

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka adalah kumpulan dasar teori yang menunjang pelaksanaan penelitian agar penelitian mendapatkan hasil yang akurat dan terpercaya. Selain itu, tinjauan pustaka dapat digunakan sebagai pedoman dalam penelitian sehingga pada pelaksanaannya, penelitian dapat terfokus dan terarah pada tujuan yang ingin dicapai.

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan deskripsi beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode *Green Productivity*:

1. Fitri (2015), penelitian bertujuan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan sekaligus memberikan perbaikan terhadap kondisi lingkungan melalui pendekatan metode *Green Productivity*. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi sumber penyebab limbah, menentukan tujuan dan target, dan menyusun alternatif *green productivity* serta mengestimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan. Dari hasil penelitian, didapatkan alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan tingginya jumlah limbah gas yaitu dengan membuat biogas serta memanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar LPG. Alternatif ini mampu membrikan kontribusi terhadap peningkatan penggunaan material sebesar 16%, peningkatan biaya sebesar 34% serta menurunkan limbah sebesar 3232,5 kg/jam.
2. Nugraha (2011), penelitian dilakukan di industri pembuatan tahu yaitu UD. Sumber Jaya dan bertujuan untuk meminimalisir penggunaan air pada proses pencucian dan perendaman kedelai sehingga diharapkan konsumsi energi listrik akibat penggunaan air dapat berkurang sekaligus mengurangi jumlah limbah cair yang dihasilkan. Berdasarkan alternatif yang diajukan, dipilih alternatif 2 sebagai alternatif solusi, yaitu membuat bak kontrol pencucian dan perendaman. Alternatif ini dapat meningkatkan produktivitas perusahaan sebesar 0,88% dan mengurangi limbah cair sebesar 53,71 % per harinya.
3. Putra (2010), penelitian dilakukan di perusahaan penghasil lem otomotif yang menggunakan phenol sebagai bahan baku utama. Tahapan *Green Productivity*

dimulai dengan tahap perhitungan *material balance*, selanjutnya dilakukan perhitungan indeks tingkat produktivitas lingkungan dengan *Environmentl Performance Indicator* (EPI). Perbedaan pada penelitian ini adalah pengukuran dampak limbah atau *Life Cycle Impact Assesment* (LCIA). Untuk pemilihan alternatif solusi digunakan analisis sensitivitas. Hasil dari penelitian ini adalah PT. Indopherin Jaya mengalami peningkatan produktivitas sekitar 3% dan menghasilkan biaya penghematan pembelian phenol sebesar Rp 1.359.306.900 per tahun, selain itu tingkat GP perbaikan lebih baik daripada kondisi sebelum perbaikan.

Berdasarkan ketiga penelitian tersebut, perbedaannya dengan penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian ini

Karakteristik Penelitian	Peneliti			
	Fitri (2015)	Nugraha (2011)	Putra (2010)	Penelitian ini (2015)
Objek Penelitian	Industri Pupuk Organik (PT. Tiara Kurnia)	Industri makanan pembuatan tahu (UD. Sumber Jaya)	Perusahaan lem otomotif (PT Indopherin Jaya)	Perusahaan Rokok Di Malang
Metode yang digunakan	<i>Green Productivity</i> , <i>Green Pductivity Index</i> (GPI), <i>Green Value Stream Mapping</i> (GVSM)	<i>Green Productivity</i> , <i>Environmental Performance Indicator</i> (EPI), <i>Net Present Value</i>	<i>Green Productivity</i> , <i>Life Cycle Impact Assesment</i> (LCIA), <i>Green Pductivity Index</i> (GPI), Analisa Sensitivitas	<i>Green Productivity</i> , <i>Diagram Ishikawa</i> , <i>Feasibility Analysis Matrix</i> , Analisa finansial <i>Benefit-Cost Ratio</i> (BCR)
Analisis hasil penelitian	Alternatif terpilih memberikan peningkatan produktivitas material dan biaya.	Alternatif terpilih memberikan peningkatan produktivitas sebesar 0,88%	Alternatif terpilih memberikan peningkatan indeks produktivitas sekitar 3%	

2.2 Produktivitas

Produktivitas mengandung arti sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (*input*). *Input* adalah sumber-sumber daya yang digunakan untuk memperoleh hasil dalam sebuah proses produksi, diantaranya tenaga kerja, modal, energi serta bahan baku. Sedangkan *output* merupakan hasil proses produksi berupa barang maupun jasa yang dihasilkan dalam suatu proses produksi. Dengan kata lain bahwa produktivitas memiliki dua dimensi. Dimensi pertama

adalah efektivitas yang mengarah kepada pencapaian target berkaitan dengan kualitas, kuantitas dan waktu. Yang kedua yaitu efisiensi yang berkaitan dengan upaya membandingkan *input* dengan realisasi penggunaannya atau bagaimana pekerjaan tersebut dilaksanakan (Umar, 2001:9).

Nilai produktivitas dapat menunjukkan seberapa efektif suatu proses yang telah dilaksanakan dengan tujuan meningkatkan *output* serta seberapa besar efisiensi yang dilakukan pada penggunaan *input* (Gaspersz, 2000). Efisiensi merupakan suatu ukuran dalam membandingkan input yang sebenarnya. Apabila input yang sebenarnya digunakan semakin besar penghematannya, maka tingkat efisiensi semakin tinggi. Sebaliknya, semakin kecil input yang dihemat maka semakin rendah tingkat efisiensinya. Efektivitas merupakan suatu ukuran yang memberikan gambaran seberapa jauh target dapat dicapai. Berdasarkan penjelasan diatas, produktivitas didefinisikan sebagai:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{efektivitas menghasilkan output}}{\text{efisiensi menggunakan input}} \quad (2-1)$$

Sumber: Umar (2001:10)

2.2.1 Siklus Produktivitas

Siklus produktivitas merupakan salah satu konsep produktivitas yang membahas upaya peningkatan produktivitas terus-menerus. David J. Sumanth memperkenalkan suatu model daur produktivitas yang disebut 'MEPI'. Pada dasarnya konsep siklus produktivitas terdiri dari empat tahap utama sebagai siklus yang saling terhubung dan tidak terputus (Sumanth, 1998:64), yaitu:

1. Pengukuran produktivitas (*Measurement*)

Proses pengukuran produktivitas dengan menggunakan alat ukur berdasarkan kriteria atau indikator pengukuran.

2. Evaluasi produktivitas (*Evaluation*)

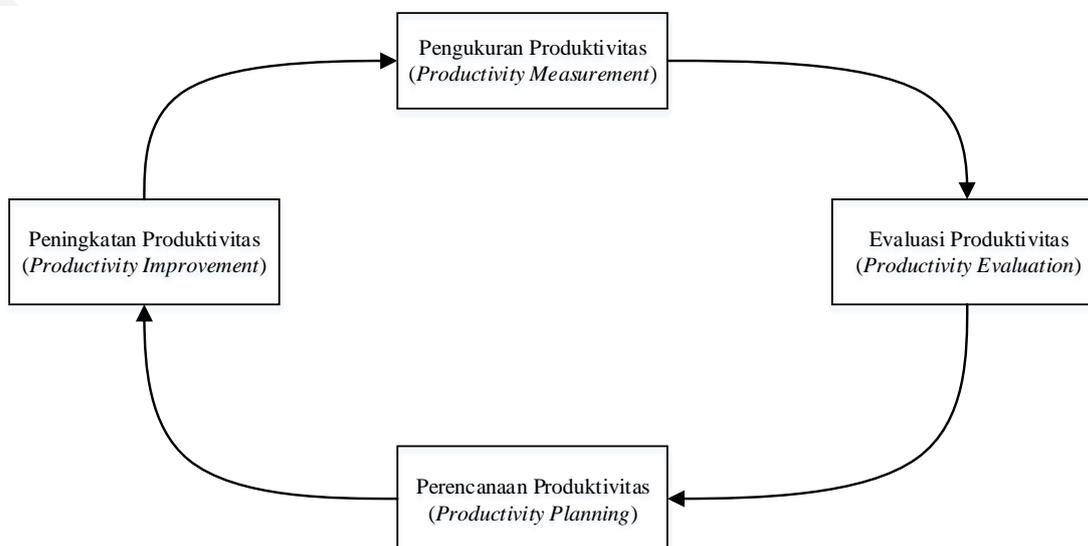
Proses evaluasi terhadap hasil pengukuran kinerja yang telah dicapai berdasarkan kriteria maupun indikator pengukuran dengan tujuan mengetahui produktivitas kinerja yang telah dilakukan.

3. Perencanaan produktivitas (*Planning*)

Proses perencanaan berupa penetapan kinerja serta perencanaan terhadap perbaikan kinerja yang telah dilakukan.

4. Peningkatan produktivitas (*Improvement*)

Proses peningkatan produktivitas kinerja perusahaan dalam upaya pemenuhan target produktivitas yang telah ditetapkan dengan melakukan perbaikan kinerja yang dirasa kurang optimal.



Gambar 2.1 Siklus Produktivitas
Sumber: Sumanth (1998:64)

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa siklus produktivitas merupakan suatu proses yang saling terhubung dan tidak terputus (*continue*) yang melibatkan beberapa aspek, yaitu: pengukuran, evaluasi, perencanaan dan peningkatan produktivitas. Berdasarkan konsep yang diperkenalkan oleh Sumanth pada tahun 1979 ini, langkah awal peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap produktivitas pada sistem industri atau organisasi tersebut. Pengukuran produktivitas dilakukan pada berbagai macam aktivitas atau proses mulai dari unit terkecil sampai yang terbesar. Hal ini dikarenakan hasil pengukuran produktivitas akan menjadi landasan dalam membuat kebijakan peningkatan produktivitas secara keseluruhan.

Pengukuran produktivitas merupakan suatu alat manajemen yang penting pada setiap tingkat aktivitas ekonomi dan bagi analisis pertumbuhan industrialisasi. Setelah produktivitas dapat terukur, selanjutnya melakukan evaluasi terhadap tingkat produktivitas aktual dan dibandingkan dengan tujuan yang telah ditetapkan oleh Perusahaan. Adanya *gap* (kesenjangan) yang terjadi antara tingkat produktivitas aktual dengan rencana merupakan suatu masalah yang harus ditelusuri akar penyebabnya sehingga produktivitas dapat ditingkatkan. Siklus produktivitas dilakukan secara terus- menerus agar produktivitas dapat dicapai secara terus- menerus.

2.2.2 Pengukuran Produktivitas

Pengukuran produktivitas (*productivity measurement*) adalah penilaian kuantitatif atas perubahan produktivitas. Tujuan pengukuran ini adalah untuk menilai apakah efisiensi produktivitas telah meningkat atau menurun. Pengukuran produktivitas dibedakan menjadi tiga (Sunmanth, 1985:5), yaitu sebagai berikut:

1. Produktivitas Parsial (*Partial Productivity*)

Merupakan perbandingan antara keluaran (*output*) dengan salah satu faktor masukan (*input*). Misalnya, yang dimaksud dengan produktivitas tenaga kerja merupakan perbandingan keluaran dengan masukan tenaga kerja. Pengukuran produktivitas parsial mengukur produktivitas unit proses secara spesifik sehingga lebih obyektif, mudah dipantau dan diperbaiki.

$$\text{Human Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Human Input}} \quad (2-2)$$

$$\text{Material Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Material Input}} \quad (2-3)$$

$$\text{Capital Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Capital Input}} \quad (2-4)$$

$$\text{Energy Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Energy Input}} \quad (2-5)$$

Sumber: Gaspersz (2000:34)

2. Produktivitas Total Faktor (*Total Factor Productivity*)

Merupakan rasio atau perbandingan *output* bersih dengan jumlah *input* modal dan tenaga kerja. *Output* bersih merupakan selisih *output* total dengan jumlah peralatan dan jasa yang dibeli.

$$\text{Total Factor Productivity} = \frac{\text{Net Output}}{(\text{Labor} + \text{capital}) \text{ Input}} \quad (2-6)$$

Sumber: Gaspersz (2000:34)

3. Produktivitas Total (*Total Productivity*)

Merupakan perbandingan antara keluaran (*output*) dengan jumlah seluruh faktor masukannya (*input*). Pengukuran produktivitas menunjukkan pengaruh seluruh faktor masukan yang digunakan untuk menghasilkan keluaran.

$$\text{Total Productivity} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} \quad (2-7)$$

Sumber: Gaspersz (2000:35)

2.2.3 Manfaat Pengukuran Produktivitas

Beberapa manfaat utama dari pengukuran produktivitas menurut Vincent Gaspersz (2000:24) adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran produktivitas digunakan sebagai indikator yang menilai kemampuan suatu sistem dalam mencapai tujuan perusahaan.
2. Pengukuran produktivitas digunakan untuk pengambilan keputusan yang berkaitan dengan usaha peningkatan performansi perusahaan.
3. Pengukuran produktivitas digunakan sebagai bahan pembanding suatu perusahaan/sistem dengan perusahaan/sistem lain.
4. Pengukuran produktivitas digunakan untuk meramalkan kondisi perusahaan/sistem pada masa yang akan datang termasuk merumuskan target-target yang ingin dicapai.
5. Pengukuran produktivitas digunakan untuk meningkatkan kesadaran suatu perusahaan/sistem akan pentingnya usaha-usaha peningkatan produktivitas.

Ada empat cara untuk membandingkan hasil pengukuran produktivitas, yaitu :

1. Membandingkan hasil pengukuran dari periode yang sedang diukur dengan periode dasar.
2. Membandingkan hasil pengukuran dari suatu unit organisasi dengan unit organisasi yang lain.
3. Membandingkan hasil pengukuran dari periode yang sedang diukur dengan target yang sudah ditetapkan.
4. Membandingkan hasil pengukuran dari periode yang sedang diukur dengan periode sebelumnya.

2.3 Neraca Massa

Neraca massa adalah cabang keilmuan yang mempelajari kesetimbangan massa dalam sebuah sistem. Dalam hal ini, neraca massa merupakan sebuah *tools* yang berfungsi untuk menunjukkan kesetimbangan antara material yang masuk (*input*) dengan *output* yang dihasilkan dari suatu proses produksi. Perhitungan dan perincian banyaknya material ini diperlukan untuk mengetahui adanya perubahan atau pengurangan massa yang terjadi serta evaluasi kinerja alat pemroses. Neraca massa merupakan penerapan hukum kekekalan massa terhadap suatu proses. Hukum kekekalan massa yaitu “Massa jumlahnya tetap, tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan”. Prinsip ini tidak berlaku bagi proses yang

menyangkut reaksi-reaksi inti (nuklir), dimana perubahan massa jauh lebih besar dari reaksi kimia biasa (Chang, 2005:51).

Perhitungan neraca massa pada sistem kontinyu dianggap dalam keadaan *steady* (*steady state*). Untuk aliran proses yang memiliki lebih dari satu komponen, perhitungan neraca massa dilakukan pada masing-masing komponen disamping perhitungan neraca massa total. Persamaan untuk tiap proses yaitu:

$$\text{Output} = \text{Input} + \text{generation} - \text{consumption} - \text{accumulation} \quad (2-8)$$

Sumber: Smith (2011:48)

Sedangkan untuk proses *steady state* dan tidak terjadi reaksi kimia maka akumulasi, generasi dan konsumsi adalah nol (*zero*). Sehingga persamaan neraca massanya yaitu:

$$\text{Output} = \text{Input} \quad (2-9)$$

Sumber: Smith (2011:48)

Pada neraca massa, *output* utama yang dihasilkan pada proses sebelumnya akan menjadi *input* pada proses setelahnya sebagaimana yang digambarkan pada contoh neraca massa pada Gambar 2.2.

Proses 1			Proses 2		
Komponen	Input	Output	Komponen	Input	Output
	<1>	<2>		<2>	<3>
A	1	-	A	1	-
B	-	5	B	5	1
C	-	-	C	-	1

Gambar 2.2 Contoh Neraca Massa
Sumber: Fitri (2015:47)

2.4 Sustainable Development

Sustainable development didefinisikan sebagai kemampuan perkembangan fisik dan lingkungan untuk mempertahankan tempat tinggal (bumi) dalam jangka panjang melalui beberapa tindakan, yaitu: pembangunan fisik ekologis yang sesuai, efisiensi penggunaan sumber daya alam, kerangka (*framework*) yang memungkinkan adanya pemberian kesempatan yang sama bagi generasi sekarang dan masa depan dalam memenuhi kebutuhannya dan serta pengelolaan pertumbuhan perkotaan (Roosa, 2010:45). Aspek ekologi, sosial dan ekonomi menjadi pilar yang sangat penting dalam pelaksanaannya.

Dalam dunia industri, konsep *sustainable development* sangat dibutuhkan. Penggunaan sumber-sumber daya yang terdiri dari material dan energi serta bahan-bahan kimia

berbahaya pada aktivitas industri akan berdampak pada kerusakan lingkungan. Efisiensi penggunaan sumber daya, pengurangan limbah produksi dan non-produksi serta aktivitas produksi yang ramah lingkungan menunjukkan adanya penerapan konsep *sustainable development*.

2.5 Green Productivity (GP)

Green Productivity merupakan suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dan performansi lingkungan. Apabila diterapkan secara efektif dapat menyebabkan perubahan positif dalam sosial-ekonomi pembangunan. Dengan metode ini, produktivitas didapatkan dengan menerapkan penggunaan teknik, teknologi serta sistem manajemen dalam aktivitas produksi barang / jasa yang ramah lingkungan. Salah satu potensi terbesar GP yaitu untuk mengintegrasikan lingkungan ke dalam operasi bisnis sebagai sarana meningkatkan produktivitas. Hal ini dapat meningkatkan profitabilitas serta arus kas keuangan (*cash flow*) yang lebih baik (APO, 2006:6).

Konsep GP berorientasi kepada pemeliharaan lingkungan dan didasarkan atas keseimbangan antara peningkatan produktivitas dan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). GP menitikberatkan pada pengoptimalan penggunaan ruang, tenaga kerja, energi, bahan baku dan semua faktor produksi yang digunakan. Ketika GP diimplementasikan, perusahaan akan mengalami perbaikan produktivitas melalui penurunan pengeluaran pada aktivitas perlindungan lingkungan, seperti pengurangan sumber daya, minimasi *waste*, pengurangan polusi dan produksi yang lebih efisien. Dengan beberapa hal ini, perusahaan dapat mencapai produktivitas yang lebih tinggi dan melindungi lingkungan yang akan mengarah pada terjadinya *sustainable development*.



Gambar 2.3 Keterkaitan antara proteksi lingkungan dan produktivitas dalam GP
Sumber: Asian Productivity Organization (2006:1-12)

2.5.1 Metodologi *Green Productivity*

Pada awalnya metodologi *Green Productivity* digunakan untuk mengatasi masalah lingkungan dan teknis di industri manufaktur. Pendekatan yang diadopsi di *Green Productivity* yaitu metodologi dimodifikasi dari siklus PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) yang dikembangkan oleh Dr Edwards Deming dan dikombinasikan dengan prinsip Kaizen yaitu konsep masyarakat Jepang untuk melakukan perbaikan terus-menerus. Metodologi GP terdiri dari 6 tahapan (APO, 2006:4-1) yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tahap dan *Tools Green Productivity*

<i>Steps</i>	<i>Task</i>	<i>Tools and Techniques</i>
Step 1 Getting Started	1. <i>Form a GP Team</i> 2. <i>Walk-through survey and information collection</i>	- <i>Checklist, Tally Chart</i> - <i>Plant Layout</i> - <i>Benchmarking</i> - <i>Flowchart and process flow diagram</i> - <i>Material Blance</i>
Step 2 Planning	3. <i>Identification Problem and causes</i> 4. <i>Setting objective and targets</i>	- <i>Brainstorming</i> - <i>Ishikawa</i> - <i>Critical Path Analysis</i> - <i>Eco-mapping</i> - <i>Gantt Chart</i>
Step 3 Generation, Evaluation and Prioritazion of GP Options	5. <i>Generation of GP Options</i> 6. <i>Screening and Evaluation of GP Options</i> 7. <i>Reparation of Implementation plan</i>	- <i>Cost Benefit Analysis</i> - <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> - <i>Pareto Chart</i> - <i>Program Evauation Reveiew Technique (PERT)</i>
Step 4 Implementation of GP	8. <i>Implementation of selected options</i> 9. <i>Training, awareness building and developing comoetence.</i>	- <i>Training Need analysis</i> - <i>Team Briefing</i> - <i>Responsibility Matrix</i> - <i>Critical Path method</i> - <i>Gantt Chart</i> - <i>Spider Web Diadrams</i>
Step 5 Monitoring and Review	10. <i>Monitoring and Evaluation of result</i> 11. <i>Management Review</i>	- <i>Solution effect analysis</i> - <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> - <i>Chart</i>
Step 6 Substaining GP	12. <i>Incorporate changes</i> 13. <i>Identify new/additional problem are for continous mprovement</i>	- Menggunakan beberapa <i>tools</i> yang telah disebutkan pada tahap sebelumnya untuk melakukan <i>improvement</i> .

Sumber: Asian Productivity Organization, 2006 (4-83&4-84)

Penjelasan mengenai tahap-tahap dalam metode *Green Productivity* akan dideskripsikan sebagai berikut:

1. *Getting Started*

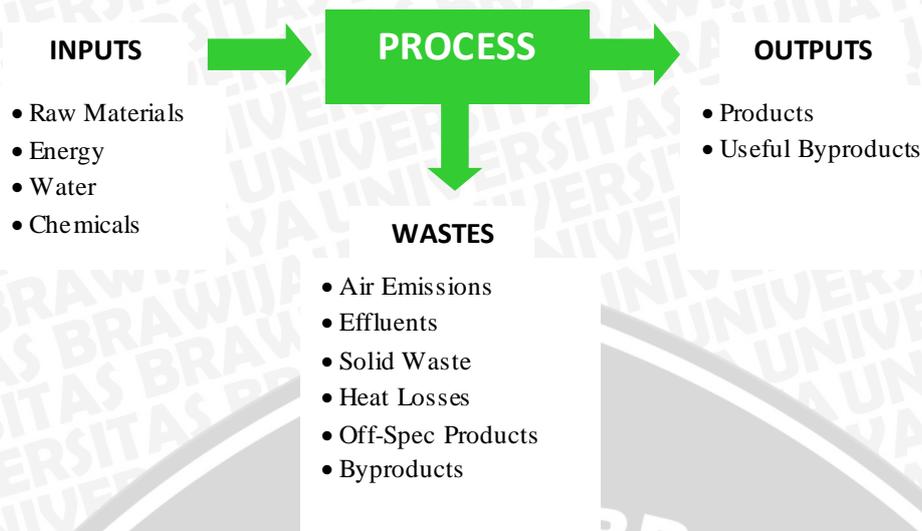
Langkah awal dalam GP adalah mulai membentuk tim GP untuk mengkoordinasikan pelaksanaan GP. Kemudian tim ini melakukan pencarian informasi dengan melakukan *walk through survey*. Pada tahap ini harus sudah menentukan *process flow diagram*, *initial layout*, dan *material balance*. Kemudian tim GP harus mengidentifikasi operasi-operasi yang menghasilkan *waste* termasuk estimasi atau perkiraan mengenai *waste* yang dihasilkan dari tiap-tiap proses yang berbeda.

b. Membentuk Tim *Green Productivity*

Tim akan bertanggung jawab untuk mengawasi pelaksanaan semua program *Green Productivity*. Selain itu, tim juga memiliki tanggung jawab untuk memastikan bahwa sistem berjalan mengikuti aliran proses. Formasi tim GP mencakup keseluruhan departemen produksi maupun non-produksi. Tim GP memiliki beberapa tugas, yaitu: mengumpulkan informasi awal, mengidentifikasi masalah, menyusun dan mengevaluasi alternatif GP, menyiapkan rencana implementasi GP, menerapkan alternatif pilihan, melakukan dokumentasi serta berkomunikasi dengan puncak manajemen dan seuruh *stakeholder* untuk mendapatkan persetujuan atas keputusan yang akan diambil oleh tim.

c. Melakukan *Walk Through Survey*

Tahapan ini dilakukan dengan mengidentifikasi segala aktivitas yang terjadi dalam proses produksi dimulai dari fase *input*, proses manufaktur hingga *output* yang digambarkan pada *flowchart* dan *Process Flow Diagram* (PFD). Kemudian dilakukan identifikasi limbah dari tiap-tiap proses dengan menggunakan neraca massa atau yang disebut dengan *material balance*. *Material Balance* merupakan *tools* yang memungkinkan untuk melakukan perhitungan *input* dan *output* secara kuantitatif. Sehingga ketika ada perbedaan antara *input* dan *output* dapat diidentifikasi akar penyebab masalahnya.



Gambar 2.4 Komponen Neraca Massa
 Sumber: Asian Productivity Organization (2006:4-24)

2. *Planning*

Pada tahap *planning*, terdapat dua langkah yang harus dilakukan, yaitu:

a. Identifikasi masalah dan penyebabnya

Berdasarkan pada informasi yang telah dikumpulkan pada *walk through survey*, tim GP melakukan identifikasi permasalahan serta penyebabnya dengan menggunakan *tool* antara lain diagram sebab akibat dan *brainstorming*. Tujuan utama dari *brainstorming* adalah untuk menghasilkan ide sebanyak mungkin. *Tools* ini digunakan oleh tim, ketika mencoba untuk mengidentifikasi kemungkinan penyebab akar atau ketika mencari solusi untuk masalah. *Brainstorming* juga dapat digunakan saat mengembangkan rencana pelaksanaan dalam hal memprioritaskan berbagai pilihan.

b. Menentukan tujuan

Setelah mengidentifikasi permasalahan tersebut, maka perlu ditentukan tujuan dan target yang akan dicapai sebagai petunjuk tim GP untuk memilih alternatif solusi yang terbaik. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam menetapkan tujuan dan sasaran yaitu: tujuan harus didasarkan pada masalah yang diidentifikasi, target atau sasaran harus dikembangkan berdasarkan kebutuhan, dan salah satu tujuan dapat memiliki beberapa target yang bertahap.

3. *Generation, Evaluation and Prioritization of Green Productivity Options*

Ada dua langkah utama dalam tahapan ini, yaitu:

a. Menyusun alternatif *Green Productivity*

Dalam menyusun alternatif dibutuhkan ide kreatif untuk menciptakan metode penyelesaian masalah. *Brainstorming* adalah cara terbaik yang dapat digunakan dalam menciptakan ide perbaikan untuk menyusun alternatif GP.

b. *Evaluation and Prioritization of Green Productivity Options*

Alternatif-alternatif tersebut kemudian dievaluasi untuk dipilih dengan menggunakan metode-metode pemilihan alternatif, misalnya dengan menggunakan analisa finansial atau beberapa metode berikut ini:

1) *Sieve Method*

Metode pemilihan ini melibatkan pengturan nilai *cut-off* untuk parameter kritis tertentu seperti biaya, waktu, sumber daya manusia serta kebutuhan listrik. Semua alternatif GP yang melebihi nilai *cut-off* akan dieliminasi. Ada beberapa penyebab suatu pilihan alternatif tereliminasi, yaitu pilihan membutuhkan dana yang besar dan tidak terjangkau oleh organisasi, pelaksanaan opsi yang terlalu rumit dikarenakan membutuhkan keahlian khusus, pilihan menuntut sumber daya yang cukup, atau pilihan dapat memberikan resiko pada kualitas produk.

2) *Weighted Sum Method*

Metode ini merupakan cara yang efektif dalam menentukan peringkat dari beberapa pilihan yang disesuaikan dengan kepentingan berdasarkan kriteria tertentu. Kemudian pilihan-pilihan tersebut diurutkan dengan pemberian bobot untuk masing-masing kriteria. Skala pembobotan yaitu 1-10, dimana angka 1 menunjukkan performansi terburuk sedangkan 10 untuk menunjukkan performansi terbaik. Hasil dari bobot kriteria dan bobot individu pilihan untuk setiap kriteria akan membentuk skor untuk pilihan tersebut. Nilai dari pilihan masing-masing kemudian ditambahkan untuk mendapatkan skor total. Selanjutnya, total skor dari semua pilihan dibandingkan dan pilihan dengan total skor terbesar dipilih sebagai alternatif terbaik.

3) *Cost Benefit Analysis*

Merupakan metode perbandingan biaya dan keuntungan dari beberapa alternatif *green productivity*. Analisa biasanya dilakukan dengan melihat rasio antara manfaat dari penerapan GP terhadap biaya yang dikeluarkan.

Terdapat tiga indikator yang dapat digunakan untuk mengevaluasi pilihan GP, yaitu:

- *Simple Payback*
- *Net Present Value* (NPV)
- *Internal Rate of Return* (IRR)

4. *Implementation of Green Productivity Options*

Tahap keempat dari pelaksanaan GP adalah menyusun rencana implementasi yang melibatkan detail pelaksanaan kegiatan, personil dan batasan waktu pelaksanaan. Jika perencanaan tersebut telah dilaksanakan dengan baik, maka tim GP melaksanakan solusi terpilih secara simultan. Untuk menjamin pelaksanaan itu, maka perlu dilakukan pelatihan, *awareness building* serta pengembangan kompetensi bagi masing-masing personil untuk membangun pemahaman dalam mengimplementasikan GP.

5. *Monitoring and Review*

Kinerja dari pelaksanaan solusi harus dimonitor agar dapat dibandingkan dengan target dan tujuan yang telah ditetapkan. Hal ini bertujuan agar pihak manajemen dapat melakukan perbaikan ketika ada *gap* antara pelaksanaan dengan tujuan yang ditetapkan. Sedangkan *review* dilakukan untuk menentukan efektifitas pelaksanaan metodologi GP, yang meliputi manfaat dan penghematan yang diperoleh, kesulitan-kesulitan yang dihadapi selama pelaksanaan dan identifikasi untuk perbaikan selanjutnya.

6. *Sustaining Green Productivity*

Merupakan langkah akhir dari metodologi GP yaitu membentuk sistem terstruktur untuk menjamin perbaikan produktivitas dan kinerja lingkungan secara terus-menerus.

2.5.2 *Manfaat Penerapan Green Productivity*

Implementasi GP akan memberikan manfaat pada jangka menengah dan jangka panjang. Keuntungan penerapan GP akan dirasakan dampaknya oleh produsen begitu juga dengan konsumennya. Keuntungan yang dirasakan beberapa diantaranya adalah peningkatan efisiensi sumberdaya yang digunakan, biaya produksi yang lebih rendah, pengurangan biaya yang dikeluarkan untuk pengolahan dan pembuangan limbah produksi, dan kualitas produk yang lebih baik. Menerapkan GP akan menjadi keunggulan kompetitif bagi perusahaan. Ketika perusahaan sudah dengan benar menerapkan *green productivity*, produktivitasnya secara signifikan akan meningkat hal ini akan berdampak pada peningkatan pangsa pasar perusahaan dan hasil akhirnya adalah laba perusahaan akan meningkat.

Penerapan GP juga mempersiapkan perusahaan untuk peningkatan daya saing dalam memasuki pasar internasional dan menghadapi globalisasi dimana perusahaan akan lebih dituntut untuk dapat memenuhi ekspektasi standard internasional terhadap produk yang mereka hasilkan. Selain perusahaan dan konsumen perusahaan, karyawan dari perusahaan yang menerapkan GP juga akan merasakan manfaat dari penerapan GP, selain dilakukan perbaikan pada tempat bekerjanya menjadi lebih nyaman, karyawan tersebut juga akan dilakukan perbaikan terus menerus dari sisi kesehatan dan keselamatan kerjanya. *Green Productivity* mempunyai empat tujuan umum (Billatos, 1997:4), yaitu:

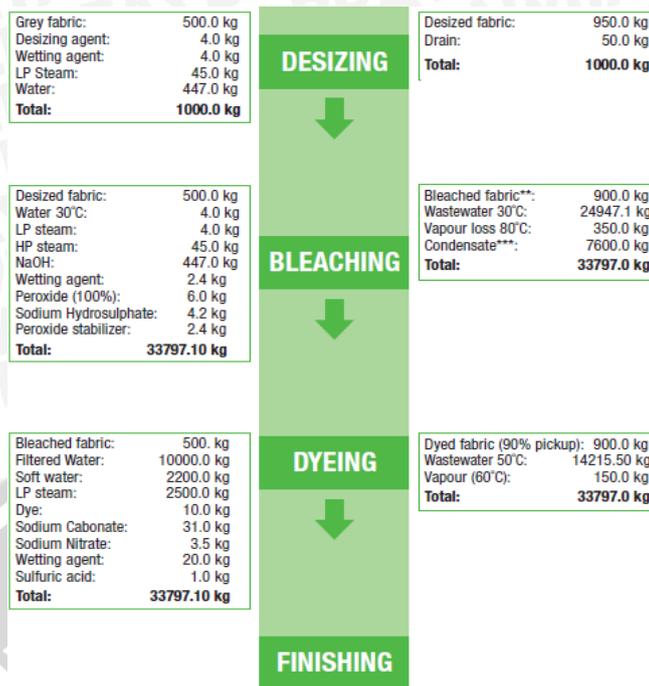
1. Pengurangan limbah (*Waste Reduction*)
2. Manajemen Material (*Material Management*)
3. Pencegahan Polusi (*Pollution Prevention*)
4. Meningkatkan nilai produk (*Product Enhancement*)

2.6 Process Flow Diagram

Menurut *Asian Productivity Organization* (2006:4-17), *process flow diagram* merupakan sebuah metode grafis yang menyajikan proses dan urutan suatu industri serta menggambarkan urutan aktivitas kerja bersamaan dengan aliran energi atau material pada proses tertentu. *Process Flow Diagram* dipersiapkan dengan tujuan sebagai data dalam pelaksanaan *Walk Through Survey*. *Process Flow Diagram* harus menjelaskan beberapa hal berikut:

1. Semua proses dan operasi harus dalam urutan yang tepat.
2. *Input* dan *Output* untuk tiap tahapan proses harus ditunjukkan secara jelas.
3. Detail pada tiap proses dan data monitoring dapat ditampilkan.
4. Tempat pengukuran dan kontrol kualitas juga harus ditunjukkan.

Process Flow Diagram dapat disertai analisis neraca massa dimana pada tiap tahap proses produksi terdapat informasi mengenai massa material yang digunakan serta *waste* yang dihasilkan. Informasi tersebut kemudian dapat menjadi fokus untuk peningkatan produktivitas dan program lingkungan. Sebuah *Process Flow Diagram* dapat dibuat dengan menghubungkan unit operasi individu dalam bentuk diagram blok. Salah satu contoh *Process Flow Diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Contoh *Process Flow Diagram*

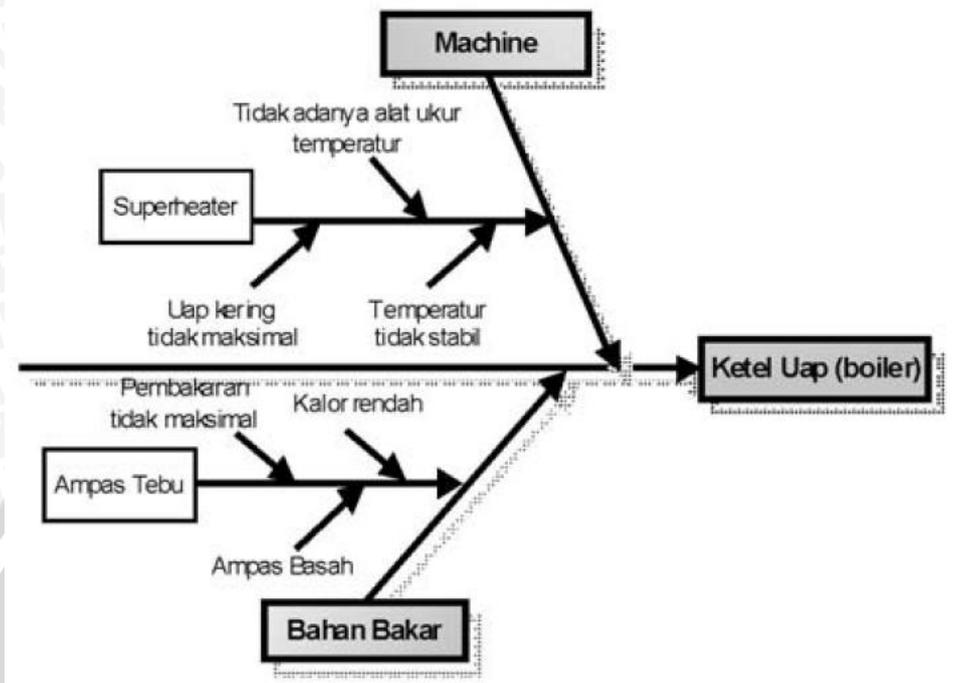
Sumber: Asian Productivity Organization (2006:4-17)

2.7 Diagram Ishikawa

Diagram Ishikawa biasa disebut dengan diagram tulang ikan atau *fishbone* dan merupakan salah satu metode/*tool* dalam meningkatkan kualitas. Diagram ini sering disebut juga dengan diagram Sebab-Akibat atau *Cause-Effect* diagram dikarenakan diagram ini merupakan alat yang umum untuk memecahkan masalah dengan melakukan analisis sebab dan akibat dari suatu keadaan dalam sebuah diagram yang terlihat seperti sebuah tulang ikan. Diperkenalkan pertama kali oleh seorang ilmuwan jepang dari Universitas Tokyo pada tahun 1943, yaitu Prof. Kaoru Ishikawa. Diagram ini akan mengidentifikasi penyebab potensial dan akibat dari sebuah permasalahan. Selain itu, diagram ini juga menggambarkan hubungan antara berbagai faktor yang mungkin memengaruhi satu dengan lainnya (Wignjosoebroto, 2006:268).

Dalam penelitian ini, diagram ishikawa digunakan sebagai metode guna mencari penyebab permasalahan adanya *waste* yang dihasilkan saat proses produksi untuk kemudian dicari solusi yang sesuai dari permasalahan tersebut. Mekanisme penggunaan diagram ishikawa dapat dilakukan melalui metoda sumbang saran (*brainstorming method*) yang dirasa cukup efektif digunakan guna mencari faktor-faktor penyebab permasalahan secara detail. Faktor-faktor penyebab utama yang diidentifikasi disesuaikan dengan permasalahan sehingga setiap kasus dapat memiliki diagram *ishikawa* yang berbeda. Penyebab permasalahan utama dapat terjadi karena lima faktor, yaitu *man, machine,*

material, methods dan environment atau disebut 4M+1E. Hubungan permasalahan dan faktor-faktor penyebab dapat dilihat pada Gambar 2.6 yang merupakan salah satu contoh diagram ishikawa.



Gambar 2.6 Contoh Diagram Ishikawa
Sumber: (Mubin, 2012:130)

2.8 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)

Metode 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) merupakan suatu strategi yang dapat digunakan dalam mencegah maupun mengurangi limbah akibat dari aktivitas produksi. Dalam penerapannya dilakukan tiga hal berikut (Asnani dan Zurbrugg, 2008:125-126):

1. *Reduce*

Merupakan kegiatan pengurangan limbah dengan memangkas konsumsi dan jumlah limbah yang dihasilkan. Contohnya: menghindari pemakaian dan pembelian produk yang menghasilkan sampah dalam jumlah besar, menggunakan produk yang dapat diisi ulang (*refill*), serta mengurangi penggunaan bahan sekali pakai.

2. *Reuse*

Merupakan kegiatan pengurangan maupun penanganan limbah dengan menggunakan kembali limbah tersebut untuk fungsi yang sama maupun untuk fungsi lain tanpa proses pengolahan. Contohnya: menggunakan kembali wadah/ kemasan untuk fungsi yang sama atau fungsi lainnya.

3. *Recycle*

Merupakan kegiatan pengurangan maupun penanganan limbah dengan melakukan proses ulang melalui pengolahan secara fisik maupun kimia. Pengolahan tersebut dapat menghasilkan produk baru. Contohnya: mengolah limbah organik menjadi pupuk kompos yang bermanfaat untuk pengolahan lahan pertanian.

2.9 Analisa Kelayakan Dengan *Feasibility Analysis Matrix*

Analisa kelayakan merupakan kegiatan untuk menilai sejauh mana manfaat yang dapat diperoleh dalam melaksanakan suatu proyek. Dalam penelitian ini, hasil analisis ini digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan, apakah menerima atau menolak alternatif solusi yang telah disusun (Andersen dan Grude, 2009:68). Analisa ini berfokus pada mengidentifikasi dan menganalisis pilihan solusi potensial untuk menentukan solusi yang paling layak, dimana suatu proyek dikatakan *feasible* ketika secara logis ada kecenderungan untuk dapat memenuhi tujuan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Penelitian ini merupakan analisis awal dari alternatif solusi, mengevaluasi bagaimana setiap pilihan akan memberikan hasil yang diinginkan dan memenuhi kebutuhan perusahaan (Weese dan Wagner, 2011:119).

Setiap kandidat solusi harus dianalisis dari segi kelayakannya. Pada penelitian ini alternatif solusi dievaluasi berdasarkan 5 kriteria:

1. Kelayakan Operasional (*Operational Feasibility*)

Kelayakan operasional berdasar pada seberapa baik alternatif solusi yang diusulkan dalam mengatasi masalah.

2. Kelayakan Teknis (*Technical Feasibility*)

Kriteria kelayakan secara teknis berdasar pada ketersediaan sumber daya dan pakar serta kemudahan dalam melaksanakan alternatif solusi. Pilihan jenis teknologi yang diusulkan sering dipengaruhi oleh kemungkinan pengadaan tenaga ahli, pengadaan bahan baku, dan bahan penunjang yang diperlukan untuk penerapannya. Seringkali keterbatasan pengadaan salah satu bahan baku, baik dalam kualitas maupun kuantitas akan membatasi perencanaan solusi, serta berpengaruh pada biaya.

3. Kelayakan Keberlanjutan (*Sustainability*)

Kriteria *sustainability* berhubungan dengan dampak yang ditimbulkan dari pelaksanaan alternatif terhadap lingkungan maupun kehidupan sosial masyarakat.

4. Kelayakan Sumber Daya (*Resource Feasibility*)

Kelayakan dilihat dari tersedianya sumber daya untuk melakukan alternatif yang ditawarkan seperti sumber daya manusia, fasilitas dan kebutuhan lainnya dalam menjalankan alternatif tersebut.

5. Kelayakan Jadwal (*Schedule Feasibility*)

Kriteria *schedule feasibility* merupakan kemungkinan waktu yang dibutuhkan dalam melaksanakan alternatif solusi.

Untuk melakukan perbandingan kandidat-kandidat tersebut dan memilih satu atau lebih kandidat untuk direkomendasikan kepada perusahaan, maka harus dibuat prioritas. Tahap ini dapat dilakukan dengan menggunakan *Feasibility Analysis Matrix* (Matrix Analisis Kelayakan) untuk mengetahui peringkat tiap alternatif solusi. Diawali dengan menentukan bobot tiap kriteria selanjutnya memberikan skor pada tiap alternatif solusi. Alternatif dipilih berdasarkan peringkat yang tertinggi. Diperlukan analisis pendukung untuk menguatkan hasil dari *Feasibility Analysis Matrix*, salah satunya yaitu melalui analisis finansial secara detail. Tabel 2.3 merupakan contoh dari *Feasibility Analysis Matrix*.

Tabel 2.3 Contoh *Feasibility Analysis Matrix*

Feasibility Criteria	Weight	Candidate 1	Candidate 2
<i>Operational Feasibility</i>	30%	Sepenuhnya mendukung fungsionalitas yang dibutuhkan pemakai Score : 100	Mendukung / tidak terhadap fungsi ² yang diinginkan Score : 40
<i>Technical Feasibility</i>	30%	Sistem operasi yang digunakan berlisensi sedangkan bahasa pemrograman dan basis data menggunakan produk open source. Proses instalasi dilakukan hanya pada komputer server. Score : 60	Sistem operasi bahasa pemrograman dan basis data yang digunakan berlisensi. Proses instalasi dilakukan hanya pada komputer server Score : 100
<i>Economic Feasibility</i>	30%	Biaya Pengembangan: Rp. 16.592.226 <i>Payback Period</i> : ± 1 Tahun 1 bulan NPV: Rp. 41.031.182 Skor: 95	± Biaya Pengembangan: Rp. 24.689.638 <i>Payback Period</i> : ± 1 Tahun 4 bulan NPV: Rp. 35.933.769,7 Skor: 85
<i>Schedule Feasibility</i>	10%	5 bulan Skor: 85	5 bulan Skor: 85
<i>Rank</i>	100%	92,5	91

2.10 Analisa Finansial Dengan *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Dalam konsep *Green Productivity*, biaya yang dikeluarkan dan keuntungan yang diperoleh harus dapat diukur dengan tepat. Hal ini dikarenakan analisis profitabilitas merupakan metrik atau ukuran yang digunakan dalam mengukur dampak dari pelaksanaan *Green Productivity* terhadap kinerja organisasi. Sehingga indikator inilah yang dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif solusi yang telah dibuat dan memilih alternatif yang paling layak secara ekonomis. Pada penelitian ini, metode analisa yang digunakan yaitu *Benefit-Cost Ratio* (BCR).

Analisa *Benefit-Cost* merupakan analisa yang digunakan untuk mengetahui besaran keuntungan/kerugian serta kelayakan suatu proyek. Dalam perhitungannya, analisis ini memperhitungkan biaya serta manfaat yang akan diperoleh dari pelaksanaan suatu program. Secara umum, BCR dapat membantu penggunaannya untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan, menambah alternatif atau pilihan, serta mengurangi biaya alternatif yang tidak efektif. Analisa biasanya dilakukan dengan melihat rasio antara manfaat dari penerapan GP terhadap biaya yang dikeluarkan. Suatu proyek dikatakan layak atau dapat dilaksanakan apabila rasio antara manfaat terhadap biaya yang dibutuhkan lebih besar dari 1. Secara matematis hal ini dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Manfaat Ekuivalen}}{\text{Ongkos Ekuivalen}} \quad (2-11)$$

Sumber: Pujawan (2003:278)

dengan :

Manfaat Ekuivalen: semua manfaat setelah dikurangi dengan dampak negatif

Ongkos Ekuivalen: semua ongkos yang dikeluarkan.

Dalam menghitung BCR, perhitungan dilakukan dengan mengalikan nilai manfaat (*benefit*) dan ongkos (*cost*) dengan faktor nilai sekarang dari deret seragam (*Uniform Present Worth Factor*):

$$\text{Benefit} = \text{Total Penghematan (P/A, } i\%, N) \quad (2-12)$$

$$\text{Cost} = \text{Investasi Awal} + \text{Biaya Operasional (P/A, } i\%, N) \quad (2-13)$$

Faktor nilai sekarang dari deret seragam juga dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$(P/A, i\%, N) = \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \quad (2-14)$$

Sumber: Pujawan (2003:43)

dengan :

P = Nilai sekarang (*Present Worth*)

A = Aliran kas yang besarnya sama untuk beberapa periode yang berurutan (*Annual Worth*)

i = Tingkat bunga per periode

N = Jumlah periode

2.11 Jenis Limbah

Menurut Billatos (1997:15), limbah secara umum terdapat pada tahap produksi, penggunaan produk oleh konsumen dan pembuangan (*disposal*). Tahap-tahap tersebut merupakan tahapan dalam aktivitas industri sehingga salah satu penyumbang limbah terbesar yaitu limbah industri. Limbah terbagi menjadi tiga jenis yaitu:

1. *Air Pollution*

Limbah gas adalah limbah yang memanfaatkan udara sebagai media. Secara alami udara mengandung unsur-unsur kimia. Penambahan gas ke udara yang melampaui kandungan udara alami akan menurunkan kualitas udara. Limbah berupa gas merupakan produk sampingan yang dihasilkan suatu industri manufaktur. Salah satunya yaitu pada pabrik gula, limbah gas meliputi gas cerobong ketel dan gas SO₂ dari cerobong reaktor pemurnian dengan cara sulfitasi.

2. *Water Pollution*

Limbah cair bersumber dari pabrik yang biasanya banyak menggunakan air dalam sistem prosesnya. Limbah cair bersumber dari pabrik yang biasanya banyak menggunakan air dalam sistem prosesnya. Di samping itu ada pula bahan baku mengandung air sehingga dalam proses pengolahannya air harus dibuang. Air mengalami penambahan bahan kimia tertentu kemudian diproses dan setelah itu dibuang. Semua jenis perlakuan ini mengakibatkan limbah cair yang memberikan dampak buruk bagi lingkungan, salah satunya proses pewarnaan kain yang menghasilkan limbah cair dalam volume besar yang mengandung *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan zat kimia berbahaya.

3. *Land Pollution*

Polusi tanah, dengan kata lain, berarti degradasi atau kerusakan permukaan bumi dan tanah, yang secara langsung atau tidak langsung sebagai akibat dari aktivitas manusia. Dikarenakan adanya peningkatan permintaan akan produk yang diproduksi. Hal ini mengakibatkan terciptanya lebih banyak limbah yang perlu dibuang. Untuk memenuhi permintaan dari pertumbuhan populasi, lebih banyak industri yang dikembangkan yang menyebabkan deforestasi. Limbah ini dibedakan menjadi dua yaitu *hazardous solid waste* (limbah padat berbahaya) dan *non hazardous solid waste* (limbah padat tidak berbahaya).

2.12 *Konsep Waste Reduction*

Waste reduction (Minnesota Pollution Control Agency, 1993 (dalam Putra (2007:12)) adalah pengurangan sejumlah limbah berbahaya yang ditimbulkan oleh perusahaan. Pengolahan limbah ini meliputi reduksi sumber limbah dan melakukan daur ulang. *Waste reduction* dapat dilakukan dengan beberapa cara berikut ini:

1. Melakukan setiap proses dalam sistem sebaik-baiknya. Proses yang dilakukan dengan baik dapat mengurangi timbulnya limbah akibat dari kesalahan produksi sehingga membuat proses menjadi lebih efisien.
2. Pengurangan penggunaan material. Dengan menggunakan bahan yang lebih sedikit dan tidak berbahaya akan mengurangi penggunaan material sebagai bahan baku serta mengurangi limbah produksi.
3. Memodifikasi proses atau teknologi dalam sistem. Hal ini dapat dilakukan dengan mengubah proses produksi. Perubahan yang dilakukan antara lain merubah penempatan atau tata letak mesin dan peralatan, mengganti peralatan dengan peralatan yang lebih efisien atau otomatisasi proses produksi.
4. Pengurangan konsentrasi limbah. Reduksi limbah juga dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan untuk mengurangi konsentrasi limbah seperti *filter* atau *sludge dryers*.
5. Penggunaan kembali daur ulang atau pemulihan. Material yang telah didaur ulang atau dipulihkan dapat digunakan kembali sebagai material utama maupun pendukung proses produksi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

