

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan industri skala kecil dan menengah berkembang mewarnai perekonomian di daerah. Mulai dari industri makanan, kerajinan, mebel, hingga konveksi atau tekstil, dimana keberadaannya menjadi salah satu solusi dalam mengatasi angka pengangguran sekaligus menggerakkan roda perekonomian daerah.

Perkembangan sektor industri akan berdampak pada pemakaian sumberdaya alam yang ada. Sumberdaya alam yang ada tersebut dieksplorasi, diekstraksi, ditransformasi menjadi suatu produk. Sumberdaya alam juga ada yang dimanfaatkan sebagai sumber energi, menjadi limbah dan dimanfaatkan oleh konsumen. Kegiatan industri dilakukan agar dapat meningkatkan potensi dan nilai jual sumberdaya, akan tetapi juga berpotensi menimbulkan dampak negatif yaitu adanya polusi akibat proses produksi dan produk yang dihasilkan serta kemungkinan terjadinya degradasi terhadap sumberdaya yang digunakan.

Sebagian besar masyarakat menganggap bahwa industri kecil adalah industri yang tidak berpotensi menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Limbah dari industri skala kecil terkadang diabaikan karena besaran usahanya yang dianggap tidak terlalu signifikan, dan tidak terlalu berbahaya sehingga tidak perlu diatur secara seksama. Menurut Hamza dalam Hillary (2000), terdapat banyak industri kecil dan menengah yang memberikan dampak bervariasi pada lingkungan setempat, bagaimanapun juga studi menunjukkan bahwa sebagian besar polusi di daerah perkotaan merupakan hasil dari penyebaran industri kecil dan menengah. Beberapa industri skala kecil dan menengah telah menyadari bahwa mereka memberikan dampak terhadap lingkungan dibandingkan yang lain karena proses produksi atau karena kontribusi total produksi dalam masing-masing usaha atau lokasinya sehingga mereka mulai melakukan upaya pengelolaan lingkungan.

Pihak industri mungkin masih belum menyadari bahwa sebenarnya "limbah" sama dengan "keuntungan" atau pengertian tentang limbah yang terbalik, artinya bahwa limbah merupakan biaya yang harus dikeluarkan dan mengurangi keuntungan. Memang benar bahwa dengan mengabaikan persoalan limbah, keuntungan tidak akan berkurang untuk jangka pendek. Pihak industri yang demikian mungkin belum melihat faktor biaya yang berkaitan dengan "image" perusahaan dan tuntutan pembeli yang mensyaratkan pengelolaan lingkungan dengan ketat. Peluang bisnis pun lepas karena mengabaikan aspek lingkungan. (Purwanto, 2006)

Jumlah usaha kecil di Kabupaten Semarang cukup besar, berdasarkan data dari Kabupaten Semarang dalam angka (2009) tercatat sebanyak 10.844 unit usaha yang terdiri atas 9.405 unit usaha mikro dan kecil (86.73%) dan lainnya sejumlah 1.439 unit atau 13,27% merupakan usaha menengah dan besar.

Salah satu industri kecil di wilayah Kabupaten Semarang adalah Industri Pengolahan Tepung Tempurung Kelapa dimana industri ini merupakan industri hulu yang menyediakan bahan baku bagi industri obat anti nyamuk bakar. Industri ini berada di wilayah kawasan industri Bergas. Menurut Abdullah (2010), perkembangan industri di Bergas disebabkan karena faktor tingginya penerimaan masyarakat terhadap pembangunan industri, dukungan aksesabilitas, ketersediaan lahan dan dukungan Pemerintah.

Industri pengolahan tepung tempurung kelapa, rata-rata merupakan industri kecil dengan bahan baku utama adalah tempurung kelapa. Tempurung merupakan hasil samping (*by-product*) buah kelapa. Hampir 60% butir kelapa yang dihasilkan dikonsumsi dalam bentuk kelapa segar, di mana sebagian besar untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Ini berarti tempurung sisa berada di sekitar pasar sebagai limbah pasar. (Mahmud dan Ferry, 2005). Ketersediaan bahan baku tempurung kelapa yang melimpah dan proses pengolahannya menjadi produk bentuk tepung yang sederhana menjadikan usaha ini cukup berkembang. Produk yang dihasilkan dari industri ini berupa tepung dengan ukuran mesh lebih dari 80. Tempurung kelapa akan memberikan nilai tambah apabila diproses menjadi tepung, arang atau arang aktif. Secara umum, utilitas yang digunakan dalam

memproses tempurung kelapa menjadi bentuk tepung dengan ukuran 80 mesh yaitu mesin diesel yang berguna untuk menggerakkan mesin *crusher mill* dan dibantu dengan mesin genset sebagai penambah daya untuk menggerakkan panel-panel seperti motor dan blower.

CV. Putra Jaya Sahita Guna merupakan industri kecil pengolahan tepung tempurung kelapa yang berada di wilayah Kabupaten Semarang. Produk yang dihasilkan per hari mencapai 15 ton tepung ukuran 80 mesh dengan bahan baku tempurung kelapa sebanyak 18,75 ton, dimana efisiensi pada proses produksi berkisar 75 %. Kegiatan produksi pada industri pengolahan tepung tempurung kelapa ini sangat sederhana.

Keluhan masyarakat sekitar CV. Putra Jaya Sahita Guna terkait adanya partikel debu hitam perlu dilakukan suatu kajian terkait dengan upaya pengelolaan lingkungan guna mengatasi permasalahan tersebut. Menurut Suparmoko (2000), menyatakan bahwa industri-industri kecil masih merasa bahwa limbah yang dihasilkan hanya sedikit sehingga tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kerusakan lingkungan. Tingginya biaya operasional yang harus dikeluarkan dalam pengelolaan lingkungan dirasakan memberatkan pihak industri karena akan menambah biaya produksi.

Berbagai pendekatan pengelolaan lingkungan telah banyak berkembang sebagai suatu cara untuk mengurangi hasil sampingan industri sehingga diharapkan industri tidak akan menghasilkan banyak limbah yang dapat mencemari lingkungan. Beberapa pendekatan tersebut merupakan pendekatan-pendekatan produksi yang ramah lingkungan seperti keefisiensi. Pendekatan keefisiensi dilakukan dengan cara meminimalkan penggunaan bahan baku, energi, sumberdaya dan inovasi teknologi untuk meningkatkan efisiensi produksi yang juga berdampak pada pengurangan dampak pencemaran lingkungan. Pendekatan perencanaan pengelolaan lingkungan melalui penerapan keefisiensi akan lebih menarik pada industri khususnya industri skala kecil. Dengan adanya efisiensi pada proses produksi diharapkan akan mengurangi potensi dampak terhadap lingkungan.

Berdasarkan Undang –Undang 32 tahun 2009 menyatakan bahwa Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. Pengelolaan lingkungan hidup bukan semata-mata menjadi tanggung jawab pemerintah. Swasta dan masyarakat juga sangat penting peran sertanya dalam melaksanakan kebijaksanaan pengelolaan lingkungan hidup. Setiap orang mempunyai hak dan kewajiban berperan serta dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup, sehingga dapat tercapai kelestarian fungsi lingkungan hidup.

Berdasarkan permasalahan lingkungan pada CV. Putra Jaya Sahita Guna, maka dilakukan penelitian tentang kajian penanganan dampak lingkungan melalui pendekatan keefisiensi pada industri pengolahan tepung tempurung kelapa.

1.2. Perumusan Masalah

Adanya keluhan dari masyarakat di sekitar industri pengolahan tepung tempurung kelapa CV. Putra Jaya Sahita Guna terhadap partikel debu hitam (langesh) mendorong dilakukan kajian dan analisis terhadap peluang penerapan keefisiensi dalam rangka penanganan dampak lingkungan. Pendekatan keefisiensi ini dipilih karena industri ini merupakan industri kecil, yang cenderung merasa keberatan bila harus mengeluarkan biaya besar untuk melakukan pengelolaan lingkungan. Keefisiensi merupakan peningkatan efisiensi pada pemakaian sumber daya, energi dan bahan penunjang yang akan memberikan nilai positif juga bagi lingkungan. Atas dasar hal tersebut, maka pertanyaan penelitian ini adalah :

1. Bagaimana tahapan proses produksi yang ada di CV. Putra Jaya Sahita Guna?
2. Bagaimana kondisi emisi gas buang mesin diesel di CV. Putra Jaya Sahita Guna?
3. Sejauhmana keuntungan dari sisi ekonomi dan lingkungan dengan melakukan keefisiensi pada tahapan proses produksi?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Mengidentifikasi tahapan proses produksi yang inefisien dan sumber yang berpotensi menimbulkan pencemaran di CV. Putra Jaya Sahita Guna
2. Mengidentifikasi kondisi emisi gas buang yang berasal dari pembakaran mesin diesel pada CV. Putra Jaya Sahita Guna
3. Menganalisis peluang keefisiensi dan keuntungan dari sisi ekonomi dan lingkungan apabila dilakukan CV. Putra Jaya Sahita Guna

1.4. Manfaat Penelitian

1. Bagi Kemajuan Ilmu Pengetahuan

Dapat memberikan masukan bagi pengembangan ilmu dengan adanya penemuan – penemuan baru, berupa simbiosis industri dari industri pengolahan tepung tempurung kelapa.

2. Bagi Industri

Dapat memberikan masukan dalam peningkatan efisiensi di industri tepung tempurung kelapa dalam meningkatkan daya saing

3. Bagi Pemerintah, dalam hal ini dibedakan atas :

- Dinas Perindustrian Kabupaten Semarang, dapat memfasilitasi penyusunan dokumen SPPL sebagai syarat terbitnya usaha
- Pemda Kabupaten Semarang, memberikan arahan tentang pengembangan dan pemberdayaan industri kecil sehingga dapat meningkatkan PAD (Pendapatan Asli Daerah)
- BLH Kabupaten Semarang, dapat memberikan masukan dan pendampingan dalam pengelolaan lingkungan pada industri skala kecil
- BBTPPI, dapat dilakukan penelitian lanjutan terkait dengan penetapan baseline efisiensi untuk industri sejenis.

1.5. Originalitas Penelitian

Penelitian sebelumnya belum pernah dilakukan di Industri Pengolahan Tepung Tempurung Kelapa yaitu CV. Putra Jaya Sahita Guna, Kabupaten Semarang terlebih terhadap pengelolaan lingkungan yang berkaitan dengan keefisiensi.

Penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan di Industri Pengolahan Tepung Tempurung Kelapa yaitu oleh Budiwan dan Hartawan I. S (2000) tentang Rancang Usaha di PT. Tunas Subur Surabaya yang merupakan industri pemula bagi pengolahan tepung tempurung kelapa sehingga akan dianalisis tujuan, sasaran dan strategi pemasaran agar bisa menjadi pemimpin pasar (*leader market*) di bidangnya.

Penelitian sebelumnya tentang peluang dan penerapan keefisiensi pada umumnya dilakukan di industri skala menengah dan besar. Ringkasan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan keefisiensi dan produksi bersih yang sudah dilakukan di Magister Ilmu Lingkungan UNDIP dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Terdahulu di Magister Ilmu Lingkungan UNDIP

No.	Tahun	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	2003	Daryanto	Potensi Ekoefisiensi di Dapur Kilang Pusdiklat Migas Cepu	Peningkatan Efisiensi di dapur Kilang Pusdiklat Migas Cepu dari 51,69% menjadi 60% dengan mengurangi kelebihan udara pembakaran dari 400% menjadi 300%. Naiknya efisiensi hingga 60% menyebabkan konsumsi bahan bakar berkurang dan penurunan emisi SO ₂ , tetapi menaikkan emisi NO _x
2.	2004	Agus Subekti	Evaluasi Penerapan Produksi Bersih di Pabrik Ammonia Kaltim-3 dan Peluang Penerapannya di Pabrik Ammonia Kaltim-2 PT. Pupuk Kalimantan Timur, Tbk	Penerapan produksi bersih dengan adanya Hydrogen Recovery Unit (HRU) dapat meningkatkan produksi ammonia sebesar 180 ton/hari; memperbaiki kualitas lingkungan dengan tidak adanya gas amonia yang dibuang ke atmosfer; mengurangi jumlah pemakaian bahan baku gas bumi
3.	2004	Hendrajaja	Meningkatkan Kinerja Lingkungan Perusahaan Melalui Strategi “ <i>Good Housekeeping</i> ” (Studi Kasus : PT. Unggul Jaya Sejahtera, Pekalongan dan PT. Sandang Asia Maju Abadi, Semarang)	Penerapan GHK melalui penghematan pemakaian air, bahan penolong, bahan pewarna dapat juga meningkatkan kinerja lingkungan melalui penurunan debit air limbah dan parameter pencemaran seperti : Zat padat tersuspensi, BOD, COD, Phenol, Krom totak, minyak dan lemak dan pH
4.	2006	Ida Nurdalia	Kajian dan Analisis Peluang Penerapan Produksi Bersih pada Usaha Kecil Batik Cap (Studi Kasus pada Tiga Usaha Industri Kecil Batik Cap di	Peluang penerapan efisiensi dilakukan pada tiap tahapan proses pembatikan dengan melakukan <i>reduce, reuse dan recovery</i> pada penggunaan bahan baku (kain mori), bahan penolong (malam) dan

			Pekalongan)	energi (air dan listrik) sehingga memberikan manfaat secara ekonomi dan meningkatkan kinerja lingkungan berupa penurunan debit air limbah
5.	2006	Suhardi Rachman	Pengelolaan Emisi Debu Urea menjadi Produksi Bersih (Studi Kasus di PT. Pupuk Kaltim Tbk. Bontang)	Untuk menurunkan jumlah paparan emisi debu urea dilakukan dengan memasang <i>Urea Dust Recovery System</i> (UDRS) dengan jenis wet scrubber. Kelayakan secara ekonomi hanya optimal bila dipasang di Kaltim-1 mengingat jumlah emisi debu urea yang terbesar dibanding pabrik lainnya, dengan waktu pengembalian 6,8 tahun.
6.	2006	Yuli Gunawan	Peluang Penerapan Produksi Bersih pada Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Waste Water Treatment Plant #48 (Studi Kasus di PT. Badak NGL Bontang)	Peningkatan efisiensi pada sistem pengolahan air limbah domestik dilakukan dengan peningkatan efisiensi pada pemakaian air, energi listrik, dan pemakaian klorin yang optimal.
7.	2007	Ardi Listiyo Windi	Model Penilaian Penerapan Produksi Bersih di Industri Tekstil (Studi Kasus PT. Apac Inti Corpora dan PT. Primatexco, Batang)	Model kuisioner ekoefisiensi menghasilkan nilai 79,85 untuk PT. Apac Inti Corpora dan 70,18 untuk PT. Primatexco, sedangkan penilaian gap analisis menunjukkan bahwa kedua industri masuk dalam kategori baik.
8.	2007	Netha A.M.S	Peluang Penerapan Produksi Bersih pada PT. Indonesia Power UBP Semarang (Studi Kasus PLTU Unit 1 dan 2)	Potensi peningkatan efisiensi di PLTU Unit 1 dan 2 dilakukan dengan penurunan biaya pemeliharaan dan pengolahan limbah menggunakan metode pemeliharaan (konservasi kering);

				pemanfaatan <i>dump water desalination plant</i> ; mengganti sistem <i>Continuos Blow Down</i> dengan <i>Intermitten</i> dan penggantian Chromate dengan bahan yang lebih ramah lingkungan
9.	2008	Nuryakin	Studi Evaluasi Perencanaan Pengelolaan Lingkungan Melalui Pendekatan Ekoefisiensi (Studi Kasus pada Unit Deinking Plant PT. Kertas Leces Probolinggo)	Penerapan ekoefisiensi pada unit deinking dapat dilakukan, antara lain : peningkatan kualitas mulai dari penerimaan, inspeksi, penyimpanan, perawatan berkala, pemakaian bahan kimia disesuaikan dengan pedoman bulletin deinking plant, dan reuse bahan kimia pada proses bleaching. Reuse bahan kimia sekaligus dapat mengurangi beban pengolahan limbah cair di unit ETP
10.	2008	Sri Moertinah	Peluang-peluang Produksi Bersih pada Industri Tekstil Finishing Bleaching (Pabrik Tekstil Bleaching PT. Damaitex)	Peluang penerapan produksi bersih pada industri tekstil <i>finishing bleaching</i> PT. Damaitex dapat dilakukan melalui pemanfaatan (<i>reuse</i>) air pendingin mesin singeing, kondensat merserisasi, calender, span ram, mangle untuk umpan ketel; pemanfaatan air limbah bleaching untuk <i>desizing scouring</i> ; pengaktifan kembali mesin <i>recovery caustic soda</i> . Recovery air limbah terolah untuk mengganti air sumur penyerap gas buang ketel uap.
11.	2009	Adika Putra	Potensi Penerapan Produksi Bersih pada Usaha Peternakan Sapi Perah (Studi Kasus Pemerahan Susu Sapi Moeria, Kudus Jateng)	Strategi produksi bersih yang dapat diterapkan oleh peternakan, antara lain : efisiensi dalam penggunaan air untuk pembersihan kandang; pemberian pakan yang disukai oleh ternak; meminimalkan terbuangnya susu; pemanfaatan sumber listrik dengan benar

12.	2009	Siti Rokhimah	Evaluasi Penerapan Produksi Bersih (Studi Kasus pada Unit Stock Preparation PM 8 PT. Pura Nusa Persada, Kudus)	Evaluasi penerapan produksi bersih yang sudah dilaksanakan pada tahapan proses produksi menggunakan strategi 5R (<i>Rethink, Reduce, Reuse, Recycle dan Recovery</i>) masih belum optimal dimana masih terdapat inefisiensi. Alternatif perbaikan berupa : penyimpanan bahan baku pada tempat tertutup, penerapan FIFO (<i>First In First Out</i>), pembuatan denah, pengontrolan dan perawatan mesin dan pemakaian bahan penolong sesuai dengan petunjuk operasional.
13.	2009	Rachma H. Ajie	Kajian dan Peluang Penerapan Produksi Bersih Peternakan Penggemukkan Sapi pada Area Pemeliharaan Komunal	Adanya inefisien pada penggunaan bahan baku (pakan), air dan energi pada industri peternakan. Rencana aksi (action plan) penerapan produksi bersih pada peternakan komunal dengan melakukan perbaikan pada pembuatan gudang penyimpanan dan pengolahan pakan hijauan, perbaikan saluran pembuangan air primer, pembuatan sistem pengolah air buangan, pembuatan biodigester dan distribusi energi.
14.	2009	Hadi Suryanto	Peluang Eco-Efficiency Pengelolaan Limbah Cair Industri Minyak Bumi (Studi Kasus di PT. Semberani Persada Oil Samarinda)	Peluang ekoefisiensi di lapangan minyak Semberah dengan penambahan fasilitas kompressor yang dapat menaikkan tekanan, sehingga gas hasil pemisahan di separator dapat digunakan kembali (<i>reuse</i>)

15.	2011	Hety Kusumawati	Kajian Penerapan Ekoefisiensi pada Industri Kecil Kerajinan Kulit Kerang “ Sabila Handicraft” Kota Magelang	Penerapan ekoefisiensi memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan. Manfaat ekonomi dengan penghematan biaya produksi dari sisi penggunaan bahan baku, bahan penunjang, dan air. Manfaat lingkungan berupa pengurangan dampak yaitu timbulan limbah cair dan limbah padat.
-----	------	-----------------	---	--

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Usaha Kecil Menengah (UKM)

Pengertian tentang usaha kecil dan menengah (UKM) di Indonesia ternyata sangat bervariasi. Menurut BPS misalnya, jika tenaga kerjanya 5 sampai 19 orang maka termasuk usaha kecil, sedangkan jika tenaga kerjanya terdiri dari 20 sampai 99 orang maka termasuk usaha menengah. Menurut UU No. 9 Tahun 1995, kriteria usaha kecil adalah memiliki kekayaan bersih paling banyak Rp 200 juta (tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha) atau memiliki hasil penjualan paling banyak Rp 1 miliar per tahun.

Di Indonesia, tidak dapat diingkari betapa pentingnya peranan UKM terhadap penciptaan kesempatan kerja dan sumber pendapatan masyarakat. Data terakhir dari Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah Republik Indonesia menunjukkan jumlah UKM di Indonesia pada 2011 sebanyak 53,2 juta unit. Jumlah ini mampu menyerap 90.896.270 orang tenaga kerja atau 97,04 % dari total penyerapan tenaga kerja yang ada.

Perkembangan UKM di Indonesia tidak lepas dari berbagai macam masalah. Ada beberapa masalah yang umum dihadapi oleh pengusaha kecil dan menengah seperti keterbatasan modal kerja dan/ atau modal investasi, kesulitan mendapatkan bahan baku dengan kualitas yang baik dan harga terjangkau, keterbatasan teknologi, sumber daya manusia dengan kualitas yang baik (manajemen dan teknik produksi), informasi pasar, dan kesulitan dalam pemasaran. (Tambunan, 2002).

2.2. Industri Pengolahan Tepung Tempurung Kelapa

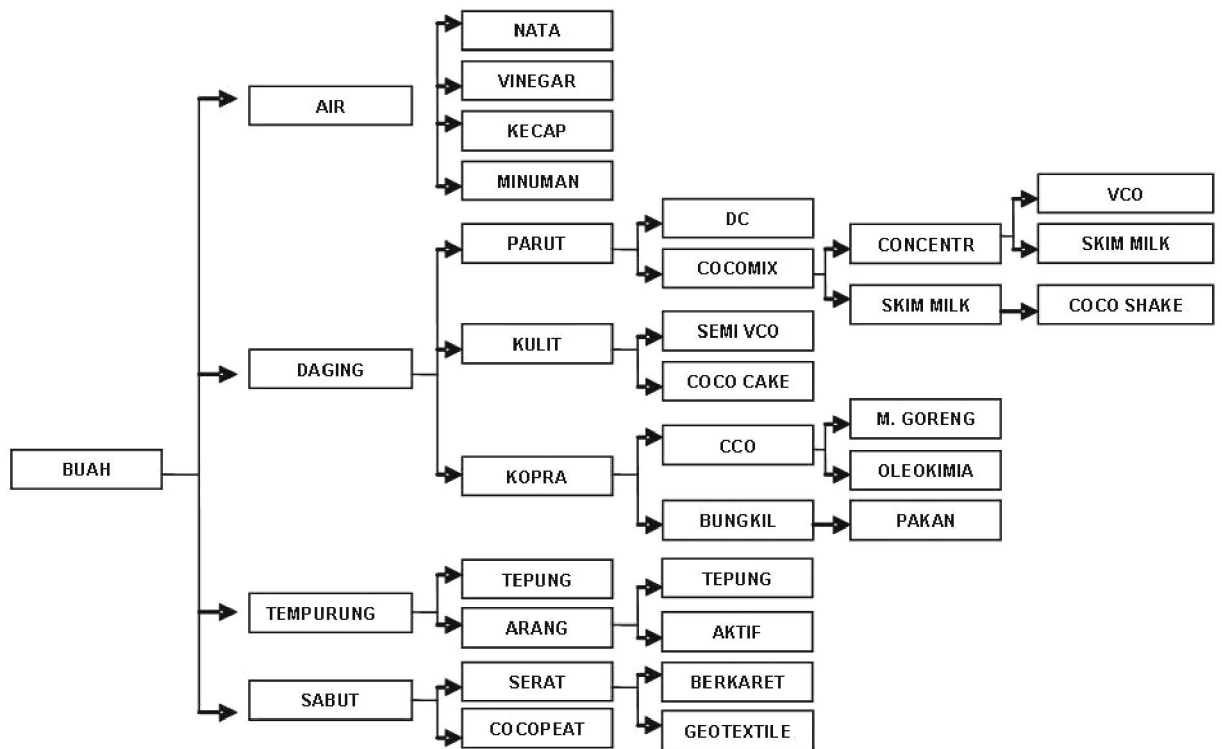
Industri pengolahan tepung tempurung kelapa merupakan industri yang mengolah hasil samping buah (*by-product*) kelapa dalam bentuk tempurung. Tempurung kelapa yang dahulu hanya digunakan sebagai bahan bakar, sekarang sudah menjadi bahan baku industri yang cukup penting. Produk yang dihasilkan

dari pengolahan tempurung berupa arang, arang aktif, tepung tempurung dan barang kerajinan.

Karakteristik industri dapat dibedakan berdasarkan produk yang dihasilkan, yaitu industri hulu dan hilir. Produk daripada industri hulu menjadi bahan baku utama industri hilir, dimana produk ini lebih dikenal dengan bahan setengah jadi (Ginting, 2007). Industri pengolahan tempurung kelapa merupakan jenis industri hulu, dimana produknya merupakan bahan setengah jadi atau sebagai bahan baku untuk industri obat anti nyamuk bakar.

Berat dan tebal tempurung kelapa sangat ditentukan oleh jenis tanaman kelapa. Kelapa Dalam mempunyai tempurung yang lebih berat dan tebal daripada kelapa Hibrida dan kelapa Genjah. Tempurung beratnya sekitar 15-19% bobot buah kelapa dengan ketebalan 3-5 mm. Komposisi kimia dari tempurung, terdiri atas : Selulosa 26,60%; Pentosan 27,70%; Lignin 29,40%; Abu 0,60%; Solvent ekstraktif 4,20%; Uronat anhidrat 3,50%; Nitrogen 0,11%; dan air 8,00% (Ibnusantoso, 2001).

Menurut Mahmud dan Ferry (2005), hampir 60% butir kelapa yang dihasilkan dikonsumsi dalam bentuk kelapa segar, di mana sebagian besar untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Ini berarti tempurung sisa berada di sekitar pasar sebagai limbah pasar. Dalam pengolahan hasil samping buah kelapa harus memperhitungkan ketersediaan pasokan bahan baku dan kesesuaian jenis agroindustri yang dikembangkan. Buah kelapa atau sering disebut dengan *the tree of life* merupakan buah yang dapat dimanfaatkan baik dari hasil dagingnya yang merupakan komponen utama dari buah kelapa; sedangkan sabut, tempurung, dan air buah merupakan hasil samping (*by-product*). Pemanfaatan produk yang dihasilkan dari buah kelapa dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Berbagai Produk Yang Dihasilkan Dari Buah Kelapa
(Sumber : Mahmud dan Ferry, 2005)

Secara umum, proses produksi pada industri pengolahan tepung tempurung kelapa sangat sederhana yaitu dengan menggunakan bahan baku berupa tempurung kelapa yang kering dengan tingkat kelembaban tertentu, kemudian tempurung kelapa dipisahkan dari serabutnya yang mungkin masih menempel. Setelah cukup bersih, tempurung kelapa dimasukkan ke dalam mesin yang disebut dengan mesin *crusher mill*, dalam mesin tersebut tempurung kelapa dihancurkan dengan cara digiling. Setelah hancur, tepung tempurung kelapa akan disaring sampai mencapai tingkat kehalusan yang diinginkan, biasanya 80 dan 60 mesh. Setelah mencapai tingkat kehalusan yang diinginkan, maka tepung tempurung kelapa keluar melalui lubang keluaran/ output, dimana pada mulut lubang tersebut disediakan karung yang didalamnya terdapat plastik yang merupakan kemasan dari tepung tempurung kelapa yang ditimbang dengan berat masing-masing 50 kg.

2.3. Dampak Lingkungan dari Kegiatan Industri

Menurut Undang-Undang Nomor 5 tahun 1984 tentang Perindustrian, menyatakan industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan/atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun dan perekayasaan industri.

Suatu kegiatan industri selain menghasilkan produk yang diinginkan, juga menimbulkan berbagai jenis limbah seperti limbah cair, limbah gas, limbah padat dan kebisingan. Proses produksi pada industri menghasilkan limbah yang mengandung bahan-bahan dapat menimbulkan kerusakan pada lingkungan. Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan akan berinteraksi dengan komponen lingkungan yang lain.

Keseimbangan lingkungan dapat terganggu oleh kegiatan industri. Apabila keseimbangan lingkungan terganggu maka kualitas lingkungan juga berubah. (Wardana, 2001). Perubahan komponen lingkungan sebagai akibat masuknya bahan pencemar menyebabkan perubahan kualitas lingkungan. (Ginting, 2007)

Dampak negatif dari kegiatan industri adalah pencemaran udara, air dan pencemaran daratan. Limbah industri bersumber dari kegiatan industri baik karena proses secara langsung maupun proses secara tidak langsung. Limbah yang bersumber langsung dari kegiatan industri yaitu limbah yang terproduksi bersamaan dengan proses produksi sedang berlangsung, dimana produk dan limbah hadir pada saat yang sama. Sedangkan limbah tidak langsung terproduksi sebelum proses maupun sesudah proses produksi. (Ginting, 2007).

Menurut Gumbira-Said (1998), limbah juga dapat dipandang sebagai suatu bentuk keluaran sampingan dari suatu proses produksi yang seringkali tidak memiliki nilai ekonomis. Karena besarnya limbah berkorelasi negatif dengan hasil pokok proses produksi pada tingkat tertentu, maka salah satu upaya dalam peningkatan efisiensi produksi adalah dengan menekan jumlah limbah yang terjadi. Akan tetapi sebagai akibat adanya keterbatasan antara lain dalam hal teknologi, kualitas bahan baku, ketersediaan alat dan ketrampilan pekerja maka terjadinya limbah dalam jumlah tertentu seringkali tidak dapat dielakkan.

Sesuai dengan salah satu tujuan pembangunan industri, seperti yang tercantum dalam UU Nomor 5 tahun 1984 tentang Perindustrian pada pasal 3 yaitu untuk meningkatkan kemakmuran dan kesejahteraan rakyat secara adil dan merata dengan memanfaatkan dana, sumber daya alam, dan/atau hasil budidaya serta dengan memperhatikan keseimbangan dan kelestarian lingkungan hidup. Adanya kegiatan industri diharapkan dapat memberikan nilai tambah adanya pemanfaatan sumber daya dengan tidak menimbulkan kerusakan pada lingkungannya.

2.3.1. Pencemaran Udara

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, mendefinisikan pencemaran udara (*air pollution*) adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lainnya ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Perubahan lingkungan udara pada umumnya disebabkan pencemaran udara, yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas-gas dan partikel kecil/aerosol) ke dalam udara. Masuknya zat pencemar ke dalam udara dapat secara alamiah, misalnya asap kebakaran hutan, akibat gunung berapi, debu meteorit dan pancaran garam dari laut; juga disebabkan oleh kegiatan manusia, misalnya aktivitas transportasi, industri, pembuangan sampah, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran serta kegiatan rumah tangga. (Soedomo, 2001).

Menurut Wardana (2001), sebagian besar pencemaran udara (sekitar 75%) berasal dari gas buangan hasil pembakaran bahan bakar fosil sedangkan sisanya berasal dari sumber pencemaran lainnya. Prosentase komponen pencemar udara yang keluar dari hasil pembakaran tersebut tergantung dari sumber bahan bakarnya. Bahan bakar minyak adalah campuran senyawa hidrokarbon yang komposisinya bervariasi tergantung asal sumber (tambang) minyak tersebut, akan tetapi yang paling banyak

terkandung di dalam bahan bakar minyak adalah hidrokarbon jenuh. Bahan bakar minyak yang baik adalah yang mengandung sedikit belerang.

Pencemaran udara seringkali tidak dapat ditangkap oleh panca indera, namun potensi bahayanya tetap ada. Apabila panca indera dapat menangkap bentuk pencemar udara, maka tentu bentuk pencemaran udara yang terjadi sangat “mengerikan” atau sudah sangat parah. (Wardana, 2001). Pencemaran udara secara signifikan memberikan gangguan terhadap kesehatan pekerja dalam pabrik, kesehatan masyarakat dan lingkungan. Gangguan kesehatan dapat berupa gangguan pernafasan, syaraf, peredaran darah dan bahkan kerusakan otak. (Sugiyana dan Wahyudi, 2008).

2.3.2. Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak

Limbah udara baik dalam bentuk gas, partikel merupakan salah satu bagian dari ukuran kinerja lingkungan. Kinerja lingkungan yang baik, apabila limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Baku mutu untuk emisi sumber tidak bergerak diatur dalam Keputusan Gubernur Jawa Tengah Nomor 10 tahun 2000.

Nilai baku mutu untuk emisi dari Sumber Utilitas yaitu Pembangkit Listrik (Generator Set) berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Tengah Nomor 10 tahun 2000 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak untuk Pembangkit Listrik (Generator Set)

No.	Parameter	Baku Mutu
1.	Partikulat	230 mg/Nm ³
2.	Sulfur Dioksida (SO ₂)	800 mg/Nm ³
3.	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1000 mg/Nm ³
4	Opasitas	20 %

Sumber : Kep.Gub. Jateng No. 10 Tahun 2000

Catatan :

- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO₂
- Volume gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm)
- Untuk sumber pembakaran, partikel dikoreksi sebesar 3% oksigen

- Opasitas digunakan sebagai indikator praktis pemanatauan dan dikembangkan untuk memperoleh hubungan korelatif dengan pengamatan total partikel
- Pemberlakuan BME untuk 95% waktu operasi normal selama tiga bulan

Pengertian baku mutu emisi sumber tidak bergerak menurut Keputusan Gubernur Jawa Tengah No. 10 tahun 2000 adalah batas maksimum emisi yang diperbolehkan dimasukkan ke dalam lingkungan. Emisi adalah makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien. Menurut Faiz, dkk (1996) komponen utama gas buang motor diesel yang membahayakan adalah gas Nitrogen Oksida (NO) dan asap hitam.

Industri berkewajiban dan bertanggungjawab untuk mengendalikan dan menanggulangi pencemaran yang diakibatkan industrinya (Ginting, 2007). Setiap limbah hasil industri merupakan kewajiban industri untuk mengelola sehingga tidak mencemari lingkungan. Limbah yang dihasilkan harus memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

Selain manajemen lingkungan sebagai sistem (EMS) atau kita kenal sebagai ISO 14001, perangkat lain yang disarankan pakar manajemen lingkungan untuk sebaiknya dipergunakan perusahaan dalam rangka meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungannya secara garis besar terbagi 2 (dua) yaitu yang termasuk Pencegahan Polusi/ *Cleaner Production* dan Ekoefisiensi. Ekoefisiensi pada industri merupakan langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja lingkungan. Emisi merupakan salah satu parameter dalam mengukur kinerja industri.

2.3.3. Limbah Padat

Limbah yang paling banyak disoroti adalah limbah industri karena mengandung senyawa pencemaran yang dapat merusak lingkungan hidup. Industri mempunyai potensi pembuat pencemaran karena adanya limbah yang dihasilkan baik dalam bentuk padat, gas maupun cair yang mengandung senyawa organik dan anorganik dengan jumlah melebihi batas yang ditentukan.

Menurut Ginting (2007), limbah padat berupa bahan padat, seperti : potongan kayu, serpihan logam, lumpur dan krak kotoran. Limbah ini merupakan sisa akhir proses yang sukar menghindarinya baik karena sifat kondisi teknologi yang tidak mendukung maupun karena sifat alami bahan baku diolah seratus persen menjadi produk jadi. Pabrik-pabrik yang menghasilkan limbah padat erat kaitannya dengan proses daur ulang dalam upaya memanfaatkan limbah yang berdaya guna. Proses daur ulang selain berguna pemanfaatan limbah juga untuk mencegah agar limbah tidak mengganggu lingkungan hidup.

2.4. Pengelolaan Lingkungan Industri Kecil

Industri kecil tumbuh dan berkembang pesat di negara berkembang, termasuk Indonesia. Kegiatan industri kecil yang semakin banyak jumlahnya menuntut perlunya mengelola dampak kegiatan industri terhadap lingkungan.

Di dalam UU 32 tahun 2009 menyatakan bahwa Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum.

Menurut Soemarwoto (2001), pengelolaan lingkungan adalah usaha sadar dan berencana untuk mengurangi dampak kegiatan terhadap lingkungan hidup sampai pada tingkat yang minimum dan untuk mendapatkan manfaat yang optimum dari lingkungan hidup untuk mencapai kesejahteraan yang berkelanjutan. Pengelolaan lingkungan pada industri mengalami perubahan paradigma, yaitu dari paradigman Atur dan Awasi (ADA) menjadi Atur Diri Sendir (ADS). Sistem pengelolaan lingkungan dengan paradigma ADA yaitu setiap sikap dan tindakan masyarakat terhadap lingkungan hidup diatur dengan perundang-undangan. Ciri utama dari sistem pengelolaan lingkungan ADA adalah menindak sesuai peraturan terhadap tindakan yang merugikan lingkungan hidup, bersifat top down, instruktif dan birokratis, serta kaku karena peraturan disusun secara rinci berupa petunjuk pelaksanaan dan petunjuk teknis. Kelemahan dari

sistem ini adalah bersifat instruktif, peran masyarakat untuk ikut mengawasi sangat kecil dan mengurangi inisiatif masyarakat dalam tindakan ramah lingkungan. Sistem yang kaku dan birokratis menghambat perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sedangkan sistem pengelolaan lingkungan ADS memberikan tanggung jawab yang lebih besar pada masyarakat untuk menjaga kepatuhan terhadap peraturan. Tekanan masyarakat semakin luas terhadap industri untuk bersikap ramah lingkungan. Ancaman terhadap keberadaan industri menyebabkan industri melakukan pengelolaan lingkungan yang memberikan kebebasan untuk mengatur diri sendiri. Keberlangsungan industri di era perdagangan bebas ditentukan bahwa industri tidak hanya berorientasi pada keuntungan ekonomi tetapi juga bertanggung jawab pada lingkungan hidup dan sosial.

Industri kecil menganggap bahwa limbah mereka sangat kecil sedangkan biaya operasional dalam pengelolaan lingkungan yang harus dikeluarkan oleh pihak industri dirasakan cukup memberatkan karena akan menambah biaya produksi (Suparmoko,2000). Pencemaran lingkungan dari industri kecil pada umumnya disebabkan karena penggunaan peralatan dan teknologi yang masih sederhana, produksi yang kurang efisien, tata kelola yang buruk dan ketidakmampuan secara finansial dalam pengendalian pencemaran. Ekoefisiensi merupakan instrumen dari sistem pengelolaan lingkungan ADS dengan menekan biaya produksi dari proses yang tidak diperlukan sehingga dapat meminimalkan pencemaran lingkungan. Pengelolaan ini dilakukan dengan mengendalikan pencemaran akibat adanya aktivitas industri tanpa meningkatkan biaya produksi.

2.5. Ekoefisiensi dan Produksi Bersih

Istilah Eko-efisiensi sebenarnya resmi dipopulerkan oleh *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) di tahun 1992, yang didefinisikan sebagai penyediaan secara kompetitif barang-barang atau jasa yang memuaskan kebutuhan manusia dan meningkatkan kualitas hidup, dimana juga secara progresif mengurangi dampak ekologis dan intensitas penggunaan

sumberdaya di seluruh siklus hidup, ke tingkat yang relatif sama dengan estimasi kapasitas daya dukung bumi.

Menurut Kamus Lingkungan Hidup dari Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, ekoefisiensi didefinisikan sebagai suatu konsep efisiensi yang memasukkan aspek sumber daya alam dan energi atau suatu proses produksi yang meminimumkan penggunaan bahan baku, air dan energi serta dampak lingkungan per unit produk. Produksi bersih menurut UNEP (2003) merupakan suatu strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu, sehingga perlu diterapkan secara terus menerus pada proses produksi dan daur hidup produk dengan tujuan untuk mengurangi resiko terhadap manusia dan lingkungan.

Ekoefisiensi dan produksi bersih mempunyai konsep yang sama. Keduanya seperti dua sisi mata uang yaitu berbeda pola pandangnya, namun ditilik dari metoda outputnya hampir serupa. Perbedaan yang jelas diantara keduanya adalah ekoefisiensi bermula dari isu efisiensi ekonomi yang punya manfaat lingkungan positif, sedangkan produksi bersih bermula dari isu-isu efisiensi lingkungan yang punya manfaat ekonomi positif. Produksi bersih bertujuan untuk mencegah dan meminimalkan terbentuknya limbah atau bahan pencemar lingkungan di seluruh tahapan produksi. Upaya-upaya dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku, bahan penunjang dan energi di seluruh tahapan produksi. Penerapan produksi bersih dapat melindungi sumberdaya alam dan dimanfaatkan secara berkelanjutan. Ekoefisiensi merupakan salah satu perangkat produksi bersih, yaitu suatu konsep efisiensi yang memasukkan aspek sumber daya alam dan energi atau suatu proses produksi yang meminimumkan penggunaan bahan baku, air dan energi serta dampak lingkungan per unit produk (PPBN, 2008).

Tujuan ekoefisiensi adalah untuk mengurangi dampak lingkungan per unit yang diproduksi dan dikonsumsi. Dengan mengurangi sumber daya diperlukan bagi terbentuknya produk serta pelayanan yang lebih baik maka bisnis dapat mencapai keuntungan karena mempunyai daya saing.

Ekoefisiensi menjamin keberlanjutan ketersediaan sumber daya alam (materi dan energi). Di dalam industri konsep ini dapat diimplementasikan melalui penghematan (efisiensi) penggunaan bahan baku, energi dan air,

minimalisasi kecelakaan kerja serta minimalisasi limbah. (Zaenuri, 2011). Ekoefisiensi dapat dicapai dengan cara penyediaan barang-barang dengan harga yang cukup kompetitif dan jasa yang memuaskan kebutuhan manusia, dan membawa hidup menjadi lebih berkualitas, sementara secara progresif mengurangi dampak ekologi dan intensitas sumberdaya di seluruh siklus hidup pada tingkatan dimana paling tidak sama dengan kapasitas daya dukung bumi (WBCSD, 2000). *World Business Council for Sustainable Development* mengusulkan 7 fokus generik perbaikan sesuai ekoefisiensi (WBCSD, 2000) :

- 1) Mengurangi intensitas material
- 2) Mengurangi intensitas energi
- 3) Mengurangi penyebaran substansi beracun
- 4) Meningkatkan kemampu daur-ulangan
- 5) Memaksimalkan penggunaan bahan terbaharui
- 6) Meningkatkan masa hidup produk
- 7) Meningkatkan intensitas jasa

2.5.1 Prinsip Ekoefisiensi dan Produksi Bersih

Produksi bersih (*cleaner production*) dan ekoefisiensi berhubungan erat. Produksi bersih dipandang sebagai suatu mekanisme memperbaiki keluaran lingkungan, yang mana juga berakibat pada manfaat finansial. Ekoefisiensi berfokus lebih dekat pada perbaikan keluaran bisnis, melalui penggunaan manajemen lingkungan yang diperbaiki dan efisiensi sumberdaya.

Ekoefisiensi dan produksi bersih melibatkan upaya-upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan dan energi yang efisien di seluruh tahapan produksi akan mencegah dan meminimalkan terbentuknya limbah di seluruh tahapan produksi. Prinsip atau konsep ini akan melindungi sumberdaya alam dan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Prinsip-prinsip pokok dalam strategi produksi bersih (ekoefisiensi) menurut Kementerian Lingkungan Hidup dituangkan dalam 5R (*rethink, reuse, reduce, recovery, recycle*). Menurut United Nations Environment Program

(UNEP), pendekatan pencegahan pencemaran untuk mengurangi limbah dilakukan melalui penerapan strategi 1E4R (*Elimination, Reduce, Reuse, Recycle dan Recovery*). (Purwanto, 2006)

1. *Elimination* (Pencegahan), merupakan upaya untuk mencegah timbulan limbah langsung pada sumbernya, mulai dari bahan baku, proses produksi sampai produk. Istilah lain adalah rethink (berpikir ulang), yaitu konsep pemikiran yang dimiliki pada awal kegiatan akan beroperasi berupa perubahan pola produksi dan konsumsi pada proses maupun daur hidup produk.
2. *Reduce* (Pengurangan), merupakan upaya mengurangi timbulan limbah pada sumbernya, baik pada proses awal maupun pada proses yang sedang berjalan. Praktek penerapannya adalah mengurangi penggunaan bahan baku, air dan energi serta menghindari pemakaian bahan berbahaya dan beracun. Pengurangan terbentuknya limbah pada sumbernya dapat mencegah atau mengurangi masalah pencemaran dan kerusakan lingkungan serta resikonya terhadap manusia.
3. *Reuse* (Pakai Ulang), merupakan upaya yang memungkinkan suatu limbah dapat digunakan kembali tanpa perlakuan fisika, kimia dan biologi.
4. *Recycle* (Daur Ulang), merupakan upaya daur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah dengan mengolahnya kembali ke proses semula melalui perlakuan fisika, kimia dan biologi.
5. *Recovery* (Pungut Ulang), merupakan upaya mengambil bahan-bahan yang masih mempunyai nilai ekonomi tinggi dari suatu limbah, kemudian dikembalikan dalam proses produksi dengan atau tanpa perlakuan fisika, kimia dan biologi.

Prinsip keefisiensi ditekankan pada strategi utama yaitu upaya pencegahan dan pengurangan (*elimination, reduce*), tetapi apabila masih menimbulkan limbah, maka dilakukan strategi pengelolaan limbah yaitu pakai ulang (*reuse*), daur ulang (*recycle*) dan pungut ulang (*recovery*).

2.5.2 Perangkat Ekoefisiensi

Terdapat 3 (tiga) perangkat eko-efisiensi menurut GTZ-Pro LH (2007), meliputi :

1. *Good Housekeeping/GHK* (Tata kelola yang apik)

Pengelolaan internal yang baik (*good housekeeping*) berkaitan dengan sejumlah langkah praktis berdasarkan akal sehat yang dapat segera diambil oleh badan usaha dan atas inisiatif mereka sendiri untuk meningkatkan operasi mereka, dan menyempurnakan prosedur organisasional dan keselamatan tempat kerja dengan memperhatikan kebersihan, keapikan lingkungan kerja dan kinerja proses produksi. Dengan demikian ini merupakan sarana manajemen untuk pengelolaan biaya, pengelolaan lingkungan hidup dan perubahan organisasional. Bilamana kesemua bidang ini cukup dipertimbangkan, “tiga kemenangan” (ekonomi, lingkungan, organisasi) dapat dicapai dan keberhasilan proses perbaikan secara kontinyu dalam perusahaan dapat terwujud (GTZ-P3U, 2000).

Praktek *good housekeeping* mencakup tindakan prosedural, administratif atau institusional yang dapat digunakan di perusahaan untuk meminimalisasi penggunaan bahan baku, energi, air dan meminimalisasi serta mendaur ulang limbah yang dapat mengurangi biaya dan ongkos produksi. *Good housekeeping* dapat dilaksanakan dengan cara memperhatikan tata cara penyimpanan, penanganan dan pengangkutan bahan yang baik, pencegahan kebocoran dan ceceran, dan sebagainya.

Penerapan operasi ini meliputi kegiatan : pengawasan terhadap prosedur- prosedur operasi, perbaikan penanganan material, segregasi limbah, penjadwalan produk, praktek manajemen dan pemeliharaan preventif.

2. *Environment Oriented Cost Management/EoCM* (Manajemen Biaya Berorientasi Lingkungan)

Manajemen Biaya Berorientasi Lingkungan bertujuan untuk memberikan informasi dalam pengambilan keputusan untuk perbaikan kinerja lingkungan, ekonomi dan organisasional. Perhitungan ekonomi

dilakukan terhadap setiap langkah proses yang melibatkan materi, energi, tenaga kerja dan peralatan. Pada setiap langkah proses, biaya produksi dan besarnya keluaran bukan produk (KBP) dihitung dalam kurun waktu 1 tahun. Dari hasil perhitungan tersebut akan teridentifikasi langkah proses yang mempunyai nilai KBP dan menyebabkan dampak lingkungan yang tinggi.

Pendekatan Manajemen Biaya Berorientasi Lingkungan secara garis besar dilakukan dalam enam tahap:

- a. Mengidentifikasi langkah proses yang mempunyai KBP dan dampak lingkungan yang dominan
 - b. Menganalisa pengaruh terkait dengan biaya resiko dan bahaya dampak lingkungan
 - c. Menganalisa sebab timbulnya KBP
 - d. Mengembangkan upaya-upaya alternatif untuk meminimumkan KBP
 - e. Melaksanakan rencana aksi yang dipilih
 - f. Mengintegrasikannya dalam struktur di perusahaan.
3. *Chemical Management/CM* (Pengelolaan Bahan Kimia)

Pengelolaan bahan kimia merupakan upaya perbaikan pengelolaan bahan kimia agar dapat diperoleh penghematan biaya, mengurangi dampak lingkungan, meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja, dan meningkatkan daya saing.

Pendekatan pengelolaan bahan kimia dilakukan dengan dua tahap, yaitu :

- a. Mengenali daerah rawan (*hot spot*)

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kehilangan bahan kimia dan bahaya bahan kimia bagi karyawan dan lingkungan, untuk selanjutnya dilakukan penanganan terhadap permasalahan tersebut. Dalam *Chemical Management*, dikenal 4 (empat) prinsip dasar penanganan bahan kimia, yaitu: Eliminasi bahaya (dengan tidak menggunakan bahan kimia berbahaya atau dengan menggantinya dengan bahan yang bahayanya lebih rendah), Beri jarak/ penghalang antara bahan kimia dengan pekerja, Sediakan ventilasi, Perlindungan pekerja dengan alat pelindung diri (APD).

b. Inventarisasi bahan kimia

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi menyeluruh terhadap bahan kimia yang disimpan dan digunakan serta membentuk informasi terstruktur untuk mengidentifikasi dan melakukan upaya peningkatan secara berkesinambungan. Kesuksesan penerapan eko-efisiensi pada perusahaan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1) Pengambilan keputusan

Pengambilan keputusan mutlak diperlukan dalam penerapan keefisiensi karena merupakan awal dari adanya perubahan. Pengambilan keputusan merupakan hak penuh dari pemilik perusahaan, dan jika diperlukan dibantu dengan konsultan. Keputusan yang diambil disesuaikan dengan besarnya skala prioritas suatu rencana aksi dan kemampuan finansial perusahaan.

2) Motivasi

Motivasi untuk terus melaksanakan perbaikan perlu dimiliki oleh perusahaan dan didukung oleh seluruh karyawan. Sehingga penerapan eko-efisiensi tidak dirasakan sebagai beban, namun sebagai suatu kebutuhan.

3) Komitmen

Perusahaan dan seluruh karyawan harus memiliki komitmen yang besar dalam mensukseskan suatu perubahan yang disepakati. Rasa memiliki karyawan terhadap perusahaan membantu menumbuhkan komitmen dalam melakukan perbaikan.

4) Kebiasaan

Perubahan-perubahan yang telah disepakati sebelumnya, perlu dijadikan suatu kebiasaan bagi karyawan. Pihak manajemen puncak perlu melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap penerapan keefisiensi secara berkala untuk menjamin karyawan melakukan perubahan itu sebagai suatu kebiasaan.

5) Hubungan top management dengan karyawan

Kebersamaan antara pihak manajemen perusahaan dengan seluruh karyawan sangat diperlukan dalam menerapkan suatu perubahan. Rasa kebersamaan dan komunikasi yang intensif antara kedua belah pihak akan memudahkan dalam penyampaian masukan dan kritik terhadap perubahan, sehingga bisa diambil tindakan yang lebih tepat. Tentunya, hasil dari penerapan eko-efisiensi tidak hanya dinikmati oleh perusahaan, namun juga oleh karyawan dan masyarakat, baik dari segi finansial, lingkungan dan organisasional.

2.5.3 Mengukur Ekoefisiensi

Menurut WBCSD (2000), Pendekatan untuk penerapan konsep dan pengukuran kinerja Ekoefisiensi sangat bervariasi. Ekoefisiensi dapat digambarkan pada persamaan berikut sebagai :

$$\frac{\text{Nilai Produk atau jasa (Product or service value)}}{\text{Dampak Lingkungan (Environmental influence)}}$$

Kemajuan dalam ekoefisiensi dapat dicapai dengan menyediakan nilai lebih per unit pengaruh lingkungan atau unit sumber daya yang dikonsumsi. Indikator yang umum untuk menilai nilai produk atau servis (*service value*) adalah:

- § *Jumlah barang/ jasa yang diproduksi atau disediakan untuk konsumen*, adalah ukuran fisik atau menghitung dari produk atau jasa yang diproduksi, diserahkan atau dijual kepada pelanggan. Hal ini dapat diukur dalam massa, volume atau jumlah.
- § *Penjualan Bersih* adalah total penjualan tercatat dikurangi potongan penjualan dan retur penjualan dan tunjangan. Menggunakan penjualan sebagai nilai indikator untuk mengukur kinerja pabrik menjadi lebih bermasalah karena unit produksi umumnya tidak terkait dengan angka penjualan.

Yang berkaitan dengan dampak lingkungan terhadap produk atau jasa adalah :

- § *Konsumsi Energi*, yaitu total energi yang dikonsumsi sama dengan energi yang dibeli atau diperoleh (misalnya batu bara, gas alam) dikurangi energi dijual kepada orang lain untuk mereka gunakan (misalnya listrik, uap). Definisi ini disepakati untuk diterapkan secara umum hanya berkaitan dengan energi yang dikonsumsi dan diubah di lokasi,
- § *Konsumsi Bahan*, adalah jumlah dari berat dari semua bahan yang dibeli atau diperoleh dari sumber lain seperti ekstraksi, termasuk bahan baku untuk konversi, bahan proses lain (seperti sebagai katalis, pelarut), dan barang pra-atau semi manufaktur, bagian dan modul (seperti suku cadang kendaraan bermotor, bagian komputer).
- § *Konsumsi Air*, adalah jumlah dari semua air baku yang dibeli dari pemasok air atau diperoleh dari sumber permukaan atau air tanah.
- § *Emisi Gas Rumah Kaca*, termasuk karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrogen oksida (N₂O), dan hidro-perfluorokarbon (HFC, PFC) dan sulfur heksafluorida (SF₆) emisi dari pembakaran bahan bakar fosil, proses reaksi dan Proses pengolahan.
- § *Emisi Materi Penipisan Ozon (ODS)*, adalah masalah global, didefinisikan dalam Protokol Montreal yang masuk daftar kelompok gas yang berkontribusi terhadap efek tersebut dan menjelaskan dampak potensialnya.

Pada tabel 3 dan 4 disajikan indikator nilai produksi/ jasa dan dampak lingkungan berdasarkan standar pengukuran dari WBCSD (2000) yang dilengkapi dengan metode pengukuran dan sumber data potensial.

Tabel 3. Indikator Nilai Produk/ Jasa Yang Berlaku Secara Umum

Indikator	Satuan	Metode Pengukuran	Sumber Data Potensial
<i>Jumlah</i> Ukuran fisik atau jumlah produk atau jasa yang dihasilkan, disampaikan, atau dijual kepada pelanggan	Sesuai untuk usaha tertentu seperti jumlah atau massa	Perusahaan tertentu menggunakan metode untuk mengukur jumlah, misalnya massa atau jumlah produk atau jasa yang diproduksi atau dijual	Biaya, produksi, atau laporan penjualan Laporan keuangan tahunan
<i>Penjualan Bersih</i> Jumlah total yang mencatat penjualan dikurangi diskon penjualan, retur dan potongan penjualan,	dalam USD, Euro, Yen, atau mata uang perusahaan pada umumnya	Komite Standar Akuntansi Internasional, diterima secara umum oleh Prinsip Akuntansi	Laporan Keuangan Tahunan

Tabel 4. Indikator Dampak Lingkungan Yang Berlaku Secara Umum

Indikator	Satuan	Metode Pengukuran	Sumber Data Potensial
<i>Konsumsi Energi</i> Jumlah total energi yang dikonsumsi, termasuk: - listrik dan daerah panas - bahan bakar fosil (misalnya gas alam, minyak, batubara) - energi berbasis bahan bakar lainnya (misalnya biomassa, kayu, bahan bakar sampah) - energi berbasis non BBM (misalnya	Dalam Gigajoule (atau lainnya yang sesuai dengan perkalian joule)	Faktor Perubahan : - Bahan bakar nilai pemanasan tinggi berdasarkan prosuk pembakaran (fisik) dari air (cair), karbon dioksida (gas) dan nitrogen (gas) - Listrik dan panas sebagai jumlah akhir energi yang	File pengadaan Lokasi energi/ inventarisasi penggunaan bahan bakar Laporan fasilitas manajemen literatur

matahari, angin)		dibeli	
<p><i>Konsumsi Bahan</i></p> <p>Jumlah berat dari semua bahan yang dibeli atau diperoleh dari sumber lain, termasuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bahan baku untuk konversi - bahan proses lain (seperti katalis, pelarut) - barang dan bagian pra-atau semi-manufaktur tidak termasuk kemasan, konsumsi air dan bahan yang digunakan untuk tujuan energi 	dalam ton	Metode perusahaan tertentu yang digunakan untuk mengukur kuantitas yang digunakan	<p>File pengadaan</p> <p>Laporan manufaktur</p> <p>Laporan biaya</p>
<p><i>Konsumsi Air</i></p> <p>Jumlah seluruh air tawar yang dibeli dari pasokan publik tau diperoleh dari sumber permukaan atau air tanah (termasuk air untuk pendinginan)</p>	Dalam m ³	Metode perusahaan tertentu	<p>File pengadaan</p> <p>Laporan manufaktur</p> <p>Laporan biaya</p>
<p><i>Emisi Zat Penipisan Ozon (ODS)</i></p> <p>Jumlah emisi ODS ke udara dari proses dan kerugian/ penggantian dari containments (pendingin)</p>	Setara dalam ton CFC11	Daftar terkontrol ODS dan Potensi penipisan ozon: Protokol Montreal, Lampiran A sampai E	<p>Survey pembangkit</p> <p>Laporan EHS</p> <p>Estimasi atau Perhitungan</p>
<p><i>Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)</i></p> <p>Jumlah emisi gas rumah kaca ke udara dari pembakaran bahan bakar fosil, reaksi proses</p>	Setara dalam ton CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Daftar gas rumah kaca: Protokol Kyoto, Lampiran A - Potensi Pemanasan 	<p>Laporan biaya</p> <p>Faktur bahan bakar</p> <p>Survey Pembangkit</p>

dan perawatan proses, termasuk CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, PFC dan SF ₆ (tidak termasuk emisi gas rumah kaca yang dikeluarkan pada pembangkit pembelian listrik)		Global: IPCC, Perubahan Iklim 1995, Laporan Penilaian Kedua - Transformasi faktor untuk bahan bakar	Rekaman EHS Estimasi dan Perhitungan
--	--	---	---

2.6. *Non Product Output (NPO/KBP)*

Keluaran bukan produk (KBP) atau *Non Product Output (NPO)* didefinisikan sebagai seluruh materi, energi dan air yang digunakan dalam proses produksi namun tidak terkandung dalam produk akhir (GTZ-ProLH, 2007).

Total biaya keluaran bukan produk merupakan penjumlahan biaya KBP dari input, Biaya KBP dari proses produksi dan biaya KBP dari output. Secara umum, total biaya KBP berkisar antara 10% - 30% dari total biaya produksi. Bentuk keluaran bukan produk dapat diidentifikasi sebagai berikut :

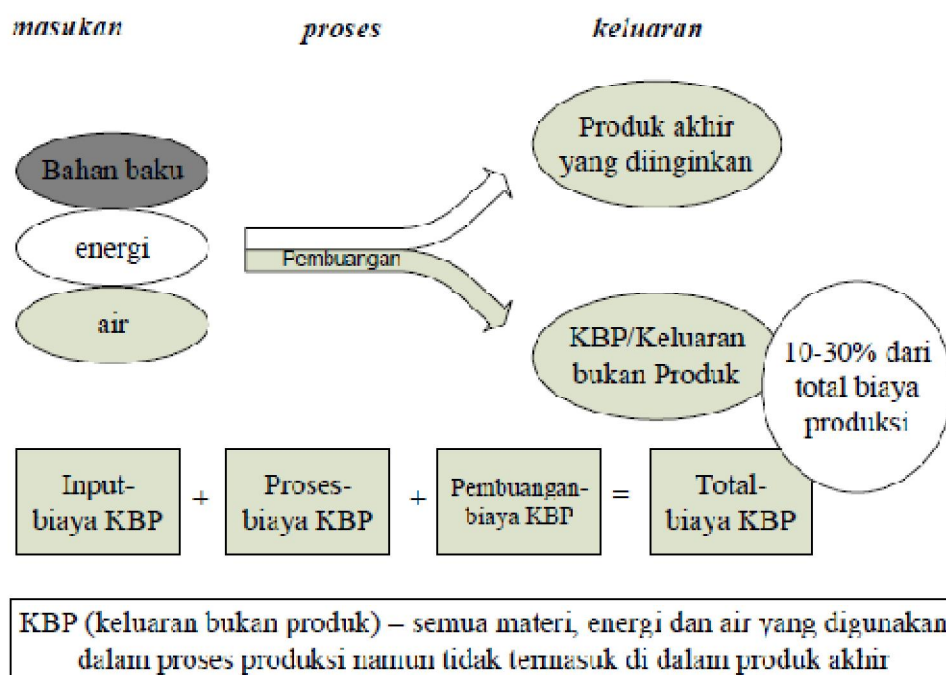
- a. Bahan baku yang kurang berkualitas
- b. Barang jadi yang ditolak atau di luar spesifikasi produk yang ditentukan (semua tipe)
- c. Pemrosesan kembali (*reprocessing*)
- d. Limbah padat (beracun/ tidak beracun)
- e. Limbah cair (jumlah dari kontaminan, keseluruhan air yang tidak terkandung dalam produk final)
- f. Energi yang tidak terkandung dalam produk akhir (seperti uap, listrik, oli, diesel, dan lain- lain)
- g. Emisi (termasuk kebisingan dan bau)
- h. Kehilangan dalam penyimpanan
- i. Kerugian pada saat penanganan dan transportasi (internal maupun eksternal)
- j. Pengemasan barang
- k. Klaim pelanggan dan *trade returns*

- l. Kerugian karena kurangnya perawatan
- m. Kerugian karena permasalahan kesehatan dan lingkungan.

Dalam perhitungan Keluaran bukan produk (KBP) terdapat beberapa catatan, yaitu :

- 1) Lebih baik perkiraan secara kasar yang benar daripada dihitung teliti namun salah
- 2) Memikirkan apa yang akan direduksi, bila KBP dikurangi
- 3) Ada kemungkinan- kemungkinan berbeda dalam mengalokasikan biaya KBP
- 4) Menghindari perhitungan ganda
- 5) Tidak perlu berlebihan dalam memperkirakan penghematan.

Dengan menganalisa masukan dan keluaran proses produksi secara terperinci, perusahaan mempunyai kesempatan untuk melihat lebih dekat terhadap proses produksi dan mengidentifikasi peluang lebih lanjut guna mengurangi biaya produksi dan meningkatkan produktivitas. Konsep keluaran bukan produk (KBP) dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Konsep Keluaran Bukan Produk (KBP)

(Sumber : Eimer dalam Kementrian Negara Lingkungan Hidup, 2007)

2.7. Penerapan Ekoefisiensi pada Industri Kecil

Penerapan ekoefisiensi mempunyai tujuan yaitu mengurangi dampak pencemaran lingkungan per unit yang diproduksi dan dikonsumsi. Dengan mengurangi sumberdaya yang diperlukan bagi terbentuknya produk serta pelayanan yang lebih baik, maka diharapkan bisnis dapat mencapai keuntungan karena memiliki daya saing.

Dalam penerapan ekoefisiensi dapat menggunakan pendekatan sederhana tata kelola yang apik, dengan manfaat mampu menghemat biaya karena membantu penghematan biaya produksi dan peningkatan produktivitas. Selain itu, pendekatan tersebut juga bermanfaat pada kinerja lingkungan yang lebih baik dan adanya pembelajaran dalam organisasi.

Faktor-faktor yang mendorong industri kecil melakukan penerapan ekoefisiensi terdiri dari faktor internal dan eksternal. Sebagian besar industri kecil tidak terlalu memperhatikan pengelolaan lingkungan. Adanya faktor pendorong dalam pengelolaan lingkungan khususnya ekoefisiensi menyebabkan industri lebih memperhatikan aspek lingkungan dengan dasar peningkatan efisiensi proses. Beberapa faktor ini menjadi relevan untuk diterapkan di industri kecil, seperti yang tercantum pada tabel 5.

Tabel 5. Faktor-faktor Pendorong Ekoefisiensi

Faktor Internal	Faktor Eksternal
- Pengurangan biaya produksi	- Permintaan konsumen produk yang lebih ramah lingkungan
- Peningkatan kualitas produk/ jasa	- Permintaan pemegang saham
- Inovasi	- Akses modal
- Komitmen tanggung jawab pada masyarakat	- Peraturan Pemerintah
- Pengurangan resiko terhadap lingkungan	- Tekanan publik
- Peningkatan pangsa pasar	- Tekanan perubahan iklim
- Peningkatan motivasi karyawan	- Perubahan pesaing
- Peningkatan reputasi perusahaan	- Pengembangan teknologi bersih
	- Harga bahan baku dan energi

Sumber : Cote, dkk (2006) dan Vine, dkk

Hambatan utama penerapan keefisiensi pada industri kecil adalah pada komitmen dari pemilik. Keterbatasan modal dan teknologi yang sederhana pada industri kecil menyebabkan industri lebih mengutamakan keuntungan dengan menambah kapasitas produksi dibanding dengan penerapan keefisiensi. Dan faktor penghambat lainnya adalah kurangnya pemahaman sebagian besar industri kecil tentang keefisiensi dan kurangnya kesadaran tentang pentingnya pengelolaan lingkungan bagi keberlanjutan usahanya.

Menurut Purwanto (2005) penerapan keefisiensi pada industri secara sistematis meliputi 5 (lima) tahapan, yaitu :

1. Perencanaan dan Organisasi

Langkah ini memerlukan komitmen dari manajemen untuk melakukan penerapan keefisiensi. Kebanyakan industri kecil tidak mempunyai struktur organisasi, dimana manajemen perusahaan dilakukan oleh pemilik perusahaan secara langsung. Pemilik perusahaan mempunyai visi dan misi untuk meningkatkan efisiensi dan mencegah terjadinya pencemaran industri. Komitmen, visi dan misi perusahaan untuk mengelola lingkungan dikomunikasikan kepada seluruh karyawan, sehingga karyawan mengetahui dan dapat bekerjasama dengan pemilik untuk melakukan kegiatan industri yang dapat mengurangi potensi timbulan limbah.

2. Kajian dan Identifikasi Peluang

Langkah ini membuat diagram alir proses sebagai metode untuk memperoleh aliran bahan, energi dan timbulan limbah. Identifikasi peluang penerapan keefisiensi dilakukan dengan peninjauan ke lapangan dengan mengamati setiap tahapan proses, kemungkinan peningkatan efisiensi dan pencegahan timbulan limbah pada sumbernya. Kajian penerapan keefisiensi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja lingkungan, efisiensi pemakaian bahan dan timbulan limbah.

3. Analisis Kelayakan

Analisis kelayakan penerapan keefisiensi meliputi kelayakan lingkungan, teknis dan ekonomi. Kelayakan lingkungan yaitu apakah keefisiensi dapat mengurangi timbulan limbah baik kuantitas maupun kualitas. Kelayakan teknis

berhubungan dengan penerapan teknologi dalam proses produksi. Kelayakan ekonomi dilakukan untuk menghitung investasi, waktu pengembalian modal dan besarnya penghematan dari penerapan keefisiensi.

4. Implementasi

Langkah ini memerlukan penanggung jawab pelaksana dan sumber daya yang diperlukan dalam penerapan keefisiensi. Sumber daya meliputi dukungan biaya dan kesiapan karyawan untuk memahami bahwa keefisiensi merupakan bagian dari pekerjaan. Indikator kinerja efisiensi, lingkungan dan kesehatan dan keselamatan kerja digunakan untuk mengetahui sejauh mana implementasi keefisiensi.

5. Monitoring dan Evaluasi

Langkah ini merupakan tinjauan secara periodik terhadap pelaksanaan penerapan keefisiensi dan dibandingkan dengan sasaran yang akan dicapai. Evaluasi dilakukan dengan mengumpulkan data sebelum dan sesudah penerapan keefisiensi.

Praktek penerapan keefisiensi pada industri meliputi tata kelola yang baik (*good housekeeping*), penggantian bahan baku, perbaikan prosedur operasi, modifikasi proses dan peralatan, penggantian teknologi, modifikasi dan reformulasi produk.

Menurut Purwanto (2005) bahwa penerapan produksi bersih akan menguntungkan bagi industri karena dapat menekan biaya produksi, adanya penghematan dan kinerja lingkungan menjadi baik. Biaya produksi merupakan biaya yang berkaitan dengan biaya pengolahan bahan baku menjadi produk jadi, yang terdiri dari tiga komponen biaya, yaitu biaya bahan baku langsung, biaya tenaga kerja langsung dan biaya overhead pabrik. Yang termasuk dalam biaya overhead pabrik yaitu biaya listrik, biaya penyusutan mesin dan peralatan, biaya tenaga kerja tidak langsung (Daljono, 2004).

Peluang penerapan keefisiensi dapat diberikan score 1 sampai dengan 3 untuk masing-masing penilaian baik teknis, ekonomi dan lingkungan (tabel 6). Penilaian teknis meliputi teknologi dan biaya untuk melaksanakan langkah penerapan keefisiensi. Sisi penilaian ekonomi dianalisis berdasarkan kemampuan

alternatif penerapan keefisiensi dalam memberikan nilai tambah dan keuntungan bagi industri. Penilaian lingkungan merupakan dampak positif terhadap perbaikan lingkungan jika alternatif penerapan dilaksanakan di industri.

Tabel 6. Skala Penilaian Penentuan Prioritas Keefisiensi

Skala	Teknis	Ekonomi	Lingkungan
3	Mudah sekali untuk dilaksanakan	Memberikan nilai tambah yang signifikan	Memberikan efek yang signifikan terhadap perbaikan lingkungan
2	Relatif mudah untuk dilaksanakan	Sedikit nilai tambah ekonomi	Sedikit efek terhadap perbaikan lingkungan
1	Susah untuk dilaksanakan	Tidak ada nilai tambah	Tidak ada efek terhadap perbaikan lingkungan

Sumber : Indrasti dan Fauzi, 2009

2.8. Kinerja Lingkungan (*Environmental Performance*)

Kinerja lingkungan merupakan hasil terukur dari sistem manajemen lingkungan yang berhubungan dengan kontrol aspek-aspek lingkungannya. Pengukuran kinerja lingkungan merupakan bagian dari sistem manajemen lingkungan. Pengukuran kinerja lingkungan dapat dilakukan secara kuantitatif (hasil proses), misalnya jumlah limbah yang dihasilkan dan kualitatif (in proses). Kinerja lingkungan kuantitatif adalah hasil terukur dari sistem manajemen lingkungan yang berhubungan dengan kontrol aspek lingkungan fisik. Kinerja lingkungan kualitatif adalah hasil terukur dari sistem manajemen lingkungan dari aspek non fisik, misalnya prosedur kerja, motivasi, inovasi, semangat kerja untuk mewujudkan kebijakan lingkungan organisasi. (Purwanto, 2000)

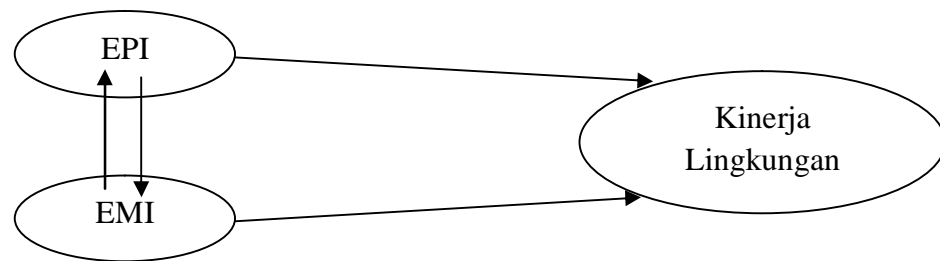
Menurut Rao, dkk (2006) menyatakan bahwa indikator lingkungan membantu untuk meringkas data lingkungan secara luas yang berkaitan dengan operasi sebuah perusahaan, dimana berkaitan dengan aspek lingkungan dan dampaknya. Indikator lingkungan dapat digunakan oleh perusahaan untuk

mengukur kinerja lingkungan (*environmental performance*). Dengan membandingkan indikator lingkungan di berbagai perusahaan dalam industri yang sama dapat menemukan inefisiensi organisasi yang terjadi, sehingga dapat digunakan oleh manajer perusahaan untuk mendeteksi potensi perbaikan lingkungan dan memantau tindakan perbaikan lingkungan.

Menurut Van Berkel (2007) dalam Salem, dkk (2011) dalam indikator lingkungan dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok utama, yaitu :

- 1) *Environmental Performance Indicators* (EPI), yaitu indikator kinerja lingkungan yang berkaitan dengan dampak lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan perusahaan. Indikator kinerja lingkungan terdiri dari indikator input dan output. Indikator input, meliputi : penggunaan bahan baku, energi dan air. Sedangkan indikator output, meliputi : jumlah limbah yang dihasilkan.
- 2) *Environmental Management Indicators* (EMI), yaitu indikator manajemen lingkungan yang berkaitan dengan biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk kegiatan pengelolaan lingkungan per tahun, berkaitan dengan kebijakan lingkungan. Misalnya : biaya investasi dan biaya operasional untuk pengelolaan dan perlindungan lingkungan, pelatihan bagi karyawan tentang isu-isu lingkungan.
- 3) *Environmental Condition Indicators*, pengukuran indikator kondisi yang menggambarkan dampak kegiatan perusahaan terhadap lingkungan sekitarnya, seperti : kualitas udara dan kualitas air sungai yang berada di sekitar perusahaan serta tingkat kebisingan pada lokasi pemukiman.

Model hubungan *Environmental Performance Indicators* (EPI) dengan *Environmental Management Indicators* (EMI) dapat dilihat dari gambar 3. Sedangkan pengukuran untuk indikator kondisi digambarkan sebagai dampak dari aktivitas industri pada lingkungan sekitar.



Gambar 3. Model Hubungan Indikator Lingkungan dengan Kinerja Lingkungan
(Sumber : Rao dkk, 2006)

Indikator kinerja lingkungan (environmental performance indicator) meliputi indikator input dan output. Indikator input meliputi penggunaan bahan baku, energi dan air. Sedangkan indikator output yaitu limbah (Rao dkk, 2006). Sumber limbah padat, limbah cair dan gas berasal dari sisa akhir proses berupa bahan baku yang tidak dapat diolah seluruhnya menjadi produk jadi. Hal ini dikarenakan teknologi yang kurang mendukung proses dan sifat alami bahan baku (Ginting, 2007).

2.9. Gas Rumah Kaca

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyimpulkan bahwa, sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia yaitu melalui efek rumah kaca. Kesimpulan dasar ini telah dikemukakan oleh setidaknya 30 badan ilmiah dan akademik, termasuk semua akademi sains nasional dari negara-negara G8.

Berdasarkan guidelines IPCC 1996 yang telah direvisi, yang dikategorikan sebagai gas rumah kaca adalah CO₂, metana (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O), hidrofluorokarbon (HFC, merupakan kelompok gas), perfluorokarbon (PFC, merupakan kelompok gas), dan sulfur heksafluorida (SF₆). Gas-gas inilah yang juga menjadi acuan pada Protokol Kyoto (1997). Gas rumah kaca lain yang terdapat pada guidelines IPCC 2006 adalah nitrogen trifluorida (NF₃), trifluorometil sulfur pentafluorida (SF₅CF₃), eter terhalogenasi, dan halokarbon

lain. Gas-gas yang mengandung fluorida seperti HFC, PFC, SF₆, SF₅CF₃, dan NF₃ dapat dikelompokkan sebagai gas-gas terfluorinasi (*fluorinated gases*). Gas-gas ini diproduksi terutama sebagai pengganti zat-zat perusak ozon atau *Ozone Depleting Substances* (ODS), terutama klorofluorokarbon (CFC) atau freon yang banyak digunakan sebagai refrigeran dan propelan aerosol.

2.9.1 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (GHG) dan Energi

Perhitungan emisi gas-gas rumah kaca atau sering disebut dengan gas CO₂e, didasarkan pada jenis penggunaan bahan bakar dengan menggunakan pendekatan faktor emisi. Berdasarkan IPCC Volume 2 (2005).

Faktor emisi untuk bahan bakar *diesel oil* (solar), dimana didasarkan pada *net calorific basis* (nilai kalori netto), yaitu :

- Faktor emisi CO₂ : 74100 TJ/Kg
- Faktor Emisi CH₄ : 3 TJ/Kg
- Faktor Emisi N₂O : 0,6 TJ/Kg

Keterangan : TJ adalah Terra Joule.

Pembakaran 1 liter bahan bakar solar menghasilkan 9063 Kkal, dan energi yang dihasilkan adalah 0,03792 GigaJoule. Konversi untuk 1 TJ = 239005,736 Kkal.

$$= (\quad , \quad)$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa 1 liter solar menghasilkan emisi GHG sebesar 0,0028 ton setara emisi CO₂e. Faktor emisi CO₂ untuk pemakaian listrik menurut IPCC (1998) sebesar 781.2621 gram/KWH.

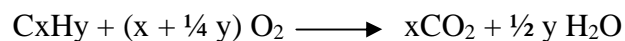
2.9.2 Biaya Pengolahan Emisi GHG

Perhitungan biaya pengolahan untuk emisi GHG didasarkan dengan standar Protokol Kyoto. Untuk pengolahan 1 ton emisi CO₂e memerlukan biaya sebesar 30 Euro, dimana 1 Euro = Rp. 11.752 (konversi pd tanggal 29 Juni 2012). Sehingga untuk biaya pengolahan 1 ton emisi CO₂e adalah sebesar Rp. 352.560,-

2.10. Motor Diesel

Motor diesel merupakan salah satu jenis motor bakar internal yang banyak digunakan sebagai sumber tenaga penggerak. Prinsip kerja motor diesel adalah pada piston yang bergerak translasi (bolak balik) di dalam silinder yang dihuungkan dengan pena engkol dan poros engkol. Pena engkol dan poros engkol berputar pada bantalannya dengan perantara batang penggerak atau batang penghubung. Campuran bahan bakar dan udara dibakar di dalam ruang bakar, yaitu ruangan yang dibatasi oleh dinding silinder, kepala piston dan kepala silinder. Gas pembakaran mampu mendorong piston yang selanjutnya memutar poros engkol. Pada kepala silinder dan katup buang untuk membuang gas hasil pembakaran (Arismunandar dan Tsuda, 1986).

Proses pembakaran juga terjadi secara berangsur, proses pembakaran awal terjadi pada suhu yang lebih rendah dan laju pembakarannya pun meningkat. Berikut adalah reaksi pembakaran bahan bakar sehingga menghasilkan kalor :



Pembakaran merupakan reaksi oksidasi yang cepat dari bahan bakar sehingga menghasilkan panas. Pembakaran yang sempurna dari bahan bakar lainnya akan terjadi jika tersedia oksigen yang cukup (UNEP, 2006). Hasil pembakaran bahan bakar tidak dimanfaatkan seluruhnya menjadi kerja, bahkan lebih dari separuhnya terbuang. Tabel neraca energi pada motor bakar diesel dapat dilihat pada tabel 7. (Basyirun, 2008).

Tabel 7. Keseimbangan energi pada motor bakar

No.	Jenis Daya	Neraca Energi (%)
1.	Daya Berguna	25
2.	Kerugian Akibat Gesekan dan Aksesoris	5
3.	Kerugian Pendinginan	30
4.	Kerugian Gas Buang	40

Sumber : Basyirun, 2008

Menurut Faiz, dkk (1996) komponen utama gas buang motor diesel yang membahayakan adalah NO dan asap hitam. Berita terbaru dari Kompas.com (2012), Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merilis hasil penelitian terbaru di bidang polusi dan kesehatan. Sebuah panel ahli yang bekerja untuk WHO menyatakan asap knalpot dari mesin diesel memicu sejumlah penyakit mematikan, mulai dari kanker paru-paru hingga tumor di kandung kemih. Pemimpin penelitian, Christopher Portier, mengatakan temuan panel ahli WHO tentang dampak buruk asap knalpot diesel ini memperkuat klaim sebelumnya dari Badan Internasional untuk Penelitian Kanker (IARC), bagian dari WHO, yang menyatakan asap knalpot diesel berpotensi karsinogenik bagi manusia dan partikulat yang dihasilkan mesin diesel juga mempengaruhi kesehatan. Kini IARC memastikan asap knalpot diesel sebagai penyebab pasti dari kanker, meskipun tidak membandingkan risiko tingkat karsinogeniknya.

2.11. Puli dan Perhitungannya

Puli adalah suatu bagian dari mesin yang berguna untuk mendistribusikan daya dari satu poros ke poros lain, sehingga mekanisme mesin dapat berjalan dengan baik. Pada umumnya terbuat dari baja, baja tuang, besi tuang dan aluminium. Berdasarkan kedudukan rodanya, puli dapat dibagi menjadi puli tetap dan puli bergerak. Puli tetap adalah puli yang rodanya berputar pada poros yang tidak bergerak, sedangkan pada puli bergerak rodanya berputar pada poros yang kedudukannya dapat bergeser naik turun. Diameter puli ini dapat digunakan untuk menghitung perbandingan putaran, seperti yang digunakan pada persamaan dari Sularso dan Kiyokatsu (1994).

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p}$$

Dimana :

n_1 : putaran poros motor penggerak (rpm)

n_2 : putaram poros yang digerakkan (rpm)

D_p : diameter puli yang digerakkan (mm)

d_p : diameter puli penggerak (mm)

Untuk mengetahui kecepatan kerja puli, maka dapat digunakan nilai rpm pada puli terakhir untuk dijadikan kecepatan sudut/ angular () dengan satuan radian/detik. Nilai ini yang akan digunakan untuk menghitung kecepatan puli (V).

$$\omega = \frac{2\pi \times \text{rpm}}{60}$$

$$V = \omega \times r$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tipe Penelitian

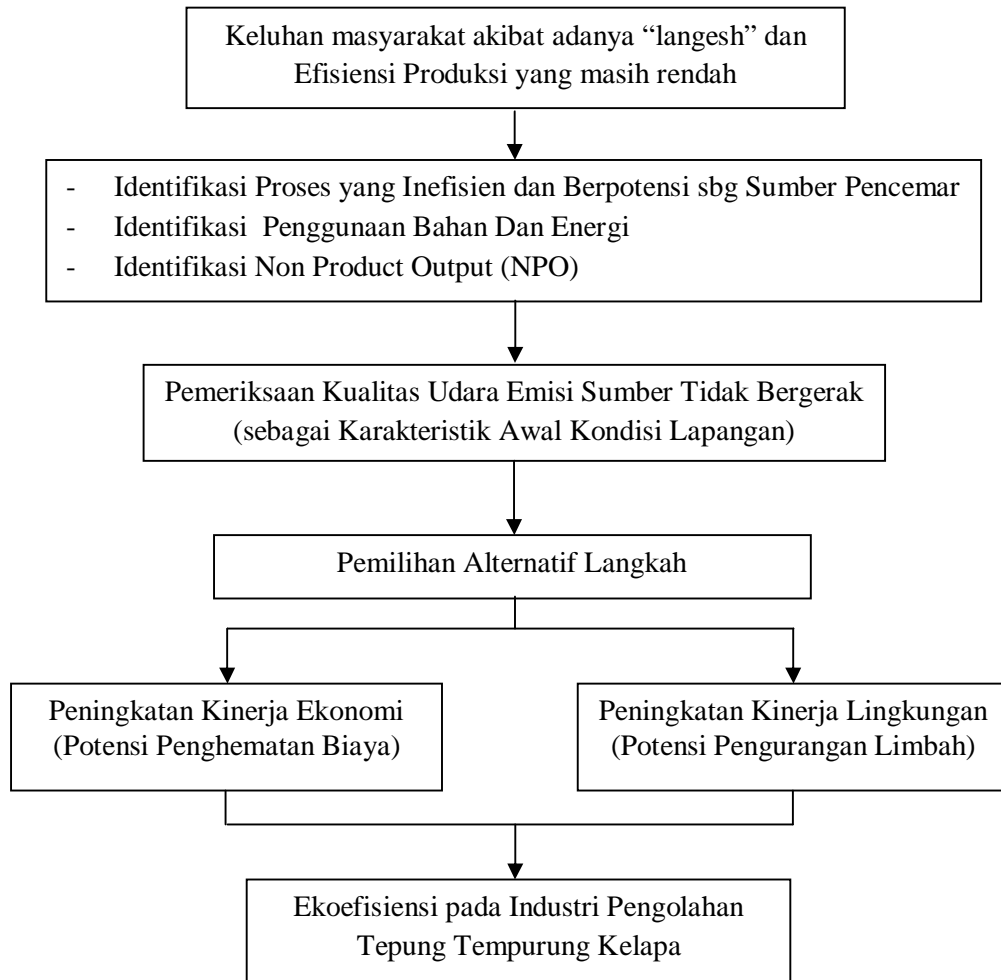
Penelitian ini merupakan penelitian *observatory participant* (observasi partisipatif). Observasi partisipatif dimaksudkan untuk mengamati, mendengarkan dan menelaah sebanyak mungkin aktivitas pada obyek penelitian. Dimana obyek penelitian yang diamati adalah industri kecil pengolahan tepung tempurung kelapa. Data primer berupa hasil wawancara, pengamatan langsung di lapangan, pengukuran yang akan dipadukan dengan data sekunder yang telah dianalisis. Data ini digunakan untuk mendeskripsikan kondisi aktual di industri, tahapan proses produksi yang inefisien dan mengidentifikasi kondisi gas buang emisi yang merupakan sumber pencemaran udara. Dari hasil analisis permasalahan maka akan didapat alternatif penyelesaiannya berupa peluang keefisienan. Alternatif penerapan keefisienan yang dipilih merupakan feedback (umpan balik) yang berasal dari keinginan pemilik perusahaan dan merupakan bagian dari upaya penanganan dampak di industrinya.

3.2. Kerangka Pikir Penelitian

Penelitian diawali dari masih rendahnya efisiensi pada proses produksi dan adanya keluhan masyarakat sekitar industri pengolahan tepung tempurung kelapa akibat asap dan partikel debu hitam di sekitar tempat tinggal mereka. Industri pengolahan tepung tempurung kelapa merupakan industri kecil, dimana cenderung belum memiliki pemahaman dan kesadaran terhadap pengelolaan lingkungan bagi keberlanjutan usahanya.

Pendekatan pengelolaan lingkungan pada industri kecil ini didekati dengan prinsip keefisienan, dimana dengan adanya penerapan keefisienan dapat meningkatkan kinerja ekonomi berupa potensi penghematan biaya produksi dan juga meningkatkan kinerja lingkungan berupa potensi pengurangan limbah yaitu

limbah emisi gas buang pada sumbernya. Kerangka pikir penelitian seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Kerangka Pikir Penelitian

3.3. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan kajian semua tahapan proses produksi pada industri pengolahan tempurung kelapa. CV. Putra Jaya Sahita Guna. Dalam proses produksinya industri ini memiliki 2 (dua) set alat produksi dimana mesin utamanya yaitu *hammer mill* memiliki spesifikasi tekniknya. Mengingat jenis dan tipikal mesin yang sama, maka pada penelitian ini dibatasi

dengan mengambil 1 (satu) set alat proses produksi. Waktu penelitian dimulai pada awal Desember 2011 sampai dengan akhir Agustus 2012.

Kajian yang dilakukan pada penelitian ini berupa kajian terhadap tahapan proses produksi tepung tempurung kelapa mulai dari proses pemilahan bahan baku sampai penyimpanan produk tepung. Pada proses produksi dilakukan dengan membuat diagram alir proses untuk mengidentifikasi aliran bahan, energi dan sumber timbulan limbah. Identifikasi pemborosan dibatasi pada penggunaan bahan baku dan bahan bakar sebagai sumber energi. Ukuran kinerja lingkungan yang berkaitan dengan pencemaran dibatasi pada kualitas udara gas buang emisi sesuai dengan baku mutu udara emisi sumber tidak bergerak yang mengacu pada Keputusan Gubernur Jawa Tengah Nomor 10 tahun 2000 untuk emisi Genset. Hasil analisis dilakukan untuk menentukan langkah penerapan ekoefisiensi.

3.4. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di industri pengolahan tepung tempurung kelapa yaitu CV. Putra Jaya Sahita Guna, yang beralamat di Jl. Raya PTP XVIII Ngobo Dusun Gebogan, RT. 08/RW. IV, Kelurahan Karangjati, Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang. Pemilik Perusahaan bernama Bapak Fathoni.

3.5. Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Bahan dan Peralatan Penelitian

No.	Tujuan Penelitian	Bahan	Peralatan
1.	Mengidentifikasi tahapan proses produksi yang inefisien dan sumber yang berpotensi menimbulkan pencemaran di CV. Putra Jaya Sahita Guna	Filter Silica Whatman untuk pengambilan sampel TSP	<i>Analitical Balance</i> <i>Tachometer</i> <i>HVAS (High</i> <i>Volume Air</i> <i>Sampler)</i>

2.	Mengidentifikasi kondisi emisi gas buang yang berasal dari pembakaran mesin diesel pada CV. Putra Jaya Sahita Guna	- Absorben gas SO ₂ dan NO ₂ - Filter Silica Whatman	- Pompa Vakum - Opasitimeter Riengelman - Infrared Thermometer
3.	Menganalisis peluang keefisiensi dan keuntungan dari sisi ekonomi dan lingkungan apabila dilakukan CV. Putra Jaya Sahita Guna	-	-

3.6. Jenis Dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Jenis dan sumber data dapat dilihat pada tabel 9.

§ Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti dari para responden, dan bukan berasal dari pengumpulan data yang pernah dilakukan sebelumnya.

§ Data sekunder adalah data yang sudah tersedia, sehingga kita tinggal mencari dan mengumpulkan data yang pernah dilakukan sebelumnya.

Tabel 9. Identifikasi Jenis dan Sumber Data

No.	Tujuan Penelitian	Jenis Data	Sumber Data
1.	Mengidentifikasi tahapan proses produksi yang tidak efisien dan berpotensi menimbulkan pencemaran di CV. Putra Jaya Sahita Guna	Data Primer	- Diagram alir proses - Limbah padat - Pemakaian Bahan Bakar - Bahan baku tidak terpakai
		Data Sekunder	- Profil Perusahaan - Data produksi
2.	Mengetahui kondisi gas buang emisi sumber tidak bergerak	Data Primer	Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap emisi

	dari penggunaan mesin diesel		sumber tidak bergerak
		Data Sekunder	Baku Mutu Udara Emisi Sumber Tidak Bergerak
3.	Menganalisis keuntungan dari sisi lingkungan dan ekonomi apabila keefisiensi diterapkan	Data Primer	- Non Product Output (NPO)
		Data Sekunder	- Data produksi

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui wawancara dan komunikasi dengan sumber data, baik pemilik maupun karyawan. Teknik pengumpulan data meliputi :

1. Wawancara/ Interview

Wawancara pada pemilik perusahaan dan karyawan dilakukan dengan menggunakan pedoman pertanyaan (Lampiran I).

2. Observasi/ Pengamatan Langsung

Pengamatan langsung dilakukan terhadap setiap tahapan proses produksi dan mengidentifikasi peralatan dan proses yang inefisien dan berpotensi menimbulkan dampak lingkungan.

3. Pengukuran

Pengukuran dilakukan secara langsung di lokasi penelitian meliputi penggunaan bahan baku, jumlah bahan bakar untuk pembangkit energi dan jumlah limbah padat. Pengukuran juga dilakukan terhadap emisi gas buang yang merupakan dampak dari proses produksi. Tujuan pengukuran ini akan digunakan dalam perhitungan neraca massa (Lampiran II).

4. Daftar Periksa

Untuk mengidentifikasi penerapan keefisiensi di perusahaan maka dikumpulkan data menggunakan daftar periksa (Lampiran III).

3.8. Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan metode kuantitatif. Data awal berupa bahan baku dan produk yang dihasilkan digunakan untuk menghitung efisiensi awal pada proses produksi dimana akan dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan selama 1 shift produksi yaitu 8 jam kerja proses produksi dan 1 jam istirahat. Analisis data dari hasil pengukuran berupa kebutuhan bahan baku, bahan bakar, jumlah produk serta NPO yang dihasilkan diestimasi selama 1 tahun, untuk digunakan dalam identifikasi inefisiensi dalam proses produksi dimana didukung dengan analisis dampak dan sebab. Hasil diagram alir digunakan juga untuk mengukur neraca massa dan neraca energi, dimana pembahasan keseimbangan energi hanya dilakukan pada mesin diesel yang berpotensi menimbulkan cemaran lingkungan.

Hasil pemeriksaan karakteristik gas buang emisi mesin diesel digunakan dalam menganalisis pada sumber timbulan pencemar lingkungan yang akan dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku di propinsi Jawa Tengah yaitu berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Tengah No. 10 tahun 2000 untuk Genset.

Dari hasil analisis inefisiensi dihitung juga rasio keefisiensi (EE) menggunakan standar WBCSD (2000) dimana :

$$EE = \frac{\text{Nilai Produk/Jasa}}{\text{Dampak Lingkungan}}$$

Untuk nilai produk ini yang digunakan adalah jumlah barang yang dihasilkan (dalam kg), sedangkan dampak lingkungan yang digunakan adalah dari besarnya konsumsi energi dan emisi *Green House Gasses* (GHG) yang dikeluarkan. Analisis peluang langkah dan manfaat penerapan keefisiensi dengan mempertimbangkan keuntungan dari faktor ekonomi dan lingkungan. Alternatif peluang penerapan keefisiensi ini ditekankan pada kategori 1E4R (*Elimination, Reduce, Reuse, Recycle, Recovery*). Pemilihan alternatif langkah keefisiensi merupakan keinginan dari pemilik perusahaan terkait dengan upaya penanganan dampak lingkungan.