

PENERAPAN “GREEN PRODUCTIVITY” UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DAN KINERJA LINGKUNGAN DI PABRIK GULA SRAGI

Haryo Santoso¹, Puji Nugrahaeni²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50239
Telp (024) 7460052

*Email : haryokrmt@gmail.com; pujinugrahaeni@gmail.com

Abstrak

Produktivitas dan kinerja lingkungan di PG Sragi memerlukan perbaikan karena produktivitas menurun dan adanya masalah limbah agar proses produksi lebih ramah lingkungan. Pengukuran produktivitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja perusahaan dan dapat dijadikan sebagai pedoman untuk melakukan perbaikan terus menerus. Aspek lingkungan telah menjadi isu penting dan strategis yang harus disikapi oleh industri dengan baik dan terus ditingkatkan kinerjanya. Metode Green productivity merupakan strategi untuk meningkatkan produktivitas sekaligus menurunkan dampak lingkungan perusahaan. Environmental Performance Indicator untuk mengukur kinerja lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas mengalami penurunan sebesar 6,14% dan kinerja lingkungan dengan indeks EPI sebesar 60,32. Estimasi kontribusi alternatif yang terpilih tersebut dapat memberikan peningkatan indeks EPI sebesar 63,77 lebih baik dari kondisi awal. Disimpulkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan yaitu kinerja ketel uap (boiler), limbah cair, dan penumpukan limbah padat blotong. Alternatif yang terpilih yaitu memasang Heat Exchanger dengan bahan bakar alternatif minyak bakar (IDO), memasang seperangkat DAF (Dissolved Air Flotation) dan pemanfaatan blotong menjadi briket. Implementasi Green Productivity sebaiknya dilaksanakan secara berkesinambungan untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan.

Kata Kunci : indeks EPI, kinerja lingkungan, produktivitas,

1. PENDAHULUAN

PG Sragi merupakan salah satu unit usaha PT. Perkebunan Nusantara IX yang merupakan pabrik penghasil gula. Studi pendahuluan menunjukkan bahwa produksi gula mengalami penurunan produktivitas akibat kerusakan alat pada setiap stasiun, kondisi bahan baku yang kurang segar, bahan pendukung yang minim. Kualitas bahan tebu dan banyak sedikitnya tebu yang digiling berpengaruh pada produktivitas pabrik dan berpengaruh pada produksi gula. Penelitian *green productivity* dilakukan untuk menganalisis produktivitas dan kinerja lingkungan, agar perusahaan menuju *sustainable development* yang menjadikan manajemen lingkungan sebagai salah satu faktor pendukung utama. Faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap menurunnya produktivitas dan kinerja lingkungan di pabrik gula adalah kinerja gilingan dan kinerja ketel uap (*boiler*). Sering terjadi kerusakan pada ketel uap menyebabkan pabrik tersebut mengalami berhenti giling sehingga produktivitas menurun. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik gula ini menjadi salah satu permasalahan karena memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Limbah tersebut berupa limbah padat, limbah cair, dan gas. Limbah padat diantaranya ampas tebu, abu ketel, dan blotong. Limbah cair berasal dari air pendingin mesin yang digunakan untuk mendinginkan mesin atau peralatan pabrik seperti mesin giling, stasiun penguapan, stasiun masakan, stasiun puteran dan pendingin pada unit pembangkit listrik. Limbah cair berasal dari *blow down* ketel yang akan tercampur bersama air buangan dari air pendingin mesin. Limbah padat berupa blotong dan abu ketel belum dimanfaatkan sendiri oleh pihak pabrik karena blotong dijual ke petani untuk dimanfaatkan sebagai pupuk. Pada periode 10 jumlah blotong mencapai 1600 ton. Semakin hari penumpukan blotong di lahan pabrik tempat penumpukan blotong semakin penuh sehingga dapat menimbulkan pencemaran udara. Kegiatan produksi gula dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan. Disini terdapat dua kepentingan yang perlu diselaraskan yaitu kepentingan ekonomi dan kepentingan untuk perlindungan lingkungan. Konsep *Green Productivity* dikembangkan oleh *Asian Productivity Organization* (APO) pada 1994 adalah untuk

menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap permasalahan lingkungan. Tujuan utama APO adalah untuk menunjukkan bahwa perlindungan terhadap lingkungan dan peningkatan produktivitas dapat diharmonisasikan, baik bagi perusahaan kecil maupun menengah, karena proses produksi seringkali mengakibatkan pembuangan material dan energi yang akan membebani lingkungan. *Green productivity* merupakan aplikasi dari teknik, teknologi dan sistem manajemen yang tepat untuk menghasilkan produk atau jasa yang ramah lingkungan. *Green productivity* mendamaikan dua kebutuhan yang selalu dalam konflik, yaitu kebutuhan bisnis untuk menghasilkan keuntungan serta kebutuhan setiap orang untuk melindungi lingkungan.

Penerapan *green productivity* diharapkan dapat meningkatkan produktivitas melalui penurunan pengeluaran pada perlindungan lingkungan, seperti pengurangan sumber daya (material, energi, dan lain-lain), minimasi limbah, pengurangan polusi dan menjadikan produksi lebih baik. Implementasi *green productivity* akan memungkinkan terjadinya *eco-efficiency* yang pada akhirnya mengarah kepada industri yang berkelanjutan. Hasil penelitian adalah suatu kontribusi alternatif perbaikan untuk meningkatkan kinerja lingkungan dan produktivitas secara bersamaan.

2. METODE PENELITIAN

Green productivity merupakan suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dan performansi lingkungan secara bersamaan di dalam pembangunan sosial-ekonomi secara menyeluruh (APO, 2001). *Green productivity* bukan hanya suatu strategi lingkungan, tetapi strategi bisnis total. Penerapan *Green Productivity* dapat membuat perusahaan mengalami perbaikan produktivitas, minimasi waste, dan produksi yang lebih baik. *Environmental Performance Indicator* (EPI) untuk mengukur kinerja lingkungan. Indeks EPI merupakan sebuah indikator lingkungan yang diperkirakan dapat merefleksikan berbagai dampak dari sebuah aktivitas lingkungan serta usaha mereduksinya. *Green Productivity* dikembangkan oleh *Asian Productivity Organization*, memberikan solusi perbaikan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dan kinerja lingkungan secara bersamaan dalam pembangunan sosial ekonomi. *Green productivity* merupakan suatu pendekatan yang dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan produktivitas sekaligus menurunkan dampak lingkungan. Dimulai dengan menganalisis input, proses dan outputnya, *green productivity* dapat menghasilkan manfaat yang signifikan bagi peningkatan produktivitas. Teknik pada *green productivity* dapat diklasifikasikan menjadi pencegahan limbah (*waste prevention*), konservasi energy (*energy conservation*), pengendalian polusi atau sistem pengolahan akhir (*pollution control atau end of pipe treatment*). Cara yang tepat untuk PG Sragi ini yaitu perbaikan system pengolahan akhir melalui pemanfaatan kembali limbah yang telah terbentuk. Keberhasilan *green productivity* akan menghasilkan tambahan sumber pendapatan melalui penjualan *by product* dan berdampak positif terhadap lingkungan.

Kinerja Lingkungan

Kinerja lingkungan merupakan hasil yang dapat diukur dari sistem manajemen lingkungan, berhubungan dengan pengendalian dari aspek-aspek lingkungan (Purwanto, 2006). *Environmental Performance Indicator* merupakan sebuah indikator lingkungan yang diperkirakan dapat merefleksikan berbagai dampak dari sebuah aktivitas lingkungan serta usaha mereduksinya. *Environmental Performance Indicator* merefleksikan efisiensi lingkungan dari proses reduksi dan melibatkan jumlah input dan output (Tyteca, 1996). Kinerja lingkungan dalam *green productivity* diukur dengan *Environmental Performance Indicator* (EPI) yang merefleksikan efisiensi lingkungan dari proses produksi yang melibatkan jumlah input dan output (Moses, 2007). Indeks EPI dapat dilihat pada rumus (1) sebagai berikut :

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

K adalah jumlah kriteria limbah yang diajukan dan W_i adalah bobot dari masing-masing kriteria. Bobot ini diperoleh melalui penyebaran kuisioner kepada para ahli kimia lingkungan. Bobot yang dimaksud didasarkan pada parameter kesehatan manusia dan keseimbangan lingkungan (flora dan

fauna). Nilai P_i merupakan prosentase penyimpangan antara standar mengenai baku mutu limbah cair dengan hasil analisis perusahaan. Rumus P_i dapat dilihat pada persamaan (2) sebagai berikut:

$$P_i = \frac{\text{standar-analisis}}{\text{standar}} \times 100\% \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa produktivitas pada tahun 2014 sebesar 2,14 sedangkan pada tahun 2013 sebesar 2,28. Berarti terjadi penurunan produktivitas sebesar 6,14%. Penurunan produktivitas tersebut perlu diperbaiki dimulai dari faktor yang mengakibatkan seringnya terjadi proses produksi berhenti yaitu kerusakan mesin, bahan baku, dan proses berlangsungnya produksi gula dan limbah perlu pengolahan lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan. Kinerja lingkungan dengan indeks EPI sebesar 60,32. Selain menghasilkan gula pasir, kegiatan produksi juga menghasilkan beberapa limbah. Limbah industri yang dihasilkan terdiri atas limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Limbah padat berupa blotong dan abu. Limbah cair berupa air pendingin mesin dan pendingin pada unit pembangkit listrik, *blow down* dari ketel akan tercampur bersama air buangan dari air pendingin mesin. Limbah gas berupa asap dan jelaga hasil pembakaran.

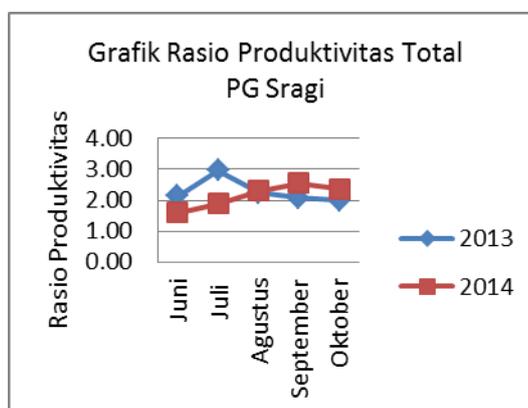
Perhitungan Tingkat Produktivitas

Menurut Sumanth (1984), produktivitas total didapat dengan membandingkan antara output dengan input total. Faktor output merupakan output hasil produksi (rupiah) dan faktor input total merupakan jumlah keseluruhan input yaitu tenaga kerja, material, maintenance, distribusi, penggunaan energy dan bahan bakar.

Perhitungan tingkat produktivitas dapat dilihat pada rumus (3) sebagai berikut:

$$\text{Rasio Produktivitas Total} = \frac{\text{Nilai Total Produksi}}{\text{Nilai Input Total}} \quad (3)$$

Hasil perhitungan rasio produktivitas total PG.Sragi diilustrasikan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 Grafik Rasio Produktivitas Total PG Sragi

Berdasarkan gambar 2 tampak bahwa pada tahun 2013 rasio produktivitas total perusahaan sebesar 2,28 dan rasio produktivitas total perusahaan tahun 2014 sebesar 2,14 sehingga rata-rata rasio produktivitas total perusahaan bulanan tahun 2014 mengalami penurunan sebesar 6,14% dibandingkan dengan rasio produktivitas total tahun 2013.

Perhitungan Indeks *Environmental Performance Indicator*

Environmental performance indicator sebagai indikator untuk mengetahui kinerja lingkungan yang telah dicapai perusahaan, berkaitan dengan limbah yang dihasilkan terhadap lingkungan sekitar yang terkena dampaknya. Untuk menghitung indeks EPI, pertama-tama

dilakukan adalah penyebaran kuesioner kepada bagian pengolahan PG Sragi yaitu bagian Chemical PG Sragi. Penyebaran kuesioner dimaksudkan untuk mendapatkan nilai bobot (*weight*) tingkat bahaya dari masing-masing parameter kandungan bahan kimia limbah cair yang dihasilkan oleh PG Sragi terhadap parameter keseimbangan lingkungan dan parameter kesehatan manusia. Perhitungan indeks EPI dilakukan dengan mengalikan nilai penyimpangan antara standar dengan hasil analisis perusahaan dengan bobot dari masing-masing kriteria limbah yang diperoleh melalui penyebaran kuesioner. Perhitungan indeks EPI dan perhitungan penyimpangan (P_i) dapat dilihat pada rumus (1) dan (2).

Bobot (W_i) merupakan bobot tingkat bahaya yang terdapat dalam limbah. Nilai P merupakan persentase antara standard dengan hasil analisis pengujian limbah. Standar limbah cair pabrik gula Sragi didapat dari Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI). Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, nilai indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*) di PG Sragi sebesar 60,32. Menurut US-EPA (1996, h.12) nilai kategori ini termasuk kategori baik. Dalam suatu indeks EPI apabila terdapat nilai negatif menunjukkan kinerja lingkungan perusahaan tidak baik. Nilai indeks EPI sebesar 60,32 berarti kinerja lingkungan perusahaan sudah sangat baik dan semua parameter limbah sesuai dengan baku mutu limbah cair. Akan tetapi dari 6 parameter zat-zat kimia tersebut, terdapat zat kimia yang mempunyai nilai penyimpangan P_i tinggi antara lain Sulfida sebagai S sebesar 92% dengan indeks EPI sebesar 13,80 dan kadar minyak sebesar 96% dengan indeks EPI sebesar 0,96. Hal ini menunjukkan zat kimia tersebut memiliki zat kimia tinggi bagi manusia dan lingkungan. Semua zat kimia yang terkandung dalam limbah ini dapat memberikan dampak bagi lingkungan (menyebabkan polusi). Dimana zat kimia tersebut dapat menyebabkan iritasi, sesak napas, kejang, kanker, hilangnya kesadaran. Dampak untuk tanaman adalah dapat menyebabkan daun memucat, kering dan akhirnya mati.

Tabel 1. Perhitungan Indeks EPI

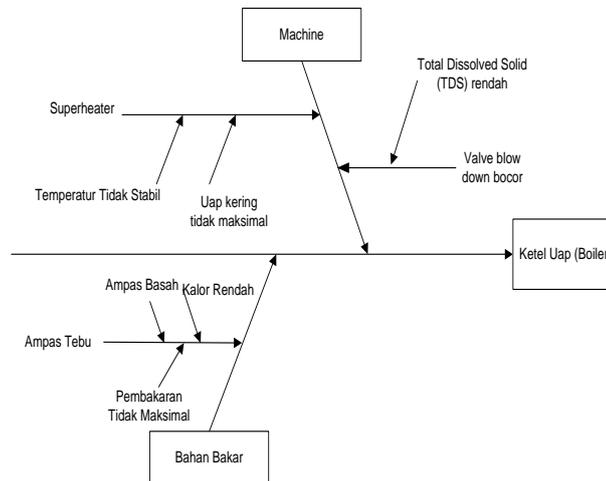
No	Parameter	Bobot W_i	Standar Baku Mutu Air Limbah bagi Industri Gula BBTPPI	Hasil Analisis (mg/L)	Penyimpangan (x 100%) $P_i = \frac{\text{Standar}-\text{Analisa}}{\text{Standar}}$	Indeks EPI ($W_i \times P_i$)
1	BOD	0.175	60	17.14	71.43	12.50
2	COD	0.500	100	36.89	63.11	31.56
3	TSS	0.025	50	27	46.00	1.15
4	Minyak dan Lemak	0.010	5	0.2	96.00	0.96
5	Sulfida sebagai S	0.150	0.5	0.04	92.00	13.80
6	pH	0.140	8	7.8	2.50	0.35
Nilai Indeks EPI						60.32

Identifikasi Faktor yang berpengaruh

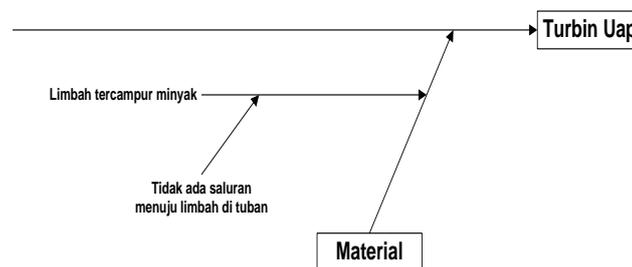
Dalam *green productivity*, diagram sebab akibat sangat bermanfaat untuk mengilustrasikan dengan jelas macam-macam penyebab yang dapat mempengaruhi limbah produksi yang dihasilkan. Identifikasi penyebab masalah dan identifikasi masalah yang mempengaruhi produktivitas dan kinerja lingkungan dilakukan dengan cara pembuatan diagram sebab akibat (*cause effect diagram*). Masalah utama yang mempengaruhi produktivitas dan kinerja lingkungan yang dihadapi oleh PG Sragi yaitu pada stasiun ketel, turbin uap yang berdampak pada limbah cair dan limbah padat blotong. Di pabrik gula ini stasiun boiler memiliki fungsi yang paling penting. Karena apabila stasiun boiler terjadi kerusakan maka kegiatan produksi dapat terhenti. Mesin boiler memiliki fungsi sebagai sumber energi utama (penghasil uap kering) yang digunakan untuk mengoperasikan sebagian besar mesin-mesin produksi. Kurang stabilnya suhu di *superheater* dapat membuat uap kering yang dihasilkan rendah sehingga tidak mampu menggerakkan turbin-turbin.

Permasalahan selanjutnya yang mempengaruhi produktivitas dan kinerja lingkungan yaitu pada limbah yang dihasilkan dari proses produksi gula. Limbah cair dari proses produksi gula PG Sragi telah diolah. Tetapi dalam limbah cair tersebut terkadang terdapat kandungan yang terbawa dari proses produksi gula dan minyak dari proses pelumasan turbin dan mesin yang tidak dapat diolah. Dikarenakan belum adanya saluran khusus untuk pembuangan ke kolam limbah.

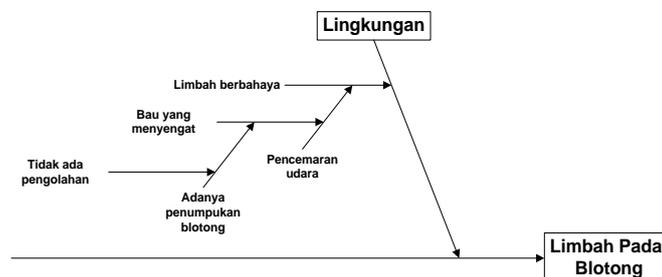
Permasalahan lainnya yaitu limbah padat berupa blotong. Blotong merupakan endapan dari kotoran yang terkandung dalam nira mentah. Blotong termasuk limbah padat yang banyak mengandung zat organik maupun zat anorganik. Dimana pabrik gula membuang bahan ini karena bahan tersebut merupakan bahan yang belum berguna. Masalah yang dihadapi yaitu jumlah limbah padat yang berupa blotong belum dimanfaatkan dengan baik. Limbah padat tersebut belum ditangani dengan baik, sehingga berpotensi menimbulkan masalah bagi komunitas sekitarnya. Misal timbul gangguan pencemaran seperti bau yang tidak sedap dan estetika dari timbunan limbah padat ini.



Gambar 3. Diagram Sebab Akibat pada Ketel Uap (Boiler)



Gambar 4. Diagram Sebab Akibat pada Limbah Cair



Gambar 5. Diagram Sebab Akibat pada Limbah Blotong

Penyusunan Alternatif Solusi

Berdasarkan akar permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai dalam *Green Productivity*, diperoleh beberapa pilihan solusi dari permasalahan yang dialami oleh PG Sragi yaitu Dari permasalahan di ketel uap didapat dua alternatif yang dapat mengatasi permasalahan tersebut yaitu Alat pengontrol dan temperature dan penambahan bahan bakar serbuk kayu dan Alat pengontrol

temperature dan penambahan bahan bakar minyak. Permasalahan yang ada di turbin uap mengakibatkan permasalahan pada limbah cair, terdapat minyak dari proses pelumasan mesin dari turbin yang ikut disalurkan ke limbah perlu dipisahkan secara maksimal untuk mengurangi bahaya limbah minyak, untuk mengatasi permasalahan tersebut diperoleh dua alternatif yaitu Memasang bak penangkap minyak dan memasang DAF (*Dissoveled Air Floatation*). Permasalahan limbah padat berupa blotong yang belum termanfaatkan dengan baik yang menyebabkan penumpukan blotong sehingga menyebabkan bau yang menyengat yang menimbulkan pencemaran udara sehingga dapat menyebabkan limbah blotong menjadi berbahaya. Terdapat dua alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu Memanfaatkan limbah blotong menjadi pupuk organik dan memanfaatkan limbah blotong menjadi briket.

Pemilihan Alternatif

Dari penyusunan alternatif *Green Productivity*, akan dipilih salah satu alternatif yang akan digunakan dalam PG Sragi. Solusi alternative ini diharapkan dapat membantu perusahaan mengatasi masalah beban lingkungan yang terjadi selama ini. Data yang diperlukan untuk melakukan analisis finansial adalah biaya investasi awal, biaya operasional, dan pendapatan berdasarkan harga jual mesin. Berikut ini cara perhitungan pemilihan alternative green productivity menggunakan NPV (Net Present Value) dan IRR (*Internal Rate of Return*) dengan asumsi suku bunga pinjaman sebesar 8 % berdasarkan Lembaga Penjamin Simpanan (LPS) tahun 2014.

1. Permasalahan pada ketel uap

- a. Pemasangan HE (*Heat Exchanger*) dan penambahan bahan bakar alternatif yaitu serbuk kayu. Keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan adalah penghematan biaya bahan bakar sebesar Rp 4.912.211.724,00 atau menurun sebesar 35% dari biaya penggunaan biaya bahan bakar semula yaitu Rp 14.034.890.648,00 yaitu biaya bahan bakar selama masa giling berlangsung. Analisis NPV ini diestimasi hingga periode 5 tahun mendatang hasil perhitungan NPV sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{PVBenefit} &= \text{Total Penghematan} (P/A, i\%, n) = \text{Rp } 4.912.211.724 (P/A, 8\%, 5) \\ &= \text{Rp } 4.912.211.724 \times 3,993 = \text{Rp } 19.614.461.410,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PV Biaya} &= \text{Investasi awal} + \text{Biaya operasional dan perawatan} (P/A, i\%, n) = \text{Rp } 257.600.000 + \text{Rp } 13.600.000 (P/A, 8\%, 5) = \text{Rp } 257.600.000 + (\text{Rp } 13.600.000 \times 3,993) = \\ &= \text{Rp } 301.904.800,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{PVBenefit} - \text{PVBiaya} = \text{Rp } 19.614.461.410,00 - \text{Rp } 301.904.800,00 = \text{Rp } \\ &= 19.312.556.610,00 \end{aligned}$$

- b. Pemasangan HE dan penambahan IDO sebagai bahan bakar minyak. Keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan adalah penghematan biaya bahan bakar untuk ketel sebesar Rp 9.684.423.448,00 atau menurun 70% dari biaya penggunaan bahan bakar semula yaitu Rp 13.834.890.648,00.

$$\begin{aligned} \text{PVBenefit} &= \text{Total Penghematan} (P/A, i\%, n) = \text{Rp } 9.684.423.448 (P/A, 8\%, 5) \\ &= \text{Rp } 9.684.423.448 \times 3,993 = \text{Rp } 38.669.902.830,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PV Biaya} &= \text{Investasi awal} + \text{Biaya operasional dan perawatan} (P/A, i\%, n) \\ &= \text{Rp } 357.600.000 + \text{Rp } 17.500.000 (P/A, 8\%, 5) = \text{Rp } 357.600.000 + (\text{Rp } 17.500.000 \times 3,993) = \text{Rp } 427.477.500,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{PV Benefit} - \text{PV Biaya} = \text{Rp } 38.669.902.830,00 - \text{Rp } 427.477.500,00 \\ &= \text{Rp } 38.242.425.330,00 \end{aligned}$$

2. Permasalahan pada turbin uap yang berakibat pada limbah cair

- a. Memasang Bak Penangkap Minyak

Keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan adalah penghematan biaya pemakaian minyak gelincir sebesar Rp 66.500.000,00 menurun sebesar 35% dari semula Rp 190.000.000,00

Analisis NPV ini diestimasi hingga periode 5 tahun mendatang hasil perhitungan NPV sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{PV Benefit} &= \text{Total Penghematan} (P/A, i\%, n) = \text{Rp } 66.500.000,00 (P/A, 8\%, 5) = \text{Rp } \\ &= 66.500.000,00 \times 3,993 = \text{Rp } 265.534.500,00 \end{aligned}$$

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

$$\text{Rp } 6.000.000,00 + \text{Rp } 3.900.000,00 (P/A, 8\%, 5) = \text{Rp } 6.000.000,00 + (\text{Rp } 3.900.000,00 \times 3,993) = \text{Rp } 21.572.700,00$$

$$\text{NPV} = \text{PV Benefit} - \text{PV Biaya} = \text{Rp } 265.534.500,00 - \text{Rp } 21.572.700,00 = \text{Rp } 243.961.800,00$$

b. Memasang DAF (*Dissoveled Air Flootation*)

Keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan adalah penghematan biaya bahan bakar sebesar Rp 119.000.000,00 atau menurun sebesar 70% dari penggunaan minyak gelincir semula Rp 170.000.000,00. Analisis NPV ini diestimasi hingga periode 5 tahun mendatang hasil perhitungan NPV sebagai berikut:

$$\text{PV Benefit} = \text{Total Penghematan} (P/A, i\%, n) = \text{Rp } 119.000.000,00 (P/A, 8\%, 5)$$

$$= \text{Rp } 119.000.000,00 \times 3,993 = \text{Rp } 475.167.000,00$$

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

$$= \text{Rp } 6.500.000,00 + \text{Rp } 7.600.000,00 (P/A, 8\%, 5)$$

$$= \text{Rp } 6.500.000,00 + (\text{Rp } 7.600.000,00 \times 3,993) = \text{Rp } 36.846.800,00$$

$$\text{NPV} = \text{PV Benefit} - \text{PV Biaya} = \text{Rp } 475.167.000,00 - \text{Rp } 36.846.800,00 = \text{Rp } 438.320.200,00$$

3. Permasalahan pada limbah blotong

a. Memanfaatkan limbah blotong menjadi pupuk organik

Keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan adalah penghematan biaya sebesar Rp 16.000.000,00 atau menurun sebesar 35%

Analisis NPV ini diestimasi hingga periode 5 tahun mendatang hasil perhitungan NPV sebagai berikut: PV Benefit = Total Penghematan (P/A, i%, n) = Rp 16.000.000,00 (P/A, 8%, 5)

$$= \text{Rp } 16.000.000,00 \times 3,993 = \text{Rp } 63.888.000,00$$

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

$$= \text{Rp } 13.500.000,00 + \text{Rp } 4.000.000,00 (P/A, 8\%, 5)$$

$$= \text{Rp } 13.500.000,00 + (\text{Rp } 4.000.000,00 \times 3,993) = \text{Rp } 29.472.000,00$$

$$\text{NPV} = \text{PV Benefit} - \text{PV Biaya} = \text{Rp } 63.888.000 - \text{Rp } 29.472.000,00 = \text{Rp } 34.416.000,00$$

b. Memanfaatkan limbah blotong menjadi briket

Keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan adalah penghematan biaya sebesar Rp 20.000.000,00 atau menurun 70%. Analisis NPV ini diestimasi hingga periode 5 tahun mendatang hasil perhitungan NPV sebagai berikut:

$$\text{PV Benefit} = \text{Total Penghematan} (P/A, i\%, n) = \text{Rp } 20.000.000,00 (P/A, 8\%, 5) =$$

$$\text{Rp } 20.000.000,00 \times 3,993 = \text{Rp } 79.860.000,00$$

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

$$= \text{Rp } 17.500.000,00 + \text{Rp } 6.000.000,00 (P/A, 8\%, 5)$$

$$= \text{Rp } 17.500.000,00 + (\text{Rp } 6.000.000,00 \times 3,993) = \text{Rp } 41.458.000,00$$

$$\text{NPV} = \text{PV Benefit} - \text{PV Biaya} = \text{Rp } 79.860.000,00 - \text{Rp } 41.458.000,00 = \text{Rp } 38.402.000,00$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan dan saran.

4.1 Kesimpulan

1. Hasil dari perhitungan produktivitas dan kinerja lingkungan PG Sragi yaitu:
 - a. Produktivitas pada tahun 2014 sebesar 2,14 sedangkan pada tahun 2013 sebesar 2,28 berarti produktivitas mengalami penurunan sebesar 6,14%.
 - b. Nilai Indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*) sebesar 60,32 menggambarkan kinerja lingkungan yang telah dicapai perusahaan dalam kategori baik berdasarkan range indeks EPI US EPA sebesar 54,00-72,00.
1. Faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan produktivitas dan kinerja lingkungan yaitu:
 - a. Kinerja dari stasiun ketel (boiler)
 - b. Minyak dari turbin uap yang terbawa ke limbah cair
 - c. Penumpukan limbah padat blotong yang menyebabkan pencemaran udara.
2. Solusi perbaikan yang dapat meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan ialah:

- a. Pemasangan *Heat Exchanger* (HE) dengan tambahan minyak bakar dapat menurunkan penggunaan bahan bakar pada proses produksi.
- b. Pemasangan *Dissoveled Air Floatation* (DAF) pada limbah cair untuk mengurangi kandungan minyak.
- c. Pemanfaatan blotong menjadi briket sebagai bahan bakar ketel diharapkan dapat meningkatkan sumber energi dan bahan bakar juga mengurangi pencemaran udara.

4.2 Saran

1. Saran untuk perbaikan produktivitas dan kinerja lingkungan yaitu:
 - a. Untuk meningkatkan produktivitas PG Sragi sebaiknya dengan melakukan pendayagunaan input agar proses produksi yang berjalan dengan lebih baik.
 - b. Kandungan BOD, COD, TSS, minyak, sulfida dalam limbah dapat ditekan dengan memperbaiki proses produksi sehingga limbah yang dihasilkan tidak mengandung bahan pencemar lingkungan dalam kadar tinggi.
2. Perancangan alternatif perbaikan berupa pemasangan *Heat Exchanger* (HE) dengan penambahan minyak bakar, pemasangan *Dissoveled Air Floatation* (DAF) dan pengolahan blotong menjadi briket sebaiknya dapat diimplementasikan dan dipertimbangkan kembali mengingat perbaikan yang dilakukan bermanfaat bagi perusahaan.
3. Implementasi *Green Productivity* sebaiknya dilaksanakan secara berkesinambungan untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Moses, Singgih, L.2012. *Green Productivity: Konsep dan Aplikasi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sumanth, David. 1984. *Productivity Engineering and Management*. McGraw-Hill. ISBN 0- 07-062426-7
- Tyteca.1996. *Business Organizational Response to Environmental Challenges*. Performance Measurement and Reporting. IAG School Management.
- US. EPA (United States Environmental Protection Agency). 1996. *Understanding variation in partition Coeficient, kd, values, volume II*. Offices of Radiation and indoors Air Office of Solid Waste and Emergency. Response US EPA, Washington, DC.