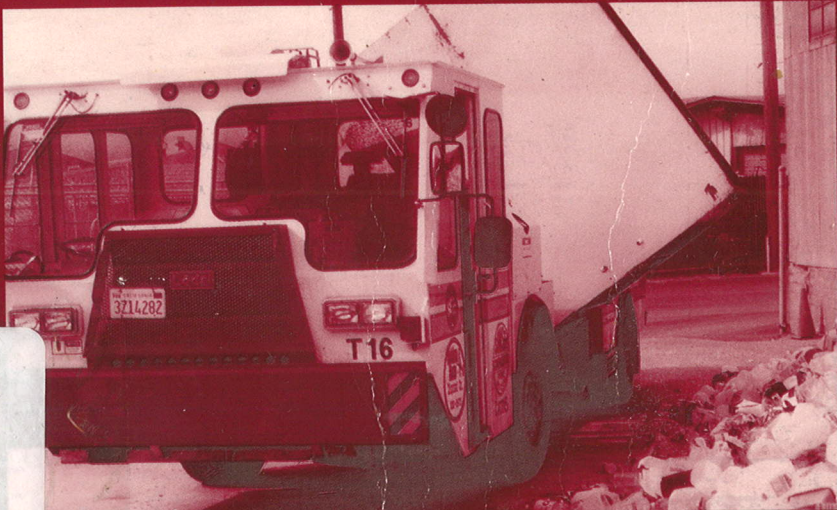


Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir., APU

MANAJEMEN TEKNOLOGI LIMBAH



Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan
Bandung
1999

4.3.05-

2011 (14)

No. Klass 658.56 SUTR m
No. Induk 87095 Tgl 14.02.2003
Hadiah/Beli _____
Dari _____

Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir., APU

MANAJEMEN TEKNOLOGI LIMBAH

GSB. 56
SUT
m



No. Kelas	GSB-56 SUT m
No. Induk	87095 Tgl. 14.2.03.
Hadiah/pegi	.....
Dari	PTEK

87095 P/58-FTI
14.2.03.

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan
Bandung
1999

MANAJEMEN TEKNOLOGI LIMBAH

Oleh : **Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir., APU**

Hak Cipta © 1999 pada penulis

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari penulis.

Edisi Pertama,
Cetakan pertama, 1999

Penerbit :

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan(Unpar)
Jl. Ciumbuleuit 94
Bandung 40141

Percetakan :

Universal Offset
Jl. Cibadak 242
Bandung 40241

Gambar sampul diambil di San Francisco, 1994.

ISBN : 979-95534-1-5

KATA PENGANTAR

Manajemen teknologi limbah organik dan anorganik disusun oleh penulis berdasarkan pengalaman memberikan bimbingan mahasiswa program S1, S2 dan S3 baik di Indonesia maupun di Kyoto University, Jepang dan pengalaman penulis selama menerapkan hasil penelitian sejak saat penelitian dasar, terapan, pengembangan, rekayasa, konstruksi dan instalasi pengolahan air limbah, pangan dan kimia sehingga hasil penulisan ini dapat memberikan tambahan kemampuan ilmiah para mahasiswa dalam menerapkan manajemen teknologi limbah organik dan anorganik.

Pada BAB I dibahas mengenai kemitraan global dalam lingkungan, Agenda 21 dari *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED) rafitalisasi pertumbuhan berkelanjutan, manajemen dan manajemen teknologi limbah sebagai fungsi *organoware*, *humanware*, *infoware*, *technoware*., pembangunan industri terhadap pencemaran air, udara dan lahan., dan pola pikir kesenjangan lingkungan dan iman dalam merawat bumi.

Pada BAB II dibahas mengenai toksikologi dan transportasi limbah, transportasi kontaminan limbah industri, jenis-jenis kontaminan dalam air dan model transportasi limbah industri.

Pada BAB III dibahas mengenai global ecoengineering dalam dunia industri, lingkungan nasional, regional dan internasional, mutu produk dan jasa pelayanan, komponen teknologi atau teknometrik, perbaikan performansi lingkungan terus-menerus, karakter sumber daya manusia, global ecoengineering dan model matematika.

Pada BAB IV dibahas mengenai manajemen teknologi limbah industri, limbah bahan berbahaya dan beracun (B-3) dan non B-3, pola sumber limbah, manajemen teknologi limbah industri, strategi manajemen

teknologi limbah industri, batasan-batasan serta pelatihan keamanan limbah industri.

Pada BAB V dibahas mengenai instrumen undang-undang dan peraturan pemerintah tentang pengelolaan lingkungan hidup dan ISO 14000.

Pada BAB VI dibahas mengenai limbah industri dalam lingkungan, sumber limbah, klasifikasi limbah, pencemaran air, lahan dan udara, karakteristik limbah, unsur karbon, unsur nitrogen, unsur phosphor, unsur belerang, unsur besi, oksigen terlarut, nilai pH., batasan dan ciri limbah B-3, dan sumber pencemar.

Pada BAB VII dibahas mengenai berbagai macam modul teknologi yang meliputi :

1. Manajemen teknologi limbah padat
2. Manajemen teknologi strategi limbah cair
3. Manajemen teknologi limbah asam sulfat pada industri tekstil poliester
4. Ozonisasi limbah industri
5. Biodegradasi limbah fenol
6. Sumber air
7. Tiada kamar untuk limbah industri, Sarin dan Mustard
8. Perlakuan limbah cair laboratorium kimia
9. Pencemaran udara
10. Disain landfill
11. Contoh Penyajian Evaluasi Lingkungan (PEL)
12. Pengolahan air buangan industri tempe
13. Perlakuan anaerobik
14. Pelatihan keselamatan dan pencegahan kehilangan dalam industri kimia, bioteknologi dan petroleum
15. Limbah Lignosellulosa
16. Peranan Mikroba Dalam Limbah B-3
17. Metoda perlakuan air limbah

Pada BAB VIII diberikan beberapa contoh soal dan penyelesaiannya, soal essay, pilihan ganda yang dapat dijadikan latihan para pembaca dalam merancang instalasi pengolahan air industri.

Secara makro dan mikro, materi manajemen teknologi limbah organik dan anorganik masih belum memenuhi komoditi industri kimia, bioteknologi, pangan dan pakan, dan sejalan dengan hal ini penulis mohon sumbang saran, koreksi dan tambahan informasi ilmiah lebih lanjut.

Penulis ucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Pimpinan Instalasi Pengolahan Air Limbah Terpadu, di Desa Cisirung Moh. Toha Bandung.
 2. Ketua RT / RW Desa Cisirung di Daerah Aliran Sungai Citarum, Bandung.
 3. Pimpinan Instalasi Pengolahan Air Limbah pabrik tekstil di Banjaran Kab. Bandung.
 4. Pimpinan Instalasi Pengolahan Air Limbah pabrik Coca Cola di Rancaekek Kab. Bandung.
 5. Pimpinan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Olahan Susu di PT. Ultrajaya Cimahi.
 6. Pimpinan Instalasi Pengolahan Air Limbah Terpadu di kawasan industri Cikarang Bekasi.
 7. Pimpinan Instalasi Pengolahan Air Limbah Olahan Kedelai di Cibitung Bekasi.
 8. Ketua dan staff Lembaga Penelitian Unpar, Bandung.
 9. Ir. H. Adang Kadarusman, MSIE di Unpas, Bandung.
 10. Ir. Budi Husodo, Msc FTI Unpar yang sudah memberikan tambahan informasi.
 11. Staff dan dosen di jurusan Teknik Kimia dan Teknik Industri Unpar.
 12. Pihak lain yang membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
- Sekali lagi mudah-mudahan materi manajemen teknologi limbah ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para mahasiswa S1, S2 dan S3.

Bandung, 15 April 1999

Penulis,



Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir., Ahli Peneliti Utama (APU)

DAFTAR ISI



1. PENGANTAR	iii
2. DAFTAR ISI	vii
3. BAB I :	
KEMITRAAN GLOBAL DALAM LINGKUNGAN	1
1. Pendahuluan	1
2. Revitalisasi Pertumbuhan Dengan Berkelanjutan	2
3. Manajemen dan Manajemen Teknologi Limbah Industri sebagai Fungsi <i>Organoware, Technoware, Humanware</i> dan <i>Infoware</i>	4
4. Pembangunan Industri Terhadap Pencemaran Air, Udara dan Lahan	6
4. BAB II :	
TOKSIKOLOGI DAN TRANSPORTASI LIMBAH	10
1. Toksikologi dan Limbah Industri	10
2. Transportasi Kontaminan Limbah Industri	10
5. BAB III :	
GLOBAL ECOENGINEERING DALAM DUNIA INDUSTRI	13
1. Pendahuluan	13
1.1. Lingkungan Nasional, Regional dan Internasional	13
1.2. Mutu Produk dan Jasa Pelayanan	16
1.3. Komponen Teknologi	19
1.4. Global Ecoengineering	25
2. Model Matematika	27

6. BAB IV :		
MANAJEMEN TEKNOLOGI LIMBAH INDUSTRI	.....	29
1. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B-3) dan Non B-3	.....	29
2. Manajemen Teknologi Limbah Industri	.....	30
2.1. Batasan-batasan	.....	33
2.2. Tahap-tahap Penelitian dalam Manajemen Teknologi	.....	34
3. Teknologi Pengolahan Limbah Industri	.....	37
4. Revitalisasi Manajemen Teknologi Limbah Industri Melalui Intergrasi ISO 9000 dan ISO 14000 ke dalam Total Quality Management dalam Menghadapi Tantangan Era Tahun 2020	.....	39
7. BAB V :		
INSTRUMEN UNDANG-UNDANG	.....	47
1. Kronologis Undang-undang tentang Lingkungan Hidup	.....	47
2. Instrumen ISO 14000	.....	52
8. BAB VI :		
LIMBAH INDUSTRI DALAM LINGKUNGAN	.....	55
1. Sumber Limbah	.....	55
1.1. Masalah Limbah Industri	.....	55
1.2. Klasifikasi Limbah	.....	57
1.3. Pencemaran Air, Lahan dan Bumi	.....	58
2. Karakteristik Limbah	.....	61
2.1. Unsur Karbon	.....	62
2.2. Unsur Nitrogen	.....	62
2.3. Unsur Phosphor	.....	63
2.4. Unsur Belerang	.....	63
2.5. Unsur Besi	.....	64
2.6. Oksigen	.....	65

2.7. Nilai pH	65
2.8. Nutrien	65
3. Batasan dan Ciri-ciri B-3	65
4. Sumber Pencemar	68

9. BAB VII :

MODUL	73
1. <u>Modul 1</u> : <i>Manajemen Teknologi Limbah Padat</i>	73
1. Pendahuluan	73
2. Manfaat Manajemen Teknologi Limbah Padat	74
3. Proses dan Manajemen Teknologi Limbah Padat	74
2. <u>Modul 2</u> : <i>Manajemen Teknologi Strategi Limbah Cair</i>	79
1. Pendahuluan	79
2. Manfaat Manajemen Teknologi untuk Pengembangan Strategi Perlakuan Limbah Cair	79
3. Jenis Limbah Cair	79
3. <u>Modul 3</u> : <i>Manajemen Teknologi Limbah Asam Sulfat Pada Industri Tekstil Poliester</i>	85
1. Pendahuluan	85
2. Manfaat Manajemen Teknologi Limbah Cair H ₂ SO ₄	86
3. Proses dan Prosedur	87
3.1. Lokasi Pengolahan Asam Sulfat	88
3.2. Persyaratan Fasilitas Pengolahan H ₂ SO ₄	88
3.3. Alat Pencegahan Pencemaran H ₂ SO ₄	88
3.4. Penyimpanan Asam Sulfat	88
3.5. Penampung Sekunder Penyimpanan Asam Sulfat	89
3.6. Rancang Bangun Bangunan Penyimpanan Tangki Asam Sulfat	89
3.7. Penempatan Tangki Penyimpanan Asam Sulfat	89
3.8. Fasilitas Tambahan	90

4. <u>Modul 4 : Ozonisasi Limbah Industri</u>	91
1. Latar Belakang	91
2. Ozonisasi Residu Psetisida	92
5. <u>Modul 5 : Biodegradasi Limbah Fenol</u>	94
1. Peranan Mikroba	94
2. Biodegradasi	94
6. <u>Modul 6 : Sumber Air</u>	101
1. Pendahuluan	101
1.1. Sumber Air	101
1.2. Kontaminan Air dan Penghilangan Kontaminan	103
2. Parameter Pencemaran Air	109
7. <u>Modul 7 : Tiada Kamar untuk Limbah Industri, Sarin dan Mustard</u>	110
1. Pendahuluan	110
2. Industri dan Teknologi Ramah Lingkungan	110
3. Limbah	113
4. Dampak Limbah Industri terhadap Kesehatan Manusia	115
5. Manajemen Limbah Industri, Sarin dan Mustard Pendekatan Bioteknologi dalam Limbah Industri ...	117
6. Pengolahan Limbah Beracun dan Berbahaya	119
7. Pengurangan Limbah Industri (<i>Reduction</i>)	120
8. Daur Ulang (<i>Recovery</i> atau <i>Recycling</i>)	120
9. Perlakuan (<i>Treatment</i>)	121
8. <u>Modul 8 : Perlakuan Limbah Cair Laboratorium Kimia</u>	122
1. Pendahuluan	122
2. Proses dan Prosedur	122
9. <u>Modul 9 : Pencemaran Udara</u>	125
1. Pendahuluan	125
2. Jenis Pencemar Udara dan Dampak terhadap Kesehatan	127

10. <u>Modul 10</u> : <i>Disain Landfill</i>	129
1. Pendahuluan	129
2. Manfaat	129
3. Proses dan Prosedur	129
11. <u>Modul 11</u> : <i>Penyajian Evaluasi Lingkungan</i>	133
1. Pendahuluan	133
2. Manfaat	133
3. Lingkup Studi PEL	133
4. Rencana Pemantauan Lingkungan dan Rencana Kelolaan Lingkungan	135
12. <u>Modul 12</u> : <i>Pengolahan Air Buangan Industri Tempe</i>	138
1. Pemisahan secara Fisis dan Mekanis	138
1.1. Penyaringan	138
1.2. Bak Penampung	139
1.3. Tangki Pemisah	139
2. Perlakuan Kimia	140
2.1. Proses Equalisasi	140
2.2. Proses Netralisasi	141
2.3. Proses Koagulasi	143
2.4. Proses Sedimentasi	144
3. Proses Biologi secara Aerobik	145
13. <u>Modul 13</u> : <i>Perlakuan Anaerobik</i>	147
1. Pendahuluan	147
2. Manfaat	147
3. Proses dan Prosedur	147
14. <u>Modul 14</u> : <i>Pelatihan Keselamatan dan Pencegahan Kehidupan dalam Industri Kimia, Bioteknologi dan Petroleum</i>	150
1. Latar Belakang	150
2. Tujuan	151
3. Topik Pelatihan	152

15. <u>Modul 15</u> : <i>Limbah Lignosellulosa</i>	153
1. Latar Belakang	153
2. Biodegradasi	154
16. <u>Modul 16</u> : <i>Peranan Mikroba dalam Limbah B-3</i>	157
1. Penghilangan Logam Berat dalam Cairan Buangan	157
2. Pengolahan Air Buangan pada Industri Lahan Sempit dengan Bioreaktor Fluidisasi	157
3. Penanganan Senyawa Nitrat dalam Air Buangan oleh Pseudomonas	158
4. Penanganan Logam Berat Pb dalam Air Buangan oleh Jamur	158
5. Penanganan Limbah Rumah Sakit	159
6. Penanganan Limbah Proses Film	160
7. Penanganan Limbah Pencucian Pakaian dengan Dry Cleaning	160
8. Penghilangan Limbah Bengkel Kendaraan	160
9. Penanganan Limbah Industri Tekstil	161
17. <u>Modul 17</u> : <i>Metode Perlakuan Air Limbah</i>	162
<u>Modul 18</u> : <i>Soal dan Jawaban</i>	166
BAB VIII	
10. DAFTAR PUSTAKA	187



BAB I

KEMITRAAN GLOBAL DALAM LINGKUNGAN

1. Pendahuluan

Pembangunan berkelanjutan dan pelestarian lingkungan merupakan isu penting tentang pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan manusia. Lebih dari 1 milyar umat manusia yang tinggal dinegara berkembang menderita kurang kalori, protein, kurang kesehatan atau pendidikan dan perumahan. Kemiskinan dan rusaknya kondisi lingkungan saling keterikatan sehingga pengelolaan lingkungan harus merupakan bagian dari proses pembangunan

Karakterisasi global terhadap masalah lingkungan adalah perubahan iklim, menipisnya lapisan ozon, pencemaran air dan lingkungan, terkontaminasinya lautan dan teluk. Upaya utama adalah kerjasama internasional, regional dan nasional dalam bidang penelitian, pengembangan, dan penerapan teknologi ramah lingkungan. Agenda 21 adalah salah satu basis untuk kemitraan global baru agar dilakukan pembangunan berkelanjutan dan proteksi lingkungan. Agenda 21 adalah program komprehensif yang harus diterima dan dilaksanakan oleh negara-negara anggota Persatuan Bangsa Bangsa (PBB). Agenda 21 menghendaki perubahan dalam pembangunan industri dan ekonomi. Agenda 21 merupakan keputusan akhir *United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)* dikomperensi Rio de Janeiro, bulan Juni 1992. Agenda 21 ditujukan untuk pemerintah, lembaga, organisasi dan program pada sistem PBB, lembaga swadaya masyarakat. Kegiatan agenda 21 antara lain :

1. Revitalisasi pertumbuhan
2. Kehidupan berkelanjutan untuk semua

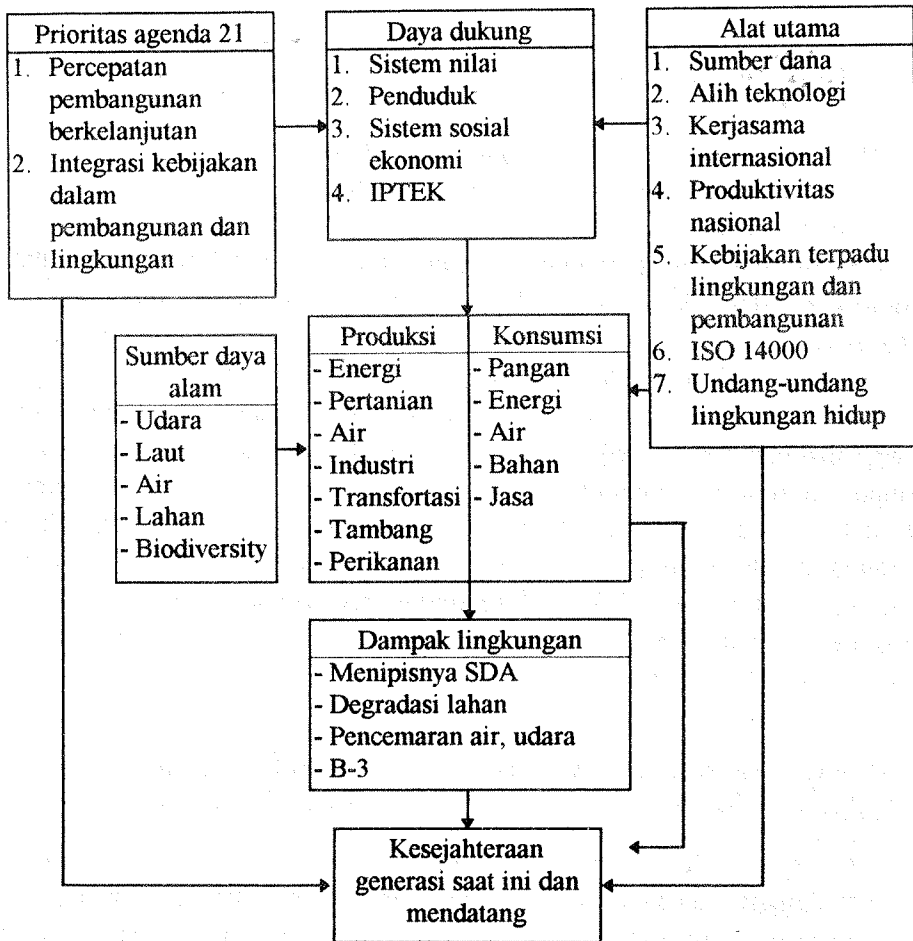
3. Pengembangan pemukiman penduduk
4. Efisiensi penggunaan sumber daya regional dan global
5. Pemanfaatan sumber daya regional dan global
6. Pengelolaan limbah industri

Pertumbuhan jumlah penduduk dan pembangunan nasional saling kait mengkait. Pembangunan ekonomi akan meningkatkan sumber daya yang mampu digunakan untuk memperbaiki kurang kalori protein, pendidikan, kesehatan yang pada gilirannya akan merubah keadaan sosial, mengurangi angka kematian dan menurunkan kesuburan. Keberhasilan pembangunan nasional melalui pembangunan industri serta pemakaian bahan bakar fosil maka semakin tinggi jumlah gas CO₂ di udara. Pada awal pra-industri kadar gas CO₂ di udara berkisar 80 ppm CO₂ dan pada awal tahun 1980 kadar CO₂ di udara meningkat 340 ppm dan akhir abad ini kadar gas CO₂ di udara menjadi 560 ppm. Keberadaan gas CO₂ di udara akan menyebabkan suhu udara menjadi panas. Kenaikan suhu global sekitar 1,5 sampai 4,5 ° C akan mengakibatkan kenaikan permukaan laut sekitar 25 cm sampai 140 cm

2. Revitalisasi pertumbuhan dengan keberlanjutan

Sektor-sektor yang harus diperkirakan untuk melaksanakan integrasi lingkungan dan pembangunan, yaitu ;

1. Penanggulangan kemiskinan
2. Perubahan pola konsumsi
3. Tantangan global penduduk dan lingkungan
4. Kesehatan masyarakat
5. Pemukiman penduduk
6. Pemasok air bersih
7. Manajemen limbah padat
8. Pencemaran udara
9. Sumber daya air tawar
10. Energi



Gambar I-1 : Pola pikir revitalisasi manajemen teknologi limbah industri

11. Pembangunan
12. Diversity biologi
13. Manajemen bioteknologi lingkungan
14. Pencemaran lautan
15. Bahan kimia berbahaya
16. Limbah bahan beracun dan berbahaya (B-3) termasuk produksi bersih, meminimisasi limbah, reduksi, daur ulang dan kerjasama.
17. Limbah radio aktif
18. Pendidikan, sadar lingkungan dan pelatihan
19. Peningkatan peranan lembaga swadaya masyarakat dan ikatan cendekiawan.

Kebutuhan dasar manusia seperti pangan, sandang, perumahan, pendidikan dan kesehatan dapat dipenuhi dengan meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi disebabkan oleh pengembangan dunia industri yang pada gilirannya dunia industri perlu bahan baku dan energi serta timbulnya limbah industri. Dunia maju mengkonsumsi bahan baku dan energi lebih banyak jika dibandingkan dengan negara berkembang. Konsumsi di negara maju menyebabkan masalah lingkungan yang serius. Pertumbuhan ekonomi, peningkatan pendapatan dan meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan aktivitas manusia melebihi daya dukung lingkungan, jika tidak ada perubahan pola konsumsi. Pada waktu bersamaan pola konsumsi merupakan kelangsungan hidup industri.

3. Manajemen dan manajemen teknologi limbah industri sebagai fungsi *organoware, technoware, humanware dan infoware*

Disadari sepenuhnya bahwa dunia industri di Indonesia semakin tumbuh dengan cepat sehingga masalah limbah industri semakin penting. Isu manajemen dan manajemen teknologi limbah industri semakin penting dan perlu dicari pemecahan masalahnya. Oleh sebab itu penerapan manajemen teknologi merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah limbah industri.

Perbaikan teknologi yang lebih efisien akan memberi kontribusi positif terhadap penanganan limbah industri. Penerapan manajemen

teknologi dan teknologi rendah limbah secara teknis dapat dilakukan, secara ekonomis layak, secara sosial diingini oleh dunia industri dan masyarakat, secara ekologis sehat. Manajemen teknologi perlu dan harus didukung oleh ekonomi, lingkungan, kelembagaan pemerintah, sumber daya manusia unggul dan profesional dan badan hukum lainnya. Oleh sebab itulah beberapa pertanyaan di bawah ini akan dijawab dengan pendekatan *organware*, *technoware*, *humanware* dan *infoware* melalui model matematika.

Disadari bahwa limbah industri dan limbah rumah tangga bersumber dari industri modern dan rumah tangga dimana limbah industri kemungkinan menghasilkan limbah berbahaya seperti logam berat chrom, Mn, Fe, dan Hg. Limbah industri dibedakan antara lain senyawa organik dan anorganik. Pada umumnya, limbah industri tersebut dalam menghasilkan produk dengan menggunakan bahan baku, energi, dan tenaga listrik. Limbah industri tersebut dilakukan melalui pendekatan manajemen *organware*, *infoware*, *humanware* dan *technoware* yang direfleksikan dalam bentuk instalasi pengolahan air limbah (IPAL) terpadu. Hirarki manajemen teknologi limbah industri meliputi komoditi limbah, mencegah sumber limbah, daur ulang, pemurnian air minum sumur penduduk dan pengolahan limbah industri di IPAL terpadu. Berikut adalah pengkajian manajemen teknologi limbah industri.

Organware, mengandung kerangka kerja di Indonesia menjadi posisi strategis dan kunci dalam menentukan *humanware*, *technoware* dan *infoware* terhadap manajemen air minum sumur penduduk dan limbah industri.

Humanware, kebiasaan membuang sampah ke sungai dan meminum air yang tercemar akan berakibat merugikan bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat baik jangka pendek maupun jangka panjang, sehingga kebiasaan harus diubah. Perubahan dilakukan secara simultan, yaitu pentingnya perubahan sikap selanjutnya didorong oleh etika lingkungan.

Humanware, mengandung kemampuan kebijakan, ketrampilan, pengalaman, kreativitas sumber daya manusia.

Technoware, merupakan fasilitas untuk mengatasi limbah industri. Pada tahap awal perlu disadari bahwa *technoware* merupakan faktor yang