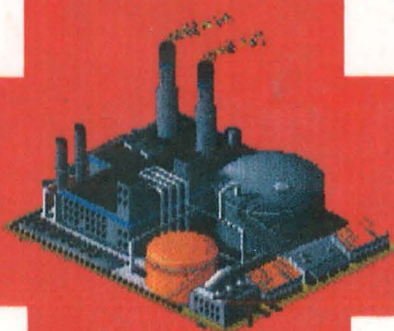


# ECO TEKNOLOGI LIMBAH INDUSTRI



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

# ECO - TEKNOLOGI LIMBAH INDUSTRI



Oleh

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

ISBN -----  
Tahun 2004

Hak Cipta @ 2004 pada penulis

### Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik, mekanis, termasuk memfotokopi, merekam maupun dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa idzin tertulis dari Penulis

Penerbit .....

Percetakan .....

### Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan

Suharto, Ignatius  
 Eco-Teknologi Limbah Industri  
 Ignatius Suharto; - Ed. I. ....  
 .....  
 xxxiv + 531 halaman, 16x 23 cm  
 ISBN .....  
 I Eco-Teknologi Limbah Industri  
 II. Judul  
 III. Ignatius Suharto

No. Klasifikasi 615. 902 SUM e  
 No. Induk 144180 Tgl 3-1-2020  
 Hadiah/Beli .....  
 Dari LPPM

615. 902  
 SUM  
 e  
 144180 / R 1507 FT)  
 3 1. 2020

# Kata Pengantar

Sadar atau tidak sadar bahwa dewasa ini di Indonesia, interaksi aspek ilmu pengetahuan, teknologi dan seni (IPTEKS), lingkungan hidup, dunia industri, dan perguruan tinggi ternyata belum sepenuhnya dilakukan oleh masyarakat luas untuk merawat planet Bumi bebas limbah. Interaksi antara dunia industri dan perguruan tinggi memberikan pengalaman produksi dan mencegah pencemaran lingkungan, sedangkan interaksi antara dunia industri dengan lembaga penelitian non-departemen dan departemen memberikan peningkatan penerapan atau transfer teknologi modern ramah lingkungan dan interaksi antara universitas dengan lembaga non-departemen dan departemen tersebut memberikan peningkatan pembelajaran dan peningkatan kemampuan penguasaan pengetahuan (*knowledge*) menuju para peneliti cendekia dan profesional. Interaksi dari ketiga pihak antara dunia industri, perguruan tinggi dan lembaga penelitian memberikan hasil teknologi masa kini menuju teknologi ramah lingkungan masa depan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia masa depan bangsa Indonesia. Semoga pimpinan bangsa Indonesia memberikan respon terhadap ketiga interaksi tersebut sehingga dicapai bangsa Indonesia peduli lingkungan yang secara teknis dapat dilaksanakan, secara ekonomis layak, secara sosial diingini oleh seluruh masyarakat, dan secara ekologis tidak menimbulkan dampak bibit penyakit baru, sehat dan sejahtera.

Landasan hukum dan peraturannya diturunkan dari Agenda 21 Persatuan Bangsa-Bangsa (*United Nations*) sebagai salah satu basis atau instrumen untuk kemitraan global baru agar dilakukan pembangunan berkelanjutan 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) dikonperensi Rio de Janeiro, bulan Juni 1992. Agenda 21 ditujukan untuk pemerintah, lembaga, organisasi non-pemerintah dan program pada sistem PBB, lembaga swadaya masyarakat. Manajemen pemukiman penduduk menjadi sangat penting guna mengurangi resiko penyediaan air bersih, energi untuk rumah tangga, transportasi dan jasa pelayanan. Di Indonesia, akhir-akhir ini terjadi berbagai macam bencana baik bencana alam (*natural disaster*) seperti gempa bumi, banjir maupun bencana buatan

manusia (*man made disaster*) seperti limbah industri yang kedua-duanya mempunyai dampak negatif terhadap kehidupan manusia, hewan, ternak, dan tumbuh-tumbuhan di planit Bumi. Dampak negatif kedua bencana tersebut menyangkut keselamatan (*Safety*), kesehatan (*Health*), dan perlindungan lingkungan (*Environmental Protection*) atau disingkat *SHE*.

Jika dilihat jumlah penduduk Indonesia sekitar 220 juta orang pada tahun 2004 maka diperlukan kecukupan kebutuhan dasar manusia seperti kecukupan pangan, kecukupan sandang, kecukupan perumahan, kecukupan kesehatan dan akhirnya kecukupan pendidikan yang kesemua unsur kebutuhan dasar manusia dipenuhi jika ada peningkatan pertumbuhan dunia industri dan ekonomi nasional. Pertumbuhan dunia industri wajib dan harus memenuhi kriteria pembangunan keberlanjutan (*sustainable development*) yang sudah digariskan oleh Persatuan Bangsa-Bangsa (*United Nations*). Kebutuhan dasar manusia dan kebutuhan lainnya dipenuhi jika pembangunan sektor industri dan pertanian tumbuh berkembang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional bangsa Indonesia. Pembangunan sektor industri diperlukan bahan baku industri baik dari sumber daya alam (SDA) terbaru maupun SDA tak terbaru, teknologi ramah lingkungan, sumber daya manusia, dan modal investasi sehingga menghasilkan produk baru dan jasa pelayanan. Pada sektor industri baik skala rumah tangga maupun skala industri kecil, industri skala menengah, dan industri skala besar dihasilkan limbah (*waste*) dan hasil samping (*by-products*)

Isu limbah dan lingkungan menjadi isu kunci dalam pembangunan berkelanjutan karena hasil interaksi isu limbah dengan lingkungan menjadi faktor penentu kehidupan bangsa Indonesia generasi mendatang. Dampak pertimbangan lingkungan berpengaruh terhadap kehidupan perorangan, kelompok, dan keputusan kebijakan nasional bangsa Indonesia. Disadari sepenuhnya bahwa konsep pembangunan berkelanjutan merupakan konsep yang mudah diterima namun sangat sulit diterapkan pada tingkat mikro di lapangan.

Penerapan pembangunan berkelanjutan pada tingkat mikro sulit dilaksanakan antara lain disebabkan oleh kemiskinan dan kekurangan kebutuhan dasar manusia yang menyebabkan salah satu faktor rusaknya kondisi lingkungan. Oleh sebab itulah kondisi ekonomi penduduk dan

lingkungan merupakan bagian dari pembangunan berkelanjutan. Kurang pendidikan bagi sumber daya manusia merupakan indikator betapa rendahnya penguasaan dan penerapan teknologi yang mengakibatkan rendahnya produktivitas sumber daya manusia.

Pemanfaatan teknologi awal Pembangunan Lima Tahun (Pelita) era tahun 1970 yang mengolah bahan baku menjadi produk dan jasa pelayanan untuk manusia menjadikan kehidupan manusia lebih nyaman, lebih sehat dan lebih bahagia, namun dengan bertambahnya jumlah penduduk dan daya dukung lingkungan sangat terbatas maka dunia industri makin lama makin banyak menghasilkan limbah yang mencemari air, udara, dan lahan yang sangat mengganggu kesehatan manusia. Hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya suhu permukaan bumi dan menipisnya lapisan ozon pada stratosfir oleh salah satu sebabnya, yaitu kelebihan *chlorofluorocarbon*. Dunia industri, pertanian, dan kenaikan jumlah penduduk memerlukan energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, gas alam yang semakin besar dari tahun ke tahun dan menimbulkan dampak pencemaran terhadap air permukaan tanah, udara, dan lahan. Oleh sebab itulah dipilih pendekatan eco-teknologi yang mampu merawat bumi dan perlindungan lingkungan baik saat ini maupun masa depan.

Pemanfaatan sumber daya alam (SDA) baik terbaru maupun tak terbaru hendaknya digunakan secara rasional dengan tetap mempertimbangkan kebutuhan generasi anak bangsa mendatang, mengurangi kesenjangan pembangunan kota dan pedesaan, dan kegiatan umat manusia termasuk kegiatan industri harus selaras dan seimbang dengan lingkungan.

Oleh sebab itu, kebijakan menciptakan ECO-TEKNOLOGI yang mampu melindungi dan merawat BUMI, melestarikan lingkungan dan meningkatkan perkembangan dunia industri pada gilirannya akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional bangsa Indonesia menjadi isu penting yang utama dan pertama.

Buku ini merupakan tunas dan benih ilmiah untuk memahami, mengembangkan, dan menerapkan pembangunan berkelanjutan dengan konsep eco-teknologi limbah industri menuju tercapainya keberlanjutan pada tingkat ekonomi, sosial, teknis, dan ekologis sehat bagi generasi bangsa saat ini maupun mendatang.

Buku ini terdiri atas 14 Bab yang masing-masing membahas tentang;

- Bab I membahas interaksi antara Penduduk dan Dampak Lingkungan,
- Bab II membahas tentang Landasan Hukum dan Peraturan-Peraturan Pemerintah Republik Indonesia guna mengelola limbah industri,
- Bab III membahas tentang Landasan Hukum Sistem Manajemen Lingkungan Tingkat Internasional melalui Pendekatan ISO 14000,
- Bab IV membahas tentang Jenis dan Sumber Limbah,
- Bab V membahas tentang Pencemaran Udara,
- Bab VI membahas tentang Transfer Teknologi kaitannya dengan Lingkungan,
- Bab VII membahas tentang Air Proses Industri,
- Bab VIII membahas tentang Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPAL) yang merupakan bagian batang tubuh terbesar dalam buku ini,
- Bab IX membahas tentang Limbah Padat,
- Bab X membahas tentang Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B-3),
- Bab XI membahas tentang Teror B-3 dan Limbah B-3,
- Bab XII membahas tentang Soal Pilihan Ganda
- Bab XIII membahas Soal Essay dan,
- Bab XIV membahas tentang Daftar Istilah (*Glossary*).

Buku ini di -ilhami, diteliti, disusun, dikembangkan dan ditulis oleh penulis berdasarkan sebuah renungan ilmiah, planit Bumi bergetar dan berita dari media elektronik dan media cetak seperti berita tercemarnya berbagai teluk dan pantai oleh logam berat dari berbagai macam industri sehingga visi dan misi merawat planit BUMI dan lingkungan dapat dilaksanakan pada tingkat mikro di lapangan bagi generasi saat ini dan generasi masa depan bangsa Indonesia.

Disamping itu, buku ini ditujukan untuk para mahasiswa semua jurusan baik untuk tingkat sarjana, magister, dan doktor dan para peneliti serta Lembaga Swadaya Masyarakat serta pihak pimpinan pemerintah daerah setempat dan pihak lain yang berkepentingan untuk menambah

---

wawasan ilmiah dan membantu merawat planit BUMI bebas limbah bahan berbahaya dan beracun.

Penulis sadar sepenuhnya bahwa isi buku ini masih banyak kekurangan namun penulis yakin bahwa buku ini minimal dapat memberikan kontribusi pendekatan ilmiah dan membantu ikut serta menyelesaikan masalah pencemaran oleh limbah industri terhadap keselamatan (*Safety*), kesehatan (*Health*), dan perlindungan lingkungan (*Environmental protection*), serta memberikan manfaat dan wawasan bagi para pembaca.

Untuk itu, jika ada kritik membangun untuk menuju perbaikan isi buku ini, kami dengan suka rela menerima kritik tersebut.

Semoga buku ini bermanfaat, bernilai, berharga, dan berguna bagi putra-putri anak bangsa Indonesia. Terima kasih.

Bandung, 5 Juni 2004

Penulis,



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





# DAFTAR ISI

## Halaman

Pengantar-----	iii
Daftar Isi-----	ix

## **BAB I: PENDUDUK DAN DAMPAK LINGKUNGAN ----- 1**

Pendahuluan -----	1
Jumlah Penduduk dan Kecukupan Pangan -----	2
<i>Eco</i> -Teknologi -----	5
Pendekatan <i>Eco</i> -Teknologi -----	6
Penggunaan Energi Baru Dalam <i>Eco</i> -Teknologi-----	7
Interaksi Sumber Daya Manusia, Sumber Daya Alam, dan <i>Eco</i> -Teknologi -----	9
Kondisi Lingkungan Internasional -----	10
Agenda 21 Persatuan Bangsa–Bangsa( <i>United Nations</i> ) -----	11
Kegiatan Agenda 21 -----	12
Konperensi Bumi ( <i>The Earth Summit</i> ) -----	12
Kondisi Lingkungan Nasional -----	12
Produksi Bersih -----	13
Ilmu Lingkungan ( <i>Environmental Science</i> ) -----	14
Masyarakat dan Dampak Lingkungan -----	15
Revitalisasi Pembangunan dan Lingkungan -----	18
Manajemen Teknologi -----	22
Hujan Asam -----	26
Pengendalian Pencemaran Udara -----	33
Toksikologi Limbah Industri -----	34
Transportasi Kontaminan Limbah Industri -----	37
Model Transport dan Transportasi Limbah --	38
Kegiatan Manusia dan Dampak Lingkungan -----	37
Merawat Planit Bumi-----	41
• Masukan Instrumental-----	41
• Masukan Utama -----	41
• Masukan Umpan Balik-----	41
Pertanyaan -----	43



Daftar Pustaka .....	44
----------------------	----

**BAB II : UNDANG – UNDANG REPUBLIK INDONESIA  
TENTANG LINGKUNGAN HIDUP DARI MASA  
KE MASA..... 45**

Kronologis Undang-Undang Tentang Lingkungan Hidup .....	45
Sumber Daya Alam, Industri, dan Limbah Industri .....	45
Contoh Bencana Buatan Manusia ( <i>Man Made Disaster</i> ).....	47
Pengenalan Undang-Undang dan Peraturan Lingkungan Hidup....	48
Peraturan Luar Negeri .....	48
Undang -Undang Lingkungan Hidup di Amerika Serikat.....	49
Undang -Undang dan Peraturan Lingkungan Hidup di Indonesia --	49
Dari Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 sampai	
Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 .....	50
Analisis Mengenai Dampak Lingkungan .....	57
- Tujuan AMDAL .....	57
- Komponen AMDAL .....	57
Urutan Tata Cara Penyusunan dan Pengesahan AMDAL .....	59
Ruang Lingkup Studi AMDAL.....	59
• Pembinaan .....	62
• Pengembangan .....	63
• Pengawasan .....	63
Latar Belakang Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1994.....	63
• Kewajiban Penghasil Limbah B-3 .....	64
• Kewajiban Pengumpul Limbah B-3 .....	65
• Kewajiban Pengolah Limbah B-3 .....	65
• Kebijakan Pengangkut Limbah B-3 .....	65
• Sanksi-Sanksi .....	65
Peraturan Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.....	65
Pertanyaan .....	67
Daftar Pustaka .....	68

**BAB III: PENERAPAN ISO 14000 DALAM DUNIA  
INDUSTRI .....**

Latar Belakang ISO 14000 .....	69
ISO 14000 .....	69
Komponen ISO 14000 .....	70

Seri ISO 14000 -----	70
Tujuan ISO 14000 -----	71
Manfaat ISO 14000 -----	71
Penerapan Metode Standar ISO 14000 - -----	71
Kendala Penerapan ISO 14000 -----	72
Kendala Kebijakan Lingkungan -----	72
Kendala Tingkat Industri -----	72
Proses Standar ISO 14000 -----	73
• Konsensus -----	73
• Dunia Industri -----	73
• Sukarela -----	73
Pengembangan Standar -----	73
Komponen ISO 14000-----	73
- Perencanaan -----	73
- Implementasi dan Operasi -----	74
- Pemeriksaan dan Koreksi -----	74
Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001 -----	74
• Manfaat ISO 14001 -----	75
• ISO 14001 Ditetapkan Oleh Manajer Puncak -----	75
• Sifat Sistem Manajemen Lingkungan -----	76
• Standar Operasi ISO 14001 -----	76
Unsur-Unsur Sistem Manajemen Lingkungan Dalam ISO 14001 ---	78
Penyusunan Kebijakan Lingkungan -----	78
Batasan dan Lingkup Akreditasi, Sertifikasi dan Registrasi -----	79
• Aspek Lingkungan -----	79
• Dampak Lingkungan -----	80
• Aspek dan Dampak Lingkungan-----	80
Empat Petunjuk Aspek dan Dampak Lingkungan -----	80
Sistem manajemen Lingkungan -----	80
Registrasi -----	81
• Tahap-Tahap Akreditasi -----	82
• Keputusan Registrasi -----	82
• Akreditasi -----	83
• Pendekatan Terpadu -----	83
<i>Eco-Audit, Eco-Labeling, Analisis Siklus Hidup, dan</i> Sistem Manajemen Lingkungan -----	83
• <i>Eco-audit</i> -----	83

• Audit Lingkungan melalui Pendekatan Tahap Demi Tahap-----	84
• Pelaksanaan <i>eco-audit</i> -----	84
• Tujuan <i>eco-audit</i> -----	85
• Tujuan <i>Audit</i> Lingkungan -----	85
• Kriteria <i>Eco-Audit</i> -----	85
• Kejelasan <i>Eco-audit</i> Lingkungan-----	85
• Prosedur <i>Eco-Audit</i> Lingkungan menurut ISO 14011 -----	86
• Tahap-Tahap <i>Audit</i> Lingkungan-----	86
• Isu Lingkungan-----	87
• <i>Eco-audit</i> Menurut ISO 14011 -----	89
• Pra <i>Audit</i> Lingkungan -----	90
• <i>Audit</i> Kegiatan Lingkungan di Lapangan -----	91
• <i>Post Audit</i> Lingkungan-----	91
• <i>Eco-Labeling</i> -----	91
• Tujuan <i>Eco-Labeling</i> -----	91
• Kriteria <i>Eco-Labeling</i> -----	91
• <i>Eco-Labeling</i> dalam Perdagangan Internasional -----	92
• Jenis <i>Eco-Labeling</i> -----	92
• Promosi ISO 14001 -----	92
Pertanyaan -----	93
Daftar Pustaka -----	94
<b>BAB IV JENIS DAN SUMBER LIMBAH -----</b>	<b>95</b>
Kebutuhan Dasar Manusia -----	95
• Sumber Daya Alam (SDA) -----	96
• Kebutuhan Air -----	96
• Konversi SDA -----	96
• Pemukiman -----	97
<i>Global Eco-Engieering</i> -----	97
• Jenis Limbah -----	99
• Limbah Industri -----	99
• Limbah Cair -----	99
Jenis Bahan Pencemar -----	100
• Bahan Pencemar Sedimen -----	100
• Bahan Pencemar Kamar Mandi -----	100

• Bahan Pencemar Mikroba Patogen -----	100
• Bahan Pencemar Nutrien -----	100
• Bahan Pencemar Senyawa Organik -----	101
• Bahan Pencemar Senyawa Anorganik -----	103
Klasifikasi Limbah Industri -----	105
Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B <sub>-3</sub> ) -----	106
Ciri-ciri Limbah B <sub>-3</sub> -----	106
Sifat Limbah B <sub>-3</sub> -----	107
Jenis, Sumber, dan Dampak Pencemaran Udara -----	108
Lapisan Atmosfir -----	108
• Lapisan Troposfir -----	108
• Lapisan Stratosfir -----	109
• Lapisan Mesosfir -----	109
• Lapisan Termosfir -----	109
• Lapisan Exosfir -----	109
Bahan Pencemar Udara -----	109
• Bahan Pencemar Udara Primer -----	110
• Bahan Pencemar Udara Sekunder -----	111
• Dampak Bahan Pencemar Udara Terhadap Kesehatan Manusia-----	112
Jenis Limbah Dalam Ruang Tertutup -----	113
Dampak Bahan Pencemar Terhadap Air Minum dan Kesehatan Pertanyaan -----	116
Daftar Pustaka -----	116

## **BAB V : PENCEMARAN UDARA ----- 117**

Komposisi Kimia Udara -----	117
Pencemaran Udara -----	119
▪ Sumber Pencemar -----	119
▪ Udara <i>Ambient</i> -----	119
▪ Mutu Udara <i>Ambient</i> -----	119
▪ Emisi -----	119
▪ Konsumsi Bahan Bakar Fossil -----	120
▪ Energi Fossil Batu Bara -----	121
▪ Penggunaan Batu Bara Sebagai Bahan Baku Kimia Industri -----	121
▪ Energi Baru -----	121
▪ Sumber Emisi dan Distribusi Global Gas Beracun -----	122

▪ Sumber Pencemar Udara Terhadap degradasi Lingkungan -----	122
▪ Metode Analisis Kimia Emisi dan Sumber Pencemar Udara -----	124
○ Sumber Pencemar Gas SO <sub>2</sub> -----	124
○ Sumber Pencemar Gas CO -----	125
○ Sumber Pencemar Gas CO <sub>2</sub> -----	126
○ Sumber Pencemar Gas NO <sub>2</sub> -----	126
○ Sumber Pencemar Gas H <sub>2</sub> S -----	126
Sumber Pencemar Udara Lain -----	127
Persepsi Sumber Pencemar -----	127
Komunikasi Pengendalian Pencemaran Udara -----	128
Sistem Pengendalian Pencemaran Udara -----	128
Metode Penyerapan Gas Beracun Di Udara -----	130
Menra Kabutan Basah-----	130
Pertimbangan Risiko -----	131
Bentuk Pengkajian Pencemaran Udara -----	132
Identifikasi Bahaya -----	133
Waktu Manajemen Risiko-----	134
Pertanyaan -----	135
Daftar Pustaka -----	136
<b>BAB VI: TRANSFER TEKNOLOGI -----</b>	<b>137</b>
Pengantar -----	137
▪ Konperensi Bumi -----	137
▪ Kerja Sama Internasional -----	138
Transfer Teknologi -----	139
Pembangunan Berkelanjutan -----	140
Kriteria Pemilihan Transfer Teknologi Ramah Lingkungan -----	141
Wujud Transfer Teknologi Ramah Lingkungan -----	143
Tahap-Tahap Transfer Teknologi Ramah Lingkungan -----	143
Analisis SWOT -----	143
Tujuan Analisis SWOT -----	143
Perumusan Strategi Analisis SWOT -----	143
▪ Faktor Internal -----	144
▪ Faktor Eksternal -----	145
Kerja Sama Ilmiah Internasional dalam Transfer Teknologi -----	147
Pertanyaan -----	149

Daftar Pustaka -----	150
<b>BAB VII : AIR PROSES INDUSTRI -----</b>	<b>151</b>
Pengantar -----	151
Kualitas Air -----	151
Tujuan Perlakuan Air -----	152
Sumber Air -----	152
Karakteristik Air -----	154
Sumber Pencemar Air Tawar Permukaan Tanah -----	154
Manfaat Air -----	157
Metode Penghilangan Sumber Pencemar -----	158
▪ Penghilangan Padatan Tersuspensi -----	158
▪ Cara Pengendapan -----	159
▪ Cara Koagulasi -----	159
▪ Bahan Koagulan dan Polielektrolit -----	160
▪ Cara Penyaringan -----	162
▪ Penghilangan Mikroba -----	163
▪ Khlorin Dioxida (CLO <sub>2</sub> ) -----	164
▪ Proses SO <sub>2</sub> -----	164
▪ Proses Metanol -----	165
▪ Disinfektan Iodin dan Bromin -----	165
▪ Sterilisasi Kimia -----	165
Penghilangan Senyawa Organik , Bau, dan Warna -----	166
Penghilangan Bahan Mineral Terlarut -----	167
▪ Alkalinitas -----	167
▪ Kesadahan Air -----	167
▪ Pengendapan -----	167
▪ Proses Pertukaran Ion -----	168
▪ Penghilangan Besi dan Mangan -----	168
▪ Reaksi Redoks Untuk Menghilangkan Unsur Besi -----	169
▪ Reaksi Redoks Untuk Menghilangkan Unsur Mangan -----	169
▪ Penghilangan Gas Terlarut Dalam Air -----	169
▪ Proses Pengendapan -----	171
▪ Proses Pertukaran Kation Natrium -----	171
▪ Proses Regenerasi -----	173
▪ Proses Soda-Kapur -----	173
Pemurnian dan Pelunakan Air Limbah -----	174
Prinsip Dasar Disain Alat Penukar Ion Air Limbah -----	174



Pertanyaan -----	176
Daftar Pustaka -----	178

## **BAB VIII : INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR ----- 179**

Pengantar -----	179
Sumber Air -----	180
Jenis Sumber Pencemar Air -----	181
Indikator Pencemaran -----	181
Manfaat Air -----	182
Manfaat Air Untuk Kawasan Industri-----	183
Tiada Kamar untuk Limbah -----	183
Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri -----	185
Sumber Pencemar Dalam Limbah Cair -----	185
Sumber Limbah Cair Dari Jenis Industri -----	186
Sifat-Sifat Limbah Cair -----	187
▪ Parameter <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD) -----	187
▪ Parameter <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) -----	190
▪ Parameter <i>Total Organic Carbon</i> (TOC) -----	190
▪ Parameter Pengolahan Limbah Cair -----	192
▪ Parameter Bioreaktor -----	193
▪ Parameter Bakteri -----	193
▪ Parameter Udara -----	193
Urutan Perlakuan Limbah Cair -----	194
<b>Pra-Perlakuan -----</b>	<b>195</b>
▪ Proses Fisika' -----	195
▪ Penyaringan-----	195
▪ Tangki Flotasi -----	197
▪ Jenis Metode Flotasi-----	198
- Flotasi Gravitasi -----	198
- Flotasi <i>Vacuum</i> -----	198
- Flotasi Elektro -----	198
- Flotasi Udara -----	199
▪ Proses Ekualisasi -----	199
- Pengendalian Kondisi Optimum Ekualisasi -----	199
- Tujuan Ekualisasi-----	199
- Aerasi Proses Ekualisasi -----	200
- Sedimentasi-----	201

- Proses Netralisasi -----	202
<b>Perlakuan Primer -----</b>	<b>204</b>
▪ Tujuan Perlakuan Primer -----	204
▪ Pompa <i>Archimedes</i> -----	204
▪ Tahap Perlakuan Primer -----	205
- Penyaringan -----	205
- Klarifikasi -----	205
- Sedimentasi -----	205
- Presipitasi -----	205
- Koagulasi -----	205
- Flokulasi -----	205
▪ Manfaat Perlakuan Primer -----	206
▪ Proses Fisika -----	206
▪ Proses Sedimentasi -----	206
▪ Bahan Koagulan -----	207
▪ Ozon Sebagai Bahan Penolong Koagulan -----	211
▪ Filtrasi -----	211
▪ Tujuan Filtrasi -----	211
▪ Adsorpsi -----	212
▪ Dialisis -----	214
▪ Perpindahan Oksigen dan Pencampuran -----	215
▪ Sistem Udara Dengan Air Suling Tanpa Mikroba -----	215
▪ Sistem Udara Dengan Limbah Cair dan Mikroba -----	216
<b>Perlakuan Sekunder -----</b>	<b>217</b>
Tujuan Perlakuan Sekunder -----	217
Proses Biologi Limbah Cair -----	217
▪ Perlakuan Aerobik Limbah Cair -----	218
▪ Penghilangan Nutrien Nitrogen dan Fosfor -----	219
▪ Penghilangan Ammonia -----	220
▪ Biodegradasi Nitrat -----	221
▪ Penghilangan Unsur Fosfor -----	222
▪ Pengambilan Unsur Fosfor Oleh Mikroba -----	222
▪ Proses Lumpur Aktif -----	223
▪ Biodegradasi Senyawa Organik -----	224
▪ Reaksi Kimia Aerobik -----	225
▪ Pengendalian Proses Aerobik -----	226
-Pengendalian nilai pH -----	226

-Pengendalian nutrien -----	226
-Pengendalian oksigen terlarut -----	227
-Pengendalian unsur karbon -----	227
▪ Studi Kasus Penghilangan <i>Fenol</i> -----	228
Reduksi Limbah Cair <i>Fenol</i> -----	229
Sifat Bahaya Senyawa <i>Fenol</i> -----	231
Proses Anaerobik -----	231
▪ Tahap pertama -----	231
▪ Tahap kedua -----	232
▪ Tahap ketiga -----	232
Fotosintesis -----	235
Manfaat Proses Anaerobik -----	235
<i>Trickling Filter</i> -----	237
▪ Pemasok Udara Pada <i>Trickling Filter</i> -----	238
▪ Distributor Limbah Cair Diatas <i>Trickling Filter</i> -----	238
Kontak Biologi Putar -----	240
Klarifikasi Sekunder -----	241
<b>Perlakuan Tertiair</b> -----	241
Filtrasi Dengan Media Granular -----	241
Adsorpsi Dengan Karbon Aktif -----	242
Perlakuan Kimia -----	242
Penghilangan Senyawa Ammonia -----	243
Kerugian Metode <i>Break Point Chlorination</i> -----	244
Ozonisasi -----	244
Metode Transfer Ozon Ke Air dan Limbah Cair -----	246
Manfaat Ozonisasi -----	247
Penghilangan Bakteri Dan Virus Dengan Ozonisasi -----	248
▪ Pengaruh Nilai pH -----	248
▪ Pengaruh Suhu -----	248
▪ Pengaruh Senyawa Organik -----	248
▪ Pengaruh Padatan Terlarut -----	248
▪ Residu Ozon -----	248
Penghilangan Senyawa Organik -----	248
Peranan Ozonisasi -----	249
Peranan Ozonisasi Sebelum Air Disimpan -----	249
Ozonisasi dan Klarifikasi -----	249
Ozonisasi Dan Filtrasi Dengan Karbon Aktif Granular -----	249

Studi Kasus Penerapan Ozon Limbah Cair -----	250
Studi Kasus Penerapan Ozon Dalam Limbah Cair Tekstil -----	250
Studi Kasus Penerapan Ozon Dalam Limbah Cair Minyak Bumi --	250
Studi Kasus Penghilangan Senyawa Fenol Dalam Limbah Cair Minyak Bumi -----	250
Studi Kasus Penggunaan Ozon Dalam Air Kolam Renang -----	251
Penyaringan Bahan Baku Air Minum Dengan Multi Media -----	253
▪ Pasir Kuarsa -----	254
▪ Karbon Aktif -----	254
▪ Zeolit -----	256
▪ Manfaat Zeolit -----	256
▪ Analisis Air -----	257
▪ Program Linier -----	257
▪ Fungsi Tujuan -----	257
▪ Fungsi Kendala -----	258
▪ Penghilangan Silika -----	263
▪ Deaerasi -----	264
▪ Resin Penukar Ion Dalam pemurnian Air -----	267
▪ Resin Penukar Ion -----	268
▪ Jenis-Jenis Resin -----	268
▪ Regenasi Resin -----	269
▪ Demineralisasi Penukar Ion -----	270
▪ Penukar Kation Dengan Resin -----	272
<b>Rangkuman -----</b>	<b>272</b>
Rangkuman IPAL Dengan Nilai BOD Lebih Dari 4000 mg/L -----	272
▪ Pra-Perlakuan -----	272
▪ Perlakuan Primer -----	277
▪ Perlakuan Sekunder -----	277
▪ Perlakuan Tertiir -----	279
Pertanyaan -----	281
Daftar Pustaka -----	284

## **BAB IX : LIMBAH PADAT ----- 285**

Pengantar -----	285
Tujuan -----	285
Pemisahan dan Penanganan Limbah Padat , Penyimpanan dan Prosesing -----	286

---

Pengumpulan Limbah Padat Dari Rumah Ke Rumah	
Dengan Truk -----	287
Pemisahan Dan Prosesing Serta Trnasportasi Limbah Padat-----	288
Transfer dan Transpor Limbah Padat ke Unit Proses Limbah -----	288
Limbah Padat Dibuang Ke Tempat Pembuangan Sampah Akhir ----	288
Dampak Pemanfaatan Teknologi Modern -----	291
Sumber dan Pengumpulan Limbah Padat -----	293
Pengumpulan ,Prosesing dan Transportasi Limbah Padat-----	300
Pengumpulan Limbah Padat -----	301
Pemisahan dan Prosesing Limbah Padat -----	302
Sarana Pemisahan Limbah Padaat Dari Sumber -----	303
Tujuan <i>Screening</i> -----	306
Limbah Padat Hasil <i>Screening</i> -----	306
Pengkoposan Limbah Padat -----	307
Pengendalian Proses Pengkoposan -----	307
Kondisi Lingkungan Pengkoposan -----	307
Proses Pengkoposan -----	309
Kendala Proses Pengkoposan -----	309
Proses Anaerobik Limbah Padat -----	310
Metode Proses Anaerobik dan Aerobik -----	310
Proses Panas Limbah Padat -----	310
- Tujuan proses panas -----	310
- Perlakuan proses panas -----	311
- Pembakaran stoikhiometrik -----	311
- Gasifikasi-----	311
- Pirolisis -----	311
Karakterisasi Limbah Padat - -----	312
Kriteria Rancang Bangun Alat Insinerator -----	313
Pemilihan dan Pemisahan Limbah Padat Untuk Diinsinerasi-----	313
Jenis Alat Insinerasi -----	313
Keuntungan Alat Insinerator Sistem Inyeksi Cairan -----	314
Kerugian Alat Insinerator Sistem Inyeksi Cairan -----	315
Alat Insinerator Tungku Putar ( <i>Rotary Kiln</i> ) -----	315
Keuntungan Alat Insinerator Tungku Putar -----	316
Kerugian Alat Insinerator Tungku Putar -----	316
Kondisi Stoikhiometri -----	316
Pirolisis -----	318
Keuntungan Pirolisis -----	318

Kerugian Pirolisis -----	319
<i>Landfill</i> -----	319
Sistem <i>Landfill</i> Tradisional -----	322
Sistem <i>Landfill</i> Modern -----	323
Limbah Padat Menurut B <sub>3</sub> dan Non-B <sub>3</sub> -----	323
Manajemen Teknologi Limbah Padat Terintegrasi -----	324
Tujuan Manajemen Teknologi Limbah Padat B <sub>3</sub> -----	324
Strategi Manajemen Teknologi Limbah Padat B <sub>3</sub> -----	324
Upaya Manajemen Teknologi Limbah Padat -----	325
Pemadatan dan Stabilisasi Limbah di Luar -----	325
Bahaya Kebakaran -----	326
Panas Pembakaran dan Perpindahan Panas -----	328
Pembakaran Bahan Bakar Padat dan Limbah B <sub>3</sub> -----	329
Pembakaran Karbon Dari Batu Bara -----	330
Pembakaran Senyawa Hidrokarbon -----	330
Perlengkapan <i>Personal Protective Equipment</i> -----	333
Pertanyaan -----	335
Daftar Pustaka -----	338

## **BAB X: LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN - 339**

Pendahuluan -----	339
Sasaran Manajemen Teknologi Limbah B <sub>3</sub> -----	341
Tujuan Manajemen Teknologi Limbah B <sub>3</sub> -----	341
Produk Bahan Baku Industri Kimia -----	342
Aspek Ekologi -----	342
Aspek Hukum -----	342
Batasan Limbah dan Limbah B <sub>3</sub> -----	343
Sumber Limbah B <sub>3</sub> -----	343
Limbah B <sub>3</sub> Dari Industri -----	344
▪ Industri batere-----	344
▪ Industri kimia -----	345
▪ Industri elektronik-----	345
▪ Industri percetakan -----	346
▪ Industri elektroplating -----	346
▪ Industri tekstil-----	346
▪ Industri farmasi -----	346
▪ Industri cat-----	346
▪ Industri plastik-----	346



---

▪ Industri kulit -----	346
Limbah B <sub>3</sub> Dari Medis dan Limbah Infeksius -----	347
Limbah B <sub>3</sub> Dari Rumah Tangga -----	347
Limbah B <sub>3</sub> Dari Garasi Mobil -----	347
Limbah B <sub>3</sub> Dari Kebun -----	347
Wujud Limbah B <sub>3</sub> -----	347
Landasan Hukum -----	348
Sifat Limbah B <sub>3</sub> -----	350
Penggolongan B <sub>3</sub> -----	351
Prioritas Mengelola Limbah B <sub>3</sub> -----	351
Klasifikasi Limbah B <sub>3</sub> -----	352
▪ Reduksi -----	353
▪ Daur ulang -----	353
▪ Pemisahan -----	354
▪ Pertukaran -----	354
▪ Pembuangan limbah -----	354
Manajemen Ramah Lingkungan Untuk Limbah B <sub>3</sub> -----	354
Batasan-batasan -----	355
Senyawa B <sub>3</sub> dan Limbah Industri B <sub>3</sub> -----	357
Limbah B <sub>3</sub> Dari Rumah Tangga -----	358
Tata Cara Inventarisasi -----	360
Penanggung Jawab Labeling -----	360
Jenis Pengemas dan Label -----	360
Tujuan Pemberian Label -----	361
Jenis Label -----	361
<i>Material Safety Data Sheet</i> -----	361
Tujuan pemberian label -----	362
Senyawa B <sub>3</sub> Mudah Terbakar dan Meledak -----	362
Senyawa B <sub>3</sub> Sangat Reaktif -----	363
Bahaya Kesehatan Senyawa B <sub>3</sub> -----	363
Prosedur Penanganan Keselamatan Senyawa B <sub>3</sub> -----	363
Manajemen Teknologi Limbah B <sub>3</sub> -----	363
Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Asam Sulfat -----	365
Perlakuan Kimia Terhadap Limbah B <sub>3</sub> -----	366
Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Elektroplating -----	366
Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Logam Berat Timbal dan Perak -----	367
Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Cair Rumah Sakit -----	367
Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Logam Berat Pb -----	368

Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Proses Film -----	367
Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Pencucian Pakaian <i>Dry Cleaning</i> -----	368
Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Cair Perbengkelan ----	368
Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Cair dari Parik Tekstil -----	368
Proses Elektroflok-----	370
Studi Kasus Manajemen Teknologi Reduksi Limbah Cair Bengkel dan Pemeliharaan Kendaraan -----	372
Studi Kasus Manajemen Teknologi Limbah Radioaktif-----	373
Bencana Buatan Manusia ( <i>Man Made Disaster</i> ) -----	374
▪ Limbah Nuklir-----	375
Upaya-Upaya Penanggulangan Limbah B <sub>3</sub> dan Limbah Non-B <sub>3</sub> Bencana Buatan Manusia-----	374
Studi Kasus Manajemen Teknologi dan Prosedur Memadamkan Kebakaran B <sub>3</sub> dan Limbah B <sub>3</sub> -----	376
▪ B <sub>3</sub> dan Limbah B <sub>3</sub> Cair Tidak Larut Dalam Air -----	376
▪ B <sub>3</sub> Dan Limbah B <sub>3</sub> Larut Dalam Air -----	377
▪ B <sub>3</sub> Dan Limbah B <sub>3</sub> Cair Mudah Terbakar, Dapat Terbakar, dan Tidak Dapat Dibakar-----	377
▪ B <sub>3</sub> Dan Limbah B <sub>3</sub> Cair Mudah Terbakar Lebih Berat Dari Air -----	377
▪ Bahan Kimia Eter -----	378
▪ Bahan Kimia Piroforik -----	378
▪ Bahan Kimia Gas Asetilin -----	378
▪ Ammoniak -----	378
▪ Toksik Akrolein Dari Hasil Pembakaran-----	379
▪ Gas KarbonDioksida -----	379
▪ Gas Karbonmonooksida-----	379
▪ Gas Nitrogen oksida -----	380
▪ Gas Fosgen-----	380
▪ Gas Hidrogensulfida-----	380
▪ Blasting Gelatin -----	380
Insinerator Untuk Limbah Toksik dan Limbah B <sub>3</sub> -----	381
▪ Kriteria insinerator -----	381
▪ Jenis Alat Insinerator -----	381
▪ Kinerja Insinerator Untuk Limbah B <sub>3</sub> -----	381
▪ Konsep Insinerator -----	381
▪ Pertimbangan Disain Insinerator -----	382

▪ Sifat Limbah B <sub>3</sub> -----	382
▪ Karakteristik Fisika Limbah B <sub>3</sub> -----	382
▪ Karakteristik Kimia Limbah B <sub>3</sub> -----	383
▪ Keuntungan dan Kerugian Insinerator Sistem Inyeksi Cairan -----	383
Tata Cara Penyimpanan dan Persyaratan Teknis Penyimpanan Dan Pengumpulan Limbah B <sub>3</sub> -----	383
▪ Bahaya Fisik -----	384
▪ Bahaya B <sub>3</sub> Terhadap Kesehatan Manusia -----	384
▪ Peraturan Pemerintah No 18/1999 -----	385
▪ Pengelolaan Limbah B <sub>3</sub> -----	387
Gambar Remediasi, Reduksi, <i>Recycling</i> -----	388
Bioremediasi Limbah B <sub>3</sub> -----	398
Simbol Senyawa Kimia -----	399
Pertanyaan -----	404
Daftar Pustaka -----	408

## **BAB XI: TEROR B<sub>3</sub> DAN LIMBAH B<sub>3</sub> -----**

Pengantar -----	409
Tujuan Teror B <sub>3</sub> -----	412
Jenis Dan Asal Sumber B <sub>3</sub> -----	412
▪ Asal Sumber Limbah B <sub>3</sub> -----	413
Limbah B <sub>3</sub> Perusak Lingkungan -----	413
Limbah B <sub>3</sub> Ancaman Kesehatan Manusia -----	413
Spesies Patologik -----	414
Limbah Cair Senyawa Organik` -----	414
Limbah Padat dan Lumpur Aktif -----	414
Limbah B <sub>3</sub> dan Biaya Ekonomi` -----	415
Skandal Import Limbah B <sub>3</sub> -----	415
Hirarki Manajemen Limbah B <sub>3</sub> -----	416
Reduksi Sumber dan Limbah B <sub>3</sub> -----	417
Kriteria Seleksi Limbah B <sub>3</sub> -----	417
Tujuan Reduksi Sumber dan Limbah B <sub>3</sub> -----	417
Keuntungan Reduksi Sumber B <sub>3</sub> -----	418
Kendala dan Kerugian Reduksi Sumber B <sub>3</sub> -----	418
Studi Kasus Reduksi Limbah B <sub>3</sub> -----	419
Studi Kasus Lahan Terkontaminasi oleh Limbah B <sub>3</sub> -----	419
▪ Daur Ulang Limbah -----	420

▪	Pertukaran Limbah B <sub>3</sub> -----	420
▪	Daur Ulang Limbah Minyak Bumi -----	420
▪	Daur Ulang Pemurnian Limbah Pelarut -----	421
▪	Daur Ulang Limbah Merkuri dan Timbal (Pb) -----	421
▪	Daur Ulang Logam Larut Dalam Limbah Cair -----	421
▪	Daur Ulang Limbah Cair Dari Proses Fotografik -----	422
▪	Daur Ulang Pemurnian Limbah Asam -----	422
	Teknologi Destruksi Termal Limbah B <sub>3</sub> -----	422
	Teknologi Stabilisasi -----	423
▪	Fungsi stabilisasi limbah -----	423
	Perlakuan Limbah B <sub>3</sub> -----	423
▪	Fungsi perlakuan -----	423
▪	Jenis limbah -----	423
▪	Keuntungan -----	424
▪	Kerugian -----	424
	Insinerator -----	424
▪	Fungsi insinerator -----	424
▪	Keuntungan -----	424
▪	Kerugian -----	425
	Prediksi Perlakuan, Penyimpanan, dan Tempat Pembuangan Akhir Masa Depan -----	425
▪	Tujuan prediksi -----	425
▪	Alternatif Diagram Alir -----	426
▪	Kebutuhan Transfer dan Fasilitas Penyimpanan -----	427
▪	Faktor-Faktor Ekonomi Fasilitas Penyimpanan Limbah -----	427
	Kriteria Keselamatan Umum Lokasi Perlakuan, Penyimpanan, dan Tempat Pembuangan Akhir -----	427
▪	Jauh Dari Pemukiman Penduduk -----	428
▪	Prediksi Jarak tempuh -----	428
▪	Kondisi Lahan -----	428
▪	Pencegahan Kersuakan Lingkungan -----	428
	Pertanyaan -----	428
	Daftar Pustaka -----	430
<b>BAB XII : PERTANYAAN SOAL PILIHAN GANDA -----</b>		<b>431</b>
<b>BAB XIII : SOAL ESSAY -----</b>		<b>481</b>
<b>BAB XIV : DAFTAR ISTILAH (<i>Glossary</i>) -----</b>		<b>503</b>

## Daftar Tabel

Tabel 5 – 1 :	Matrik Pengkajian Risiko -----	134
Tabel 5 – 2 :	Risiko Berbasis Perencanaan Pengendalian -----	135
Tabel 6 – 1 :	Contoh Analisis SWOT -----	146
Tabel 7 – 1 :	Klasifikasi Air Berdasarkan Kesadahan -----	175
Tabel 8 – 1 :	Contoh Nilai BOD pada Berbagai Jenis Limbah ----	188
Tabel 9– 1 :	Pengaruh Substitusi Khlorin Dalam Gas Metan Terhadap Tingkat Nyala -----	333

## Daftar Gambar

Gambar 1 – 1 :	Sistem Rantai Pangan untuk Semua -----	3
Gambar 1 – 2 :	Harmonisasi <i>Eco- Design</i> , Ekonomi dan Ekologi Dalam Eco-Teknologi Menuju Pembangunan Berkelanjutan -----	4
Gambar 1 – 3 :	Konsep Eco-Teknologi -----	7
Gambar 1 – 4 :	Pemanfaatan Energi Surya dengan Reaksi Kimia dalam Eco-Teknologi -----	8
Gambar 1 – 5 :	Interaksi Produktivitas dan Iklim Kerja yang Kondusif Menuju Produk Kompetitif -----	10
Gambar 1 – 6 :	Interaksi SDA, SDM, IPTEK dalam Industrialisasi -----	11
Gambar 1 – 7 :	Aliran Bahan Baku dan Timbulnya Limbah -----	16
Gambar 1 – 8 :	Unsur-Unsur Fungsional dalam Sistem Manajemen Limbah -----	18
Gambar 1 – 9 :	Pola Pikir Revitalisasi Manajemen dan Manajemen Teknologi Limbah Industri -----	21
Gambar 1 – 10:	Interaksi antara Ilmu Teknik/Teknologi dengan Ilmu Manajemen -----	24
Gambar 1 – 11:	Beberapa Lapisan Permukaan Bumi -----	26
Gambar 1 – 12:	Remediasi Lahan Terkontaminasi Limbah Hidrokarbon -----	28
Gambar 1 – 13:	Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun -----	29
Gambar 1 – 14:	Produk Pembakaran Melalui Berbagai Jalan,yaitu Rumah Kaca, Hujan Asam , dan Asap -----	30

---

Gambar 1 – 15: Emisi Lokal pada Industri Proses -----	31
Gambar 1 – 16: Emisi Global dari Industri Proses dan Pembangkit Listrik -----	32
Gambar 1 – 17: Transportasi Air yang Mengandung Kontaminan Melalui Media Porous -----	35
Gambar 1 – 18: Konversi Data Menjadi Pengetahuan Untuk Kesimpulan Dan Saran -----	36
Gambar 1 – 19: Panelis Ahli Untuk Uji Air Tawar Dari Sumur-----	37
Gambar 1 – 20: Model Transportasi Limbah Senyawa Organik dan Anorganik -----	38
Gambar 1 – 21: Sistem Penghilangan Gas NO <sub>x</sub> dari Hasil Pembakaran Bahan Bakar Fossil Mesin Diesel ----	40
Gambar 1 – 22: Pola Pikir Merawat Planit Bumi Bebas Limbah dan Bencana Buatan Manusia ( <i>Man Made Disaster</i> )-----	41
Gambar 1 – 23: Energi Angin Pengganti Bahan Bakar Fossil Untuk Pompa Air Irigasi Dimusim Kemarau -----	42
Gambar 2 – 1 : Prosedur Pelaksanaan AMDAL -----	60
Gambar 3 – 1 : Tujuan Audit Lingkungan -----	84
Gambar 3 – 2 : Akreditasi dan Implementasi ISO 14000 -----	88
Gambar 4 – 1 : Konversi Sumber Daya Alam Dengan Teknologi Dan Sumber Daya Manusia Menjadi Produk Barang -----	97
Gambar 4 – 2 : Bahan Pencemar Udara Primer Dan Sekunder Di Atmosfir -----	110
Gambar 4 – 3 : Dampak Negatif Pencemaran Air Minum-----	114
Gambar 5 – 1 : Dampak Emisi Dari Pembakaran Minyak Bumi dan Gas Alam Terhadap Kualitas Udara -----	124
Gambar 5 – 2 : Pembakaran Bahan Bakar Fossil Mengandung Pencemar Senyawa Sulfur -----	129
Gambar 5 – 3 : Menara Penyerap Cara Basah Dilengkapi Dengan <i>Nozzle</i> Untuk Cairan-----	131
Gambar 6 – 1 : Status Pengembangan Transfer Teknologi -----	139
Gambar 6 – 2 : Interaksi Bahan Baku, Teknologi Rendah Limbah ( <i>Low Waste Technology</i> ) dan Produksi Bersih -----	142
Gambar 6 – 3 : Interaksi Antara Lembaga Penelitian, Pendidikan Tinggi, dan Dunia Industri -----	145
Gambar 6 – 4 : Analisis SWOT dari Tahap Survival Ke	



	Pertumbuhan -----	147
Gambar 7 – 1 :	Bak Flokulasi Bentuk Panjang -----	161
Gambar 7 – 2 :	Bak Flokulasi-----	162
Gambar 7 – 3 :	Bak Saringan -----	162
Gambar 7 – 4 :	Metode Penukar Ion Dengan Multi Media -----	175
Gambar 8 – 1 :	Pengendalian Limbah Pada Siklus Hidup -----	182
Gambar 8 – 2 :	Dampak Negatif Keasaman Terhadap Lingkungan	184
Gambar 8 – 3 :	Konsep Tiada Kamar Untuk Limbah-----	184
Gambar 8 – 4 :	Dampak Negatif Eutropikasi Terhadap Dampak Lingkungan-----	185
Gambar 8 – 5 :	Dampak Negatif Sumber Pencemar Ozon Terhadap Lingkungan -----	186
Gambar 8 – 6 :	Metode Penetapan Nilai BOD Dalam Limbah Cair -----	189
Gambar 8 – 7 :	Botol Kedap Udara Kapasitas 300 mL Berisi Cuplikan Limbah Cair Diinkubasi Pada Suhu 20°C Selama 5 Hari -----	189
Gambar 8 – 8 :	Parameter Pengolahan Limbah Cair-----	192
Gambar 8 – 9 :	Flotasi Udara Terlarut Dalam Limbah Cair -----	198
Gambar 8 – 10:	Proses Ekualisasi -----	201
Gambar 8 – 11:	Klarifikasi atau Dekantasi Primer Limbah Cair ----	202
Gambar 8 – 12:	Bak Netralisasi Dilengkapi Dengan Tangki Asam dan Basa,Pengaduk,dan Aliran Gas CO <sub>2</sub> ----	204
Gambar 8 – 13:	Flokulasi dan Koagulasi Dalam Limbah Cair-----	206
Gambar 8 – 14:	Rumus Anionik,Non-Inonik dan Kationik Sebagai Bahan Koagulan-----	210
Gambar 8 – 15:	Mekanisme Adsorpsi Karbon Aktif Terhadap Pencemar Dalam Limbah Cair -----	212
Gambar 8 – 16:	Partikel Karbon Aktif Dalam Limbah Cair-----	213
Gambar 8 – 17:	Adsorber Aliran Kontinyu -----	214
Gambar 8 – 18:	Penetapan Nilai K <sub>1</sub> a Dalam Air Suling Tanpa Mikroba-----	216
Gambar 8 – 19:	Penetapan Nilai K <sub>1</sub> a Dalam Limbah Cair Berisi Mikroba-----	216
Gambar 8 – 20:	Transformasi Nilai BOD -----	219
Gambar 8 – 21:	Penghilangan Unsur Fosfor Dalam Limbah Cair----	222
Gambar 8 – 22:	Proses penghilangan Fosfor-----	222
Gambar 8 – 23:	Pemisahan Lumpur Padat dan Cair-----	223
Gambar 8 – 24:	Bioreaktor Campuran Lengkap-----	224

Gambar 8-25: Tata Letak Kolam Bentuk Bulat dan Saringan Pasir-----	226
Gambar 8-26: Tata Letak Kolam Bentuk Empat Persegi Panjang dan Saringan Pasir-----	227
Gambar 8-27: Produksi Enceng Gondok di Danau-Danau Untuk Menangkal Fenol-----	230
Gambar 8-28: Reduksi Senyawa Fenol Dalam Limbah Cair Dengan <i>Candida utilis</i> -----	230
Gambar 8-29: Proses An-aerobik Berbagai Limbah Lumpur-----	233
Gambar 8-30: Mekanisme Pembentukan Gas Metana dari Limbah Organik-----	233
Gambar 8-31: Siklus Bakteri dan Algae Dalam Limbah Cair-----	235
Gambar 8-32: Bak An-aerobik Kontinyu Untuk Nilai BOD Tinggi Lebih Dari 4000 mg/L-----	236
Gambar 8-33: Diagram Pemasakan Pada Laju Alir Lumpur Tinggi Untuk Produkksi Gas Bio-----	237
Gambar 8-34: Potongan Konfigurasi <i>Trickling Filter</i> Satu Tahap dengan Klarifikasi-----	239
Gambar 8-35: Tampak Atas Diagram Alir <i>Trickling Filter</i> -----	239
Gambar 8-36: <i>Trickling Filter</i> Dengan Klarifikasi Primer dan Sekunder Serta Resirkulasi-----	240
Gambar 8-37: Unit Kontak Biologi Putar-----	240
Gambar 8-38: Bak Klarifikasi Sekunder-----	241
Gambar 8-39: Tata Letak Sistem Filtrasi Media Granular Untuk Limbah Cair-----	243
Gambar 8-40: Proses Ozonisasi Residu Pestisida Dalam Limbah Cair-----	245
Gambar 8-41: Penerapan Ozon Pada Daur Ulang Air Kolam Renang-----	251
Gambar 8-42: Metode Penghilangan Logam Ca, Mg, Fe, Mn, Dalam Air Dengan Filtrasi Multi Media-----	253
Gambar 8-43: Arang Dengan Berbagai Macam Kontaminan Dipermukaan Arang-----	254
Gambar 8-44: Proses Pembuatan Karbon Aktif-----	255
Gambar 8-45: Penghilangan Senyawa Koloid dan Lendir Dalam Air Sumur Tradisional Dengan Pasir Kuarsa-----	259
Gambar 8-46: Penghilangan Zat Warna dan Bau Tak Sedap Senyawa Koloid dan Lendir Dalam Air Sumur	

	Tradisional Dengan Karbon Aktif-----	260
Gambar 8-47:	Penghilangan Logam Berat Dalam Air Sumur Tradisional Dengan Zeolit -----	261
Gambar 8-48:	Kolom Berisi Resin Kation Asam Kuat -SO <sub>3</sub> H Untuk Memindahkan Semua Kation Dalam Olahan Limbah -----	262
Gambar 8-49:	Kolom Berisi Resin Kation Asam Lemah RCOOH Untuk Memindahkan Sebagian Kation Dalam Olahan Limbah Cair -----	263
Gambar 8-50:	Kolom Berisi Resin Anion Untuk Memindahkan Semua Anion Dalam Olahan Limbah Cair-----	265
Gambar 8-51:	Penghilangan Bau Tak Sedap, Senyawa Koloid, Zat Warna dan Logam Berat Dalam Olahan Limbah Cair -----	266
Gambar 8-52:	Penghilangan Bau Tak sedap, Senyawa Koloid, Zat Warna dan Logam Berat Dalam Air Sumur Tradisional-----	267
Gambar 8-53:	Alat penukar Ion Dengan Resin R-Na Dalam Air Sadah -----	270
Gambar 8-54:	Proses Demineralisasi Dengan Dua Kolom Berisi Kation Asam Kuat dan Basa Kuat -----	271
Gambar 8-55:	Demineralisasi Resin Campuran -----	271
Gambar 8-56:	Saringan Bar-----	272
Gambar 8-57:	Pemisahan Minyak , Pelumas dan Lemak Dalam Limbah Cair Dengan Metode Flotasi-----	275
Gambar 8-58:	Instansi Pengolahan Limbah Cair Aerobik Dengan Nilai BOD Kurang Dari 4000 mg/L-----	276
Gambar 9-1 :	Timbulnya Limbah Padat -----	286
Gambar 9-2 :	Penggolongan Limbah Padat Untuk Diproses Lebih Lanjut -----	286
Gambar 9-3 :	Pengumpulan Limbah Padat -----	287
Gambar 9-4 :	Pemisahan Dan Prosesing Limbah Padat Menurut Jenis Limbah Padat -----	288
Gambar 9-5 :	Transfer Dan Transport Limbah Padat Ke Unit Proses Limbah Padat Organik Untuk Listrik dan Kompos dan Limbah Padat An - organik Untuk Didaur Ulang -----	288
Gambar 9-6 :	Limbah Padat Untuk Dikubur ( <i>Landfill System</i> ) ---	289
Gambar 9-7 :	Manajemen Teknologi Limbah Industri Terpadu --	293

---

Gambar 9 – 8 :	Diagram Alir Neraca Bahan Untuk Menentukan Sumber Limbah Padat-----	295
Gambar 9 – 9 :	Kontainer Penyimpan Limbah Padat Untuk Dimasukkan Kedalam Truk Pengangkut Limbah Padat -----	301
Gambar 9 – 10:	Aliran Limbah Padat Untuk Didaur Ulang-----	302
Gambar 9 – 11:	Saringan ( <i>Screening</i> ) Limbah Padat Ukuran Besar Menjadi Ukuran Kecil -----	305
Gambar 9 – 12:	Jenis <i>Screening</i> Untuk Limbah Padat -----	305
Gambar 9 – 13:	Pemisahan Produk Non - Logam dan Logam Dengan Menggunakan Magnit-----	306
Gambar 9 – 14:	Diagram Alir Limbah Padat Untuk Kompos dan Energi Biomassa -----	308
Gambar 9 – 15:	Alat Insinerasi Sistem Inyeksi Cairan-----	315
Gambar 9 – 16:	Alat Insinerator Tungku Putar-----	315
Gambar 9 – 17:	Neraca Energi Untuk Ruang Pembakar-----	317
Gambar 9 – 18:	Neraca Entalpi Untuk Proses Pembakaran -----	317
Gambar 9 – 19:	Skema Pirolisis Limbah Dengan Hasil Gas -----	318
Gambar 9 – 20:	Sistem <i>Landfill</i> Untuk Limbah Padat Non-B-3 ----	320
Gambar 9 – 21:	Pembakaran Senyawa Hidrokarbon Gas Alam -----	331
Gambar 9 – 22:	Interaksi antara Oksigen,Bahan Bakar, dan Titik Bakar -----	332
Gambar 9 – 23:	Kebakaran Tetrahedron -----	332
Gambar 9 – 24:	Karyawan Pabrik Berpakaian Kerja Lengkap Dengan <i>Personal Protective Equipment</i> -----	334
Gambar 10 – 1:	Sumber Limbah dan Metode Pengolahan Limbah-----	340
Gambar 10 – 2:	Interaksi Antar Sektor Pembangunan Nasional ----	351
Gambar 10 – 3:	Kebijakan Manajemen Limbah B-3 -----	353
Gambar 10 – 4:	Pemberian Labeling Pada Pengemas dan Kontainer -----	361
Gambar 10 – 5:	Buku MSDS-----	362
Gambar 10– 6:	Pertemuan Membahas Penggunaan Senyawa B-3 Secara Aman dan selamat-----	364
Gambar 10 –7:	Pemanfaatan Limbah Asam Sulfat -----	366
Gambar 10 –8:	Bak Netralisasi Dua Tahap -----	371
Gambar 10– 9:	Prototipe <i>Pilot Plant</i> Proses Elektroflok Terhadap Limbah Cair -----	372
Gambar 10 –10:	Bencana Alam Gunung Berapi	

	( <i>Natural Disaster</i> )-----	375
Gambar 10 –11:	Sampah Nuklir Adalah Radioaktif Untuk Beribu-Ribu Tahun -----	376
Gambar 10– 12:	Limbah Produk Toksik Tidak Boleh Dicampur Dengan sampah Rumah Tangga -----	388
Gambar 10 –13:	Limbah Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Pupuk Kompos dan Digunakan Pupuk Bunga -----	389
Gambar 10 –14:	Truk Pengangkut Limbah Untuk Dikirim Ke Pabrik Pengolah Limbah -----	390
Gambar 10– 15:	Identifikasi dan Pemilihan Limbah Senyawa Organik dan Anorganik Secara Manual di Pabrik Pengolah Limbah -----	391
Gambar 10 –16:	Penulis Mengunjungi Proses Daur Ulang Limbah B-3 Di Daerah California Selatan antara Perbatasan USA dengan Mexico -----	392
Gambar 10 –17:	Distilasi Batch Untuk Memurnikan Sisa Pelarut Sehingga Diperoleh Produk Baru Sebagai Bahan Baku Kimia Industri Lain -----	393
Gambar 10– 18:	Remediasi Lahan -----	394
Gambar 10 –19:	Penulis Mengunjungi University of California - USA untuk Mengetahui Kesadaran Para Mahasiswa Tentang Kepedulian dan Dampak Limbah B-3 dan Non-B3 terhadap Lingkungan -----	395
Gambar 10 –20:	Penulis Mengunjungi University of San Francisco –USA Untuk Mengetahui Seberapa Jauh Kepedulian Universitas dan Mahasiswa Terhadap Lingkungan -----	396
Gambar 10– 21:	Penulis Mengunjungi University of California di Berkley –USA Bertemu dengan Para Professor Membahas tentang Kiat Merawat Bumi bebas Dari Limbah B-3 dan NonB-3.-----	397
Gambar 10 –22:	Persiapan pembukaan Lahan Untuk <i>Landfill</i> -----	398
Gambar 10 –23:	Simbol senyawa Organik Oksidaiser -----	399
Gambar 10– 24:	Senyawa Kimia Mengandung Racun -----	400
Gambar 10 –25:	Senyawa Kimia Gas Yang Amat Sangat Mudah Terbakar Dengan Simbol Merah Sewaktu Diangkut Dengan Kendaraan-----	400
Gambar 10 –26:	Simbol atau <i>Placard</i> Senyawa Kimia Infeksius Dari Rumah Sakit-----	401

Gambar 10– 27: Simbol Bahan Berbahaya dan Beracun -----	403
Gambar 10 –28: Gambar Simbol Bahan Kimia -----	404
Gambar 11 –1 : Struktur Kimia Dioxan -----	409
Gambar 11 –2 : Dioksin Dan Gas Beracun Dari Hasil Pembakaran Sampah Rumah Tangga dan Plastik -----	410
Gambar 11 –3 : Alternatif Diagram Alir Fasilitas Limbah -----	426



# BAB I

# PENDUDUK DAN DAMPAK LINGKUNGAN

---

---

## **Pendahuluan**

Sejak jaman kehidupan primitif manusia, maka sumber daya alam pada planet bumi sudah digunakan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia seperti kecukupan pangan, sandang, perumahan, kesehatan, dan pendidikan dan sebagai akibatnya timbul limbah. Pada awal kehidupan primitif, maka limbah yang dihasilkan tidak menimbulkan masalah karena jumlah penduduk masih sedikit dan luas lahan masih cukup besar. Masalah limbah timbul sesudah manusia membangun desa, pemukiman baru, dan dunia usaha sehingga limbah merupakan konsekuensi hidup manusia. Limbah sangat berkaitan erat dengan masalah kesehatan masyarakat. Limbah rumah tangga seperti limbah organik dan limbah an-organik dikota-kota besar di Indonesia menjadi masalah yang sulit untuk dipecahkan khususnya tempat pembuangan sampah akhir karena semakin sulitnya mencari lahan tempat pembuangan sampah rumah tangga. Isu limbah timbul tidak saja jumlah penduduk yang semakin besar tetapi juga penggunaan sumber daya alam (SDA) yang tidak rasional dan hal ini sangat berkaitan erat dengan tingkat dan kualitas pendidikan masyarakat. Sistem pendidikan yang baik, peserta didik berkualitas dan pengajar berkualitas akan mampu meningkatkan kualitas pendidikan masyarakat sehingga pada gilirannya sumber daya manusia (SDM) mampu mengelola sumber daya alam secara rasional tanpa merusak lingkungan.

Pengembangan sumber daya manusia merupakan kebutuhan yang sangat krusial tidak saja untuk membangun dan menguasai ketrampilan teknis dan kemampuan penguasaan teknologi tetapi yang lebih penting ialah menciptakan nilai-nilai baru untuk membantu perorangan dan bangsa Indonesia sehingga menghasilkan perubahan sosial-ekonomi dan lingkungan. Ketrampilan teknis SDM pada gilirannya akan menghasilkan kapabilitas sehingga SDM mempunyai kualitas kompetensi

tinggi. Jika dilihat pada era tahun 1950 maka jumlah penduduk di negara berkembang mencapai 1,7 milyar sedangkan pada era tahun 1991 jumlah penduduk di negara berkembang mencapai 4,16 milyar, dan pada era tahun 2000 jumlah penduduk negara berkembang mencapai 5 milyar [UNCED, 1992]. Jumlah penduduk dunia pada tahun 1991 mencapai 5,4 milyar dimana hampir sekitar 77% dari jumlah penduduk tinggal di negara berkembang dan sisanya 23% tinggal di negara maju. Pada era tahun 1960, pertumbuhan penduduk di dunia mencapai 2,10% per tahun yang menurun menjadi 1,70% per tahun sampai saat ini. Jika dihitung dengan pertumbuhan penduduk 1,70% per tahun maka pada tahun 2000 diperoleh jumlah penduduk dunia mencapai 6,3 milyar dan diproyeksikan pada tahun 2025 mencapai 8,5 milyar. Lebih dari 90% kenaikan jumlah penduduk terjadi di negara berkembang.

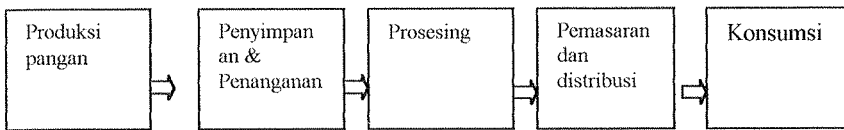
### **Jumlah Penduduk dan Kecukupan Pangan**

Dewasa ini tahun 2004, jumlah penduduk Indonesia sudah mencapai sekitar 220 juta orang sehingga diperlukan kecukupan pangan, sandang, perumahan, kesehatan dan pendidikan. Secara global bahan pangan sangat potensial untuk ditingkatkan produksinya melalui berbagai teknologi modern dan bioteknologi modern untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia, namun kadang kala diperoleh kendala yaitu tiadanya bahan pangan ditempat yang memerlukan karena lokasinya sangat terpencil dan susah dijangkau oleh kendaraan darat dan air. Kondisi di Indonesia, produksi bahan pangan dapat ditingkatkan secara cepat dengan subsidi pupuk, pestisida, bibit unggul oleh Pemerintah sebelum diberlakukannya kerja sama ASEAN misalnya *ASEAN Free Trade Area (AFTA)*, namun saat ini subsidi pupuk dan pestisida sudah dicabut oleh Pemerintah Republik Indonesia. Dampak subsidi dan pemakaian pupuk dan pestisida terhadap tanaman pangan mengakibatkan adanya limbah residu pestisida dan residu nutrisi nitrogen (N) dan fosfor (P) yang akan mencemari sumber air minum dan irigasi serta rusaknya lahan pertanian karena penggunaan lahan pertanian yang berlebihan. Kecukupan pangan bagi masyarakat memerlukan pemahaman dan pemanfaatan sistem rantai pangan yang terdiri atas produksi, penyimpanan dan penanganan, prosesing, distribusi dan pemasaran, serta konsumsi secara baik dan tidak menimbulkan limbah.

Khusus untuk Indonesia, maka jumlah penduduk pada era tahun 2004 sudah mencapai sekitar 220 juta orang sehingga diperlukan upaya

keseimbangan antara dinamika penduduk dengan pembangunan berkelanjutan

Disadari sepenuhnya bahwa jumlah penduduk di Indonesia yang semakin besar jumlahnya maka permintaan sumber daya alam terbaru (*renewable resources*) maupun sumber daya alam tak terbaru (*non-renewable resources*) akan meningkat drastis, padahal lahan pertanian sifatnya konstan, tidak bertambah dan tanpa upaya penerapan teknologi modern dan bioteknologi modern, rasanya sangat sulit untuk meningkatkan sumber daya alam tersebut.



Gambar 1-1 : Sistem Rantai Pangan untuk Semua

Demikian pula permintaan lapangan kerja baru, perluasan dan peningkatan kualitas pendidikan, pemeliharaan kesehatan dan pelayanan sosial lainnya selalu meningkat dan sulit untuk diatasi. Pemeliharaan kesehatan sangat tergantung pada keberhasilan interaksi antara faktor fisik, biologi, ekonomi dan lingkungan sosial, kecukupan air bersih, sanitasi, dan kecukupan pangan ber protein-kalori tinggi.

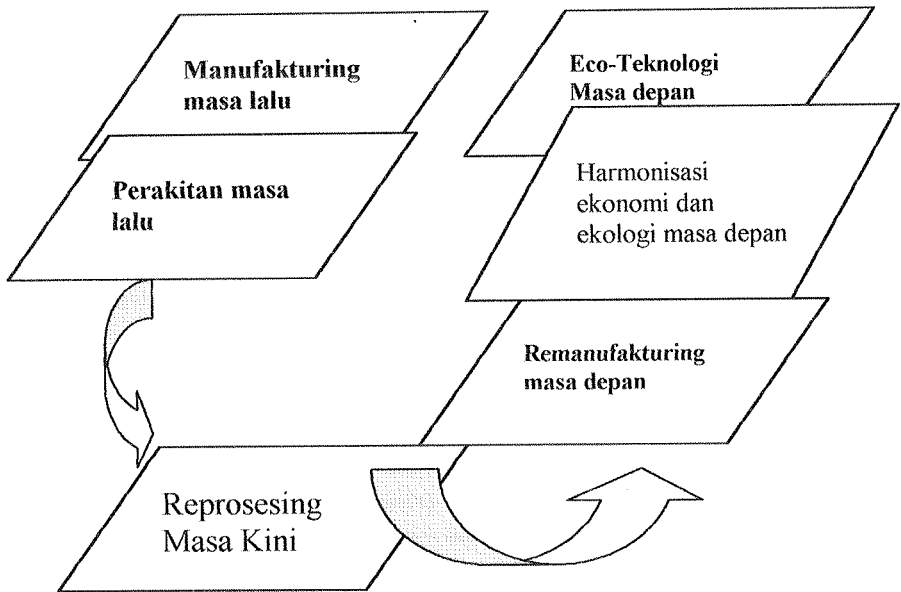
Interaksi antara jumlah penduduk, sumber daya alam, dan kondisi lingkungan dalam pembangunan berkelanjutan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional dan kesejahteraan masyarakat merupakan isu penting yang perlu dilakukan secepatnya. Interaksi antara dinamika penduduk, pemeliharaan kesehatan, perubahan pola konsumsi penduduk serta pengentasan kemiskinan merupakan upaya menuju kehidupan keberlanjutan sehingga mampu meningkatkan pembangunan keberlanjutan, integrasi antara pembangunan dan lingkungan, peningkatan kecukupan perumahan, dan pemasok air bersih.

Di Indonesia hampir 80% dari jumlah penduduk tinggal dipedesaan dan sumber daya manusia dengan kualitas pendidikan sangat minim sehingga kualitas pendidikan dan kualitas hidup perlu ditingkatkan agar masalah lingkungan tetap dapat dilestarikan.

Dari jumlah penduduk yang tinggal dipedesaan diperlukan kecukupan pangan, sandang, perumahan, pendidikan, kesehatan, air bersih dan kesadaran penanganan limbah cair dan limbah padat.

Sejalan dengan hal tersebut diperlukan beberapa upaya, yaitu ;

- Percepatan pembangunan berkelanjutan meliputi formulasi kebijakan, perencanaan, perdagangan, dan kecukupan modal investasi serta modal kerja bagi dunia usaha skala kecil maupun skala menengah.
- Integrasi antara pembangunan dan lingkungan termasuk kebijakan, *plan-do-action-control* serta penegakan Undang-Undang R.I.No 23 tahun 1997 dan peraturan lingkungan lainnya.
- Pengentasan kemiskinan bagi masyarakat tersisih dalam bidang ekonomi dan kemampuan penguasaan teknologi hendaknya mendapat perhatian dan pelaksanaan



Gambar 1- 2 : *Harmonisasi Eco-Design, Ekonomi dan Ekologi Dalam Eco-Teknologi Menuju Pembangunan Berkelanjutan*

- Perubahan pola konsumsi bagi seluruh masyarakat.
- Peningkatan pemeliharaan kesehatan masyarakat.

- Pendidikan dan pelatihan usaha kecil dan menengah serta pemahaman limbah cair, limbah padat dan limbah gas serta bahan berbahaya dan beracun (B-3) dan dampaknya terhadap kesehatan.
- Peningkatan dan pemberdayaan Ibu-Ibu Persatuan Kesejahteraan Keluarga disetiap daerah.
- Pemberdayaan Lembaga Swadaya Masyarakat.

Kemiskinan dan kekurangan kebutuhan dasar manusia ini menyebabkan salah satu faktor rusaknya kondisi lingkungan. Oleh sebab itulah kondisi ekonomi penduduk dan lingkungan merupakan bagian dari pembangunan berkelanjutan. Kurang pendidikan bagi sumber daya manusia merupakan indikator betapa rendahnya penguasaan dan penerapan teknologi yang mengakibatkan rendahnya produktivitas sumber daya manusia dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. Jika dilihat jumlah penduduk di negara berkembang lebih dari 1 milyar dan miskin, menderita kekurangan kebutuhan dasar manusia seperti kurang kalori-protein, kurang pemeliharaan kesehatan masyarakat, kurang pendidikan, dan kurang tersedianya perumahan yang pada gilirannya akan menimbulkan masalah limbah dan lingkungan yang berkepanjangan.

## Eco-Teknologi

Pemanfaatan teknologi semenjak revolusi industri era tahun 1700 yang mengolah bahan baku menjadi produk dan jasa pelayanan untuk manusia menjadikan kehidupan manusia lebih nyaman, lebih sehat dan lebih bahagia, namun dengan bertambahnya jumlah penduduk dan daya dukung lingkungan sangat terbatas maka dunia industri makin lama makin banyak menghasilkan limbah terhadap air, udara, dan lahan yang sangat mengganggu kesehatan manusia. Hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya suhu permukaan bumi dan menipisnya lapisan ozon pada stratosfir oleh salah satu sebabnya, yaitu kelebihan *chlorofluorocarbon*.

Dunia industri, pertanian, dan kenaikan jumlah penduduk memerlukan energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, gas alam, yang semakin besar dari tahun ke tahun dan menimbulkan dampak pencemaran terhadap air permukaan tanah, udara, dan lahan. Oleh sebab itulah dipilih pendekatan eco-teknologi yang mampu merawat bumi dan perlindungan lingkungan baik saat ini maupun masa depan.

**Daftar Pustaka**

**Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal)**, 1990 Gedung Arthaloka Lantai II, Jakarta.

Brown, Vence and Associates. 1992. *City and County of San Fransisco*, Volume 1, Volume 2, CA 94104, USA.

Freeman, G., Balwill, B. J., 1996. *Management in Engineering*, Prentice Hall, London

Idris,S.M.M, 1988. *Toxic Terror*, The Third World Network, 10250 Penang, Malaysia.

Kiely,G, 1997. *Environmental Engineering*, The Mc Graw-Hill Companies, London

Martin,E.J., James,H.J.,1987. *Hazardous Waste Management Engineering*, Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Meidl, J.H., 1972. *Hazardous Materials Handbook*, Glencoe Press, Collier-Macmillan Ltd, London.

Sicular,D.T, 1992. *Scavengers, Recyclers,and Solutions For Solid Waste Management In Indonesia*, Center For Southeast Asia Studies,University of California at Berkeley, Berkeley,USA.

Tchobanoglous,G., Hilary,T., Samuel,V., 1993. *Integrated Solid Waste Management*,Engineering Principles and Management Issues, Mc Graw-Hill,Inc, New York.

## RIWAYAT HIDUP

### Pendidikan



Pendidikan **Prof Dr.Ign. Suharto, Ir.APU** yang diperoleh ialah tamat Sekolah Rakyat tahun 1953 di Yogyakarta (3 tahun tidak sekolah karena perang Jepang-Belanda dan Belanda-RI), tamat SMP Negeri I bidang ilmu pasti-alam tahun 1956 di Yogyakarta dan tamat SMA Negeri IV bidang ilmu pasti-alam bagian B tahun 1959 di Yogyakarta. Lulus sebagai Insinyur Tekrtik Kimia, dari UGM pada tanggal 28 Mei 1965, pendidikan tambahan bidang ilmu Teknik Kimia di TH Delft-Netherland tahun 1967-1968, Pasca Sarjana bidang Teknologi Pangan di *University of New South Wales di Sydney-Australia* tahun 1975 serta lulus Doktor ilmu teknik dari UGM pada tanggal 28 November 1986.

### Visiting Professor

*Visiting Professor* di Kyoto University - Japan tahun 1991 dan *Visiting Professor* yang disponsori oleh *USAID Environmental Program* di San Fransisco-USA tahun 1994.

### Pendidikan Staf dan Pimpinan Admisnitrasi

Lulus Sekolah Staf dan Pimpinan Administrasi (SESPA) untuk pendidikan tertinggi Pegawai Negeri Sipil pada tahun 1990.

### Research Professor dan Teaching Professor

Ahli Peneliti (*Research Professor*) atau APU sejak tahun 1983 dan Guru Besar (*Teaching Professor*) sejak tahun 1994.

### Pengalaman Kerja

Bekerja sebagai dosen, memberi kuliah dan membimbing mahasiswa S1, S2, dan S3 mulai tahun 1969 sampai dengan saat ini tahun 2004 selama 35 tahun berturut-turut di : Akademi Industri dan Niaga (sekarang

Universitas Winaya Mukti, UNWIM) 1970-1983 di Bandung. Teknik Pangan -Universitas Pasundan -Bandung sejak tahun 1969-2004 selama 35 tahun. Program Pasca Sarjana Universitas Padjadjaran Bandung sejak tahun 1992-2004 selama 12 tahun, Universitas Katolik Parahyangan - Bandung sejak tahun 1992-2004 selama 12 tahun. Promotor Program Doktor bidang ilmu ekonomi di Program Pasca Univeristas Katolik Parahyangan (Unpar). Bekerja di Dewan Pengurus Yayasan Universitas Katolik Parahyangan sejak tahun 1976 - 1992 selama 16 tahun sebagai Anggota dan Sekretaris. Wakil Ketua Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik- (APTİK) dari tahun 1998 -1992.

Direktur Lembaga Kimia Nasional - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dari tahun 1976-1986 untuk 2 periode selama 10 tahun. Kepala Proyek Kerjasama Ekonomi ASEAN dengan Australia (*ASEAN--Australia Economic Cooperation*) dari 1976-1990 sebagai penggagas dan Kepala Proyek (*Project leader*) yang bertugas mengarahkan, mengkoordinir, mengintegrasikan dan mensinkronisasikan ke-8 instansi pemerintah, yaitu di: Pusat Bioteknologi - Institut Teknologi Bandung (ITB) di Bandung, FATEMETA - Institut Pertanian Bogor (IPB) di Bogor, Fakultas Teknik-Universitas Gadjah Mada (UGM) di Yogyakarta, Fakultas Pertanian-Universitas Gadjah Mada (UGM) di Yogyakarta, Lembaga Biologi Nasional-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di Bogor, Lembaga Kimia Nasional-Lembaga. Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di Bandung Pusat Penelitian Gizi di Bogor, dan Pusat Penelitian Gizi Unit Sembodja-Universitas Indonesia (UI) di Jakarta.

Sebagai *Vice President of Federation of Institute of Food Science and Technology in the ASEAN countries*, sejak tahun 1988-1992. Memimpin delegasi Indonesia dalam bidang *ASEAN-Australia Economic Cooperation on Food Technology* ke negara-negara ASEAN dan Australia sebanyak 2 kali dalam setahun terhitung sejak tahun 1976-1990 atau 30 kali . Mengikuti seminar internasional di negara-negara. ASEAN, Jepang, Eropa dan Australia sebanyak 30 kali.

#### **Penghargaan Dari Presiden Republik Indonesia**

Penghargaan yang diterima selama mengabdikan dan bekerja di LIPI berturut-turut, yaitu ;



- 
- Tanda Kehormatan **Bintang Jasa Nararya** dari Presiden Republik Indonesia tanggal 5 Agustus 1982 berdasarkan Surat Keputusan Presiden RI No. 033/TK/1982.
  - Tanda Kehormatan **Bintang Jasa Lancana Karya Satya** tingkat I dari Presiden Republik Indonesia tanggal 13 Juli 1990 berdasarkan KEPPRES RI No. 050/TK/1990.
  - Tanda Kehormatan **Bintang Jasa Pratarna** dari Presiden Republik Indonesia tanggal 7 Agustus 1995 berdasarkan KEPPRES RI No. 074/TK/1995.
  - Tanda Kehormatan **Bintang Jasa Satya Lancana Karya** 30 Tabun tanggal 1 Juli 1996 berdasarkan KEPPRES RI No. 049/TK/1996.
  - Piagam Penghargaan dan **Menteri Negara Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup** No. 0359 tanggal 11 Maret 1983.
  - Penghargaan **Anugerah Centini Kencana** dari **Menteri Negara Urusan Pangan** tanggal 2 Juli 1997. Penghargaan dari *Food and Agricultural Organization (FAO-UNITED NATIONS)* tahun 1997 di Bangkok tentang "*Bioprocessing and Equipment In The Modern Tempe Industry in Indonesia*" dan memperoleh hadiah sebesar US\$ 1,500. Publikasi ilmiah dalam negeri sebanyak 65 makalah dan publikasi tingkat internasional sebanyak 66 makalah.

# ECO-TEKNOLOGI LIMBAH INDUSTRI

Sekilas bahasan buku ini:

- Penduduk dan Dampak Lingkungan
- Agenda 21
- UURI - LH
- Penerapan ISO 14000
- Sumber Pencemar
- Pencemaran Udara
- Transfer Teknologi
- Instalasi Pengolahan Limbah Cair
- Limbah Padat
- Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B-3)
- Teror B-3 dan Limbah B-3

Kebutuhan dasar manusia terdiri atas pangan, sandang, perumahan, kesehatan, dan pendidikan dapat dipengaruhi oleh kegiatan manusia berupa dunia industri dan usaha dengan bantuan sumber daya alam, energi, teknologi, dan sumber daya manusia. Semula jumlah penduduk masih kecil, maka limbah industri belum merupakan isu internasional. Namun dewasa ini isu limbah padat, cair, gas, dan nuklir, merupakan isu kunci. Agenda 21 dari *United Nations* tahun 1992 harus dilaksanakan oleh negara anggota PBB dan penerapan *ISO 14000* dalam kerja sama internasional. Salah satu pendekatan untuk memberi andil penyelesaian terhadap isu tersebut ialah dengan *eco-teknologi* limbah industri yang berkaitan erat dengan *economy*, *eco-design*, *ecology*, dan *integrated green technology chain*, *remanufacturing*, *reuse*, *recycling*, remediasi, dan reduksi sumber limbah. Soal-soal dan contoh disajikan untuk mempermudah memahami isi buku ini.

ISBN \_\_\_\_\_  
Penerbit \_\_\_\_\_

PERPUSTAKAAN UNPAR



000000144180