volume 4 m³ adalah setara dengan 1,68 kg LPG. Sedangkan kebutuhan plastik *poliethylene* untuk menampung bio gas yang dihasilkan adalah 2,5m³ untuk setiap 4 m³ *digester* (sumber : www.lenn-biz.com/files/biogas.pdf). Dengan dasar perhitungan teknis diatas kemudian diperoleh kebutuhan plastik *polyethylene* sepanjang 118 m dan estimasi biaya pembuatan *digester* sebesar Rp. 7.295.000,- dengan umur ekonomis 5 tahun. Biaya tahunan digester meliputi biaya investasi awal, biaya perawatan yang diestimasi sebesar Rp. 1.198.487,- dengan bunga majemuk 15%.

4.3.2 Modifikasi Tata Kelola Air Limbah

Tata kelola air limbah dibuat untuk menindaklanjuti pembuatan alat dan fasilitas diatas. Modifikasi tata kelola air limbah akan menghasilkan beberapa skenario pengolahan air limbah yang selanjutnya akan dianalisa.

Tabel 4. Tata Kelola Air Limbah RPA

Alternatif	Tata Kelola Air Limbah	Dialirkan Ke		
		Penampungan Air Limbah	Dalam Tanah	Digester
1	a) Air limbah dari proses pencelupan dan pencucian karkas			
	b) Air limbah dari TTG dan darah			
2	a) Air limbah dari proses pencelupan dan pencucian karkas			
	b) Air limbah dari TTG dan darah			
3	a) Air limbah dari proses pencelupan dan pencucian karkas			
	b) Air limbah dari TTG dan darah			
4	a) Air limbah dari proses pencelupan dan pencucian karkas			
	b) Air limbah dari TTG dan darah			

4.4 Pemilihan Alternatif

Dari hasil kuesioner diperoleh rata – rata tiap parameter yang kemudian dijadikan bobot. Selanjutnya dilakukan perhitungan EPI sebagai berikut :

Tabel 5. Perhitungan EPI Setelah Perbaikan

Parameter	Bobot (Wi)	Standar BAPEDAL (mg/l)	Hasil Analisa (mg/l)	Penyimpangan (Pi)	Indeks EPI (Wi x Pi)
BOD5	1.60	150	19	87.3%	1.40
COD	1.60	300	42.487	85.8%	1.37
TSS	1.20	200	16	92.0%	1.10
Minyak & Lemak	1.30	15	0.5	96.7%	1.26
					5.13

Pemilihan alternatif mempertimbangkan 3 faktor yaitu faktor tingkat keramahan terhadap lingkungan (faktor utama), tingkat produktivitas dan jumlah biaya tahunan.

Tabel 6. Komponen Input Setelah Perbaikan

Alternatif	Komponen Input				Total Input Setelah Perbaikan (Rp)
	Total Input Sebelum Perbaikan (Rp)	Total Biaya Tahunan (Rp)	Penghematan Listrik (Rp)	Penghematan LPG (Rp)	
	2	3	4	5	6=2+3-4-5
Alternatif 1	2,933,910,275	4,092,190	836,255		2,937,166,210
Alternatif 2	2,933,910,275	25,860,294	836,255		2,958,934,314
Alternatif 3	2,933,910,275	5,290,677	836,255	7,759,225	2,930,605,472
Alternatif 4	2,933,910,275	27,058,781	836,255	7,759,225	2,952,373,576

Tabel 7. Komponen Output Setelah Perbaikan

Alternatif	Komponen Output			Total Output Setelah Perbaikan (Rp)
	Total Output Sebelum Perbaikan	Total Output Penjualan Pakan Ikan	Total Output Unit Kolam Lele (Rp)	
	2	3	4	5=2+3+4
Alternatif 1	3,538,017,771	13,916,549		3,551,934,320
Alternatif 2	3,538,017,771		50,101,200	3,588,118,971
Alternatif 3	3,538,017,771	13,916,549		3,551,934,320
Alternatif 4	3,538,017,771		50,101,200	3,588,118,971

Tabel 8. Pemilihan Alternatif Terbaik

Alternatif	Tingkat Ramah Lingkungan		Indeks Produktivitas		Biaya Tahunan		Total Rangkings
	Nilai	Rangkings	Nilai (%)	Rangkings	Nilai (Rp)	Rangkings	
Alt-1	Tidak Ramah	2	120.93	4	4,092,190	1	7
Alt-2	Tidak Ramah	2	121.26	2	25,860,294	3	7
Alt-3	Ramah	1	121.20	3	5,290,677	2	6
Alt-4	Ramah	1	121.53	1	27,058,781	4	6

Alternatif 3 dipilih karena tidak menimbulkan pencemaran lingkungan (tidak berkontribusi pada efek rumah kaca), memiliki indeks produktivitas tertinggi, biaya tahunan tertinggi namun diimbangi dengan peningkatan produktivitas yang tinggi pula.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengolahan dan analisa data, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Selama tahun 2007, fluktuasi indeks produktivitas secara umum masih cenderung stabil dan berkisar antara 119.8% -121%. Indeks produktivitas rata – rata adalah 120.51% dan perusahaan memiliki kinerja yang cukup baik.
2. Parameter kimia limbah cair BOD₅, COD, TSS memiliki penyimpangan positif, sedangkan minyak dan lemak memiliki penyimpangan negatif karena melebihi ambang batas baku mutu limbah cair sehingga diperoleh indeks EPI sebelum perbaikan sebesar 0.18.
3. Permasalahan yang terjadi di Rumah Pemotongan Ayam, adalah limbah padat belum dijadikan *revenue generator* secara maksimal dan limbah cair memiliki indeks EPI yang rendah.
4. Alternatif solusi yang dipilih adalah alternatif 4 yaitu:
 - Penggunaan alat TTG pencuci TUSASELA untuk mempermudah pencucian tembolok, usus, ampela, selaput ampela, dan lebih hemat air.
 - Memasang saringan pada saluran masuk dan keluar kolam penampung air limbah.
 - Membuat unit peternakan ikan lele untuk meningkatkan nilai limbah yang digunakan sebagai pakan ikan (tembolok-ususbesar-selaput ampela).
 - Membuat fasilitas *digester* bio gas untuk menghasilkan bio gas sehingga dapat mensubstitusi bahan bakar LPG yang dibutuhkan perusahaan.
5. Alternatif 4 diikuti dengan tata kelola air limbah yaitu air limbah dari pencelupan ayam dan pencucian karkas dialirkan ke kolam penampungan air limbah sedangkan air limbah dari alat TTG pencuci TUSASELA dan darah dialirkan ke *digester* bio gas.
6. Alternatif 4 akan memberikan kontribusi terhadap peningkatan indeks EPI yaitu sebesar 5.13
7. Alternatif 4 memiliki kelebihan yaitu tidak membahayakan keseimbangan lingkungan flora-fauna-manusia karena limbah yang dibuang dapat dimanfaatkan sebagai *revenue generator* yang ramah lingkungan dan Alternatif 4 memiliki indeks produktivitas tertinggi dibanding alternatif lainnya.
8. Alternatif 4 memiliki kekurangan yaitu memiliki total biaya tahunan yang tertinggi namun masih diimbangi dengan hasil / output yang tinggi pula.

Beberapa saran dan masukan yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Alternatif terpilih perlu disosialisasikan kepada seluruh karyawan RPA oleh pihak pimpinan perusahaan melalui kepala unit RPA.
2. Untuk melaksanakan alternatif terpilih diperlukan peran serta seluruh staf beserta pimpinan RPA.
3. Perusahaan agar terus melakukan *continous improvement* dalam pelaksanaan alternatif terpilih.
4. Pihak Rumah Pemotongan Ayam dapat memperbesar skala alat TTG pencuci TUSASELA yang digunakan sehingga kapasitas proses semakin besar dan waktu proses semakin cepat.

6. Daftar Pustaka

- Wenny Metania (2006). *Peningkatan Produktivitas Dengan Pendekatan Green Productivity*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia
- Ingga Meisna Hariyanti (2006). *Penerapan Green Productivity Pada Pabrik Pengolahan dan Pendingin Ikan*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia
- Andie Tri Purwanto (200). *Perangkat Manajemen Lingkungan*.
[URL:http://andietri.tripod.com/jurnal/book-1.htm](http://andietri.tripod.com/jurnal/book-1.htm)>
- Dirjen IKM Departemen Perindustrian, *Pengelolaan Limbah Industri Pangan*,
<[URL:http://www.google.pdf](http://www.google.pdf)>
- MENSESNEG (1997). *Undang – Undang RI No.23: Pengelolaan Lingkungan Hidup*,
<[URL:http://www.google.pdf](http://www.google.pdf)>
- BAPEDAL Propinsi Jatim (2002). *Keputusan Gubernur Jatim No.45 tahun 2002 tentang baku mutu limbah cair bagi industri atau kegiatan usaha lainnya*, Surabaya
- Asian Productivity Organization. (2001), *"Achieving Higher Productivity Through Green Productivity"*. Tokyo : APO
- Asian Productivity Organization. (2003), *"A Measurement Guide to Green Productivity"*. Tokyo : APO
- Asian Productivity Organization. (2001), *"Green Productivity Training Manual"*. Tokyo : APO
- Sumanth, David J. (1985), **Productivity Engineering and Management**. McGraw Hill Book Company
- Pujawan, I Nyoman. (1995). **Ekonomi Teknik**. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya: Guna Widya
- Wardhana, Wisnu Arya. (2001). **Dampak Pencemaran Lingkungan**. Andi Yogyakarta
- Polprasert, Chongrak. (1989). **Organic Waste Recycling**. John Wiley and Sons

