



SISTEM LINGKUNGAN INDUSTRI

Penulis :

Neny Rochyani

Sri Suyani

Waode Azfari Azis

Anas Firman Adi

Priska Wulan Ndari

Rini Aprilia Lestari

Heri Setiawan

Bambang Suhartawan

Rony Roesdianto

Wayan Budiarsa Suyasa

SISTEM LINGKUNGAN INDUSTRI

**Neny Rochyani
Sri Suyani
Waode Azfari Azis
Anas Firman Adi
Priska Wulan Ndari
Rini Aprilia Lestari
Heri Setiawan
Bambang Suhartawan
Rony Roesdianto
Wayan Budiarsa Suyasa**



GET PRESS INDONESIA

SISTEM LINGKUNGAN INDUSTRI

Penulis :

Neny Rochyani
Sri Suyani
Waode Azfari Azis
Anas Firman Adi
Priska Wulan Ndari
Rini Aprilia Lestari
Heri Setiawan
Bambang Suhartawan
Rony Roesdianto
Wayan Budiarsa Suyasa

ISBN : 978-623-198-536-1

Editor : Mila Sari, S.ST., M.Si

Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes.

Penyunting : Aulia Syaharani, S.Tr.Kes.

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, 29 Juli 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Sistem Lingkungan Industri ini.

Buku ini membahas Pengantar Sistem Lingkungan Industri, Lingkungan dan Industri, daya dukung lingkungan dan keterbatasan sumber daya alam, Komponen dan Pengelolaan Ekosistem Industri, Sustainable Energy, Green Manufacturing, Produksi Bersih Pengantar Produksi Bersih, Manajemen Limbah, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL).

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, 29 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENGANTAR SISTEM LINGKUNGAN	
INDUSTRI	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Definisi Sistem Lingkungan Industri	3
1.2.1 Lingkungan Industri	3
1.2.2 Sistem Lingkungan Industri	3
1.3 Komponen Sistem Lingkungan Industri	4
1.4 Interaksi antara Komponen Sistem Lingkungan Industri	5
1.5 Konsep Dasar dalam Sistem Lingkungan Industri ..	7
1.6 Tantangan dan Peluang dalam Sistem Lingkungan Industri	9
1.7 Pendekatan Manajemen Lingkungan Industri	11
1.8 Studi Kasus Implementasi Sistem Lingkungan Industri dalam Industri Tertentu	12
1.9 Kesimpulan	14
DAFTAR PUSTAKA	16
BAB 2 LINGKUNGAN DAN INDUSTRI	17
2.1 Pendahuluan	17
2.1.1 Lingkungan	17
2.1.2 Industri	20
2.1.3 Pengelolaan Lingkungan	23
2.2 Ekologi Industri	26
2.3 Ekosistem Kawasan Industri	31
2.4 Dampak Industri terhadap Lingkungan	35
2.5 Isu Lingkungan di Kawasan Industri	38
2.6 Industri berwawasan lingkungan	41
DAFTAR PUSTAKA	44

BAB 3 DAYA DUKUNG LINGKUNGAN DAN	
KETERBATASAN SUMBERDAYA ALAM.....	45
3.1 Pendahuluan	45
3.2 Daya Dukung Lingkungan	47
3.2.1 Konsep Daya Dukung Lingkungan	47
3.3 Keterbatasan Sumberdaya alam.....	49
3.3.1 Sumberdaya alam.....	50
3.3.2 Lingkungan hidup sebagai sumber daya.....	55
3.3.3 Strategi Keberlanjutan Sumberdaya alam	56
DAFTAR PUSTAKA.....	59
BAB 4 KOMPONEN DAN PENGELOLAAN	
EKOSISTEM INDUSTRI.....	61
4.1 Pendahuluan	61
4.2 Konsep Ekosistem Industri	62
4.3 Target Ekosistem Industri	63
4.4 Praktik Penerapan Ekosistem Industri.....	65
4.5 Desain Ekosistem Industri.....	66
4.6 Ekosistem Industri Media Digital.....	68
4.7 Ekosistem Industri 5.0	70
4.8 Proses bisnis dalam Ekosistem Industri 5.0	72
DAFTAR PUSTAKA.....	74
BAB 5 SUSTAINABLE ENERGY.....	75
5.1 Pendahuluan	75
5.2 Konsep Dasar <i>Sustainable Energy</i>	76
5.3 Teknologi terkini	78
5.4 Kebijakan Energi	80
5.5 Dampak Sosial Ekonomi.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....	87
BAB 6 GREEN MANUFACTURING.....	89
6.1 Pendahuluan	89
6.2 Konsep Green Manufacturing.....	90
6.3 Tahap Kegiatan Green Manufacturing.....	92
6.4 Tujuan Green Manufacturing.....	94
6.5 Dampak Positif Green Manufacturing.....	95

6.6 Praktik Green Manufacturing di Sektor Industri...	97
6.7 Teknologi Untuk Menjamin Keberlangsungan Green Manufacturing	99
DAFTAR PUSTAKA	102
BAB 7 PRODUKSI BERSIH: PENGANTAR PRODUKSI BERSIH	103
7.1 Pendahuluan	103
7.2 Konsep Dasar Produksi Bersih	108
7.3 Pelaksanaan Produksi Bersih dalam Industri.....	114
7.4 Kesimpulan.....	118
DAFTAR PUSTAKA	121
BAB 8 PENCEMARAN LINGKUNGAN	123
8.1 Pendahuluan	123
8.1.1 Pencemaran Fisika	124
8.1.2 Pencemaran Kimia	124
8.1.3 Pencemaran Biologi	124
8.2 Pencemaran Air	125
8.2.1 Bahan Pencemar (polutan) air	126
8.2.2 Aspek Kimia dan Fisika Pencemaran Air	126
8.2.3 Aspek Biokimia Pencemaran Air	132
8.3 Pencemaran Udara	133
8.3.1 Komposisi Udara Atmosfer	134
8.3.2 Pencemar Udara dan Sumbernya	135
8.4 Pencemaran Tanah	138
8.4.1 Limbah Domestik.....	139
DAFTAR PUSTAKA	142
BAB 9 MANAJEMEN LIMBAH.....	145
9.1 Pendahuluan	145
9.2 Manajemen Limbah	148
9.2.1 Limbah	150
9.2.2 Pengujian TSS	152
9.3 Jenis-Jenis Instalasi Pengolahan Air Limbah.....	153
9.3.1 Tahap Pengolahan Air Limbah di Sistem IPAL.	154
9.3.2 Manfaat Instalasi Pengolahan Air Limbah	156

DAFTAR PUSTAKA.....	158
BAB 10 ANALISIS MENGENAI DAMPAK	
LINGKUNGAN (AMDAL).....	159
10.1 Konsep Amdal.....	159
10.2 Apa Itu AMDAL	167
10.3 Proses Amdal.....	170
10.4 Dokumen AMDAL	172
10.5 Prosedur Melakukan Kajian Lingkungan Hidup ...	174
10.5.1 Melakukan Penapisan Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan.....	175
10.5.2 Menyusun Rencana Kerja.....	176
10.5.3 Deskripsi Rencana Usaha dan/atau Kegiatan	176
10.5.4 Deskripsi Rona Lingkungan Hidup Awal	177
10.5.5 Pelibatan Masyarakat dalam Proses Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.....	178
10.5.6 Menentukan Dampak Penting Hipotetik.....	178
10.5.7 Menentukan Batas Wilayah Studi dan Batas Waktu Kajian.....	180
10.5.8 Metode Studi Analisis Mengenai Dampak lingkungan Hidup	180
10.5.9 Prakiraan Dampak Penting.....	181
10.5.10 Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup	189
10.5.11 Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup.....	190
10.6 Persyaratan Pembuangan dan/atau Pemanfaatan Air Limbah	190
DAFTAR PUSTAKA.....	194
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hubungan Ekosistem kawasan industri dalam pembangunan berkelanjutan	32
Gambar 5.1. Perbedaan <i>renewable energy</i> dan <i>non renewable energy</i>	84
Gambar 7.1. Langkah-langkah Konsep Manajemen Lingkungan Berbasiskan Produksi Bersih	106
Gambar 7.2. Definisi dan Ruang Lingkup Produksi Bersih	112
Gambar 7.3. Inovasi Produksi Bersih	116
Gambar 8.1. Pencemaran Air	125
Gambar 8.1. Perubahan bentuk posfor	131
Gambar 8.2. Polutan Udara	133
Gambar 8.3. Tumpukan sampah domestik	139
Gambar 8.4. Limbah Industri	140
Gambar 8.5. Limbah Pertanian	141
Gambar 10.1. Lingkup Pemanfaatan materi/energi, produksi dan dampak Lingkungan (AMDAL)	160
Gambar 10.2. Penapisan Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah Ke Badan Air Permukaan	191

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pengembangan Ekologi pada ekosistem Industri.....	30
Tabel 8.1. Komposisi udara kering	134
Tabel 10.1. Skala kualitas lingkungan	183
Tabel 10.2. Tujuh kriteria dampak penting.....	184

BAB 1

PENGANTAR SISTEM LINGKUNGAN INDUSTRI

Oleh Neny Rochyani

1.1 Pendahuluan

Di era modern seperti sekarang, industri memiliki peran yang signifikan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan memberikan kebutuhan manusia. Namun, pertumbuhan industri yang tidak terkendali juga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Pada konteks ini, sistem lingkungan industri muncul sebagai kerangka kerja yang mempertimbangkan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam operasi industri.

Tujuan utama dari pengantar ini adalah memberikan pemahaman yang komprehensif tentang sistem lingkungan industri, dimana kita akan menjelajahi berbagai aspek yang terkait dengan system. Termasuk komponen utamanya, interaksi antara komponen, serta konsep dasar yang melandasi pendekatan yang berkelanjutan dalam industri. (World Commission on Environment and Development. 1987)

Manfaat yang dapat kita peroleh dengan memahami Sistem Lingkungan Industri, antara lain :

1. Memahami kompleksitas industri

Sistem lingkungan industri melibatkan berbagai komponen dan interaksi yang saling terkait. Dengan mempelajari konsep dan prinsip sistem ini, kita dapat mengerti secara lebih komprehensif bagaimana industri beroperasi dalam konteks lingkungan.

2. Pengelolaan yang berkelanjutan

Sistem lingkungan industri bertujuan untuk menciptakan keseimbangan antara aspek ekonomi dan lingkungan. Dengan memahami prinsip-prinsip pengelolaan yang berkelanjutan, kita dapat mengembangkan strategi dan tindakan yang mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan efisiensi sumber daya

3. Kepatuhan dan pemenuhan regulasi

Dalam era peningkatan kesadaran akan perlindungan lingkungan, regulasi terkait lingkungan semakin ketat. Dengan memahami sistem lingkungan industri, kita dapat mempelajari kebijakan dan standar terkait, serta bagaimana mengimplementasikan praktik yang memenuhi peraturan tersebut.

4. Inovasi dan keunggulan kompetitif

Pengelolaan lingkungan yang baik dapat menjadi sumber inovasi dan keunggulan kompetitif bagi industri. Dengan mempelajari sistem lingkungan industri, kita dapat mengidentifikasi peluang untuk mengembangkan teknologi, produk, dan proses yang lebih efisien dan ramah lingkungan. (Portney, P. R., & Stavins, R. N. 2016)

Ruang lingkup Pengantar Sistem Lingkungan Industri ini akan mencakup berbagai aspek termasuk komponen utama yang membentuk sistem, interaksi antara komponen, konsep dasar yang menjadi landasan, tantangan dan peluang yang dihadapi, serta pendekatan manajemen yang digunakan dalam industri. Penjelasan lebih lanjut, kita akan membahas komponen seperti bahan baku, proses produksi, produk dan layanan, energi, limbah, emisi, serta peran stakeholder dalam sistem lingkungan industri. Selain itu, kita juga akan menjelajahi konsep-konsep dasar seperti efisiensi sumber daya.

1.2 Definisi Sistem Lingkungan Industri

1.2.1 Lingkungan Industri

Lingkungan industri merujuk pada semua faktor dan elemen yang ada di sekitar operasi industri. Termasuk lokasi fisik industri, sumber daya alam yang digunakan sebagai bahan baku atau input produksi, serta interaksi dengan masyarakat dan lingkungan sosial di sekitarnya. Lingkungan industri juga mencakup aspek peraturan, kebijakan, dan regulasi yang mengatur operasi industri dalam konteks lingkungan.

1.2.2 Sistem Lingkungan Industri

Sistem lingkungan industri berkaitan pada kerangka kerja yang menggambarkan interaksi dan hubungan antara komponen-komponen yang ada dalam operasi industri dan lingkungannya. Sistem ini meliputi aspek ekonomi, sosial, lingkungan juga melibatkan aliran bahan, energi, dan informasi antara komponen-komponen tersebut yang saling terkait dan mempengaruhi satu sama lain. Dalam Sistem Lingkungan Industri pengambilan keputusan dan tindakan yang diambil pada satu komponen dapat memiliki dampak terhadap komponen lainnya. (Barbier, E. B. 2017)

Sistem lingkungan industri juga mencakup pemantauan, pengukuran, dan evaluasi terhadap dampak lingkungan yang dihasilkan oleh operasi industri. Tujuannya adalah untuk meminimalkan dampak negatif dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya melalui pendekatan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Dengan memahami sistem lingkungan industri, perusahaan dan organisasi dapat mengembangkan strategi dan praktik yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkontribusi pada keberlanjutan jangka panjang. (Loorbach, D., & Wijsman, K. 2013)

1.3 Komponen Sistem Lingkungan Industri

Sistem lingkungan industri terdiri dari berbagai komponen yang saling berinteraksi untuk menjalankan operasi industri dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Pemahaman yang baik tentang komponen-komponen ini penting untuk mengidentifikasi potensi dampak lingkungan dan mengembangkan strategi pengelolaan yang efektif. Berikut beberapa komponen utama dalam sistem lingkungan industri :

1. **Bahan Baku**, adalah input awal atau bahan mentah yang digunakan dalam proses produksi industri, dapat berupa sumber daya alam, seperti kayu, logam, atau minyak bumi, maupun bahan hasil daur ulang. Pemilihan dan penggunaan bahan baku yang efisien dan berkelanjutan merupakan faktor penting dalam sistem lingkungan industri.
2. **Proses Produksi**, merupakan rangkaian kegiatan yang mengubah bahan baku menjadi produk jadi atau layanan. Proses ini melibatkan penggunaan energi, peralatan, dan teknologi tertentu. Pengelolaan proses produksi yang efisien dan ramah lingkungan dapat mengurangi limbah dan emisi yang dihasilkan, serta meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan operasi industri.
3. **Produk dan Layanan**, dalam hal ini komponen yang dihasilkan oleh industri merupakan output dari sistem lingkungan industri. Pengembangan produk yang ramah lingkungan, berkualitas, dan sesuai dengan kebutuhan pasar merupakan bagian penting dalam sistem ini. Faktor seperti efisiensi penggunaan sumber daya, masa pakai produk, dan kemungkinan daur ulang juga perlu dipertimbangkan dalam pengembangan produk dan layanan.

4. **Energi**, digunakan dalam berbagai bentuk dalam operasi industri, baik dalam bentuk listrik, bahan bakar, atau panas. Sistem lingkungan industri perlu memperhatikan efisiensi pemakaian energi, penggunaan sumber energi terbarukan, serta penurunan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh kegiatan industri.
5. **Limbah dan Emisi**, merupakan hasil samping dari proses produksi industri. Limbah meliputi material yang tidak digunakan atau tidak diinginkan yang perlu dikelola secara tepat, seperti limbah padat, limbah cair, atau limbah berbahaya. Emisi mencakup pelepasan zat-zat berbahaya ke lingkungan, seperti gas buang. Pengelolaan limbah dan pengendalian emisi yang efektif adalah aspek penting dalam sistem lingkungan industri.
6. **Stakeholder**, adalah pihak-pihak yang memiliki kepentingan atau terpengaruh oleh operasi industri, termasuk pemerintah, masyarakat, pelanggan, karyawan, pemasok, dan organisasi non-pemerintah. Adanya keterlibatan dan interaksi dengan stakeholder menjadi bagian penting dalam sistem lingkungan industri, karena keberlanjutan operasi industri juga bergantung pada dukungan dan Kerjasama (UNIDO. 2008) (Loorbach, D., & Wijsman, K. 2013)

1.4 Interaksi antara Komponen Sistem Lingkungan Industri

Sistem lingkungan industri berkaitan dengan berbagai komponen yang saling berinteraksi dan saling mempengaruhi dalam menjalankan operasi industri. Pemahaman tentang interaksi antara komponen-komponen ini penting untuk mengidentifikasi dampak lingkungan, melacak aliran bahan dan energi, serta mengembangkan strategi pengelolaan yang efisien dan berkelanjutan. Aspek-aspek interaksi antara komponen dalam sistem lingkungan industri, meliputi :

1. Aliran Bahan dan Energi

Komponen dalam sistem lingkungan industri berinteraksi melalui aliran bahan dan energi. Bahan baku mengalir ke dalam proses produksi, diubah menjadi produk atau layanan, dan kemudian dihasilkan limbah atau emisi. Energi digunakan dalam berbagai tahap proses produksi, seperti untuk menggerakkan mesin, penerangan, atau pemanasan. Pemantauan aliran bahan dan energi ini membantu mengidentifikasi efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi pemborosan, dan mengoptimalkan penggunaan bahan baku dan energi.

2. Dampak Lingkungan

Interaksi antara komponen dalam sistem lingkungan industri juga mencakup dampak yang dihasilkan terhadap lingkungan. Proses produksi dapat menghasilkan limbah yang perlu dikelola dengan baik agar tidak mencemari air, tanah, atau udara. Emisi dari pembakaran bahan bakar atau penggunaan bahan kimia dapat berkontribusi pada polusi udara dan perubahan iklim. Melalui pemahaman dampak ini, dapat dikembangkan strategi pengelolaan yang bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

3. Ketergantungan Sistem

Komponen dalam sistem lingkungan industri saling tergantung satu sama lain. Misalnya, penggunaan energi yang efisien dalam proses produksi dapat mengurangi pemakaian bahan baku dan limbah yang dihasilkan. Pengelolaan limbah yang baik juga dapat mempengaruhi kualitas produk dan citra perusahaan, yang pada gilirannya mempengaruhi hubungan dengan pelanggan dan keberlanjutan bisnis. Pada sistem ini, tindakan atau perubahan pada satu komponen dapat memiliki efek domino pada komponen lainnya. (Shrivastava, P. 2018)

Melalui pemahaman yang mendalam tentang interaksi antara komponen di sistem lingkungan industri, dapat dikembangkan pendekatan pengelolaan yang holistik dan berkelanjutan. Strategi yang melibatkan perbaikan di berbagai komponen dapat membantu menciptakan operasi industri yang lebih efisien, berwawasan lingkungan dan berkontribusi pada keberlanjutan jangka panjang. (Andrews, R. N. L., & Eriksson, J. 2017)

1.5 Konsep Dasar dalam Sistem Lingkungan Industri

Sistem lingkungan industri didasarkan pada beberapa konsep dasar yang melandasi pendekatan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Konsep-konsep ini membantu memandu perencanaan, pengelolaan, dan evaluasi operasi industri agar sesuai dengan prinsip-prinsip keberlanjutan. Konsep dasar yang penting dalam sistem lingkungan industry, diantaranya :

1. Efisiensi Sumber Daya

Konsep efisiensi sumber daya menekankan penggunaan yang bijaksana dan optimal terhadap sumber daya alam yang digunakan dalam operasi industri. Hal ini terkait pengurangan pemborosan dan penggunaan yang berlebihan, serta peningkatan efisiensi dalam memanfaatkan energi, bahan baku, air, dan sumber daya lainnya. Dengan meningkatkan efisiensi sumber daya maka industri dapat mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang terbatas.

2. Pengurangan Limbah dan Emisi

Dua meteri ini merupakan konsep penting dalam sistem lingkungan industri. Industri diharapkan mengadopsi praktik-praktik yang mengurangi pembuangan limbah dan

pelepasan emisi ke lingkungan. Termasuk penggunaan teknologi bersih, proses produksi yang lebih efisien, pemilihan bahan yang ramah lingkungan dan pengelolaan limbah yang baik. Dengan mengurangi limbah dan emisi, industri dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan menjaga kualitas lingkungan yang berkelanjutan.

3. **Siklus Hidup Produk**

Konsep siklus hidup produk mengacu pada pemahaman dan pengelolaan seluruh siklus hidup suatu produk, mulai dari perolehan bahan baku, produksi, penggunaan, hingga pembuangan akhir. Dalam sistem lingkungan industri, penting untuk mempertimbangkan aspek-aspek seperti efisiensi desain, pemilihan bahan yang dapat didaur ulang, perbaikan pemeliharaan, dan pengelolaan limbah pasca-konsumsi. Dengan memperhatikan siklus hidup produk, industri dapat mengembangkan produk yang lebih ramah lingkungan dan meminimalkan dampak lingkungan sepanjang siklus hidupnya.

4. **Keterlibatan Stakeholder**

Adanya keterlibatan stakeholder dan pihak-pihak yang terkait, seperti pemerintah, masyarakat, pelanggan, karyawan, pemasok, dan organisasi non-pemerintah, merupakan konsep penting dalam sistem lingkungan industri, karena membantu memperoleh perspektif yang beragam dan membangun konsensus dalam pengambilan keputusan. Dalam sistem ini, penting untuk mendengarkan dan merespons kebutuhan dan kepentingan stakeholder, serta berkomunikasi secara transparan tentang upaya-upaya pengelolaan lingkungan.

(Andrews, R. N. L., & Eriksson, J. 2017)

1.6 Tantangan dan Peluang dalam Sistem Lingkungan Industri

Sistem lingkungan industri dihadapkan pada berbagai tantangan dan peluang dalam upaya menjalankan operasi industri yang berkelanjutan. Dengan memahami tantangan ini dan melihat peluang yang ada dapat membantu perusahaan dan organisasi mengatasi hambatan dan mengambil langkah-langkah yang tepat dalam pengelolaan lingkungan. Beberapa tantangan dan peluang yang relevan dalam sistem lingkungan industri, yaitu :

1. **Tantangan Lingkungan**, Industri sering dihadapkan pada tantangan lingkungan, seperti polusi udara, pencemaran air, dan kerusakan ekosistem. Pembangunan industri yang tidak berkelanjutan dapat menyebabkan degradasi lingkungan dan kerugian ekonomi jangka panjang. Oleh karena itu, tantangan ini menuntut upaya untuk mengurangi dampak lingkungan negatif melalui penggunaan teknologi bersih, pengelolaan limbah yang baik, dan pengurangan emisi gas rumah kaca.
2. **Tantangan Regulasi**, Peraturan dan kebijakan yang berkaitan dengan lingkungan dapat menjadi tantangan bagi industri. Ketika peraturan lingkungan yang lebih ketat diberlakukan, perusahaan harus mematuhi persyaratan yang lebih ketat untuk mengurangi dampak lingkungan mereka. Ini mungkin memerlukan investasi dalam teknologi yang lebih ramah lingkungan, pemantauan yang lebih ketat terhadap emisi dan limbah, serta perubahan dalam praktik operasional. Tantangan ini juga dapat menyebabkan biaya tambahan dan keterbatasan dalam inovasi produk dan layanan.
3. **Inovasi**, Pengembangan inovasi produk dan teknologi yang ramah lingkungan adalah tantangan penting dalam

sistem lingkungan industri. Mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan ke dalam desain produk dan proses produksi dapat melibatkan biaya tambahan, tantangan teknis, dan kebutuhan untuk melakukan penelitian dan pengembangan yang intensif. Namun, tantangan ini juga menciptakan peluang untuk memperbaiki kinerja lingkungan, mengurangi biaya operasional jangka panjang, dan menghasilkan produk yang lebih kompetitif di pasar yang semakin peduli lingkungan.

4. **Peluang Pasar**, Perubahan pola konsumsi dan peningkatan kesadaran lingkungan di masyarakat membuka peluang pasar baru bagi industri yang berfokus pada keberlanjutan. Permintaan terhadap produk dan layanan ramah lingkungan semakin meningkat, yang menciptakan peluang bagi perusahaan untuk mengembangkan solusi yang inovatif dan berkelanjutan. Peluang ini meliputi pengembangan energi terbarukan, penggunaan material daur ulang, layanan hijau, dan teknologi yang mendukung pengurangan dampak lingkungan.
5. **Manajemen Risiko**, Ini merupakan tantangan penting dalam sistem lingkungan industri. Risiko seperti perubahan iklim, kekurangan sumber daya alam, dan regulasi yang lebih ketat dapat mempengaruhi operasional dan produksi sektor industri. Oleh karenanya dituntut pemikiran yang kuat tentang penggunaan bahan baku dan teknologi ramah lingkungan untuk produksi industri yang berkelanjutan. (Andrews, R. N. L., & Eriksson, J. 2017)

1.7 Pendekatan Manajemen Lingkungan Industri

Adanya keterlibatan Manajemen lingkungan industri merupakan rangkaian pendekatan dan strategi untuk mengintegrasikan aspek lingkungan ke dalam operasi industri. Pendekatan ini bertujuan untuk mengelola dampak lingkungan yang dihasilkan oleh industri, mematuhi peraturan yang berlaku dan mencapai keberlanjutan jangka panjang. Pendekatan umum dalam manajemen lingkungan industri, antara lain :

1. **Penilaian Dampak Lingkungan** (*Environmental Impact Assessment, EIA*)

Penilaian dampak lingkungan adalah pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi, memprediksi, dan mengevaluasi dampak potensial suatu proyek atau kegiatan terhadap lingkungan. EIA dilakukan sebelum memulai proyek baru atau mengubah operasi industri yang ada. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman menyeluruh tentang dampak lingkungan yang mungkin terjadi, serta merencanakan tindakan mitigasi yang tepat untuk mengurangi dampak negatif.

2. **Manajemen Lingkungan Berbasis Standar** (*Standard-Based Environmental Management*)

Pendekatan manajemen lingkungan berbasis standar melibatkan implementasi dan pematuhan terhadap standar lingkungan yang ditetapkan oleh lembaga atau organisasi tertentu. Contohnya adalah Standar ISO 14001, yang mengatur sistem manajemen lingkungan. Dengan mengadopsi standar ini, industri dapat mengembangkan kebijakan dan prosedur yang sesuai untuk mengelola dampak lingkungan, memenuhi persyaratan hukum, dan meningkatkan kinerja lingkungan mereka.

3. Prinsip Prinsip Produksi Bersih (*Cleaner Production Principles*)

Prinsip-prinsip produksi bersih mendorong industri untuk mengurangi penggunaan sumber daya, mengurangi limbah, dan mencegah polusi sejak tahap awal produksi. Pendekatan ini melibatkan identifikasi dan penerapan teknologi, proses, dan praktik terbaik yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Prinsip-prinsip produksi bersih juga mencakup pemantauan dan pengukuran kinerja lingkungan, serta upaya terus-menerus untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan.

4. Perencanaan Tata Ruang dan Pembangunan Berkelanjutan

Pada pendekatan ini, adanya pengintegrasian aspek lingkungan ke dalam proses perencanaan dan pengembangan industri, meliputi penentuan lokasi yang sesuai untuk industri, pertimbangan terhadap sensitivitas lingkungan, dan penggunaan desain yang ramah lingkungan. Tujuannya adalah untuk mengurangi konflik dengan lingkungan alami, memaksimalkan efisiensi sumber daya, dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan komunitas sekitar.

1.8 Studi Kasus Implementasi Sistem Lingkungan Industri dalam Industri Tertentu

Implementasi sistem lingkungan industri dapat bervariasi tergantung pada sektor industri dan karakteristik unik dari setiap industri. Berikut ini adalah contoh studi kasus implementasi sistem lingkungan industri dalam industri tertentu:

Studi Kasus :

Implementasi Sistem Lingkungan Industri dalam Industri Makanan dan Minuman

Industri makanan dan minuman adalah sektor yang memiliki dampak lingkungan yang signifikan karena penggunaan bahan baku yang melibatkan pertanian, penggunaan air yang besar, dan pembuangan limbah yang kompleks. Dalam upaya untuk mengelola dampak lingkungan dan mencapai keberlanjutan, beberapa perusahaan dalam industri makanan dan minuman telah menerapkan sistem lingkungan industri.

Berikut adalah beberapa contoh langkah yang diambil dalam implementasi sistem lingkungan industri :

1. **Pengelolaan Limbah dan Daur Ulang**

Perusahaan-perusahaan dalam industri makanan dan minuman berupaya mengurangi limbah yang dihasilkan melalui praktik pengelolaan limbah yang baik. Mereka mengimplementasikan program daur ulang dan kompos untuk mengurangi limbah organik, serta memanfaatkan teknologi pengolahan limbah yang lebih efisien untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

2. **Efisiensi Energi dan Air**

Industri makanan dan minuman menggunakan energi yang signifikan dalam operasinya, seperti untuk pemrosesan, pemanasan dan pendinginan. Perusahaan-perusahaan dalam industri ini menerapkan langkah-langkah efisiensi energi, seperti pemanfaatan sistem pemanas dan pendingin yang lebih efisien, pengoptimalan penggunaan air, dan penggunaan teknologi canggih yang mengurangi konsumsi energi.

3. **Penggunaan Bahan Baku yang Berkelanjutan**

Beberapa perusahaan dalam industri makanan dan minuman beralih ke penggunaan bahan baku yang berkelanjutan, seperti bahan baku organik, bahan baku

lokal, dan bahan baku yang dihasilkan secara bertanggung jawab. Mereka juga mengurangi penggunaan bahan tambahan yang berpotensi merusak lingkungan, seperti bahan kimia berbahaya.

4. Inovasi Kemasan Berkelanjutan

Industri makanan dan minuman sering menggunakan kemasan yang berkontribusi pada masalah sampah dan limbah plastik. Beberapa perusahaan telah mengambil langkah-langkah inovatif untuk mengurangi penggunaan plastik dan mengadopsi kemasan yang lebih ramah lingkungan, seperti kemasan daur ulang, kemasan yang dapat diurai, atau penggunaan bahan kemasan alternatif yang lebih ramah lingkungan.

5. Keterlibatan Pemasok dan Konsumen

Perusahaan dalam industri makanan dan minuman juga bekerja sama dengan pemasok dan konsumen untuk mencapai tujuan lingkungan. Mereka memprioritaskan pemasok yang memiliki praktik pertanian berkelanjutan dan mengedukasi konsumen tentang pilihan produk yang ramah lingkungan melalui label dan informasi produk yang transparan dan edukatif sehingga informasi kandungan produk dapat difahami dengan baik.

1.9 Kesimpulan

Pengantar Sistem Lingkungan Industri memberikan pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana industri dapat mengelola dampak lingkungan mereka dan mencapai keberlanjutan jangka panjang. Melalui pendekatan yang berkelanjutan, industri dapat meminimalkan dampak negatif mereka terhadap lingkungan dan membangun praktik yang bertanggung jawab terhadap alam. Dalam sistem lingkungan industri, penting untuk memahami definisi dan komponen sistem lingkungan industri. Definisi yang jelas membantu

dalam memahami ruang lingkup dan kompleksitas tantangan yang dihadapi oleh industri. Sementara itu, pemahaman tentang komponen sistem lingkungan industri memungkinkan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi interaksi industri dengan lingkungan.

Interaksi antara komponen sistem lingkungan industri adalah kunci dalam memahami bagaimana industri berinteraksi dengan sumber daya alam dan ekosistem yang ada. Dengan memahami interaksi ini memungkinkan identifikasi dampak yang dihasilkan oleh industri dan peluang untuk mengurangi dampak tersebut melalui praktik yang lebih berkelanjutan.

Konsep dasar dalam sistem lingkungan industri, seperti efisiensi sumber daya, pengurangan limbah dan emisi, siklus hidup produk, keterlibatan stakeholder, dan peningkatan berkelanjutan, memberikan kerangka kerja untuk pengelolaan lingkungan yang efektif. Dengan mengadopsi konsep-konsep ini, industri dapat memperbaiki kinerja lingkungan mereka dan membangun operasi yang berkelanjutan.

Tantangan dan peluang dalam sistem lingkungan industri memberikan pandangan tentang hambatan yang dihadapi oleh industri dalam mengadopsi praktik yang berkelanjutan. Tantangan seperti dampak lingkungan negatif, regulasi yang ketat, dan tantangan inovasi membutuhkan perubahan dan penyesuaian dalam operasi industri. Namun, tantangan ini juga membuka peluang, seperti peluang pasar baru dan manajemen risiko yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, R. N. L., & Eriksson, J. 2017. *Industrial Ecology: An Introduction to Sustainable Industrial Systems*. CRC Press.
- Barbier, E. B. 2017. *Introduction to Industrial Organization*. Routledge.
- Kneese, A. V., & Ayres, R. U. 2016. *Production, Consumption and Externalities: An Introduction to Environmental Economics*. Springer.
- Loorbach, D., & Wijsman, K. 2013. Business transition management: Exploring a new role for business in sustainability transitions. *Journal of Cleaner Production*, 45, 20-28.
- McDonough, W., & Braungart, M. 2002. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.
- Portney, P. R., & Stavins, R. N. (Eds.). 2016. *Public Policies for Environmental Protection*. Routledge
- Shrivastava, P. 2018. *Greening of Capitalism: How Asia is Driving the Next Great Transformation*. Stanford University Press.
- UNIDO. 2008. *Introduction to Green Industry: Concepts, Terminology, and Tools*. United Nations Industrial Development Organization.
- Welford, R. 2016. *Corporate Environmental Management*. Routledge.
- World Commission on Environment and Development. 1987. *Our Common Future*. Oxford University Press

BAB 2

LINGKUNGAN DAN INDUSTRI

Oleh Sri Suyani

2.1 Pendahuluan

Pesatnya perkembangan kebutuhan manusia dan teknologi berdampak di bidang industri, baik industri manufaktur maupun jasa. Alam dengan lingkungan bersih merupakan tanggung jawab banyak pihak mulai dari pemerintah hingga masyarakat, termasuk kalangan swasta atau perusahaan.

Sayangnya banyak diantara perusahaan yang belum memperhatikan efek samping dalam produksinya terhadap lingkungan. Misalnya melakukan pengolahan limbah dengan benar dan sadar betapa bahayanya limbah industri yang dihasilkannya. Seharusnya semua perusahaan dituntut dalam produksinya dengan meminimalkan *waste* atau limbah agar tidak merusak lingkungan.(A Lecture Notes, 2008)

2.1.1 Lingkungan

Para ahli sering kali menggunakan istilah "lingkungan" secara umum untuk merujuk pada semua aspek lingkungan, termasuk lingkungan hidup. Dalam konteks tersebut, lingkungan dapat meliputi aspek fisik, sosial, budaya, ekonomi, dan politik yang saling berinteraksi dan mempengaruhi manusia dan organisme lainnya.

Namun, dalam bahasan yang lebih spesifik tentang lingkungan hidup, istilah "lingkungan hidup" lebih sering digunakan untuk menekankan aspek-aspek yang terkait dengan keberlanjutan, pelestarian alam, dan kualitas lingkungan yang berkelanjutan. Lingkungan hidup membahas isu-isu seperti perubahan iklim, keanekaragaman hayati, konservasi sumber

daya alam, pengelolaan limbah, dan upaya untuk melindungi dan memperbaiki kondisi lingkungan.

Jadi, meskipun istilah "lingkungan" dapat mencakup berbagai aspek yang lebih luas, ketika membahas lingkungan hidup, perhatian diberikan pada interaksi antara manusia, organisme hidup, dan lingkungan fisik yang berkelanjutan.

Asal-usul kata "lingkungan hidup" dan definisinya dari bahasa-bahasa asing seperti "*environment*" dalam bahasa Inggris, "*l'environnement*" dalam bahasa Perancis, "*Umwelt*" dalam bahasa Jerman, dan "*Millieu*" dalam bahasa Belanda. Dalam bahasa Indonesia, kata tersebut kemudian menjadi "lingkungan hidup" yang digunakan untuk menggambarkan konsep yang sama.

Definisi lingkungan hidup yaitu semua benda dan kondisi, termasuk manusia dan tingkah lakunya, yang ada di dalam ruang yang kita tempati. Hal ini mencakup pengaruh lingkungan terhadap kelangsungan hidup dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Definisi tersebut pertama kali dirumuskan dalam Seminar segi-segi hukum Pengelolaan Lingkungan Hidup yang diadakan oleh Badan Pembina Hukum Nasional pada tahun 1977. Selain definisi tersebut, Emil Salim, seorang mantan Menteri Lingkungan Hidup Indonesia, juga memberikan definisi yang serupa. Menurut Emil Salim, lingkungan hidup secara umum dapat diartikan

ebagai segala benda, kondisi, keadaan, dan pengaruh yang ada di dalam ruang yang kita tempati dan mempengaruhi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Dalam kedua definisi tersebut, penting untuk dicatat bahwa lingkungan hidup tidak hanya mencakup aspek fisik seperti udara, air, dan tanah, tetapi juga faktor-faktor sosial, ekonomi, dan budaya yang mempengaruhi kehidupan manusia. Lingkungan hidup merupakan kesatuan yang kompleks dan

saling terkait antara manusia, makhluk hidup, dan lingkungan fisik di sekitar kita.

Sehingga secara umum lingkungan ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Jenis dan jumlah masing-masing unsur dalam lingkungan: Lingkungan terdiri dari berbagai unsur seperti udara, air, tanah, tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme. Komposisi dan konsentrasi unsur-unsur ini dapat mempengaruhi sifat dan kondisi lingkungan. Misalnya, kadar polutan dalam air atau udara dapat memengaruhi kualitas lingkungan tersebut.
2. Hubungan atau interaksi antar unsur lingkungan: Unsur-unsur dalam lingkungan saling berinteraksi dan memiliki hubungan yang kompleks. Misalnya, tumbuhan membutuhkan sinar matahari, air, dan nutrisi dari tanah untuk tumbuh. Sementara itu, hewan dan mikroorganisme dapat mempengaruhi siklus nutrisi dan pergerakan energi dalam ekosistem.
3. Kelakuan atau kondisi unsur lingkungan: Kelakuan atau perilaku unsur lingkungan juga dapat memengaruhi sifat lingkungan secara keseluruhan. Misalnya, pola curah hujan, suhu udara, arah angin, dan kecepatan aliran air dapat memengaruhi iklim dan hidrologi suatu daerah.
4. Faktor non materiil: Selain unsur-unsur materi, Faktor-faktor ini meliputi keadaan, suhu, cahaya, energi, dan kebisingan. Misalnya, suhu udara yang tinggi dapat mempengaruhi tingkat kelembaban dan laju penguapan air. Cahaya matahari juga penting dalam proses fotosintesis tumbuhan. Sementara itu, tingkat kebisingan yang tinggi dapat memengaruhi kesehatan manusia dan kehidupan hewan.

Dengan memahami faktor-faktor ini, kita dapat mengidentifikasi dan memahami sifat-sifat lingkungan serta

dampaknya dan upaya untuk menjaga dan memelihara lingkungan yang sehat dan berkelanjutan.

Lingkungan hidup biasanya dibagi menjadi tiga kelompok dasar: lingkungan fisik, lingkungan biologis, dan lingkungan sosial.

1. Lingkungan fisik (*physical environment*) mencakup segala sesuatu di sekitar manusia yang berbentuk benda mati. Contohnya adalah udara, air, tanah, bangunan, dan infrastruktur fisik lainnya.
2. Lingkungan biologis (*biological environment*) terdiri dari segala sesuatu di sekitar manusia yang berupa organisme selain manusia itu sendiri. Ini mencakup flora dan fauna, ekosistem, keanekaragaman hayati, serta interaksi antara manusia dan makhluk hidup lainnya.
3. Lingkungan sosial (*social environment*) melibatkan tindakan manusia-manusia lain yang ada di sekitarnya. Ini mencakup interaksi sosial, nilai-nilai budaya, norma, kebiasaan, serta lembaga dan struktur sosial yang ada dalam masyarakat.

2.1.2 Industri

Industri dapat didefinisikan sebagai sektor ekonomi yang berhubungan dengan produksi barang atau penyediaan jasa dalam skala besar. Industri melibatkan proses pengolahan bahan mentah, penggunaan tenaga kerja, dan penerapan teknologi untuk menghasilkan barang atau jasa yang memiliki nilai tambah.

Definisi industri juga mencakup kegiatan produksi, distribusi, dan konsumsi barang atau jasa dalam kerangka sistematis. Proses industri melibatkan berbagai tahap, mulai dari perencanaan produksi, pengadaan bahan baku, produksi, pengujian kualitas, distribusi, pemasaran, hingga layanan purna jual. Industri dapat mencakup berbagai sektor, seperti industri manufaktur, industri pertambangan, industri konstruksi, industri teknologi informasi, industri jasa keuangan, industri

pariwisata, dan sektor lainnya. Setiap sektor industri memiliki karakteristik, persyaratan, dan proses produksi yang khas.

Industri memainkan peran yang penting dalam pembangunan ekonomi suatu negara. Berikut adalah beberapa manfaat dan peran sektor industri dalam pembangunan ekonomi:

1. Penciptaan lapangan kerja: Industri menyediakan kesempatan kerja bagi masyarakat, sehingga mengurangi tingkat pengangguran dan kemiskinan. Dengan adanya lapangan kerja yang tersedia, pendapatan masyarakat meningkat, yang pada gilirannya akan meningkatkan daya beli dan meningkatkan kesejahteraan umum.
2. Pertumbuhan ekonomi: Sektor industri berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara. Dengan adanya industri yang berkembang, tingkat produksi dan produktivitas meningkat, yang berdampak pada pertumbuhan PDB (Produk Domestik Bruto). Pertumbuhan ekonomi yang stabil memberikan stabilitas dan kemakmuran bagi negara tersebut.
3. Pembangunan infrastruktur: Industri memainkan peran penting dalam pembangunan infrastruktur suatu negara. Dalam rangka mengoperasikan pabrik dan fasilitas produksi, infrastruktur seperti jalan, jembatan, pelabuhan, dan listrik harus dikembangkan. Pembangunan infrastruktur ini tidak hanya mendukung kegiatan industri, tetapi juga mendorong pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan.
4. Peningkatan nilai tambah: Dengan mengolah bahan baku menjadi barang jadi, industri menambahkan nilai tambah pada produk. Hal ini berarti bahwa negara dapat menjual produk dengan harga lebih tinggi, yang berkontribusi pada pendapatan negara melalui ekspor. Peningkatan nilai tambah juga berarti bahwa negara tidak hanya menjadi

eksportir bahan mentah, tetapi juga produsen barang jadi yang lebih bernilai.

5. Substitusi impor: Industri yang berkembang mampu memproduksi barang dan jasa yang sebelumnya harus diimpor. Dengan memproduksi sendiri, negara dapat mengurangi ketergantungan pada impor dan menghemat devisa yang diperlukan untuk membeli barang dari luar negeri. Substitusi impor juga dapat mendorong pengembangan industri dalam negeri dan meningkatkan ketahanan ekonomi negara.

Melalui peran-peran ini, sektor industri berkontribusi secara signifikan terhadap pembangunan ekonomi suatu negara. Penting bagi pemerintah dan pihak terkait lainnya untuk mendorong pengembangan sektor industri yang sehat dan berkelanjutan guna mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan kesejahteraan masyarakat yang lebih baik. Perkembangan teknologi, globalisasi, dan inovasi terus mempengaruhi sektor industri, menciptakan peluang baru, dan mengubah cara kerja dalam industri. Transformasi digital, keberlanjutan, dan otomatisasi menjadi tren yang signifikan dalam perkembangan industri modern.

Sedangkan Kawasan Industri adalah area atau lokasi tertentu yang telah ditetapkan dan disediakan oleh pemerintah atau perusahaan kawasan industri yang memiliki fasilitas dan infrastruktur pendukung untuk kegiatan industri. Tujuan pembentukan kawasan industri adalah untuk mendorong pengembangan industri, menciptakan lapangan kerja, meningkatkan ekonomi, dan memfasilitasi investasi dalam sektor industri.

Pemerintah Indonesia berperan dalam pengaturan pembangunan dan pengelolaan kawasan industri melalui regulasi dan kebijakan yang relevan. Perusahaan kawasan industri, baik pemerintah maupun swasta, bertanggung jawab

untuk mengembangkan, mengelola, dan memelihara sarana dan prasarana yang ada di kawasan industri tersebut.(Swantomo, Deni dan Maria Christina, 2007)

Dalam banyak negara, pemerintah memiliki peran dalam mengatur, mendorong, dan memberikan kebijakan yang mendukung pertumbuhan sektor industri. Upaya kolaborasi antara pemerintah, industri, dan lembaga terkait lainnya sering dilakukan untuk mempromosikan pertumbuhan industri yang berkelanjutan dan berdaya saing.

2.1.3 Pengelolaan Lingkungan

Pengelolaan lingkungan berfungsi mewujudkan perbaikan kualitas lingkungan hidup yang diselenggarakan dengan asas berkelanjutan dan asas manfaat. Penyelenggaraan pengelolaan lingkungan hidup bertujuan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan berwawasan lingkungan melalui penerapan prinsip-prinsip *good environmental govermance*.

Agar pengelolaan lingkungan hidup dapat berhasil dengan baik, seperti ditetapkan dalam pasal 5 Undang-undang No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (UUPPLH)(*Undang-Undang Nomor 23 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*, 1997), bahwa pengelolaan lingkungan hidup bertujuan untuk:

- a. Mencapai hubungan keselarasan antara manusia dan lingkungan hidup sebagai tujuan membangun manusia secara utuh. Hal ini berarti mengakui bahwa manusia adalah bagian dari ekosistem dan harus hidup secara seimbang dengan alam, dengan memperhatikan dan menghormati keberlanjutan alam serta menjaga keseimbangan ekosistem.
- b. Mengendalikan pemanfaatan sumber daya dengan baik. Pengelolaan yang efektif dan berkelanjutan dari sumber daya alam seperti air, tanah, hutan, dan energi bertujuan untuk mencegah eksploitasi berlebihan atau tidak

bertanggung jawab terhadap sumber daya tersebut. Pemanfaatan yang bijaksana harus mempertimbangkan kebutuhan manusia saat ini dan masa depan, serta melibatkan prinsip konservasi dan penghematan.

- c. Mewujudkan manusia sebagai pembina lingkungan hidup. Ini berarti mengedepankan kesadaran dan tanggung jawab individu dalam memelihara dan melindungi lingkungan hidup. Manusia harus menjadi agen perubahan yang bertindak secara positif untuk melestarikan lingkungan, baik melalui kegiatan sehari-hari maupun partisipasi dalam upaya pelestarian lingkungan yang lebih besar.
- d. Melaksanakan pembangunan berwawasan lingkungan yang bermanfaat bagi generasi sekarang dan masa depan. Pengelolaan lingkungan hidup harus memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan keberlanjutan ekosistem untuk generasi mendatang.
- e. Melindungi lingkungan dari dampak kerusakan dan pencemaran. Pengelolaan lingkungan hidup bertujuan untuk mencegah dan mengurangi kerusakan alam serta pencemaran lingkungan, baik melalui upaya konservasi, pengendalian polusi, restorasi ekosistem, atau penggunaan teknologi yang ramah lingkungan.

Terdapat 14 asas dasar dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Berikut adalah penjelasan singkat untuk setiap asas tersebut:

1. Tanggung jawab negara: Negara bertanggung jawab untuk memastikan pemanfaatan sumber daya alam yang optimal bagi kesejahteraan rakyat, baik saat ini maupun di masa depan.
2. Kelestarian dan keberlanjutan: Setiap individu berupaya melestarikan ekosistem dan perbaikan kualitas lingkungan hidup.

3. Keserasian dan keseimbangan: Pemanfaatan lingkungan hidup harus memperhatikan berbagai aspek seperti ekonomi, sosial, budaya, serta perlindungan dan pelestarian ekosistem.
4. Keterpaduan: Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dilakukan melalui penggabungan berbagai unsur dan komponen terkait secara sinergis.
5. Manfaat: Pembangunan harus disesuaikan dengan potensi sumber daya alam dan lingkungan hidup untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang sejalan dengan lingkungan.
6. Kehati-hatian: Kegiatan industri berusaha meminimalisir atau menghindari ancaman terhadap pencemaran atau kerusakan lingkungan.
7. Keadilan: Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup harus mencerminkan keadilan bagi setiap warga negara, termasuk lintas daerah, lintas generasi, dan lintas gender.
8. Ekoregion: Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup harus memperhatikan karakteristik sumber daya alam, ekosistem, kondisi geografis, budaya masyarakat setempat, dan kearifan lokal.
9. Keanekaragaman hayati: Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup harus mempertahankan keberagaman sumber daya alam hayati, termasuk tumbuhan dan hewan, serta unsur nonhayati yang membentuk ekosistem.
10. Pencemar membayar: Setiap penanggung jawab yang menyebabkan pencemaran atau kerusakan lingkungan harus bertanggung jawab dan membayar biaya pemulihan lingkungan.
11. Partisipatif: Masyarakat diharapkan berperan aktif dalam pengambilan keputusan dan pelaksanaan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
12. Kearifan lokal: Pengelolaan lingkungan hidup harus memperhatikan nilai-nilai luhur yang berlaku.

13. Tata Kelola pemerintah: Pengelolaan lingkungan hidup harus didasarkan pada prinsip partisipasi, transparansi, akuntabilitas, efisiensi, dan keadilan.
14. Otonomi daerah: Pemerintah daerah memiliki kewenangan untuk mengatur dan mengurus perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dengan memperhatikan kekhasan dan keragaman daerah di dalam Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Asas-asas ini memberikan landasan untuk perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan, melibatkan partisipasi masyarakat, dan menghormati kearifan lokal serta hak-hak generasi mendatang. (*Undang-undang Nomor 32 Pasal 1 ayat 3, tentang Lingkungan hidup.*, 2009)

2.2 Ekologi Industri

Ekologi industri adalah studi mengenai aliran energi dan material dalam sistem industri dengan tujuan menciptakan suatu sistem industri yang mirip dengan ekosistem alami. Prinsip dasar ekologi industri adalah menggunakan buangan suatu industri sebagai bahan baku bagi industri lain, menciptakan siklus tertutup di mana tidak ada emisi atau limbah yang terbuang begitu saja. Dalam ekologi industri, produksi bersih adalah salah satu pendekatan yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut. Dengan menerapkan prinsip-produksi bersih, industri dapat mengurangi limbah yang dihasilkan sejak awal proses produksi. Namun, ketika terdapat limbah yang tidak dapat dihindari (*unavoidably produced waste*), konsep ekologi industri berperan penting dalam mendaur ulang dan memanfaatkan limbah tersebut sebagai bahan baku bagi industri lain. Produksi bersih (*cleaner production*) lebih menekankan pada pencegahan pencemaran dan pengurangan limbah.

Selain itu, integrasi energi juga merupakan aspek penting dalam ekologi industri. Dalam suatu kawasan industri, unit-unit industri dapat saling berbagi energi, seperti panas residual atau listrik yang dihasilkan sebagai produk sampingan dari satu unit industri dapat dimanfaatkan oleh unit industri lainnya. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi kebutuhan energi dari sumber-sumber eksternal.

Terdapat dua hal yang mendasari konsep ekologi industri:

1. Metabolisme industri.

Dalam konteks industri, metabolisme industri berusaha untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi limbah, dan mendorong penggunaan ulang dan daur ulang bahan. Misalnya, limbah padat dari industri makanan dapat dimanfaatkan sebagai pakan untuk peternakan, sedangkan panas sisa dari pembangkit listrik dapat digunakan untuk memanaskan air dalam proses industri lainnya.

2. Simbiosis industri.

Konsep simbiosis industri melibatkan kerja sama saling menguntungkan antara industri-industri yang berbeda. Contohnya ketika limbah dari satu industri menjadi bahan baku bagi industri lainnya, atau ketika satu industri menyediakan layanan pengelolaan limbah bagi industri lainnya.

Dalam kedua konsep ekologi industri berupaya meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan mempromosikan keberlanjutan melalui pendekatan prinsip-prinsip ekosistem alami dan konsep ekologi industri.

Adapun konsep ekologi industri umumnya mencakup empat elemen utama yaitu:

1. Mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang ada

Pengoptimalan penggunaan sumber daya alam seperti air, energi, bahan baku, dan lain-lain. Hal ini dapat dicapai dengan menerapkan praktik efisiensi dalam proses produksi, mengurangi limbah, dan mendaur ulang sumber daya yang digunakan.

2. Menciptakan Siklus Material yang Tertutup dan Meminimalkan Emisi

Kegiatan industri dengan siklus material yang tertutup dalam suatu sistem industri, di mana limbah dari satu proses menjadi bahan baku bagi proses lainnya.

3. Proses Dematerialisasi dan pengurangan ketergantungan pada sumber energi tidak terbarukan. Konsep ini mengurangi penggunaan bahan-bahan fisik dalam proses produksi dan menggantinya dengan teknologi yang lebih efisien. Serta mengurangi ketergantungan pada sumber energi yang tidak terbarukan seperti bahan bakar fosil.

4. Pengembangan sistem pertukaran limbah yang bermanfaat. Pada konsep ini, limbah dari satu industri dapat menjadi bahan baku atau input bagi industri lainnya. Hal ini dapat mengurangi produksi limbah, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan menciptakan sinergi antara industri-industri yang berbeda.

Dengan menerapkan keempat konsep ekologi ini, diharapkan bahwa industri dapat beroperasi secara lebih berkelanjutan, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, dan memanfaatkan sumber daya dengan lebih efisien.

Sedangkan prinsip-prinsip ekologi industri yang dikemukakan oleh pada tahun 2007 meliputi enam komponen utama, yaitu :

1. Ekosistem industri merupakan kerjasama antar beragam industri, dimana limbah dari suatu industri merupakan bahan material bagi industri lainnya. Konsep ini mengacu

pada ide bahwa limbah atau sisa produksi dari satu industri dapat menjadi sumber bahan baku atau input bagi industri lainnya.

2. Keseimbangan input dan output industri yang mengacu pada keterbatasan sistem alam. Prinsip ini menekankan pentingnya menjaga keseimbangan antara input (sumber daya alam) dan output (limbah atau emisi) yang dihasilkan oleh industri.
3. Pengurangan intensitas material dan energi dalam produksi. Prinsip ini mengajak industri untuk mengurangi penggunaan material dan energi yang intensif dalam proses produksi.
4. Peningkatan efisiensi dalam proses industri. Prinsip ini mengoptimalkan penggunaan sumber daya, industri dapat mengurangi limbah dan emisi yang dihasilkan, serta meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.
5. Pengembangan supply energi yang dapat diperbaharui untuk keperluan industri. Prinsip ini mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan beralih ke energi terbarukan.
6. Adopsi kebijaksanaan baru, baik kebijakan nasional maupun internasional dalam pengembangan ekonomi. Prinsip ini menekankan pentingnya adopsi kebijakan baru meliputi regulasi lingkungan, insentif pajak, dan kerjasama internasional dalam mengatasi masalah lingkungan.

Prinsip-prinsip tersebut bertujuan untuk mengarahkan industri menuju pengelolaan yang lebih baik terhadap lingkungan, sumber daya alam, serta ekosistem industri.

Pengembangan ekologi pada ekosistem industri memiliki 4 ciri yang analog dengan system industri pada umumnya, yaitu : material, keragaman, kawasan dan perubahan secara perlahan-lahan. Hal tersebut digambarkan dalam tabel 2.1 berikut (Djayadiningrat S.T., 2004) :

Tabel 2.1. Pengembangan Ekologi pada ekosistem Industri

Ekosistem	Sistem Industri
Siklus bahan baku/material (<i>Roundput</i>) - Daur ulang - Pengaliran energi	Siklus bahan baku/material (<i>Roundput</i>) - Daur ulang - Pengaliran energi
Keragaman - Keragaman spesies (<i>biodeversisty</i>), organisme. Kebergantungan. - Keragaman informasi	Keragaman - Keragaman spesies (<i>biodeversisty</i>), organisme. Kebergantungan. - Keragaman informasi
Kawasan (<i>Region</i>) - Menggunakan sumber daya alam local - Menghargai keterbatasan sumber daya alam di area kawasan.	Kawasan (<i>Region</i>) - Menggunakan sumber daya alam & limbah di kawasan - Menghargai keterbatasan sumber daya alam di area kawasan. - Kerjasama anatar pelaku di kawasan
Perubahan perlahan-lahan (<i>gradual change</i>), pengembangan : - Penggunaan energi matahari - Melalui reproduksi - Keragaman sistem, siklus waktu dan musim secara perlahan-lahan, proporsional perkembangan alam.	Perubahan perlahan-lahan (<i>gradual change</i>) : - Menggunakan sisa material, limbah dan energi - Sumber daya yang dapat diperbarui - Pengembangan keragaman sistem secara perlahan-lahan.

Penjelasan di atas mencakup beberapa konsep dalam ekologi industri. Berikut adalah penjelasan untuk setiap poin :

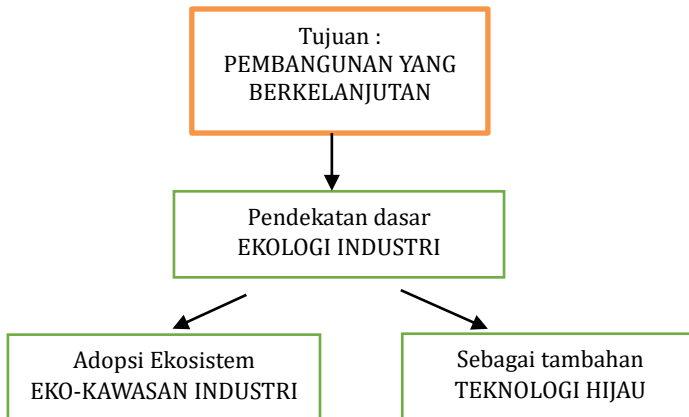
1. Siklus material dan bahan baku:
Proses produksi menghasilkan produk limbah yang bisa didaur ulang dan menjadi energi yang dapat dimanfaatkan organisme lainnya.
2. Keragaman.
 - a. Keragaman dan kebergantungan serta kerjasama dalam suatu industri dalam mendorong pemanfaatan limbah.
 - b. Keragaman informasi antar industri dengan sepakat bahwa limbah dipahami sebagai produk bernilai dan bermanfaat untuk industri lain, yang mendorong pengembangan industri yang berkelanjutan serta mengurangi pemborosan sumber daya.
3. Kawasan.
Konsep pengembangan sistem ekologi industri dalam Kawasan dalam pemanfaatan material, sumber energi, limbah, dan energi disekitar dengan mempertimbangkan keterbatasan alam.
4. Perubahan Secara Perlahan-lahan.
Sumber daya alam seperti fosil-fosil munculnya perlahan-lahan, bisa ribuan tahun. Sumber daya ada yang dapat diperbaharui dan yang tidak dapat diperbaharui. Sumber daya regeneratif, seperti energi matahari, secara alami diperbaharui dalam skala waktu yang cukup lama. Namun, kegiatan industri seringkali bergantung pada sumber daya alam yang terbatas atau tidak dapat diperbaharui.

2.3 Ekosistem Kawasan Industri

Konsep pengembangan kawasan industri yang mengadopsi prinsip-prinsip ekologi industri dalam operasinya disebut Ekosistem Kawasan industri atau *eco-industrial park* (EIP). Dengan teknologi hijau yang bertujuan meminimalkan

dampak negatif terhadap lingkungan, mempromosikan efisiensi sumber daya, dalam upaya menciptakan kawasan industri yang berkelanjutan.

Hubungan ekosistem kawasan industri dalam pembangunan yang berkelanjutan, seperti digambarkan pada bagan dibawah ini :



Gambar 2.1. Hubungan Ekosistem kawasan industri dalam pembangunan berkelanjutan

Sumber : *A Foundation for sustainable communities*

Pengembangan industri mendatang bertujuan pembangunan industri yang berkelanjutan dengan pendekatan Ekologi industri. Agar tujuan pembangunan yang berkelanjutan tercapai, maka kawasan Industri mengadopsi ekologi industri dalam ekosistemnya disebut eko-kawasan industri ditambah dengan teknologi hijau.

Rancangan pengembangan ekosistem kawasan industri, memerlukan beberapa komponen, yang memperlancar pengembangan pembangunan berkelanjutan.

Adapun komponen dalam rancangan ekosistem Kawasan industri tersebut adalah:

1. Sistem alam.

Mengacu pada pendekatan yang meminimalkan dampak negatif pada lingkungan dan memperkecil biaya operasional. Hal ini dapat dicapai dengan mengintegrasikan praktik-praktik ramah lingkungan dalam operasi kawasan industri, seperti pengelolaan limbah yang efektif, penggunaan sumber daya alam yang berkelanjutan, dan perlindungan terhadap keanekaragaman hayati.

2. Energi.

Fokus upaya penghematan energi, penggunaan sumber energi terbarukan, dan penerapan teknologi yang ramah lingkungan.

3. Alir material.

Prinsip eko kawasan industri menyatakan bahwa limbah dianggap sebagai produk yang berharga dan dapat dijual serta digunakan oleh pihak lain. Sehingga aliran material di dalam kawasan industri dapat dioptimalkan untuk menciptakan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan.

4. Pengelolaan Kawasan.

Pengelolaan kawasan harus mendukung pertukaran produk, tercipta sinergi dan kerjasama antar perusahaan dalam menghadapi perubahan regulasi, tantangan ekonomi, serta perkembangan teknologi, sehingga menguntungkan semua pihak. (*Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun tentang Perindustrian*, 2014)

Berikut adalah rincian lebih lanjut tentang keuntungan-keuntungan tersebut:

1. Bagi Perusahaan :

1. Menurunkan biaya bahan/materia. Dengan adanya kawasan industri, perusahaan dapat memanfaatkan hasil dari penjualan limbah untuk mengurangi biaya

pembelian bahan atau material baru, sehingga menghemat biaya produksi.

2. Menurunkan penggunaan energi. Dalam kawasan industri, perusahaan-perusahaan dapat saling berbagi sumber daya dan fasilitas, sehingga mengurangi penggunaan energi yang terkait dengan transportasi barang atau bahan antar perusahaan.
3. Menurunkan biaya pengelolaan limbah. Limbah yang dihasilkan oleh satu perusahaan dapat menjadi bahan baku atau dapat dijual kepada perusahaan lain di kawasan tersebut. Dengan demikian, biaya pengelolaan limbah dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan.
4. Menurunkan biaya perekrutan pegawai. Beberapa perusahaan dalam kawasan industri dapat melakukan rekrutmen bersama atau berbagi tenaga kerja, yang dapat mengurangi biaya yang terkait dengan perekrutan dan pelatihan pegawai baru.

2. Bagi Lingkungan :

- a. Berkurangnya permintaan sumber daya alam. Dengan adanya kawasan industri yang memanfaatkan limbah sebagai bahan baku, permintaan terhadap sumber daya alam seperti energi, air, dan bahan mentah dapat berkurang.
- b. Berkurangnya jumlah limbah. Dalam kawasan industri, perusahaan dapat melakukan praktik pengurangan, daur ulang, dan pengelolaan limbah yang efisien.
- c. Menurunkan kemungkinan terjadinya kecelakaan transportasi: Perusahaan di kawasan dapat bekerja sama transportasi, sehingga meminimalkan transportasi jarak jauh antara pemasok, produsen, dan distributor. Hal ini dapat mengurangi risiko kecelakaan transportasi dan dampak negatifnya.
- d. Menurunkan biaya pengelolaan limbah. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, dalam kawasan industri,

limbah dari satu perusahaan dapat menjadi bahan baku bagi perusahaan lain. Dengan demikian, biaya pengelolaan limbah dapat berkurang karena limbah tersebut dapat dijual atau dimanfaatkan kembali.

3. Bagi Masyarakat :

- a. Ekonomi masyarakat meningkat. Kawasan industri menyediakan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar, sehingga tingkat pengangguran dapat berkurang dan pendapatan masyarakat meningkat, serta ekonomi lokal berkembang.
- b. Akses mudah terhadap produk yang dibutuhkan. Dalam kawasan industri, berbagai perusahaan berkumpul dalam satu lokasi, sehingga mudah mendapatkan produk atau layanan yang dibutuhkan karena tersedianya beragam pilihan yang dekat secara geografis.
- c. Hidup lebih sehat karena udara dan air lebih bersih, karena pengelolaan limbah dan emisi dapat diatur dengan lebih baik.

2.4 Dampak Industri terhadap Lingkungan.

Bidang industri memberikan banyak keuntungan bagi berbagai pihak, namun banyak juga dampak negatifnya terhadap lingkungan hidup. Karena industri seringkali menghasilkan limbah berbahaya yang jika tidak ditangani dengan baik dapat mencemari udara, air, dan tanah. Hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan habitat alami, deforestasi, dan kehilangan keanekaragaman hayati.

Beberapa dampak industri terhadap lingkungan pada umumnya, yaitu :

1. Pencemaran udara.
Polusi udara akibat emisi gas buang dapat mengakibatkan masalah kesehatan pada manusia dan hewan, serta merusak ekosistem.
2. Pencemaran air.
Limbah industri yang tidak diolah dengan benar dapat mengandung bahan kimia berbahaya seperti logam berat, pestisida, dan bahan beracun lainnya yang dapat mencemari air dan mengancam kehidupan makhluk hidup di dalamnya.
3. Pencemaran tanah.
Limbah industri dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari lapisan tanah yang penting bagi pertanian dan ekosistem alami.
4. Penggundulan hutan.
Beberapa industri, seperti industri kayu, pertanian, dan pertambangan, sering melakukan penggundulan hutan secara besar-besaran. Hal ini mengakibatkan hilangnya habitat alami, kerusakan ekosistem, dan mengancam keberlanjutan lingkungan.
5. Pemanasan global.
Industri juga menjadi penyumbang utama emisi yang berkontribusi pada pemanasan global. Suhu meningkat berdampak negatif pada iklim, keseimbangan ekosistem, dan kesehatan manusia.
6. Penggunaan sumber daya alam yang berlebihan.
Industri sering kali mengonsumsi sumber daya alam secara berlebihan, seperti air, kayu, dan energi fosil. Hal ini dapat menyebabkan kelangkaan sumber daya alam.

Untuk mengurangi dampak negatif industri terhadap lingkungan, penting untuk menerapkan praktik ramah lingkungan, seperti penggunaan teknologi yang lebih bersih,

daur ulang limbah, pengelolaan air yang efisien, dan perlindungan terhadap habitat alami. Selain itu, kebijakan lingkungan yang ketat dan kesadaran masyarakat terhadap isu-isu lingkungan juga menjadi faktor penting dalam mempromosikan pembangunan industri yang berkelanjutan.

Beberapa tindakan dalam mengatasi dampak lingkungan antara lain:

1. Penerapan teknologi bersih.
Industri harus mengadopsi teknologi yang ramah lingkungan untuk mengurangi emisi polutan dan limbah berbahaya. Misalnya, penggunaan sistem pemurnian udara dan air, penggunaan energi terbarukan, dan penerapan proses produksi yang lebih efisien.
2. Pengelolaan limbah yang baik.
Industri harus memiliki sistem pengelolaan limbah yang efektif untuk mencegah pencemaran air dan tanah. Limbah harus diproses dan dibuang dengan cara yang aman dan sesuai dengan standar lingkungan.
3. Konservasi sumber daya alam.
Industri harus menggunakan sumber daya alam secara bijaksana dan efisien. Hal ini dapat dilakukan melalui penggunaan teknologi yang ramah lingkungan, pengembangan bahan baku alternatif, dan praktik efisiensi energi.
4. Penerapan regulasi dan kebijakan lingkungan yang ketat.
Pemerintah perlu mengimplementasikan regulasi dan kebijakan yang ketat terkait lingkungan hidup. Meliputi standar emisi yang ketat, pengawasan terhadap pembuangan limbah, dan hukuman yang tegas bagi pelanggar.
5. Pendidikan dan kesadaran lingkungan.
Penting untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan karyawan industri tentang pentingnya lingkungan yang sehat.

Dengan pengelolaan lingkungan hidup yang baik, industri dapat tetap beroperasi secara efisien dan berkelanjutan tanpa mengorbankan lingkungan hidup.

2.5 Isu Lingkungan di Kawasan Industri.

Pencemaran lingkungan baik, padat, cair, udara dan suara sebagai akibat aktifitas industri, serta keterbatasan sumber daya dan pengelolaan limbah, akan berdampak terhadap proses berkelanjutan industri. Terutama dalam kawasan industri, hal tersebut menjadi isu lingkungan yang menarik. Untuk mencegah dan mengatasi pencemaran yang merupakan isu lingkungan, dibutuhkan kerjasama yang baik antara berbagai pihak terkait , terutama penyelenggara industri. Oleh karena itu perlu dipahami apa saja upaya dalam mencegah dan mengatasinya. Berikut ini beberapa upaya dalam mencegah dan mengatasi isu lingkungan.(Djayadiningrat S.T., 2004)

Upaya-upaya pencegahan isu lingkungan di Kawasan industri, meliputi :

1. Konservasi sumber daya alam.
Mengurangi penggunaan sumber daya alam yang tidak terbarukan seperti air, energi, dan bahan baku. Menggunakan teknologi yang efisien energi dan mengoptimalkan proses produksi untuk mengurangi limbah.
2. Mendukung penggunaan energi terbarukan.
Beralih ke sumber energi terbarukan seperti energi matahari, angin, atau biomassa. Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang menyebabkan emisi gas.
3. Pengelolaan limbah yang berkelanjutan.
Melakukan daur ulang limbah dan pengelolaan limbah yang efisien.

4. Mengedepankan prinsip ramah lingkungan dalam desain produk.
Menggunakan bahan baku yang dapat didaur ulang, mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya, dan mendukung penggunaan produk ramah lingkungan.
5. Pendidikan dan kesadaran lingkungan.
Menedukasi karyawan, masyarakat sekitar, dan konsumen mengenai pentingnya menjaga lingkungan. Memasyarakatkan perilaku yang ramah lingkungan seperti mengurangi penggunaan kantong plastik, menghemat air, dan mendaur ulang.
6. Kerjasama dengan pihak terkait.
Berkolaborasi dengan pemerintah, lembaga lingkungan, dan komunitas untuk mengembangkan kebijakan yang mendukung lingkungan.
7. Mengadopsi teknologi bersih.
Memanfaatkan teknologi terkini yang lebih ramah lingkungan dalam proses produksi dan penggunaan sumber daya. Contohnya, menggunakan sistem pengelolaan energi cerdas, teknologi pengolahan limbah terkini, atau kendaraan listrik.
8. Mendorong inovasi lingkungan.
Mendukung penelitian dan pengembangan teknologi yang berfokus pada solusi lingkungan, inovasi energi terbarukan, pengelolaan air, dan pengurangan emisi.
9. Audit lingkungan.
Melakukan audit lingkungan secara berkala untuk mengevaluasi dampak industri terhadap lingkungan.
10. Mengikuti standar lingkungan dan regulasi.
Mematuhi peraturan operasi industri dan standar lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah setempat.

Upaya-upaya mengatasi isu lingkungan di kawasan industri, meliputi :

1. Menerapkan pemikiran bahwa limbah sebagai produk yang bermanfaat/bernilai, yaitu dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku industri lainnya.
2. Membuat kebijakan yang menguntungkan, misal daur ulang, pengelolaan limbah yang bisa dijual ke industri lain.
3. Kerjasama pemanfaatan limbah dan energi dalam Kawasan.
4. Pembentukan hubungan atau link antar industri berkelanjutan, sehingga dapat mengidentifikasi peluang-peluang baru.

Disamping upaya pencegahan dan mengatasi isu lingkungan terdapat beberapa prinsip pengelolaan isu lingkungan. Prinsip-prinsip tersebut yaitu :

1. Terpadu
Yaitu pengelolaan isu lingkungan secara berkesinambungan, terpadu satu isu dengan isu yang lain.
2. Berkelanjutan
Yaitu pemanfaatan lingkungan dalam kegiatan pembangunan dilakukan berkesinambungan dan digunakan sampai generasi yang akan datang.
3. Partisipatif
Yaitu pengelolaan isu lingkungan perlu partisipasi dan peran aktif dari berbagai unsur terkait, meliputi pelaku industri, pemerintah dan masyarakat.
4. Melembaga
Yaitu dalam pelaksanaannya bukan dipaksakan tetapi merupakan kebiasaan dalam system industri.

2.6 Industri berwawasan lingkungan

Konsep pengembangan industri berwawasan lingkungan memang sangat penting untuk mengatasi isu lingkungan dalam industri, terutama di negara berkembang.

Pembangunan industri yang berwawasan lingkungan, menurut Kementerian Lingkungan Hidup (1990), dapat diukur keberlanjutannya berdasarkan tiga kriteria utama, yaitu:

1. Penggunaan sumber daya tidak boros.

Keberlanjutan industri dapat diukur melalui pemanfaatan sumber daya alam dengan bijaksana, mengoptimalkan penggunaan energi, air, tanah, dan bahan-bahan lainnya, sehingga mengurangi limbah dan kerusakan yang ditimbulkan.

2. Tidak ada dampak lingkungan.

Keberlanjutan industri juga dapat diukur dengan memastikan tidak menimbulkan dampak lingkungan yang mencakup polusi udara, pencemaran air, kerusakan habitat alami, hilangnya keanekaragaman hayati, dan perubahan iklim.

3. Dapat meningkatkan sumber daya yang dapat digunakan dan sumber daya yang dapat diganti.

Keberlanjutan industri juga melibatkan upaya untuk meningkatkan sumber daya yang dapat digunakan (*useable resources*) dan sumber daya yang dapat diganti (*replaceable resources*). Sumber daya yang dapat digunakan mencakup sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan secara produktif, seperti air bersih, energi terbarukan, dan hasil hutan yang lestari. Sumber daya yang dapat diganti mencakup penggunaan sumber daya yang dapat diperbarui atau diisi kembali, seperti penanaman kembali pohon atau pengembangan teknologi yang lebih ramah lingkungan.

Dengan mengadopsi ketiga kriteria ini, industri yang berwawasan lingkungan diharapkan dapat berkelanjutan dalam jangka panjang, dengan menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia dan perlindungan lingkungan.

Pembangunan industri berwawasan lingkungan didasarkan beberapa prinsip yang mencakup:

1. Memenuhi kebutuhan generasi masa kini dan tanpa mengorbankan generasi mendatang.

Prinsip ini mengakui pentingnya pemenuhan kebutuhan manusia saat ini, namun juga menekankan perlunya menjaga keberlanjutan lingkungan agar generasi mendatang juga dapat memenuhi kebutuhan mereka.

2. Memperhatikan ekosistem.

Prinsip ini menekankan perlunya menjaga keseimbangan ekosistem dan meminimalkan kerusakan lingkungan. Hal ini melibatkan pelestarian sumber daya alam, pengurangan polusi, perlindungan terhadap keanekaragaman hayati, dan pemulihan ekosistem yang rusak.

3. Mewujudkan kepentingan masyarakat.

Prinsip ini menekankan pentingnya mengakomodasi kebutuhan masyarakat saat ini, sambil mempertimbangkan kepentingan dan kesejahteraan masa depan. Harus memperhatikan partisipasi publik, keadilan sosial, dan kesejahteraan masyarakat dalam jangka panjang.

4. Meningkatkan kualitas hidup manusia.

Prinsip ini berfokus pada peningkatan kualitas hidup manusia, termasuk aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Hal tersebut harus dilakukan dengan cara yang tidak merusak dan memboroskan sumber daya alam, melainkan memanfaatkannya secara bijaksana dan berkelanjutan.

Prinsip-prinsip ini membentuk dasar bagi pembangunan industri yang berwawasan lingkungan, yang bertujuan untuk mencapai keseimbangan antara pembangunan ekonomi,

keberlanjutan lingkungan, kesejahteraan masyarakat, dengan mempertimbangkan aspek social, politik dalam upaya menuju kehidupan yang lebih baik dan seimbang.

Pembangunan industri berwawasan lingkungan memiliki tiga peluang utama untuk peningkatan sumber daya, yaitu:

1. Penggunaan ulang (daur ulang) produk dan pertukaran material.

Perusahaan dapat menggunakan kembali produk yang sudah tidak terpakai atau melakukan daur ulang untuk mengurangi penggunaan bahan baku baru. Selain itu, juga dapat melakukan pertukaran material dengan perusahaan lain untuk menciptakan sinergi antara produk dan limbah yang dihasilkan.

2. Penggunaan bersama (sharing) utilitas/infrastruktur.

Dalam pengolahan sumber daya yang umum seperti energi, air, dan limbah cair, perusahaan-perusahaan dapat berbagi penggunaan utilitas dan infrastruktur. Misalnya, beberapa perusahaan dapat menggunakan sistem penyediaan energi terbarukan yang sama atau membagi fasilitas pengolahan limbah. Dengan membagi utilitas ini, sumber daya dapat dimanfaatkan secara lebih efisien dan mengurangi dampak lingkungan.

3. Penggabungan penggunaan jasa.

Perusahaan dapat menggabungkan penggunaan jasa dalam menghasilkan kebutuhan umum seperti transportasi, suplai makanan, dan pencegahan kebakaran, sehingga mengurangi penggunaan sumber daya dan mengoptimalkan efisiensi dalam penyediaan layanan tersebut.

Melalui tiga peluang utama ini, pembangunan berwawasan lingkungan dapat meningkatkan penggunaan sumber daya yang lebih efisien, mengurangi dampak lingkungan, dan menciptakan sistem ekonomi yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- A Lecture Notes. 2008. *Eco-Industrial Park : A Foundation for Sustainable Communities*. Indigo Department.
- Djayadiningrat S.T., M. F. 2004. *Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan*. Bandung: Rekayasa Sains.
- Swantomo, Deni dan Maria Christina, K. M. 2007. *Kajian Penerapan Ekologi Industri di Indonesia*. Yogyakarta: STTN (BATAN).
- Undang-Undang Nomor 23 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*. 1997.
- Undang-undang Nomor 32 Pasal 1 ayat 3, tentang Lingkungan hidup*. 2009.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun tentang Perindustrian*. 2014.

BAB 3

DAYA DUKUNG LINGKUNGAN DAN KETERBATASAN SUMBERDAYA ALAM

Oleh Wa Ode Azfari Azis

3.1 Pendahuluan

Manusia dalam menjalankan roda kehidupannya dengan berbagai macam aktivitas, peran dan memenuhi kebutuhan hidup memerlukan lingkungan. Untuk mencapai kehidupan yang layak, manusia membutuhkan lingkungan dan begitu pula lingkungan membutuhkan manusia. Keduanya memiliki hubungan (simbiosis) yang harmonis(Sallata, 2015).

Manusia dengan pengetahuannya, pembangunan dengan teknologinya mampu mengubah alam (*natural*). Pengubahan tersebut dapat melalui proses eksploitasi sumberdaya alam secara besar-besaran dengan mengikutsertakan teknologi yang manusia buat tanpa mempertimbangkan daya dukung dari lingkungan itu sendiri. Manusia tidak berpikir bahwa sumberdaya alam memiliki keterbatasan sehingga dapat berakibat buruk terhadap keberlanjutan sumberdaya alam dan lingkungannya. Dampaknya, planet bumi semakin sulit mendukung kehidupan manusia, kondisi ini menyebabkan lingkungan hidup dunia semakin krisis dan semakin mengancam kualitas kehidupan manusia secara berkelanjutan(Djunaedi, 2012).

Lingkungan adalah kombinasi antara fisik, yang mencakup kondisi sumber daya alam yang tumbuh di darat atau di laut, dan pranata sosial yang diciptakan manusia.

Menurut Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 (Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup), lingkungan hidup adalah "kesatuan ruang dengan segala benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya" (MenLH, 2009).

Dari ketiga batasan yang dikemukakan tersebut pada intinya menjelaskan bahwa lingkungan hidup merupakan sumber dan tempat untuk memenuhi kebutuhan manusia agar kehidupan manusia tetap berkelanjutan (*sustainable*) dan sebagai tempat untuk semua makhluk hidup berkembang biak terutama manusia.

Kepedulian terhadap lingkungan harus berkembang seiring dengan kemajuan zaman untuk melestarikan dan melindungi lingkungan agar tetap terjaga dan berkelanjutan sehingga dapat memenuhi semua kebutuhan makhluk hidup, terutama manusia. Tindakan manusia yang tidak mempedulikan keseimbangan dan keselarasan lingkungan adalah sumber masalah lingkungan (Hamzah, 2013). Sebuah gangguan "paksa" yang dapat mengancam keberlanjutan lingkungan didefinisikan sebagai aktivitas yang mengeksploitasi lingkungan secara berlebihan atau berlebihan karena dorongan untuk memperoleh keuntungan materi. Manusia yang pada awalnya sangat bersahabat dengan lingkungan, lambat laun menjadi acuh dan mengabaikan lingkungan karena adanya dorongan dan upaya untuk memenuhi kebutuhan hidup dan bahkan sampai melampaui batas dari kemampuan lingkungan itu sendiri kemudian memperlakukan lingkungan alam tanpa memperhatikan daya dukungnya (Djunaedi, 2012).

Tidak boleh ada tindakan manusia terhadap lingkungan yang melampaui kemampuan lingkungan itu sendiri. Ada kebutuhan untuk menentukan daya dukung lingkungan untuk mengetahui seberapa baik lingkungan dapat mengatasi

berbagai faktor pengganggu untuk mengembalikan kondisi lingkungan seperti semula. Hubungan manusia dengan lingkungannya sangat penting sehingga dapat membentuk hubungan yang berfungsi (Fauzi, 2006).

3.2 Daya Dukung Lingkungan

Munculnya konsep daya dukung lingkungan sebagai akibat dari kenyataan bahwa kebutuhan manusia cenderung bertambah sedangkan sumber daya, lingkungan cenderung tetap, bahkan cenderung berkurang (Muta'ali, 2012). Kemudian, konsep ini digunakan untuk merencanakan pembangunan yang berkelanjutan dengan anggapan bahwa pemanfaatan yang tidak melebihi daya dukung lingkungan akan menjamin terjaganya kondisi lingkungan yang lestari.

Pembangunan baru dapat dinilai berkelanjutan (*sustainable*) apabila nilai tambah sumberdaya alam melalui rekayasa teknologi yang lebih tinggi daripada nilai depresiasi sumberdaya alamnya. Sumber daya alam tidak hanya harus menghasilkan keuntungan ekonomi dan sosial, tetapi juga harus bermanfaat bagi generasi mendatang tanpa mengorbankan kebutuhan generasi saat ini. (Kristanto, 2013).

3.2.1 Konsep Daya Dukung Lingkungan

Beberapa definisi terkait dengan daya dukung lingkungan :

1. Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 (Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup), lingkungan hidup yang mampu mendukung kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya serta menjaga keseimbangan antara keduanya disebut lingkungan hidup yang mendukung.
2. Berdasarkan (Brush, 1975)
"Daya dukung lingkungan didefinisikan sebagai perimbangan antara jumlah penduduk dan luas lahan di

daerah yang populasinya masih menganut sistem pertanian konvensional.

3. Berdasarkan (Surianegara, 1978)
"Daya dukung lingkungan didefinisikan sebagai jumlah orang yang dapat disokong oleh berbagai sumber daya dan lingkungan dalam keadaan sejahtera".
4. Berdasarkan (Dasman, 1992)
"Daya dukung lingkungan dapat didefinisikan sebagai jumlah penduduk yang dapat memenuhi kebutuhan makanannya melalui produksi tanaman makanan tradisional dengan intensitas penggunaan lahan yang tidak merusak sumber daya.."
5. Berdasarkan (Rusli et al., 2009)
"Daya dukung lingkungan" adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah orang yang dapat ditampung di suatu area.
6. Berdasarkan (Muta'ali, 2012)
Mendefinisikan daya dukung lingkungan menjadi tujuh, yaitu :
 - a. Berdasarkan definisi dalam konsep ekonomi
"Kemampuan suatu wilayah untuk membantu penduduknya hidup di atas garis kemiskinan dikenal sebagai daya dukung lingkungan".
 - b. Berdasarkan definisi dalam konsep sosial
"Kemampuan suatu wilayah untuk memenuhi kebutuhan sosial penduduknya seperti ibadah, pendidikan, dan kesehatan dikenal sebagai daya dukung lingkungan".
 - c. Berdasarkan konsep papan (permukiman)
"Kemampuan suatu wilayah untuk menjamin ketersediaan lahan untuk pertanian dan permukiman dikenal sebagai daya dukung lingkungan".
 - d. Berdasarkan konsep pangan

“Kemampuan suatu wilayah untuk memberikan atau mencukupi kebutuhan pangan suatu wilayah (swasembada pangan) dikenal sebagai daya dukung lingkungan.

e. Berdasarkan konsep lingkungan

“Daya dukung lingkungan adalah kemampuan suatu wilayah untuk memberikan lingkungan yang baik tanpa merusak lingkungan penduduknya”.

f. Berdasarkan konsep mobilitas

“Tempat yang mampu memberikan kebebasan dan ruang gerak yang baik bagi penduduknya untuk bergerak adalah tempat yang memiliki daya dukung lingkungan.

g. Berdasarkan konsep tata ruang

“Daya dukung lingkungan adalah area yang dapat mengimbangi dua fungsi peruntukan wilayah, seperti kawasan lindung dan kawasan budaya”.

3.3 Keterbatasan Sumberdaya alam

Penambahan populasi dan aktivitas pembangunan, dan konsumsi yang berlebihan telah menyebabkan penurunan pasokan sumber daya alam, bahkan banyak diantaranya yang menjadi langka (Alikodra, 2008) dan juga menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Carson, 1994):(Meadow dkk, 1972) yang semakin meluas, termasuk terjadinya pemanasan global (Numberi, 2009). Bumi semakin pengap, dan daya dukungnya menurun.

Kelangkaan adalah ketika jumlah barang yang ada terbatas atau tidak seimbang untuk digunakan untuk memenuhi atau memuaskan kebutuhan manusia, atau jumlah barang yang ada tidak seimbang dengan kebutuhan yang harus dipenuhi. Sumber daya alam tidak dapat diperbaharui kembali atau didaur ulang karena mereka satu kali pakai habis. Ini

terjadi dalam situasi di mana jumlah sumber daya alam yang tersedia sangat terbatas atau sangat langka. Ada juga bahan yang dapat digunakan kembali, diperbaharui, atau didaur ulang. Salah satu contohnya adalah jumlah tanah yang tersedia untuk digunakan, baik untuk tujuan pertanian maupun tujuan lain. Akibatnya, udara di atmosfer tidak lagi terkontaminasi oleh benda bebas yang dapat ditemukan atau diperoleh dengan mudah dan tidak terkontaminasi oleh bahan pencemar. Dalam hal air, aliran sungai dan mata air telah tetap bersih dan mengalir dengan tenang selama bertahun-tahun. Debit air belum mengalami defisit, dan mata air tetap bersih. Pada saat itu, udara dan air masih dianggap sebagai benda bebas dalam kuantitas dan jumlah yang besar, sehingga tidak ada biaya yang signifikan untuk memperolehnya dan menggunakannya. Situasi saat ini sudah jauh berbeda. Mendapatkan dan menggunakan air dan udara yang bersih sangat sulit dan menjadi langka, bahkan sampai perlu mengeluarkan dana yang besar. Air dan udara sudah menjadi barang yang mahal, bahkan sampai dapat menimbulkan konflik untuk memperolehnya (Rianto, 2010).

Barang dan jasa yang dihasilkan juga terbatas karena sumber daya yang terbatas atau langka. Tidak dipikirkan bahwa manusia memiliki kebutuhan yang tidak terbatas yang terus meningkat dan harus dipenuhi segera untuk menjalankan roda kehidupan. Selain itu, masalah kelangkaan sumber daya dan kebutuhan manusia yang harus dipenuhi menjadi tantangan ekonomi. Akibatnya, untuk kepentingan kemanusiaan masa kini dan masa mendatang, tanggung jawab bersama diperlukan untuk upaya terus menerus untuk pemanfaatan dan pemeliharaan (Kristanto, 2013).

3.3.1 Sumberdaya alam

Indonesia, yang dikenal sebagai negara kepulauan tropis, memiliki sumber daya alam yang melimpah. Lempeng benua ini bergerak dekat satu sama lain secara tektonik di tengah khatulistiwa: Benua Asia dan Benua Australia. Kondisi

biogeografi wilayah Indonesia membantu menjawab pertanyaan tentang mengapa Indonesia dianggap sebagai negara yang kaya akan sumber daya alam, termasuk kekayaan spiritual. Semua kekayaan alam ini, baik organisme hidup ataupun unsur-unsur yang tidak hidup, termasuk lansekap dan seasekap ataupun pemandangan adalah sumberdaya alam, karena telah didaya gunakan bagi kepentingan manusia dan pembangunan.

Sebagai contoh, batu dipergunakan untuk bahan penguat bangunan dan pengeras jalan. Bensin, minyak tanah dan gas telah dimanfaatkan untuk sumber-sumber energi. Angin, sinar matahari, gelombang laut, air terjun, mineral dan serangga serta satwa liar yang berada di alam juga merupakan sumberdaya alam karena masing-masing memiliki kegunaan yang spesifik untuk mendukung kehidupan manusia. Jika seseorang mengambil dan memanfaatkan suatu obyek untuk menghasilkan sesuatu produk atau merubah bagian lain dari lingkungannya, maka obyek tersebut menjadi sumberdaya alam.

Segala sesuatu di alam semesta yang dapat digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka, baik sekarang maupun di masa depan, disebut sebagai sumber daya alam. Sebagaimana dinyatakan oleh (Suratmo, 2007), sumber daya alam ini dapat dibagi menjadi berbagai bagian, dan cara pembagiannya berbeda-beda tergantung pada orang-orang yang memiliki kemampuan untuk membagi sumber daya ini berdasarkan apa yang dianggap penting dalam bidang mereka. Sumber daya alam terhabiskan (*exhaustible*), sumber daya terbarukan (*renewable*), dan sumber daya tidak terhabiskan (*exhaustible*).

1. Sumberdaya alam tidak terhabiskan (*Non-exhaustible resources*)

Adalah sumberdaya yang dapat diperbaharui secara terus menerus. Jumlah sumber daya ini bukan berarti tidak

terbatas, karena salah menggunakannya dapat menyebabkan masalah lingkungan.

Contoh :

a. Air

Satu galon air akan segera diisi dengan galon tambahan jika kita mengambil satu galon dari sungai. Kondisi daerah aliran sungai (DAS) menentukan jumlah air yang ada di sungai. Karena daerah aliran sungai (DAS) memiliki kapasitas yang lebih besar untuk menerima dan menyimpan air, semakin luas daerah aliran sungai (DAS) dan vegetasi di sekitarnya, semakin besar debit air sungai. Namun, jika vegetasi di DAS terbatas, air dapat tidak dapat masuk dan terinfiltrasi ke dalam tanah untuk menjadi sumber air baku. Sebaliknya, air dapat mengalir sebagai rembesan atau aliran permukaan, menyebabkan erosi dan berpotensi menyebabkan longsor dan banjir. Ini berarti bahwa suplai air dapat sangat terbatas jika lingkungan DAS tidak dikelola dengan baik.

b. Udara,

Semua makhluk hidup membutuhkan udara untuk bernapas. Udara tidak dapat dilihat oleh mata, tidak memiliki rasa, dan tidak berbau. Tiga komponen utama udara adalah udara kering, uap air, dan aerosol. Udara kering terdiri dari 78,09 persen nitrogen, 20,95 persen oksigen, 0,93 persen argon, dan 0,04% karbon dioksida. Helium, metana, kripton, hidrogen, xenon, ozon, dan radon adalah gas lain. Penguapan laut, sungai, danau, dan tempat berair lainnya menghasilkan uap air di udara. Aerosol terdiri dari partikel letusan gunung berapi dan bahan berukuran kecil seperti garam, karbon, sulfat, nitrat, kalium, dan kalsium. Udara memberikan banyak manfaat lainnya bagi makhluk hidup antara lain yaitu untuk menumbuhkan

tanaman, sebagai media pesawat terbang, penggerak kincir angin, untuk mengeringkan makanan ataupun pakaian, dan lain sebagainya. Kualitas sumberdaya udara ataupun air dapat dirusak oleh bahan-bahan pencemar, sehingga mengurangi kegunaannya. Oleh karena itu kegunaan air dan udara juga ada batasnya, karena manusia tidak akan mau menghirup udara yang tercemar ataupun memanfaatkan air yang tercemar;

2. Sumberdaya terbarukan atau dapat diperbaharui (*renewable resources*)

Adalah jenis sumberdaya alam yang berpotensi dapat memperbaharui diri (*renewable resources*).

Contoh :

a. Hutan

Hutan menyediakan dan menyimpan hampir semua energi yang dibutuhkan manusia berkat kekayaan sumber daya alamnya. Tumbuhan yang didominasi pepohonan sangat penting untuk mempertahankan keberlanjutan energi, menahan air tanah dan menjaga kualitasnya, mencegah pemanasan global dan menstabilkan suhu, menyediakan stok sumber daya seperti panas bumi, air, dan biomassa, dan bahkan memproduksi oksigen yang kita hirup setiap hari untuk bertahan hidup.

b. Terumbu karang

Adalah ekosistem laut yang terdiri dari biota laut yang menghasilkan kapur, terutama karang dan alga berkapur. Ekosistem terumbu karang berfungsi sebagai gudang makanan dan obat untuk manusia sekarang dan di masa mendatang. Selain itu, keindahannya menjadi daya tarik, yang dapat membantu negara menghasilkan devisa melalui pariwisata.

Dari keduanya, dibandingkan dengan masa lalu, sumber daya ini lebih banyak digunakan oleh manusia. Ini terlihat pada peningkatan jumlah pohon yang ditebang untuk membangun, peningkatan jumlah rumput laut yang dipanen, dan peningkatan jumlah terumbu karang yang dimanfaatkan atau dihancurkan oleh manusia. Produksi ekosistem ini telah menurun drastis sebagai akibat dari kerusakan hutan, padang lamun, dan terumbu karang.

3. Sumberdaya alam terhabiskan (*exhaustible resources*)

Sumber daya alam ini terbatas dan sulit atau tidak dapat dipulihkan. Rekayasa pengelolaan tidak dapat digunakan untuk memperbarui kelompok sumber daya ini. Sumber daya alam ini tidak dapat bertahan lama; jika mereka punah atau habis, mereka akan habis untuk selamanya. Namun, kita dapat menjaga sumber daya alam ini dan menggunakannya dengan cara yang bijak, seperti dengan mendaur ulang minyak, yang merupakan salah satu sumber daya terpenting dari kelas *exhaustible*. Dunia saat ini menghadapi krisis energi yang serius, terutama karena berkurangnya stok minyak. Akibatnya, pengembangan sumber energi alternatif diperlukan, seperti energi matahari, angin, gelombang laut, dan energi nabati. Selain minyak, manusia juga menggunakan mineral lain seperti zinc, cobalt, besi, dan sebagainya untuk membuat kebutuhan hidup mereka. Untuk memastikan masa pemanfaatan sumber daya alam, mereka harus dikelola dengan hati-hati. Sebagai sumber daya alam tidak terbarukan, tanah membutuhkan waktu sekitar 500.000 tahun untuk membentuknya, menurut Camp dan Daugherty (1991).

Sumber daya alam selalu menjadi dasar pembangunan negara berkembang. Harapannya untuk kehidupan ekonomi

yang baik dalam jangka panjang meningkat seiring dengan jumlah negara yang memiliki sumber daya alam dan memanfaatkannya seoptimal mungkin.

Sumber daya alam yang tak dapat diperbaharui sangat penting bagi perekonomian di negara berkembang seperti Negara Indonesia karena mereka memasok energi untuk pembangunan dan menjadi tulang punggung pembangunan. Tujuan pembangunan adalah untuk meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat. untuk meningkatkan kualitas hidup. Kualitas lingkungan terkait dengan kualitas hidup, dan kualitas lingkungan adalah sumber daya. Oleh karena itu, pembangunan pada dasarnya adalah upaya untuk meningkatkan manfaat dari sumber daya (Kristanto, 2013).

3.3.2 Lingkungan hidup sebagai sumber daya

Lingkungan alam dapat didefinisikan sebagai suatu area tertentu dengan segala sesuatu di dalamnya serta sistem hubungan satu sama lain; lingkungan hidup manusia adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan suatu manusia dan sistem hubungannya. Sesuatu yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan atau keinginan kita, menjadi sesuatu yang bermanfaat, memiliki nilai, atau menghasilkan kepuasan adalah sumber daya. (Daryanto, 2013).

Lingkungan digunakan sebagai tempat pemenuhan kebutuhan dasar manusia seperti pakaian, makanan, dan papan. Element lingkungan diperoleh untuk proses produksi dan konsumsi. Individu atau badan tertentu memiliki sebagian dari sumber daya tersebut, seperti lahan atau sepetak hutan. Sumber daya seperti air, udara, tanah, sungai, pantai, dan laut adalah milik umum. Karena udara mengandung oksigen yang dapat digunakan untuk proses pembakaran di dalam mesin, mesin memerlukan udara untuk beroperasi. Dalam proses produksi, baik industri maupun pertanian membutuhkan air. Pabrik juga membutuhkan air, seperti industri lainnya. Air tidak

hanya digunakan untuk mengubah bahan baku menjadi bahan jadi yang dapat dikonsumsi, tetapi juga digunakan untuk mendinginkan mesin, pembangkit listrik tenaga surya (PLTA), dan mengangkut bahan sisa dari proses (Kristanto, 2013).

Kita konsumsi air dan udara, sumber alam lainnya. Pernafasan membutuhkan udara. Air digunakan untuk minum, mandi, dan melakukan tugas rumah tangga lainnya, seperti mencuci dan menyiram tanaman. Sifat-sifat lingkungan air dan udara kita berbeda dari model yang biasa kita gunakan di perusahaan. Karena milik umum, orang dapat menggunakannya tanpa biaya apa pun. Selama penggunaan sumber daya, lingkungan dapat mengalami regenerasi selama materi yang dikonsumsi tidak melampaui kecepatan regenerasi lingkungan. Jika kecepatan konsumsi materi melampaui kecepatan regenerasi lingkungan, hal itu menyebabkan pencemaran. Kehidupan manusia yang tamak menyebabkan hal ini terjadi. Sumber daya yang terbaharui dianggap sebagai jika lingkungannya mampu melakukan regenerasi.

Lingkungan terbatas dalam mengasimilasi zat pencemar dan menyediakan sumber daya. Daya dukung lingkungan, atau kapasitas bawa, mengacu pada kapasitas ini.

3.3.3 Strategi Keberlanjutan Sumberdaya alam

Sumber daya alam yang memadai dan berkualitas tinggi sangat penting untuk keberlanjutan kehidupan manusia. Namun, manusia masih cenderung mengabaikan keberlanjutan, keamanan, dan kelestarian sumber daya alam dan lingkungannya saat memanfaatkannya. Kepentingan manusia hanya dilihat dari perspektif antropocentris oleh beberapa kelompok manusia. Akibatnya, kondisi ini telah membawa dunia ke arah yang semakin kritis dan rapuh.

Dalam rangka menghadapi persoalan ketersediaan sumber daya dan daya dukung yang semakin kritis diperlukan strategi untuk menyelamatkan lingkungan dan penduduknya

dari kehancuran. Ketika ketersediaan sumber daya terbatas, sedangkan jumlah manusia dan kebutuhan manusia terus bertambah, maka harus ada yang dikorbankan. Berbagai ahli yang tergabung dalam lembaga-lembaga internasional seperti IUCN, UNEP, dan WWF mendorong masyarakat dan negara-negara di dunia melakukan upaya untuk membendung kerusakan sumberdaya alam dan lingkungannya serta menjaga agar bumi tetap mampu mendukung kualitas hidup generasi kini dan mendatang.

Terdapat beberapa strategi kebijakan yang dapat diimplementasikan sebagai penuntun bagi umat manusia dalam memperlakukan sumberdaya alam dan lingkungan. Salah satunya adalah yang dikenal dengan *caring for the earth (CE)*, yang didalamnya menekankan tentang peran konservasi dalam perspektif pembangunan. Tujuan dari *strategi care for the earth (CE)* adalah untuk membantu memperbaiki kondisi masyarakat global yang mencakup dua kebutuhan. Pertama dan terpenting adalah menjamin bahwa etika baru akan diterapkan untuk kehidupan berkelanjutan dan mewujudkan prinsip. Kedua, untuk menggabungkan konservasi dan pembangunan, di mana konservasi bertujuan untuk mempertahankan kapasitas Bumi, dan pembangunan bertujuan untuk memastikan bahwa setiap orang di seluruh dunia menikmati kebahagiaan secara berkelanjutan, kesehatan, dan kecukupan hidup. (IUCN, UNEP, WWF, 1991). Upaya pengelolaan sumber daya alam yang dikenal sebagai konservasi mencakup hal-hal berikut (KMNLH, 1994; IUCN, UNEP, WWF, 1991):

1. Perlindungan terhadap proses ekologis yang berlangsung dan sistem penyangga kehidupan, seperti perlindungan siklus udara dan sistem hidrologis
2. Pengawetan sumberdaya alam termasuk keaneka ragaman hayati (kehati)

3. Pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungannya secara lestari, seperti penggunaan terus menerus lahan pertanian untuk produksi pertanian tanpa mengurangnya,

Konservasi berarti perlindungan, pengawetan, pemanfaatan secara lestari, rehabilitasi, dan peningkatan kualitas lingkungan. Ini berarti mengelola alam secara bijaksana untuk kebutuhan manusia sehingga menghasilkan manfaat yang berkelanjutan bagi generasi sekarang dan memungkinkan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan mereka. Konservasi perlu disebar luaskan secara konsisten ke seluruh penghuni planet bumi ini, dari mulai masyarakat global, nasional, provinsi, kabupaten/kota hingga masyarakat yang tersebar luas di berbagai lokasi di pedesaan. Hal ini, bertujuan agar masyarakat memahami bahwa bumi ini semakin kritis dan masyarakat pun lebih sadar untuk segera mengubah pola hidup mereka dengan cara menerapkan pola pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan secara bijaksana dan menghindari terjadinya kerusakan lingkungan. Dalam pelaksanaanya, tentunya diperlukan instrumen kebijakan pengelolaan sumberdaya alam sesuai dengan dinamika lingkungan (Sternier, 2003).

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H. 2008. *Climate Change;Banjir dan Tragedi Pembalakan Hutan*. Nuansa.
- Brush, B. S. 1975. *The Concept of Carrying Capacity For System Of Shifting Cultivation*.
- Carson, A. 1994. *Silent Spring*. Houghton Mifflin Company.
- Daryanto. 2013. *Pengantar Pendidikan Lingkungan Hidup*. Gava Media. Yogyakarta.
- Dasman, R. 1992. *Prinsip Ekologi Untuk Pembangunan*. Diterjemahkan oleh Idjah Soemarwoto. Jakarta. Gramedia.
- Djunaedi. 2012. Kajian penataan sumber daya air dan konservasi air tanah pada wilayah kritis air (Studi Kasus di DAS Blega Kabupaten Sampang Madura-Jawa Tumor). *Jurnal Teknik Pengairan*, 2(1), 70-78. <http://www.jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/122>
- Fauzi, A. 2006. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hamzah. 2013. *Pendidikan Lingkungan;Sekelumit Wawasan Pengantar*. PT Refika Aditama, Bandung.
- Kristanto. 2013. *Ekologi Industri*. CV ANDI OFFSET. Yogyakarta.
- Meadow, D. H., D. L. Renders, WW, Behrens. 1972. *The Limits To Growth*. Universe Books Publisher, New York.
- MenLH. 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup, MenLH*.
- Muta'ali, L. 2012. *Daya Dukung Lingkungan Untuk Perencanaan Pengembangan Wilayah Yogyakarta*. Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPFG). Universitas Gadjah Mada.
- Numberi. 2009. *Perubahan Iklim;Implikasinya Terhadap Kehidupan di Laut*. Citra Kreasi Indonesia. Jakarta.

- Rianto. 2010. *Teori Mikroekonomi: Suatu Perbandingan Ekonomi Islam dan Ekonomi Konvensional*. PT Fajar Interpratama Mandiri Kencana. Jakarta.
- Rusli, S., Widiono, S., & Indriana, H. 2009. *dan Masa Pemulihannya*. 03(01), 77–112.
- Sallata, M. 2015. Konservasi Dan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Keberadaannya Sebagai Sumber Daya Alam M. Kudeng Sallata *. *Info Teknis E-BONI*, 12(1), 75–86.
- Sterner. 2003). *Policy instruments for environmental and natural resource management*. Resources For The Future.
- Suratmo. 2007. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Gadjah Mada University Press.
- Surianegara, I. 1978. *Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Institut Pertanian Bogor.

BAB 4

KOMPONEN DAN PENGELOLAAN EKOSISTEM INDUSTRI

Oleh Anas Firman Adi

4.1 Pendahuluan

Komponen dan pengelolaan ekosistem industri melibatkan pemahaman tentang hubungan antara industri dan lingkungan, serta upaya untuk mengoptimalkan pengelolaan ekosistem di sekitar wilayah industri. Industri merupakan bagian penting dari kegiatan manusia yang mempengaruhi lingkungan secara signifikan. Proses produksi industri dapat menyebabkan pencemaran air, udara, dan tanah, peningkatan emisi gas rumah kaca, penurunan kualitas air dan udara, serta kerusakan habitat dan keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, penting untuk mengelola hubungan antara industri dan lingkungan dengan cara yang berkelanjutan. Ekosistem industri mencakup berbagai komponen yang terkait dengan industri dan lingkungannya. Ini meliputi wilayah industri itu sendiri, sumber daya alam yang digunakan oleh industri (seperti air dan bahan baku), limbah yang dihasilkan oleh proses industri, lingkungan sekitar termasuk ekosistem alami, serta komunitas manusia yang tinggal di sekitar industri. Semua komponen ini saling terkait dan mempengaruhi satu sama lain (Parker, G. G., Van Alstyne, M. W., & Choudary, 2016)

Pengelolaan ekosistem industri bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif industri terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar, sambil memaksimalkan manfaat ekonomi yang dihasilkan oleh industri. Pengelolaan yang baik melibatkan penggunaan teknologi dan praktik yang ramah

lingkungan, penerapan kebijakan yang mendukung, pemantauan yang ketat terhadap dampak lingkungan, dan partisipasi aktif dari berbagai pemangku kepentingan.

Pengelolaan ekosistem industri harus didasarkan pada pendekatan berkelanjutan. Artinya, industri harus mempertimbangkan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial dalam pengambilan keputusan. Hal ini mencakup mengadopsi teknologi yang lebih bersih, mengurangi konsumsi sumber daya alam yang berlebihan, mengelola limbah dengan efisien, melindungi dan memulihkan habitat yang terdampak, serta melibatkan komunitas lokal dan pemangku kepentingan dalam proses pengambilan keputusan. Pemerintah memiliki peran penting dalam pengelolaan ekosistem industri melalui pembuatan kebijakan dan regulasi yang sesuai. Regulasi yang ketat dan insentif yang tepat dapat mendorong industri untuk beroperasi dengan cara yang lebih berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap lingkungan.(Christiani, 2017)

4.2 Konsep Ekosistem Industri

Ekosistem industri mencakup semua pemain yang beroperasi dalam rantai nilai: dari start-up terkecil hingga perusahaan terbesar dari akademisi hingga penyedia layanan penelitian hingga pemasok. Gagasan tentang ekosistem menangkap serangkaian keterkaitan dan saling ketergantungan yang kompleks di antara sektor dan perusahaan yang tersebar di seluruh negara di Pasar Tunggal. Hal ini memungkinkan pendekatan bottom-up yang mempertimbangkan kekhususan model bisnis, tingginya persentase pemain yang rentan (UKM dan usaha mikro) dan saling ketergantungan. Pendekatan ekosistem adalah alat analisis, bukan definisi hukum atau nomenklatur tetap. Ini berpotensi menjadi dasar untuk merangsang proses pemulihan, dan menciptakan kepercayaan dan kepemilikan di antara Negara-negara Anggota. Ini

memperhitungkan risiko dan ketahanan, dinamika yang berbeda, kompleksitas dan keterkaitan, dan mencakup semua pemain yang relevan. Semua ekosistem berkembang dengan latar belakang yang sama: Pasar Tunggal yang terintegrasi, dengan aktivitas penelitian, teknik, produksi, perakitan, dan layanan yang dapat tersebar di berbagai Negara Anggota. Ketika bagian dari suatu ekosistem terganggu di satu wilayah atau negara, seluruh ekosistem akan terpengaruh. Komisi telah mengidentifikasi 14 ekosistem industri dengan ciri khas pan-Eropa. Komposisi tersebut sangat heterogen dalam hal komposisi, ukuran dan cakupan sektoral. Mengingat pentingnya, halaman web ini menyajikan aktor kunci per ekosistem dan menginformasikan tentang inisiatif yang mendukung. Tujuannya adalah untuk mendorong interaksi para aktor dan membantu pembuat kebijakan dan investor mengidentifikasi pemain yang paling relevan dalam setiap ekosistem dalam persiapan rencana pemulihan dan proyek investasi nasional dan regional.

4.3 Target Ekosistem Industri

Target ekosistem industri target dalam pengembangan ekosistem industri meliputi: (1) Ekosistem industri yang sukses bertujuan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Ini dapat dicapai melalui peningkatan produksi, ekspansi bisnis, penciptaan lapangan kerja baru, dan kontribusi positif terhadap produk domestik bruto (PDB) suatu negara, (2) Ekosistem industri yang kuat harus mampu merangsang inovasi. Dalam hal ini, tujuannya adalah menciptakan lingkungan yang memfasilitasi kolaborasi antara perusahaan, lembaga penelitian, dan pemerintah untuk mendorong penemuan baru, pengembangan.

Terdapat tiga target yang ingin dicapai dalam pemulihan ekonomi Indonesia, yaitu:

1. Indonesia Sehat

Target ini mencerminkan pentingnya menjaga kesehatan masyarakat dalam menghadapi pandemi dan pemulihan ekonomi. Upaya-upaya untuk mencapai target ini dapat meliputi penguatan sistem kesehatan, peningkatan akses terhadap layanan kesehatan, penerapan protokol kesehatan yang ketat, dan program vaksinasi massal.

2. Indonesia Bekerja

Target ini menunjukkan fokus pada peningkatan kesempatan kerja dan penurunan tingkat pengangguran. Pemerintah dapat berupaya untuk menciptakan iklim investasi yang kondusif, memberikan insentif bagi pelaku usaha, melatih tenaga kerja dengan keterampilan yang relevan, dan mendorong pertumbuhan sektor-sektor industri yang berpotensi menciptakan lapangan kerja.

3. Indonesia Tumbuh

Target ini mencakup upaya untuk mengembalikan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Langkah-langkah yang mungkin diambil untuk mencapai target ini meliputi stimulasi ekonomi, deregulasi, kemudahan berusaha, pengembangan infrastruktur, promosi perdagangan, dan peningkatan daya saing sektor-sektor industri yang diidentifikasi sebagai prioritas.

Pemerintah juga berkomitmen untuk mendorong investasi pada tujuh sektor industri prioritas Making Indonesia 4.0 dengan mengimplementasikan peta jalan tersebut. Dengan fokus pada sektor-sektor ini, diharapkan Indonesia dapat meningkatkan daya saing industri, meningkatkan nilai tambah produk, meningkatkan ekspor, dan akhirnya mendorong pertumbuhan ekonomi yang signifikan. Target akhir dari Making Indonesia 4.0 adalah agar Indonesia dapat masuk dalam 10 besar ekonomi dunia pada tahun 2030.

Untuk mencapai tujuan ini, kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan institusi pendidikan serta penelitian sangat penting dalam mendorong inovasi, adopsi teknologi digital, dan pengembangan kompetensi yang relevan dengan era industri 4.0.

4.4 Praktik Penerapan Ekosistem Industri

Penerapan Ekosistem Industri dalam praktiknya yaitu:

1. Silicon Valley, Amerika Serikat

Silicon Valley adalah salah satu contoh paling terkenal dari ekosistem industri yang sukses. Wilayah ini terkenal sebagai pusat teknologi dan inovasi, dengan konsentrasi perusahaan teknologi terkemuka, lembaga penelitian, universitas, modal ventura, dan komunitas startup. Ekosistem ini menciptakan sinergi antara berbagai pemangku kepentingan, memfasilitasi kolaborasi, pertukaran pengetahuan, dan akses ke sumber daya yang diperlukan untuk inovasi dan pertumbuhan bisnis. Bangalore, India: Bangalore, atau dikenal sebagai "Silicon Valley of India," juga memiliki ekosistem industri yang berkembang pesat. Kota ini menjadi pusat teknologi, dengan kehadiran perusahaan teknologi terkemuka, institusi pendidikan berkualitas tinggi, inkubator startup, dan fasilitas penelitian dan pengembangan. Faktor penting dalam kesuksesan ekosistem ini adalah adanya keterlibatan pemerintah, fasilitas infrastruktur yang baik, dan konsentrasi tenaga kerja berpendidikan tinggi.

2. Shenzhen, Tiongkok

Shenzhen adalah contoh ekosistem industri yang sukses dalam sektor manufaktur dan elektronik. Kota ini telah berkembang menjadi pusat produksi, inovasi, dan perdagangan global. Pemerintah telah berinvestasi dalam pengembangan infrastruktur, menyediakan insentif

perpajakan, dan mendukung ketersediaan sumber daya manusia yang berkualitas. Shenzhen juga menjadi basis bagi berbagai perusahaan teknologi terkemuka dan inkubator startup yang menghasilkan kolaborasi dan pertumbuhan yang cepat.

3. Berlin, Jerman

Berlin dikenal sebagai kota startup yang berkembang pesat di Eropa. Ekosistem industri di Berlin didukung oleh kehadiran universitas terkemuka, inkubator startup, dan akses ke modal ventura. Pemerintah setempat memberikan dukungan dalam bentuk insentif fiskal, fasilitas ruang kerja bersama, dan program pelatihan kewirausahaan. Ekosistem ini memungkinkan pertumbuhan startup yang inovatif dan kreatif di berbagai sektor industri.

Hal tersebut di atas merupakan elemen kunci dari ekosistem industri yang sukses adalah adanya keterlibatan pemerintah yang kuat, akses terhadap modal dan sumber daya, kolaborasi antara perusahaan, lembaga pendidikan, dan lembaga penelitian, serta budaya inovasi dan kewirausahaan yang mendukung pertumbuhan bisnis.

4.5 Desain Ekosistem Industri

Desain ekosistem industri mencakup perencanaan dan pengorganisasian berbagai elemen yang membentuk kerangka kerja yang memungkinkan interaksi yang sinergis antara perusahaan, lembaga pendidikan, pemerintah, dan pemangku kepentingan lainnya dalam suatu sektor industri atau wilayah geografis tertentu. Tujuan dari desain ekosistem industri adalah menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan, inovasi, dan keberlanjutan industri.

Berikut ini adalah beberapa elemen kunci dalam desain ekosistem industri:

1. Pemerintah dan Regulasi

Pemerintah memiliki peran penting dalam desain ekosistem industri. Mereka bertanggung jawab untuk menciptakan kebijakan dan regulasi yang mendukung pertumbuhan industri, memberikan insentif fiskal dan perizinan, dan membangun infrastruktur yang diperlukan. Pemerintah juga berperan dalam memfasilitasi kolaborasi antara pemangku kepentingan, mempromosikan perdagangan internasional, dan memberikan dukungan riset dan pengembangan.

2. Perguruan Tinggi dan Lembaga Penelitian

Ketersediaan lembaga pendidikan berkualitas tinggi dan fasilitas penelitian yang baik sangat penting dalam desain ekosistem industri. Perguruan tinggi dan lembaga penelitian dapat berkontribusi dalam pengembangan sumber daya manusia yang berkualitas, melakukan penelitian terapan, dan mentransfer pengetahuan dan teknologi ke sektor industri.

3. Perusahaan

Perusahaan adalah bagian sentral dari ekosistem industri. Mereka menciptakan produk atau layanan, menciptakan lapangan kerja, dan mendorong inovasi. Perusahaan harus mampu berkolaborasi dengan mitra industri lainnya, berbagi pengetahuan dan sumber daya, serta bersaing secara sehat untuk meningkatkan daya saing dan mencapai pertumbuhan yang berkelanjutan.

4. Inkubator dan Akselerator

Inkubator dan akselerator startup berperan penting dalam mendukung perkembangan bisnis baru dan inovasi di ekosistem industri. Mereka menyediakan ruang kerja, mentorship, pendanaan awal, dan jaringan kontak yang

dapat membantu startup berkembang dan mencapai keberhasilan komersial.

5. Modal Ventura dan Pendanaan

Ketersediaan modal ventura dan akses ke pendanaan adalah elemen penting dalam mendukung pertumbuhan bisnis di ekosistem industri. Investor dan lembaga keuangan berperan dalam menyediakan dana yang diperlukan untuk pengembangan perusahaan, penelitian, pengembangan produk, dan ekspansi pasar.

Jaringan dan Kolaborasi: Kolaborasi antara pemangku kepentingan dalam ekosistem industri sangat penting. Jaringan dan hubungan antara perusahaan, perguruan tinggi, lembaga penelitian, pemerintah, dan komunitas bisnis lokal dapat memfasilitasi pertukaran pengetahuan, *sharing best practices*, dan kesempatan bisnis yang saling menguntungkan.

4.6 Ekosistem Industri Media Digital

Ekosistem industri media digital mencakup berbagai entitas dan elemen yang terlibat dalam produksi, distribusi, dan konsumsi konten digital (West, J., & Wood, 2018). Berikut adalah beberapa elemen utama dalam desain ekosistem industri media digital:

1. Pembuat Konten

Para pembuat konten, seperti penulis, fotografer, videografer, dan seniman kreatif, merupakan elemen penting dalam ekosistem media digital. Mereka menciptakan konten digital seperti artikel, gambar, video, musik, dan karya seni lainnya yang dapat dikonsumsi secara online.

2. Platform dan Aplikasi

Platform dan aplikasi digital, seperti situs web, portal berita, blog, jejaring sosial, dan aplikasi seluler,

menyediakan wadah untuk distribusi dan konsumsi konten digital. Mereka memberikan aksesibilitas, interaksi, dan pengalaman pengguna yang memfasilitasi komunikasi, berbagi, dan kolaborasi.

3. Perusahaan Media dan Penyedia Layanan

Perusahaan media tradisional dan digital, termasuk perusahaan penerbitan, stasiun televisi, radio, dan penyedia layanan streaming, berperan dalam menghasilkan dan menyebarkan konten digital kepada audiens. Mereka memiliki peran kunci dalam produksi, kurasi, dan distribusi konten.

4. Pengiklan dan Pemasar

Pengiklan dan pemasar berperan dalam menyediakan pendanaan untuk produksi konten digital dan mempromosikan produk, layanan, dan merek melalui platform media digital. Mereka mencari cara untuk menjangkau dan terhubung dengan audiens target mereka melalui iklan, kampanye pemasaran, dan strategi promosi lainnya.

5. Agregator Konten

Agregator konten seperti platform berita, agregator RSS, dan layanan kurasi konten membantu pengguna menemukan dan mengakses beragam konten digital dari berbagai sumber. Mereka mengumpulkan, mengelompokkan, dan mengorganisasi konten berdasarkan minat dan preferensi pengguna.

6. Infrastruktur Teknologi

Infrastruktur teknologi seperti jaringan internet, server, penyimpanan data, dan perangkat keras dan perangkat lunak lainnya merupakan dasar ekosistem media digital. Infrastruktur yang kuat dan andal diperlukan untuk mendukung distribusi konten digital dengan cepat, aman, dan efisien.

7. Regulasi dan Kebijakan

Regulasi dan kebijakan yang berkaitan dengan media digital memainkan peran penting dalam mengatur praktik bisnis, privasi, kekayaan intelektual, dan tanggung jawab hukum di dalam ekosistem. Pemerintah dan lembaga pengatur memainkan peran dalam memastikan perlindungan konsumen, keamanan data, dan keadilan bisnis.

Dalam desain ekosistem industri media digital, kerjasama, kemitraan, dan inovasi terus-menerus diperlukan untuk menjaga keberlanjutan dan pertumbuhan industri, serta memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik dan konten yang lebih relevan dan berkualitas.

4.7 Ekosistem Industri 5.0

Ekosistem Industri 5.0 merupakan konsep yang menggabungkan teknologi dan manusia dalam proses produksi dan industri. Dalam konteks infrastruktur teknologi untuk Ekosistem Industri 5.0, terdapat beberapa komponen utama yang mendukung transformasi industri yang lebih canggih dan terhubung (Bounfour, 2019). Berikut adalah beberapa contoh infrastruktur teknologi yang relevan dalam Ekosistem Industri 5.0:

1. *Internet of Things (IoT)*

IoT adalah jaringan perangkat fisik yang terhubung dengan internet, seperti sensor, mesin, peralatan produksi, dan perangkat wearable. Infrastruktur *IoT* memungkinkan pengumpulan data secara real-time, pemantauan jarak jauh, dan analisis yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam berbagai industri.

2. Sistem Sensor dan Aktuator

Infrastruktur teknologi dalam Ekosistem Industri 5.0 melibatkan penggunaan sensor dan aktuator yang terhubung untuk mengumpulkan dan mengirim data. Sensor dan aktuator yang ditempatkan pada peralatan dan mesin memungkinkan pemantauan kondisi, pengambilan keputusan berdasarkan data, dan kontrol otomatis yang cerdas.

3. Komputasi Awan

Komputasi awan (*cloud computing*) menyediakan akses ke sumber daya komputasi yang fleksibel, skalabel, dan berbagi melalui internet. Dalam Ekosistem Industri 5.0, infrastruktur komputasi awan memungkinkan penyimpanan data yang besar, pemrosesan data yang cepat, dan kolaborasi yang mudah antara berbagai pemangku kepentingan industri.

4. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence, AI*)

AI digunakan dalam Ekosistem Industri 5.0 untuk memproses data, mengidentifikasi pola, dan mengambil keputusan secara otomatis. Infrastruktur teknologi AI melibatkan algoritma pembelajaran mesin (*machine learning*), analisis prediktif, pemrosesan bahasa alami, dan teknologi lainnya yang memungkinkan sistem cerdas untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kemampuan adaptasi dalam industri. (Parker, G. G., Van Alstyne, M. W., & Choudary, 2016)

5. Jaringan 5G

Jaringan 5G adalah infrastruktur komunikasi yang memberikan kecepatan dan latency yang sangat rendah serta kapasitas yang tinggi. Dalam Ekosistem Industri 5.0, jaringan 5G memungkinkan konektivitas yang cepat dan andal antara perangkat, mesin, dan sistem yang terhubung dalam industri, mendukung pengiriman data yang real-time dan interaksi yang responsif.

6. *Digital Twin*

Konsep *digital twin* melibatkan pembuatan representasi digital yang akurat dari objek fisik, seperti mesin, pabrik, atau sistem produksi secara keseluruhan. Infrastruktur teknologi untuk digital twin melibatkan pengumpulan dan analisis data sensor, pemodelan 3D, pemantauan kondisi real-time, dan integrasi dengan sistem kontrol untuk pemantauan dan simulasi yang akurat.

Infrastruktur teknologi tersebut merupakan bagian integral dari Ekosistem Industri 5.0 yang bertujuan untuk meningkatkan otomasi.

4.8 Proses bisnis dalam Ekosistem Industri 5.0

Proses bisnis dalam Ekosistem Industri 5.0 menggabungkan teknologi canggih dan manusia untuk mencapai tingkat otomasi yang lebih tinggi, efisiensi yang lebih baik, dan kualitas yang lebih tinggi. Berikut adalah beberapa contoh proses bisnis yang terintegrasi dalam Ekosistem Industri 5.0:

1. Manufaktur Cerdas

Dalam Ekosistem Industri 5.0, proses manufaktur menggabungkan otomasi, robotika, analitik data, dan konektivitas yang tinggi untuk menciptakan lingkungan produksi yang cerdas. Pabrik-pabrik dilengkapi dengan sistem sensor yang terhubung, sehingga mesin dan peralatan dapat saling berkomunikasi dan beradaptasi secara otomatis. Data yang dikumpulkan dari sensor digunakan untuk memantau kondisi produksi, mendeteksi kegagalan, dan meningkatkan efisiensi operasional.

2. Rantai Pasokan yang Terhubung

Dalam Ekosistem Industri 5.0, rantai pasokan menjadi terhubung dan terintegrasi secara digital. Informasi mengenai persediaan, permintaan, produksi, dan

- pengiriman diperbarui secara real-time melalui penggunaan teknologi seperti IoT, RFID, dan analitik data. Hal ini memungkinkan perencanaan dan koordinasi yang lebih efisien antara pemasok, produsen, distributor, dan pelanggan, mengurangi lead time dan biaya operasional.
3. **Pengalaman Pelanggan yang Personalized**
Dalam Ekosistem Industri 5.0, pelanggan dapat mengakses produk dan layanan dengan pengalaman yang lebih personal dan disesuaikan. Data pelanggan yang terkumpul dan dianalisis digunakan untuk menyediakan rekomendasi produk yang relevan, layanan yang disesuaikan, dan interaksi yang lebih baik. Teknologi seperti kecerdasan buatan (AI) dan pemrosesan bahasa alami (NLP) digunakan untuk memahami preferensi dan kebutuhan pelanggan secara individual.
 4. **Pemeliharaan dan Perawatan Prediktif**
Dalam Ekosistem Industri 5.0, perawatan dan pemeliharaan peralatan dilakukan secara prediktif berdasarkan analisis data yang terus-menerus. Sensor dan sistem pemantauan terus memonitor kondisi peralatan untuk mendeteksi kemungkinan kegagalan atau gangguan. Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan algoritma AI dan machine learning untuk mengidentifikasi pola dan memberikan peringatan dini kepada operator, sehingga tindakan perbaikan dapat diambil sebelum terjadinya kerusakan atau downtime yang tidak terduga.
 5. **Kolaborasi dan Kemitraan**
Dalam Ekosistem Industri 5.0, kolaborasi antara perusahaan, mitra industri, dan pemangku kepentingan lainnya menjadi lebih penting. Melalui teknologi komunikasi yang canggih, platform kolaborasi digital, dan akses terhadap data bersama, berbagai pihak dapat berbagi informasi, ide, dan sumber daya untuk meningkatkan efisiensi, inovasi, dan penciptaan nilai bersama

DAFTAR PUSTAKA

- Bounfour, A. 2019. 'Digital ecosystems and platforms: Reconsideration of fundamental knowledge management practices.', *Journal of Knowledge Management*, 23(4), pp. 627–649.
- Christiani, A. H. J. K. L. H. P. C. R. 2017. 'Pengukuran Kinerja Lingkungan Industri Di Indonesia Berdasarkan Standar Industri Hijau.', *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(1).
- Parker, G. G., Van Alstyne, M. W., & Choudary, S. P. 2016. *Platform revolution: How networked markets are transforming the economy and how to make them work for you*. WW Norton & Company.
- West, J., & Wood, D. 2018. 'The rise of the digital ecosystem.', *Strategic Management Journal*, 39(10), pp. 2766–2796.

BAB 5

SUSTAINABLE ENERGY

Oleh Priska Wulan Ndari

5.1 Pendahuluan

Kaitan antara *Sustainable Energy* (Energi Berkelanjutan) dengan Revolusi Industri 4.0 dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) erat dan saling mendukung. Energi berkelanjutan merupakan salah satu aspek penting dalam mencapai beberapa SDGs. Salah satunya adalah SDG 7 bertujuan untuk memastikan akses semua orang terhadap energi yang terjangkau, dapat diandalkan, berkelanjutan, dan modern. Revolusi Industri 4.0 membawa kemajuan teknologi yang dapat diterapkan dalam sektor energi berkelanjutan. Dalam hal ini, penggunaan IoT dan kecerdasan buatan dalam jaringan listrik pintar (smart grid) dapat memungkinkan pengelolaan dan distribusi energi yang lebih efisien. *Sustainable Energy* atau Energi berkelanjutan merujuk pada sumber energi yang dapat dipertahankan secara jangka panjang tanpa menghabiskan sumber daya alam yang terbatas atau merusak lingkungan secara berlebihan (Dincer, I., & Rosen, 2013). Ini melibatkan penggunaan sumber daya yang terbarukan, seperti matahari, angin, air, geothermal, dan biomassa, yang dapat diperbaharui dalam waktu yang relatif singkat. Ketika kita berbicara tentang energi berkelanjutan, penting untuk menyadari tantangan yang dihadapi oleh dunia saat ini. Pertama, ketergantungan kita pada sumber daya energi fosil seperti minyak, gas alam, dan batu bara menghasilkan emisi gas rumah kaca yang signifikan, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Selain itu, sumber daya fosil ini tidak dapat diperbaharui dan akan habis pada suatu saat. Dalam

menghadapi tantangan ini, *sustainable energy* menjadi solusi yang menjanjikan. Ada beberapa alasan mengapa kita harus beralih ke sumber energi berkelanjutan salah satu diantaranya *sustainable energy* memiliki jejak karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan sumber energi fosil serta tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca secara signifikan, yang membantu mengurangi dampak perubahan iklim dan polusi udara. Sumber energi terbarukan seperti matahari dan angin tersedia secara melimpah di berbagai wilayah di seluruh dunia. Dengan memanfaatkan sumber daya ini, kita dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi yang terbatas dan mengurangi risiko ketidakstabilan pasokan energi di masa depan. Pergeseran ke *sustainable energy* dapat memberikan peluang baru dalam bidang pekerjaan dan investasi. Industri energi terbarukan yang berkembang pesat dapat menciptakan lapangan kerja baru dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan (Sayigh, 2017). Adanya *sustainable energy* yang lebih terjangkau dan mudah diakses, kita dapat memperluas akses energi ke daerah-daerah yang belum terlayani. Ini dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan mempercepat pembangunan sosial dan ekonomi di seluruh dunia. Perkembangan energi berkelanjutan mendorong inovasi dalam teknologi energi, termasuk penyimpanan energi, efisiensi energi, dan pengelolaan jaringan listrik. Inovasi ini dapat membantu mengatasi tantangan teknis dan ekonomi yang terkait dengan energi berkelanjutan.

5.2 Konsep Dasar *Sustainable Energy*

Konsep energi berkelanjutan, juga dikenal sebagai *sustainable energy*, melibatkan pemanfaatan sumber daya energi yang dapat diperbaharui secara berkelanjutan, dengan dampak lingkungan yang rendah atau bahkan netral. Konsep ini berfokus pada keberlanjutan jangka panjang,

mempertimbangkan tiga dimensi penting yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan (Zhang, 2019)

1. Dimensi Ekonomi

Energi berkelanjutan mempertimbangkan efisiensi ekonomi dalam penggunaan sumber daya energi. Ini melibatkan pengurangan biaya produksi, efisiensi energi, dan pengembangan teknologi yang lebih hemat energi. Dalam jangka panjang, energi berkelanjutan diharapkan dapat memberikan akses yang lebih luas terhadap energi yang terjangkau secara ekonomi dan mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya energi yang langka atau mahal.

2. Dimensi Sosial

Aspek sosial dalam konsep energi berkelanjutan mencakup akses yang adil dan merata terhadap energi, khususnya di daerah yang terpencil atau terpinggirkan. Energi berkelanjutan juga berusaha untuk mengurangi kesenjangan energi antara negara maju dan negara berkembang serta memperbaiki kondisi hidup masyarakat dengan menyediakan energi yang dapat meningkatkan kualitas hidup, seperti peningkatan akses ke listrik, pemanasan, dan transportasi yang terjangkau dan bersih.

3. Dimensi Lingkungan: Konsep energi berkelanjutan sangat fokus pada pelestarian lingkungan dan mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem. Sumber daya energi terbarukan, seperti energi surya, energi angin, energi hidro, biomassa, dan energi geotermal, diutamakan untuk menggantikan sumber daya energi fosil yang terbatas dan berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim. Dengan memanfaatkan sumber daya energi yang terbarukan, energi berkelanjutan membantu dalam mengurangi polusi udara, emisi karbon, limbah radioaktif, dan risiko kerusakan lingkungan.

Pengembangan energi berkelanjutan melibatkan berbagai aspek seperti penelitian dan pengembangan teknologi baru, investasi dalam infrastruktur energi berkelanjutan, kebijakan publik yang mendukung, dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya transisi ke energi berkelanjutan. Dengan menerapkan konsep energi berkelanjutan, kita dapat mencapai sejumlah manfaat, termasuk pengurangan emisi gas rumah kaca, perlindungan lingkungan, keberlanjutan ekonomi, peningkatan kualitas hidup, dan akses yang lebih luas terhadap energi. Ini juga membantu mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi terbatas dan tidak stabil, serta meningkatkan keamanan energi secara keseluruhan. Penting untuk mencapai keseimbangan antara kebutuhan energi saat ini dan perlindungan lingkungan yang berkelanjutan agar kita dapat mewariskan dunia yang lebih baik untuk generasi mendatang.

5.3 Teknologi terkini

Beberapa Teknologi terkini antara lain diwujudkan dengan :

1. Inovasi dalam Energi Surya mendeskripsikan perkembangan terbaru dalam teknologi panel surya, seperti panel surya berkinerja tinggi, panel surya transparan, dan panel surya fleksibel. Kemajuan dalam penyimpanan energi surya, termasuk baterai surya dan sistem penyimpanan termal.
2. Kemajuan dalam Energi Angin mengulas tentang inovasi terbaru dalam teknologi turbin angin, termasuk turbin angin berkapasitas besar dan teknologi terapung (floating wind turbines) yang memungkinkan pemanfaatan potensi energi angin di perairan dalam. Bab ini juga dapat mencakup topik seperti manajemen grid untuk integrasi energi angin yang lebih baik.

3. Pembangkit Listrik Tenaga Air yang inovatif membahas kemajuan dalam teknologi pembangkit listrik tenaga air, termasuk turbin air generasi baru, pengembangan pembangkit listrik tenaga air terapung, dan penggunaan energi ombak atau pasang surut. Kemungkinan penggunaan sistem hidrokinetik atau teknologi pembangkit listrik tenaga air tanpa bendungan juga dapat diperkenalkan.
4. Penerapan Biomassa dan Biogas yang lebih efisien mengulas perkembangan dalam penggunaan biomassa sebagai sumber energi, termasuk teknologi biomassa terpadu yang menggunakan berbagai bahan baku biomassa. Selain itu, inovasi dalam produksi biogas dari limbah organik juga dapat dibahas, seperti sistem biogas yang lebih efisien dan peningkatan penggunaan biogas sebagai sumber energi alternatif.
5. Penggunaan Energi *Geothermal* yang Lebih Luas membahas pengembangan teknologi geothermal terkini, termasuk eksplorasi dan eksploitasi sumber daya panas bumi yang lebih efisien. Kemungkinan penggunaan teknologi panas bumi dalam skala kecil, seperti pompa panas geothermal untuk pemanasan dan pendinginan bangunan, juga dapat menjadi topik yang menarik untuk dibahas.
6. Integrasi Teknologi Terbarukan membahas bagaimana teknologi energi terbarukan yang berbeda dapat diintegrasikan dalam sistem energi yang kompleks. Konsep seperti mikrogrid, penyimpanan energi terpadu, dan sistem cerdas (*smart grid*) dapat dijelaskan dalam konteks pengembangan teknologi terkini.

5.4 Kebijakan Energi

Kebijakan energi adalah serangkaian aturan, peraturan, dan langkah-langkah yang ditetapkan oleh pemerintah atau lembaga terkait untuk mengatur produksi, distribusi, konsumsi, dan penggunaan energi dalam suatu negara atau wilayah. Tujuan dari kebijakan energi adalah untuk mencapai keberlanjutan energi, efisiensi energi, keamanan energi, dan mengurangi dampak lingkungan negatif. (Sovacool, 2018)

Beberapa elemen dalam kebijakan energi meliputi:

1. Diversifikasi Sumber Energi

Kebijakan energi sering mendorong diversifikasi sumber energi untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi tunggal yang terbatas. Hal ini melibatkan pengembangan dan penggunaan sumber daya energi terbarukan seperti energi surya, energi angin, energi hidro, biomassa, dan energi geotermal, serta mempertimbangkan energi nuklir dan energi fosil yang lebih bersih.

2. Efisiensi Energi

Kebijakan energi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi di berbagai sektor, termasuk industri, transportasi, dan bangunan. Ini melibatkan pengembangan teknologi yang lebih efisien, penggunaan praktik terbaik, dan kampanye kesadaran energi untuk mengurangi konsumsi energi yang tidak perlu.

3. Penelitian dan Pengembangan

Kebijakan energi sering mendorong investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi baru yang dapat meningkatkan efisiensi energi, mengurangi emisi, dan mengembangkan sumber daya energi terbarukan yang lebih efektif dan terjangkau.

4. Penyimpanan Energi

Kebijakan energi dapat mendorong pengembangan teknologi penyimpanan energi yang lebih baik, seperti baterai dan

sistem penyimpanan termal, untuk mengatasi masalah fluktuasi pasokan energi dari sumber daya terbarukan yang tidak dapat dikendalikan

5. Liberalisasi Pasar Energi

Beberapa kebijakan energi mengarah pada liberalisasi pasar energi dengan mempromosikan persaingan, mengurangi monopoli, dan mendorong partisipasi sektor swasta dalam produksi dan distribusi energi. Tujuannya adalah untuk menciptakan pasar energi yang efisien dan mengurangi biaya bagi konsumen.

6. Konservasi Energi

Kebijakan energi mendorong praktik konservasi energi di berbagai sektor, termasuk penggunaan peralatan hemat energi, peningkatan efisiensi bangunan, dan penggunaan energi terbarukan dalam transportasi.

7. Kebijakan Pajak dan Insentif

Pemerintah sering memberikan insentif fiskal, seperti pembebasan pajak, subsidi, dan tarif listrik preferensial, untuk mendorong penggunaan energi terbarukan dan investasi dalam teknologi energi bersih.

Kebijakan energi dapat berbeda di setiap negara tergantung pada situasi dan kebutuhan. Tujuannya adalah untuk mencapai kombinasi sumber energi yang berkelanjutan, efisiensi penggunaan energi, keamanan pasokan, dan mengurangi dampak lingkungan negatif yang dihasilkan dari kegiatan energi.(REN21, 2021)

5.5 Dampak Sosial Ekonomi

Penerapan energi berkelanjutan memiliki dampak sosial-ekonomi yang signifikan (Weitemeyer, S., & Vallentin, 2019). Berikut ini beberapa dampak sosial-ekonomi dari energi berkelanjutan:

1. Penciptaan Lapangan Kerja

Transisi ke energi berkelanjutan dapat menciptakan lapangan kerja baru dalam sektor energi terbarukan. Industri seperti panel surya, turbin angin, dan teknologi energi terbarukan lainnya membutuhkan pekerjaan dalam perancangan, produksi, instalasi, pemeliharaan, dan manajemen sistem energi berkelanjutan. Ini dapat membantu mengurangi tingkat pengangguran dan memberikan peluang ekonomi baru bagi masyarakat.

2. Pertumbuhan Ekonomi:

Industri energi berkelanjutan memiliki potensi untuk menjadi sumber pertumbuhan ekonomi yang signifikan. Investasi dalam infrastruktur energi berkelanjutan dapat mendorong pertumbuhan sektor tersebut, menciptakan peluang bisnis baru, dan meningkatkan daya saing ekonomi suatu negara. Selain itu, penghematan biaya energi yang dihasilkan dari efisiensi energi dapat memberikan dampak positif pada sektor lain, seperti industri, perdagangan, dan jasa.

3. Akses Energi yang Lebih Luas

Energi berkelanjutan berpotensi memberikan akses energi yang lebih luas kepada masyarakat yang sebelumnya tidak terjangkau oleh infrastruktur energi konvensional. Sumber daya energi terbarukan dapat dipasang dalam skala kecil, seperti panel surya di desa terpencil atau sistem energi mikrohidro di daerah terpencil. Ini membantu mengatasi kesenjangan energi dan memberikan akses yang lebih adil terhadap energi yang terjangkau dan berkelanjutan.

4. Kesehatan dan Kualitas Hidup yang Lebih Baik

Penggunaan energi berkelanjutan dapat mengurangi polusi udara, emisi gas rumah kaca, dan dampak negatif lainnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Pergantian sumber energi fosil dengan energi terbarukan dapat mengurangi polusi udara yang dapat menyebabkan

penyakit pernapasan dan meningkatkan kualitas udara. Selain itu, akses yang lebih baik terhadap energi bersih seperti listrik dan pemanas yang berkelanjutan dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

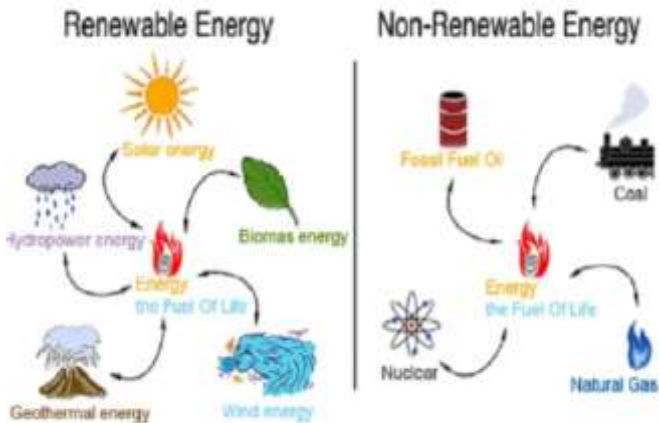
5. Keamanan Energi

Diversifikasi sumber energi dengan energi berkelanjutan membantu mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi yang terbatas dan rentan terhadap fluktuasi harga. Hal ini dapat meningkatkan keamanan pasokan energi suatu negara dan mengurangi kerentanan terhadap ketidakstabilan pasar energi global.

6. Pengurangan Dampak Perubahan Iklim

Penerapan energi berkelanjutan merupakan langkah penting dalam mengurangi emisi gas rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim. Dampak perubahan iklim, seperti kenaikan suhu global, cuaca ekstrem, dan ancaman terhadap keanekaragaman hayati, memiliki dampak ekonomi dan sosial yang signifikan. Dengan mengadopsi energi berkelanjutan, kita dapat mengurangi dampak ini dan melindungi lingkungan serta ekonomi kita.

Dampak sosial-ekonomi dari energi berkelanjutan sangat bervariasi tergantung pada konteks lokal, kebijakan yang diterapkan, dan penerapan teknologi energi berkelanjutan. Namun secara keseluruhan, energi berkelanjutan memiliki potensi untuk memberikan dampak positif yang luas terhadap masyarakat dan perekonomian, serta membawa kita menuju masa depan yang lebih berkelanjutan dan adil.(REN21, 2021)



Gambar 5.1. Perbedaan *renewable energy* dan *non renewable energy*

Berdasarkan gambar 5.1 Perbedaan antara energi terbarukan (*renewable energy*) dan energi tidak terbarukan (*non-renewable energy*) terletak pada sifat sumber daya energi dan dampak lingkungan yang dihasilkan. Berikut adalah perbedaan utama antara keduanya:(Chiras, 2018)

Energi Terbarukan:

1. Sumber Daya Terbarukan

Energi terbarukan berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui atau diperbarui secara alami dalam periode waktu yang relatif singkat. Contohnya termasuk energi surya, energi angin, energi hidro, biomassa, dan energi geotermal.

2. Ketersediaan yang Berkelanjutan

Sumber daya energi terbarukan tersedia secara terus-menerus dan tidak terbatas dalam jangka panjang. Sinar matahari, angin, air, dan biomassa dapat diperbaharui secara alami, sehingga dapat terus digunakan tanpa kekhawatiran kehabisan.

3. Dampak Lingkungan yang Rendah

Energi terbarukan umumnya memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan energi non-terbarukan. Dalam hal ini menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah atau bahkan tidak menghasilkan emisi sama sekali. Penggunaan energi terbarukan membantu mengurangi polusi udara, penurunan kualitas udara, dan degradasi lingkungan.

4. Sumber Energi Bersih: Energi terbarukan umumnya dianggap sebagai sumber energi bersih karena tidak menghasilkan emisi karbon yang signifikan. Penggunaan energi terbarukan dapat membantu mengurangi dampak perubahan iklim dan memperkuat keberlanjutan lingkungan.

Energi Tidak Terbarukan:

1. Sumber Daya Terbatas

Energi tidak terbarukan berasal dari sumber daya alam yang terbatas dan tidak dapat diperbaharui dalam periode waktu yang singkat. Ini termasuk sumber energi fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara.

2. Keterbatasan Ketersediaan

Sumber daya energi tidak terbarukan menghadapi risiko kehabisan karena ketersediaan yang terbatas. Proses pembentukan sumber daya energi non-terbarukan membutuhkan waktu yang sangat lama, jauh melebihi waktu yang dibutuhkan manusia untuk menggantinya.

3. Dampak Lingkungan yang Tinggi

Energi tidak terbarukan memiliki dampak lingkungan yang lebih besar. Ekstraksi, produksi, dan pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan emisi gas rumah kaca dan polusi udara yang berkontribusi terhadap perubahan iklim, polusi udara, dan masalah lingkungan lainnya.

4. Ketergantungan pada Pasokan Luar Negeri

Banyak negara bergantung pada impor energi fosil untuk memenuhi kebutuhan energi. Ketergantungan pada pasokan luar negeri dapat menyebabkan ketidakstabilan pasokan dan kerentanan terhadap fluktuasi harga.

DAFTAR PUSTAKA

- Chiras, D. D. 2018. *Renewable Energy: Sustainable Energy Concepts for the Future*. Cengage Learning.
- Dincer, I., & Rosen, M. A. 2013. 'Sustainable Energy Systems and Applications.', *Springer*.
- REN21. 2021. *Renewables 2021 Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.
- Sayigh, A. (Ed.). 2017. *Renewable Energy: Sustainable Concepts for the Energy Change (2nd ed.)*. Academic Press.
- Sovacool, B. K. 2018. *The Routledge Handbook of Energy Justice*. Routledge.
- Weitemeyer, S., & Vallentin, D. (Eds. . 2019. 'Sustainable Energy Transitions: Socio-Technical Pathways Towards Decarbonization. Springer', *Springer*.
- Zhang, Y. 2019. *Sustainable Energy Technology and Policies: A Transformational Journey*. CRC Press.

BAB 6

GREEN MANUFACTURING

Oleh Rini Aprilia Lestari

6.1 Pendahuluan

Pertumbuhan manufaktur saat ini terus meningkat dan tidak dapat dihindari, hal ini berkaitan dengan pola konsumsi masyarakat yang secara global rata-rata terus meningkat karena faktor sosial, budaya maupun faktor ekonomi. Globalisasi, demografi, dan perkembangan teknologi berdampak besar pada industri manufaktur di seluruh dunia, seiring dengan meningkatnya persaingan pasar dan meningkatnya kebutuhan akan energi dan sumber daya alam untuk menghasilkan lebih banyak produk. Hal ini menimbulkan situasi yang sangat meresahkan karena konsumsi energi dan sumber daya alam (bahan baku penting seperti baja, tembaga, aluminium, nikel, kayu, seng dan bahan mentah lain yang berasal dari alam) meningkat di dunia. Konsumsi energi oleh sektor industri lima puluh tahun terakhir mencapai setengah dari energi dunia (Sangwan, K.S. and Mittal, 2015)

Semakin banyaknya pertumbuhan industri manufaktur di dunia ini dapat menimbulkan masalah lingkungan, ekonomi, dan sosial. Contoh dari masalah ini diantaranya terjadinya pemanasan global dan permasalahan yang timbul akibat banyaknya limbah, oleh karena itu diperlukan penerapan konsep green manufacturing. Dalam Green Manufaktur, pendekatan yang holistik digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi dampak lingkungan dari seluruh siklus hidup produk. Pendekatan ini mencakup pemilihan bahan baku yang ramah lingkungan, desain produk yang mempertimbangkan efisiensi energi dan penggunaan bahan, penggunaan teknologi

yang lebih bersih dan efisien, pengelolaan limbah yang baik, dan penggunaan energi terbarukan. Selain itu, Green Manufaktur juga mendorong kerja sama antara perusahaan manufaktur dengan pemasok, mitra bisnis, dan pihak terkait lainnya dalam rantai pasokan untuk memastikan bahwa praktik-produksi yang berkelanjutan diterapkan secara keseluruhan.

6.2 Konsep Green Manufacturing

Green manufacturing adalah sebuah konsep manufaktur yang menekankan perlunya memperhatikan aspek lingkungan dalam proses manufaktur. Green manufaktur merujuk pada pengenalan dan pemahaman awal tentang konsep dan praktik manufaktur hijau atau berkelanjutan. Ini melibatkan pemahaman tentang pentingnya mengintegrasikan aspek lingkungan ke dalam kegiatan manufaktur untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan sosial.

Manufaktur konvensional seringkali memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, seperti polusi udara dan air, penggunaan energi yang besar, penggunaan bahan baku yang tidak berkelanjutan, dan limbah yang dihasilkan. Green Manufaktur adalah langkah awal yang sangat penting dalam mengubah paradigma manufaktur menjadi lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan menerapkan konsep green manufaktur ini, perusahaan dapat berkontribusi pada upaya perlindungan lingkungan dan memenuhi tuntutan konsumen yang semakin meningkat terhadap produk-produk yang ramah lingkungan. Green manufaktur tidak hanya menguntungkan lingkungan, tetapi juga memiliki manfaat ekonomi, dengan mengadopsi praktik industri yang lebih efisien dan efektif, menjadikan perusahaan dapat mengurangi biaya operasional,

mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan meningkatkan keberlanjutan jangka panjang.

Green manufacturing adalah manufaktur yang dalam proses produksinya mengutamakan upaya efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya secara berkelanjutan, sehingga mampu menyelaraskan pembangunan manufaktur dengan kelestarian fungsi lingkungan hidup serta dapat memberikan manfaat bagi masyarakat (Rizal, 2018)

Green manufacturing mengacu pada pendekatan produksi yang bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan dalam proses manufaktur. Istilah ini mencakup berbagai macam makna tergantung pada konteksnya. Berikut beberapa makna umum yang terkait dengan green manufacturing:

1. Efisiensi energi

Green manufacturing berfokus pada penggunaan energi yang efisien dalam proses produksi. Ini mencakup penggunaan teknologi hemat energi, peralatan yang efisien, dan tata kelola yang baik dalam pengelolaan energi.

2. Bahan baku ramah lingkungan

Green manufacturing mempromosikan penggunaan bahan baku ramah lingkungan. Ini melibatkan penggunaan bahan daur ulang, pengurangan limbah, dan penggunaan bahan baku yang tidak beracun atau minim beracun.

3. Pengurangan emisi dan polusi

Green manufacturing berusaha mengurangi emisi gas rumah kaca dan polutan lainnya dihasilkan selama proses produksi. Ini dapat dicapai dengan menerapkan teknologi bersih, seperti pemurnian gas buang, penggunaan energi terbarukan, dan pengelolaan limbah yang baik.

4. Daur ulang dan daur ulang limbah

Green manufacturing mendorong praktik daur ulang dan daur ulang limbah dalam proses produksi. Ini meliputi penggunaan kembali bahan limbah, pengolahan limbah

menjadi produk baru, dan pengurangan penggunaan bahan baku baru.

5. Inovasi teknologi

Green manufacturing mendorong penerapan dan pengembangan teknologi baru berkelanjutan dan ramah lingkungan. Hal Ini termasuk penggunaan robotika, otomatisasi, sensor pintar, dan teknologi digital lainnya untuk meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi dampak lingkungan.

6. Prinsip desain berkelanjutan

Green manufacturing melibatkan pendekatan desain produk yang berkelanjutan, dengan mempertimbangkan siklus hidup produk dari bahan baku hingga pembuangan akhir. Hal ini meliputi penggunaan bahan yang dapat didaur ulang, desain yang mudah dipisahkan, dan produk yang tahan lama.

7. Sertifikasi dan standar

Green manufacturing melibatkan penggunaan sertifikasi dan standar lingkungan untuk mengukur dan memastikan praktik-produksi yang berkelanjutan. Contohnya adalah ISO 14001, yang menetapkan sistem manajemen lingkungan.

Makna green manufacturing dapat berbeda di setiap industri dan perusahaan, tetapi tujuan utamanya adalah mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan mendorong penggunaan sumber daya yang lebih berkelanjutan.

6.3 Tahap Kegiatan Green Manufacturing

Berdasarkan rekomendasi OECD, (Wyckoff, 2010) menegaskan bahwa; bisa ada 7 (tujuh) langkah dilakukan pada tahap persiapan, pengukuran dan perbaikan dari kegiatan green manufacturing.

Tahap persiapan:

1. Membuat pemetaan (*mapping*) terhadap semua kegiatan manufaktur yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan menciptakan prioritas pengelolaan lingkungan.
2. Pemilahan indikator yang berdampak pentingnlingkungan hidup yang diperkirakan akan terjadi untuk dilakukan pengelolaan yang berguna dalam memperbaiki kualitas bisnis

Tahap pengukuran:

1. melakukan proses identifikasi material dan komponen bahan baku untuk mengukur input yang digunakan dalam proses produksi. hal ini akan mempengaruhi perlindungan lingkungan (*environmental performance*).
2. Melakukan penilaian efisiensi dalam hal pemanfaatan fasilitas dan utilitas operasional manufaktur; hal ini termasuk diantaranya dampak pencemaran udara, air dan tanah.
3. Melakukan evaluasi semua produk yang akan dihasilkan: mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor konsumsi energi yang digunakan, daur ulang (*recycling*) material dan pemulihan kembali (*reusing*) bahan yang berbahaya akan menentukan produk yang ramah lingkungan dan dan manufaktur berkelanjutan.

Tahap perbaikan:

1. Memahami data hasil pengukuran; membaca dan menafsirkan indikator dan memahami tren kinerja karyawan dan kinerja lingkungan manufaktur.
2. Mengambil tindakan untuk meningkatkan kinerja lingkungan produksi, memilah peluang dalam upaya memperbaiki kinerja karyawab dab kinerja di lingkungan

manufaktur serta membuat rencana atau aksi dalam melaksanakannya.

6.4 Tujuan Green Manufacturing

Tujuan Green Manufacturing adalah mengadopsi praktik-produksi yang ramah lingkungan dalam industri manufaktur guna mencapai berbagai hasil yang diinginkan, antara lain:

1. **Mengurangi Dampak Lingkungan:** Tujuan utama Green Manufacturing adalah mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Ini termasuk mengurangi emisi gas rumah kaca, polusi udara dan air, limbah padat, dan penggunaan sumber daya alam seperti energi dan air. Dengan mengurangi dampak lingkungan, Green Manufacturing berkontribusi pada pelestarian lingkungan alam dan keseimbangan ekosistem.
2. **Efisiensi Sumber Daya:** Green Manufacturing bertujuan untuk menggunakan sumber daya alam dengan cara yang lebih efisien. Hal ini mencakup penggunaan energi yang lebih hemat, penggunaan bahan baku yang lebih efisien, dan pengelolaan limbah yang lebih baik. Dengan memaksimalkan efisiensi sumber daya, perusahaan dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan keberlanjutan jangka panjang.
3. **Inovasi Teknologi Hijau:** Salah satu tujuan Green Manufacturing adalah mendorong inovasi teknologi yang ramah lingkungan. Ini mencakup pengembangan dan penggunaan teknologi yang lebih efisien energi, penggunaan bahan baku yang dapat diperbaharui, dan teknologi pengendalian polusi yang lebih baik. Dengan mengadopsi teknologi hijau, perusahaan dapat meningkatkan daya saing mereka sambil mengurangi dampak lingkungan.

4. Kepatuhan Regulasi Lingkungan: Green Manufacturing bertujuan untuk mematuhi regulasi lingkungan yang ada. Hal ini termasuk memenuhi persyaratan pengelolaan limbah, emisi gas, dan standar keselamatan lingkungan lainnya yang ditetapkan oleh pemerintah. Dengan mematuhi regulasi, perusahaan dapat menjaga reputasi mereka dan menghindari sanksi hukum yang mungkin timbul akibat pelanggaran lingkungan.
5. Tanggung Jawab Sosial Perusahaan: Green Manufacturing juga bertujuan untuk memenuhi tanggung jawab sosial perusahaan terhadap masyarakat dan lingkungan sekitar. Ini melibatkan keterlibatan dalam kegiatan sosial dan lingkungan, seperti program penghijauan, kemitraan dengan komunitas lokal, dan dukungan terhadap inisiatif berkelanjutan. Dengan berperan aktif dalam tanggung jawab sosial, perusahaan dapat membangun hubungan yang lebih baik dengan pemangku kepentingan dan masyarakat.

Secara keseluruhan, tujuan Green Manufacturing adalah untuk menciptakan praktik-produksi yang berkelanjutan secara ekologis, ekonomis, dan sosial. Ini melibatkan pengurangan dampak lingkungan, efisiensi sumber daya, inovasi teknologi hijau, kepatuhan regulasi lingkungan, dan tanggung jawab sosial perusahaan. Dengan menerapkan tujuan ini, perusahaan dapat mencapai keberlanjutan jangka panjang sambil menjaga keberlanjutan planet kita.

6.5 Dampak Positif Green Manufacturing

Penerapan Green Manufacturing memiliki banyak dampak positif, baik bagi perusahaan maupun lingkungan. Berikut adalah beberapa dampak positif yang dapat diperoleh dari penerapan Green Manufacturing:

1. Pengurangan Dampak Lingkungan: Green Manufacturing mengurangi emisi gas rumah kaca, polusi udara, polusi air, dan limbah padat. Dengan mengurangi dampak negatif ini, penerapan Green Manufacturing berkontribusi pada perlindungan lingkungan alam dan pelestarian sumber daya alam.
2. Efisiensi Penggunaan Sumber Daya: Green Manufacturing mendorong penggunaan sumber daya alam yang lebih efisien, seperti energi, air, dan bahan baku. Hal ini mengurangi pemborosan dan meminimalkan penggunaan sumber daya alam yang terbatas. Dalam jangka panjang, ini membantu menghemat biaya produksi dan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.
3. Inovasi Teknologi: Penerapan Green Manufacturing mendorong pengembangan dan penggunaan teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Ini mencakup teknologi energi terbarukan, teknologi penghematan energi, dan teknologi pengelolaan limbah yang lebih baik. Inovasi ini dapat menghasilkan proses produksi yang lebih efisien, produk yang lebih ramah lingkungan, dan peluang bisnis baru.
4. Keunggulan Kompetitif: Perusahaan yang menerapkan Green Manufacturing dapat memperoleh keunggulan kompetitif. Dalam era di mana keberlanjutan menjadi semakin penting, pelanggan cenderung memilih produk dan layanan yang ramah lingkungan. Dengan memiliki praktik-produksi yang berkelanjutan, perusahaan dapat menarik pelanggan yang lebih sadar lingkungan dan membedakan diri dari pesaing.
5. Peningkatan Reputasi Perusahaan: Penerapan Green Manufacturing membantu membangun reputasi perusahaan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab secara sosial. Ini menciptakan citra positif di mata pelanggan, investor, mitra bisnis, dan masyarakat. Reputasi

- yang baik sebagai perusahaan yang peduli lingkungan dapat meningkatkan kepercayaan dan loyalitas pelanggan serta memperkuat hubungan dengan pemangku kepentingan.
6. Kepatuhan Regulasi dan Standar: Dengan menerapkan praktik-produksi yang ramah lingkungan, perusahaan dapat memenuhi persyaratan regulasi dan standar lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah dan lembaga pengatur. Ini membantu menghindari sanksi hukum dan potensi kerugian reputasi yang dapat timbul akibat pelanggaran lingkungan.

Dampak positif ini menunjukkan bahwa penerapan Green Manufacturing memberikan manfaat jangka panjang bagi perusahaan, lingkungan, dan masyarakat secara keseluruhan. Dengan mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan efisiensi operasional, perusahaan dapat mencapai keberlanjutan jangka panjang dan berkontribusi pada pelestarian lingkungan untuk generasi mendatang.

6.6 Praktik Green Manufacturing di Sektor Industri

Penerapan dan praktik Green Manufacturing di sektor industri melibatkan sejumlah langkah dan strategi yang bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan. Berikut adalah beberapa contoh praktik Green Manufacturing yang umum diterapkan di sektor industri:

1. Efisiensi Energi: Mengadopsi teknologi dan strategi yang mengurangi konsumsi energi dalam proses produksi, seperti menggunakan peralatan yang efisien secara energi, menerapkan sistem manajemen energi, dan mengoptimalkan penggunaan energi melalui tindakan

seperti isolasi termal dan penjadwalan produksi yang cerdas.

2. **Pengelolaan Limbah:** Mengurangi, mendaur ulang, dan mengelola limbah produksi secara efektif. Ini melibatkan pemilihan bahan baku yang dapat didaur ulang, penerapan proses produksi yang menghasilkan limbah yang lebih sedikit, dan mengadopsi metode pengolahan limbah yang ramah lingkungan.
3. **Penggunaan Bahan Baku Berkelanjutan:** Memilih bahan baku yang berasal dari sumber yang berkelanjutan, seperti menggunakan bahan daur ulang atau bahan organik yang dapat diperbaharui. Hal ini membantu mengurangi konsumsi sumber daya alam yang tidak terbarukan dan menekan dampak lingkungan yang dihasilkan dari penggunaan bahan baku konvensional.
4. **Manajemen Rantai Pasokan Hijau:** Mengintegrasikan praktik berkelanjutan ke dalam seluruh rantai pasokan, termasuk pemilihan pemasok yang ramah lingkungan, pengurangan emisi transportasi, dan pengurangan limbah dalam kegiatan distribusi dan logistik.
5. **Desain Produk Berkelanjutan:** Menerapkan prinsip desain produk berkelanjutan, seperti menggunakan bahan yang dapat didaur ulang, mengoptimalkan efisiensi produk, memperpanjang umur pakai produk, dan mempertimbangkan siklus hidup produk secara keseluruhan.
6. **Pendidikan dan Pelatihan Karyawan:** Memberikan pendidikan dan pelatihan kepada karyawan tentang praktik Green Manufacturing dan kepedulian terhadap lingkungan. Hal ini membantu menciptakan budaya perusahaan yang berkelanjutan dan melibatkan karyawan dalam implementasi praktik ramah lingkungan.
7. **Pengukuran dan Pelaporan Kinerja Lingkungan:** Melakukan pengukuran terhadap kinerja lingkungan, termasuk

pemantauan emisi, penggunaan energi, dan pengelolaan limbah. Pelaporan kinerja lingkungan secara teratur membantu perusahaan mengidentifikasi area-area perbaikan dan menetapkan target yang lebih ambisius.

8. Kolaborasi dengan Pemangku Kepentingan: Melibatkan pemangku kepentingan seperti pemerintah, masyarakat, dan organisasi lingkungan dalam upaya Green Manufacturing. Kolaborasi ini dapat memperkuat praktik berkelanjutan dan menghasilkan solusi inovatif.

Penerapan praktik Green Manufacturing di sektor industri tidak hanya menguntungkan bagi lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya produksi, meningkatkan citra perusahaan, dan memenuhi kebutuhan pasar yang semakin peduli terhadap keberlanjutan.

6.7 Teknologi Untuk Menjamin Keberlangsungan Green Manufacturing

Teknologi memiliki peran penting dalam menjamin keberlanjutan Green Manufacturing. Berikut adalah beberapa contoh teknologi yang digunakan untuk mendukung penerapan praktik berkelanjutan dalam industri:

1. *Internet of Things (IoT)*: IoT memungkinkan pengumpulan data secara real-time tentang konsumsi energi, penggunaan bahan baku, dan performa mesin. Hal ini membantu dalam pengawasan dan pengendalian yang lebih efisien, serta identifikasi potensi penghematan energi dan pengurangan limbah.
2. *Analitik Data*: Analisis data yang canggih memungkinkan pengolahan dan interpretasi data yang besar dan kompleks untuk mengidentifikasi peluang perbaikan, memprediksi kegagalan mesin, dan mengoptimalkan proses produksi. Dengan memanfaatkan analitik data, perusahaan dapat

mengurangi konsumsi energi, mengoptimalkan penggunaan bahan baku, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

3. **Teknologi Sensor:** Penggunaan sensor yang cerdas memungkinkan pemantauan kondisi operasional mesin dan proses produksi secara real-time. Sensor ini dapat mendeteksi kebocoran, penggunaan energi yang tidak efisien, dan masalah lainnya yang dapat mempengaruhi kinerja dan keberlanjutan produksi. Dengan informasi yang diberikan oleh sensor, tindakan perbaikan dapat diambil secara cepat dan tepat.
4. **Pencetakan 3D (3D Printing):** Teknologi pencetakan 3D dapat mengurangi limbah produksi dengan mencetak bagian dan produk secara langsung dari bahan mentah. Ini mengurangi penggunaan bahan baku dan memungkinkan produksi yang lebih presisi, menghasilkan produk yang lebih ringan, dan mengoptimalkan penggunaan material.
5. **Teknologi Robotika:** Penggunaan robotika dalam proses produksi dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi kesalahan manusia, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Robot dapat digunakan untuk tugas-tugas repetitive dan berat, mengurangi pemborosan dan meningkatkan produktivitas.
6. **Energi Terbarukan:** Mengadopsi teknologi energi terbarukan, seperti panel surya dan turbin angin, membantu dalam mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan menghasilkan energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.
7. **Sistem Manajemen Energi dan Otomasi:** Penerapan sistem manajemen energi dan otomasi memungkinkan pemantauan, pengendalian, dan optimisasi yang lebih baik terhadap penggunaan energi dalam proses produksi. Sistem ini memungkinkan pengaturan dan pengontrolan yang lebih efisien terhadap peralatan dan sistem produksi.

8. Teknologi Blockchain: Blockchain dapat digunakan untuk memastikan transparansi dan integritas dalam rantai pasokan. Ini membantu dalam pelacakan dan verifikasi sumber daya dan bahan baku, memastikan bahwa mereka berasal dari sumber yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Dengan memanfaatkan teknologi-teknologi ini, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi dampak lingkungan, dan menerapkan praktik Green Manufacturing yang berkelanjutan. Teknologi menjadi alat yang kuat dalam memastikan keberlanjutan dalam industri dan melangkah menuju masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Rizal, R. 2018. *Manufaktur Berkelanjutan (sustainable manufacturing)/ Manufaktur Hijau (green manufacturing)*. Jakarta: : -Jakarta: Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”.
- Sangwan, K.S. and Mittal, V. K. 2015. ‘A bibliometric analysis of green manufacturing and similar frameworks,’ *Management of Environmental Quality An International Journal*.
- Wyckoff, A. 2010. *OECD Sustainable Manufacturing Toolkit. Seven Steps to Environmental Excellence. Start-up Guide*.

BAB 7

PRODUKSI BERSIH: PENGANTAR PRODUKSI BERSIH

Oleh Heri Setiawan

7.1 Pendahuluan

Inovasi indikator efektivitas dan efisiensi pada setiap fase proses produksi di industri akan berdampak pada optimasi sumber daya atau setiap elemen produksi, memastikan produk berkualitas dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Inovasi optimasi pemakaian material, bahan penolong dan energi di semua fase produksi serta mereduksi limbah adalah inovasi konsep produksi bersih (*cleaner production concept*).

Manufaktur yang lebih bersih atau Produksi Bersih adalah strategi untuk menghindari polusi industri dengan mengurangi timbulan limbah pada setiap tahapan proses produksi, dan untuk meminimalkan atau menghilangkan limbah sebelum segala jenis polusi terjadi. Istilah-istilah seperti pencegahan polusi, pengurangan sumber, dan minimisasi limbah sering diasosiasikan dengan gagasan produksi bersih.

Produksi Bersih adalah berkaitan dengan mencegah timbulnya limbah. Jika pemborosan merupakan indikasi inefisiensi, maka pencegahan harus dilanjutkan (*preventif sampah*), timbulan sampah harus dikurangi (*reduksi sampah*), dan sampah yang dihasilkan melalui daur ulang harus dimanfaatkan. Indikator suksesnya usaha ini menghasilkan penghematan yang luar biasa karena minimasi biaya produksi yang signifikan, menjadikan pendekatan ini sebagai sumber pendapatan (*income generation*). Tujuan dari produksi bersih

adalah: (1) meningkatkan efisiensi sistem produksi, (2) mengurangi toksisitas material dan bahan penolong, dan (3) meningkatkan pengendalian operasional.

Pengelolaan *output* sampah limbah industri (cair, padat dan gas) diperlukan untuk lebih memenuhi tujuan pengelolaan limbah (sesuai dengan regulasi pemerintah) dan meningkatkan penggunaan sumber daya. Secara umum, pengelolaan sampah adalah serangkaian aktivitas yang meliputi pengurangan (*reduction*), pengumpulan (*collection*), penyimpanan (*storage*), pengangkutan (*transportation*), penggunaan kembali, daur ulang (*reuse, recycling*), pengolahan (*treatment*), dan/atau pembuangan (*disposal*) (Amienyo et al., A., 2014. Anyoha KE dan Zhang L. 2021).

Berdasarkan Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNEP), Produksi Bersih adalah operasi berkelanjutan dengan strategi terpadu untuk mengelola dampak lingkungan, yang implementasinya meliputi manufaktur dalam proses produksi dan pengolahan produk untuk pemasaran guna meningkatkan efisiensi sumber daya untuk menambah dan mereduksi efeknya pada orang dan lingkungan.

Menerapkan produksi bersih pada proses produksi di manufaktur industri dapat meminimasi dampak negatif terhadap lingkungan. Produksi yang lebih bersih dapat membawa manfaat lingkungan dan ekonomi yang positif. Keuntungan finansial berupa penghematan biaya produksi dan keuntungan industri yang lebih tinggi. Sedangkan manfaat lingkungan termasuk mengurangi timbulan limbah cair dan padat, yang diterjemahkan menjadi industri yang lebih hijau.

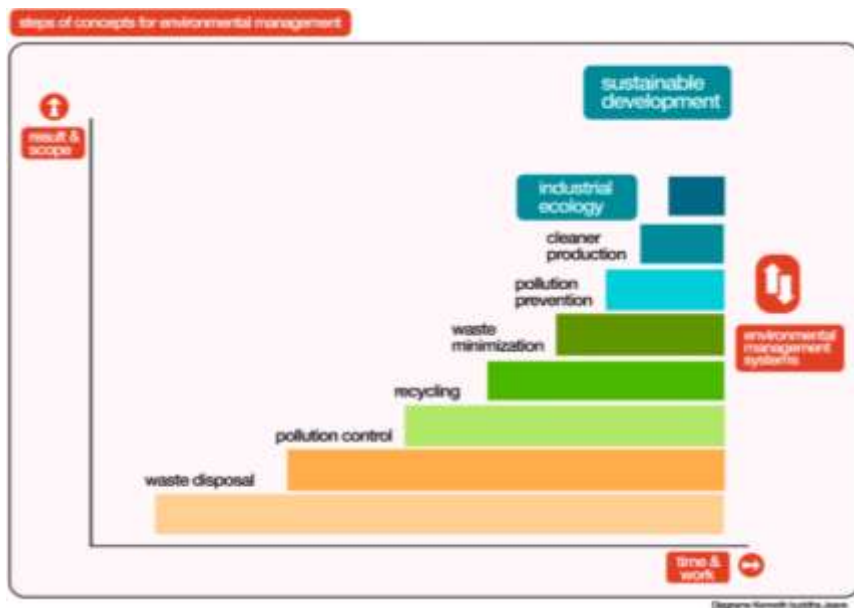
Pengelolaan lingkungan berbasiskan system manajemen lingkungan telah berevolusi dari pendekatan pasif, ke reaktif dan menuju ke pengelolaan proaktif. Langkah-langkah konsep sistem manajemen lingkungan diawali dari fenomena pembiaran kemudian meningkat ke pengendalian dan level tertinggi pencegahan.

Produksi bersih di industri berprinsip 5R, yaitu; (1) *Re-think* (pencegahan), (2) *Reduce* (pengurangan), (3) *Re-use* (pakai ulang), (4) *Re-cycle* (daur ulang), dan (5) *Recovery* (pungut ulang) guna efisiensi pemakaian bahan baku dan energi serta pengurangan timbulan limbah. Praktik Produksi Bersih dapat diimplementasikan pada *good house keeping*, pengendalian proses yang baik, penggantian bahan baku, modifikasi peralatan dan proses dan penggantian teknologi.

Pada tahap proses, Produksi Bersih meliputi upaya konservasi bahan baku dan energi, mengeliminasi bahan baku bahan berbahaya dan beracun (B3), serta mengurangi jumlah racun dari semua limbah dan emisi yang dikeluarkan sebelum produk keluar dari proses.

Terkait dengan hasil produk (barang dan jasa), Produksi Bersih konsentrasi pada upaya untuk mereduksi dampak yang terjadi selama siklus hidup produk, mulai dari ekstraksi bahan mentah hingga pembuangan akhir ketika produk tidak dapat digunakan lagi.

Langkah-langkah konsep manajemen lingkungan yang berkaitan dengan produksi bersih dapat dilihat pada Gambar 7.1.



Gambar 7.1. Langkah-langkah Konsep Manajemen Lingkungan Berbasiskan Produksi Bersih (Lyngaas, 2016)

Fokus produksi bersih adalah pada peningkatan konsumsi sumber daya dan pengurangan polusi. Prinsip utama produksi bersih adalah limbah atau produk sampingan dari proses produksi tidak dianggap dan diperlakukan sebagai limbah, tetapi dianggap dan diperhitungkan sebagai sumber daya yang masih dapat digunakan. Dengan kata lain, dasar pemikiran manufaktur dengan produksi bersih adalah “5R”, yaitu; *Re-think* (Pencegahan), *Reduce* (Pengurangan), *Re-use* (Pakai ulang), *Recycle* (Daur ulang), dan *Recovery* (Pungut ulang).

- 1) ***Re-thinking***, merupakan konsep berpikir yang harus dikuasai pada awal kegiatan. Cara berpikir ini didukung oleh komitmen Kementerian Perindustrian dan Balai

Lingkungan Hidup Daerah untuk memperkenalkan produksi bersih bagi industri. Pelatihan penerapan produksi bersih bagi industri dan operator pabrik produksi di sentra industri. Pengembangan dan pemantauan pelaksanaan produksi bersih secara berkala.

- 2) **Reduce**, reduksi atau pengurangan limbah pada sumbernya adalah teknik mengurangi atau mencegah pencemaran pada awal produksi. Efek pengurangan harus mereduksi dan meminimasi penggunaan bahan baku, air, energi dan bahan baku berbahaya dan beracun, serta meminimalisasi produksi *output* limbah di sumbernya untuk mencegah dan mereduksi dampak negative terhadap lingkungan dan risiko terhadap manusia.
- 3) **Re-use**, yaitu teknik yang memungkinkan pemanfaatan kembali sampah tanpa pengolahan fisik/kimia/biologis. Efek *re-use* sampah atau limbah adalah penggunaan air baik untuk kebutuhan produksi maupun fasilitas. Limbah cair dapat digunakan sebagai koagulan.
- 4) **Re-cycle**, yaitu teknologi yang bertujuan untuk mendaur ulang sampah atau limbah menjadi produk yang bernilai fisik/kimia/biologis.
- 5) **Recovery**, yaitu teknik pemisahan bahan/energi dari limbah dan mengembalikannya ke proses produksi, baik dengan atau tanpa pengolahan fisik/kimia/biologis.

Produksi Bersih merupakan wujud nyata pertobatan ekologis dan strategi yang dirancang untuk mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan industri dengan *win-win solution*, dimana industri meningkatkan efisiensi di semua sektor produksi dan mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan industri.

Manfaat memperkenalkan produksi bersih termasuk misalnya; (1) sebagai panduan untuk meningkatkan produk (barang dan jasa) dan proses produksi, (2) menghemat

material dan energi sekaligus mengurangi biaya produksi per unit produksi, (3) meningkatkan daya saing melalui inovasi teknologi baru dan/atau perbaikan teknologi, (4) mengurangi energi persyaratan, (5) standar kualitas dan kepatuhan terhadap peraturan baru, (6) meningkatkan citra publik perusahaan, dan (7) reduksi dan efisiensi biaya secara kongkrit sebagai alternatif solusi dari biaya yang mahal.

Manfaat penerapan konsep teknologi bersih antara lain: (1) proses produksi lebih efisien melalui pengurangan biaya; modal dan operasi/produksi, pengolahan dan pengendalian limbah, dan izin polisi, (2) Mengurangi dampak lingkungan/meminimalkan limbah dengan 5R, mengurangi risiko dan biaya tumpahan dan kecelakaan. Baik dari segi ekonomi maupun komersial, penerapan konsep teknologi bersih akan meningkatkan nilai tambah produk pengganti, meningkatkan keuntungan penjualan, dan konsumen terutama di negara maju akan mencari produk yang semakin ramah dan ramah lingkungan.

Konsep teknologi kreatif bersih Produksi Bersih sangat penting dan harus dilaksanakan secara masif, menerapkan strategi pencegahan berkelanjutan pada proses dan produk untuk mengurangi risiko pencemaran terhadap manusia dan lingkungan, tanpa bahan B3 dan tanpa bahan baku. dan konsumsi energi, serta mereduksi jumlah toksisitas, emisi dan limbah (*eco-efficiency*), mereduksi efek yang terjadi selama siklus hidup produk (*product life cycle*) dari bahan mentah hingga pembuangan limbah, dan menerapkan teknologi produksi bersih, dengan pertobatan ekologis sadar lingkungan.

7.2 Konsep Dasar Produksi Bersih

Produksi Bersih (*Cleaner Production*) atau Produksi Ramah Lingkungan (*Environmentally Friendly Production*) dapat menjadi suatu alternatif dalam strategi pengelolaan

lingkungan yang bersifat pencegahan dan terpadu. Produksi Ramah Lingkungan diperlukan sebagai cara untuk menyesuaikan upaya perlindungan lingkungan. Upaya tersebut terkait dengan kegiatan pembangunan atau pertumbuhan ekonomi, mencegah terjadinya polusi lingkungan, menjaga, dan memperkuat pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang, mendukung prinsip kesetaraan lingkungan dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) yaitu pembangunan berkelanjutan yang disusun oleh PBB dalam rangka untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat di seluruh dunia. Produksi Bersih merupakan salah satu tata kelola lingkungan yang dilaksanakan secara sukarela (*voluntary*) karena penerapannya bersifat tidak wajib. Produksi Bersih menurut Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa/ *United Nations Environment Programme* (UNEP) adalah strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu diterapkan secara terus-menerus terhadap proses, produk dan jasa untuk mengurangi terjadinya risiko terhadap manusia dan lingkungan. Sedangkan definisi menurut US EPA (*Environment Protection Agency*) adalah teknologi produksi dan strategi yang digunakan untuk melakukan pencegahan atau mengurangi terbentuknya limbah.

Pencegahan polusi/manufaktur bersih adalah penggunaan bahan, proses, dan manufaktur yang dapat mengurangi atau menghilangkan polusi atau limbah pada sumbernya. Ini termasuk praktik yang mengurangi penggunaan bahan berbahaya, energi, air, dan sumber daya lainnya, serta praktik yang melindungi sumber daya alam dengan melestarikannya atau menggunakannya secara lebih efisien.

Menurut KLH (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan), produksi bersih adalah strategi pengelolaan lingkungan hidup yang diterapkan secara preventif, terpadu dan berkesinambungan terhadap segala sesuatu yang berkaitan dengan proses produksi, produk dan jasa mulai dari hulu sampai hilir operasi mata rantai produksi, menjadikan

penggunaan sumber daya alam lebih efektif dengan mencegah polusi dan mengurangi timbulan limbah pada sumbernya, sehingga meminimalkan risiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan (KLH, 2003 dan KLH, 2012).

Produksi Bersih adalah strategi pengelolaan lingkungan preventif yang terintegrasi sedemikian rupa sehingga dapat diterapkan pada seluruh siklus produksi. Produksi Bersih memiliki tujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan meningkatkan penggunaan bahan baku, energi dan air, mempromosikan perlindungan lingkungan yang lebih baik melalui pengurangan produksi limbah dan sumber emisi, dan mengurangi dampak lingkungan dari produk pada siklus hidup produk dengan cara yang ramah lingkungan, namun efektif dan murah.

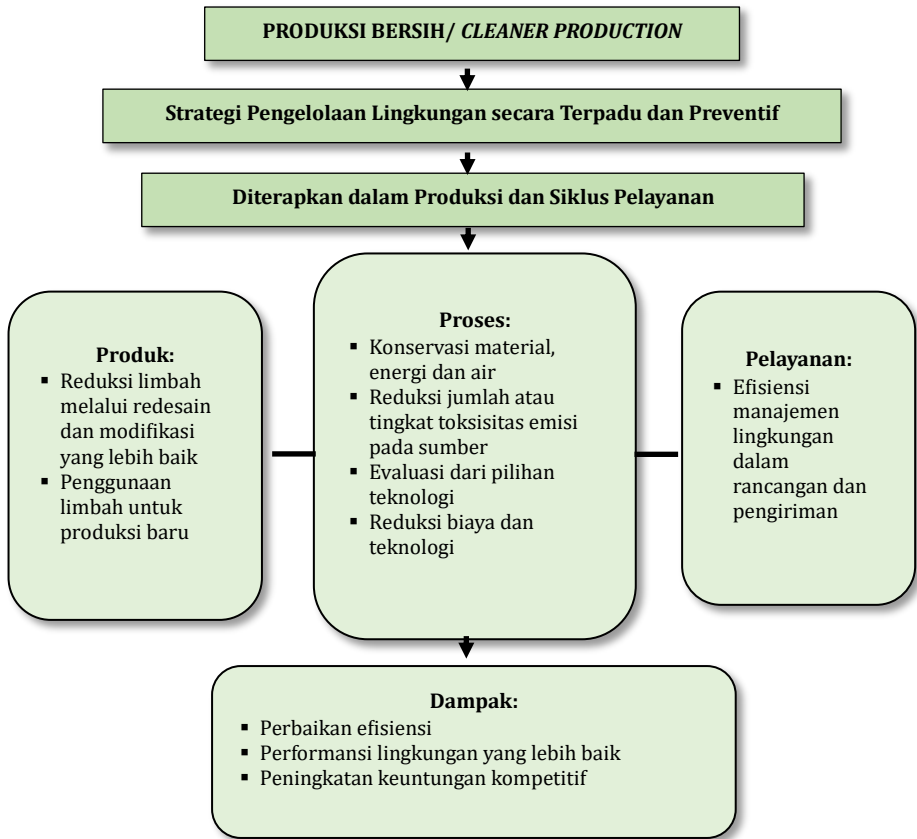
Dari definisi produksi bersih di atas, muncul kata kunci pengelolaan lingkungan industri sebagai berikut: mencegah kontaminasi, proses, produk, layanan, meningkatkan efisiensi, meminimalkan risiko. Oleh karena itu, diperlukan perubahan sikap, pengelolaan lingkungan yang bertanggung jawab dan evaluasi terhadap teknologi yang dipilih. Tujuan produksi bersih di sektor jasa adalah mempertimbangkan aspek lingkungan saat merencanakan dan menyediakan layanan.

Konsep dasar dan model produksi bersih dalam pencegahan dan pengurangan sampah atau limbah melalui “strategi 1E4R” (*eliminate, re-think, reduce, re-use, re-cycle, recovery/recover*) sebagai berikut:

1. **Elimination**, Peniadaan (pencegahan) berarti berusaha mencegah timbulan sampah atau limbah secara langsung pada sumbernya, mulai dari material, proses produksi dan hasil produk.
1. 2 **Re-Think**, Pemikiran ulang adalah konsep berpikir yang harus dimiliki pada awal suatu tindakan dan memiliki konsekuensi sebagai berikut: Perubahan kebiasaan

- produksi dan konsumsi mempengaruhi proses dan produk yang diproduksi, sehingga analisis siklus hidup produk harus dipahami dengan baik. Upaya menuju manufaktur yang lebih bersih tidak dapat berhasil diterapkan tanpa mengubah pola pikir dan perilaku semua pemangku kepentingan (pemerintah, masyarakat, dan dunia usaha).
2. **Re-use**, Pemanfaatan kembali adalah upaya yang memungkinkan pemanfaatan kembali sampah tanpa pengolahan fisik, kimia, atau biologi. Contoh penggunaan kembali air yang tidak diolah. Penggunaan kemasan bahan kimia untuk bahan kimia sejenis.
 3. **Re-cycle**, Daur ulang adalah usaha untuk mendaur ulang sampah agar kembali seperti semula melalui pengolahan fisik, kimia, dan biologi. Contoh daur ulang sampah plastik menjadi bijih plastik, produk plastik, dll. Daur ulang lilin bekas menjadi lilin sekunder.
 4. **Recovery/Reclaim**, Pemulihan adalah perolehan kembali bahan dari limbah yang masih bernilai ekonomi tinggi dan selanjutnya dikembalikan ke proses produksi, dengan atau tanpa perlakuan fisik, kimia dan biologi. Contoh pemulihan krom dari limbah padat industri kulit dan timbal (Pb) pemulihan dari limbah baterai bekas.

Gambar 7.2. menunjukkan definisi yang lebih jelas dan cakupan ruang lingkup produksi bersih.



Gambar 7.2. Definisi dan Ruang Lingkup Produksi Bersih

Sementara itu, strategi produksi bersih dari Kebijakan Produksi Bersih Nasional dikombinasikan dengan 1R, *Re-Think*, memikirkan kembali, dikurangi 1E, Eliminasi, sehingga dikenal dengan 5R, atau prinsip produksi murni dengan 1E4R atau 5R.

Tingkat akhir pengelolaan limbah adalah pengolahan dan pembuangan limbah: (1) Pembuangan limbah yang diolah.

Limbah yang termasuk kategori limbah berbahaya dan beracun (B3) dikenakan perlakuan khusus dan (2) Pengolahan dilakukan pada saat produksi bersih dilakukan, limbah yang dihasilkan diolah hingga memenuhi baku mutu (Rahardja, 2019 dan Tassielli, 2019 dan Zhang et al., 2017).

Prinsip utama dari inovasi implementasi produksi bersih dalam proses produksi di manufaktur adalah:

1. Optimasi penggunaan material, air, energi dan menghindari penggunaan bahan baku beracun dan berbahaya (B3) serta mengurangi timbulan limbah pada sumbernya, sehingga mencegah atau mereduksi terjadinya pencemaran dan masalah lingkungan.
2. Perubahan kebiasaan produksi dan konsumsi mempengaruhi proses dan produk yang diproduksi, sehingga analisis siklus hidup produk harus dipahami dengan baik.
3. Upaya manufaktur bersih ini tidak dapat berhasil dilaksanakan tanpa adanya perubahan pola pikir, sikap dan perilaku semua pihak yang terkait di pemerintahan, masyarakat dan masyarakat dunia (industri). Selain itu, industri dan penyelenggaraan negara harus menggunakan model pengelolaan yang memperhatikan aspek lingkungan.
4. Menggunakan *green technology*, manajemen dan *Standard Operating Procedure* (SOP) sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. Kegiatan tersebut tidak selalu membutuhkan biaya investasi yang tinggi, bahkan jika benar-benar dilakukan, waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal investasi relatif singkat.
5. Implementasi program manufaktur bersih atau Produksi Bersih diarahkan pada regulasi mandiri dan regulasi yang dinegosiasikan daripada aturan komando dan kontrol. Pelaksanaan program Produksi Bersih dengan demikian tidak semata-mata didasarkan pada regulasi pemerintah,

tetapi lebih didasarkan pada pemahaman makna pertobatan ekologis yang dimulai dari diri kita masing-masing seharmonis antara pikiran, ucapan dan tindakan.

7.3 Pelaksanaan Produksi Bersih dalam Industri

Teknologi produksi bersih merupakan perpaduan antara teknologi pengurangan sampah limbah, emisi di sumber (*source reduction*) dan teknologi daur ulang. Dengan produksi bersih, *output* limbah selama proses produksi menjadi indikator ketidakefisienan proses produksi. Sehingga ketika optimalisasi proses dilakukan, limbah yang dihasilkan juga berkurang. Secara umum pemilihan aplikasi *Cleaner Production* dapat dibagi menjadi lima bagian, yaitu:

1. *Good house-keeping*

Meliputi langkah-langkah prosedural, administratif, dan kelembagaan perusahaan untuk mengurangi produksi *output* limbah dan emisi. Konsep ini banyak digunakan di industri untuk meningkatkan efisiensi melalui praktik-praktik terbaik antara lain: (a) pengembangan program produksi bersih (CP), (b) manajemen pemberdayaan dan pengembangan sumber daya manusia, (c) pengelolaan bahan baku dan prosedur investasi, (d) penghindaran kerugian material, (e) pemilahan limbah menurut jenisnya, (f) biaya rekayasa proses, metode, dan (g) waktu produksi (Firdaus, 2016 dan Doddy et al., 2015).

2. Perubahan bahan baku *input*

Tujuan utamanya adalah mengurangi atau menghilangkan bahan berbahaya dan beracun (B3) yang masuk atau digunakan dalam proses produksi guna mencegah terjadinya limbah B3 dalam proses produksi. Perubahan bahan *input* mencakup penghilangan bahan dan penggantian bahan (Fresner et al., 2017 dan Hansupalak et al., 2016).

3. Perubahan teknologi

Mencakup modifikasi proses dan peralatan untuk mengurangi emisi limbah, perubahan teknologi dapat bervariasi mulai dari perubahan sederhana yang cepat dan hemat biaya hingga perubahan yang membutuhkan investasi besar, seperti peralatan, tata letak pabrik, penggunaan peralatan otomatis, dan perubahan kondisi proses.

4. Inovasi Produk

Meliputi desain inovasi produk, penyimpanan dan inovasi komposisi produk (Navarro et al., 2017 dan Ozilgen, 2016).

5. *On-site Reuse*

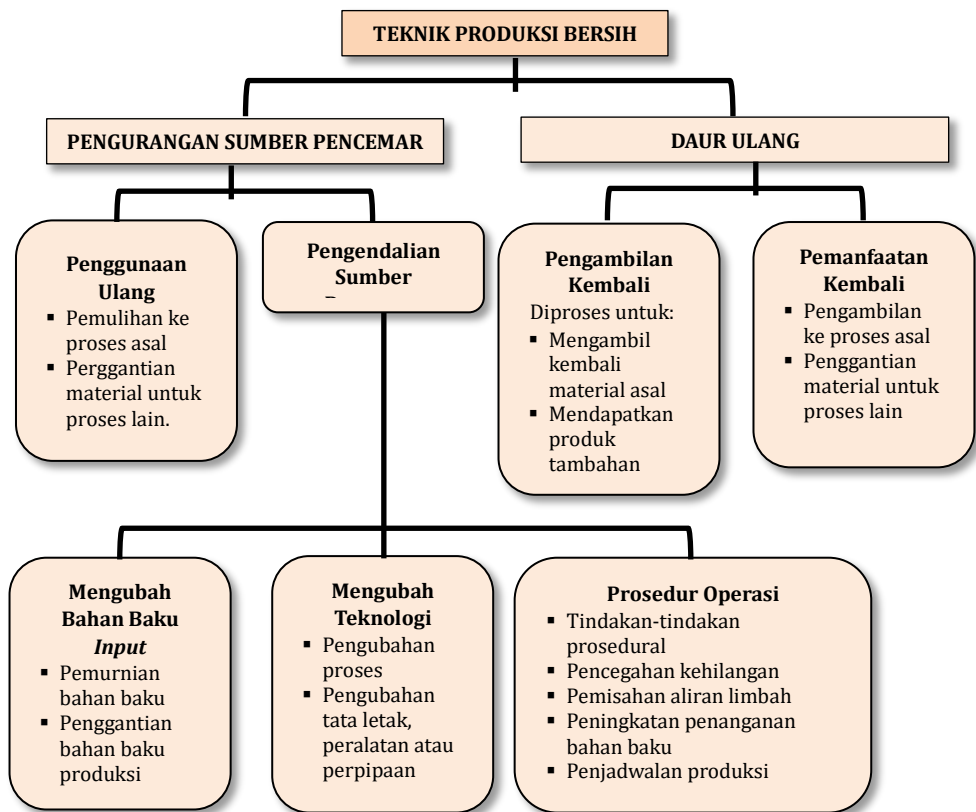
Ini adalah upaya untuk mendaur ulang bahan yang terkandung dalam limbah untuk digunakan kembali dalam proses awal atau sebagai bahan masukan dalam proses lainnya.

Dari semua teknik tersebut, pengurangan sumber produksi sampah merupakan pertimbangan yang paling penting dan perlu untuk mensukseskan program Produksi Bersih (Jakrawatan et al., 2016 dan Nugraga et al., 2018). Penerapan produksi bersih dalam industri dapat dilakukan pada:

1. Proses produksi atau proses manufaktur: Implementasi manufaktur yang ramah lingkungan (Produksi Bersih) dalam proses manufaktur mencakup peningkatan efisiensi dan keefektifan penggunaan material, energi, dan sumber daya lainnya, serta menggantikan atau mengurangi bahan berbahaya dan beracun (B3), dengan demikian mengurangi volume limbah yang dihasilkan, emisi, dan tingkat toksisitas.
2. Produk: Produksi Bersih sebagai Produksi Ramah Lingkungan berfokus pada pengurangan efek samping dari seluruh siklus hidup produk, mulai dari material hingga pembuangan setelah produk tidak digunakan.

3. Layanan-Jasa (*Services*): Produksi Bersih berfokus pada usaha penggunaan metode 1E4R atau 5R secara menyeluruh di semua operasi, mulai dari penggunaan material hingga pembuangan akhir.

Penjelasan rinci berikut ditunjukkan pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3. Inovasi Produksi Bersih

Manfaat yang diperoleh industri dari penerapan konsep produksi bersih adalah pengurangan biaya produksi, pengurangan *output* limbah yang dihasilkan, peningkatan produktivitas, pengurangan pemakaian energi, minimalisasi masalah pengelolaan limbah (termasuk pengolahan limbah), dll., Meningkatkan nilai produk sampingan. *Benefits* ekonomi dan tata kelola lingkungan melalui Produksi Bersih dapat diwujudkan dengan cara-cara inovatif sebagai berikut:

1. Optimasi efektivitas dan meningkatkan efisiensi penggunaan material guna minimasi biaya material.
2. Meminimalkan buangan atau *output* limbah, mengurangi biaya pengolahan dan pembuangan limbah.
3. Meningkatkan teknologi produksi.
4. Meningkatkan kontrol kualitas.
5. Memperkuat pertobatan ekologis karyawan terhadap lingkungan.
6. Meningkatkan performansi dan produktivitas, meningkatkan citra perusahaan dan meningkatkan keunggulan kompetitif di pasar.

Selain aspek *benefits*, industri menghadapi beberapa hambatan untuk mengadopsi produksi bersih (Wijayanto, 2017, Yanti, 2020 dan Zein, 2019). Hambatan-hambatan tersebut antara lain:

1. Hambatan finansial. Tantangan ini muncul ketika industri tidak merasa menguntungkan dengan adopsi produksi yang ramah lingkungan. Sekecil apapun adopsi konsep produksi bersih yang ramah lingkungan, jika tidak memberikan keuntungan bagi perusahaan, akan sulit bagi manajemen untuk membuat keputusan mengenai adopsi konsep tersebut. Contoh: biaya ekstra peralatan, modal atau investasi yang dibutuhkan dibandingkan dengan pengurangan polusi tradisional, dan adopsi produksi yang ramah lingkungan.

2. Hambatan Teknologi. Kurangnya diseminasi atau penyebarluasan informasi tentang konsep produksi bersih berarti pengenalan sistem baru mungkin tidak berjalan sesuai harapan, meskipun dapat menyebabkan gangguan atau kendala baru dan tidak memungkinkan penambahan peralatan untuk pekerjaan atau produksi yang terbatas.
3. Hambatan Sumber Daya Manusia. Kurangnya dukungan dari *Top Management*, ketidakmauan untuk mengubah individu dan organisasi, komunikasi internal yang lemah mengenai proses produksi yang optimal, penerapan manajemen organisasi perusahaan yang tidak dapat beradaptasi, birokrasi yang rumit, terutama dalam menghimpun informasi dasar, dan kekurangan dokumentasi dan penyebaran informasi.

7.4 Kesimpulan

Manufaktur dengan Produksi Bersih (*Cleaner Production*) adalah implementasi tata kelola lingkungan yang diterapkan secara preventif, terpadu dan berkesinambungan terhadap segala sesuatu yang berhubungan dengan proses produksi manufaktur, produk (barang dan jasa) dari awal hingga akhir rantai proses produksi untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam secara bijak, mencegah pencemaran dan mengurangi *output* produksi limbah pada sumbernya, meminimalkan risiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan.

Dari sisi proses produksi, Produksi Bersih meliputi upaya penghematan penggunaan material dan energi, penghindaran penggunaan bahan berbahaya dan beracun (B3), serta pengurangan jumlah limbah, emisi dan toksisitas sebelum keluar dari proses produksi. Dari perspektif proses produksi, Produksi Bersih berfokus pada pengurangan dampak di sepanjang siklus hidup produk, mulai dari ekstraksi bahan

mentah hingga pembuangannya saat produk tidak lagi digunakan. Dan dari perspektif layanan, Produksi Bersih berfokus pada upaya mengintegrasikan pertimbangan lingkungan mulai dari desain hingga penyampaian layanan, seperti saat merencanakan operasi transportasi produk.

Manfaat produksi bersih, misalnya; (1) optimalisasi penggunaan sumber daya alam yang lebih efektif dan efisien, (2) eliminasi, mengurangi atau mencegah pembentukan polutan, (3) mencegah perpindahan polutan dari satu lingkungan ke lingkungan lain, (4) menghindari biaya pemulihan lingkungan, (5) Produk yang dihasilkan berdaya saing di pasar internasional, (6) mengurangi dampak kesehatan manusia dan risiko lingkungan, dan (7) mendorong pengembangan teknologi elimasi, pengurangan limbah dan produk ramah lingkungan pada sumbernya.

Kriteria-kriteria alternatif solusi untuk produksi bersih adalah: a) periode investasi dan pengembalian, b) dampak lingkungan, c) kelayakan teknis dan d) kemudahan implementasi. Kriteria pemilihan solusi mensyaratkan penerapan siklus produksi bersih sebagai berikut: (1) memulai, (2) analisis langkah proses, (3) pemodelann peluang untuk produksi bersih, (4) memilih solusi produksi bersih yang lebih baik, (5) menerapkan solusi produksi bersih yang lebih baik, dan (6) menjaga kelangsungan produksi bersih.

Menerapkan produksi bersih melibatkan setidaknya 18 langkah, yaitu: (1) memastikan komitmen *Top Management* dan *Team-building* produksi bersih yang lebih baik, (2) membuat daftar skala prioritas langkah-langkah proses dan mengidentifikasi aliran limbah, (3) membuat diagram alur proses, (4) menyiapkan bahan limbah, (5) mengkarakterisasi aliran limbah, (6) analisis biaya aliran limbah, (7) Mengidentifikasi penyebab timbulan limbah, (8) menciptakan alternatif produksi bersih yang layak, (9) menganalisis kelayakan teknis alternatif produksi bersih, (1) menganalisis

kelayakan finansial alternatif produksi bersih alternatif produksi, (11) menganalisis dampak lingkungan, (12) menerapkan solusi "Produksi Lebih Bersih", (13) membuat garis besar rencana implementasi produksi bersih, (14) menerapkan rencana produksi bersih, (15) memantau dan mengevaluasi implementasi hasil, (16) menghasilkan laporan produksi bersih, (17) mengoperasikan prakiraan untuk menciptakan produksi bersih selanjutnya dan (18) terus mengintegrasikan fungsi produksi bersih ke dalam manajemen harian pabrik/industri.

Teknik pelaksanaan Produksi Bersih diawali dengan mengidentifikasi dan perancangan pada aspek: daur ulang, reduksi pada sumbernya dan modifikasi produk. Perancangan aspek daur ulang melalui guna ulang (*recovery*) dan pemanfaatan sebagai produk. Perancangan aspek reduksi pada sumbernya diidentifikasi melalui pemodelan desain proses dan *good house keeping*. Pemodelan atau modifikasi proses produksi guna mereduksi sumbernya dideteksi dan dirancang melalui alternatif substitusi *input* proses, tata cara operasi yang baik, redesain dan modifikasi alat, dan penggunaan teknologi yang relevan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amienyo, D. et al. 2014. Environmental Impacts of Consumption of Australian Red Wine in the UK. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 72:110-119.
- Anyaocha K.E. dan Zhang L. 2021. Renewable Energy for Environmental Protection. *Journal Resources, Conservation & Recycling*. 174 (2021) 105797. pp. 1-11 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105797>.
- Doddy A.D., dkk. 2015. Pemanfaatan TTG dalam Penerapan *Cleaner Production* di Industri Kecil Pengolahan Tahu di Subang Sumedang. Jakarta: LIPI Press.
- Firdausi, M. 2016. Analisis Karakteristik Rumah Tangga Terhadap Tingkat Emisi Karbon. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Fresner, J. et al. F. 2017. Energy Efficiency in Small and Medium Enterprises. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 142, pp. 1650-1660.
- Hansupalak, N. et al. 2016. Biogas Reduces the Carbon Footprint of Cassava Starch. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 134, pp. 539-546.
- Jakrawatan, N. et al. H. 2016. Material Flow Management and Cleaner Production of Cassava Processing for Future Food, Feed and Fuel in Thailand. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 134, pp. 633-641.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II, Vol. I. Jakarta: KLH.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2003. Kebijakan Produksi Bersih Nasional. Jakarta: KLH.
- Lyngaas. 2016. Steps of Concepts Environmental Management. <https://buddhajeans.com/encyclopedia/industrial-ecology/>. Diakses 29 Juni 2023.

- Navarro, A. et al. 2017. Eco-innovation and Benchmarking of Carbon Footprint Data for Vineyards and Wineries in Spain and France. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 142, pp. 1661-1671.
- Nugraga A.W. et al. 2018. Analisis Material, Energi dan Toksisitas (MET) pada Industri Penyamakan Kulit untuk Identifikasi Strategi Produksi Bersih. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Vol. 28(1), pp. 48-60.
- Ozilgen, M. 2016. Energy Utilization and Carbon Dioxide Emission During Production of Snack. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 112 (2016). pp. 2601-2612.
- Rahardja I.B. 2019. Perhitungan Jumlah Bahan Kimia pada External Water Treatment. *Jurnal Citra Widya Edukasi*. Vol. 11(1), pp. 77-82.
- Tassielli, G., B. et al. 2018. Environmental Life Cycle Assessment of Fresh and Processed Sweet Cherries in Southern Italy. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 171 (2018). pp. 184-197.
- Wijayanto, S.I. 2017. Kajian Peluang dan Kelayakan Penerapan Produksi Bersih di UKM Tepung Tapioka Kabupaten Pati. *Tesis. Magister Ilmu Lingkungan Pascasarjana Undip. Semarang*.
- Yanti, R.N. dan Lestari I. 2020. Potensi limbah Padat Perkebunan Kelapa Sawit di Provinsi Riau. Wahana Forestra: *Jurnal Kehutanan*. Vol. 2, pp. 1885-4209.
- Zein M, et al. 2019. Analisis Teknik Penerapan Produksi Bersih pada Proses Pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) dan Inti Sawit (Kernel) di PT. JY. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. Vol. 23(2), pp. 179-186.
- Zhang Y, et al. 2017. Application of Solar Energy in Water Treatment Processes: A Review. *Journal Desalination*. Vol. 428, pp.116–145, DOI: 10.1016/j.desal.2017.11.020.

BAB 8

PENCEMARAN LINGKUNGAN

Oleh Bambang Suhartawan

8.1 Pendahuluan

Pencemaran Lingkungan adalah masuk atau dimasukkan nya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain di dalam Lingkungan Hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu Lingkungan Hidup yang telah ditetapkan (PP 22, 2021).

Guna menjamin kelangsungan dan kelestarian hidup manusia dan organisme lain di muka bumi ini, tidak lepas dari sebuah lingkungan hidup dimana mereka berada. Oleh sebab itu bahwa lingkungan hidup selalu menjadi bagian dalam kehidupannya. Setiap aktivitas manusia di muka bumi akan memberikan dampak terhadap lingkungannya, dan ini berpengaruh bagi kesehatan dan kelangsungan hidup manusia dan organisme lainnya. Kondisi seperti ini sudah barang tentu terjadi penurunan kualitas lingkungan hidup.

Dengan menghebatnya revolusi industri di abad – 19 yang lalu setiap negara berlomba menciptakan produk-produk dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ada di bumi untuk memenuhi kebutuhannya. Di sisi lain aktivitas industri umumnya memberikan dampak negatif terhadap kelestarian lingkungan karena menghasilkan polutan yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan tentu menurunkan kualitas lingkungan hidup.

Kualitas hidup kita sangat dipengaruhi oleh lingkungan dimana kita hidup. Udara dan air merupakan komponen lingkungan yang vital kita butuhkan terutama udara dan air yang memenuhi standar kualitas. Jika kualitas udara dan air

telah tercemar maka kualitas hidup kita juga akan terganggu, kurang nyaman dalam beraktivitas, kesehatan menurun, ketahanan tubuh menurun sehingga mudah terserang penyakit.

Jika lingkungan hidup tidak lagi memenuhi fungsi atau keperuntukannya, maka hal tersebut sudah dapat dikatakan dalam kondisi tercemar. Hal ini dapat terjadi karena adanya zat asing berupa polutan pada lingkungan hidup tersebut.

Berdasarkan sifat zatnya, pencemaran dapat digolongkan menjadi 3 golongan, yaitu :

8.1.1 Pencemaran Fisika

Pencemaran fisika adalah pencemaran yang disebabkan oleh masuknya benda-benda berbentuk fisik baik cair, padat dan gas. Beberapa contoh pencemaran fisik adalah limbah detergen, plastik, logam-logam (kaleng dan lain-lain), kaca dan karet.

8.1.2 Pencemaran Kimia

Pencemaran kimia merupakan pencemaran yang diakibatkan masuknya zat kimia baik bersifat organik maupun anorganik. Beberapa contoh yang tergolong pencemaran kimia adalah limbah senyawa logam dan logam berat, detergen, nitrat, asam sulfat, zat radioaktif, minyak dan pestisida.

8.1.3 Pencemaran Biologi

Pencemaran biologi disebabkan oleh masuknya makhluk hidup (mikrobiologi) dalam media lingkungan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Beberapa contoh pencemar biologi dalam air adalah bakteri *Escherichia coli*, bakteri *Salmonella typhosa*, dan jenis protozoa *Entaboba coli*.

Dilihat dari media yang dicemari, masalah pencemaran dapat digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu pencemaran air (*water pollution*), pencemaran udara (*air pollution*) dan pencemaran tanah (*soil pollution*).

8.2 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu air yang telah ditetapkan (PP 22, 2021). Pencemaran air juga dapat diartikan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (UU Nomor 4, 1982). Sedangkan yang dimaksud Baku Mutu air adalah batas yang dapat ditenggang keberadaannya dalam air berupa makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain.



Gambar 8.1. Pencemaran Air
Sumber : <https://informazone.com>

8.2.1 Bahan Pencemar (polutan) air

Berdasarkan wujud zat pencemar (polutan), pencemaran air dapat berupa :

1. *Limbah Domestik*

Yaitu limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga (domestik) oleh ada aktifitas sehari-hari. Contoh limbah rumah tangga adalah detergen, plastic, kaca dan minyak.

2. *Limbah Industri*

Yaitu limbah yang diakibatkan oleh aktifitas industri. Beberapa contohnya adalah berbagai jenis logam Besi (Fe), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Cadmium (Cd), zat pewarna sintetik, suhu, plastic, kain, kertas, kabel, kayu dan berbagai partikel padat.

3. *Limbah Pertanian*

Yaitu zat pencemar (polutan) hasil kegiatan pertanian yang merupakan bahan yang tidak terpakai atau sisa-sisa kegiatan pertanian. Beberapa contohnya adalah jerani, sekam padi, kotoran hewan, pestisida, herbisida dan fungisida.

4. *Limbah Tumpahan Minyak*

Yaitu limbah yang disebabkan oleh tumpahan minyak oleh kapal tangker atau kebocoran kilang minyak lepas pantai dimana permukaan laut dilapisi oleh minyak.

8.2.2 Aspek Kimia dan Fisika Pencemaran Air

Untuk mengetahui apakah air tercemar atau tidak dapat ditentukan dengan membandingkan hasil uji parameter pencemaran dengan baku mutunya. Parameter tersebut adalah :

1. *Suhu*

Air dikatakan tidak tercemar jika besar suhunya tidak jauh berbeda dengan suhu udara di atas permukaannya yaitu lebih besar atau kurang dari 3 derajat. Suhu yang optimal perairan untuk daerah tropis berkisar 25-30°C. Perbedaan

suhu air di siang dan malam hari tidak lebih dari 5°C. Suhu perairan yang semakin tinggi menyebabkan peningkatan laju reaksi dan penurunan kandungan oksigen, kondisi ini dapat mengganggu biota yang di dalam air, bahkan pada kondisi oksigen yang minim akan menyebabkan kematian ikan yang hidup di perairan tersebut.

2. Derajat Keasaman (pH) dan Alkalinitas

Derajat keasaman (pH) air yang baik adalah 6 – 9. Air pegunungan umumnya memiliki pH yang cukup tinggi, dengan bertambahnya bahan organik selama pengaliran menyebabkan pH air menurun. Perubahan keasaman pada air baik semakin naik atau semakin turun akan mengganggu kehidupan ikan dan hewan air lainnya.

Alkalinitas merupakan indikator kesadahan air, dimana ion Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) sebagai penyebab kesadahan pada air tersebut. Logan Ca dan Mg berikatan dengan ion karbonat (CO_3^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-) sulfat (SO_4^{2-}), khlorida (Cl^-), (PO_4^{3-}) dan anion lainnya. Beberapa dampak negatif penggunaan air yang memiliki kesadahan antara lain; menyebabkan perkaratan peralatan dari logam terutama besi, menyebabkan sabun kurang berbusa dan terjadinya kerak pada alat-alat dapur.

Ada 2 jenis kesadahan, yakni kesadahan sementara oleh karena adanya garam karbonat (CO_3^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-) terhadap kation Ca dan Mg. Garam bikarbonat mudah larut dalam air, sedangkan garam karbonat sukar larut, namun kelarutannya akan semakin tinggi jika kandungan karbondioksida (CO_2) di udara tinggi bersama air membentuk garam karbonat menjadi bikarbonat. Kesadahan sementara dapat dihilangkan dengan adanya pemanasan dan membentuk garam karbonat yang mengendap dalam air.

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ -----} > \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Dipanaskan (mengendap)

3. *Oksigen Terlarut*

Oksigen merupakan gas yang berwarna, tidak berbau dan tidak berasa serta sedikit larut di dalam air. Untuk mempertahankan hidupnya semua biota dalam air memerlukan oksigen, semakin tinggi oksigen terlarut dalam air semakin baik kualitas airnya dan semakin baik pula kehidupan biota dalam air. Konsentrasi oksigen yang terlalu rendah dalam air menyebabkan ikan-ikan dan hewan air akan mati, namun jika konsentrasi oksigen dalam air terlalu tinggi juga kurang baik karena mudah terjadi korosi pada logam-logam yang bersentuhan dengan air tersebut. Kandungan oksigen terlarut dalam air yang terlalu rendah akan memaksa organisme aerob menguraikan bahan organik menghasilkan gas metana (CH_4) dan Asam Sulfida (H_2S) yang menyebabkan airnya bau busuk.

4. *Warna dan Kekeruhan*

Air yang baik tidak memiliki warna dan tidak keruh. Kandungan besi dalam air yang tinggi menyebabkan air berwarna merah kecoklatan. Warna ini akan semakin coklat jika teroksidai dengan udara dan adanya sinar matahari proses oksidasi semakin cepat menghasilkan warna yang semakin coklat dan semakin lama terjadi endapan besi berwarna coklat.

Kekeruhan pada air menyebabkan terhalangnya daya tembus cahaya matahari, kondisi seperti ini biasanya dikarenakan adanya bahan organik, jasat renik dan lumpur yang terapung dan atau melayang dan terurai dalam air. Semakin keruh air akan semakin tinggi daya hantar

listriaknya yang disebabkan jumlah partikel padatan dalam air semakin tinggi.

5. Padatan

Ada 3 jenis padatan yang mencemari air, yakni padatan terendap, padatan terlarut dan padatan tersuspensi.

a. Padatan Terendap

Padatan ini cepat mengendap oleh pengaruh gaya gravitasi jika air tidak diganggu atau didiamkan karena partikelnya berukuran besar dan berat. Padatan ini sangat mengganggu sisten pengairan pada danau atau sungai karena menyebabkan cepatnya dangkal dan penyumbatan aliran. Keadaan ini juga mengganggu perkembangbiakan ikan dan hewan air lain karena telornya dapat terendam partikel-partikel padatan dan menyebabkan gagal menetas. Adanya padatan ini mengurangi masuknya cahaya ke dalam air, sehingga fotosintesis tumbuhan air terganggu. Kondisi ini menyebabkan terganggunya proses fotosintesis tumbuhan dalam air sehingga menyebabkan rendahnya kandungan oksigen dalam air.

b. Padatan Tersuspensi

Padatan ini memiliki ukuran partikel lebih kecil dibanding padatan terendap. Umumnya padatan ini terdiri dari tanah lian dan bahan-bahan organik tertentu. Padatan ini juga menyebabkan kekeruhan air dalam waktu yang lama sampai berbulan-bulan seiring terjadinya pengendapan padatan tersuspensi.

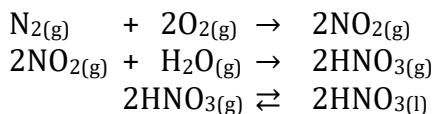
Selain padatan tersuspensi, limbah industri juga menghasilkan partikel koloid, contohnya protein. Besarnya kandungan padatan tersuspensi dapat diukur dengan alat yang dinamakan turbidimeter.

c. Padatan Terlarut

Padatan terlarut memiliki ukuran partikel lebih kecil dibanding padatan tersuspensi dan koloid. Padatan ini umumnya tersusun dari partikel organik maupun anorganik yang terlarut dalam air. Partikel padatan terlarut sangat tergantung dari jenis industri penghasil limbah; misalnya industri kimia dapat menghasilkan mineral yang mengandung Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Arsenik (As), Cadmium (Cd), Cromium (Cr), Nikel (Ni), dan garam-garam yang mengandung Calsium (Ca) dan Magnesium (Mg) yang menyebabkan kesadahan. Limbah domestik mengandung sabun, detergen dan minyak.

6. *Nitrat*

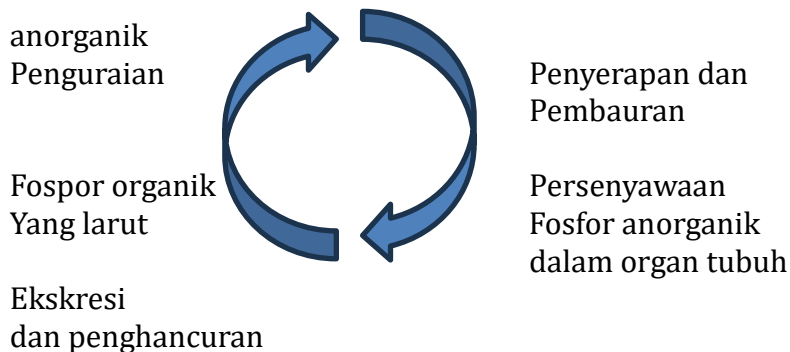
Sumber nitrat terbanyak adalah udara, yaitu 78% udara mengandung nitrogen. Proses perubahan nitrogen di udara bebas menjadi nitrat dapat terjadi secara biologi dan kimia. Proses pengikatan nitrogen ini disebut *fiksasi*. Fiksasi kimia nitrogen di udara terjadi saat terjadinya halilintar/petir dengan energi yang cukup tinggi sehingga terjadi reaksi antara oksigen dengan nitrogen menghasilkan nitrogen dioksida (NO₂), dan selanjutnya oleh adanya uap air membentuk asam nitrat.



7. *Posfor*

Seperti halnya nitrogen, di alam pospor juga mengalami proses perubahan bentuk yaitu sebagai senyawa anorganik seperti ortofosfat, senyawa organik dalam protoplasma dan sebagai senyawa organik hasil peruraian kotoran dan tubuh organisme.

Larutan Fosfor



Gambar 8.1. Perubahan bentuk posfor

8. Logam

Pencemaran logam pada perairan dapat mengakibatkan dampak negatif yang serius seperti terjadinya perubahan yang bersifat fisik air tersebut, misalnya adanya perubahan warna, bau dan rasa. Kondisi ini sangat berbahaya karena dapat merusak ekosisten dan biota air yang ada didalamnya, bahkan sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia jika mengkonsumsi air tersebut atau mengkonsumsi tanaman maupun biota yang telah tercemarnya. Dua contoh logam berat yang sering ditemukan dalam tubuh organisme adalah Merkuri dan Timbal.

WHO (World Health Organization) telah menetapkan kandungan maksimum air untuk dikonsumsi sebesar 0,0001 ppm, demikian juga untuk makanan *PDA (Food and Drug Administration)* merupakan lembaga pengawasan obat dan makanan di Amerika Serikat menetapkan kandungan Merkuri maksimal untuk makanan sebesar 0,005 ppm.

Timbal (Pb) juga sangat berbahaya jika mencemari air. Kegiatan yang berpotensi menyebabkan pencemaran

timbal adalah industri baterai dan aki, industri amunisi, pelapis kabel, pipa dan solder serta bahan warna.

8.2.3 Aspek Biokimia Pencemaran Air

Pengukuran tingkat pencemaran dengan menggunakan parameter kimia melalui makhluk hidup merupakan parameter aspek biokimia. Pengukuran dilakukan terhadap pernapasan mikroba.

1. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (umumnya bakteri) untuk menguraikan atau mendekomposisi bahan organik dalam air pada kondisi aerobik. BOD merupakan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh mikrobaperairan sebagai tanggapan terhadap masuknya bahan organik yang terdekomposisi. Pengukuran nilai BOD dilakukan pada suhu 20°C dengan durasi penguraian 5 – 20 hari. Dalam 5 hari oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme mencapai 60-70 %, sedang dalam 20 hari sebesar 95-99 %.

2. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat-zat organik dan an organik yang ada dalam air. Pengukuran COD pada prinsipnya adalah penambahan sejumlah tertentu kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) sebagai oksidator. Nilai COD yang tinggi menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air semakin kacil sehingga keseimbangan ekosisten perairan terganggu. Selain itu kelarutan ogsigen dalam air sangat tergantung pada besarnya suhu, tekanan oksigen di atmosfer dan kadar garan dalam air. Semakin tinggi COD dalam air semakin rendah kualitas airnya.

8.3 Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah hadirnya satu atau lebih substansi berupa fisik, kimia atau biologi dalam atmosfer dengan jumlah yang tidak diinginkan dan mengganggu estetika, kenyamanan dan merusak properti serta membahayakan Kesehatan bagi manusia, hewan dan tumbuhan. Dalam Undang-undang nomor 23 tahun 1997 yang dimaksud pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu sehingga tidak dapat memenuhi fungsinya.

Sumber pencemaran udara ada yang bersifat alami seperti gunung api yang mengeluarkan abu dan gas vulkanik, kebakaran hutan dan aktifitas mikroorganisme. Sedangkan sumber pencemaran yang tergolong aktivitas manusia adalah pembakaran sampah, kendaraan bermotor dan aktivitas industri.



Gambar 8.2. Polutan Udara

Sumber : <https://geologinesia.com>

8.3.1 Komposisi Udara Atmosfer

Udara dapat didefinisikan sebagai campuran berbagai gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Udara memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan tidak tampak oleh mata. Secara garis besar komposisi udara terdiri dari 3 unsur utama, yakni udara kering, udarabasah (uap air) dan aerosol. Komposisi gas-gas penyusun udara dinyatakan dalam satuan persen atau ppm.

Tabel 8.1. Komposisi udara kering

Komponen	Formula	% Volume	ppm
Nitrogen	N ₂	78,08	780.800
Oksigen	O ₂	20,95	209.500
Argon	Ar	0,934	9.340
Karbondioksida	CO ₂	0,0314	314
Neon	Ne	0,00182	18
Helium	He	0,000524	5
Metana	CH ₄	0,0002	2
Kripton	Kr	0,000114	1

Sumber : Khambali, 2017

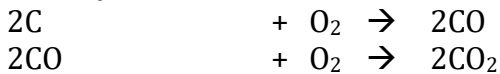
Udara yang ada di alam tidak pernah dijumpai dalam keadaan bersih dan tanpa polutan. Beberapa gas seperti karbonmonoksida (CO), belerang dioksida (SO₂) dan asam sulfida (H₂S) selalu ada dalam udara akibat aktivitas vulkanik, pembusukan sampah, terbakarnya hutan dan lain sebagainya. Juga polutan berupa partikel-partikel padat atau cair yang berukuran kecil turut bergabung dalam udara bersama angin. Selain secara alami adanya polutan di udara juga ditimbulkan akibat aktivitas manusia.

8.3.2 Pencemar Udara dan Sumbernya

Secara umum zat pencemar (polutan) udara dapat dikelompokkan menjadi 5, yaitu Karbonmonoksida (CO), Nitrogen oksida (NO₂), Belerang dioksida (SO₂), Hidrokarbon (HC), dan Partikel.

1. *Karbonmonoksida (CO)*

Karbonmonoksida merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Karbonmonoksida di alam terbentuk dari proses pembakaran tidak sempurna dan peruraian dari gas karbon dioksida pada suhu tinggi. Oksida yang tidak sempurna terhadap karbon dapat terjadi jika jumlah oksigen yang digunakan untuk pembakaran tidak mencukupi. Pembakaran karbon terjadi beberapa tahap, yakni:



Pada reaksi pembakaran pertama kecepatannya 10 kali lipat reaksi kedua. Kondisi ini menyebabkan terjadinya penumpukan kandungan CO di udara. Demikian juga keberadaan komponen udara yang mengandung karbon pada suhu tinggi dapat mereduksi CO₂ di udara menjadi CO dengan reaksi :



Kandungan CO yang cukup tinggi di udara dapat mengganggu kesehatan bagi makhluk hidup termasuk manusia. CO yang dihirup akan bereaksi dengan Haemoglobin dalam darah menghasilkan COHb yang menyebabkan transport oksigen dalam darah terganggu.

2. *Nitrogen oksida (NO_x)*

Keberadaan nitrogen oksida di atmosfer berupa gas dengan rumus NO (nitrogen monoksida) dan NO₂ (nitrogen dioksida). NO berupa gas yang tidak berwarna dan tidak

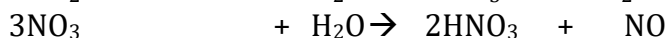
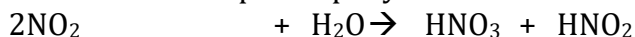
berbau, sedangkan NO_2 merupakan gas yang berwarna cokelat dan berbau tajam.

Nitrogen oksida di udara dapat terbentuk dari reaksi antara nitrogen dan oksigen.

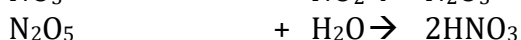
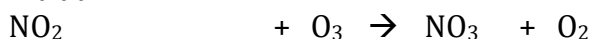


Selain itu emisi pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil dan asap rokok juga menghasilkan nitrogen oksida yang tinggi.

Bercampurnya berbagai komponen penyusun atmosfer mengakibatkan terjadinya reaksi antar komponen tersebut dan membentuk komponen atau senyawa lain. Terbentuknya asam nitrat di atmosfer sebagai contoh hasil reaksi antar komponen penyusun atmosfer.



Pada udara yang tercemar dapat terjadi reaksi antara oksida nitrogen dengan ozon dihasilkan oksida nitrogen lain dengan bilangan oksida nitrogen yang lebih tinggi, hasil ini selanjutnya oleh pengaruh uap air dihasilkan asam nitrat.



Keberadaan NO_2 dan NO di udara dengan konsentrasi yang cukup tinggi mengganggu kesehatan manusia karena bersifat racun. Sifat racun NO_2 empat kali lipat NO . Terpaparnya NO_2 dengan konsentrasi 5 ppm selama 10 menit mengakibatkan manusia mengalami kesulitan bernafas.

3. Belerang oksida (SO_x)

Sebagian besar keberadaan belerang bersumber dari alam, seperti aktivitas vulkano dalam bentuk oksida dan H_2S . Oksidasi H_2S menghasilkan belerang oksida.

Belerang oksida di atmosfer dapat bereaksi dengan uap air menghasilkan asam sulfat. Zat ini sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, selain itu juga menyebabkan korosi pada logam-logam yang terpapar. Senyawa ini juga dapat mengancam kehidupan air karena dapat mengakibatkan pH air turun drastis hingga $< 4,00$ dan menyebabkan kematian.

Dampak SO_x bagi manusia dapat menyebabkan iritasi pada tenggorokan jika konsentrasi ≥ 5 ppm.

4. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon merupakan senyawa molekul yang terbentuk antara hidrogen dan carbon. Pada suhu kamar banyak ditemukan di alam dalam bentuk padat, cair dan gas. Bentuk fisik ini dipengaruhi oleh jumlah atom karbon dan struktur molekulnya. Terdapat 3 bentuk senyawa hidrokarbon yakni Hidrokarbon yaitu Alifatis (rantai lurus atau terbuka), siklis (rantai tertutup) dan aromatis (mengandung cincin benzena).

Hidrokarbon aromatif lebih berbahaya dibanding hidrokarbon alifatis dan siklis, karena uapnya bersifat iritasi terhadap mukosa dan jika uapnya dihisap akan menyebabkan luka pada organ tubuh bagian dalam.

5. Partikel

Keberadaan partikel di udara dapat berwujud cair dan padat. Partikel yang berwujud cair contohnya titik air atau kabut dan kabut yang mengandung partikel air. Partikel ini dapat menyebabkan sesak nafas jika dihirup.

Partikel padat contohnya debu atau abu hasil pembakaran tidak sempurna bahan bakar minyak (BBM) yang bercampur dengan timbal (Pb) oleh kendaraan bermotor. Pb merupakan zat anti knok. Pb dapat bereaksi dengan klor dan brom menghasilkan $PbClBr$ yang dibuang keudara melalui knalpot.

Selain melalui pembakaran kendaraan bermotor, pembakaran zat anorganik secara domestik di pemukiman dan industri juga menghasilkan partikel yang lebih kecil berterbangan di udara. Pencemaran udara jenis partikel menyebabkan gangguan kesehatan makhluk hidup terutama pada saluran pernapasan.

8.4 Pencemaran Tanah

Tanah merupakan komponen lahan yang terdiri dari lapisan kerak bumi yang mengandung bahan mineral dan bahan organik serta memiliki sifat fisik, kimia dan biologi dan memiliki kemampuan untuk menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Kerusakan tanah untuk produksi biomasa adalah berubahnya sifat dasar tanah melampaui kriteria baku mutu kerusakan tanah (PP 150, 2000).

Tanah yang sehat adalah tanah yang berfungsi secara baik bagi kehidupan yang ada di dalam tanah termasuk tumbuhan. Oleh karena itu agar tanah memenuhi fungsinya terkandung senyawa alami seperti fosfat, karbonat, sulfat, nitrat, senyawa organik seperti asam lemak, DNA, PAH dan lain sebagainya.

Pencemaran Tanah adalah masuknya polutan atau kontaminan ke dalam tanah yang dapat meracuni tanah dan lingkungannya. Polutan yang tinggi terhadap tanah dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan juga terhadap kehidupan yang lain termasuk manusia. Beberapa sumber pencemaran tanah adalah :

8.4.1 Limbah Domestik

Limbah domestik dapat berasal dari pemukiman penduduk, pasar, hotel, kantor, tempat-tempat perdagangan dan tempat-tempat wisata. Polutan domestik umumnya didominasi bahan-bahan organik yang merupakan sisa-sisa bahan konsumsi sehari-hari. Juga beberapa polutan anorganik seperti buangan sisa pembangunan rumah dan pemakaian sumber elektronik seperti aki dan baterai. Umumnya masyarakat tidak melakukan pemisahan menurut jenisnya sebelum dibuang ke tempat sampah.



Gambar 8.3. Tumpukan sampah domestik

1. *Limbah Industri*

Umumnya masyarakat kurang peduli dengan limbah industri yang dikelolanya, membuang limbah sembarangan ke sungai tanpa dilalukan proses pengolahan limbah terlebih dahulu.



Gambar 8.4. Limbah Industri

2. *Limbah Pertanian*

Penggunaan pupuk-pupuk sintesis guna menyuburkan tanah agar tanaman tumbuh dan berkembang dengan baik berdampak negative terhadap kelestarian tanah itu sendiri. Misalnya pemberian pupuk urea, TSP, PONKA ecara terus menerus dapat merusak struktur tanah karena unsur hara yang terkandung di dalam tanah semakin berkurang, dan menyebabkan ketergantungan, *“tanpa pupuk tidak akan tumbuh baik”*.

Penggunaan pestisida untuk membasmi hama memberikan dampak negative yang luar biasa. Selain menjadikan tanah tandus karena keracunan juga membunuh mikroba yang dapat menyuburkan tanah. Pestisida yang sering dipakai oleh petani adalah herbisida dan dikhloro difenil trichloro etana (DDT).



Gambar 8.5. Limbah Pertanian

Dampak pencemaran akibat kegiatan pertanian dapat dirasakan secara langsung dan dirasakan oleh manusia, dan jika terjadi kerusakan tanah karena sudah tidak memiliki daya dukung lingkungan terhadap kelangsungan hidup flora dan fauna termasuk manusia merupakan ini merupakan dampak tidak langsung, dan untuk memulihkannya diperlukan waktu yang sangat lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryanta RWI., Pengaruh Pencemaran Lingkungan Terhadap Kesehatan Masyarakat, Universitas Hindu Indonesia, Denpasar.
- Dewata I., & Danhas, HY. 2018. *Pencemaran Lingkungan*. Depok: PT Raja Grafindo Persada.
- Irianto KI. 2015. Buku Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan. Denpasar: Universitas Farmadewa.
- Kemen LHK RI. 2021. *Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2020*. Jakarta.
- Khambali. 2017. *Pencemaran Lingkungan*. Surabaya: HAKLI Jawa Timur.
- Maritha, ED., Warobi, & Asnilawati. 2020. Pencemaran Lingkungan Untuk SMA/MA Kelas X, Noer Fikri, Palembang.
- Permen LKH RI Nomor 6 Tahun 2021, Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah B3, Jakarta.
- Permen LKH RI Nomor 11 Tahun 2021, Baku Mutu Emisi Mesin dengan Pembakaran Dalam, Jakarta.
- Permen LKH RI Nomor 27 Tahun 2021, Indeks Kualitas Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023, Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, Penyelenggaraan Perindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Purnama GS. 2015. *Pencemaran Lingkungan*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982, Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup, Jakarta.

- Utina R., & Baderan KWD. 2009. *Ekologi dan Lingkungan Hidup*. Gorontalo.
- Wardani KS. 2020. Dampak Pencemaran Tanah bagi Kesehatan, Ekonomi dan Ekosistem. Institut Teknologi Sumatera.

BAB 9

MANAJEMEN LIMBAH

Oleh Rony Roesdianto

9.1 Pendahuluan

Kehidupan manusia tentunya tidak terlepas dari keknologi dan lingkungan dimana keterikatan antara satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan bahkan cenderung saling membutuhkan dan juga tidak jarang pula saling memberikan dampak yang kurang baik kelangsungan hidup manusia. Pada masa ini di era global dan kemajuan teknologi makin banyak bermunculan industri industri besar yang terus bersaing untuk meningkatkan penjualan dan kualitas produk yang dimiliki. Untuk meningkatkan kualitas produk dan penjualan dibutuhkan bahan baku yang berkualitas dan kualitas manajemen untuk mengelolah bahan baku menjadi bahan yang berkualitas tinggi.

Di era industri yang sekarang banyak industri yang dituntut untuk bisa mengelolah sendiri limbah hasil pengolahan produk yang tetap ramah lingkungan. Di susul semakin adanya kesadaran masyarakat mengenai dampak pencemaran lingkungan dan menuntut para industri untuk dapat mengelolah limbahnya dan dapat menerapkan *green industry*. *Green industry* ini juga didukung oleh peran pemerintah untuk membuat peraturan yang tegas bahwa industri harus dapat menerapkan *green industry* di dalam struktur kinerja perusahaan. (Christiani, 2017)

Di masa sekarang ini semakin banyaknya pencemaran lingkungan dan eksploitasi alam untuk memenuhi kebutuhan bahan baku. Sekarang ini banyak Industri yang bergerak di

bidang pertanian, teknologi, minuman, transportasi, makanan, kimia, tambang, manufaktur.

Dimasa ini semakin berkembang pesatnya berbagai industri sehingga, dibutuhkan banyak bahan baku dari alam dan banyak limbah yang harus di kelolah untuk terciptanya kehidupan yang berkelanjutan. Dalam banyaknya kasus limbah, perusahaan belum memiliki tempat penampungan untuk pengolahan limbah. Sehingga banyak industri maupun UMKM kebanyakan langsung membuang air limbah kedalam sungai yang dapat berakibat buruk bagi air sungai dan juga ekosistem air sungai itu sendiri. Apabila air limbah yang mempunyai zat zat berbahaya yang seharusnya.(*Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.*, 1997)

Bermunculan industri industri bersekala besar yang terus bersaing antara industri satu dengan industri yang lain hanya untuk meningkatkan omset penjualan dengan berbagai ragam bentuk ataupun harga yang ditawarkan kepada konsumen yang semata mata untuk mengejar keuntungan. Berangkat dari sinilah maka bermunculan masalah terhadap lingkungan dan juga manusia akibat bermunculan industri yang meninggalkan aturan pemanfaatan dan dampak yang ditimbulkan dari proses industri. Banyak industri yang dituntut agar dapat mengolah sendiri limbah yang dihasilkan dari proses industri tersebut yang bertujuan agar limbah industri tetap ramah terhadap lingkungan. Akan tetapi pada kenyataannya bahwa hasil olah produksi yang bernama limbah tersebut lebih banyak membuat pencemaran lingkungan dan sudah barang tentu akan mempengaruhi kelangsungan hidup manusia serta hewan dan tumbuhan.(Harun, 2016)

Untuk mengantisipasi semakin meningkatnya eksploitasi sumber daya alam sebagai bahan baku industri, pemerintah mendorong kepada dunia usaha untuk melakukan penghematan dan melakukan subsitusi bahan baku yang

mudah diperbarui. Efisiensi dalam penggunaan energi, salah satu tolok ukur untuk mendapatkan predikat industri hijau. Green Industry memiliki dampak positif yang signifikan terhadap pengelolaan limbah. Beberapa dampak tersebut antara lain:

Pengurangan Jumlah Limbah: *Green industry* berfokus pada penggunaan sumber daya yang lebih efisien dan pengurangan limbah melalui praktik daur ulang, penggunaan bahan baku yang lebih sedikit, dan penerapan proses produksi yang lebih efisien. Hal ini mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan oleh industri. Pengelolaan Limbah yang Lebih Baik: *Green industry* menerapkan sistem pengelolaan limbah yang lebih baik, termasuk pengolahan dan daur ulang limbah. Limbah yang dihasilkan diproses secara efektif sehingga mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan.(Saepudin, 2020)

Penerapan Teknologi Pembersihan dan Pemurnian Limbah: *Green industry* menggunakan teknologi canggih untuk membersihkan dan memurnikan limbah yang dihasilkan oleh proses produksi. Hal ini membantu menghilangkan atau mengurangi kontaminan berbahaya dan menciptakan limbah yang lebih aman untuk dibuang atau didaur ulang. Pemanfaatan Energi dari Limbah: Beberapa industri hijau menggunakan teknologi untuk mengubah limbah menjadi sumber energi, seperti biomassa atau gas metana dari landfill. Dengan demikian, limbah yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi yang dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil.

Mengurangi Pencemaran Lingkungan: Dengan pengurangan limbah dan pengelolaan yang lebih baik, *Green industry* membantu mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah industri. Ini mencakup pengurangan pencemaran air, udara, dan tanah, serta melindungi ekosistem dan keanekaragaman hayati yang terkait.Peningkatan Kualitas

Air dan Udara: *Green industry* menggunakan teknologi dan proses produksi yang lebih bersih, mengurangi emisi berbahaya ke udara dan pengaruh negatif terhadap kualitas air. Hal ini berkontribusi pada peningkatan kualitas air dan udara di sekitar wilayah industri. Dalam rangka mencapai keberlanjutan, *Green industry* terus berupaya untuk mengoptimalkan pengelolaan limbah dengan meminimalkan dampak negatifnya terhadap lingkungan dan meningkatkan efisiensi sumber daya.

9.2 Manajemen Limbah

Manajemen limbah merujuk pada proses pengumpulan, pengolahan, penyimpanan, transportasi, dan pembuangan limbah dengan cara yang aman, efektif, dan berkelanjutan. Tujuan dari manajemen limbah adalah untuk mengurangi dampak negatif limbah terhadap kesehatan manusia, lingkungan, dan kehidupan sehari-hari.

Definisi manajemen limbah mencakup beberapa aspek penting, yaitu:

1. Pengumpulan

Proses pengumpulan limbah dari sumbernya, seperti rumah tangga, industri, atau institusi. Limbah dapat dikumpulkan secara terpisah berdasarkan jenis atau dikumpulkan secara umum sebelum diklasifikasikan dan dipisahkan lebih lanjut.

2. Pengolahan

Proses pengolahan limbah untuk mengurangi potensi bahaya atau merubah karakteristik fisik, kimia, atau biologisnya. Pengolahan limbah dapat melibatkan metode seperti pemisahan, daur ulang, perlakuan kimia atau fisika, pengurangan volume, atau konversi menjadi bentuk yang lebih aman.

3. Penyimpanan

Limbah yang telah diolah atau dikumpulkan dapat disimpan sementara sebelum diangkut atau diproses lebih lanjut. Penyimpanan limbah harus dilakukan dengan memperhatikan keamanan, perlindungan terhadap polusi dan pencemaran, dan mencegah akses oleh orang yang tidak berwenang.

4. Transportasi

Limbah yang telah dikumpulkan atau diolah perlu diangkut dari lokasi penghasil limbah ke lokasi pemrosesan, pembuangan, atau daur ulang. Transportasi limbah harus dilakukan dengan menggunakan kendaraan yang sesuai, mematuhi peraturan dan standar keselamatan, serta mengurangi risiko tumpahan atau kebocoran.

5. Pembuangan

Limbah yang tidak dapat diolah atau didaur ulang harus dibuang dengan cara yang aman dan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pembuangan limbah dapat dilakukan di tempat pembuangan akhir yang terkendali, seperti TPA (Tempat Pembuangan Akhir) yang dirancang untuk mengurangi risiko kontaminasi dan dampak negatif pada lingkungan.

Selain aspek teknis tersebut, manajemen limbah juga melibatkan aspek perencanaan, pengawasan, regulasi, kebijakan, dan kesadaran masyarakat. Tujuan utama dari manajemen limbah adalah untuk melindungi kesehatan manusia, menjaga kelestarian lingkungan, meminimalkan polusi, dan mempromosikan penggunaan sumber daya secara bijaksana melalui pengurangan, daur ulang, dan pengelolaan yang berkelanjutan.

Penerapan *green industry* tidak lain untuk mencegah atau meminimalisir pencemaran lingkungan serta mengurangi

eksploitasi alam guna memenuhi kebutuhan bahan baku bagi perusahaan industri.(Harun, 2016)

Banyak tumbuh dimasa sekarang ini indutri yang bergerak dibidang makanan minuman, elektronika, transportasi, pertambangan, dan lain sebagainya yang mana semua industry tersebut menyumbang terjadinya pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh proses produksi.

9.2.1 Limbah

Limbah dapat berupa sampah, air kakus , dan air buangan dari berbagai aktivitas domestik lainnya. Sebagai contoh dan gambaran tentang limbah, disini penulis akan mengambil salah satu contoh pencemaran air sungai dikarenakan limbah.

Kami mengambil sampel dari industri UMKM tempe di salah satu sentra penghasil tempe di Kota Malang. Sampel air sungai kami bawa ke laboratorium lingkungan hidup jasa tirta kota malang untuk di analisa mengenai kualitas air limbah cair tempe sampel yang sudah di ambil dari industri UMKM tempe di Kota Malang :

No	Parameter	Satuan	Metode analisa
1	Ph	-	SNI 06-6989.11.2004
2	BOD	Mg/L	APHA 5210 B-2017
3	COD (Spektron)	Mg/L	SNI 6989.2.2009
4	Zat padat tersuspensi (TSS)	Mg/l	APHA 2540 D-2017

Sumber : data dikelola penulis

Pengujian pH dengan metode analisa SNI 06-6989.11.2004, Metode ini meliputi, cara uji derajat keasaman (pH) air dan air limbah dengan menggunakan alat ph meter.

Metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan menggunakan pH meter. Dalam pengujian SNI 06-6989.11.2004 pengujian pH mengenai limbah industri tempe tersebut ada beberapa yang harus di pahami yaitu mengenai larutan penyangga dalam pH, larutan penyangga sendiri adalah sistem larutan yang mampu mempertahankan nilai pH larutan agar tidak ada perubahan pH ketika penambahan sedikit asam atau basa, larutan penyangga ada 2 yaitu :

a. Larutan penyangga asam adalah larutan yang mengandung Asam lemah dan basa konjugasinya. Larutan ini dapat mempertahankan pH pada kondisi asam atau pH kurang dari 7 ($\text{pH} < 7$). Larutan ini bisa didapat dengan mencampurkan asam lemah dan garamnya atau asam lemah berlebih dengan basa kuat.

b. Larutan penyangga basa merupakan larutan yang memuat basa

Lemah dan asam konjugasinya. Larutan ini berfungsi untuk mempertahankan pH pada kondisi basa yang mempunyai pH lebih besar dari 7 ($\text{pH} > 7$). Larutan penyangga basa dapat diperoleh dengan mencampur basa lemah dengan garamnya atau basa lemah berlebih dengan asam kuat.

c. Pengujian BOD

Pengujian BOD dengan metode APHA 5210 B-2017, BOD sendiri adalah pengukuran pendekatan suatu jumlah biokimia yang terdegradasi di perairan. Berdasarkan American Public Health Association (APHA) metode 5210, uji BOD dapat dilakukan dengan 3 metode yaitu titrasi, metode dilusi dan metode respirometri. Metode titrasi yang dilakukan adalah secara Iodometri, sedangkan metode dilusi dilakukan dengan menggunakan DO-meter. Namun berbeda dari kedua metode ini, metode respirometri memanfaatkan siklus pernafasan bakteri dengan mengukur tekanan gas oksigen yang ada pada

tabung uji selama proses berlangsung. Secara umum, uji BOD dilakukan dengan menginkubasi sampel pada suhu 20°C selama 5 hari dan disebut sebagai BOD5, tetapi uji BOD juga dapat dilakukan selama 7 hari yang disebut BOD7 atau bahkan hingga 21 hari yang disebut sebagai BOD Ultimate (BOD21 / BODU).

9.2.2 Pengujian TSS

Pengujian TSS (*Total Suspended Solids*) adalah proses untuk mengukur jumlah total padatan tersuspensi dalam suatu contoh air. TSS mengacu pada partikel-padatan yang berada dalam keadaan tersuspensi di dalam air, baik itu bahan organik maupun anorganik. Contoh TSS meliputi butiran tanah, lumpur, partikel organik, limbah industri, dan partikel lainnya yang dapat ditemukan dalam air. Pengujian TSS penting dalam analisis kualitas air dan lingkungan. Dengan mengetahui jumlah padatan tersuspensi dalam air, kita dapat mengevaluasi tingkat kekeruhan air, mengukur dampak pencemaran, dan memahami kondisi ekosistem perairan. Kekurangan cahaya dan oksigen yang disebabkan oleh TSS yang tinggi dapat mengganggu pertumbuhan organisme akuatik dan mengurangi kualitas air secara keseluruhan.

Metode umum yang digunakan untuk menguji TSS adalah dengan menggunakan kertas saring (*filter paper*) berpori dengan ukuran 0,45 µm. Air yang mengandung padatan tersuspensi disaring melalui kertas saring tersebut, yang kemudian dikeringkan dan ditimbang. Berat yang diperoleh mewakili jumlah TSS yang ada dalam contoh air tersebut. Cara uji Total Padatan Tersuspensi (TSS) dalam air.

Pengujian TSS juga dapat dilakukan dengan metode lain, seperti sentrifugasi, filtrasi membran, atau menggunakan alat pengukur khusus seperti turbidimeter. Metode yang digunakan tergantung pada kebutuhan dan tujuan pengujian yang dilakukan.

Pengujian TSS penting untuk pemantauan kualitas air, evaluasi dampak lingkungan, dan pemahaman tentang kesehatan ekosistem perairan. Hasil pengujian TSS membantu dalam pengambilan keputusan mengenai perlindungan lingkungan, pengelolaan sumber daya air, dan perencanaan pengolahan air limbah.

Proses yang ini adalah metode standar untuk mengukur TSS. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan:

1. Siapkan alat penyaring dan masukkan kertas saring berpori $0,45\ \mu\text{m}$ ke dalamnya.
2. Operasikan alat penyaring dan bilas kertas saring dengan menggunakan air suling sebanyak 20 ml.
3. Ulangi proses pembilasan kertas saring dengan 20 ml air suling hingga kertas saring bersih dari partikel halus.
4. Keringkan kertas saring dalam oven dengan suhu $103\text{-}105^{\circ}\text{C}$ selama sekitar 1 jam.
5. Setelah dikeringkan, dinginkan kertas saring dan simpan dalam desikator hingga digunakan.
6. Timbang kertas saring yang sudah dikeringkan menggunakan neraca analitik secepat mungkin sebelum digunakan.
7. Lakukan langkah-langkah di atas sebanyak 3 kali.

9.3 Jenis-Jenis Instalasi Pengolahan Air Limbah

Sistem pengelolaan air limbah yang digunakan bisa berbeda-beda, tergantung pada jenis IPAL-nya. Sementara itu, jenis-jenis Instalasi Pengolahan Air Limbah atau IPAL bisa diklasifikasikan berdasarkan peruntukan atau sumber air limbahnya, yaitu sebagai berikut:

1. IPAL Komunal

Sesuai namanya, IPAL komunal adalah instalasi pengolahan air limbah yang digunakan secara komunal atau bersama-sama dalam suatu kawasan pemukiman secara terpusat.

Pada sistem ini, setiap rumah tangga atau fasilitas umum yang memiliki MCK pribadi akan menghubungkan saluran pembuangannya ke sistem perpipaan IPAL komunal. Jenis sistem IPAL ini biasa digunakan untuk pengelolaan air limbah domestik pada wilayah yang tidak memungkinkan penggunaan IPAL mandiri.

2. IPAL Mandiri

Adalah instalasi pengolahan air limbah yang dibuat secara mandiri untuk memenuhi kebutuhan pengolahan air limbah secara khusus.

Meskipun jangkauannya lebih sempit dari IPAL komunal, namun jenis IPAL ini lebih efektif untuk mengolah air limbah dengan volume kecil dari kelompok yang lebih kecil pula. Meskipun biayanya lebih murah, namun pemilik IPAL mandiri harus mampu mengelola instalasi pengolahannya sendiri.

3. IPAL Industri

Selanjutnya ada IPAL industri, yaitu fasilitas pengelolaan air limbah yang dibuat khusus untuk mengolah air limbah dari kegiatan industri, baik itu dari pabrik maupun perusahaan dalam berbagai sektor.

Berbeda dengan IPAL komunal dan mandiri yang hanya fokus mengolah air limbah domestik dari rumah tangga, maka karakteristik air limbah industri lebih bervariasi. Hal ini karena sifat air limbah dari proses industri bisa berbeda-beda tergantung pada sektornya. Misal, sifat air limbah batu bara tentu berbeda dengan limbah cair medis.

9.3.1 Tahap Pengolahan Air Limbah di Sistem IPAL

Dalam pengelolaan air limbah, terdapat beberapa jenis teknologi pengolahan yang tahapan aplikasinya berbeda-beda, tergantung pada karakteristik air limbah yang akan diolah. Pasalnya, setiap karakteristik tertentu memerlukan tahapan pengolahan khusus.

Berdasarkan sifatnya, air limbah memiliki karakteristik fisik, kimia, serta biologis. Adapun tahapan pengolahan air limbah yang umumnya berlangsung di sistem IPAL adalah sebagai berikut:

1. *Preliminary Treatment* (Pengolahan Awal)

Pada tahap awal, dilakukan penyaringan air limbah agar partikel-partikel yang terkandung di dalamnya dapat terpisah. Contoh partikel tersebut antara lain seperti pasir, kerikil, plastik, kayu, atau sampah kecil lain yang harus disaring agar tidak merusak alat-alat instalasi pengolahan air limbah di tahap selanjutnya.

2. *Primary Treatment* (Pengolahan Primer)

Tahap selanjutnya adalah proses untuk menghilangkan partikel padat di air dengan menggunakan proses fisika yang disebut flotasi dan sedimentasi. Hasilnya, partikel padat yang tidak berhasil disaring dari tahap awal akan mengendap, sedangkan partikel minyak dan lemak akan mengapung di permukaan air limbahnya.

3. *Secondary Treatment* (Pengolahan Sekunder)

Jika didominasi oleh material organik, maka dibutuhkan unit pengolahan sekunder. Ada beberapa teknologi yang bisa diaplikasikan, namun 3 teknik yang paling umum adalah trickling filter, lumpur aktif (*activated sludge*), atau treatment ponds.

4. *Final/Tertiary Treatment* (Pengolahan Akhir/Tersier)

Jika pengolahan primer berfokus pada partikel padat dan pengolahan sekunder berfokus pada material organik, maka pengolahan tersier berfungsi untuk membunuh organisme biologis yang bisa menimbulkan penyakit, misalnya bakteri. Bisa melalui penggunaan klorin (klorinasi), sinar ultraviolet, atau teknologi desinfeksi lainnya.

5. *Advanced Treatment* (Pengolahan Lanjutan)

Terakhir, ada *advanced treatment* atau pengolahan lanjutan. Tidak semua sistem pengolahan membutuhkan tahapan ini. Biasanya, tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa efluen hasil olahan benar-benar sudah bersih dan layak diolah secara lebih lanjut untuk diminum atau dikonsumsi.

9.3.2 Manfaat Instalasi Pengolahan Air Limbah

Setiap rumah tangga maupun industri membutuhkan fasilitas pengelolaan air limbah khusus berupa IPAL agar air limbah yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan. Selain itu, berikut rincian fungsi lainnya dari penggunaan IPAL:

1. Mengurangi Pencemaran Air

IPAL mampu mengurangi pencemaran air dengan menghilangkan kontaminan dari air limbah, sehingga efluen yang dihasilkan dapat diolah kembali menjadi air bersih yang aman dibuang ke lingkungan.

2. Mengurangi Risiko Gangguan Kesehatan

Air limbah yang tidak diolah dengan baik dapat menyebabkan penyebaran penyakit. Dengan IPAL, kontaminan berbahaya seperti bakteri dan virus dapat dihilangkan.

3. Meningkatkan Kualitas Perairan

Melalui penggunaan IPAL, kualitas air di perairan dapat meningkat, sebab air yang dibuang ke lingkungan sudah melalui proses pengolahan agar lebih bersih dan tidak lagi mengandung kontaminan berbahaya.

4. Menjaga Kelestarian Lingkungan

Dengan mengurangi pencemaran air, maka lingkungan perairan seperti sungai dan laut akan menjadi lebih bersih dan sehat. Hal ini akan berdampak positif bagi keberlangsungan kehidupan biota di perairan.

5. Menjaga Keberlanjutan Industri

IPAL juga dapat membantu industri agar kadar limbahnya lebih sedikit dan konsentrasi polutannya lebih aman dibuang ke lingkungan. Ini dapat membantu menjaga prinsip keberlanjutan (*sustainability*) industri dan meningkatkan citranya di mata masyarakat.

Selain memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah khusus, setiap industri juga wajib memantau kualitas air limbahnya secara berkala. Hal ini untuk menjamin bahwa hasil olahan IPAL tersebut sudah sesuai dengan baku mutu yang disyaratkan pemerintah.

DAFTAR PUSTAKA

- Christiani, A. H. J. K. L. H. P. C. R. 2017. 'Pengukuran Kinerja Lingkungan Industri Di Indonesia Berdasarkan Standar Industri Hijau.', *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(1).
- Harun, M. A. 2016. 'Environmental Strategic Management Untuk Kawasan Industri Hijau. Environmental Education And Management.', 1(1), pp. 101-116.
- Saepudin, A. S. M. H. D. M. 2020. 'Kebijakan Indonesia Dalam Mewujudkan Industri Hijau (Green industry) Masa Pemerintahan Presiden Joko Widodo.', *Eksos*, 2(2).
- Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*. 1997. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.

BAB 10

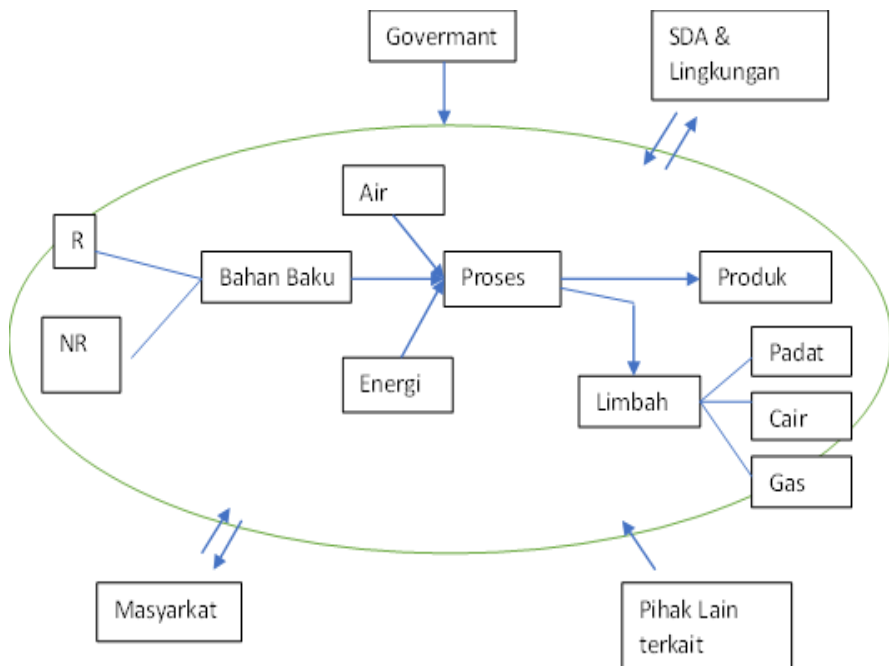
ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN (AMDAL)

Oleh Wayan Budiarsa Suyasa

10.1 Konsep Amdal

Amdal merupakan suatu kajian dampak terhadap lingkungan hidup dari suatu rencana kegiatan/usaha pembangunan atau suatu proyek. Kajian dampak baik negative maupun positive, dampak tersebut bisa timbul dari aktivitas penggunaan lahan, bahan baku dan processing. Dampak negative menjadi perhatian karena menimbulkan kerugian dan gangguan terhadap lingkungan hidup pada berbagai dimensi dari berbagai bentuk kegiatan produksi proyek.

Kegiatan produksi tentu menggunakan sumber daya alam dan lingkungan hidup baik sumberdaya yang sustain maupun tidak sustain, tergantung produk dan produksinya. Proyek pembangunan/produksi merupakan kegiatan ekonomi dalam kegiatannya menuju keuntungan ekonomi(Rizal 2013). Amdal memberikan orientasi tidak semata keuntungan ekonomi namun harus menghiraukan keberlanjutan sumber daya alam dan lingkungan hidup. Sumber daya alam dan lingkungan hidup adalah penyedia materi maupun energi bagi suatu usaha manusia untuk menghasilkan barang dan jasa untuk berbagai keperluan hidupnya. Namun patut disadari bahwa sumber daya alam dan lingkungan hidup memiliki kapasitas dengan daya dukung yang dimilikinya harus dijaga untuk tetap dapat mendukung kehidupan dan keberlangsungan lingkungan hidup(Fandeli 2013).



Gambar 10.1. Lingkup Pemanfaatan materi/energi, produksi dan dampak Lingkungan(AMDAL)

Konsep analisis dampak lingkungan hidup dari suatu rencana kegiatan pembangunan adalah masalah kapasitas dan efektivitas penggunaan sumberdaya alam yang sustain, seimbang secara ekonomi dan secara ekologi yang disebut *ekoefisiensi*. *Ekoefisiensi* merupakan daya guna yang dihitung dari perbandingan antara nilai *output* (yang berupa materi atau energi) dan *input*. *Ekoefisiensi* juga dapat berarti daya guna materi dan energi sebagai sumber daya pada proses produksi, dimana *ekoefisiensi* harus meminimalkan *waste* yang disebut juga *zero waste*. *Waste* adalah *entropy* dari suatu proses produksi, dalam konsep dalam kajian analisis lingkungan adalah kerugian panas atau kerugian energi, dan atau energi

yang tidak terpakai yang dilepas ke lingkungan hidup sebagai pencemar. Oleh karena setiap material memiliki energi, maka *entropy* yang dilepas ke lingkungan hidup dapat berupa *material-use-less* (*waste* = limbah) dan *energy lost* berupa materi/energi sebagai pencemar(Rizal 2013).

Terdapat berbagai cara untuk meningkatkan ekoefisiensi diantaranya dengan menerapkan produksi bersih pada proses-proses produksi dengan cara memperkecil timbulnya *entropy* dengan *zero waste* konsep yang dapat meliputi daur ulang materi; penggunaan material dan energi yang berkualitas dengan memperhatikan pula kualitas *input*, kualitas proses, kualitas produk.

Efisiensi dalam produksi merupakan perbandingan *output* dan *input* berhubungan dengan tercapainya *output* maksimum dengan sejumlah *input*, artinya jika ratio *output* besar, maka efisiensi dikatakan semakin tinggi. Dapat dikatakan bahwa efisiensi adalah penggunaan *input* yang terbaik dalam memproduksi barang(Mursid 2014). Efisiensi merupakan tindakan memaksimalkan hasil dengan menggunakan modal umumnya berupa tenaga kerja, material dan alat yang minimal (Rizal 2013). Tipe produksi atas *input* atau faktor produksi meliputi ;

- 1) *Increasing return to scale* yaitu apabila tiap unit tambahan *input* menghasilkan tambahan *output* yang lebih banyak daripada unit *input* sebelumnya,
- 2) *Constant return to scale*, apabila unit tambahan *input* menghasilkan tambahan *output* yang sama dari unit sebelumnya, dan
- 3) *Decreasing return to scale*, apabila tiap unit tambahan *input* menghasilkan tambahan *output* yang lebih sedikit daripada unit input sebelumnya.

Efisiensi dalam produksi meliputi

- 1) Efisiensi materi (bahan baku), dimana penggunaan bahan baku yang efisien akan menurunkan beban limbah yang terjadi, karena limbah merupakan sisa/bagian dari bahan baku, produk setengah jadi maupun produk. Dengan efisiensi akan meningkatkan jumlah produk, dan *revenue* yang lebih tinggi.
- 2) Efisiensi energi, konsumsi energi semakin meningkat akan meningkatkan biaya produksi dan harga produk. Oleh sebab itu harus dikembangkan peralatan/proses yang mengkonsumsi jumlah energi yang kecil.

Kemajuan teknologi yang canggih bisa mempercepat perkembangan pembangunan. Namun, demikian dituntut kebijaksanaan manusia untuk melakukan control dengan tetap memperhatikan keseimbangan antara kebutuhan dan ketahanan lingkungan (Samin 2006). Pembangunan yang memanfaatkan sumberdaya alam secara efisien dengan mampu memenuhi kebutuhan sekarang dan generasi yang akan datang dengan kualitas yang sesuai kapasitas sumberdaya alam tersebut (pembangunan berkelanjutan). Konsep efisiensi produksi dalam proses pembangunan berkelanjutan meliputi empat aspek dalam menentukan tujuan akhir usaha/kegiatan yaitu mencapai keuntungan ekonomi dengan mengkaji *input* bahan baku, proses produksi, produk *output*, limbah dan keefisiensi.

Keefisiensi untuk mencapai tujuan keuntungan ekonomi produksi yang memperhatikan aspek ekologi secara berkelanjutan. Berkelanjutan dalam mengupayakan

- 1) *Input* materi, baik dari sumberdaya yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan
- 2) *Input energy*, baik dari sumberdaya yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan;
- 3) Proses produksi; iv) output produk yang ramah lingkungan;

- 4) *Entropy* dalam bentuk;
- 5) *Material use-less* dalam bentuk limbah; dan
- 6) *Energy lost* dalam bentuk pencemaran udara, pencemaran air, pencemaran tanah, dan sebagainya.

Sifat atau jenis material tidak terbarukan sebagai input akan mempengaruhi tingkat ekoefisiensi proses produksi (NR - *non renewable resources*) pada umumnya akan menjadi persoalan bagi lingkungan karena akan memberikan ekoefisiensi yang rendah apabila dikemudian hari menjadi entropi yang tidak dapat diasimilasi oleh alam. Ekoefisiensi yang rendah dengan faktor entropy yang tinggi berimplikasi negatif pada aspek sosial dan ekonomi dalam bentuk kerugian material limbah (*material use-less*) dan dalam bentuk pencemaran (*energy- lost*) terhadap kesehatan manusia dan makhluk biologis lainnya di lingkungan industri(Wibisana 2018).

Secara operasional untuk mencapai nilai ekoefisiensi yang baik, manajemen produksi suatu usaha/kegiatan seharusnya mengkaji enam aspek yaitu:

- 1) Efisiensi penggunaan bahan baku produksi,
- 2) Efisiensi penggunaan energi dalam proses produksi
- 3) Reduksi kuantitas material limbah yang tidak dapat didaur ulang,
- 4) Menekan jumlah *energy lost*,
- 5) Memperbesar proporsi penggunaan materi/energi yang dapat terbarukan (*renewable resources*).
- 6) Memperkecil proporsi penggunaan materi/energi yang tidak terbarukan.

Pada dasarnya, setiap proses kegiatan produksi dapat dipastikan menggunakan sumber daya alam (SDA) dan menghasilkan *entropy* atau kerugian material-energy yang kemudian entropy ini dilepas ke lingkungan sekitarnya sebagai

eksternalitas. Dampak negatif *entropy* tersebut dapat menurunkan kualitas lingkungan hidup berupa pencemaran baik pada media udara, air maupun tanah. Disisi lain dapat berdampak pada kualitas dan kuantitas sumberdaya alam dan lingkungan, timbul bencana alam, dan timbulnya ketidakseimbangan iklim lingkungan. Upaya pencegahan dengan meminimalisasi dampak negatif proses-proses produksi terhadap lingkungan hidup, maka diperlukan upaya sinergi antara aspek produksi yang memanfaatkan sumberdaya alam dengan lingkungan hidup sebagai suatu kesatuan sistem. Salah satu upaya untuk mencegah dan atau meminimumkan dampak negatif proses-proses produksi terhadap lingkungan hidup adalah, dilakukannya studi AMDAL pada setiap rencana kegiatan/usaha, sehingga dapat tercapai/terlaksana “pembangunan berkelanjutan” (*sustainable development*). Jadi, studi AMDAL adalah salah satu instrument untuk menuju pembangunan berkelanjutan yang memperhatikan aspek lingkungan hidup dan SDA(Samin, 2006).

Pembangunan berkelanjutan adalah proses-proses pembangunan yang berusaha untuk memenuhi kebutuhan kita (masyarakat) sekarang, tanpa mengurangi kemampuan generasi (masyarakat) mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Tekad masyarakat dunia untuk melaksanakan pembangunan berkelanjutan ini telah dimulai sejak diadakannya Konferensi Stockholm tahun 1972 yang menanggapi masalah kerusakan lingkungan hidup, dan berlanjut pada Konferensi Rio de Janeiro tahun 1992 yang menghasilkan Agenda 21 (agenda perlindungan lingkungan hidup, pembangunan ekonomi, dan sosial serta pembangunan berkelanjutan), dan selanjutnya pada Konferensi Johannesburg tahun 2002 yang membangun visi pembangunan berkelanjutan, kesepakatan global dan kemitraan antara seluruh masyarakat di dunia.

Doktor Brundtland tahun 1978) mantan Direktur

Jenderal WHO dan mantan Perdana Menteri Norwegia mendefinisikan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) dengan pemenuhan kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi yang akan datang dalam memenuhi kebutuhannya. Kebutuhan untuk pengembangan berkelanjutan menjadi terasa sesudah publikasi "*The Limits of Growth*". Publikasi ini melaporkan bahwa keterbatasan sumber daya alam dan adanya faktor emisi akan mempengaruhi perkembangan di abad 21. Agar berkelanjutan secara fisik, Smith dan Ball tahun 2012 mensyaratkan 3 (tiga) hal yaitu tingkat ekstraksi tidak melebihi tingkat regenerasi, emisi pembuangan tidak melebihi kemampuan alam untuk menyerapnya serta kapasitas regenerasi sumber daya alam dan penyerapan faktor emisi dianggap sebagai modal alam, apabila gagal memeliharanya maka tidak berkelanjutan. Sekarang tidak ada syarat tersebut yang terpenuhi (Erwin 2015).

Tiga pilar pembangunan berkelanjutan terdiri atas pembangunan bidang lingkungan kehidupan, bidang social dan bidang ekonomi yang harus dilaksanakan secara berkeseimbangan dan berkelanjutan. Apabila kita melakukan pembangunan apapun bentuk kegiatannya, maka secara simultan harus dapat mengangkat kesejahteraan sosial kemasyarakatan, berkeadilan dan berkepatutan, mendorong produktivitas ekonomi masyarakat dan bangsa secara berkelanjutan, bertanggungjawab penuh atas keselamatan dan kesehatan lingkungan serta melindungi keterpulihan sumber daya alam yang dimanfaatkan oleh setiap bentuk kegiatan pembangunan.

Azas yang diberlakukan dalam konteks pembangunan berkelanjutan adalah perlindungan terhadap lingkungan hidup dan sumber daya alam baik secara local, regional maupun secara global, berpikirlah dengan kearifan local dan bertindaklah secara global (*think locally and act globally*), memberikan insentif dan atau subsidi kepada pihak yang pro-

lingkungan dan pajak terhadap pihak yang memanfaatkan sumberdaya alam dan lingkungan, bersikap sebagai pramugara lingkungan (*environmental stewardship*), tanggungjawab perusahaan terhadap komunitas social lingkungan (*corporate social responsibility*), menegakkan etika berbisnis, perdagangan yang elok (*fair trade*) dan perlindungan tenaga kerja serta konsumen (Samin 2006).

Kebijakan perlindungan dan lingkungan hidup yang telah diterapkan pada tingkat regional misalnya dapat kita lihat pada kebijakan yang diberlakukan pada system perdagangan lintas Negara seperti; market base instrument, good environmental governance, kebijakan penerapan teknologi, kepedulian konsumen dunia (*the green consumersm*), proper dan lain sebagainya yang diterapkan melalui peraturan perundangan yang diberlakukan oleh masing-masing Negara yang peduli dengan keselamatan lingkungan hidup. Kebijakan perlindungan dan lingkungan hidup yang telah diterapkan pada tingkat local ataupun pada tingkat proyek-proyek pembangunan tertentu misalnya dapat kita lihat pada penerapan berbagai kebijakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup seperti; AMDAL, UKL-UPL, *Cleaner Product*, *Cleaner Production*, *Cleaner Process*, *Good House Keeping*, ISO-14000, Program Langit Biru (*blue sky*), Program Kali Bersih (Prokasih), Adipura (Pengelolaan Kebersihan Kota), Pantai dan Laut Lestari, Keanekaragaman Hayati (Kehati) dan lain sebagainya. Penerapan kebijakan perlindungan dan lingkungan hidup baik tingkat local-regional dan global dapat diterapkan secara simultan dilakukan oleh perusahaan besar tertentu yang sangat peduli dengan keselamatan lingkungan hidup secara global, misalnya suatu kegiatan memperhatikan masalah limbah berbahaya dan beracun (B3) atau mengadopsi konvensi Basel, sekaligus menerapkan kebijakan market base instrument atau penggunaan teknologi ramah lingkungan (*green manufacturing*), dan juga menerapkan kebijakan local seperti

AMDAL, *ecolabel*, dan menerapkan prokasi dalam kegiatan operasional perusahaan(Wibisana 2018).

10.2 Apa Itu AMDAL

Analisis mengenai dampak lingkungan hidup (AMDAL) merupakan kajian mengenai dampak penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan. (Pasal 1 UU No.23 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup).

Sebelum melakukan kegiatan usaha, setiap industri wajib untuk membuat AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup) atau UKL-UPL (Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan) berdasarkan Peraturan Pemerintah No.27 tahun 2012 tentang Izin Lingkungan. Izin Lingkungan adalah izin yang diberikan kepada setiap orang yang melakukan usaha /kegiatan yang wajib AMDAL atau UKL-UPL dalam rangka perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup sebagai prasyarat memperoleh izin usaha/kegiatan. Izin Lingkungan diperoleh melalui tahapan kegiatan yang meliputi :

Penyusunan AMDAL dan UKL-UPL

- 1) Penilaian AMDAL dan pemeriksaan UKL-UPL, dan
- 2) Permohonan dan penerbitan Izin Lingkungan

Dokumen AMDAL merupakan instrumen pengelola lingkungan yang wajib disusun oleh penyelenggara usaha/kegiatan yang melakukan usaha/kegiatan yang termasuk dalam daftar wajib AMDAL, seperti diatur pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.05 thn 2012 tentang Jenis Rencana Usaha /Kegiatan yang Wajib

Dilengkapi AMDAL. AMDAL terdiri dari :

- 1) Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan (KA-ANDAL)
- 2) Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL)
- 3) Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)
- 4) Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL)

UKL-UPL sama halnya seperti AMDAL, berfungsi sebagai panduan pengelolaan lingkungan bagi seluruh penyelenggara suatu kegiatan. Namun, skala kegiatan yang diwajibkan UKL-UPL relatif cukup kecil dan dianggap memiliki dampak terhadap lingkungan yang tidak terlalu besar dan penting. Hal ini menyebabkan kegiatan tersebut tidak tercantum dalam daftar wajib AMDAL. Namun demikian, dampak lingkungan yang dapat terjadi tetap perlu dikelola untuk menjamin terlaksananya pengelolaan lingkungan yang baik. SPPL adalah kesanggupan dari penanggungjawab usaha/kegiatan untuk melakukan pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup atas dampak lingkungan hidup dari usaha /kegiatannya di luar Usaha/kegiatan yang wajib amdal atau UKL-UPL. Oleh karena itu, dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, diatur bahwa setiap usaha dan/atau kegiatan yang tidak termasuk dalam kriteria wajib AMDAL wajib memiliki UKL-UPL dan wajib SPPL. Jadi, UKL-UPL, AMDAL, SPPL adalah jenis dokumen yang harus diajukan untuk mendapatkan Izin Lingkungan. Dokumen AMDAL terdiri dari KA-ANDAL dan RKL-RPL. Dokumen AMDAL wajib disusun jika kegiatan/usaha termasuk dalam daftar wajib AMDAL (wajib karena berdampak lingkungan besar), jika tidak termasuk, maka diwajibkan menyusun UKL-UPL (berdampak lingkungan lebih kecil). Setelah mendapatkan izin lingkungan, suatu usaha/kegiatan/proyek baru boleh dimulai. Prosedur ini (kalau dilaksanakan dengan baik dan bukan sekedar formalitas),

merupakan upaya mencegah/mengurangi dampak buruk dari usaha/kegiatan/proyek ini kepada lingkungan Dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2012 Pasal 2 ayat (2) disebutkan bahwa Amdal, UKL-UPL dan SPPL merupakan “Dokumen Lingkungan Hidup.” Walaupun SPPL hanya terdiri dari satu sampai dua lembar (karena hanya berupa surat pernyataan) dalam peraturan tersebut tetap disebut sebagai dokumen lingkungan.

Menurut PermenLHK No 4 Tahun 2021, tentang Daftar Usaha / kegiatan yang wajib Memiliki Analisis Mengengai Dampak Lingkungan Hidup, Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup atau Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup bahwa setiap rencana Usaha /Kegiatan yang memiliki Dampak Penting terhadap lingkungan hidup wajib memiliki Amdal. Kriteria Usaha/Kegiatan yang berdampak penting terhadap lingkungan hidup yang wajib memiliki Amdal terdiri atas:

- 1) Perubahan bentuk lahan dan bentang alam;
- 2) Eksploitasi sumber daya alam, baik yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan;
- 3) Proses dan kegiatan yang secara potensial dapat menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta pemborosan dan kemerosotan sumber daya alam dalam pemanfaatannya;
- 4) Proses dan kegiatan yang hasilnya dapat mempengaruhi lingkungan alam, lingkungan buatan, serta lingkungan sosial dan budaya;
- 5) Proses dan kegiatan yang hasilnya akan mempengaruhi pelestarian kawasan konservasi sumber daya alam dan/atau perlindungan cagar budaya;
- 6) Introduksi jenis tumbuh-tumbuhan, hewan, dan jasad renik;
- 7) Pembuatan dan penggunaan bahan hayati dan nonhayati;

- 8) Kegiatan yang mempunyai risiko tinggi dan/atau mempengaruhi pertahanan negara; dan/atau
- 9) Penerapan teknologi yang diperkirakan mempunyai potensi besar untuk mempengaruhi lingkungan hidup.

Rencana Usaha dan/atau Kegiatan yang wajib memiliki Amdal meliputi:

- 1) Jenis rencana Usaha dan/atau Kegiatan yang besaran/skalanya wajib Amdal; dan/atau
- 2) Jenis rencana Usaha dan/atau Kegiatan yang lokasi Usaha dan/atau Kegiatan dilakukan di dalam dan/atau berbatasan langsung dengan kawasan lindung.

Rencana Usaha dan/atau Kegiatan yang lokasinya berbatasan langsung dengan kawasan lindung meliputi jenis rencana Usaha dan/atau Kegiatan yang:

- 1) batas tapak proyeknya bersinggungan langsung dengan batas kawasan lindung; dan/atau
- 2) berdasarkan pertimbangan ilmiah memiliki potensi dampak yang mempengaruhi fungsi kawasan lindung tersebut.

Kawasan lindung dimaksud adalah sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

10.3 Proses Amdal

Prinsip dasar yang terkandung dalam proses-proses AMDAL antara meliputi lokasi kegiatan AMDAL wajib mengikuti rencana tata ruang wilayah (RTRW) setempat, AMDAL bagian integral dari Studi Kelayakan Kegiatan Pembangunan, AMDAL bertujuan menjaga keserasian

hubungan antara berbagai kegiatan agar dampak dapat diperkirakan sejak awal perencanaan, dan AMDAL berfokus pada analisis: Potensi masalah, Potensi konflik, Kendala SDA, Pengaruh kegiatan sekitar terhadap proyek, dan AMDAL bagi pemrakarsa dapat menjamin bahwa proyeknya bermanfaat bagi masyarakat, aman terhadap lingkungan kehidupan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012 ditetapkan tiga jenis pendekatan studi AMDAL bagi rencana usaha/kegiatan yang masuk dalam kriteria wajib AMDAL yaitu :

- 1) AMDAL Kegiatan Tunggal; yaitu AMDAL bagi suatu rencana usaha/kegiatan yang berada dalam wewenang suatu instansi sektoral. Contoh AMDAL kegiatan tunggal adalah AMDAL Pembangunan Rumah Sakit, AMDAL Pembangunan Hotel 200 kamar, dan lain sebagainya.
- 2) AMDAL Kegiatan Terpadu; yaitu AMDAL bagi suatu rencana usaha/kegiatan terpadu (baik dalam hal perencanaannya, proses produksinya maupun proses pengelolaannya) dan direncanakan berada dalam satu kesatuan hamparan ekosistem serta melibatkan kewenangan lebih dari satu instansi yang bertanggung jawab. Contoh: AMDAL Pembangunan Industri Pulp dan Kertas yang dilengkapi dengan HTI dan pelabuhannya.
- 3) AMDAL Kegiatan dalam Kawasan; yaitu AMDAL bagi suatu rencana usaha/kegiatan ddalam satu kawasan yang telah ditetapkan dengan peraturan perundangan dan berada di bawah kewenangan satu instansi yang bertanggungjawab. Contoh: AMDAL pembangunan Kawasan Industri dan AMDAL pembangunan Kawasan Pariwisata

10.4 Dokumen AMDAL

Dokumen Amdal terdiri dari 4 dokumen yaitu; dokumen kerangka acuan analisis dampak lingkungan (KA-ANDAL), dokumen ANDAL, dokumen rencana pengelolaan lingkungan hidup (RKL), dan dokumen rencana pemantauan lingkungan hidup (RPL) yang keseluruhannya merupakan satu kesatuan dokumen yang utuh diperlukan untuk mengelola lingkungan usaha/kegiatan. KA-ANDAL berisi kerangka kajian dalam menganalisis suatu rencana kegiatan yang merupakan ruang lingkup kajian analisis mengenai dampak lingkungan hidup, dan merupakan hasil pelingkupan suatu kegiatan/usaha yang direncanakan. ANDAL merupakan hasil studi secara ilmiah, cermat dan mendalam tentang dampak besar dan penting yang dapat ditimbulkan oleh suatu rencana usaha/kegiatan. Rencana pengelolaan lingkungan hidup (RKL) berisi catatan upaya-upaya yang dilakukan dalam penanganan dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup yang ditimbulkan akibat dari rencana usaha/kegiatan. Rencana pemantauan lingkungan hidup (RPL) berisi catatan upaya-upaya yang dilakukan dalam pemantauan komponen lingkungan hidup yang terkena dampak besar dan penting akibat dari rencana usaha/kegiatan.

Amdal tidak terlepas dari pemrakarsa usaha/kegiatan, pemrakarsa adalah orang atau badan hukum yang bertanggung jawab atas suatu rencana usaha atau kegiatan yang akan dilaksanakan. Instansi yang bertanggungjawab adalah instansi yang berwenang memberikan keputusan tentang pelaksanaan rencana usaha atau kegiatan, dengan pengertian bahwa kewenangan berada pada Menteri atau Pimpinan lembaga pemerintah non departemen yang membidangi usaha atau kegiatan yang bersangkutan dan pada Gubernur Kepala Daerah Tingkat I untuk usaha atau kegiatan yang berada di bawah wewenangnya.

Tujuan dilaksanakan studi ANDAL pada setiap rencana kegiatan pembangunan adalah:

- 1) Mengidentifikasi rencana usaha/kegiatan yang akan dilakukan terutama yang menimbulkan dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup;
- 2) Mengidentifikasikan rona lingkungan hidup terutama yang akan terkena dampak besar dan penting;
- 3) Memprakirakan dampak dan mengevaluasi dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup.

Komponen lingkungan hidup yang harus dipertahankan, dijaga dan dilestarikan fungsinya (yang harus diliput dalam studi/dokumen AMDAL) antara lain adalah:

- 1) Hutan lindung, Hutan Konservasi, dan Cagar Biosfer;
- 2) Sumber daya air;
- 3) Keanekaragaman hayati;
- 4) Kualitas udara;
- 5) Warisan alam dan warisan budaya;
- 6) Kenyamanan lingkungan hidup; dan
- 7) Nilai-nilai budaya yang berorientasi selaras dengan lingkungan hidup.

Komponen lingkungan hidup yang akan berubah secara mendasar dan perubahan tersebut dianggap penting oleh masyarakat di sekitar suatu rencana usaha dan atau kegiatan (yang harus diliput dalam studi/dokumen AMDAL) antara lain adalah :

- 1) Fungsi ekosistem;
- 2) Pemilikan dan penguasaan lahan;
- 3) Kesempatan kerja dan berusaha;
- 4) Taraf hidup masyarakat;
- 5) Kesehatan masyarakat

10.5 Prosedur Melakukan Kajian Lingkungan Hidup

Prosedur untuk melakukan kajian lingkungan hidup merupakan tahapan-tahapan yang harus dilaksanakan terhadap “sesuatu rencana kegiatan” yang akan dilakukan, baik oleh institusi swasta maupun pemerintah, apakah suatu rencana kegiatan wajib melakukan kajian lingkungan hidup dengan dokumen AMDAL ataukah cukup dengan dokumen UKL-UPL ataupun dengan dokumen SPPL. Untuk penetapan bentuk kajian, maka dilakukanlah proses *screening* atau penapisan kegiatan yang wajib AMDAL atau tidak wajib AMDAL disajikan pada bagian berikutnya. Setelah dilakukan proses penapisan, dan telah ditetapkannya rencana pembangunan ataupun kegiatan proyek wajib AMDAL, maka tahap selanjutnya adalah melakukan tahapan studi AMDAL yaitu melakukan pra studi lapangan dan studi literatur terkait dengan tipologi rencana kegiatan dan tipologi lingkungan dimana kegiatan tersebut dilaksanakan.

Tahap pra-studi harus menghasilkan hasil studi dalam bentuk kerangka acuan analisis dampak lingkungan (KA-ANDAL). Setelah dilakukan sidang-diskusi dengan komisi penilai AMDAL dan pemangku kepentingan maka ditetapkanlah dan disetujui KA-ANDAL sebagai dokumen kerangka acuan untuk melakukan studi analisis dampak lingkungan hidup (ANDAL), dan menyusun rencana pengelolaan lingkungan hidup(RKL), serta menyusun rencana pemantauan atau monitoring lingkungan hidup (RPL). Pada saat melakukan studi ANDAL, maka di dalam proses penyusunan dokumen ini harus melakukan berbagai kegiatan identifikasi dampak potensial, evaluasi dampak potensial, dan melakukan penetapan dampak penting hipotetik, serta melakukan pengujian-pengujian dan analisis terhadap data tipologi lingkungan yang akan terkena dampak dan

memperbaiki alternatif rencana kegiatan untuk meminimumkan dampak lingkungan yang akan terjadi. Proses pelingkupan adalah proses-proses untuk melakukan identifikasi terhadap dampak potensial lingkungan hidup akibat pengaruh dari suatu rencana usaha/kegiatan proyek. Proses pelingkupan dampak besar dan penting terhadap lingkungan atas suatu rencana usaha/kegiatan dilakukan dengan tahapan proses: identifikasi dampak potensial, evaluasi dampak potensial, pemusatan dampak besar dan penting (*focussing*).

10.5.1 Melakukan Penapisan Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan

Kegiatan penapisan jenis rencana usaha dan/atau kegiatan meliputi melengkapi ringkasan informasi awal terkait jenis usaha/kegiatan dan memastikan kesesuaian lokasi rencana usaha/kegiatan dengan rencana tata ruang dan peraturan perundang-undangan. Penentuan rencana usaha dan/atau kegiatan yang wajib memiliki amdal terkait pendekatan studi amdal yang akan digunakan. Mengkomunikasikan dengan pihak terkait guna memastikan kewenangan KPA. Dokumen pendeskripsian kegiatan penapisan meliputi bahan informasi awal mencakup antara lain informasi mengenai identitas pemrakarsa, informasi mengenai deskripsi rencana usaha dan/atau kegiatan dan informasi mengenai lokasi rencana usaha dan/atau kegiatan. Lingkup rencana usaha dan/atau kegiatan terdiri dari komponen-komponen kegiatan utama dan kegiatan pendukungnya serta sektor terkait yang melakukan pembinaan dan pengawasan. Tujuan diadakan penapisan dalam amdal adalah untuk menentukan apakah suatu rencana usaha dan/atau kegiatan wajib memiliki amdal atau tidak.

10.5.2 Menyusun Rencana Kerja

Penyusun Amdal melakukan penyusunan rencana kerja dengan menyiapkan bahan penyusunan rencana kerja yaitu informasi rencana usaha dan/atau kegiatan disiapkan berdasarkan usulan pemrakarsa, dan hasil penapisan disiapkan berdasarkan komunikasi dari instansi lingkungan hidup. Merencanakan penggunaan sumberdaya sesuai dengan kapasitas dan kompetensi yang dibutuhkan. Hal ini terkait dengan informasi rencana usaha dan/atau kegiatan dianalisis dan Sumberdaya yang dibutuhkan ditentukan berdasarkan analisis informasi rencana usaha dan/atau kegiatan. Rencana kerja berupa jadwal terkait tahapan kerja, kegiatan waktu serta pihak terkait yang terlibat. Rencana kerja didokumentasikan sebagai acuan pengendalian penyusunan analisis mengenai dampak lingkungan hidup (AMDAL).

10.5.3 Deskripsi Rencana Usaha dan/atau Kegiatan

Deskripsi Rencana Usaha dan/atau Kegiatan disusun berdasarkan dokumen rencana kegiatan yang disiapkan berdasarkan hasil pembahasan dengan pemrakarsa serta bahan berupa peraturan perundang-undangan terkait dengan rencana usaha dan/atau kegiatan sebagai acuan. Beberapa hal yang harus dijelaskan dalam bagian ini meliputi

- 1) Kesesuaian lokasi rencana usaha dan/atau kegiatan dengan rencana tata ruang dan peraturan perundang-undangan dideskripsikan sesuai ketentuan.
- 2) Status studi analisis mengenai dampak lingkungan hidup (amdal) terkait dengan kelayakan teknis dan ekonomis disusun untuk menentukan kedalaman kajian amdal,
- 3) Komponen rencana usaha dan/atau kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan dideskripsikan sesuai ketentuan,
- 4) Tahapan kegiatan termasuk alternatifnya dideskripsikan sesuai jenis rencana usaha dan/atau kegiatan,

- 5) Rencana pengelolaan lingkungan yang terintegrasi dengan kegiatan dideskripsikan sesuai ketentuan.

Selanjutnya deskripsi komponen-komponen rencana usaha dan/atau kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan disusun untuk kemudian dikomunikasikan dengan pemrakarsa untuk mendapat persetujuan.

10.5.4 Deskripsi Rona Lingkungan Hidup Awal

Penyusunan deskripsi rona lingkungan hidup awal diawali dengan pengumpulan data komponen lingkungan dan kegiatan lain di lokasi dan sekitar lokasi sesuai metode pengumpulan data. Jenis data yang digunakan data primer yang cukup memberikan indikasi kondisi lingkungan serta didukung data sekunder yang valid. Analisis data tersebut deskripsikan komponen lingkungan hidup terkena dampak. Komponen lingkungan meliputi geo-fisik-kimia, biologi, sosial ekonomi budaya, dan kesehatan masyarakat disusun sesuai ketentuan. Kualitas terkait kondisi dari masing-masing komponen lingkungan dideskripsikan berdasarkan indeks kualitas lingkungan hidup. Selanjutnya dideskripsikan rencana usaha kegiatan lain disekitar lokasi rencana usaha dan/atau kegiatan meliputi Jenis dan lokasi usaha dan/atau kegiatan lain disekitar serta Pola pemanfaatan sumber daya alam, dan dampak yang ditimbulkan dideskripsikan sesuai kondisi faktual. Deskripsi seluruh komponen rona lingkungan hidup awal yang disintesa sesuai kaidah ilmiah dikomunikasikan dengan tenaga ahli terkait.

10.5.5 Pelibatan Masyarakat dalam Proses Analisis

Mengenai Dampak Lingkungan Hidup

Dalam proses penyusunan dokumen Amdal, penyusun harus merencanakan keterlibatan masyarakat dalam proses AMDAL. Pelibatan masyarakat diawali dengan menyiapkan bahan informasi terkait dengan rencana usaha dan/atau kegiatan yang disiapkan berdasarkan usulan pemrakarsa. Merencanakan bentuk pelibatan pemangku kepentingan (*stakeholder mapping*) untuk proses sosialisasi yang lebih efektif. Penyiapan materi sebagai bahan informasi terkait dengan potensi dampak lingkungan berdasarkan lokasi rencana usaha dan/atau kegiatan, Penggunaan berbagai media komunikasi yang sesuai dengan media yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Pengumuman rencana usaha dan/atau kegiatan dilakukan dengan menggunakan media wajib dan berbagai media lain sesuai ketentuan. Teknik konsultasi publik sesuai kondisi sosial ekonomi budaya dan tingkat pendidikan masyarakat sekitar rencana kegiatan. Dalam konsultasi public juga ditetapkan wakil masyarakat terkena dampak yang akan duduk di Komisi Penilai Amdal (KPA) dituangkan dalam bentuk surat persetujuan/surat kuasa serta dikomunikasikan kepada sekretariat KPA dan publik.

Hasil Pelibatan masyarakat dirumuskan atau dirangkum dalam bentuk dokumen Saran, Pendapat dan Tanggapan (SPT) masyarakat dari berbagai kelompok masyarakat terkait. Hasil rumusan pelibatan masyarakat disusun sebagai bahan masukan penyusunan kerangka acuan (KA), rencana pengelolaan lingkungan hidup dan rencana pemantauan lingkungan hidup (RKL-RPL), dan evaluasi kelayakan lingkungan.

10.5.6 Menentukan Dampak Penting Hipotetik

Dalam menentukan dampak penting hipotetik(DPH) terhadap komponen lingkungan yang terkait dengan rencana usaha/kegiatan perlu disiapkan dokumen deskripsi rencana

usaha dan/atau kegiatan dan kegiatan lain disekitarnya, rona lingkungan hidup awal dan ringkasan hasil pelibatan masyarakat, kriteria kriteria penentuan DPH sesuai ketentuan serta Peraturan perundang-undangan terkait sesuai kebutuhan penyusunan sebagai bahan penentuan DPH.

Mekanisme penentuan DPH dan dampak lain yang akan dikelola dilakukan dengan mengidentifikasi serta mengevaluasi dampak potensial dengan menggunakan metode ilmiah. Evaluasi dampak potensial pada dasarnya adalah memisahkan dampak-dampak yang perlu dikaji secara mendalam dalam dokumen analisis dampak lingkungan (andal), yang menghasilkan dampak potensial hipotetik berdasarkan kriteria sebagai berikut :

- 1) Beban terhadap komponen lingkungan;
- 2) Komponen yang berperan penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat sekitar dan terhadap komponen lingkungan lainnya;
- 3) Kekhawatiran masyarakat yang tinggi;
- 4) Aturan/kebijakan yang akan dilanggar/dilampaui.

Selanjutnya dampak potensial yang telah dievaluasi menjadi DPH, disusun kedalam daftar kesimpulan DPH beserta parameter terkait yang dapat diukur. Dideskripsikan dengan argumentasi ilmiah dibuat sesuai kriteria dampak penting yang tercantum dalam peraturan terkait. Argumentasi ilmiah disusun berdasarkan hasil yang telah konsultasikan dengan ahli masing-masing komponen lingkungan dan dikomunikasikan dengan pemrakarsa. Selain Daftar kesimpulan DPH, Daftar dampak lainnya yang akan dikelola juga diinventarisir sesuai ketentuan sebagai dokumen dampak yang akan dikelola.

10.5.7 Menentukan Batas Wilayah Studi dan Batas Waktu Kajian

Dalam penentuan batas wilayah studi dan batas waktu kajian dilakukan terhadap komponen lingkungan yang terkena dampak dan telah didokumentasikan sebagai dampak penting hipotetik(DPH). Batas proyek dideskripsikan dengan jelas dan fokus dengan didukung secara spasial sesuai kaidah kartografi. Batas ekologis untuk DPH yang relevan dideskripsikan berdasarkan argumentasi ilmiah dan didukung secara spasial sesuai kaidah kartografi. Batas sosial untuk DPH yang relevan dideskripsikan berdasarkan argumentasi ilmiah dan didukung secara spasial sesuai kaidah kartografi. Batas wilayah administrasi dideskripsikan sesuai ketentuan dan didukung juga secara spasial sesuai kaidah kartografi. Batas wilayah studi ditetapkan berdasarkan batas proyek, ekologi, sosial, dan wilayah administrasi. Sementara batas waktu kajian dapat ditentukan antara lain berdasarkan umur/masa kegiatan dan kemampuan memprakirakan perubahan rona lingkungan hidup awal dengan atau tanpa proyek.

10.5.8 Metode Studi Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup

Metode studi amdal merupakan metode ilmiah yang digunakan untuk memperoleh data primer dan penyediaan data sekunder sesuai dengan kebutuhan analisis rona awal lingkungan dan evaluasi terhadap dampak penting hipotetik (DPH) yang diperlukan. Berdasarkan hasil pelingkupan. Jumlah sampel dan jumlah responden yang akan diambil ditentukan berdasarkan kaidah ilmiah yang memenuhi aspek kecukupan dan representasi kondisi setiap DPH yang dianalisis. Lokasi pengambilan data ditentukan terkait dengan dampak terhadap komponen lingkungan dan dipetakan sesuai kaidah kartografi. Berbagai metode studi amdal disiapkan, meliputi

- 1) Metode pengumpulan data dan jenis data ditentukan untuk setiap parameter sesuai DPH,
- 2) Metode analisis data dan interpretasi hasil analisis ditentukan sesuai kaidah ilmiah untuk setiap DPH, Metode prakiraan besaran dampak dan sifat penting dampak ditentukan sesuai DPH, dan
- 3) Metode evaluasi dampak secara holistik ditentukan sesuai kaidah ilmiah dengan memperhatikan tipologi, besar, dan sifat penting dampak.

10.5.9 Prakiraan Dampak Penting

Seluruh DPH yang telah dirumuskan dalam kegiatan pelingkupan dilakukan analisis prakiraan dampaknya. Prakiraan dampak penting adalah memprakirakan besaran dampak penting, dan menentukan sifat penting dampak. Prakiraan besaran dampak penting dilakukan dengan cara menganalisis perbedaan antara kondisi/kualitas lingkungan hidup yang diprakirakan dengan adanya usaha dan/atau kegiatan, dan kondisi kualitas lingkungan hidup yang diprakirakan tanpa adanya usaha dan/atau kegiatan dalam batas waktu yang telah ditetapkan, besaran dampak penting dengan proyek diprakirakan sesuai dengan metode ilmiah yang telah ditetapkan untuk setiap DPH. Dalam melakukan prakiraan dampak penting perlu diperhatikan dampak yang bersifat langsung maupun tidak langsung, dan mekanisme aliran dampak pada berbagai komponen lingkungan.

1) Prakiraan Besaran Dampak

Metode prakiraan dampak pada prinsipnya adalah untuk memprakirakan besaran dampak (*magnitude*) nantinya pada saat kegiatan berlangsung. Seperti yang diamanahkan pada Permen LH Nomor 16 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penyusunan Dokumen Lingkungan Hidup, disebutkan bahwa metode prakiraan dampak penting yang digunakan untuk memprakirakan besaran dan sifat penting dampak

dalam studi Andal untuk masing-masing dampak penting hipotetik, termasuk rumus-rumus dan asumsi prakiraan dampaknya hendaknya disertai argumentasi/alasan pemilihan metode tersebut. Penyusun dokumen Amdal dapat menggunakan metode ilmiah yang berlaku secara nasional dan/atau internasional dari berbagai literatur untuk melakukan prakiraan dampak penting yang sesuai dengan kaidah ilmiah metode prakiraan dampak penting dalam Amdal. Oleh karena itu, pada prakiraan besaran dampak ini menggunakan:

- a. Metode perhitungan matematis (formal),
- b. Metode penilaian ahli (*professional judgement*) atau non formal.

Penetapan Besaran Dampak Hasil prakiraan besaran dampak kemudian dikonversikan ke dalam skala kualitas lingkungan. Skala kualitas lingkungan dari setiap dampak penting hipotetik pada komponen lingkungan hidup diperoleh melalui hasil analisis untuk kemudian ditetapkan atau dikonversikan kedalam besaran (angka) skala kualitas lingkungan dengan mengacu pada peraturan atau pedoman formal yang berlaku pada komponen Geo-Fisik-Kimia, Transportasi dan Biologi. Sementara itu penetapan skala kualitas lingkungan pada komponen Sosial-Ekonomi-Budaya dan Komponen Kesehatan Masyarakat dilakukan menggunakan *professional judgement* dan referensi terkait konversi skala kualitas lingkungan Fandeli (2013) dan mengadopsi atau menganalogikan dengan pedoman formal yang ada yang telah disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat. Berikut ini disajikan pada Tabel 1. mengenai keterangan pada skala kualitas lingkungan

Tabel 10.1. Skala kualitas lingkungan

No	Skala	Kualitas Lingkungan Keterangan
1	Skala 1	kualitas lingkungan sangat buruk
2	Skala 2	kualitas lingkungan buruk
3	Skala 3	kualitas lingkungan sedang
4	Skala 4	kualitas lingkungan baik
5	Skala 5	kualitas lingkungan sangat baik

Fandeli (2013)

Prakiraan besaran dampak yang digunakan dalam penyusunan dokumen ini dihitung dengan menggunakan formula sederhana:

$$\text{Besar dampak (BD)} = \text{KLp} - \text{RLA}$$

Dimana: KLP = kualitas lingkungan yang akan datang dengan proyek

RLA = kualitas rona lingkungan hidup awal

Prakiraan besaran dampak merupakan hasil perhitungan selisih antara kualitas lingkungan yang akan datang dengan proyek dibandingkan dengan kualitas rona lingkungan hidup awal. Namun berdasarkan pertimbangan proyek akan segera dibangun akan mempengaruhi kondisi komponen lingkungan maka, prakiraan besaran dampak merupakan hasil perhitungan selisih antara kualitas lingkungan yang akan datang dengan proyek dibandingkan dengan kualitas yang akan datang tanpa proyek, dengan persamaan berikut :

$$\text{Besar dampak (BD)} = \text{KLp} - \text{KLTP}$$

Dimana: KLP = kualitas lingkungan yang akan datang dengan proyek

KLTP = kualitas lingkungan yang akan datang tanpa proyek

2) Prakiraan Sifat Penting Dampak

Sifat penting dampak ditetapkan dengan berpedoman pada Peraturan Pemerintah RI No. 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan. Dampak besar dan penting merupakan satu kesatuan makna “Dampak Penting”. Hal ini berarti bahwa tidak selalu yang hanya mempunyai dampak besar saja yang bersifat penting, tetapi dampak yang kecil pun dapat bersifat penting. Untuk mengetahui apakah dampak tersebut bersifat penting atau tidak, maka dilakukan evaluasi terhadap dampak tersebut, agar dapat disimpulkan menjadi dampak penting yang nantinya sebagai arahan pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup. Tingkat kepentingan dampak dilakukan untuk setiap dampak penting hipotetik dengan mengacu pada kriteria penentu dampak penting sesuai dengan kriteria dampak penting pada penjelasan Pasal 3 Ayat 1 PP No. 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan seperti disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 10.2. Tujuh kriteria dampak penting

No	Dampak Penting	Keterangan
1	Kriteria 1	Jumlah manusia yang akan terkena dampak
2	Kriteria 2	Luas wilayah persebaran dampak
3	Kriteria 3	Intensitas dan lamanya dampak berlangsung
4	Kriteria 4	Banyaknya komponen lingkungan lain

No	Dampak Penting	Keterangan
		yang terkena dampak
5	Kriteria 5	Sifat kumulatif dampak
6	Kriteria 6	Berbalik atau tidak berbaliknya dampak
7	Kriteria 7	Kriteria lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi

Sumber: PP No. 27 Tahun 2012

- 3) Evaluasi Secara Holistik Terhadap Dampak Lingkungan
- Evaluasi secara holistik terhadap dampak lingkungan meliputi menyiapkan pekerjaan evaluasi, merumuskan arahan pengelolaan lingkungan hidup dan pemantauan, dan menyimpulkan kelayakan lingkungan. Evaluasi secara holistic dilakukan terhadap dampak penting hipotetik (DPH), hasil prakiraan dampak, matrik interaksi dan diagram alir disiapkan sebagai bahan evaluasi. Metode evaluasi secara holistik disiapkan sesuai dengan metodologi studi analisis mengenai dampak lingkungan hidup (amdal) yang telah ditetapkan dalam kerangka acuan (KA). Keterkaitan interaksi dampak penting mencakup bentuk hubungan keterkaitan dan interaksi seluruh dampak serta karakteristiknya antara lain seperti frekuensi terjadinya dampak, durasi, dan intensitas dampak, komponen-komponen rencana usaha dan/atau kegiatan yang paling banyak menimbulkan dampak penting, dan area-area yang perlu mendapat perhatian dampak penting.

Arahan pengelolaan dampak dilakukan terhadap seluruh komponen kegiatan yang menimbulkan dampak baik komponen kegiatan yang paling banyak memberikan dampak turunan (dampak yang bersifat strategis maupun komponen

yang tidak banyak menimbulkan dampak turunan). Arahkan pengelolaan lingkungan hidup dirumuskan berdasarkan *best available technology* dan *best achievable technology*.

Metode evaluasi dampak penting bertujuan untuk mengevaluasi secara holistik pada semua tahapan (prakonstruksi, konstruksi dan operasi), keterkaitan antar berbagai dampak yang diperkirakan akan terjadi, sebagai dasar dalam menentukan kelayakan lingkungan hidup dari rencana kegiatan. Hasil evaluasi akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan komponen lingkungan yang akan dikelola dan dipantau, sehingga akan efisien dan efektif dalam mencegah dan menanggulangi dampak negatif serta mengembangkan dampak positif yang diperkirakan akan terjadi. Metode evaluasi dampak lingkungan setiap rencana kegiatan akan dilakukan secara holistik/bersamaan dengan menggunakan matriks sederhana yang merupakan interaksi antara besaran dampak dan sifat penting dampak yang dikombinasikan dengan bagan alir pada setiap tahapan : pra-konstruksi, konstruksi, dan operasional. Matriks sederhana Pedoman mengevaluasi dampak penting pada awalnya digunakan interaksi antara besaran dampak dengan sifat penting dampak sebagai berikut:

1. Apabila $P > 3$ dan besaran angka prakiraan dampak ≥ 2 , maka kesimpulan dampaknya masuk kategori dampak penting.
2. Apabila $P \geq 1$ dan besaran angka prakiraan dampak $>$ Baku Mutu Lingkungan (BML) dan/atau berpotensi mengganggu keutuhan ekosistem dan/atau mempengaruhi kondisi sosial ekonomi budaya serta kesehatan masyarakat, maka kesimpulan dampaknya masuk kategori dampak penting.
3. Apabila $P > 3$, dan dua diantara kriterianya ada pada kriteria nomer 1 dan 4 (jumlah manusia yang terkena dampak dan jumlah komponen lingkungan lain yang terkena dampak), berapa pun besaran angka prakiraan

dampaknya, maka kesimpulan dampaknya masuk kategori dampak penting

Diluar ketiga kriteria diatas, kesimpulan dampaknya tidak penting. Metode bagan alir digunakan untuk melakukan telaahan secara holistik dari dampak penting untuk mengetahui ada tidaknya dampak kumulatif yang terjadi dalam satu kesatuan ruang dan waktu. Hasil evaluasi dampak lingkungan tersebut akan dijadikan dasar untuk rencana pengelolaan dan pemantauan lingkungan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Prakiraan tingkat kepentingan dampak apakah Penting (P) dan Tidak Penting (TP) dengan menggunakan 7 (tujuh) kriteria penentu dampak penting seperti tertera dalam Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan.
- b. Selanjutnya terhadap dampak yang sudah diperkirakan tingkat kepentingan dampaknya dilakukan evaluasi secara holistik menggunakan metode bagan alir. Terhadap jenis dampak yang sama dalam satu kesatuan ruang dan waktu (tahap kegiatan prakonstruksi, konstruksi atau operasi) dilakukan evaluasi terhadap kemungkinan terjadinya kumulatif dampak dari jenis dampak yang sama dan atau pengaruh lingkungan. Selain itu akan dievaluasi terhadap kemungkinan turunan dampak sekunder dan tersiernya.
 - 1) Semua jenis Dampak Penting dan Tidak Penting hasil evaluasi dari Matriks Sederhana dilakukan evaluasi secara holistik berdasarkan bagan alir dampak pada tahap prakonstruksi, konstruksi dan operasi.
 - 2) Terhadap jenis dampak yang sama dalam satu kesatuan ruang dan waktu (tahap kegiatan prakonstruksi, konstruksi atau operasi) dilakukan evaluasi terhadap kemungkinan terjadinya kumulatif dampak dari jenis dampak yang sama dan atau pengaruh lingkungan.

Selain itu akan dievaluasi terhadap kemungkinan turunan dampak sekunder dan tersiernya.

- 3) Apabila dua atau lebih jenis dampak memiliki tingkat kepentingan dampak TP (Tidak Penting) namun jika evaluasi dalam satu kesatuan ruang dan waktu terdapat akumulasi dampak sehingga melebihi baku mutu atau standar kualitas lingkungan yang ada, maka kedua atau lebih jenis dampak tersebut dinyatakan penting dan harus dikelola.
- 4) Apabila dua jenis dampak memiliki tingkat kepentingan dampak TP (Tidak Penting) dan P (Penting) namun jika evaluasi dalam satu kesatuan ruang dan waktu terdapat akumulasi dampak sehingga melebihi Baku Mutu atau Standar Kualitas Lingkungan, maka dampak dengan kriteria P tetap dikelola dan dampak dengan kriteria TP menjadi dikelola.
- 5) Apabila dua jenis dampak memiliki tingkat kepentingan dampak TP (Tidak Penting) dan P (Penting) namun jika evaluasi dalam satu kesatuan ruang dan waktu tidak terdapat akumulasi dampak maka dampak dengan kriteria P tetap dikelola tetapi dampak dengan kriteria TP tidak dikelola.
- 6) Apabila dua jenis dampak memiliki tingkat kepentingan dampak TP (Tidak Penting) namun jika dalam evaluasi dalam satu kesatuan ruang dan waktu tidak terdapat akumulasi dampak, maka kedua dampak tersebut dinyatakan tidak penting dan tidak dikelola.

Bila dampak yang disimpulkan merupakan dampak penting, maka dampakdampak itulah yang akan dijadikan dasar untuk penyusunan Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL). Telaahan kelayakan lingkungan hidup dapat dilihat berdasarkan interaksi dampak pada berbagai tahap dan jenis

kegiatan terhadap komponen lingkungan hidup di sekitarnya, sehingga akan dapat dilihat pengaruh suatu dampak secara holistik, dan berdasarkan matrik prakiraan dampak dapat dilihat besar suatu dampak dan pengaruhnya terhadap komponen lingkungan hidup yang lain

10.5.10 Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup

Rencana pengelolaan lingkungan hidup dilakukan terhadap dampak penting hipotetik (DPH) dan dampak lainnya disiapkan sesuai hasil pelingkupan dan hasil kajian analisis dampak lingkungan (andal) serta mengacu *Standard Operating Procedure* (SOP) pengelolaan lingkungan disiapkan sebagai acuan pengelolaan dampak. RKL merupakan upaya meningkatkan dampak positif dengan berdasarkan tiga prinsip pengelolaan dampak lingkungan meliputi: menghindari (*avoidance*), meminimisasi (*minimisation*), dan menangani (*mitigation*) dampak. RKL berisi upaya pengelolaan lingkungan hidup yang dilakukan oleh pemrakarsa dan pihak-pihak lain.

Dampak lingkungan yang dikelola mencakup dampak penting (positif dan negatif) dan dampak lingkungan lainnya yaitu DPH yang tidak penting dan DPH yang gugur karena memiliki SOP. Pengelolaan lingkungan hidup dirumuskan dengan menggunakan salah satu atau beberapa pendekatan pengelolaan lingkungan hidup, yaitu pendekatan teknologi, pendekatan sosial dan pendekatan institusi. Bentuk pengelolaan lingkungan hidup harus memiliki relevansi dengan indikator, diuraikan dengan jelas untuk pedoman pelaksanaan bagi pemrakarsa maupun bagi Instansi Pengawas. Sementara lokasi pengelolaan lingkungan hidup yang ditentukan sesuai sifat sebaran dampak yang akan dikelola harus memperhatikan hasil pengolahan data konsultasi publik, jenis dampak dan hasil analisis dampak.

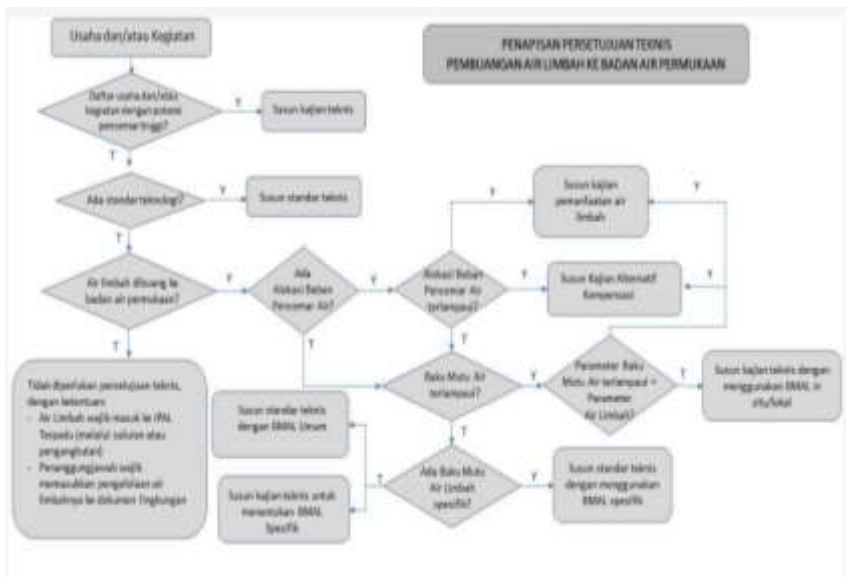
10.5.11 Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup

Rencana pemantauan lingkungan hidup dilakukan terhadap dampak penting hipotetik (DPH) dan dampak lainnya disiapkan sesuai hasil pelingkupan dan hasil kajian analisis dampak lingkungan (andal) serta mengacu *Standard Operating Procedure* (SOP) pemantauan lingkungan disiapkan sebagai acuan pemantauan dampak. Dampak lingkungan yang dipantau mencakup dampak penting (positif dan negatif) dan dampak lingkungan lainnya. Jenis dampak lingkungan hidup adalah komponen lingkungan yang terkena dampak (contoh: penurunan muka air tanah). Sifat dampak yang dipantau terdiri dari intensitas, lama dampak berlangsung dan sifat kumulatif dampak. Institusi pemantauan lingkungan hidup adalah pelaksana, pengawas, penerima laporan, serta Indikator/parameter pemantauan lingkungan ditetapkan berdasarkan hasil pelingkupan dan prakiraan dampak, hasil kajian andal dan peraturan terkait. Parameter yang dipantau harus relevan dengan bentuk pengelolaan dampak dan setiap parameter terkait dengan metode pengumpulan dan analisis data. Rencana pemantauan juga harus dilengkapi dengan peta rencana pemantauan lingkungan hidup dibuat sesuai kaidah kartografi.

10.6 Persyaratan Pembuangan dan/atau Pemanfaatan Air Limbah

Setiap Usaha dan/atau Kegiatan wajib Amdal atau UKL/UPL yang melakukan kegiatan pembuangan dan/atau pemanfaatan Air Limbah, wajib memiliki Persetujuan Teknis (Pertek) dan Surat Kelayakan Operasional (SLO). Kegiatan pembuangan dan/atau pemanfaatan Air Limbah meliputi pembuangan Air Limbah ke Badan Air permukaan, pembuangan Air Limbah ke formasi tertentu, pemanfaatan Air Limbah ke formasi tertentu, pemanfaatan Air Limbah untuk

aplikasi ke tanah, dan pembuangan Air Limbah ke Laut. Untuk mendapatkan Persetujuan Teknis penanggung jawab Usaha dan/atau Kegiatan pembuangan dan/atau pemanfaatan Air Limbah harus melakukan Penapisan Secara Mandiri dan mengajukan permohonan Persetujuan Teknis. Penapisan Secara mandiri dilakukan untuk menentukan kelengkapan permohonan Persetujuan Teknis yaitu berupa kajian teknis atau Standar Teknis yang Ditetapkan oleh Pemerintah. Standar Teknis yang Ditetapkan oleh Pemerintah meliputi Baku Mutu Air Limbah dan/atau standar teknologi.



Gambar 10.2. Penapisan Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah Ke Badan Air Permukaan

Sumber: PermenLHK No 5 Tahun 2021

Kajian teknis disusun berdasarkan kegiatan Pembuangan dan/atau Pemanfaatan Air Limbah berupa :

- 1) Dokumen standar teknis pemenuhan Baku Mutu Air Limbah, yang meliputi:
 - a. Deskripsi kegiatan;
 - b. Rona lingkungan awal;
 - c. Prakiraan dampak;
 - d. Rencana pengelolaan lingkungan, termasuk sistem pengolahan air limbah dan/atau fasilitas injeksi; dan
 - e. Rencana pemantauan lingkungan, dan b. internalisasi biaya lingkungan
- 2) Internalisasi biaya lingkungan
Penanggung jawab Usaha dan/atau Kegiatan wajib Amdal maupun wajib UKL-UPL mengajukan permohonan Persetujuan Teknis kepada Menteri, gubernur, atau bupati/wali kota sesuai dengan kewenangan penerbitan Persetujuan Lingkungan, yaitu bersamaan dengan permohonan Persetujuan Lingkungan atau sebelum mengajukan permohonan Persetujuan Lingkungan. Permohonan Persetujuan Teknis dilengkapi dengan dokumen Kajian Teknis dan Sistem Manajemen Lingkungan. Penilaian substansi oleh pejabat penilai dan tenaga ahli dilakukan terhadap kesesuaian isi kajian maupun standar teknis yaitu
 - a. Besaran Usaha dan/atau Kegiatan dengan volume Air Limbah;
 - b. Sistem pengolahan Air Limbah dan/atau pemanfaatan Air Limbah;
 - c. Beban Air Limbah yang dibuang atau dimanfaatkan terhadap potensi dampak lingkungannya;
 - d. Rencana pemantauan lingkungan yang dapat digunakan mengevaluasi efektifitas rencana pengelolaan lingkungan.

Hasil penilaian substansi menyatakan kesesuaian terpenuhi, pejabat penilai menerbitkan Persetujuan Teknis,

sementara dalam hal kesesuaian tidak terpenuhi, pejabat penilai menolak menerbitkan Persetujuan Teknis disertai dengan alasan penolakan. Hasil penilaian substansi dituangkan dalam Berita Acara.

DAFTAR PUSTAKA

- Erwin, M. 2015. *Hukum Lingkungan Dalam Sistem Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Di Indonesia*. Revisi. Bandung: Reflika Aditama.
- Fandeli, Chafid. 2013. *Metodelogi Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Yogyakarta: Intakindo Institut Teknologi Yogyakarta Press.
- Mursid, R. 2014. *Memahami Amdal*. Kedua. Jakarta: Graha Ilmu.
- Rizal, Reda. 2013. *Manajemen Ekologi Industri*. UI Press.
- Samin. 2006. *Amdal Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Wibisana, A.G. 2018. "Pengelolaan Lingkungan Melalui Izin Terintegrasi Dan Berantai : Sebuah Perbandingan Atas Perizinan Di Berbagai Negara." *Hukum Dan Pembangunan* 48 (2): 222–55.
- PermenLHK No 4 Tahun 2021, tentang Daftar Usaha dan/atau kegiatan yang wajib Memiliki Analisis Mengengai Dampak Lingkungan Hidup, Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup atau Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup
- PermenLHK No 5 Tahun 2021 tentang Tata Cara Penerbitan Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan
- Permen LH Nomor 16 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penyusunan Dokumen Lingkungan Hidup

BIODATA PENULIS



Neny Rochyani

Dosen Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang

Penulis lahir di Palembang tanggal 09 Juni, menikah dengan Gonan Sumadi, dikaruniai 2 orang putra Ahmad Fadlan Abdullah latif Al-Ghozali (alm.) dan Muhammad Aufar Nurhasyim Ar-rambani. Menyelesaikan pendidikan S1, S2 pada Jurusan Teknik kimia dan melanjutkan S3 pada program studi ilmu-ilmu lingkungan dengan BKU : Agro Industri Energi di UNSRI-Palembang, pendidikan profesi keinsinyuran (Ir.) pada Unika Atmajaya Jakarta dan memegang registrasi sebagai Insinyur Profesional Madya (IPM). Pada bidang penulisan karya ilmiah, sampai dengan saat ini telah menghasilkan karya ilmiah utamanya penelitian yang berhubungan dengan materi ilmu kimia dan lingkungan dengan kajian utama berfokus terhadap restorasi dan pendalaman karakteristik lingkungan sebagai objek penelitian yang menjadi kekuatan pengelolaan lingkungan. Dalam ranah penulisan buku, sampai dengan saat ini telah menghasilkan buku materi ajar dan modul paktikum yang dipakai dan diaplikasikan pada lingkungan perguruan tinggi.

BIODATA PENULIS



Dra. Sri Suyani, ST, M.MT
Dosen Program Studi Teknik Industri
Sekolah Tinggi Teknik Malang

Penulis lahir di Klaten, tanggal 4 Februari 1965. Penulis adalah Dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknik Malang. Menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Industri dan S1 Manajemen, serta S2 jurusan Manajemen Teknik.

BIODATA PENULIS



Waode Azfari Azis, ST.,M.Sc

Dosen Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat

Penulis lahir di Raha tanggal 31 Januari 1987. Tahun 2008, lulus dari Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Selanjutnya, menempuh pendidikan magister di Jurusan Ilmu Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada dan lulus tahun 2012. Menjadi seorang pengajar dan ditetapkan sebagai Dosen tetap sejak tahun 2013 hingga sekarang di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Dayanu Ikhsanuddin. Tahun 2016 menjabat sebagai Sekretaris Program Studi Kesehatan Masyarakat. Tahun 2019-2023, diangkat menjadi Wakil Dekan II Bidang Perencanaan dan Keuangan Fakultas Kesehatan Masyarakat.

BIODATA PENULIS



Dr. Anas Firman Adi, SE, S.Kom, M.KPd

Dosen Program Studi Teknik Industri
Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang

Penulis lahir di Malang tanggal 28 Agustus 1977. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang . Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Akuntansi Universitas Widyagama Malang, S1 pada Program Studi Ilmu Komputer Universitas Islam Balitar, S2 Magister Kependidikan di Universitas Muhammadiyah Malang dan menyelesaikan program S3 Ilmu Administrasi Bisnis di Universitas Brawijaya

BIODATA PENULIS



Ir. Priska Wulan Ndari, S.T, M.T

Dosen Program Studi Teknik Industri di Sekolah Tinggi Teknik
Multimedia Internasional Malang

Penulis lahir di Malang, 21 Februari 1987. Penulis adalah Dosen Program Studi Teknik Industri di Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang. Penulis menyelesaikan pendidikan S-1 Teknik Industri dan S2 Teknik Industri, kemudian melanjutkan pendidikan Progran Profesi Insinyur

Saat ini penulis menjabat sebagai Wakil Ketua I Bidang Akademik Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang dan aktif dalam menulis buku. Harapan Penulis dapat memberikan panduan, atau pemikiran inovatif yang dapat membantu membentuk pemahaman dan memajukan pengetahuan di bidang yang sesuai.

BIODATA PENULIS



Ir. Rini Aprilia Lestari, S.T

Tenaga Kependidikan Sekolah Tinggi Teknik
Multimedia Internasional Malang

Penulis lahir di Jakarta, 29 Tahun silam. Penulis adalah tenaga kependidikan di Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang. Penulis menyelesaikan pendidikan S-1 Jurusan Teknik Industri dan lulus pada tahun 2016, kemudian untuk memperkuat bidang keilmuan di bidang Teknik penulis melanjutkan pendidikan Progran Profesi Insinyur dan lulus pada tahun 2023. Penulis juga saat ini sedang menempuh pendidikan Pascasarjana Manajemen (S-2).

Saat ini penulis menjabat sebagai Wakil Ketua Biro Administrasi Akademik Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internasional Malang dan aktif dalam menulis buku dengan harapan agar dapat memberikan konstribusi yang positif bagi bangsa dan negara.

E-mail penuli: riniaprilia08@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Heri Setiawan, S.T., M.T., IPM.

Dosen Tetap Program Studi Teknik Industri
Fak. Sains dan Teknologi Universitas Katolik Musi Charitas

Future goals penulis bisa bekerja sebagai *industrial engineer* dan berkontribusi di dunia *industrial factory* telah tumbuh sejak kelas XI di SMA Xaverius 1 Belitang OKUT Sumsel. Studi S1 ditempuh di Jurusan Teknik Industri, FTI, Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY) dan berhasil lulus tahun 1997. Saat kuliah S1 penulis kuliah sambil magang di industri *autobody* karoseri dan semen. Setelah lulus S1 penulis berkiprah di *injection & blow moulding system industry*.

Keinginan membagikan pengalaman dunia praktisi tumbuh sejak tahun 1998. Sejak saat itu profesi penulis dari praktisi industri beralih ke akademisi sebagai dosen di Jurusan Teknik Industri, STT Musi Palembang yang saat ini telah berubah menjadi Program Studi Teknik Industri, Fak. Sains & Teknologi (FST), Universitas Katolik Musi Charitas (UKMC). Guna memperluas cakrawala keilmuan *link & match* dunia praktisi dan pendidikan, Studi S2 ditempuh di Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan lulus tahun 2003 dengan riset tesis bidang ergonomi industri moda transportasi darat mengukur performansi beban kerja mental masinis PT. KAI. Pendalaman, *open-minded* dan

novelties dalam riset ergonomi industri penulis lanjutkan melalui studi S3 di konsentrasi Ergonomi-Fisiologi Kerja, Ilmu Kedokteran Program Pascasarjana Universitas Udayana (UNUD), Denpasar-Bali dan berhasil lulus tahun 2013. Riset disertasi ergonomi industri tentang desain stasiun kerja industri guna peningkatan kualitas hidup dan produktivitas kerja. Saat ini penulis adalah Dosen Tetap Prodi Teknik Industri, FST-UKMC Palembang dengan Jenjang Jabatan Fungsional (Jafung) Lektor Kepala (LK) Gol. IVa. Sebagai Asesor LKD-BKD Sertos, *reviewer* penelitian, dan Mentor Program UMKM Merdeka di lingkungan LLDIKTI Wilayah II Kemendikbud RI.

Penulis memiliki kepakaran di bidang Ergonomi Industri (Makro & Mikro), *Certified* BNSP Ahli K3 Umum, *Integrated Work Design System & Measurement*, *Innovative Product Design*, dan *Integrity Leadership & Organization*. Sebagai dosen profesional, penulis juga aktif meneliti di bidang kepakarannya tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal & eksternal perguruan tinggi dan juga Kemendikbud DIKTI. Penulis hingga saat ini melakukan pendampingan UMKM & *local wisdom* sebagai Ketua Mastan (Masyarakat Standardisasi Indonesia) Provinsi Sumsel yang bermitra dengan BSN (Badan Standardisasi Nasional). Kepemimpinan publik lainnya seperti; menjadi Koordinator Bidang Kerjasama antar Perguruan Tinggi di BKSTI (Badan Kerjasama Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Industri Indonesia) dan Ketua Bidang Industri di DPW PII (Persatuan Insinyur Indonesia) Wilayah Provinsi Sumatera Selatan. Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan NKRI yang tercinta ini.

Email Penulis: heri_setiawan@ukmc.ac.id, HP: 0815 5045 334.

BIODATA PENULIS



Drs. Bambang Suhartawan, M.MT

Dosen Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Penulis lahir di Blitar tanggal 13 Pebruari 1964. Penulis adalah dosen tetap dengan status PNS-DPK pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Kimia Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Cenderawasih Jayapura pada tahun 1989. Pendidikan Pasca Sarjana diperoleh dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya jurusan Manajemen Teknik Lingkungan pada tahun 2002. Penulis meniti karir berawal sebagai Guru SMA pada tahun 1990, tahun 2008 pindah ke Dinas Pendidikan Pemuda dan Olahraga Provinsi Papua sebagai Kepala Seksi Teknologi dan Informasi Pendidikan, tahun 2011 mendapat kepercayaan sebagai Kepala Dinas Pendidikan dan Pengajaran Kabupaten Keerom, tahun 2014 sebagai Staf Ahli Bupati Bidang Pembangunan di kabupaten yang sama, tahun 2017 sebagai

sekretaris Dinas Pemuda dan Olahraga Kabupaten Keerom, tahun 2018 kembali mendapat kepercayaan sebagai Kepala Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Keerom dan baru tahun 2021 mutasi sebagai Dosen PNS berstatus diperbantukan di Universitas Sains dan Teknologi Jayapura hingga saat ini.

BIODATA PENULIS



Drs. Rony Roesdianto, M.M

Dosen S1 Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Multimedia
Internsional Malang

Penulis merupakan Dosen S1 Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Internsional Malang. Penulis lahir di Pasuruan Jawa Timur 26 Juni 1964 . Menyelesaikan Pendidikan S1 pada Jurusan Manajemen dan melanjutkan S2 pada jurusan Magister Manajemen