

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Tahu merupakan makanan yang populer di Indonesia dan juga di banyak negara Asia. Tahu adalah makanan yang terbuat dari biji kedelai, kaya nutrisi dan mengandung beberapa zat penting bagi kesehatan tubuh. Menurut penelitian Seftiono (2017) kandungan zat dan gizi pada 100 gram tahu adalah Protein (8,1 gram), Lemak (4,2 gram), Karbohidrat (1,9 gram), Kalsium (111 mg), Zat Besi (1,8 mg), Fosfor (121 mg), serat (0,6 mg). dimana kandungan zat dan gizi yang dibutuhkan manusia perharinya adalah Protein (0,8 gram per kilogram berat badan), Lemak (44-77 gram), Karbohidrat (225-325 gram), Kalsium (1.000-1.200 mg), Zat Besi (8-18 mg), Fosfor (700-1.250 mg), serat (25-38 gram).

Industri tahu merupakan salah satu industri makanan yang cukup penting di Indonesia. Industri tahu telah berkembang pesat sejak dulu, dan hingga kini masih menjadi salah satu industri makanan yang memiliki potensi untuk terus berkembang. Saat ini, industri tahu tidak hanya terbatas pada skala rumahan, tetapi juga sudah bergerak ke skala industri besar. Meskipun begitu, industri tahu masih memiliki beberapa tantangan dan permasalahan yang perlu diatasi. Salah satu permasalahan tersebut adalah terkait dengan aspek lingkungan, yaitu limbah produksi tahu yang masih sulit untuk diolah dan dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan adanya upaya untuk meningkatkan produktivitas industri tahu dengan mengoptimalkan penggunaan

sumber daya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu konsep yang dapat digunakan untuk mencapai hal tersebut adalah *Green Productivity*(GP), yaitu konsep produktivitas yang berfokus pada pengembangan sistem produksi yang ramah lingkungan. Proses produksi yang baik tidak hanya melihat bagaimana cara mengolah limbah akhir yang dihasilkan, namun juga yang tak kalah penting yaitu keamanan dari efek samping limbah prosesnya.

CV. *Bamb's House Industries Soya Beans* merupakan usaha rumahan yang berdiri sejak tahun 1996 dan bergerak dibidang pembuatan tahu. Tahu yang diproduksi merupakan tahu yang digunakan untuk dikonsumsi masyarakat secara umum. Produksi akan didistribusikan ke daerah Medan, Lubuk Pakam, Galang, Marelان dan Tanjung Morawa dengan menggunakan 3 armada truk. Kapasitas pabrik perharinya mampu memproduksi 750 kotak tahu dengan menggunakan 1,2 ton kacang kedelai sebagai bahan baku. Perusahaan memiliki 18 karyawan yang bekerja dengan sistem shift. Dari hasil proses produksinya selain menghasilkan tahu, perusahaan juga menghasilkan limbah yang berbentuk padat dan cair yang kemudian untuk limbah padat akan dijual sebagai pakan ternak dan limbah cairnya dialirkan ke saluran pembuangan air masyarakat.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada perusahaan, maka dilakukan analisa pada proses produksi untuk mengukur tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan dengan menggunakan GP guna mewujudkan suatu industri yang ramah lingkungan. Peningkatan kinerja lingkungan dilakukan sebagai perbaikan tata kelola lingkungan industri dan memastikan bahwa limbah yang dihasilkan dapat diminimalisasi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut adalah :

- a) Berapa tingkat produktivitas perusahaan?
- b) Berapa tingkat kinerja lingkungan perusahaan?
- c) Bagaimana alternatif solusi yang tepat untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penelitian ini adalah:

- a) Menghitung tingkat produktivitas perusahaan.
- b) Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi *Green Productivity*.
- c) Menghitung kinerja lingkungan perusahaan.
- d) Mencari solusi-solusi alternatif perbaikan terhadap permasalahan yang diteliti sehingga meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan dengan metode *Green Productivity*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Meningkatkan produktivitas perusahaan.
- b) Mengetahui tingkat kinerja lingkungan yang dicapai.
- c) Mengetahui solusi alternatif perbaikan yang dicapai sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan menurunkan tingkat pencemaran lingkungan.

1.5 Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian

Agar tetap fokus pada permasalahan yang dihadapi, maka perlu adanya pembatasan terhadap ruang lingkup suatu penelitian. Berikut merupakan batasan dan ruang lingkup pada penelitian ini:

1. Batasan Penelitian
 - a) Data yang diambil merupakan data pada tahun 2022.
 - b) Penelitian dilakukan pada industri Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM).
2. Ruang Lingkup Penelitian
 - a) Analisis limbah hanya pada limbah cair.
 - b) Proses produksi di asumsi tetap (tidak berubah).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tahu

Tahu merupakan salah satu makanan tradisional yang populer. Selain rasanya enak, harganya murah dan nilai gizinya pun tinggi. Hasil-hasil studi menunjukkan bahwa tahu kaya protein bermutu tinggi, sifat komplementasi proteinnya, ideal untuk makanan diet, rendah kandungan lemak jenuh dan bebas kolesterol, kaya mineral dan vitamin, makanan alami yang sehat dan bebas dari senyawa kimia yang beracun (Koeswara, 1995). Menurut penelitian Irwan (2006), kedelai mengandung 30-50% protein dan 15-25% lemak serta beberapa zat gizi penting lainnya, seperti vitamin (asam fitat) dan lesitin. Tanaman kedelai dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai industri makanan, minuman, pupuk hijau dan pakan ternak, serta ekstraksi minyak.

Produksi dilakukan dengan memanfaatkan sifat protein, yaitu akan menggumpal bila bereaksi dengan asam cuka. Penggumpalan protein oleh asam cuka akan berlangsung secara cepat dan serentak di seluruh bagian cairan sari kedelai, sehingga sebagian besar air yang semula tercampur dalam sari kedelai akan terperangkap didalamnya. Pengeluaran air yang terperangkap tersebut dapat dilakukan dengan memberikan tekanan. Semakin besar tekanan yang diberikan, semakin banyak air yang dikeluarkan dari gumpalan protein. Gumpalan protein itulah disebut sebagai tahu (Widaningrum, 2015).

Menurut standar industri Indonesia, tahu merupakan makanan padat

yang dicetak dari susu kedelai dengan proses pengendapan protein pada titik isoelektriknya tanpa atau dengan penambahan bahan lain yang diijinkan (Purbowatiningrum, 2006).

2.2 Produktivitas

Produktivitas dapat digunakan dalam dua pengertian yaitu secara Teknis dan Ekonomi dan finansial, pengertian produktivitas secara Teknis dan Ekonomi adalah efisiensi produksi terutama dalam pemakaian ilmu teknologi. Sedangkan pengertian produktivitas secara finansial adalah pengukuran produktivitas atas output dan input yang telah dikuantifikasi, dalam suatu perusahaan industri (Ningsih, 2019).

Secara umum produktivitas diartikan sebagai hubungan antara *output* dengan *input*. Pengukuran produktivitas dihitung dengan cara membagi output total dengan input total. Output adalah hasil data total pendapatan, sedangkan input diperoleh dari biaya material, biaya tenaga kerja, biaya penggunaan energi, biaya air, serta biaya pengolahan limbah yang dikeluarkan. Variabel produktivitas terdiri dari modal, bahan baku, mesin dan tenaga kerja.

Pada umumnya terdapat beberapa prinsip yang dapat digunakan untuk melakukan perbaikan produktivitas menurut Rutkauskas, *et al.* (2005), yaitu:

1. Meningkatkan *input* dan *output*, dimana peningkatan *output* lebih besar daripada peningkatan *input*.
2. Menurunkan *input* dan *output*, dimana penurunan *input* lebih besar daripada penurunan *output*.
3. *Input* tetap, tetapi *output* meningkat.
4. *Input* menurun, tetapi *output* tetap.
5. *Input* turun dan *output* meningkat.

2.1.1 Tipe Dasar Produktivitas

Menurut Gasperz (2000), Jika dikelompokkan akan dijumpai tiga tipe dasar produktivitas. Tiga tipe dasar produktivitas ini adalah model pengukuran produktivitas yang paling sederhana berdasarkan pendekatan rasio *output* dengan *input*, yaitu :

1. Produktivitas Parsial

Merupakan perbandingan dari keluaran terhadap salah satu faktor masukan. Sebagai contoh, produktivitas bahan baku (perbandingan dari keluaran dan masukan bahan baku). Pengukuran produktivitas parsial, dapat diukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Pp = \frac{\text{Output Total}}{\text{Salah satu Input}} \dots\dots\dots (1)$$

2. Produktivitas Banyak Faktor

Merupakan perbandingan dari keluaran dengan jumlah masukan tenaga kerja dan modal. Adapun Input yang digunakan dalam pengukuran ini hanya modal dan tenaga kerja saja. Pengukuran produktivitas banyak faktor dapat diukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Pbf = \frac{(\text{Output Total})}{(\text{Input modal} + \text{Input tenaga kerja})} \dots\dots (2)$$

3. Produktivitas Total

Merupakan perbandingan dari keluaran dengan jumlah keseluruhan faktor - faktor masukan, pengukuran produktivitas total mencerminkan pengaruh bersama seluruh masukan untuk menghasilkan keluaran. Pengukuran produktivitas total dapat diukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Pt = \frac{\text{Output}}{(\text{Tenaga Kerja} + \text{Bahan Baku} + \text{Energi} + \text{modal} + \text{ATK})} \dots (3)$$

Dari ketiga tipe dasar produktivitas di atas, baik keluaran (*output*) maupun masukan (*input*) harus dinyatakan dalam bentuk ukuran nyata berdasarkan harga konstan pada suatu periode, dengan tujuan agar menghilangkan pengaruh perubahan harga, sehingga hanya jumlah dari masukan dan keluaran saja yang dipertimbangkan.

2.1.2 Siklus Produktivitas

Summanth dalam Gaspersz (2000) memperkenalkan suatu konsep formal untuk dipergunakan dalam peningkatan produktivitas berkelanjutan yang biasa disebut sebagai siklus produktivitas. Terdapat empat tahapan daur/ siklus produktivitas yang saling berkesinambungan dan berkaitan, yaitu Pengukuran Produktivitas (*Measurement*), kemudian Evaluasi Produktivitas (*Evaluation*), kemudian Perencanaan Produktivitas (*Planning*), dan Perbaikan Produktivitas (*Improvement*).

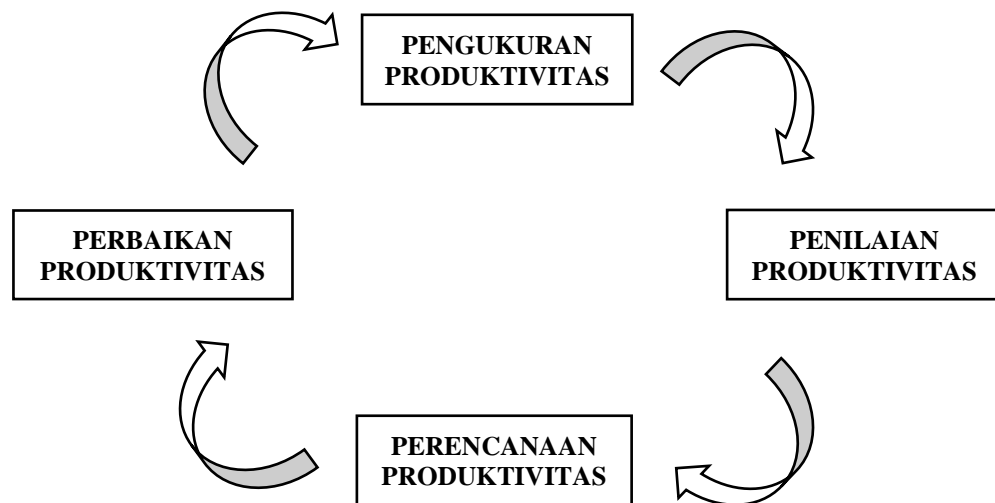
Apabila produktivitas dari sistem suatu industri dapat diukur, maka langkah berikutnya adalah mengevaluasi tingkat aktual produktivitas tersebut untuk diperbandingkan dengan rencana yang telah ditetapkan. Kesenjangan yang terjadi antara produktivitas aktual dan rencana merupakan masalah produktivitas yang harus dievaluasi dan dicari akar penyebab yang menghasilkan kesenjangan produktivitas tersebut. Berdasarkan evaluasi ini, kemudian dapat direncanakan kembali target produktivitas yang akan dicapai, baik dalam jangka panjang maupun pendek.

Dalam upaya pencapaian target produktivitas yang telah direncanakan, berbagai rancangan formal dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas terus-menerus. Siklus produktivitas tersebut dapat diulang kembali secara berkelanjutan untuk mencapai peningkatan produktivitas pada suatu sistem industri.

Faktor penting yang menyebabkan naik turunnya tingkat produktivitas

adalah pihak manajemen, karena merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam proses perencanaan dan penjadwalan, pengaturan beban kerja, kejelasan instruksi kerja dan evaluasi serta dalam menumbuhkembangkan motivasi kerja dan loyalitas pekerja terhadap perusahaan.

Konsep siklus produktivitas ini memperlihatkan bahwa peningkatan produktivitas harus didahului oleh kegiatan pengukuran, penilaian dan perencanaan dari produktivitas itu sendiri. Keempat tahap ini sangat penting dilaksanakan seluruhnya, karena siklus tersebut menunjukkan bahwa program penelitian produktivitas merupakan kegiatan yang berkesinambungan dan melibatkan seluruh operasi kegiatan perusahaan.



Gambar 1. Siklus Produktivitas

2.1.3 Pengukuran Produktivitas

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

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

Menurut Muchdarsyah (2005), pengukuran produktivitas secara umum berarti perbandingan yang dapat dibedakan dalam tiga jenis yang sangat berbeda. Berikut merupakan jenis-jenis pengukuran produktivitas.

1. Perbandingan-perbandingan antara pelaksanaan sekarang dengan pelaksanaan secara historis yang tidak menunjukkan apakah pelaksanaan sekarang ini memuaskan, namun hanya mengetengahkan apakah meningkat atau berkurang tingkatannya.
2. Perbandingan pelaksanaan antara satu unit (perorangan tugas, seksi, proses) dengan lainnya. Pengukuran seperti itu menunjukkan pencapaian relatif.
3. Perbandingan pelaksanaan sekarang dengan targetnya dan inilah yang terbaik sebagai memusatkan perhatian pada sasaran/ tujuan.

2.3 Green Productivity (GP)

Green Productivity adalah aplikasi teknik, teknologi, dan sistem manajemen untuk menghasilkan produk yang ramah lingkungan. *Green Productivity* juga menengahi dari dua kebutuhan yang terdapat dalam konflik yaitu kebutuhan bisnis untuk menghasilkan keuntungan serta kebutuhan untuk melindungi lingkungan (Haryo, 2015). Konsep *Green Productivity sendiri* diambil dari dua hal penting dalam strategi pembangunan yaitu produktivitas dan lingkungan hidup.

Berbeda dengan *Green Manufacture* yang merupakan metode untuk meminimalisir limbah maupun polusi yang dihasilkan dari proses produksi atau proses manufaktur berdasarkan pada sistem produksi yang berkelanjutan (*Sustainable Production System*) dalam menghasilkan suatu produk. *Green Productivity* ialah strategi untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan secara bersamaan dalam pengembangan sosial ekonomi.

Tujuan utama dari *Green Productivity* adalah untuk meningkatkan produktivitas dan sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Berdasarkan APO (2006), konsep *Green Productivity* menyatukan tiga unsur untuk mencapai tujuannya, yaitu:

1. Lingkungan, diwakili oleh adanya *Sustainable Development*.
2. Profitabilitas, didefinisikan oleh faktor *input*.

3. Kualitas, disuarakan oleh pelanggan.

Konsep dasar *Green Productivity* diambil dari penggabungan dua hal penting dalam strategi pembangunan, yaitu perbaikan produktivitas dan perlindungan lingkungan. Menurut Billatos (1997) ada empat tujuan umum *Green Productivity* dalam rangka meningkatkan kualitas lingkungan serta ekonomi produksi ketika diimplementasikan pada rantai produksi, yaitu :

1. Pengurangan limbah (*Waste Reduction*).
2. Manajemen material (*Material Management*).
3. Pencegahan polusi (*Pollution Prevention*).
4. Peningkatan nilai produk (*Product Enchanment*).

Pada awalnya metodologi *Green Productivity* dikembangkan untuk memecahkan masalah lingkungan dan teknis dalam industri manufaktur. Metodologi *Green Productivity* terus diperbaiki dan dikembangkan oleh APO berdasarkan prinsip-prinsip Kaizen dan siklus PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) untuk perbaikan kualitas. Metode *Green Productivity* dirumuskan dan dibuat lebih umum sehingga dapat diterapkan ke berbagai hal yang berhubungan dengan produktivitas dan lingkungan. Akibatnya, ada penekanan yang sangat kuat pada proses pembuatan metodologi yang digunakan.

Green Productivity memiliki banyak manfaat baik jangka menengah maupun jangka panjang diantaranya:

1. Menurunkan *waste* karena adanya efisiensi penggunaan sumber daya alam.
2. Penurunan biaya produksi dan pengelolaan limbah.
3. Membantu meningkatkan produktivitas perusahaan.
4. Dapat menciptakan industri yang ramah lingkungan sehingga tidak berdampak buruk terhadap lingkungan, dan mendapatkan citra yang baik dari masyarakat.
5. Terciptanya kesehatan dan keselamatan kerja di lingkungan perusahaan.

Menurut APO (2006), Metodologi *Green Productivity* terdiri dari 6 tahapan, setiap tahapan dipecah menjadi 13 bagian yang akan membantu memahami bagaimana *Green Productivity* yang baik dapat diterapkan.

Berikut merupakan tahapan-tahapan dalam metodologi *Green Productivity*:

1. *Getting Started*

Tahap pertama dalam implementasi green productivity merupakan proses pengumpulan informasi utama dan proses identifikasi dari ruang lingkup permasalahan. Dimana proses ini perlu mendapatkan dukungan dari manajemen senior untuk memastikan bahwa sumber daya yang dimiliki perusahaan telah memadai demi kesuksesan penerapan Green Productivity. Oleh sebab itu diperlukan adanya tim tersendiri dalam penerapan Green Productivity. Terdapat 2 aktivitas utama pada tahap ini, yaitu:

a. Membentuk Tim *Green Productivity* (GP)

Tim GP bertanggungjawab untuk mengatur dan mengkoordinasikan keseluruhan program GP. Tim GP juga bertanggungjawab dalam mengidentifikasi dengan tepat agar mampu mengidentifikasi area-area yang potensial, mengembangkan solusi dan memfasilitasi dalam mengimplementasikan solusi *Green Productivity*.

b. *Walk through survey* dan mengumpulkan informasi

Walk through survey dilakukan untuk mengidentifikasi rangkaian proses produksi. Pada tahap ini ditentukan diagram alir untuk proses produksi. Kemudian tim GP harus mengetahui operasi-operasi yang menghasilkan *waste* termasuk estimasi atau perkiraan mengenai *waste* yang dihasilkan dari tiap-tiap proses yang berbeda. Berikut ini adalah *tools* yang dipergunakan beserta jenis data yang diperlukan:

i. *Flowchart*

Merupakan diagram yang menjelaskan tentang aktivitas yang berkelanjutan seperti pengumpulan informasi, analisis, operasi dan membuat keputusan. Dalam kerja GP ini *flowchart* digunakan untuk mengidentifikasi proses produksi mulai bahan jadi sampai siap dipasarkan.

ii. *Material Balance*

Material Balance adalah suatu sistem untuk menentukan aliran, konsumsi, produksi, dan akumulasi bahan-bahan dalam suatu proses produksi. Didalam hukum kekekalan massa diketahui bahwa materi tidak dapat diciptakan atau

dimusnahkan, tetapi berubah bentuk dari satu wujud ke wujud lainnya. Hal ini berarti total input yang masuk kedalam suatu proses akan sama dengan total outputnya. Untuk lebih jelasnya, *Material Balance* dari proses pembuatan tahu dapat dilihat pada gambar berikut :

2. *Planning*

Terdapat 2 langkah utama dalam tahap *planning* atau perencanaan yaitu sebagai berikut:

a. Identifikasi masalah dan penyebabnya

Data dan informasi yang didapatkan dari proses *walk through survey* kemudian digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan dan penyebabnya. Hal ini dilakukan dalam tahap *planning* ini, dimana *tools* yang digunakan adalah *brainstorming* dan diagram sebab akibat (*cause effect diagram*) atau biasa disebut *Fishbone Diagram*.

i. *Brainstorming*

Merupakan *tool* yang sering digunakan untuk memunculkan ide-ide dimana dilakukan pertukaran pikiran atau ide. Alat ini digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan atau untuk menemukan solusi dari permasalahan tersebut.

ii. Diagram sebab akibat (*cause effect diagram*)

Diagram sebab akibat adalah suatu *tool* terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih rinci dalam upaya menemukan penyebab-penyebab suatu kesenjangan, ketidaksesuaian, dan masalah yang ada. Bentuk umum diagram sebab akibat ditunjukkan dengan rangka menyerupai rangka tulang ikan.

b. Menentukan tujuan dan target

Setelah akar permasalahan dan penyebabnya diketahui, maka selanjutnya ditentukan tujuan dan target yang ingin dicapai perusahaan sebagai acuan bagi tim GP untuk melakukan pemilihan alternatif untuk mengurangi penyebab permasalahan. Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan antara lain adalah:

- i. Tujuan harus didasarkan pada masalah yang telah teridentifikasi
- ii. Tujuan mungkin akan menghasilkan lebih dari satu target
- iii. Target yang diinginkan harus sesuai dengan kebutuhan
- iv. Harus ada indikator yang dipakai untuk mengetahui pencapaian target dan tujuan dalam suatu satuan waktu Tujuan dan target diatur dalam ruang lingkup masalah. Angka produktivitas dan Indikator Performasi Lingkungan (EPI) juga diidentifikasi pada tahap ini.

3. *Generation And Evaluation*

Tahapan ini memiliki 2 langkah utama yaitu sebagai berikut:

a. Menyusun alternatif-alternatif GP

Langkah ini sangat krusial sekaligus memerlukan kreativitas yang tinggi untuk menemukan metode-metode yang memungkinkan untuk meningkatkan produktivitas. Dalam hal ini, proses brainstorming akan sangat membantu untuk menciptakan ide-ide perbaikan.

b. *Screening, evaluation* dan *prioritization* dari alternatif-alternatif GP

Di saat alternatif-alternatif GP telah teridentifikasi, maka tim akan memilih dan memprioritaskan alternatif yang paling memungkinkan. Alternatif tersebut diuji kelayakannya baik secara teknis maupun secara finansial.

Salah satu metode yang digunakan dalam pemilihan alternatif solusi adalah metode *annual worth* (metode deret seragam). Pengertian metode *Annual Worth* dalam metode berarti semua aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan dikonversikan ke dalam deret seragam dengan tingkat bunga sebesar MARR (Pujawan, 2004). Akan lebih mudah kalau perhitungan deret seragam dilakukan dari $P(\textit{present})$ sehingga berlaku hubungan:

$$A(i) = p(i)(A/P, i\%, N). \dots \rightarrow A = A_{\textit{benefit}} - A_{\textit{cost}} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

A = Nilai Deret Seragam

P(i) = Jumlah Nilai Uang Sekarang

i% = Tingkat Bunga

N = Perencanaan Horizontal (*Horizon Planning*)

Bila alternatif-alternatif yang dibandingkan bersifat *mutually exclusive*, maka dipilih adalah alternatif yang memiliki deret seragam yang terbesar. Bila aliran kas hanya terdiri atas biaya, dipilih adalah alternatif yang membutuhkan biaya paling kecil.

4. *Implementation of Green Productivity Options*

Terdapat beberapa langkah-langkah dalam mengimplementasikan alternatif solusi dari GP, yaitu sebagai berikut:

a. Perumusan rencana implementasi GP

Perencanaan implementasi ini merupakan detail kegiatan yang akan dilakukan, batasan waktu pelaksanaan, dan personel yang akan terlibat didalamnya yang akan menjamin proses implementasi berlangsung dengan baik.

b. Mengimplementasikan Alternatif terpilih

Jika segala hal dalam tahap perencanaan telah dilakukan dengan baik, maka tim GP dapat melaksanakan solusi terpilih secara simultan.

c. Pelatihan, *awarness building*, dan mengembangkan kompetensi

Untuk dapat menjamin pelaksanaan solusi terpilih, maka perlu dilakukan pelatihan bagi tenaga kerja untuk memberikan gambaran mengenai konsep GP serta mengerti peran masing-masing.

5. *Monitoring and Review*

Pada tahapan ini dilakukan beberapa aktivitas seperti berikut :

a. Memonitor dan mengevaluasi hasil

Kinerja dari solusi yang dilaksanakan harus dimonitor agar dapat dibandingkan dengan target dan tujuan yang telah ditentukan pada tahap awal, sehingga pihak

manajemen dapat melakukan perbaikan-perbaikan yang diperlukan untuk meminimalkan penyimpangan.

b. Ulasan Manajemen

Hal ini dilakukan untuk menentukan apakah seluruh metodologi GP ini dilaksanakan dengan efektif. Ulasan tersebut meliputi: efektifitas pelaksanaan GP, *benefit* yang diperoleh, *cost savings* yang dicapai, kesulitan-kesulitan yang dihadapi selama pelaksanaan dan identifikasi untuk perbaikan selanjutnya.

6. *Sustaining Green Productivity*

Dalam tahapan ini terdapat dua hal pokok yang harus dilakukan, yaitu:

a. Memasukkan Perubahan

Menggabungkan perubahan-perubahan dalam sistem manajemen organisasi GP harus diintegrasikan menjadi bagian-bagian dari manajemen harian. Tim GP harus membentuk sistem terstruktur sehingga sistem tersebut berjalan efektif, maka perluterus memperbarui kebijakan, target, tujuan, dan prosedur saat diperlukan.

b. Identifikasi permasalahan baru untuk perbaikan terus-menerus

Saat siklus pertama selesai dilakukan maka permasalahan dapat muncul karena beberapa faktor, antara lain perubahan harga dan ketersediaan resources, kompetisi baru, adanya produk dan pasar baru, dan sebagainya. Oleh sebab itu akan ada kesempatan baru dalam perbaikan produktivitas dan penurunan dampak limbah.

2.4 Kinerja Lingkungan

Kinerja lingkungan merupakan hasil dapat diukur dari sistem manajemen lingkungan, yang terkait dengan kontrol aspek – aspek lingkungannya. Pengkajian kinerja lingkungan didasarkan pada kebijakan lingkungan, sasaran lingkungan dan target lingkungan (ISO 14004, dari ISO 14001 oleh Sturm dan Upasena, 1998). Menurut Suratno (2006), Kinerja lingkungan adalah seberapa kemampuan sebuah perusahaan untuk menciptakan lingkungan yang hijau (*green*). Kinerja lingkungan merupakan salah satu langkah penting perusahaan dalam meraih kesuksesan bisnis.

Kinerja lingkungan adalah hasil yang dapat diukur melalui system manajemen lingkungan yang didasarkan pada kebijakan lingkungan, sasaran lingkungan dan target lingkungan (Purwanto, 2000).

Sistem Manajemen Lingkungan (SML) memiliki standar yang mendefinisikan sebuah sistem yang dapat membantu perusahaan untuk mencapai kinerja lingkungan yang lebih baik (Dalem, 2003). Jenis indikator kinerja lingkungan dibagi menjadi dua yaitu:

1. Indikator *lagging* adalah ukuran kinerja *end process*, yang mengukur *output* hasil proses seperti jumlah limbah yang dikeluarkan.
2. Indikator *leading* adalah ukuran kinerja *in process*, yang mengukur faktor apa saja yang diharapkan dapat membawa perubahan bagi kinerja lingkungan.

Terdapat dua jenis kinerja lingkungan yaitu kinerja lingkungan kuantitatif dan kinerja lingkungan kualitatif.

1. Kinerja lingkungan kuantitatif adalah kinerja yang hasilnya berupa karakteristik kinerja dalam bentuk fisik, keuangan dan bentuk lain, misalnya batas baku mutu limbah.
2. Kinerja lingkungan kualitatif adalah kinerja yang hasilnya dapat diukur dari hal-hal yang terkait dengan ukuran aset non fisik seperti prosedur, proses inovasi, motivasi, dan semangat kerja yang dialami pelaku kegiatan dalam mewujudkan kebijakan lingkungan organisasi, sasaran dan target. Indikator kualitatif didasarkan pada oleh pandangan atau persepsi seseorang berdasarkan pengamatan dan penilaiannya terhadap sesuatu.

2.4.1 Environmental Performance Indicator (EPI)

Menurut Indriati, *et al.* (2014), *Environmental Performance Indicator* (EPI) merupakan kinerja suatu perusahaan dalam menciptakan lingkungan yang baik. EPI menggambarkan efisiensi lingkungan dari proses produksi dengan melibatkan jumlah *input* dan *output*. Secara umum indikator dapat dievaluasi dari dua kategori sesuai dengan ruang lingkupnya.

Kategori Fisik adalah menghubungkan performansi terhadap jumlah material *input* yang digunakan, aliran limbah, konsumsi energi, kualitas udara dan air. Kategori Finansial adalah meliputi penilaian keuangan terhadap dampak fisik atau

aktivitas keseluruhan proses. Indeks EPI dapat dihitung menggunakan rumusan:

$$\text{Indeks EPI Total} = \sum W_i \cdot P_i \dots\dots\dots (5)$$

Perhitungan indeks EPI dilakukan dengan mengalikan nilai penyimpangan antara standar baku mutu limbah cair industri dengan hasil analisis perusahaan dengan bobot dari masing - masing kriteria limbah yang diperoleh. Bobot yang dimaksud diatas adalah berdasarkan penyimpangan antara standar baku mutu limbah cair yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup dengan hasil analisa limbah pada perusahaan.

Nilai P_i merupakan prosentase penyimpangan antara standar Baku Mutu dengan hasil analisa perusahaan.

$$P = \frac{\text{Standar} - \text{Analisa}}{\text{Standar}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Variabel mengikuti standar baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014. hasil pembobotan dihitung dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk mengetahui tingkat bahaya tiap parameter. Skala penilaian berisi tingkat kepentingan (bobot) dengan menggunakan skala yang digunakan oleh Saaty (1993) yaitu 1-9, semakin besar nilainya, maka merepresentasikan semakin besar pula bahaya yang ditimbulkan terhadap lingkungan.

2.4.2 Kebijakan Lingkungan

Kebijakan lingkungan merupakan elemen dasar dari sistem Manajemen Lingkungan (SML) dan menjadi payung penerapan serta penyempurnaan SML, dimana semua tindakan organisasi mengacu pada kebijakan lingkungan suatu organisasi. Kebijakan Lingkungan merupakan penentu arah, prinsip dan tindakan organisasi secara menyeluruh yang dimulai sejak perencanaan strategis dan investasi sampai pelaksanaan operasional sehari-hari.

Pernyataan kebijakan lingkungan merepresentasikan komitmen manajemen puncak organisasi sebagai penanggungjawab tertinggi dalam organisasi.

Komitmen manajemen puncak organisasi yang harus direfleksikan dalam Kebijakan Lingkungan agar memenuhi persyaratan standar SML ISO-14001 adalah:

- a. Mentaati peraturan perundang – undangan lingkungan yang berlaku dan persyaratan lain yang dapat diterapkan.
- b. Mencegah pencemaran.
- c. Memperbaiki/ menyempurnakan terus-menerus kinerja manajemen dan kinerja lingkungan.

Selain itu, persyaratan standar ISO-14001 juga mewajibkan Kebijakan Lingkungan organisasi sebagai berikut:

- a. Sesuai dengan kondisi alam, skala kegiatan dan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan, produk dan jasa dari organisasi.
- b. Menjadi kerangka dalam menetapkan dan mengkaji ulang tujuan dan sasaran lingkungan.
- c. Disosialisasikan kepada seluruh karyawan dan tersedia untuk masyarakat umum.

2.4.3 Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri

Berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014, yang dimaksud dengan air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair. Sedangkan, yang dimaksud dengan baku mutu air limbah industri adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar yang keberadaannya masih dapat ditoleransi oleh lingkungan dalam air limbah industri yang kemudian akan dibuang atau dilepas ke perairan. Dalam peraturan ini juga disebutkan bahwa pengolahan air limbah terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara bersama-sama sebelum dibuang ke air permukaan. Tabel 2.3 merupakan parameter yang dipersyaratkan BAPEDAL Berdasarkan PERMEN LH No. 5 tahun 2014.

2.5 Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah atau multi kriteria yang kompleks menjadi hierarki.

Menurut Saaty (1993), hierarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur *multi level*. Pengambilan keputusan spasial yang seringkali menggunakan banyak parameter yang dihadapkan pada penentuan tingkat pengaruh tiap parameter. Pengambilan keputusan dapat dilakukan menggunakan pembobotan untuk setiap parameter berdasarkan nilai tertentu yang dapat dilihat dari seberapa besar bobot yang diberikan.

2.5.1 Tahapan Pembobotan Dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Tujuan pembobotan tiap parameter adalah untuk mengekspresikan seberapa besar pengaruh suatu parameter terhadap parameter lainnya. Berikut merupakan Tahapan dalam pengambilan keputusan dengan AHP menurut Saaty (1993):

1. Mendeskripsikan permasalahan dan menentukan tujuan.
2. Memformulasikan hierarki dari permasalahan yang terjadi.

Masalah disusun dalam suatu hierarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan subtujuan-subtujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah.

3. Membuat matriks perbandingan berpasangan.

Dalam melakukan pembobotan, dapat digunakan beberapa metode antara lain dengan menentukan bobot sembarangan, membuat skala interval yang menentukan urutan setiap kriteria, atau dengan menggunakan perbandingan berpasangan sehingga tingkat kepentingan suatu kriteria relatif terhadap kriteria lain dapat dinyatakan dengan jelas. Sekelompok pakar mengembangkan skala yang dapat mengilustrasikan suatu proses keputusan yang menghasilkan keputusan yang paling baik. Skala perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 1. Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama penting
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari elemen lainnya
7	Elemen yang satu sangat penting dari elemen lainnya
9	Elemen yang satu mutlak sangat penting dari elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antar dua nilai pertimbangan yang berdekatan.
kebalikan	Jika aktivitas i mendapat satu angka dibandingkan dengan aktivitas j, maka j memiliki nilai kebalikan dibandingkan i

Perbandingan dilakukan berdasarkan “*judgement*” dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya.

4. Menghitung rataaan geometrik

Bila pengambil keputusan lebih dari satu orang maka dilakukan perhitungan yang dinamakan rataaan geometrik (*geometric mean*). Rataan geometrik digunakan untuk mendapatkan hasil tunggal dari beberapa responden. Berikut adalah rumus *geometrical mean* untuk menghasilkan *input* atau *pairwise comparison*:

$$f (x_1, x_2, \dots , x_n) = x_1^{q_1} x_2^{q_2} \dots x_n^{q_n} \dots \dots \dots (7)$$

Untuk $q_1+\dots+q_n=1, q_k > 0, k=1,\dots,n \dots \dots \dots (8)$

Dimana:

$f(x) = \textit{geometric mean}$

x_n = nilai yang diberikan setiap responden dalam perbandingan
 q_n = bobot responden

5. Menentukan prioritas

Penyusunan prioritas dilakukan untuk tiap elemen masalah pada tingkat hirarki. Proses ini akan menghasilkan bobot atau kontribusi kriteria terhadap pencapaian tujuan. Bobot prioritas diperoleh dengan menormalisasi matriks terlebih dahulu. Normalisasi ini dilakukan dengan menjumlahkan elemen-elemen dalam satu kolom.

$$Z_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}, \text{ untuk } j=1,2,\dots,n \dots\dots\dots (9)$$

Dengan :

Z_j = jumlah dari elemen dalam kolom j.

Kemudian elemen-elemen pada matriks tersebut dibagi dengan Z_j dan diperoleh matriks normalisasi. Setelah dinormalisasi, elemen-elemen tersebut dijumlahkan menurut barisnya masing-masing, sehingga diperoleh prioritas yang menunjukkan bobot nilai dari kriteria yang terdapat pada matriks tersebut. Untuk mendapatkan vektor bobot, elemen masing-masing baris dihitung rata-ratanya. Secara matematis, elemen vektor bobot dapat ditulis sebagai berikut :

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_j a_{ij} \dots\dots\dots (10)$$

6. Menghitung rasio konsistensi

Tujuan perhitungan rasio konsistensi adalah untuk melihat apakah nilai konsistensi sampai pada taraf tertentu, yaitu 10%. Terdapat kemungkinan terjadinya beberapa penyimpangan perbandingan berpasangan dalam kondisi nyata yang disebabkan oleh ketidakkonsistenan dalam preferensi seseorang. Suatu penilaian numerik mengenai bagaimana ketidakkonsistenan suatu evaluasi disebut rasio konsistensi (CR). Jika perbandingan berpasangan telah lengkap, *eigen vector* dihitung dengan rumus :

$$A \cdot W_i \dots\dots\dots (11)$$

Dengan :

A = matriks perbandingan berpasangan

wi = vektor bobot

Penentuan nilai maksimum *eigen* (λ_{maks}) dihitung dengan rumus:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum A \cdot W_i}{n} \dots\dots\dots (12)$$

Indeks konsistensi (*consistency index/ CI*) menyatakan penyimpangan konsistensi dengan persamaan:

$$Consistency Index CI = (\lambda_{maks} - n)/(n - 1) \dots\dots\dots (13)$$

Dimana :

λ_{maks} = nilai maksimum *eigen* dari matriks perbandingan berpasangan n x n

n = ukuran matriks/ jumlah item yang dibandingkan.

Perlu diketahui rasio yang dianggap baik untuk mengetahui apakah CI dengan besaran tertentu sudah cukup baik atau tidak, yaitu apabila $CR \leq 0,1$. Perlu dilakukan penilaian ulang jika $CR > 0,1$. Rasio konsistensi diperoleh dengan perbandingan antara indeks konsistensi (CI) dengan satu nilai yang sesuai dari bilangan indeks konsistensi acak (*Random Index/ RI*) dengan persamaan:

$$Consistency Ratio (CR) = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (14)$$

Nilai RI atau indeks konsistensi acak dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2. Indeks Konsistensi Acak

Ukuran Matriks	Indeks random
1	0,00

2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN