

# PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DAN KINERJA LINGKUNGAN DENGAN PENDEKATAN GREEN PRODUCTIVITY PADA INDUSTRI TAHU DI KECAMATAN MABAR MEDAN

**Kimberly Febrina Kodrat**

Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik UISU

HP 081396661988

[kimberlyfebrina@yahoo.co.id](mailto:kimberlyfebrina@yahoo.co.id)

## Abstrak

*Industri tahu Bam'S Soya Beans adalah salah satu industri berbentuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah yang terdapat di Kecamatan Mabar Medan. Dalam menjalankan proses produksinya industri tersebut menghasilkan limbah padat maupun limbah cair yang dapat mengganggu keberlangsungan produksi dan lingkungan sekitar. Limbah cair yang dihasilkan memiliki konsentrasi melebihi Baku Mutu seperti parameter BOD. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan konsep Green Productivity. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur tingkat produktivitas dan Environmental Performance Index (EPI) perusahaan saat ini, mencari alternatif solusi perbaikan dengan pendekatan Green Productivity dan mengestimasi kontribusi alternatif solusi perbaikan terhadap peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh stasiun kerja yang menghasilkan limbah yaitu perendaman, pencucian, penyaringan, penggumpalan, pencetakan dan pemotongan. Penerapan green productivity yang dilakukan adalah modifikasi peralatan alat penyaring. Peningkatan kinerja lingkungan dari aspek efisiensi 5,2% dan beban pencemaran limbah parameter COD 2 mg/l, pH 7-8, BOD 10 mg/l dan TSS 6 mg/l*

**Kata Kunci :** *Produktivitas, Kinerja Lingkungan, Green Productivity*

## I. PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu jenis makanan yang diminati masyarakat Indonesia. Dasar pembuatan tahu adalah melarutkan protein yang terkandung dalam kedelai dengan menggunakan air sebagai pelarutnya. Industri tahu umumnya identik dengan sistem pengolahan yang masih tradisional. Oleh karena itu tidak heran jika pelaku industri tersebut sangat bergantung pada kondisi ekonomi nasional. Apalagi sebagian besar bahan baku berupa kedelai yang masih impor dari beberapa negara. Sementara kebutuhan nasional terdapat pada kisaran 2,5 juta ton kedelai, namun kedelai produksi nasional hanya mampu mencapai di bawah 800 ribu ton per tahun (1). Perkembangan industri tahu berada dalam posisi fluktuatif dari tahun ke tahun. Besarnya angka konsumsi tahu masyarakat juga akan berimbas pada meningkatnya produksi tahu nasional. Jika produksi meningkat maka produktivitas industri tahu juga akan mengalami peningkatan.

Hasil kerja yang terpengaruh pada input dan menghasilkan sebuah output atau keluaran disebut produktivitas (2). Produktivitas merupakan cara untuk memantau aktivitas kinerja produksi yang penting bagi perusahaan untuk diperhatikan (3). Oleh karena itu akan menjadi penting bagi industri tahu untuk terus meningkatkan perkembangan usahanya.

CV Bamb's Soya Bean merupakan salah satu *home industries* yang di dirikan oleh bapak Mulya Dirja berdiri sejak tahun 1996. Perusahaan ini berlokasi di Jl. Bustami Kampung Benteng Kayu Putih Manggan Kelurahan Mabar Medan.

Kinerja lingkungan memiliki indikator yang dapat mendefinisikan berbagai dampak dari suatu parameter terukur yang didasarkan pada perhitungan jumlah yang diteliti (4). Besaran limbah cair jumlahnya diperkirakan cukup besar mengingat proses pembuatan tahu yang membutuhkan air banyak. Jika limbah tersebut begitu saja dibiarkan mengalir ke sekitar pemukiman masyarakat tanpa terlebih dahulu diolah maka akan menyebabkan pencemaran pada lingkungan sekitar pabrik. Hal tersebutlah yang melandasi peneliti pada penelitian ini untuk lebih fokus pada limbah cair. Diperkirakan jika perusahaan melakukan penanganan pada limbah cairnya akan memberikan efek yang baik bagi usahanya. Efek yang baik tersebut bisa berupa meningkatnya nama baik perusahaan dan juga diperkirakan akan mampu menambah pendapatan perusahaan. Penambahan pendapatan tersebut hanya bersifat mendukung pendapatan saja karena diduga nominalnya tidak sebesar produk utama berupa tahu. Penambahan pendapatan bisa berupa pengolahan yang sistematis terhadap limbah cair seperti menjadikan limbah cair sebagai Pupuk Organik Cair, Nata de soya, dan lain sebagainya. Kinerja lingkungan memiliki indikator yang dapat mendefinisikan berbagai dampak dari suatu parameter terukur yang didasarkan pada perhitungan jumlah yang diteliti (4). Besaran limbah cair jumlahnya diperkirakan cukup besar mengingat proses pembuatan tahu yang membutuhkan air banyak. Jika limbah tersebut begitu saja dibiarkan mengalir ke sekitar pemukiman masyarakat tanpa terlebih dahulu diolah

maka akan menyebabkan pencemaran pada lingkungan sekitar pabrik. Hal tersebutlah yang melandasi peneliti pada penelitian ini untuk lebih fokus pada limbah cair. Diperkirakan jika perusahaan melakukan penanganan pada limbah cairnya akan memberikan efek yang baik bagi usahanya. Efek yang baik tersebut bisa berupa meningkatnya nama baik perusahaan dan juga diperkirakan akan mampu menambah pendapatan perusahaan. Penambahan pendapatan tersebut hanya bersifat mendukung pendapatan saja karena diduga nominalnya tidak sebesar produk utama berupa tahu. Penambahan pendapatan bisa berupa pengolahan yang sistematis terhadap limbah cair seperti menjadikan limbah cair sebagai Pupuk Organik Cair, Nata de soya, dan lain sebagainya.

Konsep *Green Productivity* dipopulerkan oleh *Asian Productivity Organization (APO)* yaitu melakukan penghematan atau pengolahan kembali produk gagal dengan melestarikan lingkungan, sehingga dapat meningkatkan produktivitas (5). Konsep ini dimulai dengan menganalisis input, proses dan output sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi peningkatan produktivitas.. *Green Productivity* dapat diartikan sebagai produktivitas ramah lingkungan yang merupakan bagian dari program peningkatan produktivitas yang ramah lingkungan dalam rangka menjawab isu global tentang pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*).

Untuk melihat sejauh mana dampak yang dihasilkan oleh kinerja lingkungan perusahaan, maka dilakukan penelitian yang berjudul “Peningkatan Produktivitas Dan Kinerja Lingkungan Dengan Pendekatan *Green Productivity* Pada Industri Tahu Di Kecamatan Mabar Medan.”

**II. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Produktivitas**

Menurut Sumanth (2000) produktivitas adalah hubungan antara berapa output yang dihasilkan dan berapa input yang dibutuhkan untuk memproduksi output tersebut Dengan diketahuinya produktivitas, maka akan diketahui pula seberapa efisien sumber-sumber input telah berhasil dihemat.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \dots \dots \dots (1)$$

Pengertian produktivitas sangat berbeda dengan produksi, dimana produksi merupakan salah satu komponen dari produktivitas, selain kualitas dan hasil keluar-annya. Produksi adalah suatu kegiatan yang berhubungan dengan hasil keluaran dan umumnya dinyatakan dengan volume produksi, sedangkan produktivitas berhubungan dengan efisiensi penggunaan sumber daya (masukan menghasilkan tingkat perbandingan antara keluaran dan masukan).

Produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara totalitas pengeluaran pada waktu tertentu dibagi totalitas masukan selama periode tersebut. Dua aspek penting dalam produktivitas yaitu efisiensi dan efektivitas. Efisiensi berkaitan dengan seberapa baik berbagai masukan dikombinasikan atau bagaimana pekerjaan itu dilaksanakan. Ini merupakan suatu kemampuan untuk menghasilkan lebih banyak dari jumlah masukan yang paling minimum. Dalam hal ini berarti bagaimana mencapai suatu tingkat volume tertentu dengan kualitas tinggi, dalam jangka waktu yang lebih pendek, dengan pengeluaran yang seminimal mungkin. Sedangkan efektivitas berkaitan dengan suatu kenyataan apakah hasil yang diharapkan dapat dicapai atau tidak. Berdasarkan definisi diatas dapat disimpulkan bahwa perusahaan atau organisasi harus memperhatikan bagaimana mengkonversikan sumber daya (masukan) menjadi keluaran. Keluran dapat berupa produk yang dimanufaktur, barang yang terjual atau jasa yang diberikan. Keluaran merupakan alat penting karena tanpa keluaran berarti bukan produktivitas. Hal ini menunjukkan keefektifan di dalam mencapai suatu hasil, sehingga produk dapat diberi batasan sebagai seberapa efisiensinya masukan dikonversikan ke dalam keluaran karena faktor masukan menyatakan pemakaian sumber daya seminimal mungkin.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Efektifitas menghasilkan output}}{\text{Efisiensi menggunakan inpur}} \dots \dots (2)$$

Peningkatan produktivitas dan efisiensi merupakan sumber pertumbuhan utama untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Sebaliknya, pertumbuhan yang tinggi dan berkelanjutan juga merupakan unsur penting dalam menjaga kesinambungan peningkatan produktivitas jangka panjang. Dengan jumlah tenaga kerja dan modal yang sama, pertumbuhan output akan meningkat lebih cepat apabila kualitas dari kedua sumber daya tersebut meningkat.

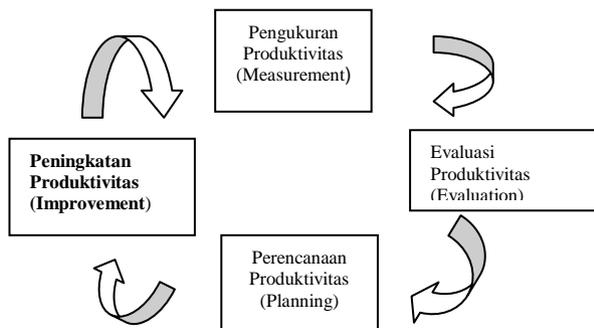
Konsep produktivitas adalah produktivitas tenaga kerja. Tentu saja, produktivitas tenaga kerja ini dipengaruhi, bahkan ditentukan oleh ketersediaan faktor produksi komplementernya seperti alat dan mesin. Namun demikian konsep produktivitas mengacu pada konsep produktivitas sumber daya manusia. Secara umum konsep produktivitas adalah suatu perbandingan antara keluaran dan masukan persatuan waktu.

1. Produktivitas dapat dikatakan meningkat apabila : 1. Produktivitas (P) naik apabila Input (I) turun, Output (O) tetap
2. Produktivitas (P) naik apabila Input (I) turun, Output (O) naik
3. Produktivitas (P) naik apabila Input (I) tetap, Output (O) naik

4. 4. Produktivitas (P) naik apabila Input (I) naik, Output (O) naik tetapi jumlah kenaikan Output lebih besar daripada kenaikan Input.
5. Produktivitas (P) naik apabila Input (I) turun, Output (O) turun tetapi jumlah penurunan Input lebih kecil daripada turunnya Output.

**2.2 Siklus Produktivitas**

Siklus Produktivitas (6) mendefinisikan siklus produktivitas sebagai suatu proses untuk peningkatan produktivitas yang akan melibatkan struktur organisasi yang formal dari level atas hingga level paling rendah. Peningkatan produktivitas perlu dimasukkan dalam program organisasi secara formal karna peningkatan produktivitas memerlukan komitmen yang sangat tinggi dan kontinuitas dalam waktu yang begitu lama. Peningkatan produktivitas akan terjadi apabila indeks produktivitas meningkat, yaitu : 1. Volume output meningkat sedangkan volume input-nya tetap. 2. Volume output tetap atau meningkat dan volume inputnya berkurang. 3. Volume output bertambah lebih besar dari pada pertambahan volume input. Samanth (1985) menjelaskan bahwa siklus produktivitas terdiri atas empat tahap, yaitu (1) measurement; (2) evaluation; (3) planning; (4) improvement.



**Gambar 1. Siklus Produktivitas (Sumanth)**

Siklus produktivitas diawali dengan pengukuran produktivitas, yang hasilnya evaluasi. Setelah hasil pengukuran evaluasi, dilakukan perencanaan langkah-langkah yang akan diterapkan dalam rangka meningkatkan produktivitas, baik dalam rangka pendek maupun panjang. Rencana perbaikan tersebut kemudian di lakukan untuk mencapai tingkat produktivitas yang diinginkan. Keempat tahapan ini dilakukan secara berkesinambungan sehingga peningkatan produktivitas dalam melakukan terus menerus akan mencapai target yang telah ditentukan. Setelah target terpebuhi, maka ditetapkanlah target produktivitas baru sesuai dengan keadaan. Sehingga produktivitas tidak menurun, maka diusulkan penambahan tahapan yaitu sustaining productivity atau mempertahankan produktivitas. Mempertahankan tingkat produktivitas perlu dilakukan secara formal, mempertahankan factor-faktor yang telah dapat meningkatkan produktivitas, memonitor capaian secara terus-menerus dan segera melakukan

tindakan jika ada indikasi bahwa akan terjadi penurunan. Untuk mengetahui sejauh mana hasil dari perbaikan yang telah dilaksanakan maka pengukuran produktivitas harus dilakukan secara terus menerus. Karna keempat tahapan diatas merupakan suatu siklus yang berlanjut dan berkesinambungan. Level produktivitas ditentukan oleh hasil antara output dan input. Karna itu peningkatan produktivitas dapat mencapai jalan meningkatkan output, menurunkan input, atau bergabung dari keduanya.

**1. Produktivitas Parsial**

$$PP = \text{Produktivitas Parsial Produk } i \text{ untuk Faktor Masukan } j \dots\dots\dots (3)$$

Produktivitas parsial terdiri dari :

- a. Produktivitas tenaga kerja,
- b. Produktivitas material,
- c. Produktivitas modal tetap maupun modal lancar,
- d. Produktivitas Energi, dan
- e. Produktivitas lain-lain.

2. Produktivitas total faktor adalah rasio dari output bersih terhadap jumlah dari input tenaga kerja dan input modal. Maksudnya dari output bersih adalah output total yang dikurangi dengan jumlah peralatan jasa yang dibeli.

Formulasi TFP (Total Factor Productivity) dapat ditulis sebagai berikut :

$$TFP = \frac{\text{Net output}}{\text{Labor} + \text{Capital}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

Net Output : keutungan bersih yang diperoleh dalam rupiah

Labor : gaji atau biaya tenaga kerja yang dikeluarkan dalam rupiah

Capital : modal yang dikeluarkan untuk melakukan proses produksi

Keunggulan dari produktivitas total faktor adalah: a) Data dari perusahaan yang relative mudah diperoleh b) Dapat dianalisis dari sudut pandang ekonomi karna menyangkut sebagian besar keadaan ekonomi perusahaan. Kekurangan dari produktivitas total faktor adalah: a) Tidak banyak berpengaruh kepada input bahan baku dan energi. b) Data yang digunakan untuk tujuan membandingkan, baik antara individu yang sama maupun dalam periode waktu yang sama, cenderung sulit dihasilkan.

3. Produktivitas total adalah rasio dari total output dengan total input. Produktivitas total ini menggambarkan keseluruhan faktor input dalam

memproduksi output. Secara garis besar produktivitas total diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Total Productivity} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} \dots \dots \dots (4)$$

Total output yaitu keseluruhan keluaran yang dihasilkan dari proses produksi, dapat berupa keuntungan penjualan atau penghematan rupiah. Total Input yaitu keseluruhan masukan yang dibutuhkan dalam memproses output, berupa penjumlahan antara modal, biaya oprasional, biaya tenaga kerja, biaya bahan baku, dan lain-lain.

Keunggulan dari produktivitas total adalah: a) Memperhatikan semua faktor input yang mempengaruhi output, sehingga dapat menunjukkan kondisi ekonomi perusahaan secara lebih akurat. b) Jika digunakan bersamaan produktivitas parsial maka akan mengarah-kan perhatian manajemen pada arah yang tepat. c) Mudah dihubungkan dengan biaya.

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui lima tahapan yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, pengolahan data, tahap analisis data, dan tahap penarikan kesimpulan. Pada tahap pendahuluan yang merupakan langkah awal dari penelitian dengan melakukan studi lapangan dan studi pustaka. Studi lapangan bertujuan mengetahui kondisi riil perusahaan khususnya proses yang banyak menghasilkan limbah. Setelah memperoleh gambaran dari survei awal dan mengetahui kendala-kendala yang dihadapi oleh perusahaan, maka dilakukan studi pustaka untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan sehingga penelitian tersebut mempunyai dasar teori yang terarah dan memberikan hasil pemecahan yang optimal. Tahap pengumpulan data yaitu melakukan pengambilan data dengan wawancara dan pengamatan langsung. Data tersebut meliputi gambaran umum perusahaan, proses produksi, input dan output hasil produksi, rekapan hasil analisis kandungan zat kimia, dan penyebaran kuisioner. Kuisioner dimaksudkan untuk menentukan nilai bobot (weight) dari tingkat bahaya setiap zat kimia terhadap parameter keseimbangan lingkungan dan kesehatan manusia. Responden penelitian adalah ahli kimia lingkungan. Tahap pengolahan data yaitu melakukan pengolahan data yang dikumpulkan untuk mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Pengolahan data tersebut meliputi pengukuran tingkat produktivitas, perhitungan indeks Environmental Performance Indicator (EPI), identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan serta penyusunan alternatif-alternatif perbaikan, pemilihan alternatif perbaikan berdasarkan nilai indeks Benefit Cost Ratio (BCR) tertinggi, estimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan, dan penyusunan rencana implementasi. Pengukuran produktivitas dilakukan dengan membagi antara output total dengan input total yang

meliputi penggunaan material, biaya tenaga kerja, dan penggunaan energi. EPI merupakan tolak ukur kinerja dan performansi lingkungan suatu perusahaan. Indeks EPI dihitung melalui perkalian antara bobot (weight) tingkat bahaya suatu zat kimia dengan prosentase penyimpangan jumlah kandungan zat kimia dalam limbah. Identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan yaitu mencari faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Setelah itu, menyusun beberapa alternatif-alternatif perbaikan yang disesuaikan dengan tujuan yang telah ditetapkan. Pemilihan alternatif perbaikan berdasarkan nilai indeks Benefit Cost Ratio (BCR) tertinggi. Dalam memilih alternatif solusi yang telah dimunculkan pada tahap sebelumnya dengan mempertimbangkan indeks BCR. Nilai perbandingan ini menunjukkan besarnya manfaat yang akan diperoleh perusahaan dibandingkan pengeluaran yang dibebankan. Pemilihan alternatif didasarkan atas nilai BCR yang paling tinggi. Estimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan. Setelah menemukan alternatif terbaik dan melakukan analisis teknisnya, selanjutnya dibuat estimasi peningkatan terhadap angka produktivitas serta indeks EPI. Ini merupakan salah satu tujuan utama konsep Green Productivity, yaitu senantiasa meningkatkan produktivitas namun tetap memperhatikan kinerja lingkungan. Selanjutnya, penyusunan rencana implementasi yang merupakan kelanjutan dari analisis kelayakan teknis, dimana akan dibuat jadwal rencana implementasi. Pada tahap analisis dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data. Sebagai tahap akhir, yaitu tahap penarikan kesimpulan hasil penelitian yang dilakukan.

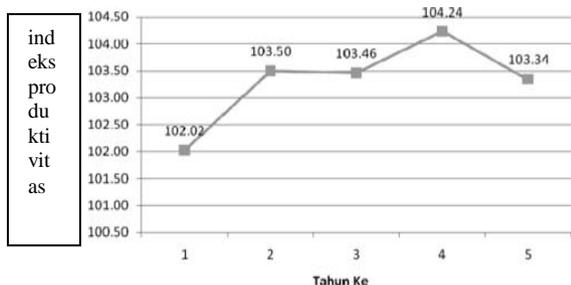
### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perhitungan Tingkat Produktivitas

Produktivitas diperoleh dengan membandingkan antara output total dengan input total. Faktor input meliputi input material utama dan input produksi, sedangkan faktor output merupakan output hasil produksi (dalam rupiah). Perhitungan tingkat produktivitas total perusahaan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Hasil perhitungan indeks produktivitas CV. Soya Beans dapat dilihat pada Gambar 2



**Gambar 2. Dinamika Indeks Produktivitas CV Soya Beans**

Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa produktivitas CV Soya Beans mengalami penurunan pada tahun terakhir sebesar 0,9%, hal ini dikarenakan indeks produktivitas total pada tahun terakhir lebih kecil dari indeks produktivitas total pada tahun sebelumnya.

**4.2 Perhitungan Indeks Environmental Indicator(EPI)**

Tidak ada dasar yang tetap (konsisten) dalam pemilihan indikator-indikator, jumlah indikator ataupun teknik- teknik pengukuran dan ketentuan standar. EPI merefleksikan efisiensi lingkungan dari sebuah proses produksi yang melibatkan jumlah input dan output. Karakter-karakter EPI yaitu (a) relevansi, (b) keakuratan analisis, (c) dapat diukur (measurebility), dan (d) dapat dibandingkan (comparability). Perhitungan indeks EPI dilakukan dengan mengalikan nilai penyimpangan antara standar BAPEDAL dengan hasil analisis perusahaan dengan bobot dari masing-masing kriteria limbah yang diperoleh melalui penyebaran kuisioner.

Indeks EPI dihitung dengan rumus:

$$\text{Indeks EPI} = \sum_{i=1}^k W_i \cdot P_i \dots\dots\dots (6)$$

Dimana  $W_i$  merupakan bobot variabel ke- $i$  yang diperoleh dari kuesioner, sedangkan untuk nilai  $P_i$  merupakan prosentase penyimpangan antara standar BAPEDAL dengan CV. Soya Beans, dengan rumus:

$$P = \frac{\text{Standar} - \text{Hasil Analisa}}{\text{Standar}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Untuk mengetahui tingkat bahaya dari masing-masing parameter bagi manusia dan lingkungan diperlukan kuisioner guna pembobotan *Environmental Performance Indicator* (EPI). Pembobotan EPI dilakukan melalui penyebaran kuisioner kepada 12 orang responden. Skala penilaiannya adalah 1-5, dimana semakin besar nilainya, maka semakin besar pula bahayanya bagi manusia dan lingkungan. Berdasarkan hasil uji validity dan reliability diketahui bahwa kuisioner yang dibuat valid dan reliable, yang berarti bahwa kuisioner yang sama dapat diberikan kepada responden yang lain tanpa memberikan tingkat penyimpangan yang signifikan. Hal ini ditunjukkan

oleh nilai alpha yang lebih besar daripada nilai  $r$  tabel sebesar 0,3981. Hasil perhitungan diperoleh nilai indeks EPI masing-masing kriteria sebagaimana pada Tabel 1. Berdasarkan hasil tersebut, total indeks EPI CV Soya Beans bernilai positif yaitu sebesar 16,64; artinya bahwa secara umum kandungan zat-zat kimia tersebut dalam limbah telah memenuhi standar maksimum yang telah ditentukan. Akan tetapi, dari 7 parameter zat-zat kimia tersebut, terdapat beberapa zat kimia yang mempunyai nilai penyimpangan ( $P_i$ ) tinggi antara lain kadar minyak sebesar 90,38% dengan indeks EPI 2,98, CO sebesar 98,94%, dengan indeks EPI 3,52, dan kadar SO<sub>2</sub> sebesar 99,44% (hampir 100%) dengan indeks EPI 4,06%. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga zat kimia tersebut memiliki tingkat bahaya yang tinggi bagi manusia dan lingkungan. Semua zat kimia yang terkandung dalam limbah ini dapat memberikan dampak bagi lingkungan (menyebabkan polusi) dimana ketiga zat kimia tersebut dapat menyebabkan iritasi, kanker, sesak napas, kejang, dan hilangnya kesadaran serta berakibat pada tanaman antara lain, dengan gejala beberapa daun memucat, kering dan akhirnya mati. kimia tersebut dalam limbah telah memenuhi standar maksimum yang telah ditentukan. Akan tetapi, dari 7 parameter zat-zat kimia tersebut, terdapat beberapa zat kimia yang mempunyai nilai penyimpangan ( $P_i$ ) tinggi antara lain kadar minyak sebesar 90,38% dengan indeks EPI 2,98, CO sebesar 98,94%, dengan indeks EPI 3,52, dan kadar SO<sub>2</sub> sebesar 99,44% (hampir 100%) dengan indeks EPI 4,06%. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga zat kimia tersebut memiliki tingkat bahaya yang tinggi bagi manusia dan lingkungan. Semua zat kimia yang terkandung dalam limbah ini dapat memberikan dampak bagi lingkungan (menyebabkan polusi) dimana ketiga zat kimia tersebut dapat menyebabkan iritasi, kanker, sesak napas, kejang, dan hilangnya kesadaran serta berakibat pada tanaman antara lain, dengan gejala beberapa daun memucat, kering dan akhirnya mati

**4.3 Identifikasi Faktor-Faktor yang Berpengaruh**

Dalam Green Productivity, diagram sebabakibat sangat bermanfaat untuk mengilustrasikan dengan jelas macam-macam penyebab yang dapat mempengaruhi limbah produksi yang dihasilkan. Mesin boiler di stasiun perebusan memiliki fungsi sebagai sumber energi utama (penghasil uap kering) yang digunakan untuk mengoperasikan sebagian besar mesin-mesin yang ada di lantai produksi. Tidak stabilnya suhu pada superheater menyebabkan uap kering yang dihasilkan rendah sehingga tidak mampu untuk menggerakkan turbin-turbin. Hal ini disebabkan tidak adanya alat kontrol temperatur untuk mengetahui temperatur air pada superheater. Selama ini pengecekan temperatur hanya dengan mengalirkan uap basah dan membuka starting

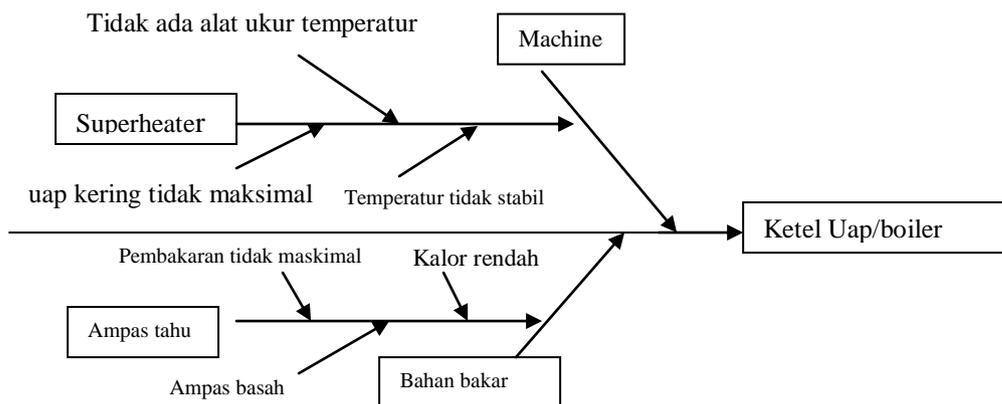
valve. Disamping itu, rendahnya mutu bahan bakar mengakibatkan proses pembakaran tidak maksimal dan suhu kalor yang dihasilkan rendah. Dari proses pelumasan turbin dan mesin, minyak yang dihasilkan tidak bisa diolah, dikarenakan tidak adanya saluran khusus untuk pembuangan ke kolam limbah. Sehingga perlu dilakukan perbaikan pada proses

pengolahan limbah cair tersebut dengan penambahan alat baru agar dapat menurunkan kadar minyak yang terkandung dalam limbah hasil produksi.

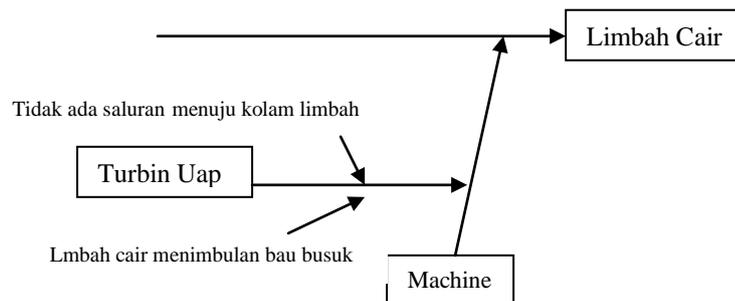
**Tabel 1. Hasil Perhitungan Indeks EPI**

Parameter	Bobot (Wi) (mg/l)	Standard Bapedal (mg/l)	Hasil Analisis (mg/l)	Penyimpangan (Pi) (%)	Indeks Epi (WiPi)
BOD <sub>5</sub>	3,50	21,1	10	52,61	1,84
COD	3,17	41,7	2	49,64	1,57
TSS	3,38	20,8	6	71,15	2,40
Minyak&Lemak	3,29	20,8	0,2	90,38	2,98
Sulfida	4,08	0,208	0	0,00	0,00
CO	3,58	1000	15,21	98,47	3,52
SO <sub>2</sub>	4,08	800	4,48	99,44	4,06
<b>Indeks EPI</b>					<b>16,37</b>

Berikut ini penyebab-penyebab yang mempengaruhi tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan, yaitu permasalahan pada ketel uap (boiler) pada Gambar 3 dan permasalahan pada limbah cair pada Gambar 4.



**Gambar 3. Diagram Sebab-Akibat pada Ketel Uap (boiler)**



**Gambar 4. Diagram Sebab-Akibat Permasalahan Limbah Cair**

Berdasarkan diagram sebab-akibat pada Gambar 3 dan 4, maka faktor-faktor yang mempengaruhi, maka faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan vitas dan kinerja lingkungan adalah: (1) tidak stabilnya suhu bahan ketel uap (boiler), yakni tidak adanya alat kontrol temperatur untuk mengetahui temperatur air pada superheater. Selain itu, mutu bahan bakar rendah mengakibatkan kalor pembakaran pada mesin boiler yang dihasilkan rendah, dan (2) limbah cair yang dihasilkan, yakni adanya minyak dari proses pelumasan mesin dari turbin yang terikut disalurkan ke limbah.

#### 4.4 Penyusunan Alternatif Solusi

Berdasarkan pada hasil analisis diagram sebab akibat, diperoleh beberapa pilihan solusi dari dua permasalahan yang penting yang dialami oleh CV. Soya Beans agar dapat melakukan penerapan Green Productivity, yaitu pertama, permasalahan di ketel uap. Dari permasalahan di ketel uap (Boiler) diperoleh dua alternatif yang dapat mengatasi permasalahan tersebut meliputi: (1) alat pengontrol temperatur dan penambahan bahan bakar serbuk kayu. Tidak stabilnya suhu pada superheater menyebabkan uap kering yang dihasilkan rendah sehingga tidak mampu untuk menggerakkan turbin-turbin. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu alat untuk mengontrol suhu yaitu dengan pemasangan alat ukur panas (Heat Exchanger). Alat ini terdiri atas sebuah shell yang didalamnya berisi banyak tabung-tabung kecil yang sumbunya sejajar dengan sumbu shell. Disamping itu dilakukan penambahan bahan bakar berupa serbuk kayu yang memiliki kalor pembakaran yang tinggi. Adapun tujuan dari penambahan bahan bakar serbuk kayu untuk meringankan beban bahan bakar karena kalor yang dihasilkan lebih tinggi, dan (2) alat pengontrol temperatur dan penambahan bahan bakar minyak bakar. Tidak stabilnya suhu pada superheater menyebabkan uap kering yang dihasilkan rendah sehingga tidak mampu untuk menggerakkan turbin-turbin. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu alat untuk mengontrol suhu yaitu dengan pemasangan alat ukur panas (Heat Exchanger). Tetapi sebagai bahan bakar tambahan digunakan minyak bakar dengan nilai kalor pembakaran yang cukup tinggi sehingga beban bahan bakar ketel sangat rendah dan meningkatkan air kondensat yang bisa dimanfaatkan untuk menangkap abu ketel (*Wet Dust Coller*). Permasalahan kedua yaitu limbah cair. Adanya minyak dari proses pelumasan mesin dari turbin yang terikut disalurkan ke limbah perlu dipisahkan secara maksimal untuk mengurangi bahaya limbah minyak dan juga penghematan kebutuhan minyak pelumas sehingga bisa terjadi penghematan dari segi biaya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperoleh dua alternatif, meliputi: (1) bak penangkap minyak, yang berfungsi untuk memisahkan minyak dengan air secara perbedaan densitas (massa jenis) yaitu minyak

berada di atas dan air berada di bawah. Di kolam penangkap minyak, minyak yang berada di bagian atas bak tersebut akan mengalir secara overflow. Selanjutnya disalurkan kembali ke tempat penampungan minyak gelincir, sehingga kebutuhan minyak gelincir bisa dihemat, dan Penyusunan Alternatif Solusi Berdasarkan pada hasil analisis diagram sebab akibat, diperoleh beberapa pilihan solusi dari dua permasalahan yang penting yang dialami oleh CV. Soya Beans agar dapat melakukan penerapan *Green Productivity*, yaitu pertama, permasalahan di ketel uap. Dari permasalahan di ketel uap (Boiler) diperoleh dua alternatif yang dapat mengatasi permasalahan tersebut meliputi: (1) alat pengontrol temperatur dan penambahan bahan bakar serbuk kayu. Tidak stabilnya suhu pada superheater menyebabkan uap kering yang dihasilkan rendah sehingga tidak mampu untuk menggerakkan turbin-turbin. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu alat untuk mengontrol suhu yaitu dengan pemasangan alat ukur panas (*Heat Exchanger*). Alat ini terdiri atas sebuah shell yang didalamnya berisi banyak tabung-tabung kecil yang sumbunya sejajar dengan sumbu shell. Disamping itu dilakukan penambahan bahan bakar berupa serbuk kayu yang memiliki kalor pembakaran yang tinggi. Adapun tujuan dari penambahan bahan bakar serbuk kayu untuk meringankan beban bahan bakar karena kalor yang dihasilkan lebih tinggi, dan (2) alat pengontrol temperatur dan penambahan bahan bakar minyak bakar. Tidak stabilnya suhu pada superheater menyebabkan uap kering yang dihasilkan rendah sehingga tidak mampu untuk menggerakkan turbin-turbin. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu alat untuk mengontrol suhu yaitu dengan pemasangan alat ukur panas (*Heat Exchanger*). Tetapi sebagai bahan bakar tambahan digunakan minyak bakar dengan nilai kalor pembakaran yang cukup tinggi sehingga beban bahan bakar ketel sangat rendah dan meningkatkan air kondensat yang bisa dimanfaatkan untuk menangkap abu ketel (*Wet Dust Coller*). Permasalahan kedua yaitu limbah cair. Adanya minyak dari proses pelumasan mesin dari turbin yang terikut disalurkan ke limbah perlu dipisahkan secara maksimal untuk mengurangi bahaya limbah minyak dan juga penghematan kebutuhan minyak pelumas sehingga bisa terjadi penghematan dari segi biaya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperoleh dua alternatif, meliputi: (1) bak penangkap minyak, yang berfungsi untuk memisahkan minyak dengan air secara perbedaan densitas (massa jenis) yaitu minyak berada di atas dan air berada di bawah. Di kolam penangkap minyak, minyak yang berada di bagian atas bak tersebut akan mengalir secara overflow. Selanjutnya disalurkan kembali ke tempat penampungan minyak gelincir, sehingga kebutuhan minyak gelincir bisa dihemat, dan (2) memasang DAF (*Dissoveled Air Floatation*). DAF adalah seperangkat alat pemisah

minyak dari air dimana alat DAF dilengkapi tangki resentasi yang berfungsi mengontakkan udara yang bertekanan untuk mengapungkan minyak didalam limbah yang kemudian ditangkap dengan scraper sehingga minyak akan dialirkan melalui saluran yang sudah dibuat untuk dipakai ulang dan cairannya akan dialirkan ke proses selanjutnya di Unit Pengolahan Limbah Cair (UPLC).

#### 4.5 Pemilihan Alternatif Perbaikan Berdasarkan Nilai Benefit-Cost Ratio (BCR) Tertinggi

Hasil penyusunan alternatif diatas dapat dipilih satu alternatif sehingga dapat membantu perusahaan mengatasi masalah dengan biaya yang minimal. Adapun data-data yang dibutuhkan untuk menentukan alternatif yang akan dipakai nantinya di perusahaan yaitu data biaya investasi awal, biaya operasional dan biaya penghematan. Pada permasalahan pertama, indek rasio BCR.

$$\frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} = \frac{166.675.966}{494.272.302} = 0,33$$

dan indek rasio BCR alternatif II

$$\frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} = \frac{507.138.171}{494.272.302} = 1,03$$

Berdasarkan hasil perhitungan indeks BCR pada permasalahan yang pertama, maka terpilih alternatif II (memasang Heat Exchanger dan bahan bakar alternatif minyak bakar) karena indeks BCR alternatif II sebesar 1,03 lebih besar dari alternatif I (memasang Heat Exchanger dan bahan bakar alternatif serbuk kayu) dengan indeks BCR 0,33. Hal ini dikarenakan, hasil bahan bakar yang digunakan yaitu minyak bakar lebih baik dan lebih ramah lingkungan dari pada memakai serbuk kayu. Berdasarkan hasil perhitungan indeks BCR pada permasalahan yang kedua, maka terpilih alternatif II memasang DAF (*Dissoveled Air Floation*) dengan indeks BCR 1,24 lebih besar dari alternatif I memasang bak minyak dengan indeks BCR 0,99, hal

ini dikarenakan, hasil pengolahan untuk mengambil minyak lebih cepat terpisah. Nilai indeks BCR > 1 menunjukkan bahwa biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan lebih kecil dari pada keuntungannya. Demikian pula, dengan menaati peraturan pemerintah tentang perlindungan lingkungan maka besarnya biaya yang ditanggung sebagai konsekuensi dari pengendalian limbah dan perlindungan lingkungan.

#### 4.6. Estimasi Kontribusi Alternatif Terpilih

Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan produktivitas yang dapat dicapai oleh alternatif terpilih yakni alternatif II, maka dapat dilakukan estimasi berdasarkan penghematan yang dapat diperoleh. Hasil estimasi kontribusi solusi terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan menunjukkan bahwa solusi yang terpilih tersebut memberikan peningkatan bagi produktivitas dan kinerja lingkungan yang dinyatakan sebagai indeks EPI sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Estimasi Peningkatan Produktivitas dan Kinerja Lingkungan**

Perbaikan	Kondisi Awal (%)	Estimasi (%)
Indeks Produktivitas (ketel uap)	103,36	103,64
Indeks Produktivitas (limbah minyak)	103,36	104,18
Indeks EPI	16,37	16,56

#### 4.7 Rencana Implementasi

Hasil pemilihan alternatif pada permasalahan pertama yaitu alternatif II, selanjutnya dapat disusun rencana implementasi perbaikan sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 3. Hasil pemilihan alternatif pada permasalahan kedua yaitu alternatif II, selanjutnya dapat disusun rencana implementasi alternatif II sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 4.

**Tabel 3. Rencana Implementasi Perbaikan pada Permasalahan Pertama (Ketel Uap).**

No	Tujuan	Target	Tindakan	Pelaksanaan
1	Menurunkan penggunaan bahan bakar pada proses produksi	Mengidentifikasi bahan bakar di ketel uap dan pemasangan HE	Menaikan suhu fresh water boiler dan menambahkan bahan bakar alternatif yaitu	Departemen produksi
2	Menurunkan dampak Limbah udara terhadap lingkungan	Mengurangi asap pembakaran pada ketel boiler	Menaikan suhu feed water boiler dan menambahkan IDO sebagai bahan bakar alternatif	Departemen produksi

**Tabel 4. Rencana Implementasi Perbaikan pada Permasalahan Kedua (Limbah Cair)**

No	Tujuan	Target	Tindakan	Pelaksanaan
1	Memperbaiki buangan limbah cair	Menurunkan kandungan minyak pada limbah cair	Memasang bak penangkap minyak Departemen limbah	Departemen limbah
2	Memperbaiki buangan limbah cair	Menurunkan kandungan minyak pada limbah cair	Memasang DAF (Dissoveled Air Floatation)	Menurunkan kandungan minyak pada limbah cair

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan perusahaan perusahaan adalah kinerja ketel uap (inerja ketel uap (boiler), dan pengolahan limbah cair. Berdasarkan nilai indeks Benefit Cost Ratio (BCR) tertinggi, maka alternatif perbaikan yang diusulkan adalah pemasangan Heat Exchanger dan penambahan bahan bakar minyak dan pemasangan DAF (Dissoveled Air Floatation). Dari hasil estimasi kontribusi, alternatif yang terpilih tersebut dapat memberikan peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan dibandingkan dengan pada kondisi awal

### 5.2 Saran

Diharapkan pengelola industri selain memperhatikan tingkat produktivitas, perusahaan juga memperhatikan aspek lingkungan

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. R Antonius et al 2020, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 475 012068 *Production of biodegradable package material from tofu industry byproduct. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
- [2]. Rosyidah, M., Sholekah, L., & Oktarini, D. 2020. *Optimasi Green Productivity pada Industri Karet di PT. X Palembang.* Jurnal METRIS, 21(01), 59–66. <https://doi.org/10.25170/metris.v21i01.2434>.
- [3]. Pratama, H. H. 2017.. *Peningkatan Produktivitas Dan Kinerja Lingkungan Menggunakan Metode Green .* Jurnal Teknik Industri, 16(2), 63.
- [4]. Mubin, A., & Zainuri, S. 2012, *Peningkatan Produktivitas Dan Kinerja Lingkungan Dengan Metode Green Productivity Di PT. XYZ.* Jurnal Teknik Industri, 13(2),
- [5]. Asian Productivity Organization, 2001, *A Measurement Guide to Green Productivity.* Tokyo : APO.
- [6]. Sumanth, D.J. 1984. *Productivity Engineering And Management.* ISBN : 0070624267. Mc.Graw.hill.
- [7]. Amarit Sittichinnawing1, 2012. *Green productivity index of cayenne pepper Production (case study in nongkhai province)* 1st Mae Fah Luang University Internation Conference
- [8]. BAPEDAL Sumatera Utara, 2002. *Keputusan Gubernur Sumatera Utara No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Sendiri.*
- [9]. Ciptomulyono, U., 2001. *Eco-Manufacturing: Paradigma Menuju Industri yang Berwawasan Lingkungan.* Makalah Seminar Nasional Strategi Manufaktur. ITS. Surabaya.
- [10]. Ika, P.D. dan Moses L.S., 2012. *Implementasi Green Productivity sebagai Upaya untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kinerja Lingkungan.* <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate/7054-2502109010-makalah.pdf>. Diakses pada 1 Oktober 2012.
- [11]. Iriani, 2006. *Alternatif Solusi Pengurangan Limbah Pada Perusahaan Dengan Penerapan Green Productivity.* Jurnal Teknik Kimia, 1 (1).
- [12]. Djajadiningrat, S.T., dan Famiola M., 2004. *Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan (Eco-Industrial Park).* Rekayasa Sains. Bandung.