



Peningkatan Produktivitas Dengan Metode *Green Productivity* Pada PT. Bangun Tenera Riau Desa Pantai Raja Kabupaten Kampar

Fahrul Rozi Adami Nasution¹

¹Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Langsa 24426

Meri Andriani^{2*}

^{2*}Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

Yusnawati³

³Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

Alamat: Jln. Prof. Dr. Syarief Thayeb Meurandeh, Langsa - Aceh,

meri_tind@unsam.ac.id

Abstract. *PT Bangun Tenera Riau is a company engaged in the processing of oil palm fresh fruit bunches, located in Pantai Raja Village, Perhentian Raja District, Kampar Regency, Riau Province. The problem faced by PT Bangun Tenera Riau is that the company has not maximally utilized the by-products produced in the form of waste. This research aims to improve the production process by selecting alternative solutions to increase and enhance the initial green productivity index value so that productivity can increase and the impact on the environment can be reduced. The method used in this research is the green productivity method. Based on the environmental performance indicator (EPI) calculation, it is known that the value of biological oxygen demand (BOD) liquid waste has a deviation of -0.63% and an EPI value of -0.16 which exceeds the waste quality standard based on Kep-51 / MENLH / 1995 so that it is necessary to improve the quality of waste through alternative solutions. The alternative solution chosen is an anaerobic biogas reactor and rotating biological contactor (RBC) used to improve waste quality and company productivity. The study's results using the green productivity method obtained an average final total productivity of 1.31 with the initial value of the average productivity in each month being 1.17. The productivity value of the company increased by 0.21 with the efficiency of improving the quality of waste by BOD by 96.81% and converting liquid waste into biogas which is beneficial to the community.*

Keywords: *Efficiency, Waste, Green Productivity, Productivity, Company*

Abstrak. PT. Bangun Tenera Riau adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan tandan buah segar kelapa sawit, yang berlokasi di Desa Pantai Raja, Kecamatan Perhentian Raja, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Masalah yang dihadapi PT. Bangun Tenera Riau yaitu perusahaan belum memanfaatkan secara maksimal produk samping yang dihasilkan berupa limbah. Tujuan penelitian ini untuk melakukan perbaikan proses produksi dengan cara pemilihan alternatif solusi untuk meningkatkan dan memperbaiki nilai indeks *green productivity* awal sehingga produktivitas dapat meningkat dan dampak terhadap lingkungan dapat berkurang. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *green productivity*. Berdasarkan perhitungan *environmental performance indicator* (EPI) diketahui bahwa nilai limbah cair *biological oxygen demand* (BOD) memiliki penyimpangan sebesar -0,63% dan nilai EPI sebesar -0,16 yang melewati standar mutu limbah berdasarkan Kep-51/MENLH/1995 sehingga diperlukan peningkatan mutu limbah melalui alternatif solusi. Alternatif solusi yang dipilih adalah reaktor biogas anaerob dan *rotating biological contactor* (RBC) digunakan untuk meningkatkan

Received September 30, 2023; Revised Oktober 2, 2023; Oktober 21, 2023

*Corresponding author, meri_tind@unsam.ac.id

*Peningkatan Produktivitas Dengan Metode Green Productivity Pada
PT. Bangun Tenera Riau Desa Pantai Raja Kabupaten Kampar*

mutu limbah serta produktivitas perusahaan. Hasil penelitian menggunakan metode *green productivity* rata-rata produktivitas total akhir diperoleh sebesar 1,31 dengan nilai awal rata-rata produktivitas di setiap bulannya adalah 1,17. Nilai produktivitas perusahaan meningkat sebesar 0,21 dengan efisiensi peningkatan mutu limbah sebesar BOD sebesar 96,81%, serta mengubah limbah cair menjadi biogas yang bermanfaat bagi masyarakat.

Kata kunci: Efisiensi, Limbah, Green Productivity, Produktivitas, Perusahaan.

LATAR BELAKANG

PT. Bangun Tenera Riau merupakan perusahaan yang bergerak pada pengolahan kelapa sawit serta menghasilkan crude palm oil (CPO) dan kernel berkualitas tinggi. Perusahaan yang berlokasi di Desa Pantai Raja Kecamatan Perhentian Raja Kabupaten Kampar Provinsi Riau memiliki luas perkebunan kelapa sawit ± 650 ha serta 192 karyawan.. PT. Bangun Tenera Riau melakukan proses produksi setiap harinya, dengan pembagian waktu kerja menjadi 2 shift dengan kapasitas produksi 30 ton TBS/jam. Hasil samping yang dihasilkan dari setiap produksi PT. Bangun Tenera Riau berupa tandan kosong dan limbah cair sisa produksi.

Green productivity merupakan aplikasi dari teknik, teknologi dan sistem manajemen yang tepat untuk menghasilkan produk atau jasa yang ramah lingkungan. Penerapan Green Productivity dapat membuat perusahaan mengalami perbaikan produktivitas, minimasi waste, dan produksi yang lebih baik (Nugroho & Sentoso, 2022). Produktivitas juga merupakan salah satu indikator keberlanjutan suatu industri di masa yang akan datang (Syahputra & Andriani, 2021). Produktivitas total merupakan rasio dari output total terhadap input total (semua input yang digunakan dalam proses produksi)

PT. Bangun Tenera Riau memproduksi bahan baku berupa tandan buah segar (TBS) sebanyak 489.774 ton dengan hasil olahan CPO sebanyak 342.842 m³ dan kernel sebanyak 24.489. Total output penjualan CPO dan kernel yang dihasilkan PT. Bangun Tenera Riau yaitu Rp. 1.114.284.190.000,00 dengan jadwal setiap hari.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, tujuan dalam penelitian adalah mengukur nilai indeks Environmental Performance Indicator (EPI) di PT. Bangun Tenera Riau, memilih alternatif solusi bagi PT. Bangun Tenera Riau, dan mengetahui tingkat produktivitas akhir setelah digunakan alternatif solusi.

KAJIAN TEORITIS

Produktivitas

Pada umumnya pengertian produktivitas merupakan perbandingan antara output atau keluaran yang dihasilkan dengan input atau masukan yang telah digunakan (Wardoyo, 2016). Produktivitas dapat diartikan sebagai berapa besaran penerimaan perusahaan untuk setiap satu satuan biaya yang dikeluarkan dalam kegiatan produksi (Handayani & Hati, 2018). Produktivitas merupakan salah satu bagian penting yang mempengaruhi kemajuan dan kemunduran suatu Perusahaan (Andriani et al., 2015), oleh kateoran itu penting dilakukan pengukuran produktivitas (Effendy et al., 2021). Produktivitas dapat juga dikatakan cerminan dari tingkat efisiensi dan efektifitas kerja secara total (Manullang, 2020).

Produktivitas dibagi ke dalam tiga jenis, yaitu (Sinulingga, 2011):

1. Produktivitas Total

Produktivitas total adalah rasio total output terhadap total atau keseluruhan faktor input yang digunakan untuk menghasilkan output tersebut. Adapun rumus produktivitas total adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Total} = \frac{\text{output total}}{\text{input total}} \dots\dots\dots 1$$

Produktivitas Parsial

Produktivitas parsial ialah rasio output terhadap salah sat faktor input yang digunakan dalam memproduksi output tersebut (Hernandi & Tamtana, 2020).

$$\text{Produktivitas Tenaga Kerja} = \frac{\text{Jumlah Output}}{\text{Jumlah tenaga kerja digunakan}} \dots\dots\dots 2$$

$$\text{Produktivitas Material} = \frac{\text{Jumlah Output}}{\text{Jumlah material digunakan}} \dots\dots\dots 3$$

$$\text{Produktivitas Kapital} = \frac{\text{Jumlah Output}}{\text{Jumlah biaya kapital digunakan}} \dots\dots\dots 4$$

$$\text{Produktivitas Energi} = \frac{\text{Jumlah Output}}{\text{Jumlah energi digunakan}} \dots\dots\dots 5$$

Produktivitas Total Faktor

Produktivitas total faktor mengukur banyaknya output yang dihasilkan oleh satu satuan tenaga kerja bersama kapital. Produktivitas total dinyatakan sebagai rasio net output terhadap perjumlahan tenaga kerja dan faktor kapital. Net output dihitung sebagai total output yang dikurangi dengan jumlah bahan dan jasa antara (intermediate goods and services) yang dibeli dari luar. Produktivitas total faktor dirumuskan (Habibah & Herwanto, 2022) sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Total Faktor} = \frac{\text{Jumlah nilai output bersih}}{\text{input tenaga kerja dan biaya kapital}} \dots\dots\dots 6$$

Green Productivity

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 (Santoso & Nugrahaeni, 2016). Langkah-langkah atau prosedur yang harus dilakukan dalam metode Green productivity untuk mendapatkan solusi terbaik, yaitu (Mubin, 2014):

1. Tahap Perhitungan Produktivitas, pada tahap awal, akan dihitung tingkat produktivitas awal dari perusahaan untuk mengetahui kondisi perusahaan.
2. Tahap Perhitungan Indeks EPI, pada tahap ini dilakukan perhitungan indeks EPI pada perusahaan agar dapat mengetahui bahan kimia yang memiliki kandungan melebihi batas standar yang telah ditentukan dengan menggunakan formulasi berikut:

..... 7

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

Dimana nilai k adalah jumlah kriteria limbah yang diajukan, Pi adalah nilai penyimpangan hasil analisis zat kimia dalam limbah dengan standar baku mutu dan Wi adalah bobot dari masing-masing kriteria. Nilai Pi merupakan prosentase penyimpangan antara standar baku mutu limbah cair berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep 51-/MENLH/10/1995 dengan hasil analisa:

$$P_i = \frac{\text{Standar} - \text{Analisa}}{\text{Standar}} \times 100\% \dots\dots\dots 8$$

3. Perhitungan Green Productivity Ratio, perhitungan ini digunakan untuk menghitung rasio nilai material, tenaga kerja, energi, dan maintenance dilakukan dengan mengetahui jumlah setiap faktor pada alternatif solusi.
4. Tahap Pemilihan Alternatif Solusi, alternatif solusi bertujuan membangun pengolahan limbah. Pemilihan alternatif solusi dari beberapa alternatif solusi yang didapatkan dengan menggunakan metode benefit cost ratio (BCR). Metode benefit cost ratio (BCR) adalah salah satu metode yang sering digunakan dalam tahap-tahap evaluasi awal perencanaan investasi atau sebagai analisis tambahan dalam rangka memvalidasi hasil evaluasi yang telah dilakukan dengan metode lainnya (Suganda, 2020). Metode benefit cost ratio dapat dilakukan menggunakan formulasi berikut (amanullah fathurrahman, iriani, 2020):
 Cost = Penerimaan (A/P.i%.n)
 BCR = Benefit/Cost 9

Environmental Performance Indicator (EPI)

Environmental performance indicator (EPI) menggambarkan efisiensi lingkungan dari proses produksi dengan melibatkan jumlah input dan output . Kinerja lingkungan dalam green productivity diukur dengan environmental performance indicator (EPI) yang merefleksikan efisiensi lingkungan dari proses produksi yang melibatkan jumlah input dan output (Santoso & Nugrahaeni, 2016).

Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Limbah cair pabrik kelapa sawit yang juga dikenal dengan palm oil mill effluent (POME) merupakan hasil samping dari pengolahan tandan buah segar kelapa sawit menjadi minyak sawit kasar. POME adalah air limbah industri minyak kelapa sawit yang merupakan salah satu limbah agroindustri yang menyebabkan polusi terbesar. Limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan terlebih dahulu diberi perlakuan khusus tentang penanganan limbah sehingga dapat diolah agar sesuai dengan baku mutu limbah yang telah ditetapkan oleh badan lingkungan hidup (Zahara,2014). Dalam prosesnya, industri kelapa sawit menghasilkan beberapa limbah jenis limbah dalam prosesnya, yang berupa limbah padat dan cair. Limbah cair industri kelapa sawit yang paling utama adalah POME. Seiring dengan kemajuan teknologi, ternyata biogas juga dapat dibuat dari limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS). Limbah POME bersifat tidak beracun, namun tingginya kandungan zat organik menyebabkan nilai Chemical Oxygen Demand (COD), Biological oxygen demand (BOD) yang masih tinggi, sehingga akan mengganggu ekosistem jika dibuang langsung ke lingkungan. POME merupakan sumber pencemar potensial yang dapat memberikan dampak serius terhadap lingkungan jika tidak ditangani dengan baik (Ramadhan, 2020). Karakteristik limbah cair kelapa sawit dapat dibagi menjadi 5 jenis sebagai berikut:

1. Biological oxygen demand (BOD)
 Biological oxygen demand (BOD) dapat memberikan gambaran kandungan oksigen yang dibutuhkan untuk menghasilkan karbondioksida dan air yang dilakukan oleh mikroba aerob. BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (Sasiang, 2019).
2. Chemical Oxygen Demand (COD)
 Chemical oxygen demand (COD) menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi

secara biologis maupun sukar didegradasi secara biologis menjadi CO₂ dan H₂O. COD atau Chemical Oxygen Demand merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Nuraini, Fauziah, & Lestari, 2019).

Total Suspended Solid (TSS)

Total suspended solid atau padatan tersuspensi adalah semua zat padat atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air, dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel organik. Sebaran zat tersuspensi di laut antara lain dipengaruhi oleh masukan yang berasal dari darat, melalui aliran sungai, ataupun dari udara dan perpindahan karena resuspensi endapan akibat pengikisan (Anwar, Armid, & Emiyarti, 2020).

Potential Hydrogen (pH)

Limbah cair mempunyai pH yang rendah yaitu $\leq 4,3$ yang menunjukkan bahwa limbah tersebut mengandung asam-asam mineral atau asam organik yang tinggi. pH adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen dari larutan. Pengukuran pH (potensial Hidrogen) akan mengungkap jika larutan bersifat asam atau alkali (basa). (Yuniarti, 2019).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, yaitu suatu jenis penelitian dengan mengumpulkan, menyusun, mengolah dan menganalisis data angka agar dapat memberikan gambaran mengenai suatu keadaan tertentu sehingga dapat diambil kesimpulan (Jaya et al., 2020) dari penelitian ini. Data yang diperoleh adalah data primer dan data sekunder selama tahun 2020. Pada penelitian ini terdapat tiga tahapan, yaitu menghitung tingkat produktivitas awal dan akhir, menghitung indeks EPI, dan yang terakhir adalah memilih alternatif solusi..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Produktivitas

Nilai produktivitas perusahaan pada periode 2021 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Produktivitas

No.	Bulan	Produktivitas Total
1	Januari	1,09
2	Februari	1,12
3	Maret	1,18
4	April	1,10
5	Mei	1,15
6	Juni	1,14
7	Juli	1,18
8	Agustus	1,21
9	September	1,19
10	Oktober	1,24
11	November	1,33
12	Desember	1,13
Rata-rata		1,17

Tabel 1 menunjukkan bahwa perhitungan produktivitas perusahaan, diketahui bahwa produktivitas perusahaan sudah cukup baik dengan rata-rata produktivitas sebesar 1,17.

Perhitungan Enviromental Perfomance Indicator (EPI)

EPI merupakan penilaian terhadap kinerja lingkungan dengan menggunakan indeks (Khalatur & Dubovych, 2022), terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Enviromental Perfomance Indicator (EPI)

No	Parameter	Bobot (Wi) (kg/ton)	Kadar Standarisasi Maksimum (mg/L)	Hasil Analisa Limbah PKS (mg/L)	Penyimpangan (Pi) (%)	Indeks EPI (%)
1.	BOD	0,25	100	163	-0,63	-0,16
2.	COD	0,88	350	287	0,18	0,16
3.	TSS	0,63	250	165	0,34	0,21
4.	Lemak Minyak	0,063	25	17	0,32	0,02
4.	Amonia Total	0,125	50	18	0,64	0,08
5.	pH	0,3	8,62	6,5	0,25	0,07
Total Indeks EPI						0,39

Tabel 2 menunjukkan bahwa mutu limbah cair PT. Bangun Tenera Riau diketahui variabel bernilai negatif adalah BOD dengan nilai penyimpangan sebesar -0,63% dan indeks EPI sebesar -0,16% yang artinya berbahaya bagi lingkungan, sedangkan hasil indeks EPI COD (0,16%), indeks EPI TSS (0,21%), indeks EPI Lemak Minyak (0,02%), indeks EPI Amonia Total (0,08%), dan indeks EPI pH (0,07%) variabelnya bernilai positif yang berarti aman bagi lingkungan, sehingga diketahui nilai total indeks EPI untuk mutu limbah PT. Bangun Tenera Riau sebesar 0,39.

Green Productivity Ratio

Perhitungan Green Productivity Ratio untuk material, tenaga kerja, energi, dan maintenance Alternatif Solusi.

1. Data biaya investasi awal

Biaya investasi awal untuk pembuatan dan operasional reaktor biogas anaerob dengan luas lahan 220 m2 sebesar Rp. 500.000.000 dan untuk pembuatan rotating biological contactor (RBC) sebesar Rp. 350.000.000. Total investasi awal yang dibutuhkan PT. Bangun Tenera Riau untuk membangun reaktor biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC) sebesar Rp. 850.000.000.

2. Proyeksi Penerimaan

Penerimaan dari operasional reaktor biogas anaerob untuk pengolahan limbah cair kelapa sawit ini antara lain:

a. Penjualan gas metana hasil pengolahan POME secara anaerob.

Biaya penjualan biogas yang dihasilkan dari reaktor biogas anaerob adalah Rp. 15.000/kg dengan kapasitas bahan baku TBS PT. Bangun Tenera Riau sebanyak 489.774 ton/tahun. Untuk setiap ton tandan buah segar yang dioalah akan menghasilkan 70% (0,7 m3) limbah cair yang akan diolah pada reaktor biogas anaerob menjadi gas metana (CH4). Hasil limbah cair yang diolah menjadi gas metana (CH4) adalah sebagai berikut.

Biogas yang dihasilkan = TBS/tahun x 0,7 m3 = 342.842 m3

Setiap 1 m3 biogas yang dihasilkan setara dengan 0,4 kg LPG dengan harga jual Rp. 15.000/kg, sehingga biaya yang akan didapatkan oleh PT. Bangun Tenera Riau yaitu:

Biaya Penerimaan = Volume biogas x 0,4 kg x harga jual
 = 342.842 m3 x 0,4 kg x Rp. 15.000
 = Rp. 5.142.627.000

Dengan didirikannya pengolahan limbah cair dengan reaktor biogas anaerob ini akan menghasilkan dana penjualan biogas sebesar Rp. 5.142.627.000.

- b. Biaya perawatan dan operasional biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC).

Biaya perawatan dan operasional reaktor biogas anaerob adalah Rp. 5.000.000 dan Rp. 10.000.000 untuk biaya rotating biological contactor (RBC), sehingga setiap tahunnya PT. Bangun Tenera Riau harus mengeluarkan Rp. 180.000.000 untuk biaya tersebut.

Perhitungan green productivity ratio untuk bahan baku, tenaga kerja, energi, dan maintenance dilakukan dengan mengetahui terlebih jumlah setiap faktor pada alternatif solusi dan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Data Output

Apabila alternatif solusi diterapkan, diprediksikan akan mempengaruhi jumlah output. Jumlah output yang diestimasikan adalah jumlah rata-rata output total tahun 2020 dijumlahkan dengan jumlah pendapatan dari pengomposan limbah pabrik kelapa sawit.

Data Output = Rata-rata Output Total + Pendapatan Penjualan biogas

Data Output = Rp. 92.857.015.833 + Rp. 5.142.627.000

Data Output = Rp. 97.999.642.833

2. Data Input Bahan Baku

Jika alternatif solusi diterapkan tidak akan mempengaruhi jumlah input bahan baku. Maka jumlah input bahan baku adalah nilai rata-rata biaya bahan baku tahun 2020.

Data Input bahan baku = Nilai Rata-rata Biaya Bahan Baku Tahun 2020

Data Input bahan baku = Rp. 70.527.456.000

3. Data Input Tenaga Kerja

Jika alternatif solusi ini diterapkan, maka akan mempengaruhi jumlah input tenaga kerja. Jumlah input tenaga kerja adalah nilai rata-rata input tenaga kerja dijumlahkan terhadap penambahan tenaga kerja sebanyak 2 orang dengan gaji Rp. 1.800.000 per bulan untuk setiap tenaga kerja reaktor biogas anaerob dan 2 orang tenaga kerja untuk pengoperasian rotating biological contactor (RBC) dengan gaji sebesar Rp. 2.000.000/bulan.

Data Input Tenaga Kerja

= Nilai Rata-rata Biaya Tenaga Kerja + (2 x Rp. 1.800.000) + (2 x Rp. 2.000.000)

= Rp. 434.630.750 + Rp. 3.600.000 + Rp. 4.000.000

= Rp. 442.230.750

4. Data Input Energi

Jika alternatif solusi ini diterapkan akan mempengaruhi jumlah input energi. Jumlah input energi adalah nilai rata-rata biaya energi tahun 2020 dijumlahkan dengan biaya tambahan energi pemakaian listrik pada reaktor biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC).

Data Input Energi = Nilai Rata-rata Biaya Energi + Biaya Pemakaian Listrik/bulan

Data Input Energi = Rp. 41.666.667 + Rp. 2.500.000 + Rp. 5.000.000

Data Input Energi = Rp. 49.166.667

5. Data Waste

Data ini merupakan rata-rata jumlah limbah tandan kosong dan limbah cair yang diperoleh dari pengolahan minyak kelapa sawit. Alternatif solusi dengan reaktor

*Peningkatan Produktivitas Dengan Metode Green Productivity Pada
PT. Bangun Tenera Riau Desa Pantai Raja Kabupaten Kampar*

biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC) memberikan kontribusi terhadap pengurangan kadar limbah cair dengan persentase penurunan tertinggi 89,761% untuk BOD, 90,268% untuk COD, 98,367 % untuk NH₃. Limbah cair sisa produksi pengolahan kelapa sawit akan diubah menjadi biogas yang aman bagi lingkungan serta bermanfaat bagi peningkatan produktivitas.

Berdasarkan hasil perhitungan green productivity ratio diatas pendapatan total yang didapat PT. Bangun Tenera Riau setelah menggunakan alternatif solusi dengan menggunakan reaktor biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC) adalah :

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan total} &= \text{Biaya output rata-rata} - \text{Total biaya input rata-rata} \\ &= \text{Rp. } 97.999.642.833 - (\text{Biaya input bahan baku} + \text{biaya input tenaga kerja} + \text{biaya input energi}) \\ &= \text{Rp. } 97.999.642.833 - (\text{Rp. } 70.527.456.000 + \text{Rp. } 442.230.750 + \text{Rp. } 49.166.667) \\ &= \text{Rp. } 97.999.642.833 - \text{Rp. } 71.018.853.417 \\ &= \text{Rp. } 26.980.789.416 \end{aligned}$$

Produktivitas total yang didapat PT. Bangun Tenera Riau setelah menggunakan alternatif solusi reaktor biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC) adalah :

Produktivitas Alternatif Solusi

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total biaya output rata-rata}}{\text{Total biaya input rata-rata}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 97.999.642.833}{\text{Rp. } 71.018.853.417} \\ &= 1,38 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan green productivity ratio, diatas diketahui bahwa alternatif solusi dengan menggunakan reaktor biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC) memiliki nilai 1,38. Alternatif solusi ini memiliki nilai yang baik terhadap peningkatan produktivitas perusahaan setelah menggunakan pemanfaatan limbah hasil produksi kelapa sawit dengan metode *green productivity*.

Pemilihan alternatif solusi dilakukan melalui analisa benefit cost ratio (BCR) pada aplikasi reaktor biogas anaerob dan dan rotating biological contactor (RBC) dengan masa investasi diestimasikan hingga 5 tahun mendatang dan bunga 10% di setiap tahunnya, perhitungan indeks BCR adalah:

$$\begin{aligned} \text{Benefit} &= \text{Rp. } 3.771.259.800 \\ \text{Cost} &= \text{Investasi} + \text{Biaya Operasional} \\ &= (\text{Rp. } 26.980.789.416 (A/P.10\%.5)) + \text{Rp. } 180.000.000 \\ &= (\text{Rp. } 26.980.789.416 (0,1319)) + \text{Rp. } 180.000.000 \\ &= \text{Rp. } 3.558.766.124 + \text{Rp. } 180.000.000 \\ &= \text{Rp. } 3.738.766.124 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BCR} &= \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} \\ \text{BCR} &= \frac{\text{Rp. } 3.771.259.800}{\text{Rp. } 3.738.766.124} \\ \text{BCR} &= 1,4 \end{aligned}$$

Nilai BCR yang didapat 1,4 dengan menggunakan alternatif solusi reaktor biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC), sehingga alternatif solusi dapat diterima dikarenakan nilai BCR>1. Dengan didirikannya pengolahan limbah PKS PT. Bangun Tenera Riau menjadi biogas dengan hasil akhir berupa biogas,

namun kadar mutu limbah cair yang dihasilkan tetap sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut untuk mengurangi kadar limbah cair, terutama kadar limbah cair BOD pada PT. Bangun Tenera Riau sebesar 163mg/L dengan indeks Environmental Performance Indicator (EPI) BOD sebesar -0.16. Nilai mutu limbah cair BOD pada PT. Bangun Tenera Riau berada diatas standar mutu limbah cair kelapa sawit yang telah ditetapkan yaitu sebesar 150mg/L sehingga perlu dilakukan pengolahan lanjutan limbah cair dengan rotating biological contactor (RBC). Dengan menggunakan pengolahan rotating biological contactor (RBC) akan mengurangi kadar limbah BOD sebesar 89,761%, sehingga kadar mutu limbah BOD akhir dari limbah cair PT. Bangun Tenera Riau yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Mutu Limbah BOD Akhir} &= \text{Hasil analisa BOD} \times \text{Efisiensi BOD dengan RBC} \\ &= 163\text{mg/L} \times 89,761\% \\ &= 14,63\text{mg/L} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengolahan mutu limbah lanjutan dengan rotating biological contactor (RBC) didapat nilai akhir mutu limbah cair BOD sebesar 14,63mg/L. Nilai ini berada dibawah standar mutu limbah cair kelapa sawit yang ditetapkan pemerintah melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep-51/MENLH/10/1995 dengan standar nilai BOD yaitu 100mg/L. Nilai indeks environmental performance indicator (EPI) BOD akhir setelah menggunakan pengolahan rotating biological contactor (RBC) adalah:

Perhitungan nilai Pi:

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

$$\text{Pi BOD} = \frac{100 - 14,63}{100} \times 100\%$$

$$\text{Pi BOD} = 0,85\%$$

Perhitungan Indeks EPI:

$$\text{Indeks EPI BOD} = 0,25 \times (0,85\%)$$

$$\text{Indeks EPI BOD} = 0,21\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diketahui bahwa nilai penyimpangan (Pi) yang terjadi pada limbah cair BOD setelah menggunakan pengolahan rotating biological contactor (RBC) adalah 0,85% dan indeks environmental performance indicator (EPI) pada mutu limbah cair BOD sebesar 0,21%. Nilai ini berada dibawah standar mutu limbah cair kelapa sawit dan tidak memiliki nilai penyimpangan negatif sehingga sudah menjadi limbah cair yang aman bagi lingkungan.

Alternatif solusi aplikasi reaktor biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC) akan digunakan sebagai alternatif solusi pada penelitian ini dengan nilai green productivity ratio yaitu 1,38 dan nilai BCR 1,4 yang memiliki besaran nilai lebih tinggi dibandingkan alternatif solusi 1. Rata-rata nilai produktivitas total yang diperoleh pada periode Januari hingga Desember 2020 adalah sebesar 1,17 dan pada periode estimasi produktivitas total diperoleh sebesar 1,38 yang berarti bahwa terjadi peningkatan produktivitas sebesar 0,21 serta telah mengubah limbah cair menjadi biogas dengan reaktor biogas anaerob. Limbah yang tersisa dan memiliki kadar BOD yang tinggi kemudian dilakukan pengolahan penurunan kadar limbah dengan rotating biological contactor (RBC) sehingga memiliki nilai yang aman bagi lingkungan. Rekapitulasi nilai produktivitas akhir setelah melakukan peningkatan

*Peningkatan Produktivitas Dengan Metode Green Productivity Pada
PT. Bangun Tenera Riau Desa Pantai Raja Kabupaten Kampar*

produktivitas dengan alternatif solusi biogas dapat dilihat pada Tabel 3. Rekapitulasi Produktivitas Total

No.	Bulan	Produktivitas Total Awal	Produktivitas Total Akhir
1	Januari	1,09	1,30
2	Februari	1,12	1,33
3	Maret	1,18	1,39
4	April	1,10	1,31
5	Mei	1,15	1,36
6	Juni	1,14	1,35
7	Juli	1,18	1,39
8	Agustus	1,21	1,42
9	September	1,19	1,40
10	Oktober	1,24	1,45
11	November	1,33	1,54
12	Desember	1,13	1,34
	Rata-rata	1,17	1,38

Tabel 3. menunjukkan produktivitas total dengan alternatif solusi menggunakan reaktor biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC) di PT. Bangun Tenera Riau, produktivitas total tertinggi terdapat pada bulan November sebesar 1,54 dan rata-rata nilai produktivitas total akhir pada tahun 2020 adalah 1,38 dengan kenaikan tingkat produktivitas meningkat 0,21. Dengan rata-rata nilai produktivitas total akhir 1,38 yang berarti cukup baik dengan nilai lebih daripada 1.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan diperoleh dari peningkatan produksi menggunakan Metode Green Productivity pada PT. Bangun Tenera Riau adalah sebagai berikut:

Hasil indeks EPI mutu limbah cair PT. Bangun Tenera Riau diketahui variabel bernilai negatif adalah biological oxygen demand (BOD) sebesar -0,16, artinya berbahaya bagi lingkungan. Hasil indeks EPI Chemical Oxygen Demand (COD) sebesar 0,16, Total Suspended Solid (TSS) sebesar 0,21, Lemak Minyak sebesar 0,02, N-Total sebesar 0,08, dan pH sebesar 0,07 variabelnya bernilai positif yang berarti aman bagi lingkungan.

Alternatif solusi berupa reaktor biogas anaerob dan rotating biological contactor (RBC). Rotating biological contactor (RBC) dapat menurunkan kadar limbah BOD sebesar 89,761%, dengan volume limbah awal BOD sebesar 163mg/L menjadi 14,63mg/L. Nilai indeks Environmental Performance Indicator (EPI) untuk BOD juga meningkat dari -0,16 menjadi 0,21 yang berarti limbah tidak berbahaya bagi lingkungan dan berada di bawah standar mutu limbah yang ditetapkan pemerintah melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep-51/MENLH/10/1995.

Rata-rata nilai produktivitas total yang diperoleh pada periode Januari hingga Desember 2020 adalah sebesar 1,17. Dengan menggunakan strategi peningkatan produktivitas Metode Green Productivity di PT. Bangun Tenera Riau melalui alternatif solusi penggunaan reaktor biogas anaerob dengan hasil akhir biogas, rata-rata produktivitas total akhir diperoleh

DAFTAR REFERENSI

- Andriani, M., Dewiyana, & Erliana, C. I. (2015). Analisa Subyektifitas dan Beban Kerja Secara Ergonomi Untuk Meningkatkan Produktivitas. *Jurutera*, 02(01), 1–4.
- Effendy, H., Machmoed, B. R., & Rasyid, A. (2021). Pengukuran dan Analisis Produktivitas Menggunakan Metode Objective Matrix (OMAX) (Studi Kasus: di PDAM Kabupaten Gorontalo). *Jambura Industrial Review (JIREV)*, 1(1), 40–47. <https://doi.org/10.37905/jirev.1.1.40-47>
- Habibah, H., & Herwanto, D. (2022). Analisis Produktivitas Tenaga Kerja pada Bagian Produksi Menggunakan Metode Produktivitas Parsial di PT Prima Kemasindo. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2729–2735. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i1.3882>
- Handayani, W. N., & Hati, S. W. (2018). Pengaruh Lingkungan Kerja Fisik Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Operator Bagian Produksi pada Perusahaan Manufaktur Di PT ABC Batam. *Aplikasi Administrasi: Media Analisa Masalah Administrasi*, 21(1), 08. <https://doi.org/10.30649/aamama.v21i1.95>
- Hernandi, Y., & Tamtana, J. S. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Pekerja Pada Pelaksanaan Konstruksi Gedung Bertingkat. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(2), 299. <https://doi.org/10.24912/jmts.v3i2.6985>
- Jaya, D. I., Andriani, M., & Sabardi, W. (2020). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Roti Dengan Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus : UD. Ramadhani, Desa Durian Kecamatan Rantau Kabupaten Aceh Tamiang). *Inaque : Journal of Industrial and Quality Engineering*, 8(1), 49–58. <https://doi.org/10.34010/iqe.v8i1.2784>
- Khalatur, S., & Dubovych, O. (2022). Financial Engineering of Green Finance as an Element of Environmental Innovation Management. *Marketing and Management of Innovations*, 1(1), 232–246. <https://doi.org/10.21272/mmi.2022.1-17>
- Manullang, M. M. (2020). Analisis Pengukuran Produktivitas dengan Menggunakan Metode Mundel dan APC di PT X. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.30998/joti.v2i1.3847>
- Nugroho, A. J., & Sentoso, D. (2022). Analisis Risiko Limbah di Lingkungan Pekerja dengan Metode Enviromental Risk Analysis Untuk Mendukung Pelaksanaan Green Productivity. *Andung Jati Nugroho, Denik Sentoso*, 1(8), 2659–2674. <http://www.ulilalbabinstitute.com/index.php/JIM/article/view/614>
- Syahputra, A., & Andriani, M. (2021). Strategi Peningkatan Produktivitas Perusahaan Menggunakan Total Productivity Model (Tpm) Di Pt. Dolomit Putra Tamiang. *Jurnal Industri Samudra*, 2(1), 2797–7730.