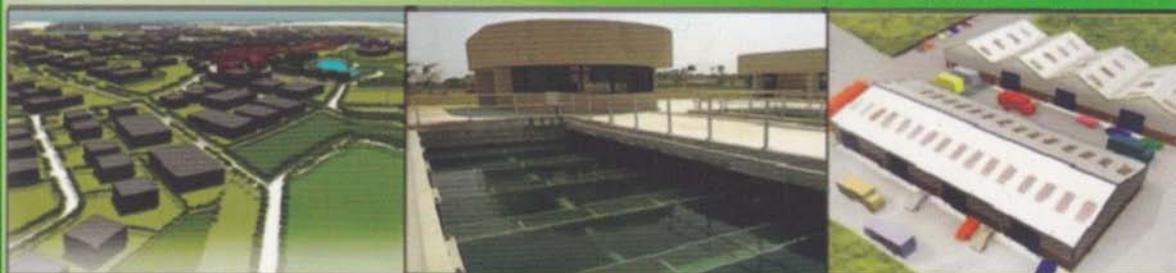
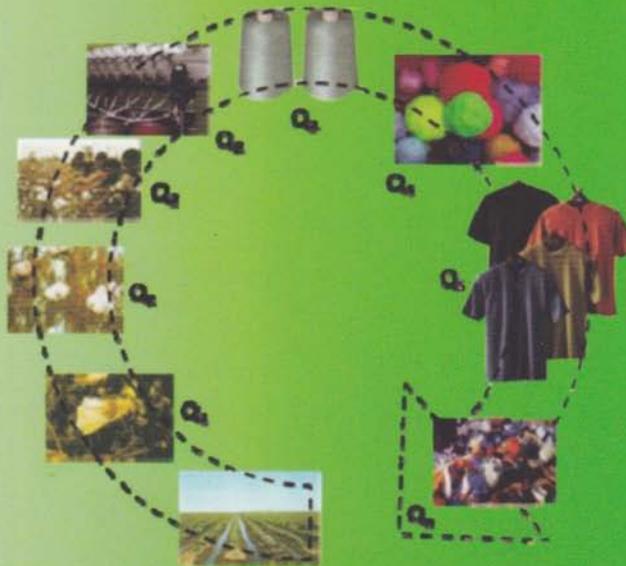


Manajemen Ekologi Industri

Reda Rizal



Pengembangan Sistem Industri
Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan



Reda Rizal, lahir di Padangpanjang, Sumatera Barat, 25 Agustus 1959. Pada tahun 1982 menyelesaikan pendidikan tinggi Teknik dan Manajemen Industri, tahun 1983 menjadi Pegawai Negeri Sipil pada Kementerian Pertahanan yang ditugaskan sebagai Dosen Tetap di UPN "Veteran" Jakarta. Pada tahun 1998 menyelesaikan pendidikan pascasarjana pada Program Magister Sains Ilmu Lingkungan di Universitas Indonesia, dan pada tahun 2008 menyelesaikan pendidikan Doktor bidang Ilmu Lingkungan di Universitas Indonesia. Pendidikan tambahan yang pernah diikuti antara lain Kursus Pengembangan

Teknologi bidang Desain dan Industri Tekstil, Pengembangan Manajemen Industri Tekstil, Kursus Amdal Tipe A dan Tipe B (penyusun Amdal) serta Audit Lingkungan.

Pada tahun 2008 Penulis memperoleh Sertifikat Dosen Profesional Bidang Teknik dan Manajemen Industri dari Kementerian Pendidikan Nasional. Pada tahun 2012 ditunjuk oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sebagai Dosen Asesor untuk Beban Kinerja Dosen bidang Teknik dan Manajemen Industri.

Sampai saat ini Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar tidak tetap pada Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia, pengajar tetap pada Fakultas Teknik dan Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan UPN "Veteran" Jakarta, tenaga pengajar senior pada *International Garment Training Center*, dan sebagai tenaga ahli peneliti bidang Ekologi Industri di Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia (PPSML PPs-UI). Profesi peneliti bidang lingkungan hidup telah dilakukan pada berbagai proyek kajian bidang lingkungan hidup pada berbagai kegiatan pembangunan daerah di seluruh Indonesia, termasuk penelitian bekerjasama dengan lembaga internasional seperti *GTZ*, *GIZ*, *Swisscontact* dan Konsorsium *Mott MacDonald Limited* dilakukan dalam rangka perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup serta ekologi industri di Indonesia.

Sejak tahun 1986 Penulis telah menulis 9 (sembilan) buah buku, yaitu 1) Buku *Teknologi dan Material Tekstil Ramah Lingkungan*, 2) Buku *Teknologi Garmen*, 3) Buku *Prosedur Pengendalian Mutu Garmen*, 4) Buku *Ekologi* yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan Nasional Universitas Terbuka, 5) Buku *Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah* yang diterbitkan oleh Kementerian Dalam Negeri-Lembaga Administrasi Negara, 6) Buku *Ilmu Pengetahuan Lingkungan*, 7) Buku *Manajemen Ekologi Industri*, 8) *Apparel Handbook for Garment Companies and Education Institutes*, dan 9) Buku *Monitoring, Pengendalian Mutu dan Penjaminan Mutu Produk Industri Garmen*. Sejak tahun 1990 hingga sekarang Penulis aktif menulis di berbagai jurnal ilmiah di antaranya Jurnal Bina Widya, Jurnal Bina Teknika, Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi (JMST) Universitas Terbuka, dan Jurnal Pusat Studi Lingkungan Perguruan Tinggi Seluruh Indonesia, Lingkungan & Pembangunan Universitas Indonesia, dan telah menghasilkan tulisan ilmiah lebih dari 40 topik yang diterbitkan di berbagai jurnal lembaga perguruan tinggi.

ISBN 978-979-456-533-9



9 789794 565339 >

MANAJEMEN EKOLOGI INDUSTRI

Pengembangan Sistem Industri Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan

Reda Rizal



Penerbit Universitas Indonesia
(UI-Press), 2013

Reda Rizal

Manajemen Ekologi Industri/Reda Rizal.

—Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), 2013.
ix, 221 hlm: 23 cm

Bibliografi hlm. 220

ISBN 978-979-456-533-9

1. Manajemen ekologi industri.

I. Judul

658.408 3

© Hak pengarang dan penerbit dilindungi Undang-Undang
Cetakan Pertama, 2013

Pengarang: Reda Rizal

Dicetak oleh: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press)

Penerbit: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press)

Jalan Salemba 4, Jakarta 10430, Telp. 31935373, Fax. 31930172

website: <http://uipress.ui.ac.id>

e-mail: penerbit.uipress@gmail.com

Kata Pengantar

Pembangunan berkelanjutan di bidang industri dapat dimaknai sebagai membangun industri saat ini dengan fokus memerhatikan kepentingan generasi mendatang, kondisi kualitas lingkungan hari ini yang kita nikmati harus dapat pula dinikmati oleh generasi mendatang. Pendayagunaan sumber daya alam oleh industri sebagai esensi kemakmuran rakyat dilaksanakan secara bertanggung jawab, sesuai dengan kemampuan daya dukungnya dengan mengutamakan sebesar-besar kemakmuran rakyat serta memerhatikan kelestarian fungsi dan keseimbangan lingkungan hidup bagi pembangunan industri secara berkelanjutan. Manajemen ekologi industri adalah studi tentang bagaimana mengelola siklus materi dan aliran energi dalam aktivitas kegiatan industri, mempelajari pengaruh siklus materi dan aliran energi terhadap lingkungan hidup, mempelajari pengaruh faktor sosial, ekonomi, budaya, politik dan hukum terhadap aliran materi dan energi, serta mengkaji pengaruh pemanfaatan dan transformasi sumber daya alam terhadap lingkungan hidup. Tujuan studi tentang manajemen ekologi industri adalah untuk memahami bagaimana upaya mengintegrasikan aspek kepentingan lingkungan hidup ke dalam aktivitas kegiatan industri yang selama ini hanya mengarah pada kepentingan ekonomi semata. Pengintegrasian aspek ekologi ke dalam aspek ekonomi atau sebaliknya dilakukan dalam proses-proses kegiatan industri yang sedang berlangsung, dan pengintegrasian aspek ekologi harus diarahkan untuk kepentingan generasi masa depan agar anak-cucu kita dapat menikmati kualitas lingkungan hidup yang lebih baik. Ekologi industri sebagai suatu dinamika sistem didasarkan atas kerangka konsep yang mendorong kemampuan manusia dalam mengelola aktivitas industri berbasis pada aspek keberlanjutan ekologi

Daftar Isi

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
1. Manajemen Ekologi Industri	1
2. Paradigma Industri dan Lingkungan Hidup	15
3. Perancangan Lingkungan Industri dalam Rangka Peningkatan Ekoeffisiensi Industri	34
4. Metode Analisis Perancangan Ekologi Industri	39
5. Daur Hidup Material dalam Proses Produksi dan Produk Barang	49
6. Manajemen Daur Material dalam Industri	64
7. Metabolisme Industri	89
8. Toksikologi Industri	97
9. Produk, Proses dan Produksi Bersih	126
10. Teori Ekoeffisiensi Industri	143
11. Praktik Ekoeffisiensi dalam Ekologi Industri	155
12. Paradigma Ilmu Pengetahuan dan Teknologi	177
13. Strategi Pengelolaan Industri	191
14. Eco-Label	200
15. Daftar Pustaka	220

Daftar Gambar

Gambar 1.1	Konsep Dasar Transformasi Materi dan Energi	5
Gambar 2.1	Paradigma Racun	16
Gambar 2.2	Paradigma Keseimbangan Alam	17
Gambar 2.3	Paradigma Entropi	19
Gambar 2.4	Paradigma Norma Lingkungan	21
Gambar 2.5	Aliran Materi dan Energi Dalam Kawasan Industri	24
Gambar 3.1	Hierarki Perancangan Lingkungan Industri	35
Gambar 4.1	Infrastruktur Informasi Perancangan Ekologi Industri	44
Gambar 5.1	Dua Siklus Berasosiasi Dalam Produk	50
Gambar 6.1	<i>Cascading</i> Pemanfaatan Sumberdaya Material	68
Gambar 6.2	Batas Daur Hidup yang Menimbulkan Biaya	71
Gambar 6.3	Enam Tahapan Perancangan Pengembangan Produk	76
Gambar 6.4	<i>From Cradle to Grave Theory</i>	80
Gambar 6.5	Implementasi Teori <i>From Cradle to Grave</i>	81
Gambar 6.6	Alir Material Dalam Analisis <i>Cradle to Grave</i>	81
Gambar 6.7	<i>From Cradle to Grave</i> pada Industri Tekstil dan Garmen dengan Material Wool	83
Gambar 6.8	<i>From Cradle to Grave</i> pada Industri Garmen dengan Material Cotton	84
Gambar 6.9	<i>From Cradle to Grave</i> pada Industri Garmen dengan Material Sutra	85
Gambar 7.1	Sistem Produksi pada Industri	90

Daftar Tabel

Tabel 4.1	Manajemen Ekologi dan Ukuran Ekoefisiensi	43
Tabel 9.1	Perbedaan <i>End Pipe Treatment</i> dengan Produksi Bersih	138

Tujuan studi tentang manajemen ekologi industri adalah untuk memahami dan menerapkan bagaimana cara mengintegrasikan aspek kepentingan alam atau lingkungan hidup ke dalam aktivitas kegiatan industri yang selama ini hanya mengaruh pada kepentingan ekonomi semata. Ilmu manajemen ekologi industri memberikan pemahaman bagaimana cara dan upaya untuk mengintegrasikan aspek ekologi ke dalam aspek ekonomi atau sebaliknya mengintegrasikan kepentingan ekonomi ke dalam kepentingan ekologi. Sistem pengintegrasian tersebut akan dilakukan dalam proses-proses kegiatan industri yang sedang berlangsung dan yang akan berlangsung. Pengintegrasian sistem ekologi ke dalam sistem industri akan mengarahkan pelaku industri dalam aktivitas usahanya untuk selalu memperhatikan dan mengutamakan kepentingan generasi masa depan dan keberlanjutan kualitas lingkungan hidup yang lebih baik dari kondisi sekarang.

Manajemen Ekologi Industri merupakan kemitraan kerja pengelolaan lingkungan yang melibatkan berbagai disiplin ilmu dalam merancang dan mengoperasikan sistem industri sebagai sistem ke-

Manajemen Ekologi Industri

Manajemen ekologi industri adalah studi tentang bagaimana mengelola siklus materi dan aliran energi dalam aktivitas kegiatan industri, mempelajari dampak siklus materi dan aliran energi terhadap lingkungan hidup. Secara umum manajemen ekologi juga mempelajari pengaruh faktor sosial-ekonomi-politik dan aspek hukum terhadap siklus materi dan aliran energi, serta mengkaji pengaruh penggunaan dan transformasi sumber daya alam oleh kegiatan industri terhadap kualitas lingkungan hidup.

Tujuan studi tentang manajemen ekologi industri adalah untuk memahami dan menerapkan bagaimana cara mengintegrasikan aspek kepentingan alam atau lingkungan hidup ke dalam aktivitas kegiatan industri yang selama ini hanya mengarah pada kepentingan ekonomi semata. Ilmu manajemen ekologi industri memberikan pemahaman bagaimana cara dan upaya untuk mengintegrasikan aspek ekologi ke dalam aspek ekonomi atau sebaliknya mengintegrasikan kepentingan ekonomi ke dalam kepentingan ekologi. Sistem pengintegrasian tersebut akan dilakukan dalam proses-proses kegiatan industri yang sedang berlangsung dan yang akan berlangsung. Pengintegrasian sistem ekologi ke dalam sistem industri akan mengarahkan pelaku industri dalam aktivitas usahanya untuk selalu memerhatikan dan mengutamakan kepentingan generasi masa depan dan keberlanjutan kualitas lingkungan hidup yang lebih baik dari kondisi sekarang.

Manajemen Ekologi Industri merupakan kerangka kerja pengelolaan lingkungan yang melibatkan berbagai disiplin ilmu dalam mendesain dan mengoperasikan sistem industri sebagai sistem kehi-

2

Paradigma Industri dan Lingkungan Hidup

Hubungan antara aktivitas manusia dengan lingkungannya di dalam sistem industri dicoba untuk dipahami oleh para ahli lingkungan melalui empat paradigma dasar yaitu; i) paradigma racun, ii) paradigma keseimbangan alam, iii) paradigma entropi, dan iv) paradigma norma lingkungan (Fischer-Kowalski, 1991). Keempat paradigma dasar tersebut di atas dikembangkan berdasarkan atas pertimbangan berbagai bidang ilmu pengetahuan termasuk dimensi etika politik untuk memahami keterikatan dan saling ketergantungan antara sistem manusia dengan sistem lingkungan.

Paradigma racun; paradigma racun memberikan gambaran kepada kita bahwa manusia tidak jarang menggunakan bahan-bahan yang mengandung unsur-unsur berbahaya dan beracun (material B3) untuk memenuhi kepentingan dan aktivitas kegiatannya. Bahan baku tergolong B3 yang tidak dimanfaatkan secara sempurna akan menghasilkan sisa-sisa atau limbah yang mengandung racun, dan bila limbah beracun ini kemudian dibuang ke lingkungan maka limbah ini dapat mengganggu dan merusak kehidupan makhluk lain yang ada di lingkungan tersebut.

Pada paradigma racun atau toksik akan ditelusuri unsur atau material apa yang bersifat toksik dan berbahaya bagi lingkungan, baik sifatnya beracun bagi manusia, makhluk hidup dan lingkungan hidup (ekotoksik). Selanjutnya, setelah diketahui jenis material yang toksik maka penelitian selanjutnya dilakukan adalah dimana, bagaimana dan oleh apa atau oleh siapa material beracun dan berbahaya tersebut

3

Perancangan Lingkungan Industri dalam Rangka Peningkatan Ekoefisiensi Industri

Perancangan lingkungan (*Design for Environment = DfE*) adalah kegiatan perencanaan sistemik atas keseluruhan detail engineering desain industri yang apresiatif terhadap lingkungan hidup. Detail engineering perancangan industri yang dimaksud meliputi; perancangan keselamatan dan kesehatan lingkungan industri, perancangan keselamatan dan kesehatan konsumen pemakai produk, perancangan perlindungan sumber daya dan integritas ekologi, pencegahan pencemaran dan reduksi penggunaan bahan toksik, merancang produk yang mudah ditransportasi (*transportability*) guna menghemat energi, perancangan meminimalisasi limbah, merancang produk yang mudah dibongkar (*disassembly*) dan mudah dibuang, merancang produk yang mudah didaur ulang (*recyclability*) dan dimanufaktur ulang (*remanufacturability*). Sasaran utama DfE adalah keselamatan dan kesehatan lingkungan atas keseluruhan daur hidup material, proses produksi dan distribusi produk sampai pada pemanfaatan produk oleh konsumen secara berkelanjutan. Pengintegrasian perancangan lingkungan industri ke dalam hubungan komponen-komponen lingkungan industri menjadi sangat penting dalam melaksanakan manajemen ekologi industri secara praktis agar dapat dicapai tujuan keberhasilan dalam upaya pengembangan produk-produk yang ekoefisien dengan tanpa melakukan pencemaran dan perusakan terhadap lingkungan hidup.

4

Metode Analisis Perancangan Ekologi Industri

Metode analisis diperlukan untuk menilai derajat perbaikan yang diharapkan dari parameter-parameter tertentu untuk dapat mencapai tolok ukur nilai keefisiensi yang tinggi pada kegiatan dan lingkungan industri. Metode analisis ini difokuskan mulai dari estimasi terhadap parameter seperti; survei pasar yang mengharapkan adanya nilai-nilai daur ulang yang terdapat pada produk, dan dampak lingkungan yang akan terjadi pada hasil daur hidup produk secara keseluruhan. Parameter-parameter yang diukur tersebut termasuk hubungannya dengan hal yang tercermin pada interaksi antara faktor biaya yang ditimbulkan dengan manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan konsep ekologi industri.

Terdapat 4 (empat) metode analisis yang umum digunakan oleh pengusaha pada industri yang sudah menerapkan manajemen ekologi industri yaitu:

1. Analisis dengan metode penyaringan (*screening*); yaitu dengan cara mempersempit alternatif pilihan penggunaan desain produk alternatif. Misalnya, memilih zat-zat kimia yang berdaya biodegradasi tinggi sebagai material utama dan atau bahan baku pembantu, serta memilih material produk yang dapat didaur ulang secara keseluruhan.
2. Analisis dengan metode penilaian (*assessment*); yaitu dengan cara memprediksi performa yang diharapkan dari hasil rancangan yang

5

Daur Hidup Material dalam Proses Produksi dan Produk Barang

Terminologi daur hidup material (*material life cycle*) didefinisikan secara berbeda oleh masyarakat karena adanya anggapan bahwa:

1. Daur hidup usaha (*business life cycle*); daur hidup produk merupakan bagian dari tahapan aktivitas pembuatan produk yang meliputi daya kreasi pengembangan produk, efisiensi produksi, perawatan alat industri, proses finishing produk, proses evaluasi ulang terhadap pembaruan bentuk produk regenerasi berikutnya. Daur hidup proses merupakan bagian dari tahapan aktivitas industri secara menyeluruh, perencanaan pengembangan fasilitas, perancangan proses, arsitektur dan konstruksi yang harus berlangsung secara berkelanjutan dan berkesinambungan.
2. Daur hidup fisik (*physical life cycle*); daur hidup produk merupakan bagian dari proses transformasi materi dan energi, termasuk ekstraksi dan proses penggabungan komponen-komponen produk, proses distribusi produk, penggunaan produk, pemulihan atau daur ulang sisa material produk. Daur hidup proses merupakan bagian dari transformasi penggunaan material dan energi, termasuk ekstraksi dan proses penggunaan material untuk alat-alat proses dan sistem suplai bahan baku, proses pengawasan produksi, pembersihan dan perawatan alat-alat, pembuangan limbah serta pemulihan material limbah yang harus berlangsung secara alamiah, berkelanjutan dan berkesinambungan.

6

Manajemen Daur Material dalam Industri

Pada bagian ini akan diperkenalkan konsep dan teknik manajemen daur material terpadu (*integrated life cycle material* = ILCM), dan memberikan ilustrasi bagaimana teknik-teknik ini dapat digunakan oleh para pengusaha industri untuk melakukan kegiatan yang lebih konkret memperbaiki performa ekonomi dan lingkungan.

Esensi pokok dalam manajemen daur material terpadu secara eksplisit terfokus untuk mewujudkan kebijakan perusahaan industri yang menjadikan performa ekonomi dan lingkungan secara spesifik digunakan dalam mengevaluasi opsi-opsi kebijakan perusahaan industri dalam mengelola daur material sebagai sumber daya industri.

Dalam pelaksanaannya, beberapa anggota manajemen daur material membuat rentang variasi ukuran performa dan tingkatan daur material, namun pada beberapa aplikasi yang sukses akan secara langsung termotivasi oleh satuan spesifikasi sasaran dan kebijakan perusahaan, dan hal ini akan lebih baik dibanding sekadar catatan teori daur hidup.

Pada abad ke-21 pelaksanaan daur material lebih banyak terfokus kepada manajemen aspek biaya daur material secara menyeluruh yang diasosiasikan pada produk barang, bahan baku, proses, dan penggunaan produk barang. Kebijakan manajemen ekologi industri diarahkan pada pemilihan produk, rancangan proses, dan atau di antara keduanya, serta mendefinisikan secara spesifik batasan daur hidup. Manajemen daur material menitikberatkan perspektif daur kebijakan perusahaan yang

7

Metabolisme Industri

Marina Fischer-Kowalski (2003: p.35–45) menyebutkan bahwa definisi *metabolism* menurut ilmu biologi merupakan totalitas reaksi biokimia yang terjadi di dalam suatu makhluk hidup. Konsep metabolisme sebagai suatu pertukaran energi dan materi yang terjadi di antara organisme dan lingkungan hidup dapat memengaruhi teori ilmu sosial. Reaksi biokimia yang berlangsung dalam metabolisme menunjukkan terjadinya proses transformasi sel-sel, organ dan organisme, dan tidak memfokuskan perhatian pada interaksi organisme lingkungan. Sedangkan para ahli ekologi menggunakan definisi metabolisme pada sesuatu hal terkait dengan konversi energi dan siklus nutrien dalam ekosistem.

Metabolisme industri adalah kemampuan keseluruhan aktivitas industri untuk menangkap dan mentransformasikan materi dan energi dari lingkungannya guna memenuhi kebutuhan untuk hidup manusia, kebutuhan untuk tumbuh dan berkembangnya industri.

Hukum Termodinamika mengenai kekekalan massa dan energi memberikan implikasi bahwasanya bahan atau materi yang diambil dari lingkungan alam untuk diproduksi menjadi barang dan jasa akan dikembalikan ke lingkungan alam dalam bentuk yang sudah terdegradasi. Siklus materi dan aliran energi memberikan basis bagi upaya mentransformasikan sistem industri menuju siklus tertutup dengan meminimalkan disipasi/pemborosan bahan dan energi. Siklus materi dan aliran energi dalam sistem industri dapat dianalogikan sebagai interaksi sistem industri dengan sistem lingkungan alam di sekitarnya atau disebut sebagai metabolisme industri (Weisz, 2007:3). Secara sederhana sistem industri digambarkan sebagai metabolisme aliran

8

Toksikologi Industri

Ilmu pengetahuan tentang ekotoksikologi (*ecotoxicology*) pertama kali digagas oleh René Truhaut pada tahun 1969. René mendefinisikan ekotoksikologi sebagai cabang ilmu toksikologi (*toxicology*) yang mengkaji dampak atau efek dari racun (*toxic*) yang ditimbulkan oleh polutan alami maupun polutan sintetik terhadap ekosistem. Komponen-komponen ekosistem yang dapat terpapar oleh efek racun tersebut adalah manusia, hewan, vegetasi dan mikrobial.

Ekotoksikologi merupakan ilmu pengetahuan yang mengintegrasikan ilmu pengetahuan tentang racun atau toksisitas ke dalam ilmu pengetahuan lingkungan atau ekologi. Chapman (2002) mendefinisikan ekotoksikologi sebagai ekologi yang tercemar oleh polusi beracun atau lingkungan yang penuh dengan bahan pencemar yang mengandung racun. Studi ekotoksikologi dimaksudkan untuk melakukan kuantifikasi efek racun terhadap populasi, komunitas ataupun terhadap ekosistem. Ekotoksikologi berbeda dengan toksikologi lingkungan, pengintegrasian dampak-dampak racun terhadap keseluruhan tingkatan organisasi biologi mulai dari molekul sampai pada keseluruhan komunitas dan ekosistem, dimana toksikologi lingkungan lebih memfokuskan pembahasan efek-efek racun pada level individu dan detailnya.

Toksikologi industri merupakan penggabungan kajian aspek ekologi industri, toksikologi, fisiologi, biologi molekular, analisis kimia dan berbagai macam disiplin ilmu. Tujuan akhir dari kajian ekotoksikologi pada industri pencucian garmen adalah untuk dapat mengidentifikasi dan memprediksi efek-efek dari bahan pencemar sehingga dapat

Produk, Proses, dan Produksi Bersih

Upaya pengelolaan lingkungan industri awalnya terfokus pada pengolahan limbah di ujung pipa (*end pipe of treatment*). Derasnya tuntutan dari masyarakat global dan pembeli produk (konsumen dunia) terkait aspek keselamatan lingkungan hidup dan sumber daya alam selama proses produksi, membuat konsep pengelolaan lingkungan model lama harus diganti dengan konsep baru yang mengarah pada kegiatan industri yang mampu meminimumkan dampak negatif pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup. Adanya tekanan dari dunia internasional terhadap kegiatan industri, seperti keharusan menerapkan ISO 14000, penggunaan eco-label, syarat produk ramah lingkungan dan sebagainya memaksa industri untuk mengikuti kehendak konsumen. Kehendak konsumen tersebut antara lain menginginkan kegiatan industri harus ramah lingkungan, dan produk yang dihasilkan tidak membahayakan lingkungan hidup dan manusia.

Salah satu strategi untuk merealisasikan pembangunan industri berkelanjutan adalah mendorong pengembangan dan penerapan prinsip-prinsip Produksi Bersih. Konsep produksi bersih mengarahkan pelaku industri untuk menciptakan strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif, terpadu dan diterapkan secara terus-menerus pada setiap kegiatan industri. Kegiatan industri tersebut mulai dari kegiatan industri hulu sampai ke industri hilir yang terkait dengan proses produksi, produk dan jasa. Tujuan penerapan konsep ini adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam, mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan mengurangi terbentuknya

Teori Ekoefisiensi Industri

Eco-Efficiency terdiri dari dua suku kata *Eco* dan *Efficiency*. Kata *Eco* merupakan singkatan dari kata *Ecology*, dan *Ecology* berasal dari bahasa Yunani; *oikos* yang berarti rumah atau tempat untuk hidup, dan *logos* berarti ilmu atau pengetahuan (Ernst Haeckel; pakar biologi Jerman 1869). Semula ekologi diartikan sebagai ilmu yang mempelajari organisme di tempat tinggalnya, kemudian setelah ilmu ini berkembang maka ekologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme atau kelompok organisme dengan lingkungannya. Sekarang ekologi lebih dikenal sebagai ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi dari alam. Sedangkan *efficiency* berarti daya guna atau ketepatangunaan dalam proses pemanfaatan suatu sumber daya. Kedua suku kata *Ecology* dan *Efficiency* digabung menjadi istilah populer dalam dunia ilmu pengetahuan lingkungan sebagai *Eco-efficiency*, dan dalam beberapa literatur para pakar menulisnya sebagai ekoefisiensi atau efisiensi ekologi.

Konsep ekoefisiensi pertama kali muncul ke gelanggang publik sejak tahun 1992. Badan usaha atau perusahaan yang mengaplikasikan konsep ekoefisiensi pada waktu itu di antaranya adalah WBCSD (*World Business Council for Sustainable Development*) dan UNEP (*United Nations Environment Programs*) yang kemudian menyebarkan pengalamannya ke seluruh dunia. Kemudian pihak pemerintah bekerja sama dengan pihak swasta untuk menerapkan teori ekoefisiensi dalam kebijakan-kebijakan yang dikeluarkan (DeSimone, 2002).

Makna teori-teori ekoefisiensi yang dikemukakan beberapa pakar dapat dijelaskan sebagai berikut:

Praktik Ekoefisiensi dalam Ekologi Industri

Pengetahuan dan filsafat merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan ketika manusia akan bersikap kritis terhadap suatu permasalahan yang dihadapinya, dan sikap kritis itu selalu dihubungkan dengan berfilsafat. Ilmu filsafat merupakan ilmu pengetahuan yang mengkaji seluruh fenomena yang dihadapi manusia secara kritis refleksif, integral, radikal, logis, sistematis, dan universal. Tema besar pada ilmu filsafat mengkaji tiga aspek, yaitu ontologi, epistemologi, dan aksiologi.

Berkaitan dengan aktivitas kegiatan industri misalnya industri tekstil, maka kajian aspek ontologi meliputi informasi mengenai:

1. Manusia butuh berbagai produk barang untuk memenuhi kebutuhannya, seperti makanan, minuman, tekstil, pakaian, sepatu, mobil, dan lain sebagainya.
2. Produk tekstil, pakaian, sepatu, mobil, dan lain sebagainya tentunya dibuat oleh suatu pabrik atau industri.
3. Aktivitas kegiatan industri selalu menghasilkan limbah dan zat pencemar yang dapat mencemari lingkungan kehidupan.
4. Sumberdaya alam dan lingkungan hidup sebagai media interaksi industri kian hari cenderung mengalami degradasi kualitas dan kuantitas.

Paradigma Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Cara pandang ilmu pengetahuan dan teknologi modern sekarang ini sebenarnya adalah cara pandang Barat yang berkembang sejak revolusi ilmu pengetahuan pada abad ke-17 dan ke-18. Filsuf-filsuf yang sangat berpengaruh membentuk cara pandang ini adalah Galileo Galilei, Francis Bacon, Rene Descartes, dan Isaac Newton. Cara pandang ilmu pengetahuan dan teknologi modern ini pada dasarnya sekular, mekanistik, dan reduksionistis. Sekular karena ilmu pengetahuan tidak lagi didasarkan pada prinsip-prinsip apriori yang diterima benar dengan sendirinya, tetapi didasarkan pada pengamatan panca indra dan metode induksi sebagaimana dikembangkan oleh Francis Bacon. Mekanistik karena seluruh alam semesta termasuk manusia dilihat secara mekanistik seperti mesin yang fungsinya bersifat mekanistik, dan bisa dianalisis serta diprediksikan secara terpisah lepas dari keseluruhan yang membentuknya. Reduksionistis karena realitas alam semesta termasuk manusia dilihat secara reduksionistis dari satu aspek semata-mata tanpa melihat keterkaitan yang lebih komprehensif dan holistik di antara berbagai aspek.

Paradigma ilmu pengetahuan modern ini terutama bertumpu pada logika Cartesian, yang membedakan, bahkan memisahkan secara tegas antara jiwa dan tubuh, subyek dan obyek, roh dan materi, fakta dan nilai. Pembedaan ini bersama dengan metode induksi yang dikembangkan oleh Bacon yang merupakan kekuatan utama yang menentukan perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan modern hingga sekarang. Pembedaan itu berlaku logika dominasi yang mengunggulkan

Strategi Pengelolaan Industri

Tujuan pembangunan industri tidak selalu selaras dengan tujuan pelestarian lingkungan hidup dan bahkan sampai pada kenyataan bahwa aktivitas kegiatan industri cenderung menuju ke kondisi tidak berkelanjutan. Industri tekstil adalah salah satu dari sekian banyak jenis industri yang menghasilkan limbah selama proses produksi, baik berupa limbah dalam bentuk cair, padat, maupun berbentuk gas yang ikut memberikan kontribusi pada pencemaran lingkungan. Menurut Djajadiningrat, Azis (2000), bahwa pendekatan ekologi industri dapat digunakan sebagai konsep teknologi pengelolaan lingkungan. Minimisasi limbah metode 3 r yaitu *reduce*, *recycle*, dan *reuse*, di samping itu terdapat pula metode lain untuk meminimumkan limbah yaitu dengan cara mencegah timbulnya limbah dan pencemaran melalui substitusi bahan baku, perubahan proses, dan penggunaan teknologi tepat guna, mendaur ulang limbah yang tidak dapat dicegah keberadaannya, mengelola limbah yang tidak dapat di daur ulang, mengamankan limbah yang telah diolah secara legal.

Senada dengan Djajadiningrat, maka Kristanto menyatakan bahwa sistem pengelolaan lingkungan (*environmental management sistem*) merupakan suatu bagian dari studi manajemen yang memasukkan unsur-unsur kepedulian lingkungan dalam aktivitas sehari-hari, dan merupakan suatu proses manajemen yang menekankan upaya peningkatan efisiensi perusahaan/industri dengan meminimalisasi keluaran limbah melalui proses produksi atau teknologi bersih lingkungan.

Menurut Djajadiningrat, S. (2001), bahwa strategi pendekatan pengelolaan lingkungan hidup akhir-akhir ini telah mengalami perubahan yang cukup berarti sejalan dengan makin meningkatnya

Penggunaan eco-label pada beberapa produk barang yang di ekspor ke pasar internasional telah meningkat secara signifikan, contohnya adalah beberapa produk elektronik, produk kayu, produk plastik dan lain sebagainya. Kondisi ini disebabkan oleh karena keinginan para konsumen eropa dan mancanegara untuk menyelamatkan dunia dari kerusakan lingkungan yang ditimbulkan oleh produk dan proses produksi, sehingga para produsen meresponsnya secara proaktif untuk memenuhi kehendak tersebut. Secara umum penerapan label-label yang bersifat sukarela banyak digunakan produsen dalam rangka untuk mempromosikan produknya yang berbasis pada karakteristik produk yang ramah lingkungan (*environmentally friendly characteristics*). Dalam kasus tekstil dan produk tekstil (TPT) pada saat ini tidak satupun eco-label yang diterapkan secara wajib melalui peraturan pemerintah (*mandatory rules*). Eco-label diperlukan untuk mengontrol penggunaan material sumberdaya pada industri TPT agar tercapai keseimbangan antara kemampuan lingkungan memasok material sumberdaya dengan kemampuan lingkungan untuk menyerap kembali sumberdaya TPT yang telah habis masa manfaatnya, serta melindungi pemakai TPT dari pengaruh *material content* yang berbahaya (*harmful substance*).

Terminologi eco-label menurut Salim (2002) adalah dua suku kata yang terdiri atas kata "eco" dan "label". Eco merupakan singkatan dari kata *ecology* yang berasal dari bahasa Yunani yaitu oikos dan logos. Oikos artinya rumah atau tempat tinggal, sedangkan logos diartikan sebagai ilmu atau pengetahuan. Semula ekologi diartikan sebagai ilmu yang mempelajari organisme di tempat tinggalnya, namun sebagai

Daftar Pustaka

- Alloway, B.J. at al. 1994. *Chemical Principles of Environmental Pollution*. Publisher: Blackie Academic & Professional, An Imprint of Chapman & Hall, Wester Cleddens Road, Bishopbriggs, Glasgow G64 2NZ, UK. (Pages: 214-215).
- Atkins, M.H. 1979. *Case Studies in Pollutant Control Measures in The Textile Dyeing and Finishing Industries*. McGrawhill Ny.
- BASF. 2000. *The BASF Ecoefficiency Analysis: In Dialog*. BASF Aktiengesellschaft 67056 Ludwigshafen Germany, November 2000.
- Clapham, W.B. 1973. *Natural Ecosystem*. McMillan Publishing Co., Inc. New York.
- DeSimone and Popoff. 2000. *Eco-Efficiency; The Business Link to Sustainable Development*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts Institute of Technology.
- Djajadiningrat, Surna T. 2001. *Pemikiran, Tantangan, dan Permasalahan Lingkungan*. Studio Tekno Ekono ITB-Bandung.
- Djajadiningrat, Aziz. 2000. *Ekologi Industri sebagai Konsep Teknologi Pengelolaan Lingkungan*. Jurnal Ekologi & Pembangunan UNPAD.
- EPA, US. 2003. *RCRA in Focus Textile Manufacturing*. U.S. Environmental Protection Agency.
- 2001. *Guide to Industrial Assessments for Pollution Prevention and Energy Efficiency*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Fiksel, J. 1996. *Design for Environment, Creating Eco-Efficient Products and Processes*. New York: McGraw-Hill.
- Fischer-Kowalski. 1991. "Emissions and Purposeful Interventions into Life Processes—Indicators for the Austrian Environmental