

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN

Penulis :

Robert Tua Siregar, Herawati, Eko Prihartanto, Sariwahyuni,
Haerul Anwar, Wayan Budiarsa Suyasa, Dwi Astuti,
Andreas Pramudianto, Mohammad Istnaeny Hudha, Rusman Rasyid



ISBN 978-634-255-156-3



9

786342

551561

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN

**Robert Tua Siregar
Herawati
Eko Prihartanto
Sariwahyuni
Haerul Anwar
Wayan Budiarsa Suyasa
Dwi Astuti
Andreas Pramudianto
Mohammad Istnaeny Hudha
Rusman Rasyid**



GET PRESS INDONESIA

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN

Penulis :

Robert Tua Siregar
Herawati
Eko Prihartanto
Sariwahyuni
Haerul Anwar
Wayan Budiarsa Suyasa
Dwi Astuti
Andreas Pramudianto
Mohammad Istnaeny Hudha
Rusman Rasyid

ISBN : 978-634-255-156-1

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

Penyunting : Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes

Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, 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, November 2025

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 Analisis Dampak Lingkungan Dalam Pembangunan ini.

Buku Ini Membahas Arti Dan Peranan, Penapisan dalam AMDAL, Manajemen Studi, Pelingkupan (*scoping*), Prakiraan Dampak Fisik, Prakiraan Dampak Kimia, Prakiraan Dampak Biologi, Prakiraan Dampak Budaya, Rencana Pengelolaan Lingkungan (RPL), Rencana Pemantauan Lingkungan.

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, Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB 1 ARTI DAN PERANAN DAMPAK LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN.....	1
1.1 Dampak Lingkungan	3
1.1.1 Tahapan Proses Amdal	5
1.1.2 Penggunaan AMDAL.....	7
1.2 Peran AMDAL	9
1.2.1 AMDAL Di Indonesia	11
DAFTAR PUSTAKA.....	13
BAB 2 PENAPISAN DALAM AMDAL.....	15
2.1 Ruang Lingkup Penapisan.....	15
2.2 Pentingnya Proses Penapisan.....	16
2.3 Prinsip dan Tujuan Penapisan.....	17
2.4 Kriteria Penapisan.....	22
2.5 Proses Penapisan.....	23
2.6 Penapisan dan Partisipasi Publik	24
DAFTAR PUSTAKA.....	26
BAB 3 MANAJEMEN STUDI	27
3.1 Kerangka Regulasi dan Standar	28
3.1.1 Rujukan UU dan Peraturan Pemerintah terkait lingkungan hidup di Indonesia	28
3.1.2 Standar internasional sebagai pembanding.....	32
3.2 Tahapan Manajemen Studi AMDAL.....	34
3.3 Integrasi Kearifan Lokal dan Partisipasi Publik	37
3.4 Kesimpulan dan Rekomendasi	39
3.4.1 Kesimpulan	39
3.4.2 Rekomendasi	40
DAFTAR PUSTAKA.....	42
BAB 4 PELINGKUPAN (SCOPING).....	43
4.1 Defenisi Pelingkupan.....	44
4.2 Tujuan pelingkupan dalam AMDAL.....	45
4.3 Proses dan Tahapan Pelingkupan dalam AMDAL..	46

4.3.1 Pengumpulan Informasi Awal	47
4.3.2 Identifikasi Dampak Penting Hipotetik (DPH)	47
4.3.3 Evaluasi dan Seleksi Dampak Penting	47
4.3.4 Penentuan Ruang Lingkup dan Kedalaman Kajian.....	47
4.3.5 Konsultasi Publik dan Keterlibatan Pemangku Kepentingan	48
4.3.6 Penyusunan dan Penilaian KA-ANDAL.....	48
4.4 Template Kerangka Acuan ANDAL	48
4.5 Metode yang Digunakan dalam Pelingkupan.....	49
4.5.1 Metode matriks dampak	49
4.5.2 Metode overlay peta (GIS).....	50
4.5.3 Metode Delphi Atau Wawancara Ahli	52
4.5.4 <i>Focus Group Discussion</i> (FGD)	54
4.5.5 Metode Partisipatif Masyarakat	56
4.6 Hasil dan Dokumen yang diperoleh dari kegiatan pelingkupan	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
BAB 5 PRAKIRAAN DAMPAK FISIK.....	59
5.1 Arti dan Peranan Prakiraan Dampak Fisik	59
5.2 Metodologi Komprehensif Prakiraan Dampak.....	61
5.3 Prakiraan Dampak terhadap Kualitas Udara dan Atmosfer	63
5.3 Prakiraan Dampak terhadap Kualitas Air dan Hidrologi.....	66
5.4 Prakiraan Dampak terhadap Tanah, Geologi, dan Topografi	68
5.5 Rencana Mitigasi dan Pemantauan Dampak Fisik ..	71
5.6 Studi Kasus	73
DAFTAR PUSTAKA.....	76
BAB 6 DAMPAK KIMIA PEMBANGUNAN USAHA/ KEGIATAN WAJIB AMDAL.....	79
6.1 Dampak Polutan Kimia dari Kegiatan Industri	79
6.1.1 Sumber Polutan Kimia dari Kegiatan Industri ..	79
6.1.2 Dampak Polusi Kimia	80
6.1.3 Upaya Mengurangi Polusi Kimia	83
6.2 Potensi Polutan Kimia dari Kegiatan Pertanian	84

6.2.1 Jenis dan sumber.....	84
6.2.2 Dampak Lingkungan.....	86
6.3 Dampak Kimia pada Lingkungan dari Tiap Tahap Kegiatan Pembangunan	88
6.3.1 Tahap Pra-Konstruksi	89
6.3.2 Tahap Konstruksi.....	89
6.3.3 Tahap Operasional	90
6.4 Kimia Polutan Lingkungan.....	91
6.5 Mekanisme Pencemaran Polutan Kimia Perairan dari Limbah Industri.....	95
6.6 Mekanisme Pencemaran Polutan Kimia di Udara dari Limbah Industri.....	97
6.7 Mekanisme Pencemaran Polutan Kimia Tanah dari Limbah Industri.....	99
6.8 Mitigasi dan Upaya Pengelolaan Limbah pada Tahap Konstruksi dan Operasional Kegiatan Usaha/Industri dalam AMDAL.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	106
BAB 7 PRAKIRAAN DAMPAK BIOLOGI.....	107
7.1 Kondisi Awal Komponen Biologi	110
7.1.1 Flora	110
7.1.2 Fauna	111
7.1.3 Ekosistem.....	112
7.1.4 Status Konservasi	112
7.2 Identifikasi Sumber Dampak.....	113
7.2.1 Klasifikasi Sumber Dampak.....	113
7.2.2 Alat Identifikasi Sumber Dampak.....	115
7.3 Metode Prakiraan Dampak Biologi.....	117
7.3.1 Prinsip-Prinsip Prakiraan Dampak Biologi	117
7.3.2 Metode Prakiraan Dampak Biologi	118
7.3.3 Komponen Biologi yang Diprakirakan Terdampak	118
7.4 Mitigasi Dampak Biologi	119
DAFTAR PUSTAKA.....	122
BAB 8 PRAKIRAAN DAMPAK PADA ASPEK BUDAYA	123
8.1 Prakiraan Dampak Penting Dan Metodenya	126

8.2 Prakiraan Dampak Pada Aspek Budaya	132
8.3 Penutup	149
DAFTAR PUATAKA	150
BAB 9 RENCANA PENGELOLAAN LINGKUNGAN	
DALAM ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN	
PEMBANGUNAN.....	153
9.1 Konsep Dasar Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)	155
9.2 Hubungan Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dengan Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL)	158
9.3 Metode dan Strategi Penyusunan RKL	161
9.4 Tantangan dan Kendala dalam Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)	165
9.5 Strategi dan Arah Penguatan Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)	167
9.6 Penutup	171
DAFTAR PUSTAKA.....	173
BAB 10 RENCANA PEMANTAUAN LINGKUNGAN.....	175
10.1 Landasan Konseptual dan Regulasi	177
10.2 Metode Rencana Pemantauan Lingkungan.....	183
10.3 Implementasi Pemantauan Lingkungan Pada Sektor Pembangunan.....	194
10.4 Tantangan dan Inovasi Pemantauan Lingkungan	203
10.5 Penutup.....	204
DAFTAR PUSTAKA.....	206
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Penjelasan isi dan implikasi pada regulasi	30
Tabel 4.1. Contoh Matriks Dampak Penting Hipotetik...	50
Tabel 4.2. Perbandingan Metode Delphi dan Wawancara Ahli	54
Tabel 4.3. Manfaat Utama Partisipasi Masyarakat.....	57
Tabel 6.1. Katagori usaha/kegiatan dengan polutan kimia yang dihasilkan	93
Tabel 7.1. Identifikasi Sumber Dampak Kegiatan terhadap Komponen Biologi.....	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Proses Tahapan AMDAL	6
Gambar 1.2.	Kondisi Lingkungan	9
Gambar 5.1.	Diagram Alir Metodologi Prakiraan Dampak Lingkungan	63
Gambar 5.2.	Perkiraan Sebaran Polutan Adura dari Fasilitas Industri.....	65
Gambar 5.3.	Siklus Hidrologi dan Dampak Antropagenik	67
Gambar 5.4.	Diagram Alir Perencanaan Geologi dan Penilaian Dampak Lingkungan	70
Gambar 5.5.	Diagram Alir Rencana Mitigasi dan Pemantauan Dampak Fisik.....	73
Gambar 6.1.	Berbagai macam bahan pencemar perairan	82
Gambar 6.2.	Dampak pencemaran hara	88
Gambar 6.3.	Pencemaran kimia pada perairan	92
Gambar 6.4.	Mitigasi pencemaran dengan IPAL.....	103

BAB 1

ARTI DAN PERANAN DAMPAK LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN

Dampak lingkungan dalam pembangunan mengacu pada konsekuensi, baik positif maupun negatif, yang ditimbulkan oleh suatu proyek atau kegiatan terhadap lingkungan alam dan kesehatan manusia, dengan tujuan untuk memastikan bahwa proyek-proyek dilaksanakan secara berkelanjutan. Hal ini dikelola melalui proses yang disebut Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL), yang secara sistematis mengidentifikasi potensi risiko terhadap sumber daya seperti udara, air, dan keanekaragaman hayati sebelum pembangunan, sehingga memungkinkan langkah-langkah mitigasi untuk diterapkan guna menghindari, mengurangi, atau mengimbangi kerusakan (Emerson *et al.*, 2022). Peran analisis dampak lingkungan adalah untuk memungkinkan pembangunan berkelanjutan dengan melestarikan ekosistem, mempromosikan penggunaan sumber daya yang bertanggung jawab, mengatasi perubahan iklim, dan mendorong partisipasi publik dalam pengambilan keputusan untuk suatu proyek (Mekuriaw and Teffera, 2013).

Analisis dampak lingkungan adalah proses sistematis untuk memeriksa dan mengevaluasi potensi dampak suatu proyek yang diusulkan terhadap lingkungan sekitarnya, termasuk sumber daya alam, ekosistem, dan kesejahteraan manusia. Dampak lingkungan bisa bermanfaat, seperti menciptakan ruang hijau, atau merugikan, seperti polusi air, degradasi tanah, atau hilangnya habitat. Hal ini mempertimbangkan berbagai faktor seperti kualitas udara dan air, keanekaragaman hayati, tingkat kebisingan, kesehatan tanah, serta dampak sosial dan budaya terhadap masyarakat setempat. Melakukan Penilaian Dampak Lingkungan adalah proses yang rinci yang membutuhkan

perencanaan dan analisis yang cermat. Dimulai dengan tahap pemetaan, di mana aspek-aspek penting dari suatu proyek diidentifikasi (Moses *et al.*, 2024). Selanjutnya adalah penilaian kondisi dasar, yang mencatat kondisi lingkungan sebelum proyek.

Berdasarkan data ini, dibuat prediksi tentang potensi dampak proyek, dan dikembangkan strategi untuk mengurangi efek negatif apa pun. Komponen kunci dari laporan AMDAL yang efektif meliputi:

1. Deskripsi komprehensif dari proyek yang diusulkan
2. Penilaian dampak lingkungan potensial
3. Usulan langkah-langkah mitigasi
4. Ringkasan kesenjangan data dan ketidakpastian
5. Konsultasi dengan pemangku kepentingan

Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL) juga perlu mematuhi peraturan regional, yang biasanya mewajibkan konsultasi publik dan eksplorasi desain proyek alternatif (Mekuriaw and Teffera, 2013). Ini membantu memastikan bahwa AMDAL bukan hanya latihan teoretis tetapi alat praktis yang memandu pembangunan berkelanjutan. Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL) adalah metodologi untuk mengidentifikasi dan menganalisis bagaimana proyek baru akan memengaruhi lingkungan sebelum proses implementasi (Febriyanti *et al.*, 2021). Selain itu, ia memvisualisasikan aspek-aspek kritis dari lingkungan sekitar seperti air, tumbuhan, makhluk hidup, dan individu yang berdekatan. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah proyek tersebut akan menyebabkan kerugian dan bagaimana cara menghindari atau mengurangi bahaya spesifik tersebut.

Meskipun kepatuhan terhadap standar hukum adalah aspek fundamental dari AMDAL, potensi mereka jauh lebih luas. Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL) dapat dilihat sebagai bagian dari strategi tanggung jawab sosial perusahaan yang lebih luas, mencerminkan komitmen terhadap pembangunan berkelanjutan dan praktik etis (Febriyanti *et al.*, 2021). Pendekatan ini tidak hanya mengurangi dampak lingkungan

tetapi juga meningkatkan izin sosial untuk beroperasi, membina hubungan yang lebih baik dengan masyarakat dan pemangku kepentingan. Meningkatkan kelayakan proyek melalui penilaian dampak lingkungan (AMDAL) yang menyeluruh melibatkan:

1. Mengidentifikasi dan mengatasi potensi dampak lingkungan dan sosial sejak awal siklus hidup proyek
2. Melibatkan masyarakat lokal untuk memahami dan memasukkan kebutuhan serta kekhawatiran mereka
3. Menggunakan temuan AMDAL untuk meningkatkan desain dan operasional proyek, sehingga mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi

Keseluruhan elemen ini digabungkan dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek pembangunan dapat menghasilkan proyek yang lebih berkelanjutan, efisien, dan diterima, menunjukkan manfaat luas dari penilaian lingkungan yang menyeluruh. Dengan memahami dan menerapkan pelajaran dari penilaian dampak lingkungan (AMDAL) yang rinci, pengembang tidak hanya dapat mematuhi persyaratan peraturan tetapi juga memajukan keberlanjutan proyek mereka, memberikan manfaat bagi lingkungan dan masyarakat yang terlibat.

1.1 Dampak Lingkungan

Kemampuan untuk mempertahankan dan menjaga keseimbangan keadaan atau proses dalam sistem biologis juga disebut keberlanjutan. Menurut teori ekologi, keberlanjutan adalah kapasitas ekosistem untuk mempertahankan keanekaragaman ekologi, produktivitas, proses, dan fungsinya dari waktu ke waktu. Secara teori, pembangunan berkelanjutan bertujuan untuk melestarikan penggunaan sumber daya alam, termasuk kuantitas dan kualitasnya, menghentikan hilangnya habitatnya, dan menjamin biota endemik dapat berkembang sejalan dengan proses ekosistem. Karena keragaman sistem manusia dan kehidupan, khususnya yang berkaitan dengan sifat lingkungan biologis dan fisik, definisi keberlanjutan menjadi rumit dalam berbagai keadaan.

Untuk itu penilaian dampak lingkungan (AMDAL) sangat penting untuk melindungi alam dimana dengan melakukan AMDAL. Kegiatan penilaian AMDAL dapat memastikan bahwa proyek-proyek baru tidak merusak lingkungan. Ini membantu melindungi tumbuhan, hewan, dan habitat alami. Untuk Kesehatan dan Keselamatan yang melakukan Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL) mengkaji bagaimana suatu proyek dapat memengaruhi kesejahteraan dan keamanan masyarakat. Misalnya, ia dapat memeriksa apakah proyek tersebut akan menimbulkan polusi yang dapat menjadi bahaya kesehatan. Pelaksanaan pembangunan Berkelanjutan dengan analisis AMDL akan membuat perbedaan dengan mengatur proyek-proyek yang memenuhi kebutuhan kita hari ini tanpa merusak lingkungan di masa depan.

Selama bertahun-tahun, proyek pembangunan belum pernah mempertimbangkan masalah lingkungan saat menilai proyek pembangunan. Dalam proses pengambilan keputusan tentang pelaksanaan proyek pembangunan, perhatiannya hanya tertuju pada keuntungan moneter dan teknis yang mungkin dalam jangka pendek. Akibatnya, pelanggaran dan penggunaan yang tidak bijaksana dari sumber daya alam mengakibatkan kerusakan lingkungan dan kekurangan sumber daya. Penerapan awal AMDAL sangat erat kaitannya dengan peraturan lingkungan, seperti Undang-Undang Kebijakan Lingkungan Nasional (NEPA) tahun 1969 di Amerika Serikat (Emerson *et al.*, 2022). Namun, kritik terhadap pendekatan ini, yang dianggap terlalu teknis dan kurang solusi alternatif, sejalan dengan temuan empiris yang menyoroti tantangan dalam menyeimbangkan efisiensi dan kualitas dalam praktik AMDAL.

Dalam dekade berikutnya (1990-an - 2000-an), terjadi pergeseran signifikan dengan munculnya model kolaboratif dan deliberatif, yang tercermin dalam kluster penelitian terkait partisipasi publik (Menini, Chakraborty and Roedy, 2022). Kelompok penelitian ini menekankan peran penting masyarakat dalam membentuk proses AMDAL, sejalan dengan teori demokrasi deliberatif, yang menekankan pentingnya keterlibatan pemangku kepentingan dalam pengambilan

keputusan untuk meningkatkan legitimasi prosedural (Glucker *et al.*, 2013). Pergeseran ini didorong oleh gerakan lingkungan internasional dan deklarasi global, seperti KTT Bumi 1992 (Sánchez & Croal, 2012), yang menyoroti pentingnya transparansi dan akuntabilitas dalam proyek lingkungan berskala besar.

1.1.1 Tahapan Proses Amdal

Proses Amdal memiliki 5 tahap utama. Jika diperlukan Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL), Laporan Penilaian Dampak Lingkungan akan ditulis dan diserahkan bersama permohonan izin pembangunan. Masyarakat akan memiliki kesempatan untuk berkomentar. Ini memastikan Anda diberi kesempatan untuk terlibat dalam pengambilan keputusan (Moses *et al.*, 2024). Tahapan Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL):

1. Penentuan ruang lingkup dengan memutuskan apa yang perlu dicakup dalam penilaian dan dilaporkan dalam 'Laporan AMDAL'.
2. Menyiapkan Laporan AMDAL: Laporan AMDAL harus mencakup dampak lingkungan yang signifikan dari pembangunan
3. Pengajuan dan konsultasi: Laporan AMDAL dan permohonan pembangunan harus dipublikasikan (termasuk iklan elektronik), pihak yang berkepentingan dan masyarakat harus diberi kesempatan untuk memberikan pandangan mereka terhadapnya.
4. Pengambilan keputusan: Laporan AMDAL dan komentar apa pun yang dibuat terhadapnya harus dipertimbangkan oleh otoritas yang berwenang sebelum mereka memutuskan apakah akan memberikan persetujuan untuk pembangunan. Pemberitahuan keputusan harus dipublikasikan.
5. Pasca keputusan Pengembang memulai pemantauan apa pun yang diperlukan oleh otoritas yang berwenang.

Secara keseluruhan, evolusi historis AMDAL ditandai dengan semakin meningkatnya pengakuan akan pentingnya perlindungan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan, serta

peningkatan fokus pada keterlibatan pemangku kepentingan, transparansi, dan penggunaan bukti ilmiah dalam pengambilan keputusan.

Proses AMDAL didasarkan pada beberapa prinsip teoretis, termasuk prinsip kehati-hatian, prinsip pencemar membayar, dan prinsip pembangunan berkelanjutan. Prinsip kehati-hatian menyatakan bahwa dalam kasus di mana bukti ilmiah tidak pasti, pengambil keputusan harus mengambil langkah-langkah kehati-hatian untuk mencegah potensi kerusakan lingkungan. Prinsip pencemar membayar menyatakan bahwa mereka yang menyebabkan kerusakan lingkungan harus menanggung biaya pemulihan. Terakhir, prinsip pembangunan berkelanjutan menyatakan bahwa pembangunan harus memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (Oecd, 2008). Seperti yang di tunjukkan dalam bagan berikut ini:



Gambar 1.1. Proses Tahapan AMDAL

Sumber : <https://ifluids.com/environmental-impact-assessment-eia/>

Proses AMDAL didasarkan pada prinsip-prinsip pengelolaan lingkungan, yang melibatkan integrasi pertimbangan lingkungan ke dalam pengambilan keputusan.

Konsep ini didasarkan pada pengakuan bahwa isu-isu lingkungan saling terkait dengan isu-isu sosial dan ekonomi, dan bahwa pengambilan keputusan yang berhasil memerlukan pertimbangan ketiga elemen tersebut.

1.1.2 Penggunaan AMDAL.

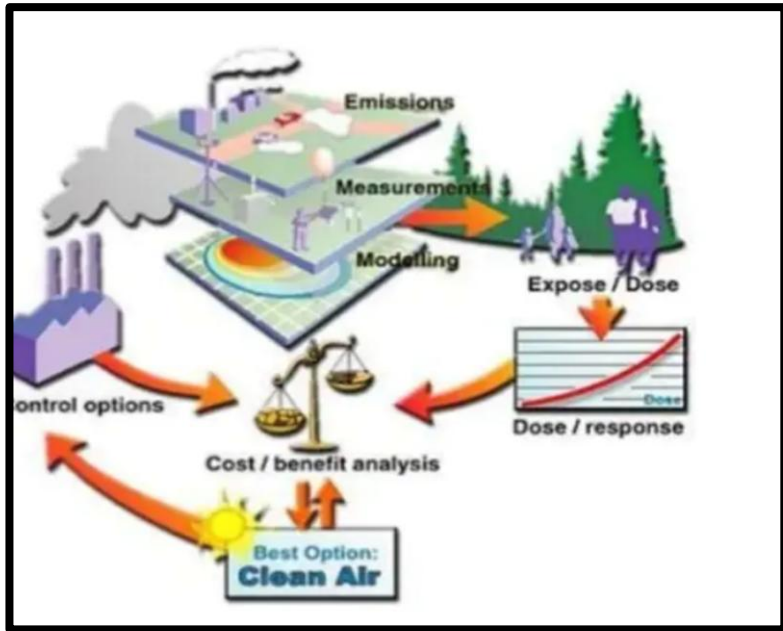
Berdasarkan berbagai definisi pembangunan yang bervariasi di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa pembangunan adalah kegiatan atau upaya yang disadari, terencana, dan berkelanjutan untuk mengubah kondisi suatu masyarakat menuju kondisi yang lebih baik dalam segala aspek kehidupan fisik-nonfisik, material-spiritual, termasuk berbagai bidang kehidupan masyarakat. Lingkungan digunakan untuk pembangunan dengan berperan sebagai sumber daya alam yang menopang kehidupan, ekonomi, dan masyarakat manusia, serta sebagai latar fisik dan sosial bagi pertumbuhan dan kesejahteraan manusia (Yang *et al.*, 2011). Agar suatu pembangunan berkelanjutan dan bermanfaat dalam jangka panjang, pembangunan tersebut harus mempertimbangkan lingkungan, seperti melestarikan sumber daya alam yang terbatas, meminimalkan polusi, dan mengurangi dampak perubahan iklim, untuk menghindari konsekuensi negatif dan memastikan kemakmuran berkelanjutan bagi semua. Penggunaan penilaian dampak lingkungan sebagai alat perencanaan kini diakui secara luas sebagai hal yang sangat penting untuk membuat keputusan yang bijak.

Dengan menilai secara menyeluruh dampak lingkungan dari kegiatan yang direncanakan sebelum mengambil tindakan lebih lanjut, AMDAL bertujuan untuk memberikan lingkungan penghormatan yang layak dalam proses pengambilan keputusan. Pembangunan Berkelanjutan adalah paradigma dalam pembangunan. Pembangunan berkelanjutan muncul pada awal tahun 1970-an yang diharapkan menjadi solusi dalam mengatasi masalah polusi akibat pembangunan industri yang dilakukan (Kertaningrum, 2021). Atas dasar inilah Konferensi Stockholm diadakan pada tahun 1972, diikuti dengan pembentukan Dewan Pengurus Pertama di Nairobi (Glucker *et al.*, 2013) . Konferensi

yang dibentuk bertujuan untuk menyelesaikan masalah lingkungan fisik global baik di negara maju maupun berkembang.

Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Sementara itu konsep pembangunan berkelanjutan adalah suatu keharusan untuk mendamaikan pembangunan ekonomi, kualitas hidup, dan lingkungan dalam berbagai kerangka politik yang saling terkait di tingkat internasional dan global (Valbuena *et al.*, 2010). Berdasarkan deskripsi di atas, dapat disimpulkan bahwa makna pembangunan berkelanjutan tidak dapat dipisahkan dari keberlanjutan lingkungan. Lingkungan yang berkelanjutan diharapkan dapat mendukung kehidupan manusia. Dengan demikian, pembangunan berkelanjutan yang ramah lingkungan dapat meningkatkan kualitas hidup generasi sekarang dan mendatang (Bolay, 2020).

Dampak lingkungan yang kritis memungkinkan masyarakat dan pemerintah untuk membentuk pandangan tentang penerimaan lingkungan dari proyek pembangunan yang diusulkan dan kondisi apa yang harus diterapkan untuk mengurangi risiko dan dampak tersebut. Seperti yang terlihat dalam gambar berikut :



Gambar 1.2. Kondisi Lingkungan

Sumber : <https://ifluids.com/environmental-impact-assessment-eia/>

1.2 Peran AMDAL

Peran utama AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan) adalah sebagai alat untuk mencegah kerusakan lingkungan dengan mengidentifikasi, memprediksi, dan mengevaluasi potensi dampak proyek yang diusulkan sebelum dilaksanakan. Hal ini memastikan bahwa pembangunan berjalan secara berkelanjutan dan sesuai dengan undang-undang perlindungan lingkungan (Grace and Tarigan, 2023). AMDAL melibatkan studi sistematis untuk menilai apakah suatu proyek akan berdampak signifikan terhadap lingkungan, menjadikannya langkah penting dalam memperoleh izin atau persetujuan lingkungan dan mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan.

Krisis lingkungan adalah ancaman besar bagi masa depan kita, dengan kerusakan yang semakin parah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan dan meluas. Laju pemanasan global terus meningkat, menyebabkan perubahan iklim dan

memperburuk penurunan kualitas lingkungan saat ini. Oleh karena itu, langkah-langkah serius diperlukan dalam proses perlindungan dan pengelolaan lingkungan yang baik (Hall and Tewdwr-Jones, 2019). Pengelolaan, penggunaan, dan pemanfaatan sumber daya alam harus seimbang dengan lingkungan, sehingga memerlukan kebijakan pengelolaan lingkungan nasional yang komprehensif. Konsep ini sejalan dengan studi lingkungan yang mengkhususkan diri dalam ilmu hukum, di mana objek hukumnya adalah tingkat perlindungan dan pengelolaan lingkungan sebagai kebutuhan hidup.

Karena dalam perjalanannya, hukum adalah salah satu bentuk aturan atau alat yang dimiliki pemerintah untuk menjaga dan melindungi hak-hak warga negara, dan juga digunakan untuk menyelesaikan sengketa atau masalah yang sedang dihadapi bersama, dalam hal ini, untuk melindungi lingkungan (Febriyanti *et al.*, 2021). Secara teoritis dan praktis, konsep AMDAL sebagai salah satu instrumen penting untuk mencapai pelestarian fungsi lingkungan menghadapi ancaman dan polusi memiliki nilai penting karena diterima sebagai instrumen nasional, dan oleh karena itu perusahaan harus berkomitmen untuk mewujudkannya dalam kegiatan industri mereka.

Berdasarkan konsep hukum AMDAL dalam alat manajemen, perlu dipahami bahwa AMDAL adalah alat hukum penting dalam melindungi lingkungan dari berbagai kegiatan, terutama tindakan yang dilakukan oleh pelaku usaha yang kegiatannya dapat berdampak negatif terhadap kelestarian lingkungan (Indah *et al.*, 2022). Dari sudut pandang perlindungan lingkungan, karakteristik AMDAL idealnya dipahami sebagai peraturan hukum yang berfungsi sebagai alat untuk menjaga keseimbangan kehidupan bangsa, terutama dalam hal melindungi lingkungan dan memberikan manfaat bagi masyarakat untuk lingkungan yang baik dan sehat.

Pemerintah harus menilai isu perizinan pengelolaan lingkungan, atau AMDAL, untuk mencegah kerusakan alam akibat kegiatan pembangunan komersial dan mendorong pembangunan berkelanjutan serta perlindungan lingkungan (Zaini, 2024).

Inisiatif pengelolaan lingkungan (UKL) dan upaya pemantauan lingkungan (UPL) memerlukan AMDAL.

1.2.1 AMDAL Di Indonesia

Di Indonesia, untuk melindungi dan mengelola lingkungan, diperlukan dokumen pengelolaan lingkungan, baik dalam bentuk undang-undang, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), Upaya Pengelolaan Lingkungan-Upaya Pemantauan Lingkungan (UKL-UPL), atau Izin Pengelolaan Lingkungan (SPPL) (Kertaningrum, 2021). Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL) adalah studi tentang dampak signifikan dan penting dari bisnis atau kegiatan yang direncanakan terhadap lingkungan, yang kemudian diperlukan dalam proses pengambilan keputusan mengenai pengoperasian bisnis atau kegiatan tersebut.

Penyesuaian terpenting terhadap Undang-Undang Cipta Kerja yang terkait dengan Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL) ini adalah perizinan. Izin lingkungan telah digantikan dengan persetujuan lingkungan, dan peninjauan dokumen analisis dampak lingkungan (AMDAL) akan dihentikan sebagai akibat dari penghapusan komisi penilaian AMDAL oleh Undang-Undang Cipta Kerja (Febriyanti *et al.*, 2021). Selanjutnya, dampak dari Undang-Undang Cipta Kerja dinyatakan bahwa AMDAL tidak sepenuhnya dihapuskan, tetapi akan dihilangkan sebagai fungsi yang diharapkan untuk sebagian besar kegiatan komersial tanpa kepastian dan justifikasi yang jelas.

Kemudian, dalam hal Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL) ini, penyesuaian paling signifikan dari Undang-Undang Cipta Kerja berkaitan dengan perizinan (Lingkungan *et al.*, 2017). Karena izin lingkungan telah digantikan oleh persetujuan lingkungan, dokumen Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL) tidak akan lagi dievaluasi karena Undang-Undang Cipta Kerja juga membubarkan komisi penilaian AMDAL (Dewi, 2021). Selanjutnya, berpendapat bahwa Undang-Undang Cipta Kerja akan mengurangi fungsi wajib Amdal untuk sebagian besar kegiatan ekonomi tanpa memberikan dasar atau kepastian yang jelas, meskipun tidak akan menghapuskan Amdal sepenuhnya.

Hasil penelitian ini membentuk beberapa dokumen seperti Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan, Analisis Dampak Lingkungan, Rencana Pengelolaan Lingkungan, dan Rencana Pemantauan Lingkungan. Mengenai perlindungan dan pengelolaan lingkungan, faktor utama yang menjadi perhatian utama adalah terkait dengan izin, karena faktor perizinan dapat berfungsi sebagai panduan bagi pemilik bisnis yang akan mengelola lingkungan (Herawati *et al.*, 2014).

Izin lingkungan berkaitan dengan kewajiban untuk memperoleh Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagai instrumen pencegahan pencemaran lingkungan, di mana prinsip ini ditemukan dalam bentuk produk hukum, sehingga menjadi persyaratan yang harus dipatuhi oleh setiap anggota masyarakat. Ini berarti agar izin lingkungan diterbitkan dan disetujui, harus diperoleh AMDAL. AMDAL bertujuan untuk meminimalkan dampak dan bahaya negatif sebanyak mungkin sambil mengelola risiko tersebut melalui kerangka peraturan dan prosedur lingkungan.

Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan, yang merupakan peraturan pelaksanaan dari Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (UUPPLH), menegaskan kembali peran penting Penilaian Dampak Lingkungan (AMDAL) dalam tata kelola pembangunan (Alif, 2014). Mengenai perlunya AMDAL sebagai jenis hukum lingkungan, ini adalah langkah menuju penyesuaian peraturan perundang-undangan saat ini sebagai perkembangan baru yang masih memerlukan pembahasan dan pengembangan menjadi wacana yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alif, M.R. (2014) 'Privatisasi Bumh Dan Otonomi Daerah Dalam Pembangunan Ekonomi Indonesia', *Jurnal Hukum & Pembangunan*, 44(3), p. 406. Available at: <https://doi.org/10.21143/jhp.vol44.no3.29>.
- Bolay, J.-C. (2020) *Urban Planning Against Poverty, Future City*. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-28419-0>.
- Dewi, R.S.A. (2021) 'Pengaruh Konsepsi Tri Mandala Terhadap Pola Ruang Dan Aktivitas Masyarakat Desa Adat Penglipuran, Bangli', *Doctoral Dissertation, Universitas Komputer Indonesia*, pp. 8–47.
- Emerson, K. *et al.* (2022) 'Toward NEPA performance : A framework for assessing EIAs', 97(August). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106879>.
- Febriyanti, D. *et al.* (2021) 'Fungsi AMDAL Dalam Pengendalian Kerusakan dan Pencemaran Lingkungan Setelah Diundangkannya UU Cipta Kerja Abstrak Abstract A . Pendahuluan Menurut Undang Undang No . 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan Lingkungan hidup ialah sebuah kesatuan', *Widya Pranata Hukum*, 3(2), pp. 115–133.
- Glucker, A.N. *et al.* (2013) 'Public participation in environmental impact assessment : why , who and how ?', *Environmental Impact Assessment Review*, 43, pp. 104–111. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2013.06.003>.
- Grace, D. and Tarigan, N. (2023) 'Effectiveness of AMDAL Implementation in Protecting Environmental Damage Due to Industrial', 3(3).
- Hall, P. and Tewdwr-Jones, M. (2019) *Urban and regional planning, Urban and Regional Planning*. Available at: <https://doi.org/10.4324/9781351261883>.
- Herawati, T. *et al.* (2014) 'Potensi Kota Bandung Sebagai Destinasi Incentive Melalui Pengembangan Ekonomi Kreatif', *Epigram*, Vol 11(2), pp. 95–102.
- Indah, N.K. *et al.* (2022) *ANALISA MENGENAI DAMPAK*

LINGKUNGAN (AMDAL).

- Kertaningrum, P.H. (2021) 'Community Participation In Development Of Environmental Impact Analysis Documents (AMDAL) Based On Arnstein Concept', 3(2), pp. 175–183.
- Lingkungan, K. *et al.* (2017) 'LINGKUNGAN HIDUP iNDONESIA LINGKUNGAN HIDUP iNDONESIA', *Buletin tataruang BKPRN* [Preprint]. Available at: [https://doi.org/10.1016/0022-2364\(91\)90424-R](https://doi.org/10.1016/0022-2364(91)90424-R).
- Mekuriaw, A. and Teffera, B. (2013) 'The role of Environmental Impact Assessment for sustainable development', 2002(280), pp. 1–6.
- Menini, E., Chakraborty, A. and Roady, S.E. (2022) 'Public participation in seabed mining in areas beyond national jurisdiction : Lessons learned from national regulators in the terrestrial mining sector', *Marine Policy*, 146(September), p. 105308. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105308>.
- Moses, T.S. *et al.* (2024) 'The operating principles in an EIA process'.
- Valbuena, D. *et al.* (2010) 'Effects of farmers' decisions on the landscape structure of a Dutch rural region: An agent-based approach', *Landscape and Urban Planning* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.001>.
- Yang, G. *et al.* (2011) 'The impact of urban development on hydrologic regime from catchment to basin scales', *Landscape and Urban Planning* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.08.003>.
- Zaini, A. (2024) 'Amdal Regulations In Indonesia Concerning Environmental Management and Preservation Law No . 32 of 2009', 4(6), pp. 2174–2180.

BAB 2

PENAPISAN DALAM AMDAL

Penapisan (*screening*) dalam Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) merupakan tahap awal yang sangat penting dalam proses evaluasi dampak lingkungan. Proses ini berfungsi sebagai mekanisme seleksi untuk menentukan apakah suatu rencana kegiatan atau usaha memerlukan analisis dampak lingkungan yang lebih mendalam atau tidak. Di Indonesia, penapisan dilaksanakan sebagai bagian integral dari sistem perizinan lingkungan sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (KLHK, 2021). Konsep penapisan lahir dari kebutuhan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam proses evaluasi dampak lingkungan. Tidak semua kegiatan pembangunan memiliki potensi dampak yang sama terhadap lingkungan. Beberapa kegiatan mungkin memiliki dampak yang sangat minimal atau dapat dikelola dengan mudah, sementara kegiatan lainnya berpotensi menimbulkan dampak yang signifikan dan kompleks. Melalui proses penapisan, regulator dapat mengarahkan perhatian dan sumber daya yang terbatas kepada kegiatan-kegiatan yang benar-benar memerlukan analisis mendalam (Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009).

2.1 Ruang Lingkup Penapisan

Penapisan dalam AMDAL mencakup berbagai aspek yang harus dianalisis sebelum kegiatan usaha berjalan. Beberapa faktor utama yang diperhitungkan dalam proses ini adalah:

1. **Jenis Kegiatan** – Apakah kegiatan tersebut termasuk dalam industri manufaktur, pertambangan, perkebunan, atau infrastruktur.

2. **Kategori Usaha** – Apakah usaha tersebut masuk dalam kategori risiko rendah, menengah, atau tinggi terhadap lingkungan.
3. **Batasan Lingkungan** – Apakah kegiatan dilakukan di kawasan sensitif seperti hutan lindung, daerah aliran sungai, atau pesisir pantai.
4. **Kompleksitas Dampak** – Seberapa besar dampak yang ditimbulkan terhadap ekosistem dan masyarakat sekitar (PP 22 tahun 2021).

2.2 Pentingnya Proses Penapisan

Proses penapisan memiliki peran yang sangat vital dalam sistem pengelolaan lingkungan hidup karena berbagai alasan fundamental.

1. **Pertama**, efisiensi administratif menjadi keuntungan utama dari implementasi sistem penapisan yang baik. Dengan adanya mekanisme seleksi awal, instansi berwenang dapat mengalokasikan waktu, tenaga, dan biaya secara lebih optimal. Kegiatan-kegiatan dengan risiko dampak rendah dapat diproses dengan prosedur yang lebih sederhana, sementara sumber daya yang lebih besar dapat difokuskan pada kegiatan berisiko tinggi.
2. **Kedua**, kepastian hukum bagi pemrakarsa kegiatan merupakan aspek penting lainnya. Melalui proses penapisan yang jelas dan transparan, pemrakarsa dapat memperoleh kepastian sejak dini mengenai kewajiban studi lingkungan yang harus dipenuhi. Hal ini memungkinkan perencanaan yang lebih baik dalam hal waktu dan anggaran proyek. Pemrakarsa tidak perlu menunggu dalam ketidakpastian yang berkepanjangan mengenai persyaratan studi lingkungan yang harus dipenuhi.
3. **Ketiga**, perlindungan lingkungan hidup tetap terjaga karena sistem penapisan yang baik memastikan bahwa kegiatan dengan potensi dampak signifikan tetap akan melalui proses evaluasi yang komprehensif. Sebaliknya, kegiatan dengan dampak minimal tidak dibebani dengan prosedur yang

berlebihan, sehingga mendorong investasi yang ramah lingkungan.

4. **Keempat**, partisipasi masyarakat dapat difasilitasi dengan lebih terarah. Melalui penapisan, masyarakat dapat mengetahui sejak dini kegiatan-kegiatan mana yang memerlukan perhatian khusus dan memiliki ruang partisipasi yang lebih luas dalam proses evaluasinya (Risal, 2016).

2.3 Prinsip dan Tujuan Penapisan

Prinsip-prinsip yang mendasari proses penapisan dalam AMDAL dibangun atas fondasi keberlanjutan lingkungan dan efektivitas regulasi, yang terdiri dari:

1. **Prinsip proporsionalitas** menjadi landasan utama, dimana tingkat analisis yang diperlukan harus sebanding dengan tingkat risiko dan kompleksitas dampak lingkungan yang mungkin timbul. Prinsip ini memastikan bahwa tidak ada pemborosan sumber daya untuk kegiatan berisiko rendah, namun tetap memberikan perlindungan yang memadai untuk lingkungan.
2. **Prinsip transparansi** mengharuskan bahwa kriteria dan prosedur penapisan harus jelas, dapat diakses publik, dan dapat dipahami oleh semua pihak yang berkepentingan. Setiap keputusan penapisan harus dapat dipertanggungjawabkan dengan dasar yang objektif dan dapat diverifikasi. Hal ini penting untuk membangun kepercayaan publik terhadap sistem pengelolaan lingkungan hidup.
3. **Prinsip partisipatif** memastikan bahwa proses penapisan memberikan ruang bagi keterlibatan masyarakat, terutama masyarakat yang berpotensi terkena dampak. Walaupun penapisan merupakan proses awal, masukan dari masyarakat dapat memberikan informasi berharga mengenai kondisi lingkungan lokal dan kekhawatiran masyarakat setempat.
4. **Prinsip kehati-hatian** (*precautionary principle*) mengharuskan bahwa dalam situasi ketidakpastian ilmiah, keputusan penapisan harus cenderung pada pilihan yang lebih melindungi lingkungan. Apabila terdapat keraguan mengenai

tingkat dampak suatu kegiatan, maka sebaiknya kegiatan tersebut diarahkan untuk melalui proses evaluasi yang lebih komprehensif (Glasson, J., et al, 2012)

Tujuan penapisan dalam AMDAL memiliki dimensi yang kompleks dan saling berkaitan, mencerminkan upaya untuk menciptakan keseimbangan optimal antara perlindungan lingkungan hidup dan efisiensi regulasi. Berikut adalah uraian detail mengenai tujuan-tujuan tersebut:

1. Identifikasi Dini Kegiatan Berisiko Tinggi

Tujuan primer penapisan adalah mengidentifikasi sejak awal kegiatan-kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan hidup. Identifikasi dini ini memiliki beberapa aspek strategis:

Deteksi Potensi Dampak Signifikan: Penapisan berfungsi sebagai sistem peringatan dini yang dapat mendeteksi kegiatan-kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak besar, meluas, dan berjangka panjang terhadap lingkungan. Melalui analisis karakteristik kegiatan, lokasi, dan teknologi yang digunakan, dapat diprediksi tingkat risiko dampak yang mungkin timbul.

Pencegahan Kerusakan Lingkungan: Dengan mengidentifikasi risiko sejak tahap perencanaan, dapat dilakukan upaya pencegahan kerusakan lingkungan yang lebih efektif. Ini sejalan dengan prinsip "prevention is better than cure" dalam pengelolaan lingkungan hidup, dimana mencegah kerusakan jauh lebih efisien dibandingkan melakukan pemulihan setelah kerusakan terjadi.

Klasifikasi Tingkat Risiko: Penapisan memungkinkan pengelompokan kegiatan berdasarkan tingkat risikonya, mulai dari risiko rendah hingga risiko tinggi. Klasifikasi ini menjadi dasar untuk menentukan tingkat analisis yang diperlukan dan alokasi sumber daya yang tepat.

2. Penentuan Jenis dan Tingkat Studi Lingkungan

Tujuan kedua adalah menentukan secara tepat jenis dokumen lingkungan yang harus disusun oleh pemrakarsa kegiatan:

Diferensiasi Instrumen Studi Lingkungan: Penapisan mengarahkan kegiatan ke dalam kategori yang tepat, apakah memerlukan AMDAL lengkap, UKL-UPL, atau bahkan tidak memerlukan studi lingkungan khusus. Diferensiasi ini memastikan bahwa setiap kegiatan mendapat perlakuan yang proporsional dengan tingkat risikonya.

Penentuan Ruang Lingkup Studi: Untuk kegiatan yang memerlukan AMDAL, penapisan memberikan indikasi awal mengenai aspek-aspek lingkungan yang perlu mendapat perhatian khusus dalam studi. Hal ini membantu dalam penyusunan kerangka acuan yang lebih terarah dan efisien.

Penyesuaian Metodologi: Berdasarkan hasil penapisan, dapat ditentukan metodologi studi yang paling sesuai dengan karakteristik kegiatan dan lingkungan setempat. Kegiatan dengan kompleksitas tinggi mungkin memerlukan metodologi yang lebih sophisticated, sementara kegiatan sederhana dapat menggunakan pendekatan yang lebih straightforward.

3. Optimalisasi Penggunaan Sumber Daya

Tujuan ini mencakup efisiensi dalam berbagai aspek:

a. Efisiensi Waktu Proses

Penapisan memungkinkan alokasi waktu yang lebih tepat untuk setiap jenis kegiatan. Kegiatan berisiko rendah dapat diproses dengan lebih cepat, sementara kegiatan berisiko tinggi dapat dialokasikan waktu yang memadai untuk analisis mendalam.

b. Efisiensi Biaya Regulasi

Dengan mengarahkan kegiatan ke instrumen yang tepat, dapat dihindari pemborosan biaya baik dari sisi regulator maupun pemrakarsa. Kegiatan yang tidak memerlukan AMDAL tidak dibebani dengan biaya yang berlebihan, sementara kegiatan berisiko tinggi tetap mendapat evaluasi yang komprehensif.

c. Optimalisasi SDM Ahli

Sumber daya manusia ahli yang terbatas dapat dialokasikan secara optimal. Tim ahli dapat difokuskan pada kegiatan-kegiatan yang benar-benar memerlukan expertise tinggi, sementara kegiatan rutinitas dapat ditangani dengan prosedur standar.

d. Pemanfaatan Teknologi

Penapisan memungkinkan penggunaan teknologi informasi dan sistem otomatis untuk kegiatan-kegiatan dengan karakteristik standar, sehingga meningkatkan efisiensi proses secara keseluruhan.

4. Pemberian Kepastian Hukum

Kepastian hukum merupakan aspek fundamental dalam sistem perizinan:

a. *Predictability* Proses

Pemrakarsa dapat memperoleh kepastian mengenai proses yang harus dilalui sejak tahap perencanaan awal. Hal ini memungkinkan perencanaan investasi yang lebih baik dan mengurangi risiko ketidakpastian regulasi.

b. Standardisasi Kriteria

Penapisan menggunakan kriteria yang objektif dan terukur, sehingga mengurangi subjektivitas dalam pengambilan keputusan. Hal ini memberikan rasa keadilan dan kepastian bagi semua pihak.

c. Transparansi Proses

Kriteria dan prosedur penapisan yang jelas dan transparan memungkinkan pemrakarsa untuk memahami dasar pengambilan keputusan dan mempersiapkan diri dengan lebih baik.

5. Fasilitas Partisipasi Publik yang Terarah

Penapisan memiliki tujuan untuk mengoptimalkan partisipasi publik:

a. Fokus Perhatian Publik

Dengan mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak signifikan, penapisan membantu mengarahkan perhatian publik pada isu-isu yang benar-benar penting dan memerlukan keterlibatan masyarakat.

b. Efisiensi Proses Partisipatif

Tidak semua kegiatan memerlukan tingkat partisipasi publik yang sama. Penapisan memungkinkan diferensiasi dalam mekanisme partisipasi, sehingga sumber daya dapat dialokasikan secara optimal.

c. Early Warning untuk Masyarakat

Melalui proses penapisan yang melibatkan informasi publik, masyarakat dapat memperoleh informasi dini mengenai rencana kegiatan di wilayahnya dan mempersiapkan diri untuk berpartisipasi dalam proses selanjutnya.

6. Mendukung Pembangunan Berkelanjutan

Tujuan jangka panjang penapisan adalah mendukung konsep pembangunan berkelanjutan:

- a. Keseimbangan Ekonomi-Lingkungan: Penapisan memungkinkan kegiatan ekonomi yang ramah lingkungan untuk berkembang dengan prosedur yang efisien, sementara kegiatan berisiko tinggi tetap mendapat pengawasan ketat.
- b. Dorongan Inovasi Teknologi: Dengan memberikan insentif prosedural bagi teknologi bersih, penapisan mendorong pemrakarsa untuk mengadopsi teknologi yang lebih ramah lingkungan.
- c. Pembelajaran Organisasi: Data dan pengalaman dari proses penapisan menjadi bahan pembelajaran untuk perbaikan sistem di masa depan, sehingga berkontribusi pada peningkatan kualitas pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan

(Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009, Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023).

2.4 Kriteria Penapisan

Kriteria penapisan dalam AMDA di Indonesia didasarkan pada berbagai parameter yang telah ditetapkan dalam peraturan perundang-undangan. Parameter-parameter ini dirancang untuk dapat mengidentifikasi secara objektif tingkat risiko dampak lingkungan dari suatu rencana kegiatan.

1. **Kriteria skala** kegiatan menjadi parameter pertama yang dipertimbangkan. Kegiatan dengan skala besar umumnya memiliki potensi dampak yang lebih signifikan dibandingkan kegiatan skala kecil. Namun demikian, skala bukanlah satu-satunya penentu, karena kegiatan skala kecil di lokasi yang sensitif secara ekologis juga dapat menimbulkan dampak yang signifikan.
2. **Kriteria lokasi** kegiatan mempertimbangkan sensitivitas ekologis dan sosial dari area yang akan menjadi tempat kegiatan. Kegiatan yang berlokasi di kawasan lindung, habitat kritis, daerah rawan bencana, atau kawasan dengan nilai budaya tinggi akan memiliki tingkat risiko yang lebih tinggi. Kedekatan dengan pemukiman penduduk, sumber air bersih, atau fasilitas publik juga menjadi pertimbangan penting.
3. **Kriteria jenis** kegiatan mengklasifikasikan berbagai sektor usaha berdasarkan karakteristik dampak yang umumnya ditimbulkan. Kegiatan pertambangan, industri kimia, atau pengelolaan limbah B3 umumnya dikategorikan sebagai kegiatan berisiko tinggi. Sementara itu, kegiatan seperti perdagangan atau jasa administrasi umumnya dikategorikan berisiko rendah.
4. **Kriteria teknologi** yang digunakan juga mempengaruhi tingkat risiko dampak. Penggunaan teknologi bersih dan ramah lingkungan dapat menurunkan tingkat risiko, sementara penggunaan teknologi yang menghasilkan emisi tinggi atau limbah berbahaya akan meningkatkan tingkat risiko.

5. **Kriteria dampak** kumulatif mempertimbangkan keberadaan kegiatan-kegiatan lain di sekitar lokasi yang dapat menimbulkan efek sinergis atau kumulatif. Suatu kegiatan yang secara individual memiliki dampak rendah dapat menjadi signifikan jika dikombinasikan dengan kegiatan-kegiatan lain di area yang sama (KLHK, 2021).

2.5 Proses Penapisan

Proses penapisan dimulai dari tahap persiapan dimana pemrakarsa kegiatan menyiapkan dokumen rencana kegiatan yang memuat informasi dasar mengenai jenis, skala, lokasi, dan teknologi yang akan digunakan. Dokumen ini harus disertai dengan peta lokasi yang jelas dan deskripsi lingkungan awal di sekitar lokasi kegiatan.

Tahap evaluasi awal dilakukan oleh instansi yang berwenang dengan menggunakan kriteria penapisan yang telah ditetapkan. Tim evaluator akan melakukan desk study terhadap dokumen yang disampaikan, yang dapat dilengkapi dengan peninjauan lapangan jika diperlukan. Proses ini juga melibatkan konsultasi dengan instansi teknis terkait untuk mendapatkan masukan mengenai aspek-aspek khusus yang perlu dipertimbangkan.

Konsultasi publik merupakan bagian integral dari proses penapisan, terutama untuk kegiatan yang berpotensi mempengaruhi masyarakat sekitar. Konsultasi ini dapat dilakukan melalui berbagai mekanisme, mulai dari pengumuman publik, pertemuan dengan tokoh masyarakat, hingga pertemuan terbuka dengan masyarakat luas. Masukan dari masyarakat menjadi pertimbangan penting dalam penentuan tingkat studi lingkungan yang diperlukan.

Tahap penentuan hasil penapisan menghasilkan keputusan mengenai jenis dokumen lingkungan yang harus disusun oleh pemrakarsa. Hasil penapisan dapat berupa penetapan bahwa kegiatan tidak memerlukan studi lingkungan khusus, memerlukan Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UKL-UPL), atau

memerlukan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL).

Dokumentasi dan komunikasi hasil menjadi tahap akhir dimana keputusan penapisan dikomunikasikan kepada pemrakarsa beserta dengan alasan dan pertimbangan yang mendasari keputusan tersebut. Dokumentasi yang baik penting untuk memastikan konsistensi dalam pengambilan keputusan dan sebagai bahan pembelajaran untuk kasus-kasus serupa di masa depan (KLHK, 2021).

2.6 Penapisan dan Partisipasi Publik

Partisipasi publik dalam proses penapisan memiliki dimensi yang unik dibandingkan dengan partisipasi dalam proses AMDAL. Pada tahap penapisan, informasi mengenai rencana kegiatan masih bersifat umum dan belum detail, sehingga bentuk partisipasi publik perlu disesuaikan dengan karakteristik tahap ini.

Mekanisme informasi publik dalam penapisan dapat dilakukan melalui pengumuman di media lokal, papan pengumuman di kantor kelurahan atau kecamatan, atau melalui media digital. Informasi yang diumumkan mencakup identitas pemrakarsa, jenis dan lokasi kegiatan, serta informasi kontak untuk menyampaikan tanggapan atau keberatan.

Konsultasi dengan tokoh masyarakat dan organisasi kemasyarakatan menjadi pendekatan yang efektif dalam tahap penapisan. Tokoh masyarakat umumnya memiliki pemahaman yang baik mengenai kondisi lingkungan dan sosial di wilayahnya, sehingga dapat memberikan masukan yang berharga mengenai potensi isu-isu yang perlu diperhatikan.

Penggunaan teknologi informasi dapat mempermudah partisipasi publik dalam penapisan. Platform online dapat digunakan untuk menyebarkan informasi dan menghimpun masukan dari masyarakat. Namun demikian, perlu diperhatikan bahwa tidak semua lapisan masyarakat memiliki akses yang sama terhadap teknologi digital, sehingga mekanisme konvensional tetap perlu dipertahankan.

Umpan balik dari partisipasi publik harus dianalisis secara sistematis dan diintegrasikan dalam proses pengambilan keputusan penapisan. Kekhawatiran masyarakat yang legitimate harus mendapat perhatian serius dan dapat menjadi faktor yang mendorong suatu kegiatan untuk melalui proses evaluasi yang lebih komprehensif.

Tantangan dalam partisipasi publik pada tahap penapisan antara lain adalah keterbatasan informasi teknis yang tersedia, keterbatasan waktu proses penapisan, dan potensi konflik kepentingan antara berbagai kelompok masyarakat. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan pendekatan yang fleksibel dan adaptif yang tetap mempertahankan prinsip-prinsip transparansi dan akuntabilitas (Risal, 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2012). *Introduction to Environmental Impact Assessment*. 4th Edition. London: Routledge.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 4 Tahun 2021 tentang Daftar Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib Memiliki Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup*. Jakarta: KLHK.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor 4 Tahun 2021
- Rizal, R. (2016). *Buku Ajar Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup*. UPN Veteran Jakarta Press.
- Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH). Undang-undang ini merupakan payung hukum utama yang mendasari pelaksanaan AMDAL di Indonesia.
- Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang.

BAB 3

MANAJEMEN STUDI

Manajemen studi dalam Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) merupakan jantung dari proses penilaian dampak yang kredibel dan dapat dipertanggungjawabkan. Ia tidak hanya berperan sebagai pengatur irama kerja tim lintas disiplin, tetapi juga sebagai pengawal mutu data, pengarah strategi komunikasi, serta penghubung yang menjembatani kepentingan pemrakarsa proyek, pemerintah, dan masyarakat terdampak. Dalam konteks pembangunan di Indonesia yang kerap bersinggungan dengan wilayah adat, ekosistem unik, dan dinamika sosial yang kompleks manajemen studi yang efektif bukan sekadar urusan teknis, melainkan juga seni membangun kepercayaan dan legitimasi sosial.

Pembangunan infrastruktur, industri, dan fasilitas publik di Indonesia sering kali berlangsung di wilayah yang memiliki nilai ekologis tinggi dan keterikatan budaya yang kuat. Di sinilah peran manajemen studi menjadi krusial: memastikan bahwa proses penyusunan AMDAL tidak hanya memenuhi persyaratan hukum, tetapi juga mengakomodasi aspirasi dan kekhawatiran masyarakat lokal. Tanpa manajemen studi yang baik, risiko terjadinya konflik sosial, penolakan proyek, atau kerusakan lingkungan yang tidak terantisipasi akan meningkat secara signifikan.

Secara konseptual, manajemen studi AMDAL mencakup perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengendalian, dan evaluasi seluruh tahapan penyusunan dokumen AMDAL. Fungsi ini menuntut kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu mulai dari ekologi, teknik sipil, kesehatan masyarakat, hingga ilmu sosial dan antropologi ke dalam satu kerangka kerja yang kohesif. Lebih dari itu, manajemen studi juga harus mampu mengelola dinamika tim, menjaga kualitas data,

dan memastikan bahwa setiap langkah yang diambil selaras dengan kerangka regulasi yang berlaku.

Kerangka regulasi di Indonesia, seperti yang diatur dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup serta peraturan turunannya, memberikan panduan formal mengenai tata cara penyusunan AMDAL. Namun, regulasi saja tidak cukup. Implementasi di lapangan sering kali menghadapi tantangan seperti keterbatasan data dasar (*baseline data*), perbedaan persepsi antar pemangku kepentingan, tekanan waktu dari pemrakarsa, dan kondisi geografis yang sulit dijangkau. Dalam situasi seperti ini, manajemen studi yang adaptif dan responsif menjadi kunci keberhasilan. Untuk memahami bagaimana manajemen studi dapat beradaptasi dan merespons tantangan tersebut, diperlukan telaah yang lebih mendalam mengenai kerangka regulasi dan standar yang menjadi acuan. Pemahaman ini tidak hanya membantu memastikan kepatuhan hukum, tetapi juga menjadi landasan untuk merancang strategi pelaksanaan yang efektif, terukur, dan selaras dengan prinsip pembangunan berkelanjutan.

3.1 Kerangka Regulasi dan Standar

Kerangka regulasi dan standar merupakan fondasi yang memastikan setiap proses penyusunan AMDAL berjalan sesuai arah yang benar, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan. Regulasi nasional memberikan rambu hukum yang wajib dipatuhi, sementara standar teknis baik yang berlaku di tingkat nasional maupun internasional menyediakan acuan mutu dan metodologi yang konsisten. Pemahaman yang utuh terhadap kerangka ini tidak hanya membantu menjamin kepatuhan formal, tetapi juga menjadi titik awal untuk merancang strategi manajemen studi yang adaptif, efektif, dan selaras dengan prinsip pembangunan berkelanjutan.

3.1.1 Rujukan UU dan Peraturan Pemerintah terkait lingkungan hidup di Indonesia

Kerangka hukum nasional yang mengatur perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup di Indonesia berlandaskan

pada Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) sebagai payung utama (Republik Indonesia, 2009), yang kemudian dijabarkan lebih rinci melalui berbagai peraturan pelaksana, termasuk Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Republik Indonesia, 2021). UU ini menetapkan prinsip-prinsip dasar seperti pencegahan lebih baik daripada penanggulangan, kehati-hatian (*precautionary principle*), tanggung jawab negara, dan partisipasi masyarakat sebagai landasan etis dan operasional dalam setiap kegiatan pembangunan.

Peraturan Pemerintah (PP) No. 22 Tahun 2021, yang merupakan turunan dari UU Cipta Kerja, memperbarui tata cara penyusunan AMDAL, UKL-UPL, dan SPPL, termasuk penegasan peran Komisi Penilai AMDAL, mekanisme konsultasi publik, serta integrasi proses perizinan berusaha berbasis risiko (Republik Indonesia, 2021). Peraturan ini juga mengatur secara teknis tahapan penyusunan dokumen, kriteria kelayakan lingkungan, serta kewajiban pemantauan dan pelaporan pasca-persetujuan lingkungan.

Bagi manajemen studi AMDAL, pemahaman mendalam terhadap UU dan PP ini bukan hanya soal kepatuhan administratif, tetapi juga menjadi peta navigasi yang menentukan arah, ruang lingkup, dan kedalaman analisis. Regulasi tersebut menetapkan standar minimal yang harus dipenuhi, namun dalam praktiknya, manajemen studi yang unggul akan melampaui standar tersebut dengan mengintegrasikan pendekatan ilmiah yang lebih komprehensif, teknologi pendukung, dan kearifan lokal.

Selain itu, regulasi ini memiliki implikasi langsung terhadap strategi koordinasi tim dan pengelolaan waktu. Misalnya, ketentuan tentang kewajiban konsultasi publik mengharuskan manajemen studi merancang jadwal yang realistis untuk mengakomodasi proses dialog dengan masyarakat, termasuk di wilayah terpencil atau yang memiliki hambatan bahasa. Demikian pula, persyaratan teknis dalam PP 22/2021

mendorong penggunaan metode pengumpulan data yang terstandar, sehingga hasil kajian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan hukum (Republik Indonesia, 2021).

Untuk memperjelas keterkaitan antara landasan hukum, substansi pengaturan, dan dampaknya terhadap praktik manajemen studi AMDAL, berikut disajikan rangkuman regulasi beserta pasal-pasal kunci, isi pokok yang diatur, serta implikasinya di lapangan. Tabel 3.1 memudahkan pembaca melihat hubungan langsung antara ketentuan normatif dan strategi operasional yang perlu diterapkan.

Tabel 3.1. Penjelasan isi dan implikasi pada regulasi

Regulasi & Pasal Kunci	Isi/Substansi Utama	Implikasi bagi Manajemen Studi AMDAL
UU No. 32 Tahun 2009 Pasal 1 & 22–26 (Republik Indonesia, 2009)	Definisi AMDAL, tujuan, dan kewajiban penyusunan bagi kegiatan yang berdampak penting terhadap lingkungan.	Menentukan apakah proyek wajib AMDAL; menjadi dasar penentuan ruang lingkup studi dan pembentukan tim lintas disiplin.
UU No. 32 Tahun 2009 Pasal 65 & 70 (Republik Indonesia, 2009)	Hak masyarakat untuk mendapatkan informasi, berpartisipasi, dan mengajukan keberatan; kewajiban pemerintah memfasilitasi partisipasi publik.	Mengharuskan manajemen studi merancang strategi komunikasi publik yang inklusif, transparan, dan terdokumentasi.
UU No. 32 Tahun 2009 Pasal 69 (Republik Indonesia, 2009)	Larangan perusakan lingkungan dan kewajiban pencegahan pencemaran.	Memastikan rekomendasi mitigasi dalam AMDAL selaras dengan prinsip pencegahan dan

Regulasi & Pasal Kunci	Isi/Substansi Utama	Implikasi bagi Manajemen Studi AMDAL
		perlindungan lingkungan.
PP No. 22 Tahun 2021 Pasal 4–8 (Republik Indonesia, 2021)	Kriteria kegiatan yang wajib AMDAL, UKL-UPL, atau SPPL berdasarkan tingkat risiko.	Membantu manajemen studi mengklasifikasikan proyek sejak awal dan menyesuaikan kedalaman analisis.
PP No. 22 Tahun 2021 Pasal 20–27 (Republik Indonesia, 2021)	Tata cara penyusunan AMDAL: pengumuman, pengumuman ulang, konsultasi publik, dan penilaian oleh Komisi Penilai.	Menuntut perencanaan waktu yang matang untuk mengakomodasi tahapan formal dan proses partisipasi publik.
PP No. 22 Tahun 2021 Pasal 36–38 (Republik Indonesia, 2021)	Persetujuan lingkungan sebagai prasyarat perizinan berusaha.	Mengharuskan manajemen studi memastikan dokumen AMDAL lengkap, akurat, dan tepat waktu agar tidak menghambat proses perizinan.
PP No. 22 Tahun 2021 Pasal 54–56 (Republik Indonesia, 2021)	Pemantauan dan pelaporan pasca-persetujuan lingkungan.	Mendorong manajemen studi merancang rencana pemantauan yang realistis, terukur, dan dapat diimplementasikan oleh pemrakarsa.

Tabel 2.1 memuat daftar regulasi yang menjadi landasan hukum penyelenggaraan kegiatan, masing-masing disertai uraian isi pokok pengaturannya serta implikasi praktisnya di lapangan. Pada kolom regulasi, tercantum peraturan perundang-

undangan seperti undang-undang, peraturan pemerintah, atau peraturan menteri yang memberikan legitimasi dan kerangka formal bagi pelaksanaan kebijakan. Kolom isi menjelaskan ketentuan inti yang diatur, mulai dari prosedur teknis, standar mutu, hingga persyaratan administratif yang harus dipenuhi oleh pihak terkait. Sementara itu, kolom implikasi menguraikan konsekuensi nyata dari penerapan ketentuan tersebut, misalnya penyesuaian mekanisme kerja, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, atau perubahan alur koordinasi antarinstansi. Dengan memadukan ketiga unsur ini, tabel membantu pembaca melihat keterkaitan langsung antara norma hukum, substansi pengaturan, dan dampak operasionalnya, sehingga memudahkan perencanaan strategi implementasi yang tepat dan sesuai konteks.

3.1.2 Standar internasional sebagai pembanding

International Finance Corporation (IFC) Performance Standards adalah seperangkat standar yang dikembangkan oleh IFC lembaga anggota *World Bank Group* untuk mengelola risiko lingkungan, sosial, dan tata kelola (*Environmental, Social, and Governance/ESG*) dalam proyek investasi (International Finance Corporation, 2021). Standar ini menjadi acuan global bagi perusahaan dan lembaga pembiayaan untuk memastikan bahwa proyek yang mereka dani atau jalankan mematuhi prinsip keberlanjutan dan tanggung jawab sosial. Sementara itu, *International Organization for Standardization (ISO) 14001* adalah standar internasional untuk sistem manajemen lingkungan yang membantu organisasi mengidentifikasi, mengendalikan, dan mengurangi dampak lingkungan dari kegiatan mereka secara berkelanjutan (ISO, 2015).

Mengintegrasikan prinsip *IFC Performance Standards* dan *ISO 14001* ke dalam penyusunan AMDAL akan meningkatkan kredibilitas dokumen di mata pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, masyarakat, dan mitra internasional. Kredibilitas ini muncul karena dokumen AMDAL tidak hanya memenuhi persyaratan hukum nasional, tetapi juga selaras dengan praktik terbaik global. Hal ini menunjukkan bahwa analisis dampak

lingkungan dilakukan secara komprehensif, mempertimbangkan aspek sosial, kesehatan, keselamatan, dan keberlanjutan, sehingga hasilnya lebih dapat dipercaya dan diandalkan sebagai dasar pengambilan keputusan.

Dalam era di mana isu lingkungan menjadi perhatian global, AMDAL yang mengacu pada IFC *Performance Standards* dan ISO 14001 akan memberikan nilai tambah strategis. Proyek yang memiliki AMDAL berkualitas tinggi dengan rujukan standar internasional lebih mudah mendapatkan penerimaan publik, dukungan lembaga donor, dan pengakuan di pasar global. Selain itu, penerapan prinsip-prinsip ini membantu memastikan bahwa rencana pengelolaan lingkungan (RKL) dan rencana pemantauan lingkungan (RPL) disusun dengan indikator yang jelas, terukur, dan dapat diaudit, sehingga memudahkan evaluasi keberhasilan pengelolaan dampak.

Penerapan standar internasional dalam AMDAL memerlukan penyesuaian pada setiap tahap, mulai dari *scoping* (penentuan ruang lingkup kajian), pengumpulan data *baseline*, analisis dampak, hingga penyusunan RKL-RPL. Misalnya, IFC *Performance Standards* menekankan keterlibatan masyarakat secara bermakna (*meaningful stakeholder engagement*), yang dapat memperkaya proses konsultasi publik dalam AMDAL. ISO 14001, di sisi lain, mendorong adanya siklus perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) yang dapat diintegrasikan ke dalam mekanisme pemantauan pasca-operasi. Tantangan seperti keterbatasan kapasitas teknis dan biaya dapat diatasi melalui pelatihan, kolaborasi lintas sektor, dan pemanfaatan teknologi, sehingga standar ini benar-benar menjadi penguat kualitas AMDAL dan bukan sekadar formalitas.

Kerangka regulasi dan standar menjadi fondasi utama penyusunan AMDAL yang memastikan proses berjalan terarah, terukur, dan akuntabel. Regulasi nasional, terutama UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup serta PP No. 22 Tahun 2021, menetapkan prinsip, prosedur, dan kriteria teknis yang wajib dipenuhi, mulai dari penentuan kewajiban AMDAL, hak partisipasi publik, larangan perusakan lingkungan, hingga mekanisme pemantauan pasca-

persetujuan. Bagi manajemen studi, regulasi ini berfungsi sebagai peta navigasi yang menentukan ruang lingkup, kedalaman analisis, strategi koordinasi tim, dan pengelolaan waktu, sekaligus mendorong penggunaan metode kajian yang terstandar dan dapat dipertanggungjawabkan.

Selain regulasi nasional, standar internasional seperti IFC *Performance Standards* dan ISO 14001 dapat dijadikan pembanding dan penguat mutu AMDAL. IFC *Performance Standards* menekankan pengelolaan risiko lingkungan dan sosial secara komprehensif dengan keterlibatan masyarakat yang bermakna, sedangkan ISO 14001 menyediakan kerangka sistem manajemen lingkungan berbasis perbaikan berkelanjutan. Integrasi kedua standar ini meningkatkan kredibilitas dokumen AMDAL, memperluas penerimaan publik, mempermudah akses dukungan lembaga donor, dan memperkuat daya saing proyek di pasar global.

3.2 Tahapan Manajemen Studi AMDAL

Manajemen studi AMDAL (*Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*) merupakan rangkaian proses terstruktur yang mengatur perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan pelaporan kajian lingkungan hidup agar memenuhi ketentuan peraturan perundang-undangan, standar teknis, dan prinsip keberlanjutan. Tahapan ini bersifat sistematis, saling terkait, dan memerlukan koordinasi lintas disiplin untuk menghasilkan dokumen yang sah secara hukum, valid secara ilmiah, dan operasional dalam implementasi (World Bank, 2017; ISO, 2015; Ministry of Environment and Forestry, 2021).

1. Perencanaan (*Planning*)

Fase ini merupakan pondasi dari keseluruhan studi AMDAL. Tujuannya adalah memastikan arah, lingkup, dan sumber daya yang dibutuhkan telah terdefinisi dengan jelas sebelum kegiatan lapangan dimulai. Kegiatan kunci:

- a. Penentuan ruang lingkup (*scoping*): identifikasi komponen lingkungan yang relevan, potensi dampak penting, dan batas wilayah studi sesuai pedoman teknis.

- b. Penyusunan jadwal kerja: mempertimbangkan faktor musim, kondisi akses lapangan, dan tenggat regulasi.
- c. Pengalokasian sumber daya: penentuan kebutuhan tenaga ahli, peralatan survei, perangkat analisis, dan anggaran.
- d. Identifikasi pemangku kepentingan: pemetaan pihak yang terlibat atau terdampak, termasuk pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta.

2. Pengorganisasian Tim (*Organizing*)

Fase ini memastikan struktur kerja yang efektif dan efisien untuk mendukung kelancaran studi. Kegiatan kunci:

- a. Pembentukan tim lintas disiplin: melibatkan ahli ekologi, teknik, sosial-ekonomi, kesehatan masyarakat, hukum lingkungan, dan komunikasi publik.
- b. Pembagian peran dan tanggung jawab: penetapan tugas yang jelas, alur pelaporan, dan target capaian.
- c. Penyusunan protokol kerja: standar pengumpulan data, format laporan, mekanisme koordinasi, dan prosedur pengendalian mutu internal.

3. Pelaksanaan Studi (*Executing*)

Fase inti yang mencakup pengumpulan, pengolahan, dan analisis data untuk menghasilkan informasi yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Kegiatan kunci:

- a. **Pengumpulan data baseline:** meliputi aspek fisik-kimia, biologi, sosial-ekonomi, dan kesehatan.
- b. **Analisis dampak:** memprediksi besaran, sifat, dan signifikansi dampak menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif.
- c. **Konsultasi publik:** memperoleh masukan, klarifikasi, dan validasi data sosial dari masyarakat terdampak.
- d. **Integrasi data lintas disiplin:** menggabungkan hasil kajian dari berbagai bidang untuk menghasilkan analisis komprehensif.

4. Pengendalian Mutu dan Validasi (*Controlling*)

Fase ini berfungsi sebagai mekanisme verifikasi dan jaminan kualitas dokumen AMDAL. **Kegiatan kunci:**

- a. **Review internal:** pemeriksaan silang antaranggota tim untuk mengidentifikasi kekurangan atau ketidaksesuaian.
- b. **Validasi data:** memastikan akurasi, representativitas, dan konsistensi data.
- c. **Kepatuhan regulasi:** pengecekan kesesuaian dengan UU No. 32/2009, PP No. 22/2021, dan pedoman teknis.
- d. **Audit eksternal (opsional):** penilaian independen untuk meningkatkan kredibilitas hasil studi.

5. Pelaporan dan Tindak Lanjut (*Reporting & Follow-up*)

Fase akhir yang memastikan hasil studi dapat diimplementasikan dan dimonitor secara berkelanjutan.

Kegiatan kunci:

- a. **Penyusunan dokumen final:** KA-ANDAL, ANDAL, RKL, dan RPL.
- b. **Penyampaian kepada otoritas:** sesuai prosedur perizinan lingkungan.
- c. **Sosialisasi hasil:** kepada pemangku kepentingan untuk membangun transparansi.
- d. **Rencana pemantauan:** penetapan indikator, frekuensi, dan metode pemantauan pasca-persetujuan.
- e. **Evaluasi berkelanjutan:** pembaruan rencana pengelolaan berdasarkan hasil pemantauan dan perubahan kondisi lapangan.

Tahapan manajemen studi AMDAL merupakan proses sistematis yang mencakup perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengendalian mutu, serta pelaporan dan tindak lanjut kajian lingkungan hidup, dengan tujuan memastikan kepatuhan terhadap peraturan perundang-undangan, standar teknis, dan prinsip keberlanjutan. Proses ini diawali dengan perencanaan untuk menetapkan ruang lingkup, jadwal, sumber daya, dan pemangku kepentingan. Selanjutnya, pengorganisasian tim dilakukan untuk membentuk struktur kerja lintas disiplin, membagi peran, dan menetapkan protokol kerja. Pelaksanaan studi meliputi pengumpulan data baseline, analisis dampak, konsultasi publik, dan integrasi hasil kajian. Tahap pengendalian

mutu dan validasi memastikan akurasi data, kesesuaian metode, dan kepatuhan regulasi, termasuk audit eksternal bila diperlukan. Terakhir, pelaporan dan tindak lanjut mencakup penyusunan dokumen final, penyampaian kepada otoritas, sosialisasi hasil, perencanaan pemantauan, dan evaluasi berkelanjutan untuk menjamin implementasi yang efektif.

3.3 Integrasi Kearifan Lokal dan Partisipasi Publik

Integrasi kearifan lokal dan partisipasi publik dalam pengelolaan lingkungan hidup merupakan pendekatan strategis yang menggabungkan pengetahuan tradisional masyarakat dengan mekanisme keterlibatan aktif warga dalam proses pengambilan keputusan. Dalam konteks Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), integrasi ini tidak hanya berfungsi untuk memenuhi persyaratan regulasi, tetapi juga untuk memastikan bahwa hasil kajian memiliki relevansi sosial, adaptabilitas terhadap kondisi lokal, dan legitimasi di mata masyarakat. Pendekatan ini menempatkan masyarakat sebagai mitra sejajar dalam proses perencanaan dan pengelolaan lingkungan, bukan sekadar penerima dampak.

Kearifan lokal, yang terbentuk melalui interaksi panjang antara manusia dan lingkungannya, memuat nilai, norma, dan praktik yang telah teruji dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Pengetahuan ini sering kali mencakup strategi adaptasi terhadap perubahan lingkungan, teknik pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan, serta mekanisme sosial untuk mengatur pemanfaatan ruang dan sumber daya. Sementara itu, partisipasi publik memberikan ruang bagi masyarakat untuk menyampaikan aspirasi, masukan, dan keberatan secara formal, sehingga proses AMDAL menjadi lebih transparan, akuntabel, dan inklusif.

Kombinasi antara kearifan lokal dan partisipasi publik menghasilkan sinergi yang memperkuat kualitas kajian AMDAL. Pengetahuan lokal dapat memperkaya data teknis, sementara keterlibatan publik memastikan bahwa rekomendasi yang dihasilkan dapat diterima dan diimplementasikan secara efektif. Dengan demikian, integrasi kedua aspek ini tidak hanya

meningkatkan kualitas substansi dokumen AMDAL, tetapi juga memperbesar peluang keberhasilan implementasi rencana pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan.

Kearifan lokal (*local wisdom*) adalah seperangkat pengetahuan, nilai, norma, dan praktik yang berkembang dalam suatu komunitas sebagai hasil interaksi panjang antara manusia dengan lingkungan alam dan sosialnya. Kearifan ini bersifat kontekstual, adaptif, dan diwariskan lintas generasi, sehingga mampu memberikan solusi yang sesuai dengan kondisi geografis, ekologis, dan sosial setempat. Dalam konteks pengelolaan lingkungan, kearifan lokal sering mencakup teknik pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan, mekanisme pengaturan ruang, serta strategi mitigasi bencana yang telah teruji secara empiris. Contoh penerapannya antara lain sistem irigasi subak di Bali, larangan adat sasi di Maluku, dan pola tanam bergilir masyarakat adat Dayak.

Partisipasi publik adalah keterlibatan aktif masyarakat dalam proses perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi suatu kebijakan, program, atau proyek yang berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan hidup. Dalam kerangka AMDAL, partisipasi publik mencakup hak masyarakat untuk memperoleh informasi yang lengkap dan akurat, menyampaikan pendapat atau keberatan, serta memberikan masukan yang dipertimbangkan secara substantif dalam pengambilan keputusan. Partisipasi ini dapat dilakukan melalui konsultasi publik, diskusi kelompok terarah (*focus group discussion*), survei, atau mekanisme lain yang diatur oleh peraturan perundang-undangan.

Integrasi kearifan lokal dan partisipasi publik dalam AMDAL memiliki dasar hukum yang kuat di Indonesia. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menegaskan pentingnya peran masyarakat dalam setiap tahapan pengelolaan lingkungan. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengatur secara rinci mekanisme partisipasi publik dalam penyusunan dokumen lingkungan, termasuk kewajiban

penyelenggara kegiatan untuk mengakomodasi masukan masyarakat. Selain itu, berbagai peraturan menteri memberikan pedoman teknis terkait pelaksanaan konsultasi publik dan pengakuan terhadap kearifan lokal.

Selain kerangka hukum nasional, integrasi kearifan lokal dan partisipasi publik juga sejalan dengan prinsip-prinsip internasional. Standar seperti IFC *Performance Standards* menekankan pentingnya keterlibatan pemangku kepentingan dan pengakuan terhadap hak-hak masyarakat lokal, termasuk masyarakat adat. Konvensi Aarhus (*Aarhus Convention*) yang diadopsi di Eropa menggarisbawahi tiga pilar utama: hak atas informasi, partisipasi publik dalam pengambilan keputusan, dan akses terhadap keadilan dalam isu lingkungan. Meskipun Indonesia bukan pihak pada konvensi tersebut, prinsip-prinsipnya relevan dan dapat diadopsi sebagai praktik baik (*best practice*) untuk memperkuat legitimasi dan keberterimaan hasil kajian AMDAL.

3.4 Kesimpulan dan Rekomendasi

3.4.1 Kesimpulan

1. Manajemen Studi AMDAL sebagai Proses Sistematis dan Terintegrasi Manajemen studi AMDAL merupakan rangkaian proses yang terstruktur dan saling terkait, dimulai dari perencanaan, pengorganisasian tim, pelaksanaan studi, pengendalian mutu, hingga pelaporan dan tindak lanjut. Setiap fase memiliki fungsi strategis yang tidak dapat dipisahkan, dan keberhasilan keseluruhan proses sangat bergantung pada konsistensi penerapan prinsip ilmiah, kepatuhan regulasi, serta koordinasi lintas disiplin.
2. Peran Kearifan Lokal dan Partisipasi Publik sebagai Pilar Penguatan AMDAL Integrasi kearifan lokal dan partisipasi publik bukan sekadar pelengkap prosedural, melainkan komponen inti yang memperkaya substansi kajian. Kearifan lokal menyediakan pengetahuan empiris yang relevan dengan konteks ekologi dan sosial setempat, sementara partisipasi publik menjamin legitimasi sosial, transparansi, dan penerimaan hasil kajian. Sinergi keduanya

meningkatkan kualitas data, efektivitas mitigasi dampak, dan keberlanjutan implementasi.

3. Kerangka Regulasi dan Standar sebagai Landasan Kepastian Hukum Seluruh tahapan AMDAL dan mekanisme integrasi kearifan lokal serta partisipasi publik memiliki landasan hukum yang jelas, baik di tingkat nasional (UU No. 32/2009, PP No. 22/2021, dan peraturan teknis terkait) maupun internasional (*IFC Performance Standards, prinsip Aarhus Convention*). Kepatuhan terhadap kerangka ini memastikan bahwa dokumen AMDAL sah secara hukum, dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, dan diakui secara formal oleh otoritas.
4. Keterkaitan antara Kualitas Proses dan Keberhasilan Implementasi Kualitas dokumen AMDAL tidak hanya diukur dari kelengkapan formal, tetapi juga dari sejauh mana rekomendasi yang dihasilkan dapat diimplementasikan secara efektif di lapangan. Proses yang inklusif, berbasis data yang valid, dan mempertimbangkan konteks lokal akan menghasilkan rencana pengelolaan lingkungan yang realistis, adaptif, dan berkelanjutan.

3.4.2 Rekomendasi

1. Penguatan Kapasitas Tim Penyusun AMDAL

- a. Melibatkan tenaga ahli lintas disiplin yang memiliki kompetensi teknis dan pemahaman konteks lokal.
- b. Menyelenggarakan pelatihan berkelanjutan terkait metodologi kajian, teknik partisipasi publik, dan integrasi kearifan lokal.
- c. Mengadopsi teknologi pendukung seperti GIS, *remote sensing*, dan sistem basis data lingkungan.

2. Optimalisasi Integrasi Kearifan Lokal

- a. Melakukan inventarisasi kearifan lokal secara sistematis melalui studi literatur, wawancara tokoh adat, dan observasi lapangan.
- b. Memastikan kearifan lokal yang relevan diakomodasi dalam analisis dampak dan rencana pengelolaan.

- c. Mengembangkan panduan teknis untuk mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam dokumen AMDAL.

3. Peningkatan Kualitas Partisipasi Publik

- a. Menyediakan akses informasi yang jelas, lengkap, dan mudah dipahami oleh masyarakat.
- b. Menggunakan metode partisipasi yang sesuai dengan budaya dan kondisi sosial setempat.
- c. Menjamin inklusivitas dengan melibatkan seluruh kelompok masyarakat, termasuk perempuan, pemuda, dan kelompok rentan.

4. Penguatan Mekanisme Pengendalian Mutu

- a. Menerapkan *quality assurance* dan *quality control* di setiap fase penyusunan AMDAL.
- b. Melakukan *peer review* internal dan, bila perlu, audit eksternal untuk meningkatkan kredibilitas.
- c. Memastikan kesesuaian dokumen dengan regulasi terbaru dan standar internasional.

5. Pemantauan dan Evaluasi Berkelanjutan

- a. Menetapkan indikator kinerja lingkungan yang terukur dan realistis.
- b. Melaksanakan pemantauan secara periodik sesuai RKL-RPL.
- c. Menggunakan hasil evaluasi untuk memperbarui rencana pengelolaan dan meningkatkan kualitas AMDAL di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- International Finance Corporation. (2021) *Sustainability Policy and Performance Standards Overview*. Washington, D.C.: World Bank Group. Available at: IFC official overview document.
- ISO. (2015) *ISO 14001:2015 – Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use*. Geneva: International Organization for Standardization. Available at: ISO official publication PDF.
- Ministry of Environment and Forestry. (2021) Regulation No. 4 of 2021 on Procedures for Environmental Impact Assessment. Jakarta: Government of Indonesia. Available at: <https://peraturan.go.id>.
- Republik Indonesia. (2009) *Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140. Jakarta: Sekretariat Negara. Available at: JDIH BPK RI – UU No. 32 Tahun 2009 (Accessed: 25 August 2025).
- Republik Indonesia. (2021) *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 32. Jakarta: Sekretariat Negara. Available at: JDIH BPK RI – PP No. 22 Tahun 2021 (Accessed: 25 August 2025).
- World Bank. (2017) *Environmental and Social Framework*. Washington, D.C.: World Bank Group. Available at: <https://www.worldbank.org/en/projects-operations/environmental-and-social-framework>.

BAB 4

PELINGKUPAN (SCOPING)

Pembangunan yang berkelanjutan merupakan suatu keharusan dalam era modern, di mana keseimbangan antara kebutuhan ekonomi, sosial, dan perlindungan lingkungan harus dijaga. Dalam konteks ini, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) menjadi instrumen penting dalam perencanaan dan pengambilan keputusan terhadap setiap rencana usaha atau kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan hidup.

AMDAL adalah kajian mengenai dampak besar dan penting dari suatu kegiatan yang direncanakan terhadap lingkungan, yang diperlukan untuk proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan suatu kegiatan (Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup). Dengan AMDAL, potensi dampak negatif dari suatu proyek dapat diidentifikasi dan dikelola sejak tahap perencanaan, sehingga kerusakan lingkungan dapat dicegah atau diminimalkan.

Pentingnya AMDAL dalam pengelolaan lingkungan hidup tidak hanya terkait dengan aspek perlindungan ekosistem, tetapi juga berkaitan erat dengan perlindungan terhadap kesehatan masyarakat, keberlanjutan sumber daya alam, serta aspek sosial dan budaya masyarakat sekitar. Misalnya, pembangunan industri tanpa kajian AMDAL yang tepat dapat menyebabkan pencemaran air, udara, dan tanah yang berakibat langsung pada penurunan kualitas hidup masyarakat.

Selain itu, AMDAL juga berperan dalam mendorong partisipasi publik, transparansi, dan akuntabilitas dalam pengambilan keputusan pembangunan. Melalui proses konsultasi publik dalam penyusunan AMDAL, masyarakat memiliki kesempatan untuk menyampaikan aspirasi dan kekhawatirannya, sehingga hasil keputusan pembangunan lebih

inklusif dan berkeadilan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020).

Oleh karena itu, pelaksanaan AMDAL yang baik dan benar menjadi kunci dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Tanpa AMDAL, kegiatan pembangunan berisiko menimbulkan dampak negatif jangka panjang yang sulit dipulihkan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan manusia itu sendiri.

4.1 Defenisi Pelingkupan

Pelingkupan dalam konteks penyusunan AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan) didefinisikan secara formal dalam berbagai regulasi lingkungan hidup di Indonesia. Salah satu definisi yang menjadi acuan utama tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PP No. 22 Tahun 2021), yang merupakan turunan dari Undang-Undang No. 32 Tahun 2009. Dalam Pasal 1 angka 30 disebutkan bahwa "Pelingkupan adalah proses awal dalam penyusunan dokumen AMDAL untuk menentukan batas studi, kedalaman studi, serta mengidentifikasi dampak penting hipotetik dari suatu rencana usaha dan/atau kegiatan."

Makna dari definisi tersebut bahwa:

1. "Proses awal": Pelingkupan merupakan langkah pertama yang krusial dalam proses AMDAL.
2. "Menentukan batas studi": Meliputi ruang lingkup wilayah, waktu, dan aspek lingkungan yang akan dikaji.
3. "Kedalaman studi": Menunjukkan seberapa rinci analisis yang akan dilakukan.
4. "Dampak penting hipotetik": Dampak-dampak yang diperkirakan akan terjadi dan perlu diuji lebih lanjut dalam kajian AMDAL

Definisi tersebut menegaskan bahwa pelingkupan bukan hanya kegiatan administratif, melainkan bagian ilmiah dan strategis dalam penyusunan AMDAL, yang menentukan arah kajian dampak lingkungan secara sistematis dan terarah.

4.2 Tujuan pelingkupan dalam AMDAL

Pelingkupan merupakan tahap awal dan strategis dalam penyusunan AMDAL yang memiliki peran penting dalam menentukan kualitas dan keberhasilan keseluruhan proses AMDAL. Pada tahap ini, ditetapkan ruang lingkup kajian, isu-isu lingkungan yang relevan, dan batasan analisis yang akan dilakukan terhadap rencana usaha atau kegiatan.

Berikut adalah beberapa tujuan pelingkupan dalam AMDAL:

1. Menjadi Dasar Penyusunan KA-ANDAL

Pelingkupan menjadi dasar penyusunan Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan (KA-ANDAL), yaitu dokumen yang merinci ruang lingkup kajian, metode yang akan digunakan, serta rencana pelibatan pihak-pihak terkait. Tanpa pelingkupan yang baik, KA-ANDAL dapat menjadi terlalu luas, tidak fokus, atau bahkan tidak relevan.

2. Menentukan Isu Lingkungan yang Signifikan

Pelingkupan berperan dalam mengidentifikasi dampak besar dan penting dari rencana kegiatan terhadap komponen lingkungan hidup, baik biofisik, kimia, sosial, maupun budaya. Ini membantu menghindari kajian yang terlalu umum dan memastikan bahwa sumber daya dialokasikan pada analisis dampak yang benar-benar berisiko tinggi.

3. Mengintegrasikan Masukan dari Masyarakat dan Pemangku Kepentingan

Proses pelingkupan juga membuka ruang bagi partisipasi masyarakat, pakar, dan lembaga terkait. Dengan demikian, peran pelingkupan sangat penting dalam mendorong transparansi dan akuntabilitas, serta memastikan bahwa semua pihak yang berkepentingan dilibatkan sejak awal dalam proses AMDAL.

4. Mengoptimalkan Waktu dan Biaya

Dengan menentukan fokus kajian sejak awal, pelingkupan membantu **mengefisienkan waktu dan biaya penyusunan AMDAL**. Kajian menjadi lebih terarah karena

hanya mencakup aspek-aspek yang relevan dan berdampak signifikan.

6. Menjadi Alat Pencegahan Dini

Pelingkupan juga berperan sebagai alat **pendeteksian dini** terhadap potensi dampak negatif, sehingga langkah-langkah pengelolaan dan mitigasi dapat dirancang lebih awal. Ini mencegah kerusakan lingkungan yang lebih luas dan tidak terprediksi di kemudian hari.

7. Menjamin Konsistensi dan Koherensi Proses AMDAL

Dengan ruang lingkup yang jelas, seluruh tahapan AMDAL selanjutnya—dari penyusunan ANDAL hingga RKL-RPL—dapat dilakukan secara konsisten dan sistematis. Pelingkupan membantu menjaga agar hasil kajian AMDAL selaras dengan tujuan awal dan tidak menyimpang dari fokus utama.

Pelingkupan bukan hanya tahap administratif dalam AMDAL, melainkan tahapan krusial yang menentukan kualitas keseluruhan proses analisis lingkungan. Perannya yang strategis menjadikan pelingkupan sebagai fondasi awal dalam upaya pengelolaan dampak lingkungan secara preventif dan partisipatif.

4.3 Proses dan Tahapan Pelingkupan dalam AMDAL

Menurut PP No. 22 Tahun 2021 dan Pedoman Teknis KLHK (2020), proses pelingkupan melibatkan beberapa tahapan sistematis sebagai berikut:

1. Pengumpulan informasi awal (studi pendahuluan dan penelaahan dokumen)
2. Identifikasi dampak potensial penting
3. Penentuan ruang lingkup kajian (biofisik, sosial, ekonomi, dan budaya)
4. Konsultasi dan partisipasi masyarakat dan pemangku kepentingan
5. Penyusunan dan penilaian Kerangka Acuan (KA)
6. Persetujuan KA oleh Komisi Penilai AMDAL

4.3.1 Pengumpulan Informasi Awal

Penyusun AMDAL mengumpulkan data dan informasi dasar tentang:

1. Lokasi dan skala rencana kegiatan
2. Komponen lingkungan di sekitar lokasi
3. Potensi interaksi antara kegiatan dan lingkungan

Tujuannya: untuk memahami konteks awal dan mengidentifikasi kemungkinan dampak.

4.3.2 Identifikasi Dampak Penting Hipotetik (DPH)

DPH dilakukan untuk mengidentifikasi terhadap semua kemungkinan dampak dari rencana kegiatan, baik secara biofisik, kimia, sosial, ekonomi, maupun budaya.

Alat bantu: matriks interaksi atau metode checklist, wawancara, kajian pustaka.

4.3.3 Evaluasi dan Seleksi Dampak Penting

Hasil yang diperoleh dalam daftar DPH, dilakukan seleksi dampak besar dan penting (DBP) berdasarkan beberapa kriteria, seperti:

1. Luas dan lamanya dampak
2. Intensitas atau besarnya dampak
3. Sifat kumulatif
4. Sifat reversibel atau tidaknya dampak
5. Tingkat sensitivitas lingkungan terdampak

Tujuannya: menyaring dampak yang benar-benar signifikan untuk dikaji lebih lanjut.

4.3.4 Penentuan Ruang Lingkup dan Kedalaman Kajian

Kegiatan penentuan ruang lingkup dan kedalaman kajian dimaksudkan untuk menentukan:

1. Batas wilayah studi (*on-site dan off-site*)
2. Komponen lingkungan yang dikaji
3. Durasi dan waktu kajian
4. Metodologi dan pendekatan kajian dampak

Tujuannya: menetapkan batas kerja penyusunan ANDAL secara spesifik.

4.3.5 Konsultasi Publik dan Keterlibatan Pemangku Kepentingan

Proses pelingkupan harus melibatkan:

1. Instansi teknis terkait
2. Masyarakat terdampak
3. Ahli lingkungan
4. Organisasi masyarakat sipil (jika relevan)

Output: masukan dari publik digunakan untuk memperkaya dan memperbaiki ruang lingkup kajian.

4.3.6 Penyusunan dan Penilaian KA-ANDAL

Hasil pelingkupan dijadikan dasar untuk menyusun Kerangka Acuan (KA-ANDAL), yang kemudian dinilai oleh Tim Uji Kelayakan (TUK) lingkungan hidup.

Tujuannya: menyepakati bahwa ruang lingkup kajian yang ditetapkan sudah tepat dan bisa dilanjutkan ke penyusunan ANDAL.

4.4 Template Kerangka Acuan ANDAL

Hasil pelingkupan yang telah dilakukan dituangkan dalam bentuk laporan dengan mengacu pada format dasar template KA-ANDAL:

A. Informasi Umum

1. Nama rencana usaha/kegiatan
2. Lokasi rencana kegiatan
3. Penanggung jawab usaha/kegiatan
4. Tim penyusun AMDAL

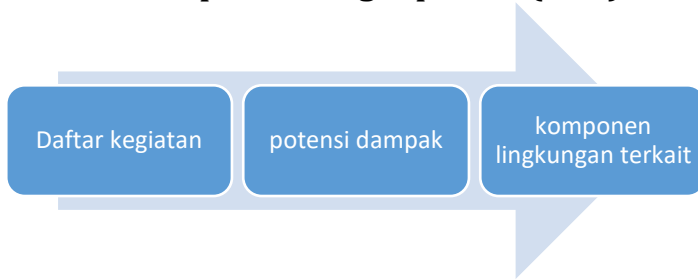
B. Gambaran Umum Kegiatan

1. Tujuan dan manfaat
2. Tahapan kegiatan (pra konstruksi, konstruksi, operasi, pasca operasi)
3. Komponen utama dan pendukung kegiatan

C. Lingkungan Hidup yang Dikaji

1. Komponen biofisik (air, tanah, udara)
2. Komponen sosial-ekonomi
3. Komponen budaya, kesehatan, keamanan

D. Identifikasi Dampak Penting Hipotetik (DPH)



E. Seleksi Dampak Besar dan Penting (DBP)

1. Matriks seleksi dampak
2. Alasan penetapan DBP

F. Ruang Lingkup Kajian ANDAL

1. Batas wilayah studi
2. Batas waktu dan kedalaman studi
3. Metodologi kajian

G. Keterlibatan Publik

1. Ringkasan hasil konsultasi publik
2. Masukan masyarakat dan tanggapan

4.5 Metode yang Digunakan dalam Pelingkupan

4.5.1 Metode matriks dampak

Contoh penggunaan matriks dampak penting hipotetik (DPH) dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Contoh Matriks Dampak Penting Hipotetik

No	Kegiatan	Komponen Lingkungan Terdampak	Jenis Dampak	Signifikan? (Ya/Tidak)	Keterangan
1	Pembersihan lahan	Keanekaragaman hayati	Hilangnya habitat	Ya	Area ekosistem alami terpengaruh
2	Konstruksi bangunan	Kualitas udara	Debu dan alat berat	Ya	Perlu sistem pengendalian emisi
3	Operasional industri	Kualitas air permukaan	Pencemaran limbah cair	Ya	Potensi limbah berbahaya
4	Transportasi material	Kebisingan	Gangguan suara	Tidak	Bersifat sementara dan dapat dikendalikan
5	Kegiatan sosial ekonomi	Pendapatan masyarakat	Peluang kerja	Ya	Dampak positif

4.5.2 Metode overlay peta (GIS)

Tujuan penggunaan overlay dalam pelingkupan AMDAL

1. Menentukan lokasi sensitif secara spasial, seperti:
 - a. Kawasan lindung, hutan konservasi
 - b. Permukiman padat penduduk
 - c. Daerah rawan bencana
 - d. Kawasan budidaya atau pertanian produktif
2. Mengidentifikasi tumpang tindih antara rencana kegiatan dan elemen lingkungan penting, sehingga dapat diantisipasi dampaknya sejak awal.
3. Mempermudah seleksi dampak penting secara spasial.

Tahapan Metode *Overlay* dalam *Scoping* AMDAL

Berikut tahapan penerapan metode overlay dalam pelingkupan AMDAL:

1. Pengumpulan Data Spasial (Layer GIS)

Layer yang umum digunakan meliputi:

- a. Peta penggunaan lahan (*land use*)
- b. Peta topografi dan hidrologi
- c. Peta kawasan lindung (hutan, sempadan sungai, dll.)

- d. Peta persebaran penduduk
- e. Peta infrastruktur dan akses jalan
- 2. Pemetaan Lokasi Rencana Kegiatan**
Digitasi lokasi proyek menggunakan koordinat atau shapefile, dimasukkan ke dalam software GIS (ArcGIS, QGIS, dsb).
- 3. Overlay Layer Relevan**
Tumpang-susunkan lokasi proyek dengan berbagai layer lingkungan.
- 4. Analisis Spasial Dampak**
 - a. Identifikasi bagian dari proyek yang masuk dalam zona sensitif
 - b. Hitung luasan wilayah terdampak
 - c. Tentukan komponen lingkungan yang perlu dikaji lebih lanjut
- 5. Visualisasi dan Interpretasi**
 - a. Hasil overlay divisualisasikan dalam bentuk **peta tematik**, disertai penjelasan deskriptif.
 - b. Digunakan sebagai **bukti pendukung dalam KA-ANDAL** untuk menetapkan ruang lingkup kajian.

Contoh Penerapan

Misalnya, lokasi proyek pembangunan kawasan industri ditumpangtindihkan dengan:

- 1. Peta kawasan resapan air → untuk melihat potensi gangguan hidrologi
- 2. Peta zonasi RTRW → untuk memastikan kesesuaian pemanfaatan ruang
- 3. Peta habitat satwa dilindungi → untuk mengidentifikasi risiko terhadap keanekaragaman hayati

Keunggulan Metode Overlay GIS dalam AMDAL

- 1. Akurat secara spasial
- 2. Mempermudah komunikasi visual ke masyarakat dan pengambil keputusan
- 3. Efisien dalam mengidentifikasi isu penting lingkungan sejak awal

4.5.3 Metode Delphi Atau Wawancara Ahli

Metode Delphi dan Wawancara Ahli dalam AMDAL adalah metode partisipatif dan kualitatif yang digunakan untuk mengumpulkan opini, pengetahuan, dan pertimbangan dari para pakar atau ahli dalam proses pengambilan keputusan, termasuk pada tahap pelingkupan (*scoping*) AMDAL.

Metode Delphi

Metode delphi adalah proses sistematis untuk memperoleh pendapat ahli melalui beberapa putaran kuesioner, di mana anonimitas, iterasi, dan konsensus menjadi prinsip utama. Pendekatan ini dikembangkan oleh RAND Corporation pada 1950-an untuk prediksi teknologi dan kebijakan.

Tujuan dalam Konteks AMDAL

1. Mengidentifikasi isu lingkungan yang signifikan dari berbagai sudut pandang pakar.
2. Menyaring dan menyepakati dampak besar dan penting (DBP) dari rencana kegiatan.
3. Mengurangi bias individu dalam penilaian dampak.

Tahapan Umum Delphi

1. Pemilihan panel ahli: Pakar lingkungan, ekologi, kesehatan, social dan lain-lain.
2. Putaran 1 – Kuesioner terbuka: mengumpulkan daftar dampak potensial menurut masing-masing ahli.
3. Analisis dan Rangkuman: Tim penyusun menyusun hasil dan membuat daftar konsolidasi.
4. Putaran 2 – Kuesioner tertutup: Ahli menilai dan memberi bobot pentingnya dampak yang dirangkum.
5. Iterasi Tambahan (jika perlu): Sampai tercapai konsensus atau stabilitas opini.
6. Rangkuman Final: Daftar akhir dampak penting yang disepakati bersama.

Kelebihan Delphi:

1. Objektif dan bebas tekanan sosial
2. Cocok untuk isu kompleks dan multidisiplin

3. Hasilnya bisa diarsipkan sebagai bukti ilmiah dalam dokumen AMDAL

Wawancara Ahli

Wawancara ahli adalah metode pengumpulan data melalui interaksi langsung (tatap muka, telepon, atau online) antara pewawancara dan responden yang memiliki kompetensi khusus dalam topik kajian.

Tujuan wawancara ahli dalam AMDAL

1. Memperoleh informasi teknis atau lokal yang tidak tersedia dalam dokumen tertulis.
2. Menggali pengalaman praktis ahli dalam isu lingkungan spesifik (misalnya dampak pembangunan terhadap flora langka).
3. Mengonfirmasi atau mengkritisi hasil identifikasi dampak yang telah dilakukan.

Jenis wawancara yang digunakan:

1. Terstruktur: Pertanyaan baku, cocok untuk membandingkan antar ahli.
2. Semi-terstruktur: Ada pertanyaan kunci, tetapi fleksibel untuk eksplorasi.
3. Tidak terstruktur: Lebih bebas, cocok untuk eksplorasi awal.

Kelebihan wawancara ahli:

1. Cepat dan langsung
2. Memberi wawasan kontekstual dan mendalam
3. Bisa menangkap faktor lokal dan sosial yang tidak terlihat di atas kertas

Tabel 4.2. Perbandingan Metode Delphi dan Wawancara Ahli

Aspek	Metode Delphi	Wawancara Ahli
Sifat Pendekatan	Iteratif, anonim, tertulis	Interaktif, langsung
Tujuan Utama	Konsensus ahli	Pendalaman wawasan
Waktu Pelaksanaan	Relatif lama (beberapa putaran)	Relatif cepat
Sumber Informasi	Kelompok pakar	Individu ahli
Kelebihan	Objektif, bebas bias sosial	Kontekstual, fleksibel

4.5.4 Focus Group Discussion (FGD)

Focus Group Discussion (FGD) adalah metode pengumpulan data kualitatif yang dilakukan melalui diskusi kelompok terfokus dengan melibatkan sejumlah peserta yang memiliki pengetahuan, kepentingan, atau pengalaman terkait suatu topik. Dalam konteks AMDAL, FGD digunakan untuk menggali persepsi, kekhawatiran, dan aspirasi masyarakat serta pemangku kepentingan terhadap rencana suatu usaha atau kegiatan.

Tujuan FGD dalam Proses AMDAL adalah:

1. Mengidentifikasi isu-isu lingkungan yang dirasakan langsung oleh masyarakat
2. Menggali informasi lokal dan sosial yang tidak terdeteksi melalui kajian teknis
3. Mendukung proses pelingkupan dengan menyempurnakan daftar dampak penting
4. Membangun partisipasi dan komunikasi dua arah antara penyusun AMDAL dan pemangku kepentingan
5. Menurunkan potensi konflik sosial melalui penyampaian informasi yang terbuka

Peserta FGD dalam AMDAL

Peserta FGD biasanya mencakup berbagai kelompok, antara lain:

1. Tokoh masyarakat setempat
2. Perwakilan warga terdampak
3. LSM atau organisasi lokal
4. Instansi teknis pemerintah daerah
5. Akademisi atau pakar lokal
6. Pelaku usaha

Pelaksanaan FGD dalam AMDAL

1. Perencanaan

- a. Menentukan tujuan FGD
- b. Menyusun daftar peserta
- c. Menyiapkan materi dan panduan diskusi

2. Pelaksanaan FGD

- a. Moderator membuka dan menjelaskan maksud kegiatan
- b. Peserta berdiskusi sesuai topik yang dipandu moderator
- c. Notulen mencatat poin penting dan masukan dari peserta

3. Analisis Hasil

- a. Masukan dikategorikan menjadi isu utama, isu pendukung, dan saran
- b. Hasil digunakan untuk menyusun atau memperkuat Kerangka Acuan (KA-ANDAL)

4. Dokumentasi

- a. Berita acara FGD
- b. Daftar hadir
- c. Foto kegiatan
- d. Ringkasan hasil diskusi

Keunggulan FGD

1. Menyerap aspirasi kolektif secara langsung
2. Mendorong partisipasi aktif masyarakat
3. Menghasilkan informasi kualitatif yang kontekstual
4. Membantu membangun kepercayaan publik terhadap proyek

Hal yang Perlu Diperhatikan dalam FGD adalah:

1. Moderator harus netral dan terlatih
2. Diskusi harus terfokus dan inklusif
3. Jangan mendominasi diskusi dengan pendapat teknis saja
4. Perlu waktu dan persiapan yang baik agar efektif

4.5.5 Metode Partisipatif Masyarakat

Metode partisipatif masyarakat adalah pendekatan yang melibatkan masyarakat secara aktif dalam setiap tahapan pengambilan keputusan, mulai dari perencanaan, pelingkupan, penyusunan dokumen, hingga pengawasan kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan.

Dalam konteks AMDAL, partisipasi masyarakat merupakan komponen wajib yang diatur dalam peraturan perundang-undangan, dan menjadi bagian penting dari prinsip transparansi, akuntabilitas, dan keadilan lingkungan.

Tujuan Partisipasi Masyarakat dalam AMDAL

1. Menggali pengetahuan lokal yang tidak tertangkap melalui kajian teknis
2. Menjamin keadilan lingkungan, terutama bagi kelompok rentan dan masyarakat terdampak langsung
3. Meningkatkan kualitas keputusan dalam pengelolaan lingkungan
4. Mencegah konflik sosial akibat kurangnya komunikasi dan informasi
5. Membangun rasa kepemilikan (*ownership*) terhadap keputusan lingkungan

Tahapan dan Metode Partisipatif dalam AMDAL

1. Sosialisasi Awal

- a. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang rencana kegiatan dan tujuan AMDAL
- b. Media: brosur, pertemuan umum, papan pengumuman, media sosial

2. Konsultasi Publik

- a. Dilaksanakan saat pelingkupan dan penyusunan KA-ANDAL

- b. Tujuan: mengumpulkan masukan masyarakat terhadap ruang lingkup kajian
- c. Bukti: berita acara, daftar hadir, dokumentasi

3. Wawancara Individu

- a. Mendalami pandangan masyarakat kunci seperti tokoh adat, nelayan, petani, tokoh perempuan
- b. Cocok untuk menggali **isu sosial dan budaya**

4. Focus Group Discussion (FGD)

- a. Diskusi terfokus dengan kelompok masyarakat untuk membahas dampak potensial dan alternatif pengelolaan
- b. Memberikan ruang aspirasi secara kolektif

5. Survey dan Kuesioner

- a. Mengumpulkan data persepsi masyarakat dalam bentuk kuantitatif
- b. Dapat digunakan untuk menyusun baseline social

6. Observasi Lapangan

- a. Pengamatan langsung terhadap kondisi sosial, aktivitas masyarakat, dan wilayah terdampak
- b. Sering digunakan untuk memvalidasi masukan masyarakat

Tabel 4.3. Manfaat Utama Partisipasi Masyarakat

Manfaat Teknis	Manfaat Sosial
Data lebih akurat dan kontekstual	Mengurangi resistensi masyarakat
Identifikasi dampak lebih tajam	Meningkatkan kepercayaan dan transparansi
Pengelolaan dampak lebih efektif	Menumbuhkan rasa memiliki terhadap proyek

4.6 Hasil dan Dokumen yang diperoleh dari kegiatan pelingkupan

1. Kerangka Acuan (KA) sebagai hasil akhir dari pelingkupan
2. Daftar isu penting lingkungan (DIPL)
3. Batasan ruang dan waktu studi
4. Rencana studi lanjut (metodologi pengumpulan dan analisis data)

DAFTAR PUSTAKA

- Arnstein, S.R. (1969). *A Ladder of Citizen Participation* – Journal of the American Institute of Planners
- Burrough, P.A., & McDonnell, R.A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*
- Kementerian LHK. (2018). *Modul Pelatihan Penyusunan AMDAL: Tahap Pelingkupan*. Jakarta: Pusat Diklat KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Panduan Umum Penyusunan AMDAL*. Jakarta: KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Peraturan Menteri LHK No. 4 Tahun 2021 tentang Daftar Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib Memiliki AMDAL, UKL-UPL, atau SPPL*.
- Linstone, H.A., & Turoff, M. (2002). *The Delphi Method: Techniques and Applications*.
- Morgan, D.L. (1997). *Focus Groups as Qualitative Research*
- Krueger, R.A., & Casey, M.A. (2015). *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research*
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Rowe, G., & Wright, G. (1999). *The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis*. International Journal of Forecasting.
- Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- UNEP. (2002). *Environmental Impact Assessment Training Resource Manual*. United Nations Environment Programme.
- World Bank. (2020). *Environmental Impact Assessment Regulations and Strategic Environmental Assessment Requirements*. Washington, DC.
- World Bank. (2005). *Involving the Community: A Guide to Participatory Approaches in Development*

BAB 5

PRAKIRAAN DAMPAK FISIK

5.1 Arti dan Peranan Prakiraan Dampak Fisik

Pembangunan merupakan motor penggerak peradaban yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup, namun setiap proyek pembangunan secara fundamental mengubah kondisi lingkungan fisik. Perubahan ini bisa berupa modifikasi topografi lahan, perubahan pola aliran air, hingga pelepasan polutan ke udara dan tanah. Dampak-dampak fisik ini, seringkali tidak terlihat secara langsung oleh mata telanjang pada tahap awal, merupakan pemicu utama dari masalah lingkungan yang lebih kompleks di kemudian hari. Oleh karena itu, memahami dan memprakirakan dampak fisik menjadi langkah pertama yang krusial dalam proses Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL) (Vanclay, 2020). Prakiraan dampak fisik adalah landasan fundamental dalam seluruh proses Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL), yang secara ilmiah dan sistematis mengidentifikasi, memprediksi, dan mengevaluasi perubahan pada komponen non-hidup, atau abiotik, dari ekosistem. Komponen-komponen vital ini mencakup atmosfer (udara), hidrosfer (air), dan litosfer (tanah serta geologi). Peran prakiraan ini sangat krusial karena perubahan pada salah satu elemen fisik ini sering kali memicu serangkaian efek domino yang meluas, secara tidak langsung memengaruhi aspek biologi, sosial, ekonomi, dan bahkan budaya masyarakat. Sebagai contoh, kegiatan konstruksi yang tidak terkontrol dapat meningkatkan laju erosi tanah (dampak fisik), yang kemudian menyebabkan sedimentasi dan pendangkalan sungai (dampak biologi pada ekosistem air), yang pada gilirannya meningkatkan risiko banjir di area permukiman (dampak sosial dan ekonomi). Tanpa analisis yang mendalam dan akurat terhadap parameter fisik ini, evaluasi dampak secara keseluruhan akan menjadi tidak valid dan berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan yang parah dan sulit

diperbaiki. Oleh karena itu, prakiraan dampak fisik bukan sekadar formalitas, melainkan prasyarat mutlak untuk memastikan keberlanjutan suatu proyek pembangunan.

Prakiraan dampak fisik dalam studi AMDAL merupakan proses sistematis untuk mengidentifikasi, memprediksi, dan mengevaluasi potensi perubahan fisik lingkungan akibat kegiatan proyek. Proses ini bertujuan untuk menganalisis dampak yang mungkin terjadi pada faktor-faktor seperti kualitas udara, air, tanah, dan kebisingan, serta dampak terhadap flora dan fauna. Dengan melakukan prakiraan ini, tim proyek dapat menyusun strategi mitigasi yang efektif untuk meminimalkan dampak negatif dan memastikan proyek berjalan seimbang dengan keberlanjutan lingkungan. Pentingnya prakiraan dampak fisik ini terletak pada kemampuannya untuk menyediakan gambaran dini mengenai potensi masalah lingkungan yang mungkin timbul, jauh sebelum proyek dimulai.

Pemantauan dan perkiraan dampak secara proaktif dapat mengintegrasikan solusi mitigasi yang inovatif dan ramah lingkungan ke dalam tahap desain awal, sehingga mencegah kerusakan yang mungkin terjadi di kemudian hari dan menghindari biaya perbaikan yang jauh lebih mahal. Proses ini juga menjadi dasar ilmiah yang kokoh untuk merancang Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) yang efektif dan terukur. Secara esensi, prakiraan dampak fisik adalah sebuah proses sistematis yang mengintegrasikan sains, rekayasa, dan regulasi hukum, dimulai dari pengumpulan data dasar yang mendalam, dilanjutkan dengan analisis dan pemodelan canggih, dan diakhiri dengan evaluasi dampak serta perumusan rekomendasi yang aplikatif (Ronald et al, 2023). Bab ini akan menguraikan secara rinci bagaimana setiap tahapan tersebut dilakukan, memastikan bahwa setiap aspek fisik dari lingkungan dipertimbangkan secara cermat sebelum sebuah proyek pembangunan diluncurkan, sehingga dapat mencapai keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan perlindungan lingkungan.

Buku ini disusun sebagai panduan komprehensif untuk memahami dan mengaplikasikan Prakiraan Dampak Fisik dalam

berbagai konteks pembangunan. Bab ini akan mengupas secara mendalam teori dan metodologi untuk memprediksi dampak pada udara, air, dan tanah. Pembahasan akan dilengkapi dengan contoh-contoh praktis, model-model matematis yang relevan, serta studi kasus yang menunjukkan pentingnya prakiraan ini dalam perencanaan proyek. Harapannya, buku ini dapat menjadi referensi yang berharga bagi mahasiswa, akademisi, dan praktisi di bidang teknik lingkungan untuk memastikan setiap pembangunan dapat berjalan secara berkelanjutan dan harmonis dengan alam.

5.2 Metodologi Komprehensif Prakiraan Dampak

Metode yang digunakan dalam prakiraan dampak fisik haruslah akurat, dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, dan disesuaikan dengan skala serta karakteristik unik dari setiap proyek. Proses ini secara fundamental dimulai dengan pengumpulan data dasar (*baseline*), di mana kondisi lingkungan di lokasi studi dicatat secara detail dan akurat. Data ini mencakup parameter meteorologi seperti kecepatan dan arah angin, suhu, dan kelembaban; data hidrologi seperti debit dan kualitas air sungai atau air tanah; serta data geologi dan karakteristik tanah seperti jenis, topografi, dan kestabilan. Pengumpulan data ini dilakukan melalui survei lapangan yang teliti, pengambilan sampel di berbagai titik representatif, dan analisis mendalam di laboratorium. Data dasar ini memiliki peran krusial sebagai titik acuan objektif untuk membandingkan kondisi lingkungan sebelum dan sesudah proyek, sehingga memungkinkan identifikasi perubahan yang terukur (Getty & Saunders, 2020).

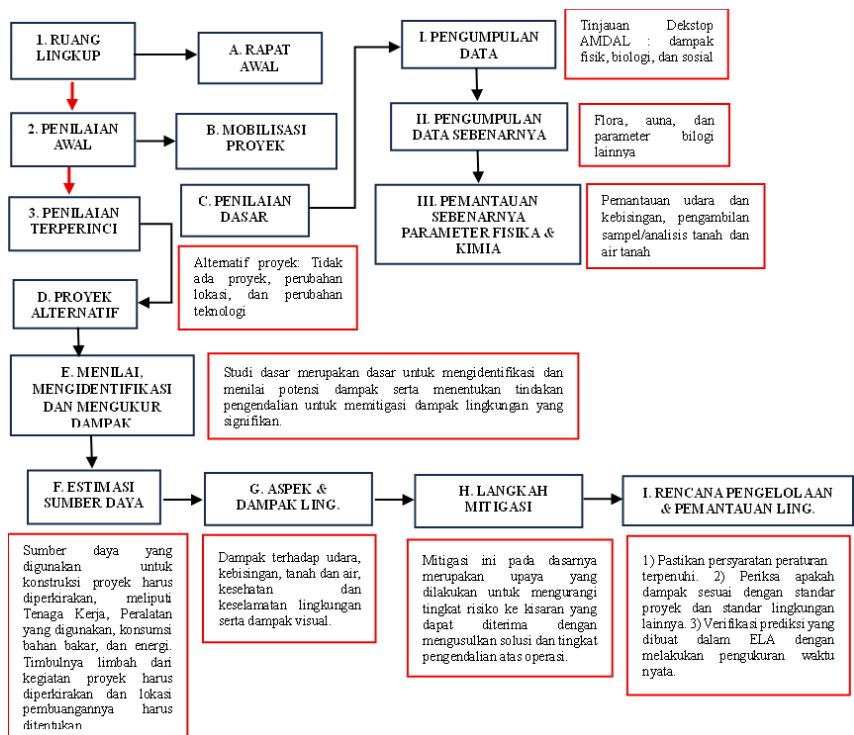
Setelah data dasar terkumpul, tahap sentral dari proses ini adalah pendekatan kuantitatif melalui penggunaan pemodelan matematis dan simulasi komputer yang canggih. Pemodelan ini adalah inti dari prakiraan, memungkinkan para ahli untuk memprediksi besaran dampak secara numerik dengan akurasi tinggi. Sebagai contoh, dalam prakiraan dampak hidrologi, perangkat lunak seperti HEC-RAS atau HEC-HMS digunakan untuk mensimulasikan perubahan debit air akibat pembangunan, sedangkan model dispersi polutan seperti AERMOD digunakan

untuk memprediksi sebaran gas berbahaya di atmosfer. Model-model ini bekerja dengan memasukkan data dasar proyek dan data lingkungan ke dalam algoritma kompleks untuk memproyeksikan perubahan yang mungkin terjadi di masa depan. Hasil dari pemodelan ini sering kali divisualisasikan dalam bentuk grafik yang mudah dipahami dan peta kontur yang menunjukkan sebaran dampak secara spasial, membantu dalam komunikasi temuan kepada para pemangku kepentingan.

Sebagai pelengkap, digunakan juga pendekatan kualitatif dan analogi. Pendekatan kualitatif mengandalkan pengalaman profesional dan studi kasus serupa untuk memberikan gambaran umum tentang potensi dampak, terutama untuk dampak yang sulit diukur secara numerik seperti dampak visual atau estetika. Sementara itu, analisis analogi, yaitu membandingkan proyek yang diusulkan dengan proyek serupa yang telah beroperasi, sangat berguna untuk memperkirakan dampak yang belum pernah terjadi di lokasi studi. Dengan mengombinasikan berbagai metode ini, praktisi AMDAL dapat menghasilkan prakiraan yang komprehensif, terstruktur, dan dapat diandalkan, yang menjadi landasan untuk semua analisis dampak lingkungan lainnya. Selain itu, seiring dengan perkembangan teknologi, metodologi AMDAL terus berinovasi. Menurut Faifura et al. (2021) menyatakan bahwa integrasi Sistem Informasi Geografis (GIS) dan kecerdasan buatan (AI) dalam analisis spasial yang lebih detail dan meningkatkan akurasi serta efisiensi dalam prakiraan dampak menjadi lebih akurat dan efisien, serta menjadi kunci untuk mencapai keseimbangan antara pembangunan ekonomi dan perlindungan lingkungan.

Diagram alir pada Gambar 6.1. memperlihatkan tahapan-tahapan kunci dalam proses prakiraan dampak lingkungan. Proses dimulai dari Pengumpulan Data Dasar lingkungan di area proyek, dilanjutkan dengan Analisis Dampak menggunakan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan analogi. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk menyusun Rencana Mitigasi dampak negatif dan Rencana Pemantauan untuk memastikan efektivitas pengelolaan. Diagram ini menunjukkan bagaimana setiap

tahapan saling terkait dan membentuk sebuah siklus evaluasi yang holistik dan adaptif.



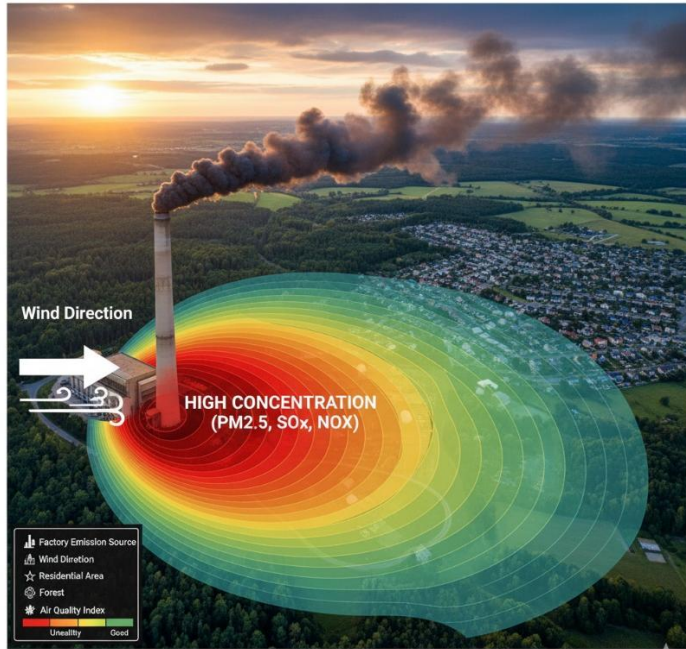
Gambar 5.1. Diagram Alir Metodologi Prakiraan Dampak Lingkungan (Modifikasi Silsilah dan Gandhimathi, 2023)

5.3 Prakiraan Dampak terhadap Kualitas Udara dan Atmosfer

Pembangunan proyek sering kali menghasilkan emisi gas, partikulat, dan kebisingan yang signifikan, yang dapat menurunkan kualitas udara dan memengaruhi kesehatan manusia. Dampak ini berasal dari berbagai sumber, mulai dari emisi titik seperti cerobong asap dari pembangkit listrik atau genset, hingga emisi non-titik yang lebih tersebar, seperti debu dari lahan terbuka akibat penggalian, pergerakan kendaraan berat, dan tumpukan material. Parameter kunci yang harus diprakirakan secara teliti meliputi konsentrasi gas polutan

seperti Sulfur Oksida (SO_x) dari pembakaran bahan bakar dengan kandungan sulfur tinggi, Nitrogen Oksida (NO_x) yang terbentuk pada suhu tinggi di mesin pembakaran, dan Karbon Monoksida (CO) akibat pembakaran tidak sempurna. Selain itu, partikulat berukuran kecil (PM₁₀ dan PM_{2.5}) juga menjadi perhatian serius karena partikel-partikel ini dapat menembus jauh ke dalam sistem pernapasan dan menyebabkan berbagai masalah kesehatan serius. Tingkat kebisingan dari alat berat dan operasional proyek juga harus diperkirakan karena dapat menyebabkan stres dan gangguan pendengaran pada masyarakat sekitar.

Untuk memprakirakan dampak ini, para ahli menggunakan pemodelan dispersi polutan dengan perangkat lunak canggih seperti AERMOD atau CALPUFF. Model-model ini secara matematis mensimulasikan bagaimana polutan menyebar dari sumbernya ke area sekitarnya, dengan mempertimbangkan kondisi meteorologi yang kompleks seperti kecepatan dan arah angin, stabilitas atmosfer, suhu, dan kelembaban. Input data yang diperlukan mencakup laju emisi, ketinggian sumber emisi, diameter cerobong, dan data meteorologi historis yang detail. Hasilnya berupa peta kontur yang menunjukkan sebaran konsentrasi polutan di area studi, yang memungkinkan para perencana untuk memprediksi sejauh mana polutan akan menyebar dan area mana yang akan paling terdampak. Konsentrasi polutan yang diprediksi kemudian dibandingkan dengan Baku Mutu Udara Ambien Nasional (BMUAN) yang ditetapkan oleh pemerintah, seperti yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Jika konsentrasi polutan terprediksi melebihi baku mutu, dampaknya dianggap signifikan dan diperlukan upaya mitigasi yang serius.



Gambar 5.2. Perkiraan Sebaran Polutan Adura dari Fasilitas Industri (Berdasarkan Simulan Model AERMOD).

Penerapan pemodelan ini didukung oleh studi kasus Kusuma dan Sholikha (2024) yang menganalisa korelasi volume kendaraan terhadap kualitas udara menggunakan variabel hari kerja dan hari libur terhadap konsentrasi parameter pencemar CO, PM₁₀ & PM_{2,5} dengan analisa pemodelan menggunakan Software AERMOD yang menghasilkan terdapat korelasi antara volume kendaraan dengan nilai konsentrasi pencemar dimana semakin banyak kendaraan yang melintas maka semakin tinggi beban pencemarnya. Selain itu, pedoman teknis dari lembaga lingkungan, seperti yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), menjadi acuan wajib dalam pemilihan model, pengumpulan data, dan interpretasi hasil prakiraan, sehingga memastikan konsistensi dan standar kualitas dalam setiap studi AMDAL di Indonesia. Dengan demikian, prakiraan dampak udara menjadi alat penting untuk memastikan bahwa proyek pembangunan tidak merugikan kualitas udara di sekitarnya.

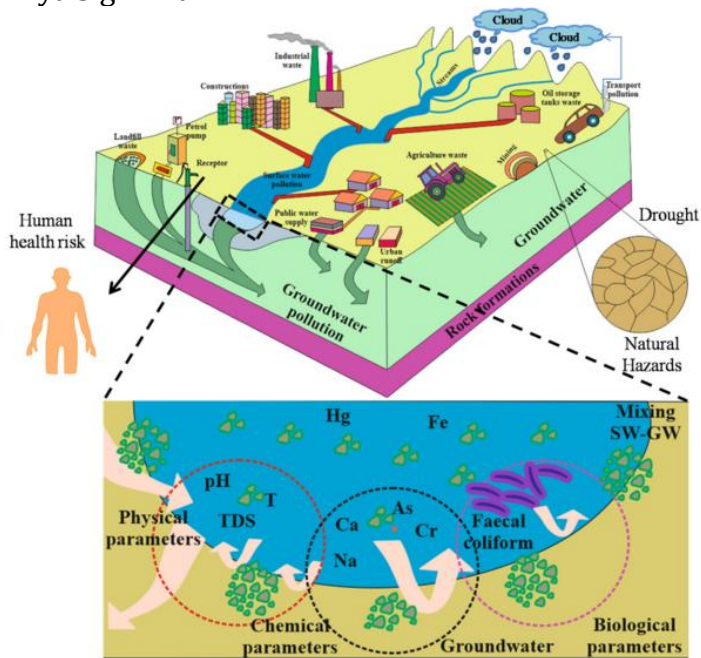
5.3 Prakiraan Dampak terhadap Kualitas Air dan Hidrologi

Dampak terhadap kualitas dan kuantitas air sering kali menjadi isu paling sensitif dalam sebuah proyek pembangunan karena air adalah sumber daya vital bagi kehidupan dan ekosistem. Pembangunan infrastruktur seperti jalan, gedung, dan area parkir secara signifikan meningkatkan limpasan permukaan, yang mengurangi laju infiltrasi air hujan ke dalam tanah, sehingga pada akhirnya dapat memicu risiko banjir di hilir dan kekeringan di hulu. Selain itu, penggundulan lahan untuk konstruksi dapat meningkatkan laju erosi tanah, yang membawa sedimen ke badan air dan menyebabkan pendangkalan sungai atau danau, mengganggu ekosistem akuatik. Dampak ini dapat merusak habitat ikan, mengurangi ketersediaan air bersih, dan mengganggu fungsi ekologis sungai (Pahl-Wostl, 2021). Oleh karena itu, prakiraan dampak hidrologi dan kualitas air menjadi sebuah keharusan.

Untuk memprakirakan dampak ini, studi neraca air dilakukan untuk memprediksi ketersediaan air di suatu wilayah dengan menghitung jumlah air yang masuk (presipitasi) dan keluar (evaporasi, limpasan) dari suatu daerah aliran sungai (DAS). Analisis ini sangat penting untuk menilai apakah proyek akan menyebabkan defisit air yang dapat mengganggu kebutuhan air bagi masyarakat dan ekosistem. Selain itu, pemodelan hidrologi menggunakan perangkat lunak seperti HEC-RAS atau HEC-HMS digunakan untuk mensimulasikan perubahan debit sungai dan risiko banjir (Bates, 2021). Model ini dapat memprediksi ketinggian air, kecepatan aliran, dan area genangan saat terjadi banjir, memberikan data kritis untuk merancang sistem drainase dan infrastruktur pengendali banjir yang efektif.

Selain kuantitas, kualitas air juga menjadi perhatian utama. Prakiraan dampak juga mencakup analisis potensi pencemaran air dari limbah cair domestik, industri, atau tumpahan bahan berbahaya dari proyek. Untuk memastikan proyek memenuhi standar lingkungan, konsentrasi polutan yang diprediksi akan dibandingkan dengan baku mutu yang

ditetapkan oleh pemerintah. Seperti yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, baku mutu air digunakan sebagai tolok ukur untuk menentukan apakah kualitas air di suatu badan air tercemar dan apakah dampaknya signifikan.



Gambar 5.3. Siklus Hidrologi dan Dampak Antropagenik (Akhtar et al., 2020)

Bates (2021) dalam bukunya *Hydrology and Floodplain Analysis* menekankan bahwa pemahaman mendalam tentang siklus hidrologi dan dinamika aliran air sangat krusial dalam memprediksi dampak perubahan tata guna lahan terhadap pola limpasan dan risiko banjir. Dengan demikian, pemodelan kualitas air seperti QUAL2K digunakan untuk memprediksi konsentrasi polutan (seperti BOD, COD, dan TSS) dalam badan air dan dampaknya terhadap ekosistem. Melalui kombinasi data, pemodelan, dan regulasi, tim AMDAL dapat merekomendasikan instalasi pengolahan limbah cair (IPAL) yang sesuai atau langkah-

langkah pencegahan tumpahan bahan kimia, memastikan keberlanjutan sumber daya air di sekitar lokasi proyek.

Penelitian di DAS Gap-Cheon oleh Shiferaw, Habte, dan Waleed (2025) menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan sangat memengaruhi kuantitas dan kualitas air. Hasil analisis data dari tahun 2012 dan 2022, serta prediksi hingga tahun 2052, menunjukkan bahwa kawasan perkotaan, pertanian, dan hutan berkurang secara signifikan. Secara spesifik, area perkotaan diprediksi menurun sebesar 8.9%, sedangkan lahan pertanian diproyeksikan berkurang sebesar 17.9% pada tahun 2052 dibandingkan dengan tahun 2022. Sebaliknya, area padang rumput dan lahan basah diprediksi mengalami peningkatan signifikan, masing-masing sebesar 18.6% dan 4.3%. Perubahan ini berimplikasi pada penurunan aliran permukaan (surface runoff) sebesar 11% , yang menunjukkan peran mitigasi dari ruang terbuka hijau dan lahan basah dalam penyerapan air. Temuan ini menekankan bahwa perencanaan penggunaan lahan yang bijak, yang memprioritaskan solusi berbasis alam seperti ruang hijau dan lahan basah, sangat penting untuk pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

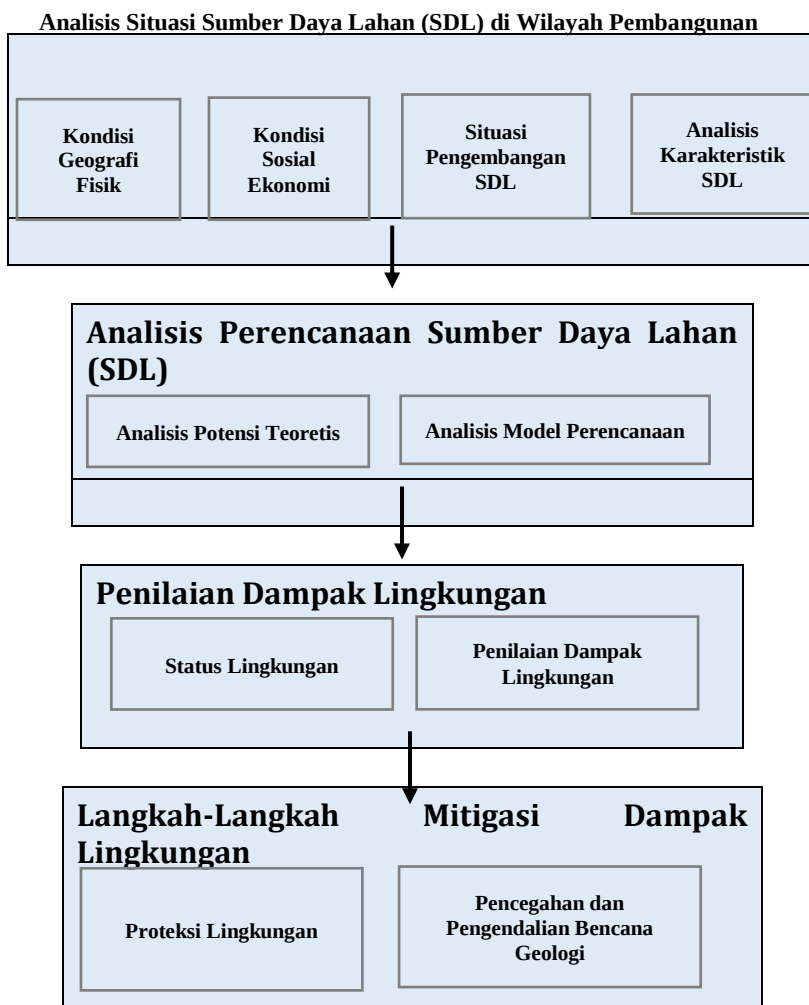
5.4 Prakiraan Dampak terhadap Tanah, Geologi, dan Topografi

Pembangunan infrastruktur sering kali memerlukan perubahan signifikan pada permukaan bumi, seperti penggalian dan penimbunan, yang secara permanen mengubah topografi dan geologi suatu wilayah. Dampak yang paling sering terjadi adalah peningkatan laju erosi tanah, yang dapat mengurangi kesuburan lahan dan menyebabkan longsor di area yang tidak stabil. Pembangunan di lereng bukit atau area rawan bencana dapat meningkatkan risiko amblesan tanah atau gerakan tanah lainnya. Untuk memitigasi risiko ini, pemahaman mendalam tentang kondisi geologi dan karakteristik tanah sangatlah penting. Analisis dampak ini harus dilakukan dengan cermat untuk mencegah kerugian finansial, kerusakan infrastruktur, dan risiko keselamatan (Schoeneberger et al., 2020). Gambar 6.4 merupakan tahapan perencanaan geologi dan penilaian dampak

lingkungan sebagai upaya penanyanan timbulnya bencana geologi dalam suatu proyek pembangunan.

Analisis geoteknik melalui uji laboratorium dan lapangan (seperti pengeboran tanah dan uji sondir) untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah hal yang perlu dilakukan untuk memperkirakan dampaknya. Data ini, termasuk kohesi, sudut geser, dan kepadatan, digunakan dalam pemodelan kestabilan lereng menggunakan perangkat lunak khusus seperti SLOPE/W, yang dapat memprediksi faktor keamanan lereng. Faktor ini mengukur seberapa besar resistansi lereng terhadap pergerakan, dan nilai di bawah satu menunjukkan bahwa lereng berisiko longsor. Hasil prakiraan ini sangat penting untuk memastikan keselamatan konstruksi dan meminimalkan kerusakan permanen pada ekosistem tanah. Selain itu, teknik-teknik mitigasi seperti terasering, pembangunan dinding penahan tanah, dan penggunaan vegetasi penutup lahan (revegetasi) dirancang berdasarkan hasil prakiraan ini untuk mengurangi risiko pergerakan tanah dan mempertahankan integritas lahan.

Selain itu, pemodelan erosi menggunakan model empiris seperti USLE (Universal Soil Loss Equation) atau model berbasis GIS juga sangat krusial. Model ini memperkirakan laju kehilangan lapisan tanah atas (*topsoil*) akibat limpasan permukaan. Hasil prakiraan ini menjadi acuan dalam merancang teknik stabilisasi lahan dan mengelola tata air permukaan.



Gambar 5.4. Diagram Alir Perencanaan Geologi dan Penilaian Dampak Lingkungan

Chen et al. (2022) melakukan studi ilmiah terkait inovasi dalam pemodelan geoteknik untuk memprediksi stabilitas lereng dan dampak konstruksi pada formasi geologi yang kompleks. Penelitian ini memberikan wawasan tentang bagaimana analisis risiko longsor dapat ditingkatkan dengan data sensorik dan teknik pemodelan canggih. Schoeneberger et al. (2020),

menekankan pentingnya pemetaan tanah yang detail dan identifikasi karakteristik hidrologi tanah untuk perencanaan tata guna lahan yang berkelanjutan. Publikasi ini memberikan kerangka kerja untuk mengelola tanah secara efektif, mengurangi erosi, dan melindungi sumber daya air. Dengan demikian, prakiraan dampak tanah, geologi, dan topografi memastikan bahwa proyek pembangunan tidak hanya aman, tetapi juga mempertahankan integritas fisik dari bentang alam.

5.5 Rencana Mitigasi dan Pemantauan Dampak Fisik

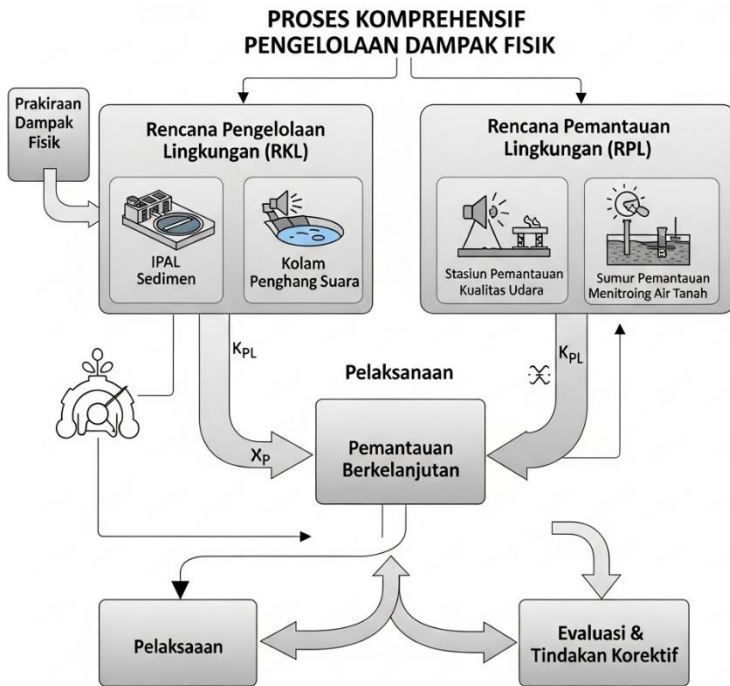
Prakiraan dampak fisik tidak lengkap tanpa adanya rencana mitigasi yang konkret dan terukur. Setelah dampak diprediksi, langkah selanjutnya adalah merancang solusi untuk meminimalisasi atau bahkan menghilangkan dampak tersebut. Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) adalah dokumen penting yang berisi program-program mitigasi, seperti penggunaan mesin dengan emisi rendah untuk mengurangi polusi udara, pembangunan kolam pengendap (*sediment pond*) untuk menampung material erosi dan mencegahnya masuk ke badan air, atau pembangunan sistem pengolahan air limbah (IPAL) untuk mencegah pencemaran air. Setiap program mitigasi ini harus dirinci secara spesifik, termasuk teknologi yang akan digunakan, lokasi implementasi, target keberhasilan yang jelas, serta siapa yang bertanggung jawab atas pelaksanaannya. Hal ini memastikan bahwa setiap langkah mitigasi dapat diukur dan dievaluasi efektivitasnya.

Selain mitigasi, proyek juga harus memiliki Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) yang efektif. RPL menjelaskan bagaimana dampak fisik akan dipantau secara berkala untuk memastikan program mitigasi berjalan efektif. RPL mencakup titik pemantauan (misalnya, stasiun pengukur kualitas udara, sumur pantau), frekuensi pengambilan sampel (misalnya, setiap bulan atau triwulan), dan metode analisis yang akan digunakan. Data yang terkumpul dari pemantauan ini akan dievaluasi untuk membandingkan kondisi aktual di lapangan dengan hasil prakiraan yang dibuat di awal. Proses ini sangat penting untuk

mendeteksi penyimpangan dan mengambil tindakan korektif secepat mungkin.

Lembaga internasional seperti United States Environmental Protection Agency (EPA) sangat menekankan pendekatan berbasis data dalam pengelolaan lingkungan. Mereka menguraikan bahwa rencana mitigasi dan pemantauan harus bersifat dinamis dan adaptif, di mana strategi dapat diubah berdasarkan temuan nyata di lapangan. Pedoman mereka secara khusus merekomendasikan penggunaan teknologi pemantauan berkelanjutan (*continuous monitoring*) untuk mendapatkan data real-time, yang sangat esensial untuk mendeteksi masalah lebih awal. Sejalan dengan pendekatan ini, Hasan et al. (2024) menunjukkan bagaimana penerapan *Machine Learning* (ML) dan *Internet of Things* (IoT) dalam pemantauan dan analisis kualitas air, baik dari sisi sejarah maupun tren terkini. Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi ML dan IoT membuat proses pemantauan kualitas air menjadi lebih efisien, akurat, dan hemat biaya. Sistem ini memungkinkan pemantauan real-time terhadap parameter air seperti pH, oksigen terlarut, dan suhu, yang dapat memberikan peringatan dini terhadap penurunan kualitas air. Selain itu, ML dan IoT juga berkontribusi pada penghematan biaya jangka panjang melalui pengurangan biaya tenaga kerja dan operasional. Sistem ini juga dapat mengoptimalkan alokasi sumber daya dan memungkinkan pemeliharaan prediktif, yang secara proaktif mendeteksi masalah sebelum memburuk, sehingga mengurangi biaya perbaikan yang mahal. Metode tradisional yang mengandalkan pengambilan sampel manual dan pengujian laboratorium, sering kali tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan. Sebaliknya, pendekatan yang diuraikan dalam makalah ini menawarkan solusi yang lebih modern dan akurat. Dengan memanfaatkan sistem berbasis ML dan IoT, AMDAL dapat memperoleh data yang lebih komprehensif dan real-time selama fase pemantauan. Hal ini memungkinkan para perencana untuk mendeteksi perubahan kualitas air secara instan, mengidentifikasi sumber polusi dengan lebih cepat dan mengambil tindakan korektif secara tepat waktu. Dengan demikian, teknologi ini dapat menjadi alat yang ampuh untuk

meningkatkan keandalan dan efektivitas prakiraan dampak, serta memastikan bahwa Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) dapat diimplementasikan secara optimal.



Gambar 5.5. Diagram Alir Rencana Mitigasi dan Pemantauan Dampak Fisik

Keterangan : X_{PL} : Nilai Baku Mutu

K_{PL} : Kualitas Parameter Lingkungan

5.6 Studi Kasus

Chukwunonso dan Ifeanyichukwu (2021) melakukan studi literatur untuk melakukan peninjauan komprehensif terhadap teknologi tradisional dan mutakhir yang digunakan untuk menghilangkan logam berat dari air dan air limbah. Hasil menunjukkan bahwa, meskipun terdapat beragam teknologi canggih untuk menghilangkan logam berat, tidak ada satu solusi yang dapat diterapkan secara universal. Penulis

menggarisbawahi presipitasi kimia sebagai metode yang paling umum dan mudah diimplementasikan, namun mengakui kelemahannya dalam hal volume lumpur yang dihasilkan dan biaya operasional. Sebaliknya, adsorpsi dinilai sangat efektif untuk konsentrasi logam yang rendah, terutama menggunakan material nanopartikel yang menawarkan luas permukaan besar, tetapi menjadi tidak efisien untuk skala besar. Untuk teknologi mutakhir, seperti filtrasi membran dan fotokatalisis, pembahasan menekankan efisiensi penghilangan polutan yang tinggi—sering kali melebihi 95%—namun mencatat kendala signifikan terkait biaya instalasi yang mahal, pemeliharaan yang rumit, dan masalah *fouling* pada membran. Dengan demikian, analisis ini secara informatif menyajikan perbandingan *trade-off* antara efektivitas, biaya, dan skalabilitas dari setiap teknologi, menegaskan bahwa pemilihan solusi mitigasi harus didasarkan pada karakteristik spesifik air limbah dan batasan proyek.

Pencemaran udara di kawasan perkotaan merupakan masalah lingkungan global, dengan kapal menjadi salah satu kontributor utama polutan berbahaya di area pelabuhan. Boikos C. et al. (2023) melakukan penelitian menggunakan metode pemodelan CFD (*Computational Fluid Dynamics*) untuk mengkaji bagaimana kapal memengaruhi kualitas udara di area pelabuhan pada tingkat mikro. Pendekatan RANS-CFD yang stabil diterapkan untuk mensimulasikan penyebaran polutan yang dikeluarkan oleh kapal, dan analisis sensitivitas spasial dari hasil pemodelan CFD dilakukan. Pelabuhan Marseille digunakan sebagai studi kasus, dan prediksi CFD dibandingkan dengan pengamatan di lokasi dari dua stasiun pemantauan untuk konsentrasi CO₂, CO, NO_x, SO₂, dan PM. Prediksi pemodelan menunjukkan deviasi rata-rata 8,2% (95% CI: -9,3%, 25,7%) dari pengukuran. Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa model CFD berhasil secara akurat memprediksi pola sebaran polusi, mengkonfirmasi bahwa faktor topografi urban seperti gedung-gedung dan jalan-jalan dapat secara signifikan memengaruhi aliran udara dan menciptakan kantung-kantung polusi. Validasi ini membuktikan bahwa pemodelan CFD adalah alat yang kredibel dan dapat diandalkan untuk digunakan dalam prakiraan

dampak fisik AMDAL, memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk mengidentifikasi area yang paling berisiko dan merencanakan strategi mitigasi yang efektif.

Ikrema Hassan et al. (2021) melakukan literatur review dengan mengkaji secara kritis teknologi lahan basah buatan (*Constructed Wetlands* - CW) sebagai metode pengolahan air limbah yang ramah lingkungan. Hasilnya menunjukkan bahwa CW merupakan teknologi yang sangat efektif untuk mengolah berbagai jenis air limbah, seperti air limbah domestik, industri, dan pertanian, dengan efisiensi penghilangan kontaminan seperti BOD, COD, dan TSS yang terbukti tinggi. Studi ini menemukan bahwa CW menawarkan keunggulan seperti biaya konstruksi dan operasional yang rendah, namun juga memiliki keterbatasan seperti kebutuhan lahan yang besar dan potensi penyumbatan pori. Temuan ini sangat relevan dengan penyusunan dokumen AMDAL, khususnya dalam prakiraan dan mitigasi dampak fisik terhadap kualitas air, karena CW dapat berfungsi sebagai solusi yang berkelanjutan dan terbukti secara ilmiah untuk mengelola limbah cair proyek, memastikan pemenuhan baku mutu air limbah dan perlindungan ekosistem perairan.

Mekhala Kaluarachchi et al. (2021) melakukan penelitian untuk menguji sebuah model yang dapat memprediksi perilaku pekerja konstruksi dalam mengendalikan polusi debu, dengan fokus pada perspektif kontrol perilaku. Penelitian ini menggunakan metode survei kuesioner yang disebarakan kepada pekerja di Sri Lanka. Data dari kuesioner tersebut kemudian dianalisis dengan pemodelan persamaan struktural untuk memahami hubungan antar variabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesadaran akan konsekuensi dari polusi debu dan pemberian tanggung jawab kepada pekerja secara signifikan memengaruhi niat dan perilaku mereka. Temuan ini sangat penting bagi dokumen AMDAL, khususnya dalam bab mitigasi, karena membuktikan bahwa selain solusi teknis seperti penyiraman atau jaring penahan debu, pendekatan non-teknis melalui perubahan perilaku dan kesadaran pekerja juga merupakan strategi yang efektif dan berkelanjutan untuk mengendalikan polusi debu di lokasi proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, N.; Syakir, M.I.; Rai, S.P.; Saini, R.; Pant, N.; Anees, M.T.; Qadir, A.; Khan, U. Multivariate Investigation of Heavy Metals in the Groundwater for Irrigation and Drinking in Garautha Tehsil, Jhansi District, India. *Anal. Lett.* 2020, 53, 774–794.
- Badan Standardisasi Nasional. 2017. SNI 19-7028-2004 tentang Tata Cara Pemantauan Kualitas Udara Ambien. Jakarta: BSN.
- Bedient, P. B., Huber, W. C., & Bates, R. M. (2021). *Hydrology and Floodplain Analysis* (5th ed.). Pearson.
- Boikos Christos, Siamidis Panagiotis, Oppo Sonia, Armengaud Alexandre , Tsegas George, Mellqvist Johan, Conde Vladimир, Ntziachristos Leonidas. 2024. Validating CFD modelling of ship plume dispersion in an urban environment with pollutant concentration measurements. *Atmospheric Environment: Volume 319*, 15, 2024, 120261. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.120261>.
- Canter, L. W. (1996). *Environmental Impact Assessment*. McGraw-Hill.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill.
- Das, Braja M. (2012). *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning.
- Faifura Vasy, Manzhula Volodymyr, Tsiaputa Andriy, Striletskyi Mykola, Franko Yuriy. 2025. Review of GIS Architecture for Environmental Monitoring: from Standalone Monoliths to AI-Ready Systems. The Second International Conference of Young Scientists on Artificial Intelligence for Sustainable Development (YAISD), May 8- 9, 2025, Ternopil, Ukraine.
- Getty Rebecca, Morrison-Saunders Angus. 2020. Evaluating the effectiveness of integrating the environmental impact assessment and mine closure planning processes. *Environmental Impact Assessment Review: Volume 82*, May

- 2020, 106366.
<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106366>.
- Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2012). *Introduction to Environmental Impact Assessment: A Guide to the EIA Process*. Routledge.
- Hassan Ikrema, Chowdhury S. R., Prihartato P. K., Razzak S. A. (2021). "Wastewater Treatment Using Constructed Wetland: Current Trends and Future Potential." *Processes*, 9(11), 1917. <https://doi.org/10.3390/pr9111917>.
- Hasan T. F., Kabashi N. A, Saleh Tanveer, Alam Md. Z., Wahab M. F., Nour A. H. 2024. Water Quality Monitoring Using Machine Learning And IoT: A Review. *Chemical And Natural Resources Engineering Journal*, Vol. 8, No. 2, 2024. DOI:10.31436/cnrej.v8i2.100.
- Kaluarachchi Mekhala, Waidyasekara Anuradha, Rameezdeen Raufdeen, Nicholas. (2021). Mitigating Dust Pollution from Construction Activities: A Behavioural Control Perspective. *Sustainability* 2021, 13, 9005. <https://doi.org/10.3390/su13169005>.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. Peraturan Menteri LHK No. 20 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor. Jakarta: KLHK.
- Kusuma M. N., Sholikhah Mar'atus. 2024. Pemodelan Polusi Udara akibat Pengalihan Lalu Lintas dari Pembangunan Fly Over Aloha Sidoarjo. *Jurnal Ilmu Lingkungan* Volume 22 Issue 4 (2024) : 923-932. Doi:10.14710/jil.22.4.923-932.
- Onyenanu C.N. dan Onyenanu I. U. 2025. Advanced Treatment Technologies for Heavy Metal Removal from Water and Wastewater: A Comprehensive Review. *International Journal of Applied and Natural Sciences : IJANS* 3(2): 111-131. DOI: 10.61424/ijans.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Ronald Belferik, Ar. Andiyan, Isnaini Zulkarnain, Prof. Dr. Musran Munizu, Jerry Marthin Samosir, Hery Afriyadi, Djudjun Rusmiatmoko, Iwan Adhicandra, Ir. Ahmad Syamil, Dr.

- Mohammad Ichsan, dan Ir. Adi Prasetyo. 2023. Manajemen Proyek: Teori & Penerapannya. *PT. Sonpedia Publishing Indonesia*.
- Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and W.D. Broderson (eds.). 2020. *The Soil Survey Manual*. USDA Handbook 18. United States Department of Agriculture, Washington, DC.
- Shiferaw Natnael, Habte Lulit dan Waleed Mirza. 2025. Land Use Dynamics and Their Impact On Hydrology and Water Quality Of A River Catchment: A Comprehensive Analysis and Future Scenario. *Environmental Science and Pollution Research* (2025) 32:4124–4136. <https://doi.org/10.1007/s11356-025-35946-y>.
- Silsilah U. P., Gandhimathi. Environmental Impact Assessment (EIA) and Prediction Method: Case Study. *Journal Of Technical Education Science*, Issue 74, January 2023. <https://doi.org/10.54644/jte.74.2023.1337>.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 2018. *Guidance on Best Management Practices for Stormwater Management*. Washington, DC: EPA.
- Vanclay, F. (2020). Reflections on Social Impact Assessment in the 21st century. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 38(2), 126–131. <https://doi.org/10.1080/14615517.2019.1685807>.
- Viessman Jr, W., Hammer, M. J., Perez, E. M., & Chadik, P. A. (2009). *Water Supply and Pollution Control*. Pearson Prentice Hall.

BAB 6

DAMPAK KIMIA PEMBANGUNAN USAHA/KEGIATAN WAJIB AMDAL

6.1 Dampak Polutan Kimia dari Kegiatan Industri

Industri merupakan salah satu pilar utama dalam perkembangan ekonomi suatu negara. Melalui berbagai proses produksi, industri menyediakan barang dan jasa yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Namun, di balik kemajuan dan efisiensi yang ditawarkan oleh sektor industri, terdapat sisi gelap yang sering kali terabaikan, yaitu dampak lingkungan yang ditimbulkan, khususnya dalam bentuk polutan kimia. Polusi kimia ini tidak hanya mengancam kesehatan manusia, tetapi juga mengganggu ekosistem dan keberlanjutan lingkungan. Polusi kimia dapat didefinisikan sebagai pencemaran yang disebabkan oleh keberadaan zat-zat kimia berbahaya di lingkungan. Zat-zat ini dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk aktivitas industri, pertanian, transportasi, dan limbah domestik. Dalam konteks industri, polutan kimia sering kali berupa limbah cair, gas buang, dan sisa produksi yang mengandung bahan berbahaya seperti logam berat, senyawa organik, dan bahan kimia beracun lainnya.

6.1.1 Sumber Polutan Kimia dari Kegiatan Industri

Kegiatan industri menghasilkan berbagai jenis polutan kimia yang dapat mencemari udara, air, dan tanah. Beberapa sumber utama polutan kimia dari industri antara lain:

1. **Proses Produksi:** Banyak industri, seperti pabrik kimia, tekstil, dan makanan, menggunakan bahan kimia dalam proses produksinya. Bahan kimia ini sering kali terbuang tanpa pengolahan yang memadai, sehingga mencemari lingkungan.
2. **Limbah Cair:** Limbah cair yang dihasilkan dari proses industri sering mengandung zat berbahaya. Jika dibuang ke

badan air tanpa pengolahan, limbah ini dapat merusak kualitas air dan mengancam kehidupan akuatik.

3. **Emisi Gas:** Proses pembakaran bahan bakar fosil di industri menghasilkan emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida, sulfur dioksida, dan nitrogen oksida. Gas-gas ini dapat menyebabkan pencemaran udara dan berkontribusi pada perubahan iklim.
4. **Penyimpanan dan Pengolahan Bahan Berbahaya:** Banyak industri menyimpan bahan kimia berbahaya dalam jumlah besar. Jika tidak dikelola dengan baik, kebocoran atau tumpahan dapat terjadi, mengakibatkan pencemaran tanah dan air.

6.1.2 Dampak Polusi Kimia

Dampak dari polusi kimia sangat luas dan kompleks. Beberapa dampak yang paling signifikan meliputi:

1. **Kesehatan Manusia:** Paparan terhadap polutan kimia dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, mulai dari gangguan pernapasan, iritasi kulit, hingga penyakit kronis seperti kanker. Anak-anak dan kelompok rentan lainnya lebih berisiko terkena dampak ini.
2. **Kerusakan Ekosistem:** Polutan kimia dapat merusak ekosistem, mengganggu rantai makanan, dan menyebabkan kematian spesies. Contohnya, pencemaran air oleh logam berat dapat mengakibatkan kematian ikan dan hewan akuatik lainnya.
3. **Perubahan Iklim:** Emisi gas rumah kaca dari kegiatan industri berkontribusi pada perubahan iklim global. Ini dapat menyebabkan berbagai bencana alam, seperti banjir, kekeringan, dan peningkatan suhu global.

Polutan kimia merupakan zat atau senyawa yang dilepaskan ke lingkungan akibat aktivitas manusia maupun proses alami, yang keberadaannya dapat menurunkan kualitas lingkungan dan menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem maupun kesehatan manusia. Sumber polutan kimia sangat beragam, mulai dari kegiatan industri, pertanian,

transportasi, rumah tangga, hingga proses alamiah seperti letusan gunung berapi dan pelapukan mineral.

1. Dampak terhadap Komponen Abiotik Lingkungan

Polutan kimia yang masuk ke udara, tanah, maupun perairan dapat memengaruhi kualitas fisik dan kimia komponen abiotik. Misalnya, pencemaran udara akibat sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) dapat menyebabkan hujan asam, yang menurunkan pH tanah dan air. Hal ini berdampak pada hilangnya unsur hara, perubahan komposisi mineral tanah, serta kerusakan bangunan dan infrastruktur. Di perairan, polutan seperti logam berat (Hg, Pb, Cd) dapat terakumulasi dan menurunkan kualitas air sehingga tidak layak untuk konsumsi maupun keperluan domestik.

2. Dampak terhadap Ekosistem Perairan

Ekosistem perairan sangat rentan terhadap polutan kimia. Eutrofikasi merupakan salah satu fenomena penting yang disebabkan oleh masuknya nutrisi berlebih (nitrat dan fosfat) dari limbah pertanian atau domestik. Kondisi ini mendorong pertumbuhan alga berlebihan (algal bloom) yang mengurangi kadar oksigen terlarut, sehingga menyebabkan kematian organisme akuatik. Selain itu, pestisida dan logam berat yang larut dalam air dapat menimbulkan bioakumulasi dan biomagnifikasi di dalam rantai makanan, yang pada akhirnya membahayakan predator puncak, termasuk manusia.

3. Dampak terhadap Ekosistem Darat

Polutan kimia juga memengaruhi ekosistem darat melalui tanah dan udara. Senyawa kimia beracun seperti pestisida dapat merusak mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam dekomposisi bahan organik dan siklus nutrisi. Selain itu, kontaminasi logam berat dalam tanah dapat menghambat pertumbuhan tanaman, mengurangi hasil pertanian, serta menurunkan kualitas produk pangan. Polutan udara seperti ozon troposferik juga dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman dan menyebabkan kerusakan jaringan daun.



Gambar 6.1. Berbagai macam bahan pencemar perairan

4. Dampak terhadap Kesehatan Manusia

Polutan kimia menimbulkan risiko langsung maupun tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Logam berat seperti merkuri dapat menyebabkan gangguan sistem saraf, sedangkan timbal memengaruhi perkembangan otak pada anak-anak. Polutan organik persisten (POPs) seperti pestisida organoklorin (DDT, dieldrin) bersifat karsinogenik dan dapat mengganggu sistem endokrin. Selain itu, senyawa kimia penyebab pencemaran udara seperti karbon monoksida (CO), partikel halus (PM_{2.5}), dan ozon dapat meningkatkan risiko penyakit pernapasan, kardiovaskular, hingga kematian dini.

5. Dampak Global

Beberapa polutan kimia memiliki efek global yang bersifat lintas batas negara. Contohnya, gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , N_2O) berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim, yang berdampak pada pola cuaca, kenaikan permukaan laut, serta hilangnya keanekaragaman hayati. Senyawa kimia lain seperti klorofluorokarbon (CFC) berperan dalam merusak lapisan ozon stratosfer, sehingga meningkatkan intensitas radiasi UV-B yang sampai ke permukaan bumi, dengan implikasi serius bagi kesehatan manusia dan ekosistem.

Dampak polutan kimia di lingkungan mencakup aspek lokal hingga global, dengan konsekuensi serius terhadap kualitas ekosistem, kesehatan manusia, serta keberlanjutan sumber daya alam. Oleh karena itu, pengelolaan polutan kimia membutuhkan pendekatan terpadu melalui regulasi, teknologi pengolahan limbah, penggunaan bahan kimia ramah lingkungan, serta peningkatan kesadaran masyarakat.

6.1.3 Upaya Mengurangi Polusi Kimia

Mengurangi polusi kimia dari kegiatan industri memerlukan kerjasama antara pemerintah, industri, dan masyarakat. Beberapa langkah yang dapat diambil antara lain:

1. **Regulasi dan Kebijakan:** Pemerintah perlu menerapkan regulasi yang ketat terkait pengelolaan limbah industri dan emisi gas. Sanksi bagi pelanggar harus ditegakkan untuk mendorong kepatuhan.
2. **Teknologi Ramah Lingkungan:** Industri harus berinvestasi dalam teknologi yang lebih bersih dan efisien, seperti penggunaan energi terbarukan dan proses produksi yang minim limbah.
3. **Pengolahan Limbah:** Setiap industri harus memiliki sistem pengolahan limbah yang efektif untuk memastikan bahwa limbah yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan.
4. **Kesadaran Masyarakat:** Masyarakat perlu diberdayakan untuk memahami dampak polusi kimia dan berperan aktif dalam menjaga lingkungan. Edukasi tentang pentingnya lingkungan yang bersih harus ditingkatkan.

Kegiatan industri memiliki peran penting dalam pembangunan ekonomi, namun tidak bisa dipungkiri bahwa industri juga menjadi sumber polutan kimia yang signifikan. Dampak dari polusi ini sangat merugikan, baik bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya bersama untuk mengurangi polusi kimia melalui regulasi yang ketat, teknologi ramah lingkungan, dan kesadaran masyarakat. Hanya dengan langkah-langkah ini, kita dapat mencapai keseimbangan antara kemajuan industri dan keberlanjutan lingkungan (Samin, 2006).

6.2 Potensi Polutan Kimia dari Kegiatan Pertanian

6.2.1 Jenis dan sumber

Pertanian merupakan sektor yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan manusia, namun di sisi lain aktivitasnya juga berpotensi menghasilkan polutan kimia yang dapat mencemari lingkungan. Intensifikasi pertanian modern, yang ditandai dengan penggunaan pupuk kimia, pestisida, herbisida, fungisida, serta aktivitas pengolahan tanah, memiliki konsekuensi terhadap kualitas air, tanah, udara, bahkan kesehatan manusia. Penggunaan pupuk anorganik seperti urea, ammonium sulfat, superfosfat, dan kalium klorida bertujuan meningkatkan produktivitas lahan. Namun, bila diaplikasikan berlebihan, pupuk ini berpotensi menjadi polutan. Nitrat (NO_3^-) dari pupuk nitrogen sangat mudah larut dan dapat tercuci ke perairan (leaching), sehingga menimbulkan eutrofikasi. Fosfat dari pupuk fosfor dapat terikat di sedimen perairan, tetapi dalam kondisi tertentu dapat kembali dilepaskan, memperburuk pencemaran. Selain itu, akumulasi garam dari penggunaan pupuk berlebihan dapat meningkatkan salinitas tanah dan menurunkan kesuburannya.

Pestisida : Pestisida merupakan salah satu sumber polutan kimia utama dari pertanian. Zat ini meliputi insektisida, herbisida, rodentisida, dan fungisida yang dirancang untuk membasmi organisme pengganggu. Namun, residu pestisida yang tersisa di lingkungan dapat menimbulkan dampak berantai.

Mengkontaminasi tanah dengan mengganggu mikroba tanah yang berperan dalam siklus nutrisi. Mengkontaminasi air Dimana pestisida yang tercuci ke sungai atau danau dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik. Bioakumulasi senyawa pestisida persisten (misalnya organoklorin seperti DDT) dapat menumpuk dalam jaringan organisme hidup dan masuk ke rantai makanan, membahayakan predator tingkat tinggi termasuk manusia. Paparan pestisida kronis dapat menyebabkan gangguan saraf, kanker, serta gangguan endokrin.

Limbah Peternakan: Pertanian sering terintegrasi dengan aktivitas peternakan. Limbah peternakan mengandung nitrogen, fosfor, serta sisa obat-obatan hewan (antibiotik, hormon pertumbuhan). Bila tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari air permukaan maupun air tanah. Antibiotik yang masuk ke lingkungan juga berpotensi memicu resistensi mikroba, yang menjadi masalah global dalam bidang kesehatan masyarakat.

Bahan Bakar dan Pelumas : Penggunaan mesin pertanian (traktor, pompa, alat panen) berpotensi menghasilkan pencemar kimia berupa bahan bakar yang bocor, oli, serta pelumas. Senyawa hidrokarbon dari bahan ini dapat mencemari tanah dan air serta bersifat toksik bagi organisme.

Plastik Pertanian : Pemakaian plastik mulsa, jaring, maupun kemasan kimia pertanian dapat berakhir sebagai limbah mikroplastik di tanah maupun perairan. Mikroplastik berperan sebagai polutan kimia sekaligus fisik karena dapat mengadsorpsi logam berat atau residu pestisida, memperparah risiko lingkungan.

Gas Emisi Pertanian : Selain polutan yang berbentuk padat atau cair, kegiatan pertanian juga melepaskan polutan kimia ke atmosfer, misalnya gas rumah kaca: nitrous oksida (N_2O) dari pemupukan nitrogen dan metana (CH_4) dari sawah tergenang serta peternakan. Amonia (NH_3): dari pupuk dan limbah ternak yang menguap ke udara, berkontribusi terhadap pembentukan partikulat halus ($PM_{2.5}$).

6.2.2 Dampak Lingkungan

Pertanian merupakan sektor vital dalam penyediaan pangan, namun praktik pertanian modern yang intensif juga menghasilkan berbagai polutan kimia yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Polutan ini berasal dari penggunaan pupuk kimia, pestisida, herbisida, limbah peternakan, plastik pertanian, hingga emisi gas dari lahan dan ternak. Dampak yang ditimbulkan meluas, mencakup tanah, air, udara, ekosistem, serta kesehatan manusia.

1. Dampak pada Tanah

Polutan pertanian dapat menurunkan kualitas dan fungsi tanah. Penggunaan pupuk anorganik berlebihan mengakibatkan akumulasi nitrat, fosfat, serta garam yang meningkatkan salinitas tanah. Hal ini menurunkan kesuburan tanah, merusak struktur tanah, dan mengurangi keanekaragaman mikroba tanah yang berperan penting dalam dekomposisi bahan organik. Residu pestisida juga dapat terikat dalam partikel tanah dan mengubah keseimbangan biogeokimia tanah.

2. Dampak pada Perairan

Salah satu dampak terbesar polutan pertanian adalah pencemaran air. Nitrat dan fosfat dari pupuk serta limbah peternakan yang tercuci ke sungai, danau, atau waduk memicu eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga berlebih yang menurunkan oksigen terlarut. Kondisi ini menyebabkan kematian ikan dan organisme akuatik lainnya. Pestisida yang masuk ke perairan bersifat toksik bagi plankton, ikan, bahkan burung pemakan ikan. Selain itu, kontaminasi air tanah oleh nitrat dapat membahayakan kesehatan manusia bila digunakan sebagai sumber air minum.



Gambar 6.2. Dampak pencemaran hara

3. Dampak pada Udara

Aktivitas pertanian juga menghasilkan polutan udara. Emisi amonia (NH_3) dari pupuk dan limbah ternak dapat membentuk partikulat halus ($\text{PM}_{2.5}$) yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Gas rumah kaca seperti metana (CH_4) dari sawah tergenang dan peternakan, serta nitrous oksida (N_2O) dari pemupukan nitrogen, berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil pada mesin pertanian melepaskan karbon dioksida (CO_2) yang memperparah efek rumah kaca.

5. Dampak pada Ekosistem

Polutan pertanian mengganggu keseimbangan ekosistem. Residu pestisida dapat menyebabkan bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam rantai makanan, mengancam predator tingkat tinggi termasuk burung pemangsa dan mamalia. Penurunan kualitas tanah mengurangi keragaman flora dan fauna tanah, sementara pencemaran air mengganggu komunitas akuatik. Bahkan, beberapa spesies lokal bisa punah akibat perubahan drastis kualitas habitatnya.

6. Dampak pada Kesehatan Manusia

Polutan pertanian tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga membahayakan manusia secara langsung maupun tidak langsung. Residu pestisida pada produk

pangan dapat menimbulkan risiko kanker, gangguan saraf, serta gangguan sistem endokrin. Konsumsi air yang tercemar nitrat dapat menyebabkan methemoglobinemia (blue baby syndrome) pada bayi. Sementara itu, emisi gas dan partikel dari pertanian meningkatkan risiko penyakit pernapasan dan kardiovaskular.

Polutan pertanian memberikan dampak multidimensi terhadap tanah, air, udara, ekosistem, dan kesehatan manusia. Meski pertanian sangat penting bagi ketahanan pangan, pengelolaan praktik pertanian perlu diarahkan ke sistem berkelanjutan agar tidak merusak lingkungan. Penggunaan pupuk organik, pestisida nabati, teknologi ramah lingkungan, serta integrasi sistem pertanian-peternakan dapat mengurangi potensi dampak negatif polutan pertanian. Pertanian modern memiliki potensi besar sebagai sumber polutan kimia yang mencemari tanah, air, dan udara. Polutan ini tidak hanya berdampak pada ekosistem tetapi juga pada kesehatan manusia. Oleh karena itu, penerapan praktik pertanian berkelanjutan seperti penggunaan pupuk organik, pestisida nabati, sistem irigasi efisien, daur ulang limbah peternakan, dan penerapan bioteknologi ramah lingkungan sangat penting untuk mengurangi dampak polutan kimia dari kegiatan pertanian (William, 2013).

6.3 Dampak Kimia pada Lingkungan dari Tiap Tahap Kegiatan Pembangunan

Pembangunan suatu kegiatan usaha, baik di sektor industri, infrastruktur, maupun kawasan komersial, berpotensi menimbulkan dampak kimia terhadap lingkungan. Dampak ini dapat muncul pada setiap tahapan kegiatan, mulai dari pra-konstruksi, konstruksi, hingga operasional. Pemahaman mengenai potensi dampak kimia pada tiap tahap penting untuk memastikan bahwa pembangunan tetap berjalan dengan memperhatikan aspek lingkungan, kesehatan, dan keberlanjutan.

6.3.1 Tahap Pra-Konstruksi

Tahap pra-konstruksi mencakup perencanaan, persiapan lahan, hingga aktivitas awal sebelum dimulainya pembangunan fisik. Pada tahap ini, potensi dampak kimia muncul dari pembersihan Lahan dan Vegetasi : Aktivitas pembakaran vegetasi untuk membuka lahan menghasilkan emisi kimia ke udara, seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan senyawa organik volatil (VOC). Gas-gas ini berkontribusi terhadap pencemaran udara lokal sekaligus memperburuk efek rumah kaca. Penggunaan Herbisida dan Pestisida : Untuk membersihkan gulma atau hama, sering digunakan bahan kimia pertanian. Residu bahan ini dapat mencemari tanah dan air, mengganggu mikroorganisme tanah, serta menimbulkan bioakumulasi di ekosistem perairan. Aktivitas Mobilisasi Awal : Penggunaan alat berat untuk survei dan pembukaan lahan berpotensi menimbulkan kebocoran oli, solar, atau pelumas. Hidrokarbon dari bahan ini dapat masuk ke tanah dan air, menimbulkan toksisitas bagi organisme. Dampak utama tahap pra-konstruksi: pencemaran udara lokal, degradasi kualitas tanah, pencemaran air permukaan maupun air tanah, serta gangguan awal pada ekosistem.

6.3.2 Tahap Konstruksi

Tahap konstruksi adalah fase pembangunan fisik yang melibatkan penggunaan bahan bangunan, peralatan berat, serta aktivitas intensif manusia. Potensi dampak kimia dari tahap ini lebih kompleks, di antaranya penggunaan Bahan Kimia Konstruksi : Cat, pelarut, semen, beton aditif, dan aspal mengandung senyawa kimia seperti logam berat (Pb, Cr, Hg) serta senyawa organik volatil (VOC). Pelepasan zat-zat ini dapat mencemari udara, tanah, dan air sekitar lokasi. Limbah Cair dan Padat : Air bekas pencucian peralatan mengandung semen, minyak, atau pelarut kimia. Limbah padat berupa sisa cat, plastik, dan kemasan bahan kimia dapat terakumulasi di lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Tumpahan Bahan Bakar dan Pelumas : Alat berat di lokasi konstruksi menggunakan bahan bakar fosil yang rentan bocor. Tumpahan ini dapat meresap ke dalam tanah,

mencemari air tanah, dan menimbulkan bahaya kebakaran. Emisi Udara : Aktivitas pengelasan, pembakaran, dan transportasi menghasilkan polutan udara seperti oksida nitrogen (NO_x), sulfur dioksida (SO_2), karbon monoksida (CO), dan partikulat halus ($\text{PM}_{2.5}$). Polutan ini menurunkan kualitas udara dan dapat memengaruhi kesehatan pekerja maupun masyarakat sekitar. Dampak utama tahap konstruksi: pencemaran udara dari emisi dan VOC, pencemaran tanah akibat tumpahan kimia, pencemaran air dari limbah konstruksi, serta potensi gangguan kesehatan bagi manusia.

6.3.3 Tahap Operasional

Tahap operasional merupakan fase ketika kegiatan usaha mulai berjalan dan menghasilkan output utama. Pada tahap ini, sumber polutan kimia sangat tergantung pada jenis usaha, tetapi secara umum meliputi :

Industri Manufaktur : Menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan kimia spesifik (logam berat, asam-basa, deterjen, pewarna sintetis). Jika dibuang tanpa pengolahan, limbah ini dapat mencemari sungai dan air tanah.

Kawasan Perdagangan dan Perkantoran : Menghasilkan limbah domestik seperti deterjen, cairan pembersih, serta pestisida untuk taman. Walaupun tampak kecil, jika terakumulasi dalam jumlah besar dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Energi dan Transportasi : Pembangkit listrik berbahan fosil dan kendaraan bermotor menghasilkan gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , N_2O) serta polutan udara seperti SO_2 , NO_x , dan partikulat. Polutan ini berkontribusi terhadap pemanasan global dan menurunkan kualitas udara lokal.

Pertanian dan Perkebunan : Pada tahap operasional, penggunaan pupuk kimia, pestisida, dan herbisida berlebihan menyebabkan pencemaran tanah, air, serta bioakumulasi bahan kimia berbahaya dalam ekosistem.

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) : Berbagai sektor usaha menghasilkan limbah B3 seperti baterai bekas, oli, cat, logam berat, dan pelarut. Limbah ini memerlukan

pengelolaan khusus, sebab sifatnya toksik, korosif, reaktif, atau mudah meledak.

Dampak utama tahap operasional: pencemaran air, tanah, dan udara yang bersifat kronis, emisi gas rumah kaca, serta potensi akumulasi bahan kimia berbahaya di ekosistem dan rantai makanan. Setiap tahap kegiatan pembangunan — pra-konstruksi, konstruksi, dan operasional memiliki potensi dampak kimia yang berbeda terhadap lingkungan. Tahap pra-konstruksi lebih dominan pada pencemaran awal akibat pembukaan lahan dan penggunaan bahan kimia pertanian. Tahap konstruksi menghasilkan pencemar dari bahan bangunan, emisi udara, serta tumpahan bahan bakar. Sedangkan tahap operasional membawa dampak jangka panjang berupa limbah cair, limbah B3, dan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi yang menyeluruh, antara lain: pengelolaan limbah terpadu, penerapan teknologi ramah lingkungan, penggunaan bahan kimia yang lebih aman, serta pengawasan ketat terhadap emisi dan limbah dari setiap tahap pembangunan. Dengan langkah-langkah ini, keberlanjutan pembangunan dapat tercapai tanpa mengorbankan kualitas lingkungan.

6.4 Kimia Polutan Lingkungan

Industri merupakan salah satu sektor yang berperan besar dalam pembangunan ekonomi. Namun, aktivitas industri juga menghasilkan berbagai polutan kimia yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan bila tidak dikelola dengan baik. Polutan ini dapat berbentuk gas, cair, maupun padat, yang sifatnya beracun, persisten, bioakumulatif, bahkan berpotensi karsinogenik. Jenis polutan kimia tersebut bervariasi tergantung pada jenis kegiatan usaha industri, namun secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Logam Berat : Industri pertambangan, peleburan, baterai, tekstil, cat, dan elektroplating sering melepaskan logam berat ke lingkungan. Jenis: merkuri (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd), kromium (Cr), arsenik (As). **Dampak Lingkungan:** logam berat tidak dapat terurai secara alami sehingga menumpuk di tanah

dan perairan. Dampak pada Biota: menimbulkan bioakumulasi dan biomagnifikasi, merusak organ dalam ikan, burung, dan hewan lain. Dampak pada Manusia: keracunan kronis, gangguan saraf (Hg), gangguan perkembangan otak (Pb), gagal ginjal (Cd), serta sifat karsinogenik (Cr, As).



Gambar 6.3. Pencemaran kimia pada perairan

Senyawa Organik Persisten (*Persistent Organic Pollutants/POPs*) : POPs adalah bahan kimia organik yang sulit terdegradasi dan dapat bertahan lama di lingkungan. Jenis pestisida organoklorin (DDT, aldrin, dieldrin), poliklorinasi bifenil (PCB), dioksin, dan furan dihasilkan dari industri kimia, plastik, kertas, serta pembakaran limbah. Dampak Lingkungan: mencemari tanah, udara, dan air dengan daya sebar lintas batas negara, dampak pada Biota: menyebabkan gangguan reproduksi, kelainan genetik, dan kepunahan spesies tertentu. Dampak pada Manusia: bersifat karsinogenik, mengganggu sistem endokrin, serta menurunkan daya tahan tubuh.

Bahan Kimia Organik Berbahaya : Industri kimia, petrokimia, farmasi, dan tekstil banyak menghasilkan bahan kimia organik berbahaya. Jenis pelarut organik (benzena, toluena, xilena), senyawa fenol, formaldehida, deterjen sintetis,

pewarna azo. Dampak Lingkungan yang ditimbulkan mencemari badan air, menyebabkan bau, warna, serta menurunkan oksigen terlarut. Dampak pada Biota: toksisitas akut pada ikan dan plankton, menurunkan biodiversitas. Dampak pada Manusia: benzena bersifat karsinogenik (leukemia), formaldehida menyebabkan iritasi pernapasan, pewarna azo dapat menghasilkan amina aromatik berbahaya.

Gas Pencemar Udara : Industri energi, semen, baja, kimia, dan transportasi melepaskan gas pencemar ke atmosfer. Jenis: sulfur dioksida (SO_2), nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO_2), ozon troposfer (O_3), serta senyawa organik volatil (VOC). Dampak Lingkungan dapat menyebabkan hujan asam, penurunan kualitas udara, dan kerusakan vegetasi. CO_2 dan CH_4 berperan besar dalam pemanasan global. Dampak pada Manusia: iritasi saluran pernapasan, asma, penyakit jantung, hingga kematian dini akibat paparan partikulat halus ($\text{PM}_{2.5}$).

Dampak Lingkungan: perubahan pH air, penurunan oksigen terlarut, toksisitas pada biota perairan. Dampak pada Manusia: kontaminasi sumber air minum, gangguan metabolisme, hingga keracunan akut (misalnya sianida).

Tabel 6.1. Katagori usaha/kegiatan dengan polutan kimia yang dihasilkan

Kategori Usaha/Kegiatan	Fase Kegiatan	Contoh Bahan Kimia / Dampak Potensial
Industri Kimia	Operasional	VOCs, NO_x , SO_2 , pelarut organik
Pertambangan & Pemrosesan Logam	Operasional	Pb, Cd, Hg, Cr, pelarut, residu tambang
Pembangkit Listrik (Fosil)	Operasional	Emisi SO_2 , NO_x , CO , PM, logam berat
Instalasi Limbah B3 / IPAL	Semua fase	Limbah B3, gas reaksi, pelarut berbahaya

Kategori Usaha/Kegiatan	Fase Kegiatan	Contoh Bahan Kimia / Dampak Potensial
Farmasi / Pestisida / Plastik	Operasional	Agen farmasi sintetis, pestisida, BTEX, PCB, senyawa korosif
Konstruksi	Konstruksi	Debu kimia, pelarut, sisa semprotan cat, tumpahan cair
Pascakonstruksi	Pascakonstruksi	Residu padat/cair, sisa kontaminan

Industri juga menghasilkan limbah padat yang tergolong bahan berbahaya dan beracun (B3). Jenis: abu terbang (fly ash), lumpur industri, slag logam, baterai bekas, katalis. Dampak Lingkungan: berpotensi mencemari tanah dan air melalui pencucian (*leaching*). Dampak pada Biota: sifat toksik dan bioakumulatif menurunkan biodiversitas. Dampak pada Manusia: kontak langsung dengan limbah B3 dapat menyebabkan iritasi, luka bakar kimia, hingga efek jangka panjang seperti kanker.

Jenis polutan kimia dari kegiatan usaha industri sangat beragam, mulai dari logam berat, senyawa organik persisten, bahan organik berbahaya, gas pencemar udara, hingga limbah cair dan padat yang bersifat toksik. Dampaknya tidak hanya merusak kualitas tanah, air, dan udara, tetapi juga menimbulkan gangguan serius pada ekosistem serta kesehatan manusia. Untuk meminimalkan dampak ini, diperlukan pengelolaan limbah terpadu, penerapan prinsip clean production, penggunaan teknologi ramah lingkungan, serta regulasi ketat terhadap emisi dan pembuangan limbah industri. Dengan pendekatan tersebut, keseimbangan antara pembangunan industri dan perlindungan lingkungan dapat tercapai.

6.5 Mekanisme Pencemaran Polutan Kimia Perairan dari Limbah Industri

Pencemaran perairan akibat limbah industri merupakan salah satu masalah lingkungan yang serius dan kompleks. Limbah industri dapat mengandung berbagai polutan kimia yang dapat merusak kualitas air dan ekosistem akuatik. Dalam bagian ini, kita akan membahas secara mendalam mengenai mekanisme pencemaran polutan kimia perairan yang berasal dari limbah industri, termasuk jenis-jenis polutan, jalur masuknya ke dalam perairan, serta dampak yang ditimbulkan.

Pencemaran kimia di lingkungan perairan dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, antara lain:

1. Limbah Cair

Limbah cair merupakan salah satu sumber utama pencemaran kimia di perairan. Kegiatan industri, pertanian, dan domestik seringkali menghasilkan limbah cair yang mengandung berbagai zat berbahaya, seperti logam berat, pestisida, dan bahan kimia organik. Ketika limbah cair ini dibuang ke dalam sungai, danau, atau laut tanpa pengolahan yang memadai, dapat menyebabkan pencemaran yang serius.

Limbah cair dapat mengubah kualitas fisik, kimia, dan biologis dari air. Misalnya, peningkatan konsentrasi nutrisi seperti nitrogen dan fosfor dapat menyebabkan eutrofikasi, yang mengakibatkan pertumbuhan alga yang berlebihan dan penurunan kadar oksigen di dalam air. Hal ini dapat berdampak pada kehidupan akuatik, termasuk ikan dan organisme lainnya.

2. Limbah Padat

Limbah padat, seperti sampah plastik dan sisa-sisa industri, juga dapat mencemari lingkungan perairan. Limbah padat yang dibuang sembarangan dapat terbawa oleh aliran air ke sungai dan laut. Selain itu, limbah padat yang terurai di perairan dapat melepaskan zat kimia berbahaya ke dalam air. Sampah plastik, misalnya, dapat terdegradasi menjadi mikroplastik yang sulit terurai dan dapat terakumulasi dalam rantai makanan. Organisme laut yang mengkonsumsi

mikroplastik dapat mengalami gangguan kesehatan, dan pada akhirnya dapat mempengaruhi manusia yang mengkonsumsi hasil laut tersebut.

3. Emisi Gas

Emisi gas dari kegiatan industri dan transportasi juga dapat berdampak pada kualitas air. Gas-gas seperti sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) dapat bereaksi dengan air hujan, membentuk asam sulfat dan asam nitrat yang dapat menyebabkan hujan asam. Hujan asam ini dapat mengubah pH air dan merusak ekosistem perairan.

4. Penggunaan Pestisida dan Bahan Kimia Pertanian

Di sektor pertanian, penggunaan pestisida dan bahan kimia lainnya dapat mencemari sumber air. Ketika hujan turun, pestisida yang diterapkan di lahan pertanian dapat terbawa ke sungai dan danau. Zat-zat kimia ini dapat membahayakan organisme air dan mengganggu keseimbangan ekosistem.

Polutan kimia dari limbah industri dapat masuk ke dalam perairan melalui beberapa jalur, antara lain:

- a. **Pembuangan Langsung:** Salah satu cara paling umum polutan memasuki perairan adalah melalui pembuangan langsung limbah cair dari industri ke sungai, danau, atau laut. Pembuangan ini seringkali dilakukan tanpa pengolahan yang memadai, sehingga polutan langsung mencemari badan air.
- b. **Runoff Permukaan:** Selama hujan, air hujan dapat membawa polutan yang terdapat di permukaan tanah akibat kegiatan industri. Limbah yang terakumulasi di permukaan dapat terbawa ke dalam saluran air dan akhirnya masuk ke perairan.
- c. **Peresapan ke Tanah:** Limbah cair yang dibuang ke tanah dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari sumber air tanah. Air tanah yang tercemar ini dapat mengalir ke dalam badan air, menyebabkan pencemaran lebih lanjut.
- d. **Emisi Gas:** Gas-gas berbahaya yang dihasilkan oleh industri, seperti sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x), dapat bereaksi dengan air hujan untuk

membentuk asam yang dapat mencemari perairan melalui hujan asam.

Dampak pencemaran kimia dari limbah industri terhadap lingkungan perairan dapat sangat merugikan, antara lain:

Kerusakan Ekosistem: Polutan kimia dapat merusak ekosistem perairan, mengurangi keanekaragaman hayati, dan mempengaruhi organisme akuatik. Contohnya, eutrofikasi yang disebabkan oleh peningkatan nutrisi dapat menyebabkan kematian massal ikan dan organisme lainnya akibat penurunan kadar oksigen. **Akumulasi Toksik:** Logam berat dan senyawa berbahaya lainnya dapat terakumulasi dalam tubuh organisme, termasuk ikan dan kerang. Proses ini dapat mengganggu kesehatan organisme dan berpotensi membahayakan manusia yang mengkonsumsinya. **Penurunan Kualitas Air:** Pencemaran kimia dapat menyebabkan perubahan dalam kualitas fisik dan kimia air, seperti peningkatan turbiditas, perubahan pH, dan penurunan kadar oksigen terlarut. Hal ini dapat mempengaruhi kehidupan akuatik dan kualitas air untuk keperluan manusia. **Dampak Ekonomi:** Pencemaran perairan dapat berdampak negatif pada sektor ekonomi yang bergantung pada sumber daya air, seperti perikanan, pariwisata, dan pertanian. Kerugian ekonomi ini dapat berlanjut dalam jangka panjang jika pencemaran tidak ditangani dengan baik (Morris, 2009).

6.6 Mekanisme Pencemaran Polutan Kimia di Udara dari Limbah Industri

Pencemaran udara akibat limbah industri merupakan salah satu masalah lingkungan yang signifikan dan dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia, ekosistem, dan iklim. Limbah industri dapat melepaskan berbagai polutan kimia ke atmosfer melalui berbagai mekanisme. Mekanisme pencemaran polutan kimia di udara yang berasal dari limbah industri, termasuk jenis-jenis polutan, jalur emisi, serta dampak yang ditimbulkan.

Limbah industri dapat menghasilkan berbagai jenis polutan kimia yang berbahaya bagi kualitas udara. Beberapa jenis polutan tersebut meliputi:

1. **Senyawa Organik Volatil (COV):** Senyawa ini termasuk pelarut, bahan kimia industri, dan produk sampingan dari proses produksi. COV dapat menguap ke atmosfer dan berkontribusi pada pembentukan ozon troposferik dan polusi udara.
2. **Partikulat (PM):** Partikulat adalah partikel padat atau cair yang terdispersi di udara. Sumber partikulat dari industri termasuk debu, asap, dan aerosol yang dihasilkan dari proses pembakaran atau pengolahan material.
3. **Gas Berbahaya:** Limbah industri dapat menghasilkan berbagai gas berbahaya, termasuk sulfur dioksida (SO_2), nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), dan amonia (NH_3). Gas-gas ini dapat berkontribusi pada pembentukan hujan asam, polusi ozon, dan masalah kesehatan.
4. **Logam Berat:** Beberapa industri, seperti pertambangan dan pengolahan logam, dapat melepaskan logam berat seperti timbal, merkuri, dan kadmium ke atmosfer. Logam berat ini dapat terakumulasi dalam rantai makanan dan berdampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan.

Polutan kimia dari limbah industri dapat memasuki atmosfer melalui beberapa jalur emisi, antara lain:

1. **Emisi Langsung dari Proses Produksi:** Banyak industri menghasilkan polutan kimia sebagai hasil sampingan dari proses produksi. Emisi ini dapat terjadi melalui cerobong asap, ventilasi, atau kebocoran dari peralatan industri. Misalnya, dalam proses pembakaran bahan bakar fosil, gas-gas berbahaya seperti SO_2 dan NO_x dapat dilepaskan ke udara.
2. **Pembuangan Limbah Cair:** Limbah cair yang dibuang ke dalam badan air dapat menguap menjadi gas berbahaya. Misalnya, senyawa organik volatil (COV) dapat menguap dari limbah cair dan mencemari udara di sekitarnya.

3. **Pengangkutan dan Penyimpanan:** Proses pengangkutan dan penyimpanan bahan kimia berbahaya juga dapat menyebabkan emisi. Kebocoran selama transportasi atau penyimpanan dapat melepaskan polutan ke atmosfer.
4. **Proses Pembakaran:** Pembakaran limbah padat atau limbah cair yang mengandung bahan kimia berbahaya dapat menghasilkan emisi gas beracun dan partikulat. Proses ini seringkali tidak efisien dan dapat menghasilkan polutan dalam jumlah besar.

Dampak pencemaran kimia dari limbah industri terhadap kualitas udara dan kesehatan manusia dapat sangat merugikan, antara lain:

1. **Masalah Kesehatan:** Paparan polutan udara dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk gangguan pernapasan, penyakit jantung, dan kanker. Anak-anak, orang tua, dan individu dengan kondisi kesehatan yang sudah ada sebelumnya sangat rentan terhadap efek ini.
2. **Kerusakan Lingkungan:** Polutan udara dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem, termasuk pencemaran tanah dan air. Hujan asam yang dihasilkan dari emisi gas seperti SO_2 dan NO_x dapat merusak tanah, tanaman, dan sumber air.
3. **Perubahan Iklim:** Beberapa polutan, seperti karbon dioksida (CO_2) dan metana (CH_4), berkontribusi pada perubahan iklim. Emisi gas rumah kaca dari industri dapat memicu pemanasan global dan perubahan pola cuaca.
4. **Dampak Ekonomi:** Pencemaran udara dapat berdampak negatif pada sektor ekonomi, termasuk kesehatan masyarakat, pertanian, dan pariwisata. Biaya perawatan kesehatan yang meningkat dan kerugian produktivitas akibat penyakit dapat memberikan beban ekonomi yang besar.

6.7 Mekanisme Pencemaran Polutan Kimia Tanah dari Limbah Industri

Pencemaran tanah akibat limbah industri merupakan salah satu isu lingkungan yang serius yang dapat berdampak

jangka panjang pada kesehatan manusia, ekosistem, dan produktivitas lahan. Limbah industri sering mengandung berbagai polutan kimia yang dapat mencemari tanah melalui berbagai mekanisme. Dalam bagian ini, kita akan membahas secara mendalam mengenai mekanisme pencemaran polutan kimia tanah yang berasal dari limbah industri, termasuk jenis-jenis polutan, jalur pencemaran, serta dampak yang ditimbulkan (Houghton, 2018).

Limbah industri dapat mengandung berbagai jenis polutan kimia yang berbahaya bagi tanah. Beberapa jenis polutan tersebut meliputi:

1. **Logam Berat:** Limbah dari industri seperti pertambangan, pengolahan logam, dan industri kimia sering mengandung logam berat seperti timbal, merkuri, kadmium, dan arsenik. Logam berat ini bersifat toksik dan dapat terakumulasi dalam tanah, serta berpotensi masuk ke dalam rantai makanan.
2. **Senyawa Organik Volatil (COV):** Senyawa organik yang sering digunakan dalam proses industri dapat mencemari tanah ketika limbah cair atau padat dibuang tanpa pengolahan yang tepat. COV dapat menguap dan mencemari udara, tetapi juga dapat terakumulasi di dalam tanah.
3. **Pestisida dan Herbisida:** Limbah dari industri pertanian dan pengolahan pangan dapat mengandung pestisida dan herbisida yang berbahaya. Ketika limbah ini dibuang ke tanah, dapat menyebabkan pencemaran yang serius.
4. **Bahan Kimia Berbahaya:** Banyak industri menggunakan bahan kimia berbahaya dalam proses produksinya, seperti pelarut, bahan baku, dan produk sampingan. Ketika bahan kimia ini terbuang ke tanah, dapat menyebabkan pencemaran yang berpotensi merusak ekosistem.

Polutan kimia dari limbah industri dapat memasuki tanah melalui beberapa jalur pencemaran, antara lain:

1. **Pembuangan Limbah Langsung:** Pembuangan limbah cair atau padat langsung ke tanah tanpa pengolahan yang memadai adalah salah satu cara utama polutan memasuki

- tanah. Limbah ini dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari lapisan tanah yang lebih dalam.
2. **Runoff Permukaan:** Selama hujan, air hujan dapat membawa polutan yang terdapat di permukaan tanah akibat kegiatan industri. Limbah yang terakumulasi di permukaan dapat terbawa oleh aliran air ke dalam tanah, menyebabkan pencemaran.
 3. **Peresapan dari Limbah Cair:** Limbah cair yang dibuang ke dalam tanah dapat meresap ke dalam lapisan tanah dan mencemari air tanah. Proses ini dapat menyebabkan pencemaran yang lebih luas dan berdampak pada sumber air.
 4. **Kebocoran dari Tempat Penyimpanan:** Kebocoran dari tempat penyimpanan bahan kimia berbahaya atau limbah industri juga dapat menjadi sumber pencemaran tanah. Kebocoran ini dapat terjadi akibat kerusakan wadah penyimpanan atau kesalahan dalam proses pengelolaan.

Dampak pencemaran kimia dari limbah industri terhadap tanah dapat sangat merugikan, antara lain:

1. **Kerusakan Kualitas Tanah:** Polutan kimia dapat merusak struktur fisik dan kimia tanah, mengurangi kesuburan, dan mempengaruhi kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Peningkatan kadar logam berat dan bahan kimia berbahaya dapat mengganggu proses biologis dalam tanah.
2. **Akumulasi Toksik dalam Rantai Makanan:** Logam berat dan senyawa berbahaya dapat terakumulasi dalam tanaman yang tumbuh di tanah yang tercemar. Ketika manusia atau hewan mengonsumsi tanaman tersebut, dapat menyebabkan efek kesehatan yang serius.
3. **Dampak pada Ekosistem:** Pencemaran tanah dapat mempengaruhi organisme tanah, seperti cacing dan mikroba, yang berperan penting dalam menjaga kesehatan ekosistem tanah. Gangguan pada organisme ini dapat mengakibatkan penurunan keanekaragaman hayati.
4. **Dampak Kesehatan Manusia:** Paparan terhadap tanah yang tercemar dapat membahayakan kesehatan manusia,

terutama bagi pekerja yang terlibat dalam pertanian atau kegiatan lain yang berhubungan dengan tanah. Kontaminasi dapat terjadi melalui inhalasi, kontak langsung, atau konsumsi makanan yang terkontaminasi.

6.8 Mitigasi dan Upaya Pengelolaan Limbah pada Tahap Konstruksi dan Operasional Kegiatan Usaha/Industri dalam AMDAL

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) adalah proses penting dalam pengelolaan lingkungan yang bertujuan untuk mengidentifikasi, memprediksi, dan mengevaluasi dampak yang mungkin ditimbulkan oleh suatu kegiatan usaha atau industri terhadap lingkungan. Salah satu aspek yang penting dalam AMDAL adalah pengelolaan limbah, baik selama tahap konstruksi maupun operasional. Dalam bagian ini, kita akan membahas berbagai mitigasi dan upaya pengelolaan limbah yang dapat dilakukan dalam kedua tahap tersebut.

1. Mitigasi dan Pengelolaan Limbah pada Tahap Konstruksi

Tahap konstruksi adalah fase yang sangat krusial dalam suatu proyek, di mana berbagai jenis limbah dapat dihasilkan. Oleh karena itu, langkah-langkah mitigasi dan pengelolaan limbah yang tepat sangat diperlukan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

a. Identifikasi Sumber Limbah

Inventarisasi Limbah: Melakukan inventarisasi jenis dan jumlah limbah yang akan dihasilkan selama tahap konstruksi, seperti limbah padat (material bangunan, kemasan), limbah cair (air limbah dari kegiatan konstruksi), dan limbah berbahaya (bahan kimia).

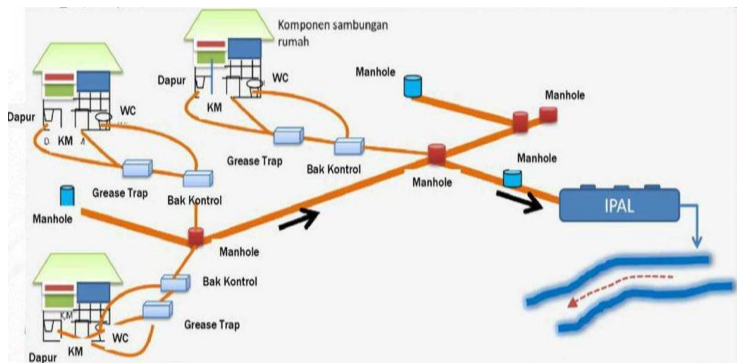
b. Pengurangan Limbah

- 1) **Perencanaan yang Efisien:** Merencanakan proses konstruksi dengan baik untuk mengurangi limbah yang dihasilkan. Misalnya, menggunakan material yang dapat didaur ulang dan mengoptimalkan penggunaan material untuk mengurangi sisa.

- 2) **Penggunaan Material Ramah Lingkungan:** Memilih material konstruksi yang ramah lingkungan dan dapat didaur ulang untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan.

c. Pengelolaan Limbah

- 1) **Pengumpulan dan Penyimpanan Limbah:** Menyediakan tempat pengumpulan limbah yang terpisah untuk limbah padat, limbah cair, dan limbah berbahaya. Pastikan bahwa tempat penyimpanan limbah aman dan tidak mencemari lingkungan.
- 2) **Pengolahan Limbah:** Mengolah limbah yang dihasilkan sebelum dibuang. Limbah padat dapat didaur ulang atau digunakan kembali, sedangkan limbah cair harus diolah untuk mengurangi pencemaran.
- 3) **Pembuangan yang Aman:** Limbah yang tidak dapat diolah harus dibuang sesuai dengan peraturan yang berlaku dan di tempat yang telah ditentukan.



Gambar 6.4. Mitigasi pencemaran dengan IPAL

d. Edukasi dan Pelatihan

Pelatihan Karyawan: Memberikan pelatihan kepada pekerja mengenai pengelolaan limbah yang baik dan praktik ramah lingkungan selama tahap konstruksi.

2. Mitigasi dan Pengelolaan Limbah pada Tahap Operasional

Setelah tahap konstruksi selesai, kegiatan operasional juga memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaan limbah. Pada tahap ini, limbah yang dihasilkan dapat lebih beragam dan berpotensi lebih berbahaya.

a. Identifikasi Sumber Limbah

Analisis Limbah: Melakukan analisis untuk mengidentifikasi jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan selama operasi, termasuk limbah padat, limbah cair, dan limbah berbahaya.

b. Pengurangan dan Pengelolaan Limbah

1) Optimalisasi Proses Produksi: Mengoptimalkan proses produksi untuk mengurangi limbah yang dihasilkan. Misalnya, menggunakan teknologi yang lebih efisien untuk mengurangi limbah.

2) Penggunaan Bahan Baku yang Ramah Lingkungan: Memilih bahan baku yang lebih ramah lingkungan dan dapat didaur ulang untuk mengurangi jumlah limbah berbahaya.

c. Pengelolaan Limbah Berbahaya

1) Pengelolaan Limbah Berbahaya: Limbah berbahaya harus dikelola dengan hati-hati. Membuat rencana pengelolaan limbah berbahaya yang mencakup pengumpulan, penyimpanan, pengolahan, dan pembuangan yang aman.

2) Penyimpanan yang Aman: Menyimpan limbah berbahaya di tempat yang aman dan sesuai dengan peraturan yang berlaku untuk mencegah pencemaran.

d. Monitoring dan Evaluasi

1) Monitoring Limbah: Melakukan pemantauan secara rutin terhadap limbah yang dihasilkan dan memastikan bahwa pengelolaan limbah sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

- 2) **Evaluasi Kinerja:** Melakukan evaluasi terhadap kinerja pengelolaan limbah secara berkala untuk mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

e. Edukasi dan Kesadaran

Program Kesadaran Lingkungan: Mengadakan program kesadaran lingkungan untuk karyawan dan masyarakat sekitar mengenai pentingnya pengelolaan limbah yang baik dan dampaknya terhadap lingkungan.

Mitigasi dan pengelolaan limbah pada tahap konstruksi dan operasional kegiatan usaha/industri adalah aspek penting dalam AMDAL yang harus diperhatikan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan melakukan identifikasi sumber limbah, pengurangan, pengelolaan, monitoring, dan edukasi, kita dapat memastikan bahwa kegiatan industri berlangsung secara berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Upaya kolaboratif antara pemerintah, industri, dan masyarakat sangat penting untuk mencapai tujuan ini dan melindungi lingkungan untuk generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Houghton, D.A.B.R., 2018. *Chemical Pollution: A Global Overview*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Morris, P. & Therivel, R., 2009. *Environmental Impact Assessment: Theory and Practice*. New York: Routledge.
- Samin, 2006. *Amdal Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Press.
- Smith, R.J.B., 2011. *Sustainable Waste Management: Policies and Strategies*. New York: Springer.
- Williams, P.T., 2013. *Waste Management and Resource Recovery*. London: Wiley-Blackwell.

BAB 7

PRAKIRAAN DAMPAK BIOLOGI

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara megadiversity di dunia, dengan tingkat keanekaragaman hayati (*biodiversity*) yang sangat tinggi baik dari segi flora, fauna, maupun ekosistem. Wilayahnya yang luas dengan karakteristik kepulauan, hutan tropis, ekosistem pesisir, laut, rawa gambut, dan pegunungan menjadikan Indonesia kaya akan spesies endemik dan ekosistem unik. Namun, pembangunan yang pesat dalam bidang infrastruktur, pertambangan, perkebunan, industri, dan pemukiman sering kali memberikan tekanan yang signifikan terhadap lingkungan, khususnya terhadap komponen biologi (Glasson *et al.*, 2012).

Kerusakan hutan, degradasi ekosistem pesisir (mangrove, padang lamun, terumbu karang), penurunan populasi satwa liar (seperti orangutan, badak Jawa, burung cenderawasih), serta hilangnya jasa ekosistem (penyediaan air, penyerapan karbon, penyangga banjir) merupakan bukti nyata bahwa aspek biologi sering kali belum dipertimbangkan secara optimal dalam perencanaan pembangunan. Dalam konteks hukum di Indonesia, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan peraturan turunannya (antara lain PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup) menegaskan bahwa kajian komponen biologi merupakan bagian yang wajib dianalisis. Hal ini menunjukkan bahwa prakiraan dampak biologi bukan sekadar formalitas, melainkan kunci dalam memastikan keberlanjutan pembangunan nasional (Bisset, 1989).

Kajian biologi pada analisis dampak lingkungan dalam pembangunan menjadi unsur krusial karena beberapa alasan (Wildlife Institute of India, 2011):

1. Biodiversitas adalah aset alam yang tidak dapat dipulihkan atau butuh waktu sangat lama jika rusak. Proyek yang tidak memperhitungkan dampak pada biodiversitas berisiko menyebabkan kehilangan spesies lokal .
2. Ekosistem yang sehat mendukung stabilitas lingkungan fisik dan kimia, misalnya menjaga siklus nutrisi, pengendalian erosi, pemurnian air, penyangga banjir, penyerapan karbon.
3. Kerusakan biologis biasanya bersifat kumulatif dan terkadang tidak segera tampak secara kuantitas, tapi efeknya jangka panjang terhadap keseimbangan ekosistem dan manusia sangat besar).

Secara global, konvensi dan instrumen seperti *Convention on Biological Diversity* (CBD) menegaskan bahwa keputusan pembangunan harus mempertimbangkan efek terhadap keanekaragaman hayati, dan bahwa prakiraan dampak (*impact prediction*) adalah bagian penting dalam EIA (*Environmental Impact Assessment*) (CBD, 2024).

Prakiraan dampak biologi pada analisis dampak lingkungan dalam pembangunan bertujuan untuk (Millennium Ecosystem Assessment, 2005):

1. Melindungi keanekaragaman hayati
Mengidentifikasi spesies yang penting (endemik, terancam, indikator), habitat kritis, serta keanekaragaman genetik dan komunitas, agar tidak terjadi kehilangan spesies atau degradasi habitat yang signifikan.
2. Menjaga keseimbangan ekosistem
Memastikan struktur dan fungsi ekosistem tetap terpelihara mulai dari rantai trofik, siklus energi dan nutrien, hubungan interspesies, keanekaragaman ekologis hingga penyusunan komunitas ekologi.
3. Mengantisipasi degradasi lingkungan
Melakukan prakiraan perubahan yang mungkin terjadi akibat proyek pembangunan (termasuk dampak langsung, tidak langsung, sekunder, kumulatif), agar mitigasi dapat dirancang sejak awal, dan agar proyek tidak menimbulkan kerusakan yang sulit diperbaiki.

4. Memfasilitasi pengambilan keputusan yang berkelanjutan
Memberikan basis data dan proyeksi ilmiah untuk membantu pemrakarsa proyek, pemerintah, dan pemangku kepentingan lain memahami konsekuensi biologi dari berbagai alternatif desain, lokasi, teknologi, serta ukuran dan waktu pelaksanaan proyek.
5. Menjamin pemenuhan regulasi dan kewajiban hukum/konvensi
Sejalan dengan regulasi nasional (misalnya AMDAL di Indonesia: UU No. 32 Tahun 2009 dan peraturan pelaksana terkait) dan standar internasional, termasuk kewajiban pelaporan, konservasi, dan penggunaan sumber daya alam yang lestari.

Prakiraan dampak biologi mencakup ruang lingkup kajian yang luas, meliputi beberapa komponen berikut:

1. Flora
Identifikasi spesies tumbuhan, komunitas tumbuhan, struktur vegetasi, keanekaragaman genetik, vegetasi khas/endemik, spesies pada status konservasi tinggi, jenis vegetasi yang memberikan fungsi ekosistem (penyumbang zat organik, penahan erosi, serta penyedia habitat) (Sayer & Margules, 2017).
2. Fauna
Meliputi vertebrata (mamalia, burung, reptil, amfibi, ikan), invertebrata, mikrofauna; aspek-aspek seperti populasi, distribusi, migrasi, habitat reproduksi, keanekaragaman spesies, serta spesies indikator atau terancam. Termasuk interaksi antar fauna dan flora (Undang-Undang, 2009).
3. Ekosistem & Fungsi Ekosistem
Analisis terhadap tipe-tipe ekosistem (daratan, perairan, rawa, hutan, padang rumput, ekosistem pesisir, dll.), struktur ekologis (zonasi, stratifikasi), fungsi ekologis (seperti siklus nutrisi, produktivitas primer, pengaturan air dan iklim lokal), konektivitas antar habitat, kemampuan regenerasi, dan toleransi terhadap gangguan (KLHK, 2020).
4. Jasa Ekosistem (*Ecosystem Services*)

Tumbuhnya pengakuan bahwa ekosistem bukan hanya “titik data biologis” melainkan penyedia manfaat langsung dan tidak langsung kepada manusia. Contoh jasa ekosistem yang dikaji meliputi: penyediaan pangan, air bersih, kayu atau hasil hutan, regulasi iklim dan banjir, penyerapan karbon, pelestarian tanah, estetika, rekreasi, nilai budaya dan spiritual (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

5. Skala Spasial dan Temporal

Kajian ini mempertimbangkan perubahan ruang/waktu: dari kondisi awal (baseline), perubahan selama konstruksi, operasional, hingga jangka panjang; skala lokal, regional bahkan lintas batas jika relevan; temporal: fluktuasi musiman, siklus reproduksi, fenomena alam (Bisset, 1989).

6. Aspek Ancaman & Gangguan

Gangguan langsung (misalnya pembukaan lahan, deforestasi, drainase, polusi), gangguan tidak langsung (tekanan meningkat pada species, fragmentasi), invasi spesies asing, perubahan iklim, dan perubahan penggunaan lahan di sekitarnya (Sayer & Margules, 2017).

7.1 Kondisi Awal Komponen Biologi

7.1.1 Flora

Flora Indonesia sangat kaya dan beragam karena letak geografisnya di daerah tropis dan kepulauan (CBD, 2024).

1. Jenis-jenis dominan

Vegetasi dominan di Indonesia umumnya berupa hutan hujan tropis dengan pohon besar berkanopi rapat, antara lain dipterokarpa (*Shorea spp.*, *Dipterocarpus spp.*), meranti (*Shorea leprosula*), dan ulin (*Eusideroxylon zwageri*). Di daerah pegunungan terdapat tumbuhan khas seperti *Casuarina junghuhniana* (cemara gunung) dan edelweiss Jawa (*Anaphalis javanica*) (Glasson et al., 2012).

2. Vegetasi khas

Beberapa ekosistem pesisir memiliki vegetasi khas, seperti mangrove (*Rhizophora spp.*, *Avicennia spp.*, *Sonneratia spp.*),

- padang lamun (*Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*), dan tumbuhan rawa gambut (*Shorea albida*)) (Wildlife Institute of India, 2011).
3. Tumbuhan langka/endemi
Indonesia memiliki spesies tumbuhan endemik bernilai konservasi tinggi, antara lain *Rafflesia arnoldii* (bunga terbesar di dunia), *Amorphophallus titanum* (bunga bangkai raksasa), serta berbagai jenis anggrek endemik (Supriatna, 2018).

7.1.2 Fauna

Fauna Indonesia mencakup keanekaragaman tinggi dari kelompok mamalia, burung, reptil, amfibi, ikan, hingga invertebrata.

1. Mamalia
Satwa kunci di Indonesia antara lain orangutan Sumatra (*Pongo abelii*), orangutan Kalimantan (*Pongo pygmaeus*), gajah Sumatra (*Elephas maximus sumatranus*), badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus*), dan harimau Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*).
2. Burung
Indonesia memiliki lebih dari 1.700 jenis burung, termasuk endemik seperti cenderawasih (*Paradisaeidae*) di Papua, jalak Bali (*Leucopsar rothschildi*), dan maleo (*Macrocephalon maleo*).
3. Reptil dan Amfibi
Komodo (*Varanus komodoensis*) adalah reptil endemik khas Nusa Tenggara Timur yang telah menjadi ikon konservasi dunia. Spesies ular, kura-kura, dan katak endemik juga banyak ditemukan di kawasan hutan tropis.
4. Ikan
Indonesia termasuk bagian dari *Coral Triangle* yang kaya ikan karang, misalnya napoleon wrasse (*Cheilinus undulatus*) dan hiu paus (*Rhincodon typus*). Perairan darat seperti Danau Toba dan Sentani juga menyimpan spesies ikan endemik.
5. Invertebrata

Kelompok serangga, moluska, dan krustasea sangat melimpah, misalnya kupu-kupu sayap burung (*Ornithoptera spp.*) di Papua dan kepiting kenari (*Birgus latro*) di wilayah pesisir.

7.1.3 Ekosistem

Indonesia memiliki berbagai tipe ekosistem yang menjadi habitat penting flora dan fauna (Glasson et al., 2012).

1. Hutan
Hutan hujan tropis di Kalimantan dan Papua, hutan monsun di Nusa Tenggara, serta hutan mangrove di Sumatra dan Kalimantan.
2. Lahan basah
Rawa gambut di Sumatra dan Kalimantan, serta danau vulkanik seperti Danau Toba dan Danau Maninjau.
3. Perairan darat dan laut
Sungai besar seperti Kapuas dan Mahakam, serta ekosistem laut berupa terumbu karang, padang lamun, dan pesisir mangrove.
4. Agroekosistem
Sistem sawah, ladang, perkebunan (sawit, karet, teh, kopi) yang banyak memengaruhi keanekaragaman hayati di sekitarnya.
5. Kawasan lindung
Taman Nasional Ujung Kulon (habitat badak Jawa), Taman Nasional Komodo, Taman Nasional Lorentz, hingga Kawasan Konservasi Laut Raja Ampat.

7.1.4 Status Konservasi

Status konservasi flora dan fauna di Indonesia merujuk pada standar internasional maupun nasional.

1. IUCN Red List
Beberapa spesies berstatus kritis (*Critically Endangered*), misalnya badak Jawa, orangutan Sumatra, jalak Bali, dan penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*).
2. PP No. 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa
Menetapkan daftar spesies tumbuhan dan satwa yang dilindungi, seperti kantong semar (*Nepenthes spp.*) dan berbagai jenis burung endemik.
3. Peraturan Menteri LHK terbaru (Permen LHK No. P.106 Tahun 2018)
Memperbarui daftar jenis tumbuhan dan satwa dilindungi, mencakup ratusan spesies baru, misalnya burung kakatua jambul kuning (*Cacatua sulphurea*) dan anggrek hitam Kalimantan (*Coelogyne pandurata*).

7.2 Identifikasi Sumber Dampak

7.2.1 Klasifikasi Sumber Dampak

Identifikasi sumber dampak merupakan tahapan awal dalam analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL) yang bertujuan untuk mengetahui aktivitas-aktivitas dari suatu rencana usaha dan/atau kegiatan yang berpotensi menimbulkan perubahan terhadap komponen biologi. Tahapan ini krusial karena hasil identifikasi akan menentukan ruang lingkup prakiraan dampak serta strategi pengelolaan lingkungan yang perlu disiapkan.

Sumber dampak dalam AMDAL, khususnya pada aspek biologi, dapat dikelompokkan menjadi (Supriatna, 2018) :

1. Sumber fisik : perubahan bentang alam, kebisingan, getaran, cahaya, dan suhu.
2. Sumber kimia : emisi gas, limbah cair, limbah padat, dan bahan berbahaya beracun (B3).
3. Sumber biologis : introduksi spesies asing, perubahan dinamika populasi, penyakit/parasite.
4. Sumber sosial-ekonomi : aktivitas manusia yang memicu perburuan, penebangan, atau konversi habitat :

Adapun sumber dampak berdasarkan tahap kegiatannya terbagi dalam :

1. Tahap Pra-Konstruksi
 - a. Pembukaan lahan dan penebangan vegetasi → hilangnya vegetasi alami dan habitat satwa.
 - b. Pembuatan jalan akses → fragmentasi habitat, peningkatan perburuan liar.
 - c. Mobilisasi alat berat → potensi gangguan satwa karena kebisingan dan getaran.
2. Tahap Konstruksi
 - a. Aktivitas penggalian dan pengerukan → perubahan struktur tanah dan hidrologi.
 - b. Pembuangan material sisa konstruksi → peningkatan kekeruhan perairan, menurunkan kualitas akuatik.
 - c. Pembangunan infrastruktur → perubahan permanen tata ruang ekosistem.
 - d. Kebisingan, debu, dan getaran → mengganggu perilaku satwa (misalnya migrasi burung, aktivitas nokturnal mamalia).
3. Tahap Operasi
 - a. Emisi gas buang kendaraan/mesin → memengaruhi kualitas udara dan kesehatan ekosistem.
 - b. Limbah cair operasi → berdampak pada kualitas air sungai, danau, atau laut.
 - c. Perubahan aliran air (bendungan, kanal, irigasi) → memengaruhi siklus hidup ikan dan biota air.
 - d. Intensitas aktivitas manusia → memicu degradasi habitat dan gangguan terhadap satwa liar.
 - e. Introduksi spesies asing/invasif → kompetisi dengan spesies asli, menurunkan keanekaragaman hayati.
4. Tahap Pasca-Operasi / Terminasi
 - a. Penutupan fasilitas tanpa rehabilitasi → lahan kritis dan ekosistem terdegradasi.
 - b. Bekas galian atau kolam → menjadi habitat baru, tetapi berpotensi membawa risiko ekologi.
 - c. Limbah sisa operasi yang tidak dikelola → kontaminasi tanah dan air jangka panjang.

Sumber dampak khusus terhadap komponen biologi terdiri dari :

1. Flora
 - a. Penebangan pohon, konversi lahan, dan perubahan tutupan vegetasi.
 - b. Penggunaan pestisida/ herbisida yang berdampak pada tumbuhan non-target.
 - c. Peningkatan kebakaran hutan/ lahan akibat aktivitas pembangunan.
2. Fauna
 - a. Hilangnya habitat alami akibat fragmentasi dan konversi lahan.
 - b. Gangguan perilaku akibat kebisingan, cahaya buatan, dan polusi.
 - c. Mortalitas satwa akibat lalu lintas kendaraan, perangkap, atau limbah berbahaya.
3. Ekosistem
 - a. Perubahan struktur ekosistem (misalnya rawa menjadi kawasan terbangun).
 - b. Gangguan siklus hidrologi (aliran sungai, debit air).
 - c. Penurunan kualitas air akibat eutrofikasi sehingga kandungan oksigen terlarutnya kurang.
4. Jasa Ekosistem
 - a. Berkurangnya fungsi ekosistem sebagai penyedia oksigen, penyimpan karbon, dan pengatur iklim lokal.
 - b. Penurunan fungsi penyerbukan alami akibat hilangnya serangga dan burung.
 - c. Penurunan hasil perikanan tangkap akibat degradasi habitat akuatik.

7.2.2 Alat Identifikasi Sumber Dampak

Beberapa metode yang biasa digunakan untuk identifikasi sumber dampak antara lain :

1. Checklis atau daftar pemeriksaan, memuat komponen kegiatan dan potensi dampaknya.
2. Matriks interaksi (misalnya *Leopold Matrix*), menghubungkan kegiatan dengan komponen biologi.

3. Diagram alir, menunjukkan alur hubungan sebab akibat.
4. Overlay peta (GIS) untuk mengidentifikasi tumpah tindih lokasi proyek dengan habitat kritis.

Tabel 7.1. Identifikasi Sumber Dampak Kegiatan terhadap Komponen Biologi

Tahap Kegiatan	Aktivitas Utama	Sumber Dampak	Komponen Biologi yang Berpotensi Terdampak	Jenis Dampak
Pra-Konstruksi	Pembukaan lahan dan penebangan vegetasi	Hilangnya tutupan vegetasi alami	Flora, fauna (mamalia kecil, burung, reptil), ekosistem hutan	Kehilangan habitat, fragmentasi, penurunan keanekaragaman
	Pembuatan jalan akses	Fragmentasi habitat, peningkatan aktivitas manusia	Fauna (satwa liar), jasa ekosistem	Gangguan migrasi satwa, peningkatan perburuan
Konstruksi	Pengerukan tanah dan material	Peningkatan erosi, sedimentasi	Ekosistem perairan darat, ikan, invertebrata	Penurunan kualitas air, mortalitas biota akuatik
	Pembangunan infrastruktur	Perubahan bentang lahan permanen	Ekosistem (hutan, rawa), flora	Degradasi ekosistem, hilangnya vegetasi lokal
	Pengoperasian alat berat	Kebisingan, getaran, debu	Fauna (burung, mamalia), flora	Gangguan perilaku satwa, stres fisiologis
Operasi	Emisi kendaraan/mesin	Polusi udara dan suara	Flora, fauna, ekosistem	Gangguan kesehatan tumbuhan/satwa, perubahan ekologi lokal
	Pembuangan limbah cair	Kontaminasi badan air	Fauna akuatik, ekosistem perairan	Penurunan kualitas habitat, eutrofikasi
	Perubahan aliran air (bendungan, kanal)	Modifikasi hidrologi	Ekosistem perairan, ikan	Gangguan siklus hidup biota akuatik

Tahap Kegiatan	Aktivitas Utama	Sumber Dampak	Komponen Biologi yang Berpotensi Terdampak	Jenis Dampak
	Introduksi spesies asing/invasif	Kompetisi dengan spesies lokal	Flora, fauna, ekosistem	Penurunan keanekaragaman hayati
Pasca-Operasi	Lahan bekas galian tanpa rehabilitasi	Lahan kritis, tanah terdegradasi	Flora, ekosistem	Penurunan produktivitas ekosistem
	Limbah sisa operasi	Kontaminasi jangka panjang	Flora, fauna, jasa ekosistem	Gangguan regenerasi ekosistem, bioakumulasi polutan
	Bekas kolam/embung	Habitat baru tidak alami	Fauna (ikan, amfibi, serangga)	Perubahan struktur komunitas biota

7.3 Metode Prakiraan Dampak Biologi

7.3.1 Prinsip-Prinsip Prakiraan Dampak Biologi

Prakiraan dampak biologi adalah proses untuk memperkirakan besarnya perubahan pada komponen biologi akibat adanya suatu rencana usaha dan/atau kegiatan. Tujuannya adalah agar potensi kerusakan lingkungan dapat diantisipasi sejak dini, sehingga langkah mitigasi dapat direncanakan secara tepat. Prakiraan dilakukan dengan mengacu pada sumber dampak yang telah diidentifikasi, mempertimbangkan sensitivitas ekosistem, status konservasi spesies, serta daya dukung lingkungan.

Prinsip-prinsip prakiraan dampak biologi diantaranya adalah (Millennium Ecosystem Assessment, 2005):

1. **Keterkaitan sebab-akibat**, dampak diproyeksikan berdasarkan hubungan langsung atau tidak langsung antara aktivitas dan komponen biologi.
2. **Kuantitatif dan kualitatif**, hasil prakiraan harus menunjukkan besarnya intensitas, durasi, skala, dan signifikansi dampak.

3. **Kuantitatif dan kualitatif**, hasil prakiraan harus menunjukkan besarnya intensitas, durasi, skala, dan signifikansi dampak
4. **Berbasis ilmiah dan data lapangan**, menggunakan survei baseline, literatur, serta model ekologi yang relevan.

7.3.2 Metode Prakiraan Dampak Biologi

Beberapa metode yang umum digunakan (Undang-Undang, 2009) adalah:

1. Checklis atau daftar periksa, memuat komponen kegiatan dan potensi dampaknya. Metode sederhana berupa daftar aktivitas proyek yang dikaitkan dengan potensi dampak pada komponen biologi. Berguna untuk memastikan tidak ada komponen yang terlewat.
2. Matriks interaksi (misalnya *Leopold Matrix*), menghubungkan antara aktivitas (sumbu horizontal) dengan komponen lingkungan (sumbu vertikal), kemudian diberi skor intensitas, luas penyebaran, dan signifikansi dampak.
3. Overlay peta (GIS) antara aktivitas (sumbu horizontal) dengan komponen lingkungan (sumbu vertikal), kemudian diberi skor intensitas, luas penyebaran, dan signifikansi dampak.
4. Pemodelan ekologi
 - a. Model populasi misalnya memprediksi penurunan populasi burung akibat kehilangan habitat.
 - b. Model hidrologi memperkirakan perubahan debit air yang memengaruhi ekosistem akuatik.
 - c. Model rantai makanan untuk melihat dampak tidak langsung akibat hilangnya spesies kunci.
5. Metode *Expert Judgment (Delphie Technique)*, pendapat pakar digunakan untuk memperkirakan dampak yang sulit diukur secara langsung, misalnya perilaku migrasi satwa.

7.3.3 Komponen Biologi yang Diprakirakan Terdampak

Komponen biologi yang diprakirakan terkena dampak (KLHK, 2020), adalah :

1. Flora

- a. Penurunan tutupan hutan → berkurangnya vegetasi asli.

- b. Hilangnya spesies langka/endemi → terganggunya keseimbangan ekologi.

2. Fauna

- a. Mortalitas satwa akibat lalu lintas proyek.
- b. Gangguan reproduksi dan migrasi burung akibat kebisingan.
- c. Peningkatan interaksi manusia-satwa → konflik satwa liar.

3. Ekosistem

- a. Degradasi ekosistem lahan basah akibat sedimentasi.
- b. Fragmentasi ekosistem hutan → isolasi populasi satwa.
- c. Penurunan kualitas perairan → eutrofikasi dan hilangnya biota akuatik sensitif.

4. Jasa Ekosistem

- a. Penurunan kemampuan hutan dalam menyimpan karbon.
- b. Gangguan fungsi penyerbukan alami akibat hilangnya serangga.
- c. Penurunan hasil perikanan tangkap.

7.4 Mitigasi Dampak Biologi

Mitigasi dampak biologi merupakan upaya sistematis untuk mencegah atau mengurangi kerusakan lingkungan akibat suatu rencana usaha dan/atau kegiatan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa pembangunan tetap berjalan namun dengan meminimalkan kehilangan keanekaragaman hayati, menjaga keseimbangan ekosistem, dan mempertahankan jasa ekosistem yang penting bagi manusia. Mitigasi harus dilakukan sejak tahap perencanaan proyek, tidak hanya setelah dampak terjadi. Prinsip utama mitigasi (Undang-Undang, 2009), mengikuti **hierarki mitigasi** yaitu:

1. **Avoidance (pencegahan)**, dengan menghindari dampak sejak perencanaan.
2. **Minimization (pengurangan)**, dengan mengurangi intensitas dan luas dampak.
3. **Rehabilitation/Restoration (pemulihan)**, dengan memulihkan kondisi ekosistem setelah dampak terjadi.

4. **Compensation/Offset (kompensasi)**, dengan memberikan pengganti atau offset keanekaragaman hayati apabila dampak tidak dapat dihindari.

Strategi mitigasi dampak terhadap flora (Glasson et al., 2012) :

1. **Pencegahan**: mendesain jalur transportasi yang tidak memotong koridor satwa.
2. **Pengurangan**: penggunaan *wildlife crossing* (jembatan satwa) di jalan raya.
3. **Pemulihan**: program pelepasliaran satwa hasil evakuasi.
4. **Kompensasi**: perlindungan habitat alternatif di luar lokasi proyek.

Strategi mitigasi dampak terhadap fauna (Peraturan Pemerintah, 2021) :

1. **Pencegahan**: mendesain jalur transportasi yang tidak memotong koridor satwa.
2. **Pengurangan**: penggunaan *wildlife crossing* (jembatan satwa) di jalan raya.
3. **Pemulihan**: program pelepasliaran satwa hasil evakuasi.
4. **Kompensasi**: perlindungan habitat alternatif di luar lokasi proyek.

Strategi mitigasi dampak terhadap ekosistem (CBD, 2024) :

1. **Pencegahan**: tidak menimbun rawa, mangrove, atau ekosistem pesisir.
2. **Pengurangan**: pemasangan silt trap untuk mengurangi sedimentasi perairan.
3. **Pemulihan**: restorasi ekosistem mangrove, hutan, atau lahan basah pasca operasi.
4. **Kompensasi**: membiayai program konservasi di kawasan lain dengan nilai ekologis setara.

Strategi mitigasi dampak terhadap jasa ekosistem (CBD, 2024) :

1. **Pencegahan**: menjaga tutupan vegetasi agar fungsi penyimpanan karbon tetap berjalan.

2. **Pengurangan:** mengatur pola tanam agroekosistem agar penyerbukan tetap terjamin.
3. **Pemulihan:** program *enrichment planting* untuk meningkatkan keanekaragaman pohon penyedia pakan satwa penyerbuk.
4. **Kompensasi:** mendukung konservasi satwa penyerbuk seperti lebah hutan atau burung kolibri.

Mitigasi dampak biologi merupakan langkah penting untuk menjaga kelestarian keanekaragaman hayati di tengah pembangunan. Dengan penerapan hierarki mitigasi (*avoid, minimize, restore, compensate*), kerusakan ekosistem dapat ditekan seminimal mungkin, sehingga pembangunan tetap selaras dengan prinsip keberlanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2020). Rencana Aksi Keanekaragaman Hayati Indonesia (IBSAP).
- Convention on Biological Diversity (CBD). (2024). Impact Assessment and Biodiversity.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.
- Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2012). Introduction to Environmental Impact Assessment. Routledge.
- Bisset, R. (1989). Environmental Impact Assessment: Issues, Trends and Practice. FAO.
- Wildlife Institute of India. (2011). Impact Prediction Studies in EIA.
- Sayer, J., & Margules, C. (2017). Biodiversity in the Tropics: Impacts of Development and Conservation Challenges. *Environmental Conservation*, 44(3).
- Supriatna, J. (2018). Konservasi Biodiversitas di Indonesia. Yayasan Obor Indonesia

BAB 8

PRAKIRAAN DAMPAK PADA ASPEK BUDAYA

Selama ini proses Pembangunan di suatu negara akan membawa dampak terhadap lingkungan hidupnya termasuk dampak pada aspek budaya. Bagi suatu rencana usaha dan atau kegiatan yang baik, melakukan perencanaan harus tersusun dengan target tertentu dalam mengelola lingkungan hidupnya menjadi penting. Selain itu dapat memastikan juga bahwa rencana usaha dan atau kegiatan tidak menimbulkan dampak berupa pencemaran dan kerusakan di masa mendatang. Emil Salim, menegaskan bahwa dampak negatif dari suatu pembangunan terkait kerusakan lingkungan hidup dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti adanya pertumbuhan penduduk dan perkembangan masyarakat, keberadaan sumber daya alam dan lingkungan, peran teknologi dan ruang lingkup internasional global (Bethan, 2008 : 74 dalam Nina H dan Ukilah S : 2021). Karena itu suatu rencana usaha dan atau kegiatan diperlukan suatu dokumen perencanaan lingkungan yang baik yang berguna sebagai alat atau instrumen perizinan. Dokumen tersebut yang umumnya diatur di banyak negara termasuk Indonesia, diantaranya yang utama adalah dokumen yang dikenal sebagai Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Dokumen ini terdiri dari dokumen atau formulir Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan (KA ANDAL), Analisis Dampak lingkungan (ANDAL), Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL). Dokumen ini pertamakalinya secara resmi diperkenalkan tahun 1969 yaitu dengan dikeluarkannya *National Environmental Policy Act* di Amerika Serikat. NEPA di AS yang kemudian berlaku pada tanggal 1 Januari 1970. (M.T. Natalis Situmorang : 2022) (A Pramudianto : 2022). Adanya dokumen AMDAL ini di Amerika Serikat, kemudian dilaksanakan di negara-negara maju seperti Eropa dan

sampai di negara berkembang melalui praktik AMDAL. Kedudukan AMDAL menjadi penting karena sebagai alat yang mampu untuk menghindari terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan yang lebih parah akibat kegiatan pembangunan. (S Sukananda dan Danang Adi N : 2020). Di Indonesia, ketersediaan atas dokumen ini pertama kalinya diperkenalkan sejak tahun 1982 melalui Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup, khususnya Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 1986 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Untuk aspek sosialnya termasuk budaya dikembangkan juga analisis dampak sosial (ANDAS) yang kemudian substansialnya dimasukkan dalam AMDAL di tahun 2000 melalui Peraturan Pemerintah Nomor 27 tahun 2000 (Purnama, 2003; Soemarwoto, 2001; Mahdi, 2009). Walaupun sebetulnya ANDAS merupakan bagian dalam dokumen AMDAL yang sebelumnya secara formal telah disebut dalam Undang-undang Nomor 4 tahun 1982 dan Peraturan pemerintah Nomor 29 tahun 1986 tentang AMDAL. Saat ini AMDAL sebagai instrumen perencanaan dan perizinan telah ditegaskan dalam UU Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Ditegaskan juga bahwa dokumen AMDAL menjadi instrumen utama pengendalian dampak yang mungkin muncul dari suatu rencana usaha dan atau kegiatan. (Nina H dan Ukilah S : 2021)

AMDAL merupakan kajian terhadap dampak penting pada lingkungan hidup akibat adanya suatu rencana usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan. AMDAL digunakan sebagai prasyarat pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan rencana usaha dan/atau kegiatan sehingga termuat dalam perizinan berusaha atau persetujuan pemerintah pusat atau pemerintah daerah. (Pasal 1 angka 11 UU PPLH jo UU Cipta Kerja)

Salah satu komponen kegiatan dalam amdal adalah aspek sosial. Aspek sosial yang ada di dokumen AMDAL merupakan telaahan yang dilaksanakan pada komponen demografi, ekonomi, dan budaya dan tidak terpisahkan dari komponen lain dalam menyusun AMDAL (Sudharto P Hadi : 2009) Aspek budaya

menjadi bagian dari komponen kegiatan dalam AMDAL, namun tidak terpisahkan dari komponen lainnya yaitu geokimiafisik, hayati, sosial kesehatan masyarakat. (Andreas Pramudianto: 2022)

Dalam proses AMDAL dilakukan juga proses pelingkupan yang merupakan proses untuk menentukan batasan permasalahan dalam AMDAL dan diharapkan dapat mengidentifikasi dampak penting potensial yang timbul akibat adanya rencana usaha dan atau kegiatan. Pelingkupan sangat menentukan kualitas AMDAL, disebabkan pada posisi ini terdapat variabel dampak yang di seleksi. (Mahdi : 2009) Sebagai proses awal, terhadap setiap rencana usaha atau kegiatan maka dilakukan analisis yang kemudian masuk ke dalam jenis usaha yang wajib AMDAL atau tidak. Proses pelingkupan ini biasanya bisa dilaksanakan oleh pemrakarsa melalui tindakan mandiri ataupun dilakukan oleh instansi lingkungan hidup baik di pusat, provinsi, maupun kabupaten/kota dengan disesuaikan berdasarkan kewenangannya. (Zurrahmi : 2021). Karena itu pelingkupan aspek budaya dalam AMDAL memperhatikan paling tidak :

1. Pelingkupan dampak penting mengkaji identifikasi dampak potensial dari budaya dan komponen lainnya, kemudian mengevaluasi dampak potensial budaya dan komponen lainnya dan melakukan pemusatan.
2. Pelingkupan wilayah studi dengan melakukan dan menentukan batas proyek yang mempengaruhi budaya dan komponen lainnya, menentukan juga batas ekologis yang mempengaruhi budaya dan komponen lainnya, serta batas sosial dengan memperhatikan kondisi budaya dan komponen lainnya dan akhirnya menentukan batas administrasi yang akan mempengaruhi budaya masyarakat dengan komponen lainnya.

Karena itu dalam melingkup AMDAL harus memperhatikan juga :

1. Adanya kemungkinan kerusakan dan pencemaran dari situs budaya dan spiritual yang ada.

Rencana usaha dan atau kegiatan yang kurang memperhatikan keberadaan lokasi yang sakral dapat mencemari dan merusak situs budaya dan mengganggu praktik keagamaan atau adat istiadat masyarakat sekitarnya.

2. Penyingkiran atau peminggiran sosial budaya

Dalam proses AMDAL, ketika masyarakat adat yang berada pada sekitar rencana usaha dan atau kegiatan tidak dilibatkan, maka akan kehilangan akses terhadap sumber daya alam yang menjadi bagian dari kehidupan dan budaya masyarakat sekitar rencanan usaha dan atau kegiatan.

3. Timbulnya kemungkinan konflik baik yang bersifat horizontal maupun vertikal

Dalam memprakirakan dampak, masyarakat adat yang tidak dilibatkan dapat memicu konflik antara masyarakat dengan usaha dan atau kegiatan, bahkan juga antar kelompok masyarakat hingga pemerintah.

4. Hilangnya kearifan lokal

Suatu rencana usaha dan atau kegiatan yang tidak memperhatikan kearifan budaya dapat menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup dan sumberdaya alam yang menjadi sumber pengetahuan tradisional, maka dalam proses selanjutnya kearifan lokal akan punah seiring waktu.

8.1 Prakiraan Dampak Penting Dan Metodenya

Sebelum membahas prakiraan dampak penting, masyarakat harus dilibatkan dalam proses AMDAL, (Ciptaningrum, Y.I.R., dkk : 2017) sehingga ketika memprakirakan dampak penting akan lebih mudah. Apalagi terkait aspek sosial khususnya budaya, pengetahuan budaya Masyarakat sekitar usaha dan atau kegiatan akan lebih memudahkan proses memprakirakan dampak. Dalam proses Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL) ada tahapan yang dikenal sebagai identifikasi dampak yang kemudian menjadi indentifikasi dampak potensial. Proses ini sebagai proses justifikasi ahli dalam melakukan perkiraan dampak akibat suatu usaha dan atau kegiatan. (Surahma Asti M : 2018). Prakiraan

dampak penting akan dikaji untuk masing-masing Dampak Penting Hipotetik (DPH) yang telah diidentifikasi dalam Kerangka Acuan (KA ANDAL). Prakiraan dampak penting aspek budaya mengkaji prakiraan besaran dampak dan sifat penting dampak dari suatu usaha dan atau kegiatan terhadap aspek budaya. Ada dua hal penting dalam memprakirakan dampak, yaitu:

1. Prakiraan dampak dapat membandingkan adanya perubahan kondisi rona lingkungan hidup awal dengan adanya rencana usaha dan atau kegiatan dan rona lingkungan hidup awal tanpa adanya rencana usaha dan atau kegiatan. Pada pilihan ini, perubahan rona lingkungan hidup awal secara alamiah tidak diperhitungkan. dan
2. Membandingkan keadaan tidak adanya rencana usaha dan atau kegiatan dengan adanya rencana usaha dan atau kegiatan. Diperhatikan juga keadaan rona lingkungan hidup dengan memperhitungkan perubahan rona lingkungan secara alamiah. Pilihan ini wajib dilakukan analisis dan perhitungan adanya perubahan rona secara alamiah. Membandingkan berubahnya kondisi rona lingkungan hidup dengan kegiatan dan rona lingkungan tanpa kegiatan (*with and without project*). Skenario prakiraan dampak yang dipilih biasanya skenario terburuk (*worst-case scenario*). Jika ada keterbatasan data dan informasi, untuk prakiraan dampak dapat dilakukan melalui pendekatan sebelum dan setelah adanya kegiatan, tanpa mempertimbangkan adanya perubahan rona lingkungan hidup secara alamiah (*before and after project*). Prakiraan besaran dampak difokuskan pada setiap komponen lingkungan hidup berdasarkan hasil pelingkupan yang dapat dimasukan sebagai dampak penting hipotetik (DPH). Satuan besaran dampak sesuai dengan satuan dari parameter lingkungan hidup yang akan dikaji. Sementara itu nilai parameter lingkungan hidup tanpa adanya rencana usaha dan atau kegiatan dianggap sama dengan kondisi rona lingkungan hidup awal. Besarnya perubahan rona lingkungan hidup yang dianalisis mencakup keseluruhan komponen lingkungan hidup, yaitu komponen

geo-fisika-kimia, hayati (biologi) dan sosial serta kesehatan masyarakat. Dalam menentukan besaran dampak (*magnitude*), hubungan antara komponen lingkungan hidup dan kegiatan pembangunan perlu dianalisis secara mendalam.

Metode prakiraan besaran yang dapat digunakan ada dua jenis yang dapat digunakan, yaitu metoda formal dan metoda non-formal:

1. Metode Formal

Metode ini mengaplikasikan suatu formula dan perhitungan matematis yang sudah ditentukan melalui standar atau baku. Metode ini digunakan dalam memprakirakan besaran dampak penting untuk parameter lingkungan hidup, yang kemudian hasil perhitungan matematis tersebut dibandingkan dengan nilai ambang batas atau baku mutu atau baku kerusakan lingkungan hidup yang relevan. Metode formal akan digunakan bila tersedia cukup data kuantitatif yang diperlukan seperti data *time series*. Jika ada persyaratan data kuantitatif tersebut tidak terpenuhi, maka perhitungan melalui prakiraan dampak akan dilakukan dengan metode yang bersifat non-formal.

b. Metode Non Formal

Metode ini memfokuskan terhadap prakiraan dampak yang tidak dapat atau sulit digambarkan secara matematis, sehingga prakiraan dampak tidak dapat dilakukan dengan metode formal. Misalnya parameter budaya seperti ritual adat dalam kegiatan budaya tertentu tidak dapat dihitung dengan matematis kecuali dalam hal tertentu seperti penjumlahan. Ada dua metode non-formal yang digunakan, yaitu:

- a. Prakiraan dampak secara analogi dan
Prakiraan dampak lingkungan hidup yang timbul paling tidak didasarkan pada peristiwa kegiatan yang sejenis yang berada di daerah lain dan atau berlangsung pada waktu masa lampau.
- b. Assessment para ahli (*professional judgement*).

Dalam menentukan prakiraan dampak lingkungan didasarkan pada pengetahuan dan pengalaman peneliti. Teknik ini dilakukan apabila data dan informasi terbatas bahkan tidak ada, serta fenomena yang diprakirakan terjadi kurang diketahui dan dipahami.

Prakiraan sifat penting dampak didasarkan pada tujuh (7) kriteria dampak penting yaitu (Reda Rizal : 2022)(A Pramudianto : 2022)(M.T. Natalis Situmorang : 2022)

1. Besarnya jumlah masyarakat yang akan terkena dampak rencana usaha dan atau kegiatan
2. Luas area persebaran dampak
3. Intensitas dan lamanya dampak berlangsung
4. Banyaknya komponen lingkungan hidup lain yang terkena dampak
5. Sifat Kumulatif dampak
6. Berbalik atau tak berbaliknya dampak
7. Kriteria lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK)

Perbedaan besaran dampak tanpa rencana usaha dan atau kegiatan dan dengan adanya rencana usaha dan atau kegiatan dalam batas waktu tertentu dihitung sesuai kaidah ilmiah. Untuk besaran dampak penting didasarkan batas waktu kajian yang didapatkan berdasarkan metode ilmiah yang lazim. Sifat penting dampaknya didasarkan pada kriteria atau ukuran dampak penting yang telah diatur melalui peraturan. Perhitungan analisis prakiraan dampak penting hipotetik menggunakan metode prakiraan dampak yang sesuai dengan Formulir Kerangka Acuan (KA). Metode prakiraan Dampak Penting biasanya melalui metode ilmiah yang diterima nasional dan atau internasional.

Dalam menguraikan prakiraan Dampak Penting tersebut juga memperhatikan beberapa hal :

1. Penggunaan data kurun waktu atau runtun waktu (time series) yang menunjukkan perubahan kualitas lingkungan dari waktu ke waktu. Data time series dapat diperoleh dari

data pelaporan atau data lainnya yang kebenarannya diakui. (M.T. Natalis Situmorang : 2022)

2. Dalam melakukan prakiraan dampak dilaksanakan dengan cermat terutama terkait dengan besaran dampak Penting dari aspek biogeofisik-kimia, sosial, ekonomi, budaya, tata ruang, dan kesehatan masyarakat yang juga dilakukan saat tahap prakonstruksi, konstruksi, operasi, dan pasca operasi sesuai dengan jenis rencana usaha dan atau kegiatannya.
3. Untuk telaahannya dengan menganalisis perbedaan antara kondisi kualitas lingkungan hidup dengan usaha dan atau kegiatan, dan kondisi kualitas lingkungan hidup yang diperkirakan tanpa adanya usaha dan atau kegiatan dalam batas waktu yang telah ditetapkan. Penggunaan metode prakiraan dampak baik yang langsung dan atau dampak yang tidak langsung dapat dilakukan. Dampak langsung merupakan dampak yang muncul secara langsung oleh adanya usaha dan atau kegiatan, sedangkan dampak tidak langsung adalah dampak yang muncul sebagai akibat berubahnya suatu komponen lingkungan hidup dan usaha dan atau kegiatan primer karena adanya rencana usaha dan atau kegiatan baru.

Dengan demikian perlu memperhatikan suatu mekanisme aliran dampak dengan mengkaji berbagai komponen lingkungan hidup, antara lain :

1. Kegiatan yang memunculkan dampak penting bersifat langsung pada komponen sosial, ekonomi, budaya dan kesehatan masyarakat;
2. Kegiatan yang memunculkan dampak penting yang bersifat langsung pada komponen geofisik-kimia-biologi;
3. Kegiatan menimbulkan dampak penting yang bersifat langsung pada komponen sosial, ekonomi, budaya dan kesehatan masyarakat, kemudian menimbulkan rangkaian dampak lanjutan berturut-turut terhadap komponen geofisik-kimia dan biologi;
4. Kegiatan menimbulkan dampak penting yang bersifat langsung pada komponen geofisik-kimia-biologi, kemudian

- menimbulkan rangkaian dampak lanjutan berturut-turut terhadap komponen biologi, sosial, ekonomi, budaya dan kesehatan masyarakat;
5. Dampak penting berlangsung saling berantai di antara komponen sosial, ekonomi, budaya dan kesehatan masyarakat dan geofisik-kimia dan biologi itu sendiri;
 6. Dampak penting pada huruf a sampai dengan huruf e yang telah diutarakan selanjutnya menimbulkan dampak balik pada rencana usaha dan atau kegiatan.

Jika suatu rencana usaha dan atau kegiatan posisinya ada pada tahap pemilihan alternatif komponen rencana Usaha dan atau Kegiatan (misalnya: alternatif lokasi, alat produksi, kapasitas, spesifikasi teknik, sarana, tata letak bangunan, waktu dan durasi operasi, dan atau bentuk alternatif lainnya), maka telaahan dapat dilakukan untuk masing masing alternatif. Proses analisis prakiraan dampak penting dilakukan dengan menggunakan metode-metode ilmiah yang berlaku secara nasional dan atau internasional yang terdapat dalam berbagai literatur. Dalam melakukan analisis prakiraan besaran, metode formal secara matematis, terutama untuk dampak-dampak penting hipotetik yang dapat dikuantifikasikan. Metode nonformal dilakukan bila tidak adanya formula matematis atau hanya dapat didekati dengan metode nonformal. Ringkasan dasar-dasar teori, asumsi-asumsi yang digunakan, tata cara, rincian proses dan hasil perhitungan yang digunakan dalam prakiraan dampak, harus dilampirkan sebagai bukti.

Untuk prakiraan dampak dalam harus dilakukan berdasarkan Dampak Penting Hipotetik (DPH) yang sudah disepakati sebelumnya oleh Tim Uji Kelayakan Lingkungan Hidup (TUK LH). Selain untuk memperjelas sasaran prakiraan dampak, pembatasan ini dilakukan guna mengefisienkan proses. Sebagai contoh: bila peningkatan keresahan sosial budaya menjadi DPH, maka dalam perkiraan besaran dampak, perlu dikonfirmasi adanya perubahan budaya yang dihasilkan akibat keberadaan pembangunan suatu usaha dan atau kegiatan dengan

menghitung besaran dampak secara sederhana dinyatakan sebagai:

Besaran Dampak = Nilai Kualitas Lingkungan Dengan Proyek -
Nilai Kualitas Lingkungan Tanpa Proyek

8.2 Prakiraan Dampak Pada Aspek Budaya

Budaya memiliki unsur-unsur seperti unsur cipta (budi), rasa (estetika) dan karsa (etika). (M Zainal : 2015) Dalam aspek budaya dikaji beberapa subkomponen penting terutama dalam prakiraan dampak seperti :

1. Kebudayaan

Dalam kebudayaan terdapat sub komponen yang harus diperhatikan :

a. Adat-istiadat

Masyarakat adat dapat memberikan informasi penting tentang kondisi lingkungan, adat istiadat, dan nilai-nilai lokal yang mungkin tidak diketahui oleh penyusun amdal. Tentu saja ini akan membantu agar analisis dampak lebih akurat dan sesuai dengan realitas budaya. Pengetahuan tradisional tentang lingkungan, seperti cara masyarakat secara adat-istiadat untuk menjaga hutan, sungai, atau lahan pertanian menjadi penting diperhatikan. Pengakuan terhadap kearifan lokal sebagai sumber informasi masyarakat adat yang memiliki pengetahuan tradisional tentang lingkungan yang dapat membantu mengidentifikasi dan memprakirakan potensi dampak usaha dan kegiatan terhadap ekosistem. Karena itu juga perlu diperhatikan dalam prakiraan dampak budaya seperti :

1) Partisipasi masyarakat adat

UU No. 32 Tahun 2009 dan berbagai peraturan AMDAL menekankan pentingnya pelibatan masyarakat, termasuk masyarakat adat, dalam proses konsultasi publik dan pengambilan keputusan. Dalam proses AMDAL, masyarakat adat berhak menyuarakan pendapat, keberatan, atau

dukungan terhadap rencana usaha dan atau kegiatan yang akan dilaksanakan. Jika rencana usaha dan atau kegiatan ini dinilai merugikan lingkungan atau melanggar nilai adat, maka masyarakat adat dapat dan berhak untuk menolak melalui mekanisme persetujuan dalam AMDAL.

2) Nilai-nilai budaya dan spiritual

Banyak lokasi yang dianggap sakral atau memiliki nilai budaya tinggi oleh masyarakat adat. Rencana usaha dan atau kegiatan yang tidak memperhatikan dan mempertimbangkan akan berpotensi menimbulkan konflik sosial budaya dan pelanggaran hak atas masyarakat adat.

3) Hak atas tanah dan sumber daya

Masyarakat adat sering memiliki klaim atas tanah dan sumber daya alam berdasarkan hukum adat. AMDAL harus mempertimbangkan aspek legal dan sosial atas keberadaan klaim ini untuk menghindari konflik yang lebih jauh.

b. Nilai dan norma budaya

Nilai dan norma budaya memiliki peran penting dalam kegiatan AMDAL, terutama dalam kajian sosial dan budaya masyarakat yang terdampak oleh suatu rencana usaha dan atau kegiatan.

1) Nilai Budaya

Nilai budaya adalah prinsip-prinsip yang dianggap penting bagi Masyarakat adat dan merupakan panduan kehidupan sehari-hari. Dalam konteks AMDAL, nilai budaya mencakup:

o Kearifan lokal

Ciri-ciri kearifan lokal diantaranya berakar dari budaya dan tradisi setempat, bersifat turun-temurun dan diwariskan secara lisan atau melalui praktik, menjaga keseimbangan antara manusia dan alam, mengandung nilai etika,

spiritual, dan budaya dan fleksibel dan mampu beradaptasi dengan perubahan zaman.

- Kesakralan tempat
Beberapa lokasi memiliki nilai spiritual atau religius, seperti situs pemujaan, kuburan adat, atau tempat ritual. Usaha dan kegiatan yang menyentuh atau berada di area ini harus mempertimbangkan nilai-nilai tersebut.
- Keharmonisan dengan alam
Banyak masyarakat adat memiliki filosofi hidup yang selaras dengan alam, seperti prinsip “no harm” dan “hidup sederhana”.

2) Norma Budaya

Norma budaya adalah aturan sosial yang mengatur perilaku masyarakat. Dalam AMDAL, norma ini berfungsi untuk:

- Menentukan batasan budaya
Misalnya, larangan membuka lahan di wilayah tertentu karena dianggap tabu atau berisiko secara spiritual.
- Mengatur interaksi budaya
Norma tentang siapa yang boleh bicara dalam musyawarah, bagaimana proses konsultasi dilakukan, dan cara menyampaikan pendapat secara adat.
- Menjaga solidaritas dan keadilan
Norma budaya mendorong partisipasi yang adil dan menghormati hak semua pihak dalam proses AMDAL, termasuk kelompok rentan dan masyarakat adat

Integrasi nilai dan norma budaya dalam AMDAL bukan hanya soal etika, tetapi juga strategi penting untuk memastikan bahwa pembangunan tidak merusak tatanan sosial dan spiritual masyarakat. Ini adalah bagian dari etika lingkungan yang menekankan tanggung jawab, solidaritas, dan keadilan

2. Proses budaya

Dalam proses budaya dikenal dua jenis proses yaitu asosiatif budaya dan disasosiatif budaya. Penjelasan sebagai berikut :

Dalam konteks AMDAL, proses asosiatif dan disasosiatif budaya merujuk pada dinamika budaya yang terjadi antara masyarakat yang berbudaya tertentu dengan rencana usaha dan atau kegiatan yang dianalisis melalui metode tertentu. Keduanya penting untuk memahami dampak budaya yang mungkin timbul. Berikut penjelasannya:

a. Proses asosiatif budaya dalam AMDAL

Proses asosiatif adalah bentuk interaksi yang bersifat membangun hubungan, kerja sama, dan harmoni antara masyarakat dan pihak pengembang usaha dan atau kegiatan. Terdapat bentuk-bentuk asosiatif yang umum dilakukan :

1) Kerja sama (*cooperation*)

Masyarakat dan pengembang usaha dan atau kegiatan dapat bekerja sama dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan. Misalnya, pelibatan tokoh adat dalam konsultasi publik AMDAL.

2) Akomodasi (*accommodation*)

Pengembang menyesuaikan usaha dan atau kegiatan agar tidak bertentangan dengan nilai budaya lokal, seperti menghindari situs sakral atau mengubah desain agar sesuai dengan norma adat.

3) Asimilasi dan akulturasi

Terjadi ketika unsur budaya baru dari proyek diterima dan diintegrasikan ke dalam budaya lokal, seperti teknologi ramah lingkungan yang diadopsi oleh masyarakat adat.

Terjadinya Dampak Positif semakin dimungkinkan dengan meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap proyek, memperkuat hubungan dan kepercayaan serta mendorong pembangunan berkelanjutan berbasis lokal

b. Proses Disasosiatif Budaya dalam AMDAL

Proses disasosiatif adalah bentuk interaksi budaya yang bersifat menimbulkan konflik, penolakan, atau pemisahan antara Masyarakat adat dan usaha dan atau kegiatan. Terdapat bentuk-bentuk Disasosiatif:

1) Konflik (*conflict*)

Terjadi ketika rencana usaha dan atau kegiatan yang dianggap merusak lingkungan atau melanggar norma budaya, seperti pembangunan di tanah adat tanpa izin.

2) Kontravensi (*contravention*)

Muncul ketegangan atau protes dari masyarakat karena masuknya rencana usaha dan atau kegiatan ke dalam wilayah sakral atau kurangnya transparansi bahkan pelibatan dalam proses AMDAL.

3) Persaingan (*competition*)

Terjadi ketika rencana usaha dan atau kegiatan memicu perebutan sumber daya alam yang berupa pohon yang dilindungi secara adat atau lahan dimana terdapat tempat sakral antara masyarakat adat dan pihak rencana usaha dan atau kegiatan atau pihak lain yang memanfaatkan kondisi.

Bagi rencanan usaha dan atau kegiatan, dampak negatif dapat terjadi seperti penolakan suatu usaha dan atau kegiatan oleh Masyarakat adat, kerusakan hubungan sosial dan budaya karena informasi yang tidak jelas, potensi demonstrasi akibat keresahan, kerusakan atau konflik hukum akibat kekecewaan masyarakat adat yang kurang diperhatikan.

3. Akulturasi

Dalam konteks AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan), proses akulturasi budaya merujuk pada percampuran unsur budaya lokal dengan unsur budaya luar yang dibawa oleh suatu usaha dan atau kegiatan. Proses ini bisa terjadi secara alami atau sebagai dampak dari interaksi antara masyarakat dengan pengembang. Akulturasi adalah proses sosial ketika dua budaya bertemu dan saling memengaruhi, namun masing-masing tetap mempertahankan ciri khasnya. Dalam AMDAL, akulturasi bisa muncul saat usaha dan atau kegiatan membawa teknologi, gaya hidup, atau sistem kerja baru ke wilayah yang memiliki budaya dengan adat istiadat yang kuat.

Contoh Proses Akulturasi dalam AMDAL

- a. Penggunaan teknologi ramah lingkungan
Masyarakat adat mulai mengadopsi teknologi baru (misalnya sistem irigasi modern) tetapi tetap mempertahankan pola tanam tradisional.
- b. Perubahan pola kerja
Proyek industri masuk ke wilayah adat, dan masyarakat mulai bekerja di sektor formal sambil tetap menjalankan kegiatan adat seperti upacara panen.
- c. Desain bangunan yang menggabungkan unsur lokal
Pembangunan fasilitas umum (seperti sekolah atau rumah sakit) yang menggabungkan arsitektur modern dengan ornamen budaya lokal.
- d. Penyampaian informasi AMDAL dengan pendekatan budaya
Tim AMDAL menggunakan bahasa daerah dan simbol adat dalam sosialisasi, sehingga masyarakat lebih mudah memahami dan menerima informasi.

Dampak Positif terjadinya akulturasi diantaranya meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap proyek, memperkaya budaya lokal dengan inovasi baru, mendorong adaptasi teknologi tanpa menghilangkan identitas

Sedangkan dampak negatif diantaranya risiko hilangnya nilai budaya jika proses tidak dikendalikan, ketimpangan

budaya antara kelompok yang cepat beradaptasi dan yang tertinggal dan dapat memunculkan konflik nilai jika unsur luar bertentangan dengan norma adat.

Keberadaan AMDAL dalam Mengelola Akulturasi harus dapat AMDAL harus :

- a. Mengidentifikasi potensi akulturasi sejak awal
- b. Melibatkan tokoh adat dan budaya dalam proses konsultasi
- c. Menyusun rekomendasi yang menjaga keseimbangan antara modernisasi dan pelestarian budaya

Akulturasi dalam AMDAL bukan sekadar dampak budaya, tapi juga peluang untuk menciptakan pembangunan yang inklusif dan berakar pada identitas lokal.

4. Asimilasi dan integrasi

Dalam kegiatan AMDAL, asimilasi dan integrasi budaya merupakan bagian dari dinamika sosial yang terjadi ketika usaha dan atau kegiatan pembangunan berinteraksi dengan masyarakat adat. Keduanya penting untuk memahami bagaimana budaya lokal beradaptasi atau bertransformasi akibat kehadiran rencana suatu usaha dan atau kegiatan.

a. Asimilasi

Asimilasi budaya adalah proses budaya di mana dua kelompok budaya berbeda berinteraksi secara intensif, dan salah satu kelompok (biasanya yang lebih lemah secara sosial atau ekonomi) mulai mengadopsi budaya kelompok lain hingga kehilangan ciri khas budayanya.

Dalam Prakiraan Dampak pada ANDAL dimungkinkan :

- 1) Masyarakat adat mulai meninggalkan tradisi bertani secara turun-temurun karena tergantikan oleh sistem pertanian modern yang berasal dari budaya yang ada pada usaha dan atau kegiatan,
- 2) Bahasa lokal tergeser oleh bahasa nasional atau asing yang digunakan dalam komunikasi usaha dan atau kegiatan.

- 3) Ritual adat mulai ditinggalkan karena dianggap tidak relevan dengan kehidupan modern yang dibawa oleh rencana suatu usaha dan atau kegiatan.

Dampak yang dimungkinkan diantaranya kehilangan identitas budaya lokal, terjadinya homogenisasi budaya dan potensi konflik nilai antar generasi

b. Integrasi Budaya dalam AMDAL

Integrasi adalah proses penyatuan unsur budaya yang berbeda ke dalam satu sistem sosial yang harmonis, tanpa menghilangkan identitas masing-masing. Berbeda dengan asimilasi, integrasi memungkinkan keberagaman tetap hidup.

Contoh dalam AMDAL:

- 1) Proyek pembangunan fasilitas umum (seperti sekolah atau rumah sakit) yang mengakomodasi desain arsitektur lokal dan simbol budaya masyarakat.
- 2) Pelibatan tokoh adat dalam proses konsultasi publik sebagai bentuk pengakuan terhadap struktur budaya lokal.
- 3) Penggunaan bahasa daerah dalam sosialisasi usaha dan atau kegiatan untuk menjangkau masyarakat secara inklusif.

Dampak yang dimungkinkan meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap usaha dan atau kegiatan adalah dengan memperkuat kohesi budaya, menjaga keberagaman budaya serta menghargai keberadaan masyarakat adat. Dalam mengelola asimilasi dan integrasi terkait parkiraan dampak budaya harus melakukan diantaranya mengidentifikasi potensi perubahan budaya sejak awal, menyusun strategi pelibatan masyarakat yang menghormati identitas lokal dan mendorong pendekatan pembangunan yang berbasis budaya

Dengan memahami perbedaan antara asimilasi dan integrasi, tim AMDAL dapat merancang rekomendasi yang

tidak hanya ramah secara lingkungan, tetapi juga ramah secara budaya.

5. Kohesi sosial budaya

Dalam konteks AMDAL, kohesi budaya merujuk pada tingkat keterikatan, solidaritas adat istiadat, dan kesatuan budaya masyarakat yang dipengaruhi oleh suatu rencana usaha dan atau kegiatan pembangunan. Kohesi ini sangat penting karena menentukan apakah budaya yang ada yang terdampak dari usaha dan atau kegiatan akan memperkuat atau justru meretakkan atau memperenggang hubungan antar masyarakat. (G Sugiyanto : 2022)

Prakiraan Dampak Budaya terkait kohesi budaya dapat dikaji seperti :

a. Indikator stabilitas budaya

Kohesi budaya yang kuat menunjukkan bahwa masyarakat memiliki hubungan yang harmonis, saling percaya, dan mampu bekerja sama. AMDAL harus mengkaji apakah usaha dan/atau kegiatan akan memperkuat atau mengganggu stabilitas budaya seperti ini.

b. Sebagai dasar analisis dampak budaya

AMDAL tidak hanya mengkaji dampak fisik dan ekonomi, tetapi juga budaya. Kohesi budaya menjadi bagian penting dalam kajian budaya dalam AMDAL, terutama dalam:

- 1) Mengidentifikasi kelompok yang rentan terkait budaya
- 2) Potensi konflik horizontal (antarwarga) dan vertikal (masyarakat vs pemerintah/perusahaan)
- 3) Kemampuan masyarakat beradaptasi terhadap perubahan budaya yang baru.

Prakiraan dampak yang dapat dikaji diantaranya meningkatkan solidaritas melalui partisipasi bersama dalam budaya tertentu, memperkuat identitas adat istiadat jika rencana usaha dan atau kegiatan mengakomodasi budaya yang sudah ada, mendorong

kerja sama Masyarakat adat dalam pengawasan lingkungan, menghindari terjadinya konflik akibat ketimpangan dari keberadaan dan manfaat usaha dan atau kegiatan, pergeseran atau peminggiran kelompok adat atau minoritas, fragmentasi budaya akibat masuknya budaya luar atau migrasi tenaga kerja yang dapat mempengaruhi adat-istiadat yang sudah ada.

Karena itu prakiraan dampak harus mengkaji :

- 1) Proses konsultasi publik yang ada dan harus bersifat inklusif
Ketika konsultasi publik, apakah melibatkan semua lapisan masyarakat, termasuk tokoh adat, perempuan, dan kelompok rentan.
- 2) Pengakuan terhadap nilai dan norma adat
Menyesuaikan desain dan pelaksanaan usaha dan atau kegiatan agar tidak bertentangan dengan budaya setempat.
- 3) Pemantauan dampak budaya secara berkala
Menilai perubahan dalam hubungan adat dan mengambil langkah korektif jika terjadi penurunan kohesi.

Kohesi budaya bukan sekadar isu sosial, tapi fondasi keberhasilan suatu usaha dan atau kegiatan jangka panjang. Diharapkan dokumen AMDAL yang sensitive atau peka terhadap dinamika budaya akan menghasilkan pembangunan yang lebih adil, berkelanjutan, dan diterima oleh masyarakat.

6. Pranata Sosial kelembagaan Masyarakat

Dalam prakiraan dampak perlu dikaji seperti :

a. Ekonomi

Dalam konteks AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan), pranata sosial ekonomi merujuk pada sistem dan struktur sosial-ekonomi masyarakat yang dapat dipengaruhi oleh atau memengaruhi keberhasilan suatu usaha dan atau kegiatan pembangunan. Pranata ini

mencakup aturan, lembaga, dan kebiasaan yang mengatur kehidupan ekonomi dan sosial Masyarakat adat. Pranata sosial ekonomi adalah tatanan norma, nilai, dan lembaga yang mengatur aktivitas ekonomi masyarakat, seperti produksi, distribusi, konsumsi, serta hubungan kerja dan kepemilikan sumber daya. Namun biasanya kegiatan ini dilakukan di wilayah ulayat tertentu dengan adat tertentu. Dalam AMDAL, pranata ini menjadi bagian penting dari kajian budaya karena adanya usaha dan kegiatan yang mempengaruhi dan dapat mengubah struktur budaya secara signifikan.

b. Pendidikan

Menurut Philip H Penix (1964) dalam M Zainal (2015) enam pola terkait Pendidikan.

- 1) Makna simbolis (*symbolics*), Dimana terdapat kemampuan membentuk berbahasa dan berhitung
- 2) Makna empiris (*empirics*), dimana terdapat kemampuan atau kapasitas untuk dapat memaknai benda-benda budaya melalui proses penjelajahan dan penyelidikan empiris
- 3) Makna estetika (*esthetics*), dimana terdapat kemampuan atau kapasitas dalam memaknai keindahan seni serta fenomena alam yang ada.
- 4) Makna etika (*ethics*), dimana terdapat kemampuan dalam mengetahui dan memaknai apa yang baik dan buruk
- 5) Makna sinoetik (*synoetics*), dimana terdapat kemampuan dalam berfikir secara logis, rasional sehingga dapat mengetahui, memahami dan memaknai benar dan salah
- 6) Makna sinoptik (*synoptic*), dimana kemampuan dalam mengetahui dan memahami kehidupan beragama atau berfilsafat.

Makna dalam pendidikan ini juga terkait dengan perkembangan budaya. Karena itu pendidikan akan

berperan dalam memandang dan menyajikan data budaya lokal, termasuk nilai-nilai, tradisi, dan praktik masyarakat yang terdampak oleh suatu rencana usaha dan atau kegiatan. Melibatkan pendidikan untuk merancang pendekatan yang mempertimbangkan aspek budaya dalam analisis dampak, termasuk pelibatan akademisi dan tokoh budaya. Pendidikan membantu dalam menganalisis potensi dampak terhadap warisan budaya, bahasa, adat, dan sistem budaya masyarakat. Pendidikan digunakan untuk merancang strategi pelestarian budaya, termasuk pelatihan masyarakat dalam menjaga nilai-nilai budaya. Pendidikan berperan dalam membangun kapasitas adat untuk memantau dampak terhadap budaya secara berkelanjutan. Peran Pendidikan dalam mempertahankan budaya seperti pengajaran Bahasa dan Tradisi Lokal, menjaga eksistensi budaya melalui kurikulum sekolah dan kegiatan ekstra kurikuler, integrasi kurikulum, pendidikan formal mengintegrasikan nilai-nilai budaya dalam pelajaran sejarah, seni, dan budaya. Karena itu pelibatan masyarakat dalam pendidikan budaya akan mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam pelestarian budaya. (G Sugiyanto : 2022) Melalui pendidikan budaya dengan memanfaatkan media digital untuk dapat diantaranya mendokumentasikan dan promosi budaya lokal.

Prakiraan dampak budaya bukan hanya mengkaji soal-soal dampak fisik, tapi juga bagaimana pembangunan mempengaruhi identitas dan keberlanjutan budaya masyarakat. Pendidikan adalah jembatan penting untuk memastikan bahwa nilai-nilai budaya tetap hidup dan dihormati dalam proses pembangunan.

c. Agama

Dalam konteks AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan), komponen agama dan budaya merupakan bagian penting dari kajian sosial budaya

yang harus diperhatikan dalam setiap tahap analisis. (M. Imam Arifandy dan Aslati: 2019). Kehadiran agama dan budaya dalam suatu usaha dan atau kegiatan bertujuan untuk memastikan bahwa pembangunan tidak mengganggu nilai-nilai spiritual, tradisi lokal, dan sistem budaya masyarakat yang terdampak. Nilai-nilai spiritual Masyarakat yang dikaji oleh usaha dan kegiatan akan berdampak pada tempat ibadah, ritual keagamaan, atau praktik spiritual masyarakat setempat. Dalam kehidupan beragama harus juga dikaji untuk memastikan bahwa kegiatan pembangunan tidak menghambat kebebasan beragama atau menyebabkan konflik antarumat beragama. (Sumanto Al Qutuby & Izak Y. M. Lattu: 2019) Selain itu perlindungan terhadap simbol dan situs keagamaan harus dikaji saat prakiraan dampak terutama untuk melindungi situs bersejarah atau tempat suci yang memiliki makna religius tinggi bagi komunitas adat. Etika dan moralitas penting untuk dikaji terkait menyesuaikan pelaksanaan usaha dan atau kegiatan dengan norma-norma etika yang dianut oleh masyarakat adat berdasarkan ajaran agama yang dianut pada budaya nusantara. (Sumanto Al Qutuby & Izak Y. M. Lattu: 2019)

Karena itu komponen Budaya dalam AMDAL termasuk warisan budaya untuk mengkaji dan melindungi warisan budaya seperti bangunan bersejarah, tradisi, bahasa, dan seni lokal menjadi bagian penting untuk prakiraan dampak. Kearifan lokal seperti menghargai dan mengintegrasikan pengetahuan tradisional terutama terkait dengan sistem pengelolaan lingkungan hidup dan sumber daya alam termasuk keterikatan dengan struktur sosial dan adat yang perlu dikaji untuk memahami sistem adat, kepemimpinan tradisional, dan mekanisme sosial yang berlaku di masyarakat. Sehingga kajian dalam prakiraan dampak penting seperti adanya interaksi budaya-agama akan dapat diketahui dampaknya terutama budaya lokal yang dipengaruhi oleh agama, dan sebaliknya, serta

bagaimana rencana usaha dan atau kegiatan yang dapat memengaruhi keseimbangan ini. Dengan demikian komponen agama dan budaya dalam prakiraan dampak bukan sekadar formalitas, melainkan bagian dari upaya menjaga harmoni sosial dan keberlanjutan spiritual masyarakat dalam menghadapi pembangunan. (Didiek Wahyu Indarta : tanpa tahun)

d. Sosial

Menurut Mahdi (2009) batasan aspek sosial akan tergantung adanya karakteristik intervensi, dan adanya karakteristik masyarakat terutama yang terkena dampak. Dalam kajian AMDAL, terkait komponen sosial khususnya budaya merupakan bagian penting dari analisis dampak non-fisik yang berhubungan langsung dengan kehidupan karakteristik masyarakat. Tujuannya adalah untuk menegaskan bahwa suatu rencana usaha dan atau kegiatan pembangunan tidak menimbulkan dampak terhadap tatanan sosial, nilai budaya, dan kesejahteraan komunitas lokal ketika diintervensi.

Dalam kajian sosial budaya pada AMDAL, aspek keluarga adalah elemen penting yang perlu diperhatikan karena keluarga adalah unit dasar masyarakat yang paling terdampak oleh berubahnya kondisi lingkungan hidup akibat suatu rencana usaha dan atau kegiatan pembangunan. Beberapa komponen keluarga yang dikaji dalam prakiraan dampak diantaranya:

- 1) Struktur dan Pola Keluarga misalnya jenis keluarga, matrilineal, patrilineal, peran anggota keluarga, sistem pewarisan dan kepemilikan tanah atau sumber daya
- 2) Nilai dan Norma Keluarga misalnya tradisi dan adat yang mengatur hubungan antar anggota keluarga, peran orang tua dan anak dalam menjaga nilai budaya dan praktik budaya seperti upacara kelahiran, pernikahan, dan kematian

- 3) Ketahanan Sosial Keluarga misalnya kemampuan keluarga beradaptasi terhadap perubahan lingkungan, dampak usaha dan atau kegiatan terhadap stabilitas ekonomi dan psikologis keluarga, potensi migrasi atau pemisahan keluarga akibat relokasi.
- 4) Peran Keluarga dalam Pelestarian Budaya misalnya keluarga sebagai agen pewarisan budaya lokal, pendidikan informal tentang adat dan tradisi serta partisipasi keluarga dalam kegiatan budaya komunitas
- 5) Kesejahteraan dan Akses Layanan misalnya akses keluarga terhadap pendidikan, kesehatan, dan fasilitas umum, dampak rencana usaha dan atau kegiatan terhadap kualitas hidup keluarga, perubahan pola konsumsi dan gaya hidup

e. Warisan Budaya

Pada komponen Warisan Budaya dalam AMDAL, terutama aspek-aspek warisan budaya yang perlu diperhatikan dalam kajian prakiraan dampak :

- 1) Warisan Budaya Benda misalnya bangunan bersejarah, candi, pura, masjid tua, gereja colonial, artefak arkeologis dan benda seni tradisional, dan situs pemakaman adat atau tempat suci
- 2) Warisan Budaya Takbenda misalnya tradisi lisan, cerita rakyat, bahasa daerah, upacara adat, ritual keagamaan, sistem kepercayaan lokal dan seni pertunjukan seperti tari, musik, teater tradisional
- 3) Lanskap Budaya misalnya tata ruang desa adat, pola pemukiman tradisional, sistem irigasi tradisional, interaksi manusia dengan alam yang membentuk identitas budaya
- 4) Nilai dan Simbol Budaya misalnya simbol-simbol yang memiliki makna spiritual atau social, praktik budaya yang membentuk solidaritas dan identitas komunitas.

Parkiraan dampak dapat terjadi seperti penggusuran situs budaya, hilangnya tradisi, konflik budaya akibat ketidakhormatan terhadap nilai lokal. Karena itu perlu konsultasi dengan tokoh adat dan komunitas lokal, kajian etnografi dan antropologi sebelum dampak dimulai dan perlunya integrasi warisan budaya dalam desain usaha dan atau kegiatan.

Sementara itu pelapisan sosial budaya harus diketahui juga dalam prakiraan dampak yang didasarkan diantaranya melihat aspek pendidikan, ekonomi, pekerjaan dan pola relasi kekuasaan. Hal ini akan mempengaruhi struktur masyarakat yang terbentuk berdasarkan perbedaan status sosial, ekonomi, budaya, dan kekuasaan seperti dapat dilihat dari keturunan atau kasta (terutama dalam masyarakat adat) dan pola agama dan kepercayaan serta gender dan usia. Sehingga akan mempengaruhi juga adanya kekuasaan dan kewenangan seperti kemampuan memimpin dan wewenang baik bersifat formal dan informal, terkait juga dengan mekanisme pengambilan keputusan di masyarakat serta keberadaan kelompok individu yang bersifat dominan. (Reda Rizal : 2022) Sehingga akan terlihat juga kajian pergeseran pemimpin budaya dalam prakiraan dampak pergeseran ini dapat terjadi ketika usaha dan atau kegiatan mengubah struktur budaya dan nilai-nilai budaya masyarakat. Pemimpin tradisional bisa kehilangan pengaruhnya, digantikan oleh figur baru yang lebih relevan dengan konteks modern atau proyek yang sedang berjalan.

Faktor penyebab pergeseran:

1. Alih fungsi lahan: Terjadinya perubahan fungsi lahan penggunaan non-perumahan menjadi Kawasan yang terbangun khususnya kepentingan infrastruktur publik berpotensi menimbulkan dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan yang signifikan (Gabriel Ananda Sinurat, Deasy W dan Lazarus R : 2025). Ini juga dapat terjadi pada perubahan budaya. Misalnya, sawah berubah menjadi kawasan industri, menggeser otoritas kepala adat yang sebelumnya berperan dalam pengelolaan lahan.

2. Masuknya teknologi dan tenaga kerja luar: Masyarakat mulai mengandalkan pemimpin adat yang memahami aspek teknis dan ekonomi proyek.
Kompensasi dan ganti rugi Proses ini sering melibatkan elite baru yang lebih dekat dengan pengembang proyek.
3. Adaptasi ekologis dan budaya: Masyarakat adat menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, sehingga nilai-nilai adat yang lama dapat tergeser.

Implikasi dalam Proses AMDAL

1. Identifikasi pemimpin budaya sangat penting dalam pelingkupan sosial AMDAL agar analisis dampak lebih akurat.
2. Konsultasi publik harus melibatkan semua kelompok, termasuk yang terdampak oleh pergeseran kekuasaan budaya.
3. Mitigasi sosial perlu dirancang untuk menghindari konflik akibat perubahan struktur kepemimpinan dan nilai budaya.

Akhirnya persepsi masyarakat terhadap rencana usaha dan atau kegiatan akan menentukan keberhasilan atau kegagalan implementasi suatu usaha dan atau kegiatan tersebut. Sikap budaya mencerminkan nilai, norma, dan kebiasaan yang dianut oleh masyarakat dalam merespons perubahan lingkungan atau sosial akibat suatu usaha dan atau kegiatan. Jenis sikap yang umum muncul:

1. Resistensi (penolakan): Terjadi jika suatu usaha dan atau kegiatan dianggap mengancam nilai-nilai adat, lingkungan hidup dan sumberdaya alam masyarakat adat, atau hak masyarakat adat.
2. Adaptif: Masyarakat adat mencoba menyesuaikan didiri dengan perubahan, misalnya dengan mengubah pola kerja atau gaya hidup.
3. Akomodatif: Masyarakat menerima rencana usaha dan atau kegiatan dengan syarat tertentu, seperti kompensasi atau pelibatan dalam proses usaha dan atau kegiatan yang mampu

mengakomodasi, menyerap dan sesuai adat istiadat setempat.

4. Antusiasme: dapat terjadi apabila suatu rencana usaha dan atau kegiatan dianggap membawa manfaat ekonomi, sosial, atau infrastruktur yang signifikan secara budaya.

Dalam konteks AMDAL, warisan budaya merupakan komponen penting yang harus dikaji secara serius karena menyangkut identitas, sejarah, dan keberlanjutan nilai-nilai adat masyarakat terdampak. Warisan budaya mencakup benda, situs, praktik, dan ekspresi budaya yang memiliki nilai historis, spiritual, dan sosial budaya.

8.3 Penutup

Memahami budaya yang ada disekitar rencana usaha dan atau kegiatan sangat penting untuk membantu dalam kajian AMDAL seperti memprakiraan dampak pada aspek budaya. Pengetahuan ini akan memudahkan rencana usaha dan atau kegiatan dalam membangun dan menjalankan kegiatannya sepanjang usaha dan atau kegiatan ini berlangsung. Karena itu proses menjadi penting dan dapat mempengaruhi pelaksanaan rencana usaha dan atau kegiatan tersebut untuk mampu bertahan lama. Hal ini akan sesuai dengan pernyataan bahwa AMDAL merupakan bagian dari proses Pembangunan berkelanjutan.

Tulisan ini masih bersifat mendasar dan masih banyak kekurangannya. Namun diharapkan aspek budaya perlu dikaji lebih mendalam terutama dalam AMDAL. Perubahan terutama modernisasi akan banyak mempengaruhi kebudayaan suatu bangsa. Tantangan ini juga akan mempengaruhi proses Pembangunan itu sendiri di suatu negara khususnya terkait dengan AMDAL. Dalam proses AMDAL, prakiraan dampak aspek budaya menjadi sangat penting kedudukannya karena akan menentukan suatu rencana usaha dan atau kegiatan akan mempengaruhi budaya setempat. Untuk itu, mendalami budaya sekitarnya menjadi penting untuk mencapai keberhasilan dari suatu rencana usaha dan atau kegiatan.

DAFTAR PUATAKA

- Andreas Pramudianto. 2022. Perspektif Sosial Dalam AMDAL dalam Mila Sari, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan, GET Press.
-
- _____. 2023. Aspek Hukum Dalam AMDAL, Paper Pelatihan AMDAL, Jakarta
-
- _____. 2024. AMDAL dalam Perspektif Sosial Budaya, Paper Pelatihan AMDAL, Jakarta.
- Basrowi, S dan Agus Wiyaka. 2003. Pengantar Ilmu Budaya surabaya : Insan Cendikia..
- Bethan, S. 2008. Penerapan Prinsip Hukum Pelestarian Fungsi Lingkungan Hidup Dalam Aktivitas Industri Nasional Sebuah Upaya Penyelamatan Lingkungan Hidup dan Kehidupan Antar Generasi. Bandung: Alumni.
- Ciptaningrum, Y.I.R., Atikah, W., Fadhilah, N.L (2017). Peran Serta Masyarakat dalam Proses Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup. *Lentera Hukum*, 4(1), 63-80
- Didiek Wahyu Indarta. Tanpa Tahun. Tanggung Jawab Konsultan Amdal Dan Akibat Hukumnya Terhadap Pemrakarsa, *Jurnal Universitas Bojonegoro*
- Djoko Sutrisno, 2024. Bahasa, Budaya Dan Masyarakat, Penerbit GSE.
- Fandeli, C (2018). Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Pembangunan Pelabuhan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Gabriel Ananda S, Deasy W, Lazarus R. Analisis Dampak Perubahan Alih Fungsi Lahan terhadap Pembangunan Rumah Sakit Vertikal di Kelurahan Kota Baru Distrik Abepura, *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik* Volume 3 Nomor. 3 Juni 2025.
- Sugiyanto, G., Makbul, R., Purnomo, T., Arifien, Y., Susilawaty, A., Pramudianto, A., Sinurat, J., Indah, N.S.K., Hasyim, H., Sandra, L., Sunartaty, S (2022). Analisa Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal). Padang, PT. Global Eksekutif Teknologi

- Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : 122 Tahun 2016 tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Ilmiah dan Teknis : Golongan Pokok Aktivitas Profesional Ilmiah dan Teknis Lainnya Pada jabatan Kerja Penyusun AMDAL.
- Koenjoronginrat. 2009. Pengantar ilmu antropologi, Rineka Tjipta.
- Mahdi. 2009. Aspek Sosial Dalam Pengelolaan Lingkungan, Paper pelatihan AMDAL Penyusun, Pusat Studi Lingkungan Hidup (PSLH) Universitas Andalas Padang.
- M. Imam Arifandy dan Aslati. 2019. Pengantar AMDAL Dan Perspektif Islam, UR Press Pekanbaru.
- M. Zainal, 2015. Pengantar ISBD (Ilmu Sosial dan Budaya Dasar), Deepublish Publisher
- M.T. Natalis Situmorang. 2022. Buku Ajar AMDAL, Buku Ajar Matakuliah AMDAL Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta.
- Nina Herlina dan Ukilah Supriyatin. AMDAL Sebagai Instrumen Pengendalian Dampak Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan Dan Berwawasan Lingkungan dalam Jurnal Ilmiah Galuh Justisi Fakultas Hukum Universitas Galuh, Volume 9, Nomor 2- September 2021
- Purnama, D. (2003). Reform of the EIA process in Indonesia: improving the role of public involvement. *Environmental Impact Assessment Review* 23(4), 415-439.
- P Septian Aji Permana. 2015. Pengantar Ilmu Budaya Dasar ditinjau dari Perspektif Filsafat, penerbit Histokultura,
- Reda Rizal. 2018. Studi Kelayakan Lingkungan, Buku Ajar AMDAL Fakultas Kesehatan Masyarakat, UPN Veteran Jakarta.
- Satria Sukananda dan Danang Adi Nugraha. 2020. Urgensi Penerapan Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagai Kontrol Dampak terhadap Lingkungan di Indonesia, *Jurnal Penegakan Hukum dan Keadilan*, Vol. 1 No.2, September 2020.
- Soemarwoto, O. (2001). Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Jogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Sudharto P Hadi. 2009. Aspek sosial amdal : sejarah, teori dan metode, Penerbit UGM Press.
- Sukananda, S., Nugraha, D.A (2020). Urgensi Penerapan Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagai Kontrol Dampak terhadap Lingkungan di Indonesia. Jurnal Penegakan Hukum dan Keadilan, 1(2), 119-137.
- Sumanto Al Qutuby & Izak Y. M. Lattu. 2019. Tradisi Dan Kebudayaan Nusantara Lembaga Studi Sosial dan Agama (eLSA) Press.
- Surahma Asti Mulasari. 2018. Buku Ajar Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) Bagi Mahasiswa Kesehatan Masyarakat, CV Mine, Yogyakarta.
- Surjono Hadi Sutjahjo, Agus Susanto, Hadun Asmara. 2021. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Edisi 2), Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Keputusan kepala Bapedal Nomor 299 Tahun 1996 tentang pedoman Teknis Kajian Aspek Sosial dalam AMDAL.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Zurrahmi. 2021. Pengantar AMDAL, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusi Press, Bangkinang.

BAB 9

RENCANA PENGELOLAAN LINGKUNGAN DALAM ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PEMBANGUNAN

Pembangunan merupakan salah satu instrumen penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat, memperkuat daya saing ekonomi, dan menyediakan infrastruktur dasar bagi kehidupan. Namun, pembangunan yang dilakukan secara masif tanpa perencanaan lingkungan seringkali membawa dampak negatif yang signifikan. Berbagai persoalan lingkungan, seperti pencemaran udara, kerusakan lahan, degradasi ekosistem, perubahan iklim, dan hilangnya keanekaragaman hayati, merupakan konsekuensi yang tidak dapat diabaikan (Glasson et al., 2012; KLHK, 2020).

Untuk mengantisipasi hal tersebut, banyak negara, termasuk Indonesia, menerapkan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagai instrumen penting dalam perencanaan pembangunan. AMDAL berfungsi sebagai alat untuk menilai dampak potensial dari suatu proyek serta merumuskan langkah-langkah pengelolaan agar dampak negatif dapat diminimalkan dan dampak positif dapat diperbesar (Morgan, 2012). Dalam kerangka AMDAL, terdapat dua komponen utama yaitu Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL).

RKL memiliki kedudukan yang strategis karena menjadi dokumen operasional yang menjabarkan bagaimana hasil analisis dampak akan dikelola di lapangan. Dengan demikian, RKL bukan sekadar lampiran administratif, tetapi instrumen pengendalian yang menghubungkan rekomendasi AMDAL dengan implementasi nyata dalam proyek pembangunan. RKL

menjadi acuan bagi pemrakarsa proyek, pemerintah, dan masyarakat untuk memastikan pengelolaan lingkungan dilakukan secara sistematis, terukur, dan sesuai ketentuan hukum (Wibowo, 2019; KLHK, 2021).

Permasalahan Pembangunan dan Lingkungan

Meningkatnya intensitas pembangunan di berbagai sektor menimbulkan tantangan besar bagi keberlanjutan lingkungan. Contohnya, pembangunan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbasis batubara menghasilkan emisi gas rumah kaca dan limbah padat berupa fly ash dan bottom ash yang dapat mencemari lingkungan (Fitriani & Yuliana, 2018). Sementara itu, pembangunan jalan tol sering menimbulkan alih fungsi lahan pertanian, fragmentasi habitat satwa liar, serta konflik sosial akibat penggusuran (Wicaksono & Purnaweni, 2020).

Selain itu, pembangunan kawasan industri dan perkotaan menambah beban pencemaran air, udara, dan tanah. Bila tidak dikelola dengan baik, kondisi ini dapat menimbulkan krisis lingkungan yang berdampak pada kesehatan masyarakat, penurunan produktivitas lahan, dan meningkatnya risiko bencana ekologis. Oleh karena itu, keberadaan RKL menjadi penting sebagai pedoman mitigasi dan strategi adaptasi lingkungan terhadap dampak pembangunan (Hutagalung & Sihombing, 2020).

Urgensi Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)

RKL menjadi instrumen vital karena memiliki beberapa fungsi strategis. Pertama, RKL berfungsi sebagai alat pengendalian dampak dengan merumuskan langkah teknis, sosial, dan manajerial yang perlu dilakukan pemrakarsa kegiatan. Kedua, RKL memiliki legitimasi hukum karena diatur dalam Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, serta diperkuat dalam PP No. 22 Tahun 2021. Ketiga, RKL berperan sebagai wadah partisipasi multipihak, karena penyusunannya melibatkan pemerintah, masyarakat terdampak, akademisi, dan sektor swasta.

Selain itu, RKL juga menjadi instrumen yang mengintegrasikan pembangunan dengan agenda keberlanjutan global, seperti Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) dan Perjanjian Paris mengenai pengendalian perubahan iklim (UNEP, 2011; UNFCCC, 2015). Melalui RKL, Indonesia dapat memperkuat tata kelola lingkungan sekaligus menjaga daya saing pembangunan di tengah tuntutan standar internasional.

9.1 Konsep Dasar Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)

Definisi dan Kedudukan RKL dalam AMDAL

Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) merupakan dokumen yang memuat langkah-langkah yang harus dilakukan oleh pemrakarsa kegiatan untuk mengelola dampak penting yang telah diidentifikasi dalam Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Dokumen ini berfungsi sebagai pedoman operasional yang menjembatani antara hasil kajian dampak lingkungan dengan implementasi nyata di lapangan (Glasson et al., 2012).

Secara hukum, RKL di Indonesia memiliki dasar yang kuat, terutama dalam Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup serta Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Kedudukannya dalam AMDAL bersifat wajib, artinya setiap proyek yang termasuk kategori wajib AMDAL harus menyusun dokumen RKL. Dengan demikian, RKL bukan sekadar formalitas administratif, melainkan instrumen untuk memastikan keberlanjutan pembangunan (Wibowo, 2019).

Dalam praktik internasional, dokumen serupa RKL juga dikenal dalam kerangka *Environmental and Social Management Plan* (ESMP) yang dipersyaratkan oleh lembaga pembiayaan global seperti World Bank, IFC, dan Asian Development Bank (World Bank, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan lingkungan melalui rencana tertulis sudah menjadi standar universal dalam tata kelola pembangunan.

Komponen Utama RKL

Menurut KLHK (2021), RKL setidaknya memuat lima komponen utama, yaitu:

1. **Uraian dampak lingkungan yang dikelola.** Bagian ini menjelaskan jenis dampak penting yang teridentifikasi dalam studi AMDAL, misalnya pencemaran udara, perubahan tata guna lahan, atau gangguan terhadap habitat satwa liar.
2. **Upaya pengelolaan.** Memuat langkah teknis, administratif, dan sosial yang akan dilakukan untuk mengurangi dampak negatif atau meningkatkan dampak positif. Misalnya, penggunaan teknologi *scrubber* untuk menurunkan emisi atau program penghijauan untuk mengurangi erosi.
3. **Lokasi pengelolaan.** Menentukan area spesifik di mana tindakan pengelolaan akan dilakukan, baik di dalam maupun di luar wilayah proyek.
4. **Periode atau waktu pelaksanaan.** Menentukan kapan kegiatan pengelolaan dilakukan, apakah pada tahap konstruksi, operasi, atau pasca-operasi.
5. **Penanggung jawab.** Menetapkan pihak yang memiliki kewenangan dan kewajiban untuk melaksanakan pengelolaan, baik pemrakarsa proyek, kontraktor, maupun instansi pemerintah terkait.

Struktur ini bersifat baku agar memudahkan proses pemantauan dan evaluasi. Dengan adanya komponen yang jelas, maka keberhasilan RKL dapat diukur secara lebih objektif (Morgan, 2012).

Prinsip Penyusunan RKL

Dalam penyusunan RKL, terdapat beberapa prinsip mendasar yang harus diperhatikan:

1. **Prinsip preventif.** Upaya pengelolaan harus berorientasi pada pencegahan dampak, bukan hanya perbaikan setelah dampak terjadi.
2. **Prinsip partisipatif.** Penyusunan RKL harus melibatkan masyarakat, akademisi, pemerintah, dan pihak terkait lainnya untuk menghindari konflik sosial (Hilson, 2012).

3. **Prinsip terukur.** Indikator keberhasilan pengelolaan harus jelas, kuantitatif, dan dapat dievaluasi.
4. **Prinsip adaptif.** RKL harus fleksibel menyesuaikan dengan perubahan kondisi lingkungan, sosial, dan teknologi.
5. **Prinsip keberlanjutan.** RKL harus memastikan bahwa pembangunan tidak hanya mengejar keuntungan jangka pendek, tetapi juga menjaga daya dukung dan daya tampung lingkungan untuk generasi mendatang (UNEP, 2011).
6. Dengan prinsip-prinsip tersebut, RKL diharapkan dapat menjadi instrumen yang efektif, bukan sekadar dokumen administratif.

Regulasi dan Standar Nasional/Internasional

RKL di Indonesia diatur dalam berbagai peraturan perundangan. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 menegaskan bahwa setiap kegiatan yang berdampak penting wajib menyusun AMDAL, yang di dalamnya mencakup RKL dan RPL. Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 memberikan pedoman teknis penyusunan, penilaian, dan pelaksanaan RKL, termasuk mekanisme pemantauan dan pelaporan.

Selain itu, standar internasional juga memberikan arahan penting. World Bank (2018) melalui *Environmental and Social Framework* (ESF) mewajibkan pemrakarsa proyek menyusun dokumen pengelolaan lingkungan sebagai syarat pencairan pembiayaan. IFC (2012) dalam *Performance Standards on Environmental and Social Sustainability* juga menekankan pentingnya rencana pengelolaan lingkungan yang berbasis risiko dan partisipatif.

Penerapan standar ini memastikan bahwa proyek pembangunan yang dibiayai dengan dana internasional tidak hanya mematuhi hukum nasional, tetapi juga memenuhi praktik terbaik global. Harmonisasi dengan standar internasional sangat penting agar Indonesia dapat meningkatkan daya saing dan kredibilitas pembangunan di mata investor (OECD, 2019).

9.2 Hubungan Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dengan Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL)

Peran AMDAL sebagai Instrumen Pengelolaan Lingkungan

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) merupakan instrumen utama dalam pengelolaan lingkungan hidup yang digunakan hampir di seluruh dunia. Di Indonesia, AMDAL diatur melalui Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang menegaskan bahwa setiap kegiatan atau usaha yang berpotensi menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan wajib menyusun AMDAL.

Fungsi AMDAL adalah untuk mengidentifikasi, memprediksi, mengevaluasi, dan memberikan alternatif solusi atas dampak lingkungan dari suatu kegiatan pembangunan (Morgan, 2012). Hasil dari proses AMDAL tidak hanya berupa daftar dampak, tetapi juga rekomendasi pengelolaan dan pemantauan lingkungan. RKL lah yang kemudian menerjemahkan rekomendasi tersebut ke dalam rencana teknis, terstruktur, dan operasional.

Dengan demikian, AMDAL dapat dianggap sebagai "payung besar" analisis, sementara RKL adalah turunan langsung yang bersifat implementatif. Tanpa RKL, hasil kajian AMDAL berpotensi tidak dilaksanakan secara efektif di lapangan (Glasson et al., 2012).

Kedudukan RKL dalam Dokumen AMDAL

RKL merupakan bagian tak terpisahkan dari dokumen AMDAL. Dalam sistem penyusunan AMDAL di Indonesia, dokumen yang harus disiapkan terdiri atas:

1. **Kerangka Acuan (KA-ANDAL):** dokumen awal yang menjelaskan ruang lingkup dan metodologi studi.
2. **Analisis Dampak Lingkungan (ANDAL):** dokumen utama yang berisi identifikasi, prediksi, dan evaluasi dampak.
3. **Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL):** dokumen yang menjabarkan tindakan pengelolaan dampak.

4. Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL): dokumen yang merumuskan mekanisme pemantauan keberhasilan pengelolaan.

RKL secara khusus menghubungkan hasil analisis (ANDAL) dengan tindakan nyata. Misalnya, bila dalam ANDAL ditemukan potensi peningkatan emisi debu akibat aktivitas konstruksi, maka RKL akan merumuskan langkah-langkah teknis seperti penyiraman jalan proyek, pemasangan *dust collector*, atau penghijauan buffer zone (KLHK, 2021).

Dengan kedudukannya tersebut, RKL memastikan bahwa hasil kajian ilmiah dalam AMDAL tidak hanya berhenti pada level analisis, melainkan diturunkan ke dalam program aksi yang terukur.

Integrasi RKL dan RPL dalam Implementasi

RKL dan RPL seringkali disebut sebagai “dua sisi mata uang” dalam pengelolaan lingkungan. RKL berfokus pada apa yang harus dilakukan untuk mengelola dampak, sedangkan RPL berfokus pada bagaimana menilai keberhasilan pengelolaan tersebut.

Contohnya, dalam pembangunan jalan tol, RKL dapat memuat strategi pengelolaan kebisingan dengan memasang dinding penahan suara. Sementara itu, RPL akan mengatur metode pemantauan kebisingan, frekuensi pengukuran, serta standar baku tingkat kebisingan yang harus dipatuhi. Tanpa RKL, pengelolaan tidak memiliki arah; tanpa RPL, keberhasilan pengelolaan tidak dapat diverifikasi (Hutagalung & Sihombing, 2020).

Dalam praktik internasional, integrasi serupa juga diterapkan melalui dokumen *Environmental and Social Management Plan (ESMP)*, yang selalu dilengkapi dengan mekanisme *monitoring and evaluation*. Hal ini menegaskan bahwa keberadaan RKL dan RPL adalah bagian dari sistem pengelolaan lingkungan yang holistik (World Bank, 2018).

Peran Pemangku Kepentingan dalam Hubungan RKL dan AMDAL

Hubungan antara RKL dan AMDAL tidak hanya bersifat teknis, melainkan juga melibatkan partisipasi berbagai pemangku kepentingan. Pemrakarsa proyek bertanggung jawab untuk menyusun dan melaksanakan RKL, pemerintah berperan sebagai regulator sekaligus pengawas, sedangkan masyarakat dapat berperan sebagai penerima manfaat sekaligus pengontrol sosial.

Menurut Hilson (2012), keterlibatan masyarakat dalam penyusunan rencana pengelolaan lingkungan dapat mengurangi konflik sosial dan meningkatkan legitimasi proyek. Hal ini penting terutama dalam proyek-proyek besar seperti pertambangan, pembangunan energi, atau infrastruktur, yang sering memicu resistensi masyarakat lokal.

Di Indonesia, mekanisme partisipasi masyarakat dalam AMDAL termasuk dalam proses konsultasi publik. Hasil dari konsultasi ini sering berpengaruh pada rumusan RKL, terutama terkait aspek sosial dan budaya (Purnaweni, 2019). Dengan demikian, hubungan antara AMDAL dan RKL bukan hanya aspek teknis, tetapi juga aspek sosial yang berimplikasi luas.

Signifikansi Hubungan RKL dengan AMDAL dalam Pembangunan Berkelanjutan

Hubungan erat antara RKL dan AMDAL sangat penting dalam konteks pembangunan berkelanjutan. AMDAL berfungsi sebagai instrumen prediktif, sementara RKL sebagai instrumen implementatif. Kombinasi keduanya menjamin bahwa pembangunan tidak sekadar mengejar pertumbuhan ekonomi, melainkan juga memperhatikan keseimbangan sosial dan ekologi (UNEP, 2011).

Dalam jangka panjang, hubungan ini juga menjadi dasar integrasi kebijakan lingkungan dengan agenda global seperti Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dan Paris Agreement. Oleh karena itu, semakin kuat integrasi antara AMDAL dan RKL, semakin besar pula kontribusinya terhadap pencapaian pembangunan yang berwawasan lingkungan.

9.3 Metode dan Strategi Penyusunan RKL

Penyusunan **Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)** merupakan tahapan penting setelah proses analisis dampak dalam dokumen AMDAL. Jika AMDAL berfungsi sebagai instrumen analitis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi dampak, maka RKL berperan sebagai dokumen implementatif yang menjabarkan bagaimana dampak tersebut dikelola. Oleh sebab itu, penyusunan RKL harus dilakukan secara metodologis, partisipatif, serta mengacu pada kerangka hukum yang berlaku (Glasson et al., 2012; KLHK, 2021).

Metode penyusunan RKL tidak bisa dilepaskan dari kompleksitas proyek pembangunan. Proyek di sektor energi, misalnya, akan memiliki pendekatan berbeda dibandingkan sektor transportasi atau industri manufaktur. Namun, secara umum, terdapat langkah-langkah yang menjadi acuan baku, yaitu: (1) identifikasi dampak penting, (2) perumusan upaya pengelolaan, (3) penentuan indikator dan target, (4) penetapan mekanisme pelaksanaan, serta (5) evaluasi adaptif (Morgan, 2012).

Tahapan Metodologis Penyusunan RKL

Identifikasi Dampak Penting

Langkah pertama adalah mengidentifikasi dampak penting yang dihasilkan dari kegiatan. Dampak ini sebelumnya sudah diuraikan dalam dokumen ANDAL, namun dalam RKL perlu dipilah kembali berdasarkan urgensi, besaran pengaruh, serta tingkat risiko.

Kriteria dampak penting menurut KLHK (2021) mencakup:

1. Besarnya jumlah manusia atau wilayah yang terkena dampak.
2. Intensitas dan lamanya dampak berlangsung.
3. Bersifat kumulatif atau tidak.
4. Reversibilitas dampak (dapat dipulihkan atau permanen).
5. Kepentingan nasional maupun internasional dari dampak tersebut.

Contohnya, pembangunan PLTU akan menghasilkan dampak penting berupa emisi gas rumah kaca, sedangkan pembangunan jalan tol menimbulkan dampak penting berupa fragmentasi habitat satwa liar.

Perumusan Upaya Pengelolaan

Setelah dampak penting diidentifikasi, penyusun RKL harus merumuskan langkah mitigasi yang sesuai. Upaya pengelolaan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori:

1. **Upaya teknis:** penerapan teknologi pengendalian pencemaran seperti *electrostatic precipitator*, sistem pengolahan limbah cair (IPAL), atau teknologi ramah lingkungan (*cleaner production*).
2. **Upaya manajerial:** penyusunan SOP operasional yang ramah lingkungan, pembatasan jam kerja proyek untuk mengurangi kebisingan, atau pengaturan lalu lintas kendaraan proyek.
3. **Upaya sosial:** pemberdayaan masyarakat, program CSR, serta skema kompensasi bagi masyarakat terdampak (Hilson, 2012).

Dalam praktik terbaik, ketiga upaya ini harus dikombinasikan sehingga pengelolaan tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga aspek sosial dan kelembagaan.

Penentuan Indikator dan Target

Keberhasilan suatu RKL sangat ditentukan oleh indikator yang digunakan. Indikator pengelolaan harus jelas, kuantitatif, dan dapat diverifikasi. Misalnya, pengendalian emisi udara ditargetkan untuk menurunkan konsentrasi partikulat (PM10) hingga di bawah baku mutu nasional, atau rehabilitasi lahan ditargetkan untuk menanam kembali minimal 70% area terdampak dalam waktu tiga tahun.

Target yang terukur memudahkan proses pemantauan dan pelaporan. Tanpa indikator yang jelas, RKL berisiko menjadi dokumen administratif tanpa makna substantif (World Bank, 2018).

Penetapan Mekanisme Pelaksanaan

Mekanisme pelaksanaan RKL mencakup:

1. **Penanggung jawab utama** (pemrakarsa proyek, kontraktor, atau pihak ketiga).
2. **Sumber daya yang digunakan** (anggaran, tenaga ahli, teknologi).
3. **Jadwal pelaksanaan** (fase konstruksi, operasi, pasca-operasi).
4. **Koordinasi kelembagaan** dengan instansi lingkungan hidup di daerah.

Penetapan mekanisme pelaksanaan yang rinci menjamin adanya akuntabilitas dalam pelaksanaan RKL.

Evaluasi dan Adaptasi

Lingkungan bersifat dinamis, sehingga RKL harus disusun dengan pendekatan adaptif. Artinya, jika hasil pemantauan menunjukkan pengelolaan tidak efektif, maka strategi harus diperbaiki.

Evaluasi adaptif ini sejalan dengan prinsip *adaptive environmental management*, yang menekankan siklus belajar berkelanjutan dalam pengelolaan lingkungan (Armitage et al., 2009). Dengan demikian, RKL bukan dokumen statis, melainkan instrumen yang dapat berkembang sesuai kebutuhan.

Strategi Penyusunan RKL

Strategi Regulatif

Strategi regulatif menekankan pentingnya kepatuhan pada kerangka hukum nasional. Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 memberikan pedoman teknis penyusunan RKL, termasuk format, isi, dan mekanisme penilaian. Kepatuhan pada regulasi memastikan bahwa RKL memiliki legitimasi hukum dan dapat ditegakkan secara administratif maupun yuridis (KLHK, 2021).

Strategi Partisipatif

RKL harus disusun dengan melibatkan masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya. Partisipasi masyarakat memberikan legitimasi sosial, mengurangi potensi konflik, serta meningkatkan keberterimaan proyek (Purnaweni, 2019). Dalam praktik internasional, *stakeholder engagement* menjadi syarat wajib dalam penyusunan dokumen pengelolaan lingkungan (IFC, 2012).

Strategi Integratif

RKL tidak boleh berdiri sendiri, melainkan harus terintegrasi dengan rencana pembangunan daerah, RTRW, serta kebijakan sektoral lainnya. Dengan integrasi ini, pengelolaan lingkungan dapat selaras dengan tujuan pembangunan nasional maupun global, termasuk pencapaian SDGs (OECD, 2019).

Strategi Teknologi

Pemanfaatan teknologi menjadi faktor kunci dalam efektivitas pengelolaan. Sensor kualitas udara berbasis IoT, sistem GIS untuk pemantauan tata guna lahan, dan *big data analytics* untuk prediksi dampak adalah beberapa contoh teknologi yang dapat memperkuat implementasi RKL (Geissdoerfer et al., 2017).

Strategi Ekonomi

Aspek ekonomi juga tidak boleh diabaikan. Pengelolaan lingkungan membutuhkan biaya, sehingga RKL harus disusun dengan memperhitungkan keberlanjutan finansial. Prinsip *polluter pays* dapat diterapkan agar pemrakarsa proyek menanggung biaya pengelolaan lingkungan. Selain itu, mekanisme insentif fiskal seperti *green tax* atau subsidi teknologi bersih dapat mendorong keberhasilan implementasi RKL (UNEP, 2011).

Tantangan dalam Penyusunan RKL

Meskipun kerangka metodologis sudah tersedia, penyusunan RKL sering menghadapi kendala, antara lain:

1. Keterbatasan data lingkungan yang akurat.
2. Lemahnya kapasitas teknis penyusun dokumen.
3. Minimnya keterlibatan masyarakat.
4. Konflik kepentingan antara pembangunan ekonomi dan perlindungan lingkungan.

Oleh karena itu, strategi penyusunan RKL harus memperhatikan aspek kapasitas kelembagaan, integrasi data, serta penguatan kolaborasi multipihak (Wibowo, 2019).

9.4 Tantangan dan Kendala dalam Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)

1. Walaupun Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) telah diakui sebagai instrumen penting dalam menjamin keberlanjutan pembangunan, implementasinya masih menghadapi berbagai kendala. Tantangan ini muncul baik dari aspek teknis, kelembagaan, sosial, maupun ekonomi. Ketidakmampuan mengatasi kendala tersebut berpotensi menjadikan RKL hanya sebatas dokumen administratif, tanpa memberikan kontribusi nyata bagi perlindungan lingkungan (Wibowo, 2019).
2. Di Indonesia, tantangan implementasi RKL semakin kompleks seiring dengan meningkatnya intensitas pembangunan infrastruktur, pertambangan, industri, dan energi. Oleh karena itu, penting untuk memahami kendala yang dihadapi, agar dapat merumuskan strategi perbaikan ke depan.

Tantangan Teknis

Salah satu kendala utama adalah keterbatasan data dan informasi lingkungan. Banyak penyusun RKL masih bergantung pada data sekunder yang tidak mutakhir, sehingga akurasi analisis pengelolaan menjadi lemah (Morgan, 2012). Misalnya, pemantauan kualitas udara atau air sering tidak dilakukan secara berkala karena keterbatasan peralatan dan biaya.

Selain itu, terdapat tantangan dalam penerapan teknologi ramah lingkungan. Pemrakarsa proyek sering memilih teknologi dengan biaya rendah tanpa memperhitungkan dampak jangka panjang terhadap lingkungan (Geissdoerfer et al., 2017). Akibatnya, upaya pengelolaan yang tertuang dalam RKL sering tidak berjalan optimal.

Tantangan Kelembagaan dan Regulasi

Kelemahan kelembagaan juga menjadi hambatan serius. Koordinasi antarinstansi pemerintah dalam pengawasan RKL sering tidak berjalan efektif. Di tingkat daerah, dinas lingkungan hidup kerap menghadapi keterbatasan sumber daya manusia untuk melakukan evaluasi dan pengawasan lapangan (KLHK, 2020).

Selain itu, penegakan hukum lingkungan di Indonesia masih belum konsisten. Banyak kasus pencemaran atau pelanggaran RKL yang tidak ditindaklanjuti secara tegas, sehingga menimbulkan kesan bahwa pengelolaan lingkungan tidak memiliki konsekuensi hukum yang kuat (Purnaweni, 2019).

Tantangan Sosial

Aspek sosial juga menjadi bagian penting dari kendala RKL. Dalam banyak kasus, masyarakat kurang dilibatkan secara efektif dalam penyusunan dan pelaksanaan RKL. Hal ini mengakibatkan munculnya konflik antara masyarakat lokal dengan pemrakarsa proyek, terutama pada sektor pertambangan, kehutanan, dan energi (Hilson, 2012).

Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai fungsi RKL juga menyebabkan rendahnya partisipasi dalam proses pemantauan. Padahal, partisipasi masyarakat sangat penting untuk meningkatkan transparansi dan legitimasi pengelolaan lingkungan (Purnaweni, 2019).

Tantangan Ekonomi dan Pendanaan

Pengelolaan lingkungan memerlukan biaya yang signifikan, baik untuk pembangunan infrastruktur pengendalian pencemaran, rehabilitasi lahan, maupun program pemberdayaan

masyarakat. Namun, banyak pemrakarsa proyek yang enggan mengalokasikan anggaran yang memadai. Akibatnya, program RKL sering kali tidak dijalankan secara konsisten atau bahkan diabaikan (UNEP, 2011).

Selain itu, minimnya mekanisme insentif dan disinsentif ekonomi juga menjadi kendala. Misalnya, tidak semua proyek mendapatkan dorongan fiskal untuk menerapkan teknologi hijau, sehingga biaya tinggi menjadi alasan untuk tidak melaksanakan pengelolaan sesuai standar (OECD, 2019).

Tantangan Global dan Perubahan Iklim

Di tingkat global, perubahan iklim menambah dimensi baru dalam penyusunan RKL. Proyek pembangunan kini dituntut untuk tidak hanya mengurangi dampak lokal, tetapi juga berkontribusi terhadap mitigasi emisi gas rumah kaca (UNFCCC, 2015). Tantangan ini menuntut adanya integrasi antara RKL dengan agenda pembangunan rendah karbon, yang masih relatif baru diimplementasikan di Indonesia.

Selain itu, globalisasi dan keterkaitan pasar internasional membuat proyek yang tidak memiliki RKL berkualitas sering kesulitan mendapatkan pembiayaan dari lembaga internasional seperti Bank Dunia atau IFC, yang mensyaratkan dokumen pengelolaan lingkungan sebagai syarat utama (World Bank, 2018).

9.5 Strategi dan Arah Penguatan Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL)

Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) memiliki posisi yang sangat penting dalam sistem Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Sebagai instrumen implementatif, RKL tidak hanya berfungsi sebagai dokumen pendamping proyek pembangunan, tetapi juga sebagai pedoman pengelolaan lingkungan yang memastikan kegiatan pembangunan berlangsung secara berkelanjutan. Namun, realitas di Indonesia menunjukkan bahwa implementasi RKL seringkali menghadapi tantangan serius, mulai dari lemahnya penegakan hukum,

keterbatasan sumber daya, hingga rendahnya partisipasi masyarakat (Wibowo, 2019).

Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan strategi dan arah penguatan RKL agar benar-benar menjadi instrumen yang efektif. Penguatan ini sejalan dengan amanat Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 yang menekankan perlunya instrumen lingkungan yang adaptif, partisipatif, serta terintegrasi dengan pembangunan nasional.

Strategi Penguatan RKL

Penguatan Regulasi dan Penegakan Hukum

Regulasi lingkungan di Indonesia sebenarnya cukup komprehensif, namun implementasinya masih lemah. Oleh karena itu, strategi utama adalah memperkuat penegakan hukum lingkungan. Hal ini dapat dilakukan dengan:

1. Memastikan setiap pemrakarsa proyek wajib melaporkan pelaksanaan RKL secara berkala.
2. Memberikan sanksi administratif maupun pidana bagi pelanggar RKL.
3. Mengintegrasikan RKL dengan sistem perizinan berbasis OSS (Online Single Submission) agar pengawasan lebih mudah dilakukan secara digital (KLHK, 2021).

Selain itu, perlu ada harmonisasi regulasi dengan standar internasional, misalnya *IFC Performance Standards* atau *World Bank Environmental and Social Framework*, agar RKL Indonesia memiliki kredibilitas di mata global (World Bank, 2018).

Peningkatan Kapasitas Kelembagaan

Kapasitas kelembagaan, baik di tingkat pusat maupun daerah, merupakan faktor penentu keberhasilan implementasi RKL. Banyak dinas lingkungan hidup daerah masih kekurangan tenaga ahli, peralatan monitoring, maupun dana operasional (KLHK, 2020).

Strategi peningkatan kapasitas kelembagaan meliputi:

1. Pelatihan teknis bagi pejabat daerah mengenai metode pengelolaan dan pemantauan lingkungan.
2. Penyediaan sistem informasi lingkungan terintegrasi berbasis teknologi digital.
3. Penguatan peran Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS), Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA), dan lembaga teknis lainnya dalam mendukung pelaksanaan RKL.

Dengan kelembagaan yang kuat, pelaksanaan RKL dapat dilakukan lebih konsisten dan terukur.

Pemanfaatan Teknologi dan Inovasi

Kemajuan teknologi membuka peluang besar untuk memperkuat efektivitas RKL. Beberapa inovasi yang relevan antara lain:

1. **Internet of Things (IoT)** untuk memantau kualitas udara, air, dan kebisingan secara real-time.
2. **Geographic Information System (GIS)** untuk mengelola data spasial terkait perubahan tata guna lahan.
3. **Big Data dan Artificial Intelligence** untuk menganalisis tren dampak lingkungan dan merumuskan kebijakan adaptif (Geissdoerfer et al., 2017).

Penerapan teknologi ini dapat menutup kelemahan sistem manual yang selama ini rawan manipulasi data.

Peningkatan Partisipasi Publik

Partisipasi masyarakat merupakan prinsip fundamental dalam pengelolaan lingkungan. Namun, keterlibatan masyarakat dalam penyusunan dan implementasi RKL di Indonesia masih terbatas (Purnaweni, 2019).

Strategi yang dapat ditempuh antara lain:

1. Membuka ruang konsultasi publik yang transparan dalam penyusunan AMDAL dan RKL.
2. Memberdayakan LSM dan perguruan tinggi sebagai mitra pemantau independen.

3. Menyediakan kanal digital (misalnya aplikasi berbasis *mobile*) untuk melaporkan pelanggaran pelaksanaan RKL.

Dengan keterlibatan publik, pelaksanaan RKL akan lebih transparan dan akuntabel.

Integrasi Ekonomi Lingkungan

RKL sering dianggap beban biaya bagi pemrakarsa proyek. Untuk itu, strategi penting adalah mengintegrasikan RKL dengan instrumen ekonomi lingkungan. Beberapa langkah yang dapat dilakukan adalah:

1. Penerapan prinsip **polluter pays** agar biaya pengelolaan ditanggung oleh pihak yang menimbulkan dampak.
2. Penyediaan insentif pajak bagi perusahaan yang menerapkan teknologi hijau.
3. Integrasi RKL dengan mekanisme pasar karbon, khususnya untuk proyek-proyek yang berkaitan dengan emisi gas rumah kaca (UNFCCC, 2015).

Integrasi ekonomi ini akan menjadikan RKL bukan sekadar kewajiban, melainkan bagian dari strategi bisnis berkelanjutan.

Arah Penguatan RKL di Indonesia

Berdasarkan strategi di atas, arah penguatan RKL di Indonesia ke depan dapat difokuskan pada beberapa aspek berikut:

1. Mainstreaming RKL dalam Perencanaan Pembangunan

RKL harus diposisikan bukan hanya sebagai dokumen AMDAL, tetapi juga sebagai bagian dari perencanaan pembangunan nasional dan daerah. Integrasi ini penting agar pengelolaan lingkungan selaras dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).

2. Pendekatan Adaptif terhadap Perubahan Iklim

RKL harus lebih sensitif terhadap isu perubahan iklim. Artinya, setiap rencana pengelolaan harus

mempertimbangkan mitigasi emisi dan strategi adaptasi terhadap dampak iklim (UNEP, 2011).

3. Penguatan Kolaborasi Multipihak

RKL tidak bisa hanya menjadi tanggung jawab pemerintah atau pemrakarsa proyek. Ke depan, penguatan kolaborasi dengan masyarakat sipil, akademisi, swasta, dan lembaga internasional menjadi sangat penting.

4. Digitalisasi dan Transparansi Data Lingkungan

Penguatan RKL juga harus diarahkan pada digitalisasi sistem pelaporan dan monitoring, sehingga masyarakat dapat mengakses data secara terbuka (*open data*). Transparansi ini menjadi salah satu instrumen penting untuk mencegah pelanggaran.

9.6 Penutup

Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) merupakan instrumen utama dalam sistem Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) di Indonesia yang memiliki fungsi strategis untuk menjembatani antara analisis dampak dengan tindakan nyata di lapangan. Sebagai dokumen operasional, RKL berperan penting dalam memastikan bahwa dampak penting yang telah diidentifikasi melalui studi AMDAL dapat dikelola dengan baik, baik melalui upaya teknis, manajerial, maupun sosial (Morgan, 2012).

Melalui serangkaian pembahasan, dapat disimpulkan bahwa RKL memiliki beberapa fungsi krusial:

- 1. Instrumen implementatif** – menerjemahkan hasil analisis dampak (AMDAL) menjadi rencana aksi yang terukur.
- 2. Instrumen akuntabilitas** – menjadi dasar pengawasan pemerintah dan masyarakat terhadap pemrakarsa proyek.
- 3. Instrumen pembangunan berkelanjutan** – mengintegrasikan kepentingan ekonomi, sosial, dan lingkungan agar seimbang dalam proses pembangunan.
- 4. Namun, dalam praktiknya, pelaksanaan RKL di Indonesia masih menghadapi tantangan besar.** Keterbatasan data, lemahnya pengawasan, rendahnya partisipasi publik, hingga kurangnya pendanaan sering membuat RKL tidak berfungsi optimal (Wibowo, 2019). Kendala ini menegaskan bahwa penguatan

RKL tidak hanya memerlukan regulasi yang kuat, tetapi juga dukungan kelembagaan, teknologi, dan kolaborasi multipihak.

Rekomendasi

Berdasarkan analisis yang telah dibahas, terdapat beberapa rekomendasi penting untuk memperkuat efektivitas RKL di Indonesia:

1. Penguatan Regulasi dan Penegakan Hukum

RKL perlu ditegakkan secara konsisten melalui sanksi administratif maupun pidana bagi pelanggar. Regulasi juga harus selaras dengan standar internasional agar proyek pembangunan di Indonesia mampu bersaing di tingkat global (World Bank, 2018).

2. Peningkatan Kapasitas Kelembagaan

Diperlukan peningkatan kemampuan teknis dan kelembagaan di tingkat pusat maupun daerah, terutama dalam hal monitoring, evaluasi, dan pemanfaatan teknologi informasi (KLHK, 2020).

3. Pemanfaatan Teknologi Digital

Pemanfaatan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), sistem informasi geografis (GIS), serta *big data analytics* dapat memperkuat sistem monitoring lingkungan secara real-time dan transparan (Geissdoerfer et al., 2017).

4. Partisipasi Publik dan Transparansi Data

Pelibatan masyarakat sejak tahap perencanaan hingga implementasi RKL menjadi kunci untuk menciptakan akuntabilitas. Akses data lingkungan yang terbuka (open data) akan meningkatkan pengawasan independen dari masyarakat sipil (Purnaweni, 2019).

5. Integrasi dengan Pembangunan Nasional dan Agenda Global

RKL harus diposisikan sebagai bagian dari kebijakan pembangunan berkelanjutan. Integrasi dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN), Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), dan Paris Agreement akan memperkuat daya guna RKL dalam menghadapi tantangan perubahan iklim (UNFCCC, 2015).

DAFTAR PUSTAKA

- Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2012). Introduction to Environmental Impact Assessment. Routledge.
- Morgan, R. K. (2012). Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 30(1), 5-14.
- KLHK. (2020). Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- KLHK. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Wibowo, H. (2019). Tantangan implementasi AMDAL dalam pembangunan berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Lingkungan Hidup Indonesia*, 6(2), 45-58.
- World Bank. (2018). Environmental and Social Framework. Washington, DC: World Bank.
- UNEP. (2011). Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development. United Nations Environment Programme.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.

BAB 10

RENCANA PEMANTAUAN LINGKUNGAN

Pada hakikatnya pembangunan merupakan suatu upaya manusia dalam meningkatkan kualitas hidup, memperkuat daya saing, serta menciptakan kesejahteraan masyarakat. Namun, di balik manfaat yang dihasilkan, pembangunan juga berpotensi menimbulkan tekanan terhadap lingkungan hidup (Ilham, 2021). Berdasarkan pengalaman dalam beberapa dekade terakhir menunjukkan bahwa ketika pembangunan hanya diarahkan pada aspek ekonomi dan sosial tanpa memperhitungkan ekologis, muncul dampak negatif yang nyata baik dalam bentuk pencemaran, degradasi sumber daya alam, maupun terganggunya keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, penting kiranya agar pembangunan tidak hanya dapat dipandang dari sisi ekonomi dan sosial saja, melainkan juga harus mempertimbangkan aspek ekologis agar tercipta keberlanjutan (Hunjra, Bouri, Azam, Azam, & Dai, 2024).

Dalam konteks inilah, pemantauan lingkungan menjadi sebuah instrumen penting yang tidak hanya sekadar prosedur administratif, tetapi menjadi sebuah proses yang sistematis untuk mengamati, mengukur, dan mengevaluasi perubahan yang terjadi pada komponen lingkungan sebagai akibat dari suatu kegiatan pembangunan, menilai intensitas dampak, dan menginformasikan tindakan pengelolaan (Morgan, *Environmental Impact Assessment: A Methodological Approach*, 1998). Melalui pemantauan, berbagai dampak potensial dapat diidentifikasi sejak dini, sehingga memungkinkan adanya tindakan preventif dan adaptif sebelum kerusakan yang lebih serius terjadi (Ravbar, et al., 2023). Dengan demikian, pemantauan lingkungan bukan hanya berfungsi sebagai mekanisme pengendalian, tetapi juga sebagai sarana

pembelajaran dan peningkatan kualitas pengelolaan pembangunan.

Secara umum, tujuan dilaksanakannya pemantauan lingkungan dalam pembangunan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Dampak Lingkungan

Pemantauan lingkungan dapat membantu mengenali perubahan nyata yang timbul akibat adanya aktivitas pembangunan, baik pada kualitas udara, air, tanah, keanekaragaman hayati, maupun kesehatan masyarakat. Sebagai contoh misalnya, penelitian yang dilakukan pada industri manufaktur di Kota Salatiga yang menunjukkan bahwa pemantauan rutin membantu mengenali potensi pencemaran sejak dini dan menjadi dasar dalam perbaikan pengelolaan limbah (Panjaitan, Purwanto, & Warsito, 2023)

2. Memastikan Kepatuhan terhadap Regulasi

Selain sebagai instrumen teknis, pemantauan lingkungan juga bertujuan untuk memastikan kepatuhan terhadap peraturan dan standar lingkungan yang berlaku. Kepatuhan ini tidak hanya berdampak pada kelestarian lingkungan, tetapi juga meningkatkan daya saing usaha sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian pada sektor IKM di Indonesia (Fatkhurahman & Novita, 2025)

3. Meningkatkan Keberlanjutan

Melalui pemantauan lingkungan, hasil pembangunan dapat diarahkan agar sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan, yakni mengoptimalkan manfaat ekonomi dan sosial tanpa mengorbankan fungsi ekologis jangka panjang. Sebagaimana dibuktikan dalam studi tentang penggunaan *environmental key performance indicators*, dimana ditemukan bahwa pemantauan lingkungan mampu mengarahkan praktik pembangunan menuju keberlanjutan dengan melibatkan regulasi dan pengaruh pemangku kepentingan (Zarzycka & Krasodomska, 2021)

4. Memberikan Informasi bagi Pengambilan Keputusan

Data hasil pemantauan lingkungan menyediakan informasi yang valid dan terukur, yang dapat digunakan oleh

pemerintah, pelaku usaha, maupun masyarakat dalam merumuskan kebijakan, strategi mitigasi, dan langkah adaptasi. Hal ini dikuatkan melalui laporan yang menunjukkan bahwa tren global dalam kepatuhan lingkungan didorong oleh ketersediaan data monitoring yang dapat digunakan untuk perumusan kebijakan berbasis bukti (OECD, 2020). Bahkan lebih jauh, dalam buku *Environmental Monitoring: A Comprehensive Handbook* ditegaskan bahwa kualitas informasi dari pemantauan menentukan efektivitas strategi mitigasi dan adaptasi (Moldenhauer, 2009).

Dengan demikian, pemantauan lingkungan memiliki posisi yang strategis dalam memastikan bahwa pembangunan tidak hanya menghasilkan kemajuan, tetapi juga selaras dengan upaya pelestarian lingkungan hidup, karena menyediakan rangkaian proses observasi, pengukuran, dan analisis yang sistematis untuk mendeteksi perubahan lingkungan, menilai intensitas dampak, sekaligus menginformasikan tindakan pengelolaan. Dalam beberapa literatur mutakhir, memperlihatkan konsensus yang menyatakan bahwa pemantauan lingkungan yang andal adalah prasyarat bagi manajemen lingkungan yang efektif, tidak hanya untuk mencatat dampak yang telah terjadi, tetapi juga memungkinkan tindakan preventif dan adaptif yang berbasis bukti (Khair, Lee, & Mokhtar, 2021). Oleh sebab itu, pemantauan lingkungan bukanlah aktivitas teknis yang berdiri sendiri, melainkan merupakan tulang punggung manajemen lingkungan dalam pembangunan modern. Melalui pemantauan, proses pembangunan dapat diarahkan untuk mendeteksi risiko lebih dini, mengawal kepatuhan regulasi, memperkuat basis data kebijakan, dan mendorong inovasi menuju praktik pembangunan yang adil dan berkelanjutan (Sun, et al., 2024)

10.1 Landasan Konseptual dan Regulasi

Pembangunan di era modern saat ini menuntut adanya keseimbangan yang dinamis antara pemanfaatan sumber daya alam untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dan

perlindungan terhadap kelestarian ekosistem. Dimana tantangan utama pembangunan dewasa ini bukan hanya sekedar bagaimana memacu pertumbuhan ekonomi semata, tetapi bagaimana memastikan bahwa pertumbuhan tersebut tidak merusak fondasi ekologis yang menopang kehidupan. Dalam konteks kebijakan lingkungan, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) hadir sebagai sebuah instrumen kunci untuk mengenali, memprediksi, mengevaluasi, dan mengelola potensi dampak penting dari suatu usaha dan/atau kegiatan sebelum kegiatan itu dilaksanakan (Rosmaida & Triadi, 2024; Raihan, Kasandra, & Baharudin, 2024).

Lebih dari sekedar dokumen administratif, konsep AMDAL menempatkan proses asesmen sebagai langkah proaktif dalam tata kelola pembangunan. Dimana AMDAL sendiri berfungsi sebagai mekanisme integratif yang menghubungkan perencanaan proyek, partisipasi publik, pengetahuan ilmiah, dan pengambilan keputusan administratif. Dengan demikian, AMDAL bukan hanya berfokus pada kepatuhan formal, tetapi juga pada upaya substantif untuk mencegah, mengurangi, atau memitigasi dampak lingkungan yang signifikan sejak dini (Rosmaida & Triadi, 2024; Marsolihah, Azzahra, Sari, & Pramasha, 2023). Perspektif ini sejalan dengan paradigma global pembangunan berkelanjutan, yang menekankan keterpaduan antara dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Secara normatif, kerangka hukum di Indonesia melalui Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, beserta perubahan serta aturan pelaksana yang relevan, memberikan dasar yang kuat bagi penerapan AMDAL. Regulasi ini menjelaskan definisi, ruang lingkup, prinsip, serta prosedur AMDAL sebagai bagian integral dari perangkat hukum pengelolaan lingkungan di Indonesia. Lebih jauh, ketentuan tersebut menegaskan bahwa AMDAL merupakan syarat mendasar untuk mendapatkan izin lingkungan, yang kini terintegrasi ke dalam perizinan berusaha berbasis risiko sebagaimana tercermin dalam revisi peraturan-peraturan dan

otonomi daerah dalam pengelolaan izin lingkungan di beberapa daerah (Wisnumurti, 2024).

Dari sisi teori EIA (*Environmental Impact Assessment*) yang lebih luas, literatur mutakhir menegaskan bahwa terjadi pergeseran fokus AMDAL dari sekadar identifikasi dampak fisik-kimia menuju penilaian multidimensional yang memasukkan aspek kesehatan manusia, sosial-kultural, dan ketahanan ekologis. Pendekatan ini menekankan penggunaan metode kuantitatif dan kualitatif terintegrasi (misalnya model prediktif, penilaian risiko kesehatan, analisis jasa ekosistem) untuk menghasilkan penilaian yang lebih relevan bagi pengambilan keputusan publik dan perlindungan kesehatan masyarakat. Pilihan indikator, asumsi pemodelan, dan ketepatan data menjadi faktor penentu kualitas kajian AMDAL serta efektivitas tindak lanjut pemantauan lingkungan (Gulis , Krishnankutty, Boess, Lyhne, & Kørnø, 2022)

Prinsip pembangunan berkelanjutan merupakan landasan normatif bagi AMDAL dan pemantauan lingkungan. Dimana Prinsip-prinsip tersebut diantaranya integrasi aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan; keadilan antar generasi; pencegahan (*precautionary principle*); dan partisipasi publik yang mengharuskan setiap kegiatan pembangunan mempertimbangkan kapasitas pemulihan lingkungan serta distribusi manfaat dan beban. Kerangka tujuan global seperti *Sustainable Development Goals* (SDGs) juga menyediakan indikator dan tolok ukur yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk merancang indikator pemantauan di tingkat proyek, wilayah, maupun nasional. Dengan demikian, rencana pemantauan lingkungan yang baik harus menyelaraskan indikator lokal proyek dengan target-target SDGs yang relevan (misalnya kualitas air, kesehatan lingkungan, keanekaragaman hayati, dan ketahanan iklim) (Ruggerio, 2021).

Dalam konteks pemantauan lingkungan sebagai bagian dari rangkaian AMDAL, beberapa prinsip operasional penting perlu untuk diadopsi diantaranya:

1. Relevansi indikator

Indikator harus reflektif terhadap dampak penting yang diidentifikasi pada tahap Amdal (biofisik, kimia, sosial, kesehatan).

2. Keandalan dan kontinuitas data

Desain sampling, frekuensi pengukuran, dan kualitas laboratorium harus memungkinkan tren jangka panjang dan deteksi dini perubahan.

3. Partisipasi dan keterbukaan

Mekanisme pelaporan dan akses data harus melibatkan masyarakat terdampak serta pemangku kepentingan untuk meningkatkan legitimasi dan deteksi masalah lapangan.

4. Adaptive management

Hasil pemantauan wajib digunakan untuk menilai efektivitas mitigasi dan bila diperlukan, harus menyesuaikan tindakan pengelolaan secara responsif.

Prinsip-prinsip ini teruji dalam literatur EIA modern dan merupakan jembatan antara temuan kajian awal dan pengelolaan operasional selama siklus hidup proyek (Pinheiro, 2024).

Sementara itu, dari sisi regulasi, kerangka hukum Indonesia mengenai AMDAL dan pemantauan lingkungan tersusun dalam beberapa lapisan yang saling melengkapi satu sama lain diantaranya dasar norma yakni Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup beserta amandemennya, peraturan pelaksana tingkat pusat (Peraturan Pemerintah, Peraturan Presiden, dan Peraturan Menteri) yang merinci prosedur dan persyaratan teknis, serta peraturan teknis dan pedoman operasional yang mengatur standar mutu lingkungan, persyaratan pemantauan, frekuensi pelaporan, dan tata cara verifikasi data (Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, 2020)

Dalam beberapa tahun terakhir terjadi perubahan legislasi dan tata kelola perizinan yang berimplikasi langsung pada prosedur AMDAL dan kewajiban pemantauan. Peralihan menuju skema *perizinan berusaha berbasis risiko* dan pengaturan penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan

melalui Peraturan Pemerintah (misalnya PP No. 5 Tahun 2021 tentang Perizinan Berusaha; PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup) memodifikasi mekanisme persetujuan lingkungan, jenis dokumen yang dipersyaratkan (AMDAL, UKL-UPL atau persetujuan lingkungan), serta mekanisme pelaporan dan pengawasan administratif. Konsekuensinya, tata laksana pemantauan harus disesuaikan dengan kategori risiko usaha, ketentuan lampiran teknis PP, dan ketentuan pelaksanaan di tingkat daerah (Presiden Republik Indonesia, 2021).

Selain itu, perubahan legislasi terkait *Omnibus Law* (Cipta Kerja) dan regulasi turunannya telah memicu revisi procedural, termasuk penggabungan atau penyesuaian beberapa persyaratan izin lingkungan yang berdampak pada kewajiban pelaporan, sanksi administratif, dan peran pemerintah daerah dalam evaluasi AMDAL. Praktisi AMDAL perlu memahami implikasi perubahan ini: tidak hanya teks Undang-Undang lama (Undang-Undang No. 32 Tahun 2009) tetapi juga peraturan turunan terbaru serta interpretasi resmi (misalnya Perppu/PP dan pedoman teknis) menjadi acuan operasional sehari-hari.

Dukungan kebijakan teknis dan data nasional juga menjadi bagian penting dari kerangka regulatif. Dokumen-dokumen seperti *Status Lingkungan Hidup Indonesia* (SLHI) dan pedoman teknis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyediakan acuan indikator, metodologi pemantauan, dan basis data lingkungan yang terstandarisasi secara nasional. SLHI serta sistem informasi lingkungan hidup yang dikelola kementerian membantu menyelaraskan indikator pemantauan proyek dengan pemantauan nasional, sehingga hasil pemantauan proyek dapat dibandingkan, divalidasi, dan dimanfaatkan dalam perencanaan wilayah serta evaluasi kebijakan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022).

Di tingkat internasional, AMDAL dan pemantauan lingkungan berinteraksi dengan sejumlah instrumen dan prinsip global, seperti misalnya Konvensi lingkungan multilateral (terkait keanekaragaman hayati, konvensi lintas batas), pedoman Bank Dunia/IFIs mengenai lingkungan dan pemukiman, serta

dokumen pedoman OECD/UNECE tentang penilaian dampak lintas batas dan partisipasi publik. Kerangka internasional ini memberi nilai tambah berupa praktik terbaik (*best practices*) dalam desain pemantauan, mekanisme pelaporan transparan, dan integrasi aspek perubahan iklim serta hak asasi manusia dalam asesmen dampak. Untuk proyek yang didanai atau melibatkan mitra internasional, kepatuhan terhadap standar internasional sering kali menjadi persyaratan tersendiri di luar kepatuhan nasional (Kartal, Santosh, Ulussever, Pata, & Depren, 2024).

Oleh karena itu, dengan memperhatikan regulasi sebagaimana yang telah dikemukakan sebelumnya, maka secara praktis menimbulkan implikasi bagi para perancang dan pelaksana AMDAL. Implikasi tersebut diantaranya (1) desain rencana pemantauan harus mengikuti ketentuan lampiran teknis dan frekuensi pelaporan yang diatur dalam PP/Permen terkait; (2) pemantauan harus mengakomodasi pendekatan berbasis risiko sehingga intensitas dan indikator pemantauan proporsional terhadap potensi dampak; (3) penyusunan laporan pemantauan wajib memakai format, standar mutu, dan mekanisme pengunggahan data yang ditetapkan oleh sistem informasi lingkungan hidup nasional; dan (4) seluruh kegiatan harus dikaji ulang secara berkala sesuai perubahan regulasi agar tetap patuh dan relevan. Lampiran-lampiran pada PP No. 22 Tahun 2021 yang memberikan pedoman teknis pelaporan, termasuk frekuensi pelaporan berkala dan penggunaan data sumber yang dapat dipertanggungjawabkan.

Selain itu, terdapat juga rekomendasi untuk para praktisi AMDAL agar selalu merujuk pada (a) UU No. 32 Tahun 2009 dan perubahannya untuk prinsip dasar, (b) PP No. 22 Tahun 2021 dan PP/Permen terkait untuk tata laksana dan persyaratan pemantauan, (c) dokumen perizinan berbasis risiko (PP No. 5 Tahun 2021 dan aturan turunan) untuk menentukan level pengawasan, serta (d) pedoman SLHI dan pedoman teknis kementerian untuk indikator dan metodologi. Pendekatan proaktif terhadap pembaruan regulasi serta pengintegrasian data pemantauan ke dalam sistem informasi lingkungan akan

meningkatkan kualitas verifikasi, penegakan, dan penggunaan hasil pemantauan dalam pengambilan keputusan pembangunan (Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, 2020)

10.2 Metode Rencana Pemantauan Lingkungan

Metode Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) merupakan instrumen penting dalam kerangka Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) yang bertujuan untuk memantau dan mengevaluasi dampak lingkungan yang timbul akibat aktivitas usaha atau pembangunan, memastikan bahwa Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) yang telah dirancang dapat berjalan efektif, serta menyediakan basis data yang komprehensif untuk pengambilan keputusan di masa depan, baik dalam konteks manajemen proyek maupun kebijakan publik. Lebih jauh lagi, RPL berfungsi sebagai mekanisme *early warning system* untuk mendeteksi dini potensi pencemaran atau kerusakan lingkungan, sehingga tindakan mitigasi dapat segera diambil sebelum dampak menjadi lebih luas dan sulit dikendalikan. Dengan demikian, penerapan metode RPL tidak hanya memenuhi kewajiban regulatif, tetapi juga menjadi landasan bagi praktik pembangunan berkelanjutan yang menyeimbangkan kepentingan ekonomi, sosial, dan ekologi.

Langkah-langkah penyusunan metode Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) meliputi:

1. Identifikasi dampak penting

Identifikasi dampak penting merupakan salah satu tahapan kunci dalam penyusunan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL). Pada tahap ini, penekanan utama adalah menentukan dampak lingkungan penting yang sebelumnya telah diidentifikasi dalam dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Dampak penting didefinisikan sebagai perubahan terhadap lingkungan yang bersifat signifikan, baik dari segi intensitas, luas persebaran, jangka waktu, frekuensi, maupun dampaknya terhadap komponen ekosistem dan masyarakat. Penentuan dampak penting ini menjadi landasan dalam merancang sistem

pemantauan, karena hanya dampak yang memiliki signifikansi tinggi yang perlu dipantau secara sistematis untuk memastikan keberlanjutan pengelolaan lingkungan (Canter, 1996; Glasson & Therivel, 2019).

Dalam konteks AMDAL, identifikasi dampak penting dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek, seperti besarnya jumlah manusia yang berpotensi terkena dampak, luas wilayah penyebaran, intensitas dan lamanya dampak berlangsung, serta kemampuan lingkungan dalam menerima perubahan. Selain itu, nilai strategis suatu komponen lingkungan, baik secara ekologis, sosial, maupun ekonomi, juga menjadi pertimbangan apakah suatu dampak dikategorikan sebagai penting (Morrison-Saunders & Arts, 2004; Sadler, 1996)

Dampak penting yang umum teridentifikasi dalam AMDAL antara lain adalah pencemaran kualitas air (permukaan maupun air tanah) akibat pembuangan limbah cair, penurunan kualitas udara karena emisi gas buang, kebisingan dari kegiatan konstruksi dan operasional, degradasi ekosistem dan hilangnya keanekaragaman hayati, serta gangguan terhadap kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Identifikasi ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memiliki dimensi sosial, karena keterlibatan masyarakat dan pemangku kepentingan diperlukan untuk menilai persepsi, kepentingan, dan sensitivitas terhadap suatu dampak (Morgan, 2012)

Dengan demikian, identifikasi dampak penting dalam AMDAL merupakan dasar pijakan yang menentukan ruang lingkup dan fokus dari Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL). Hal ini dikarenakan hanya dengan pemahaman yang jelas mengenai dampak-dampak yang signifikan, kegiatan pemantauan dapat dirancang secara efektif, efisien, dan relevan, serta mampu mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

2. Penentuan parameter dan aspek

Dalam penyusunan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL), salah satu langkah awal yang vital adalah penentuan

parameter lingkungan dan aspek-aspek yang relevan untuk dipantau. Parameter lingkungan merupakan variabel terukur yang digunakan untuk menilai adanya perubahan kondisi lingkungan akibat suatu kegiatan atau pembangunan. Pemilihan parameter ini tidak dapat dilakukan secara sembarangan, melainkan harus mengacu pada hasil identifikasi dampak penting dalam dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), potensi risiko yang mungkin muncul, serta karakteristik ekosistem di sekitar lokasi kegiatan (Canter, 1996; Glasson & Therivel, 2019)

Parameter yang dipilih umumnya mencakup komponen fisik (misalnya kualitas udara, kebisingan, suhu, kekeruhan), kimia (seperti pH, oksigen terlarut, kadar logam berat, konsentrasi polutan udara), dan biologis (misalnya keanekaragaman spesies, keberadaan bioindikator, atau tingkat produktivitas primer). Aspek sosial-ekonomi dan kesehatan masyarakat juga dapat menjadi bagian dari parameter pemantauan jika pembangunan berpotensi menimbulkan dampak terhadap kualitas hidup masyarakat, misalnya melalui perubahan akses air bersih, risiko kesehatan akibat polusi, atau pergeseran mata pencaharian (Morrison-Saunders & Arts, 2004; UNEP, 2019)

Penentuan parameter harus pula mempertimbangkan sensitivitas lingkungan dan tujuan pemantauan. Jika pemantauan ditujukan untuk memastikan kepatuhan terhadap peraturan, maka parameter harus sesuai dengan baku mutu lingkungan yang berlaku secara nasional maupun internasional. Sebaliknya, jika bertujuan untuk mendeteksi tren jangka panjang atau fungsi peringatan dini (*early warning system*), maka parameter yang dipilih sebaiknya bersifat lebih komprehensif, adaptif, dan mampu menggambarkan dinamika ekosistem secara holistic (Artiola, Brusseau, & Pepper, 2004).

Dengan demikian, penentuan parameter lingkungan dalam RPL merupakan proses strategis yang menjadi dasar bagi keseluruhan sistem pemantauan. Keberhasilan

pemantauan dalam mendeteksi, mengevaluasi, dan mengendalikan dampak lingkungan sangat bergantung pada ketepatan pemilihan parameter, karena parameter inilah yang menjadi representasi nyata dari kondisi dan perubahan ekosistem akibat aktivitas pembangunan.

3. Pemilihan metode pengumpulan data

Dalam Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL), setelah penentuan parameter dan aspek lingkungan yang relevan dipilih, langkah selanjutnya adalah menentukan metode pengumpulan data yang tepat. Pemilihan metode ini menjadi krusial karena kualitas data hasil pemantauan sangat ditentukan oleh bagaimana data tersebut diperoleh dan dikelola. Metode pengumpulan data meliputi tahapan pengambilan sampel (*sampling*), penggunaan instrumen atau alat ukur yang sesuai, teknik pencatatan lapangan, prosedur penanganan dan penyimpanan sampel, serta mekanisme dokumentasi dan pengendalian mutu (*quality assurance/quality control*). Pendekatan ini memastikan bahwa data yang dihasilkan memiliki reliabilitas tinggi, dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, dan relevan untuk keperluan evaluasi dampak lingkungan (Canter, 1996; UNEP, 2019)

Pemilihan metode harus mempertimbangkan karakteristik parameter yang dipantau, apakah bersifat fisik (misalnya suhu, kekeruhan, kebisingan), kimia (seperti pH, kadar logam berat, oksigen terlarut), atau biologis (misalnya indeks keanekaragaman, kelimpahan plankton, bioindikator). Selain itu, media lingkungan juga menentukan pendekatan yang dipakai seperti udara, air permukaan, air tanah, tanah, sedimen, maupun organisme biologis yang berperan sebagai akumulator pencemar. Faktor lokasi pemantauan juga penting untuk diperhatikan, karena kondisi geografis dan aksesibilitas dapat memengaruhi representativitas sampel serta kelayakan teknis pelaksanaannya (Bartram & Ballance, 1996; APHA, 2017)

Selanjutnya, intensitas dan variabilitas temporal maupun spasial dari parameter yang dipantau juga menjadi

pertimbangan utama. Misalnya, kualitas udara memerlukan pemantauan dengan resolusi temporal tinggi untuk mendeteksi fluktuasi harian, sedangkan kualitas air tanah mungkin cukup dipantau secara periodik dengan interval yang lebih panjang. Demikian pula, tujuan pemantauan turut memengaruhi pemilihan metode: apakah bertujuan untuk mendeteksi kepatuhan terhadap baku mutu lingkungan, memantau tren jangka panjang perubahan kualitas lingkungan, atau sebagai sistem peringatan dini (early warning) untuk mencegah terjadinya kerusakan lingkungan lebih lanjut (Artiola, Brusseau, & Pepper, 2004)

Dengan demikian, pemilihan metode pengumpulan data dalam Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) tidak dapat dilakukan secara serampangan, tetapi harus mengikuti kaidah ilmiah, standar nasional maupun internasional, serta prinsip representativitas, reliabilitas, dan akuntabilitas. Penerapan prosedur yang tepat akan memperkuat fungsi RPL sebagai instrumen pengendalian dampak lingkungan dan mendukung pembangunan berkelanjutan berbasis data yang sah.

4. Penetapan lokasi pemantauan

Penetapan lokasi pemantauan merupakan langkah kritis dalam Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) karena lokasi-lokasi tersebut harus mencerminkan titik-titik yang digunakan dalam analisis AMDAL agar relevansi dan keterbandingan data tetap terjaga. Lokasi pemantauan umumnya ditentukan berdasarkan tiga kategori utama, yakni: (1) wilayah sumber dampak, yaitu area yang secara langsung menjadi lokasi aktivitas pembangunan atau operasional usaha yang berpotensi menimbulkan perubahan lingkungan; (2) wilayah reseptor, yaitu area yang menerima dampak baik secara langsung maupun tidak langsung, seperti pemukiman, badan air penerima, atau lahan produktif; serta (3) titik latar belakang (background), yaitu lokasi yang relatif tidak terpengaruh langsung oleh kegiatan, sehingga dapat digunakan sebagai pembanding (baseline) kondisi alamiah suatu ekosistem. Pembagian ini penting agar

hasil pemantauan mampu memberikan gambaran menyeluruh tentang intensitas, sebaran, dan signifikansi dampak lingkungan (Canter, 1996; Glasson & Therivel, 2019)

Dalam menentukan lokasi pemantauan, sejumlah faktor teknis dan ekologis harus diperhatikan. Pertama, karakteristik geografis, termasuk topografi, tata guna lahan, arah angin, serta pola aliran air permukaan dan air tanah. Faktor-faktor ini sangat menentukan distribusi pencemar dan jalur transportasinya dalam suatu sistem lingkungan. Kedua, distribusi dan arah sumber pencemaran, baik dari emisi udara, limbah cair, maupun kebisingan, perlu diidentifikasi secara akurat agar titik pemantauan benar-benar representatif terhadap kondisi yang diukur. Ketiga, pemilihan lokasi juga harus mempertimbangkan aksesibilitas dan keamanan, agar pengambilan sampel dapat dilakukan secara konsisten, berulang, dan terstandardisasi sesuai dengan prosedur ilmiah. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar monitoring lingkungan yang menekankan pentingnya reliabilitas data dalam mendukung pengambilan keputusan (Yakovleva, 2016; UNEP, 2019).

Lebih jauh lagi, penetapan lokasi pemantauan tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga strategis dalam kerangka pengelolaan lingkungan. Pemilihan titik yang tepat akan menentukan validitas data dalam mengevaluasi efektivitas langkah-langkah mitigasi dampak yang telah direncanakan dalam dokumen AMDAL. Dengan demikian, lokasi pemantauan berfungsi sebagai jembatan antara prediksi dampak yang bersifat teoretis dengan realitas di lapangan, sehingga mampu memperkuat integrasi ilmu pengetahuan dalam kebijakan pembangunan berkelanjutan (Morrison-Saunders & Arts, 2004).

5. Penentuan waktu dan frekuensi pemantauan

Penentuan Waktu dan Frekuensi Pemantauan merupakan salah satu aspek fundamental dalam penyusunan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL), karena interval pemantauan sangat menentukan kualitas informasi yang diperoleh. Penetapan jangka waktu dan

frekuensi harus disesuaikan dengan sifat dampak penting yang teridentifikasi dalam dokumen AMDAL, dinamika proses lingkungan, serta tujuan pemantauan. Misalnya, untuk dampak yang memiliki variabilitas temporal tinggi seperti kualitas udara atau kebisingan, pemantauan perlu dilakukan dengan frekuensi yang lebih sering (harian, mingguan, atau bulanan). Sebaliknya, dampak yang bersifat jangka panjang dan relatif stabil, seperti kualitas air tanah atau perubahan ekosistem, dapat dipantau dengan interval yang lebih jarang, misalnya setiap enam bulan atau setahun sekali (Canter, 1996; Bartram & Ballance, 1996)

Penentuan frekuensi pemantauan juga harus memperhatikan standar peraturan yang berlaku, baik nasional maupun internasional. Di Indonesia, misalnya, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup mengatur jadwal pemantauan tertentu, terutama untuk parameter yang terkait langsung dengan baku mutu lingkungan. Di tingkat global, lembaga seperti WHO, EPA, maupun UNEP juga memberikan pedoman frekuensi pemantauan kualitas air, udara, dan media lingkungan lainnya. Selain itu, sifat biofisik parameter yang dipantau turut memengaruhi interval pengamatan. Parameter yang fluktuatif secara musiman, seperti debit sungai atau kelimpahan plankton, sebaiknya dipantau sesuai dengan siklus hidrologi atau musim biologis (APHA, 2017; UNEP, 2019)

Dari perspektif manajemen lingkungan, pemilihan waktu dan frekuensi pemantauan harus mampu menyeimbangkan antara kebutuhan akan data yang representatif dengan efisiensi biaya dan sumber daya. Pemantauan yang terlalu jarang dapat mengabaikan perubahan penting, sementara pemantauan yang terlalu sering berisiko tidak efisien dan sulit diimplementasikan. Oleh karena itu, perencanaan yang matang dengan pendekatan berbasis risiko (*risk-based monitoring*) sangat disarankan untuk memastikan bahwa kegiatan pemantauan benar-benar efektif dalam mendeteksi perubahan lingkungan, mendukung evaluasi kepatuhan, serta

memberikan sistem peringatan dini (*early warning*) bagi potensi degradasi lingkungan (Artiola, Brusseau, & Pepper, 2004).

Dengan demikian, penentuan waktu dan frekuensi pemantauan dalam Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) bukan sekadar keputusan teknis, tetapi juga keputusan strategis yang menentukan keberhasilan program pemantauan lingkungan dalam jangka panjang.

6. Perencanaan pengumpulan dan analisis data

Perencanaan pengumpulan dan analisis data merupakan tahap krusial dalam penyusunan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) karena menjadi dasar bagi tersedianya informasi yang akurat, terstandar, dan dapat dipertanggungjawabkan. Pada tahap ini, langkah-langkah spesifik untuk mengumpulkan dan menganalisis data dirancang secara sistematis agar mampu memberikan gambaran nyata tentang kondisi lingkungan serta perubahan yang terjadi akibat kegiatan pembangunan. Perencanaan harus mencakup pemilihan metode sampling, penggunaan instrumen yang sesuai dengan standar teknis, penentuan jumlah sampel dan lokasi pengambilan, prosedur pencatatan lapangan, hingga mekanisme pengendalian mutu (*quality control*) dan jaminan mutu (*quality assurance*) dalam pengolahan data (APHA, 2017; Canter, 1996).

Dalam aspek pengumpulan data, metode yang dipilih harus disesuaikan dengan karakteristik parameter lingkungan yang dipantau. Misalnya, pemantauan kualitas air memerlukan teknik grab sampling atau composite sampling, sedangkan kualitas udara dapat menggunakan high-volume air samplers atau passive samplers. Prosedur pengambilan sampel harus mengikuti standar operasional (SOP) untuk mencegah bias, memastikan keterwakilan, serta menjaga integritas sampel dari potensi kontaminasi. Selain itu, perencanaan logistik seperti akses ke lokasi pemantauan, frekuensi pengambilan, serta pelatihan tim lapangan juga menjadi bagian penting dalam memastikan efektivitas proses pengumpulan data (Bartram & Ballance, 1996; UNEP, 2019)

Sementara itu, analisis data mencakup tahap laboratorium maupun interpretasi hasil. Analisis laboratorium harus mengacu pada metode baku yang diakui secara internasional (misalnya *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* oleh APHA atau pedoman ISO), untuk menjamin validitas hasil. Selanjutnya, data yang diperoleh perlu dianalisis menggunakan pendekatan statistik dan spasial guna mengidentifikasi tren, variasi temporal maupun spasial, serta potensi anomali yang mengindikasikan terjadinya dampak lingkungan. Interpretasi hasil analisis juga harus dibandingkan dengan baku mutu atau standar lingkungan yang berlaku agar dapat memberikan kesimpulan yang bermakna terkait tingkat kepatuhan dan signifikansi dampak (Artiola, Brusseau, & Pepper, 2004)

Dengan demikian, perencanaan pengumpulan dan analisis data dalam Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) tidak hanya berfungsi sebagai prosedur teknis, tetapi juga sebagai mekanisme ilmiah yang memastikan bahwa informasi yang dihasilkan benar-benar mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based decision making*). Perencanaan yang matang akan memperkuat fungsi RPL sebagai instrumen manajemen lingkungan yang mampu menjembatani prediksi dalam AMDAL dengan kondisi nyata di lapangan.

7. Penentuan lembaga pelaksana dan pengawas

Penentuan lembaga pelaksana dan pengawas merupakan salah satu tahapan strategis dalam penyusunan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL), karena keberhasilan pemantauan tidak hanya ditentukan oleh metodologi teknis, tetapi juga oleh kejelasan kelembagaan yang bertanggung jawab atas implementasi. Pada tahap ini, perlu ditetapkan institusi yang akan berperan sebagai pelaksana pemantauan, penyandang dana, serta pihak pengawas yang menjamin akuntabilitas proses pemantauan. Kejelasan peran dan tanggung jawab kelembagaan sangat penting untuk menghindari tumpang tindih kewenangan,

meningkatkan koordinasi, serta memastikan bahwa hasil pemantauan benar-benar digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan lingkungan (Canter, 1996; Glasson & Therivel, 2019)

Pelaksana pemantauan biasanya terdiri dari unit internal perusahaan atau institusi yang menjalankan proyek, bekerja sama dengan lembaga independen seperti laboratorium lingkungan terakreditasi, lembaga riset, atau konsultan lingkungan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan pemantauan dilakukan secara profesional, objektif, dan sesuai dengan standar teknis yang berlaku. Penyandang dana, yang umumnya adalah pemrakarsa proyek, memiliki kewajiban menyediakan anggaran yang memadai untuk mendukung pelaksanaan pemantauan secara berkelanjutan. Sementara itu, fungsi pengawasan biasanya dipegang oleh lembaga pemerintah, seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) di Indonesia, atau otoritas lingkungan setempat, untuk menjamin kepatuhan terhadap regulasi dan menjaga transparansi (Morrison-Saunders & Arts, 2004).

Lebih jauh, pelibatan masyarakat dan organisasi non-pemerintah (NGO) sebagai pengawas partisipatif semakin diakui sebagai bagian penting dari sistem pemantauan lingkungan. Hal ini sesuai dengan prinsip *good environmental governance* yang menekankan keterbukaan informasi, partisipasi publik, dan akuntabilitas dalam setiap tahapan pengelolaan lingkungan. Dengan adanya mekanisme pengawasan multi-pihak, hasil pemantauan tidak hanya memiliki legitimasi teknis, tetapi juga legitimasi sosial yang memperkuat penerimaan masyarakat terhadap kegiatan pembangunan (Morgan, 2012; Sadler, 1996)

Dengan demikian, penentuan lembaga pelaksana dan pengawas dalam RPL tidak hanya bersifat administratif, tetapi juga merupakan instrumen untuk menjamin efektivitas, kredibilitas, dan akuntabilitas pemantauan lingkungan dalam mendukung pembangunan berkelanjutan.

8. Evaluasi dan tindak lanjut

Evaluasi dan tindak lanjut merupakan tahap akhir yang sangat penting dalam siklus Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL). Pada tahap ini, data hasil pemantauan digunakan untuk menilai efektivitas langkah-langkah pengelolaan lingkungan yang telah dilaksanakan, sekaligus sebagai dasar untuk penyusunan rencana tindak lanjut. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil pemantauan terhadap baku mutu lingkungan, standar teknis yang berlaku, maupun kondisi dasar (baseline) yang diperoleh sebelum kegiatan berlangsung. Proses ini memungkinkan pemrakarsa proyek dan otoritas pengawas untuk menilai apakah dampak yang diprediksi dalam AMDAL telah sesuai dengan kenyataan, serta apakah upaya mitigasi yang dilaksanakan sudah efektif atau perlu ditingkatkan (Glasson & Therivel, 2019; Canter, 1996)

Tindak lanjut dari evaluasi dapat berupa berbagai tindakan, mulai dari penyesuaian atau penguatan langkah mitigasi, penerapan teknologi pengelolaan lingkungan yang lebih baik, hingga penyusunan kebijakan tambahan untuk mencegah kerusakan lingkungan lebih lanjut. Dalam beberapa kasus, tindak lanjut juga mencakup penyempurnaan metode pemantauan, misalnya dengan menambah parameter, meningkatkan frekuensi pemantauan, atau memperluas lokasi pengamatan. Dengan demikian, evaluasi dan tindak lanjut berfungsi sebagai *feedback mechanism* yang menjamin sistem pemantauan lingkungan selalu adaptif terhadap dinamika perubahan lingkungan (Morrison-Saunders & Arts, 2004)

Selain aspek teknis, tindak lanjut juga memiliki dimensi sosial dan kelembagaan. Hasil evaluasi sebaiknya dikomunikasikan secara transparan kepada pemangku kepentingan, termasuk masyarakat, pemerintah, dan lembaga swadaya masyarakat. Transparansi ini akan memperkuat legitimasi sosial dan memperluas partisipasi publik dalam pengelolaan lingkungan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip *adaptive management* yang menekankan

pentingnya siklus belajar berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya alam (UNEP, 2019)

Dengan demikian, evaluasi dan tindak lanjut tidak hanya menjadi tahap administratif, tetapi juga bagian dari strategi pengelolaan lingkungan yang dinamis, berorientasi pada perbaikan berkelanjutan, serta mampu menjembatani prediksi dalam AMDAL dengan kondisi nyata di lapangan.

10.3 Implementasi Pemantauan Lingkungan Pada Sektor Pembangunan

Implementasi pemantauan lingkungan pada sektor pembangunan merupakan instrumen penting untuk memastikan bahwa setiap aktivitas pembangunan berjalan sejalan dengan prinsip keberlanjutan. Pemantauan ini tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme pengawasan kepatuhan terhadap peraturan lingkungan, tetapi juga sebagai sistem *early warning* dalam mendeteksi potensi degradasi ekosistem sejak dini. Secara umum, setiap sektor pembangunan memiliki karakteristik, parameter, dan metode pemantauan yang berbeda, tergantung pada potensi dampak yang ditimbulkan (Glasson & Therivel, 2019). Untuk lebih jelasnya, implementasi pemantauan lingkungan pada berbagai sektor pembangunan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Sektor Pertambangan

Implementasi pemantauan lingkungan dalam sektor pembangunan merupakan aspek krusial untuk memastikan bahwa aktivitas pembangunan tidak menimbulkan dampak lingkungan yang merugikan. Pada sektor pertambangan, pemantauan lingkungan menjadi sangat penting karena kegiatan eksplorasi, eksploitasi, pengolahan, dan pascatambang berpotensi menimbulkan dampak signifikan terhadap kualitas tanah, air, udara, keanekaragaman hayati, dan kesehatan masyarakat sekitar. Pemantauan dalam sektor ini umumnya difokuskan pada parameter-parameter kunci seperti kualitas air permukaan dan air tanah (misalnya kadar logam berat, pH, TSS, BOD, COD), kualitas udara (debu, partikulat, emisi gas), tingkat kebisingan, stabilitas lahan,

serta keberlanjutan ekosistem sekitar (Hilson & Murck, 2000; Azapagic, 2004)

Dalam praktiknya, rencana pemantauan lingkungan pada pertambangan mencakup tiga fase penting yaitu (1) **pemantauan selama operasi tambang**, untuk mendeteksi potensi pencemaran akibat limbah cair, tailing, dan emisi; (2) **pemantauan rehabilitasi lahan**, yang bertujuan menilai keberhasilan reklamasi dan revegetasi area bekas tambang; serta (3) **pemantauan pascatambang**, untuk memastikan tidak terjadi dampak residu jangka panjang seperti *acid mine drainage* (AMD) dan degradasi kualitas air tanah. Proses ini membutuhkan koordinasi lintas lembaga dan keterlibatan masyarakat untuk memastikan transparansi dan akuntabilitas hasil pemantauan (ICMM, 2012).

Studi kasus di sektor pertambangan batu bara di Kalimantan, misalnya, menunjukkan bahwa kegiatan pemantauan kualitas air sungai di sekitar tambang menjadi indikator utama dalam menilai dampak pertambangan (Sari, Nugroho, & Wahyuni, 2020). Bahkan lebih lanjut penelitian tersebut menunjukkan bahwa keberadaan logam berat seperti Fe dan Mn meningkat secara signifikan di beberapa titik pemantauan setelah periode operasi tambang, sehingga perusahaan diwajibkan melakukan pengolahan air asam tambang (*acid mine drainage treatment*) sebelum dialirkan ke badan air. Selain itu, keberhasilan program reklamasi lahan pascatambang dinilai melalui indikator tutupan vegetasi, keanekaragaman spesies tanaman, serta kualitas tanah yang menunjukkan peningkatan kesuburan pasca revegetasi (Adman, Rachman, & Subardja, 2019).

Pemantauan pada sektor pertambangan juga telah banyak memanfaatkan teknologi mutakhir seperti penggunaan *remote sensing* untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan, *geographic information system (GIS)* untuk pemetaan sebaran dampak, serta *sensor berbasis IoT* untuk memantau kualitas air secara real-time. Implementasi teknologi ini juga tidak hanya meningkatkan

efisiensi dan akurasi pemantauan, tetapi juga memperkuat sistem *early warning* terhadap potensi pencemaran. Dengan demikian, implementasi pemantauan pada sektor pertambangan menjadi wujud nyata penerapan prinsip pembangunan berkelanjutan, yang menekankan keseimbangan antara pemanfaatan sumber daya mineral dan perlindungan ekosistem.

2. Sektor Industri

Sektor industri merupakan salah satu penyumbang terbesar terhadap potensi pencemaran lingkungan, baik melalui limbah cair, emisi udara, limbah padat, maupun limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Aktivitas industri seperti manufaktur, tekstil, kimia, semen, dan logam menghasilkan beban pencemar yang, jika tidak dikendalikan, dapat berdampak serius terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat (World Bank, 1988; UNEP, 2019). Oleh karena itu, implementasi pemantauan lingkungan pada sektor industri menjadi instrumen penting untuk memastikan kepatuhan terhadap baku mutu lingkungan sekaligus menjaga keberlanjutan proses produksi.

Dalam era pembangunan yang berkelanjutan, penerapan *Rencana Pemantauan Lingkungan* (RPL) menjadi instrumen penting untuk memastikan bahwa proyek-industri tidak hanya memenuhi tujuan ekonominya, tetapi juga meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Implementasi pembangunan di sektor industri menuntut adanya integrasi antara perencanaan pengelolaan lingkungan, pemantauan secara berkala, dan respons adaptif terhadap hasil pemantauan. Sebagai studi kasus di Indonesia, misalnya di Kawasan Industri Jababeka, Cikarang, manajemen kawasan industri melakukan pemantauan kualitas udara ambien (Ambient Air Quality Monitoring, AAQM) berdasarkan parameter-parameter seperti SO₂, NO₂, CO, O₃, HC, PM₁₀, PM_{2,5}, TSP, dan timbal (Pb) yang diambil dari laporan AMDAL setiap semester dari tahun 2015 hingga 2018. Analisis menggunakan model openair memungkinkan visualisasi "*polusi-rose*" dan pemahaman interaksi antara

data polutan dengan faktor meteorologi di sekitar titik pengambilan sampel (Sidjabat, Hakiki, & Wikaningrum, 2019).

Selain itu, terdapat juga studi tentang PT Japfa Comfeed Indonesia, yang menunjukkan upaya pengelolaan lingkungan dan pemantauan lingkungan sebagai bagian dari strategi pembangunan berkelanjutan. Pemantauan lingkungan di perusahaan ini menjadi pedoman bagi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat sebagai acuan dampak lingkungan akibat kegiatan produksi (Rozi, Husin, & Rembrandt, 2022)

Dari berbagai kasus tersebut dapat dilihat bahwa Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) dalam konteks implementasi pembangunan industri harus mencakup elemen kunci seperti: (1) identifikasi parameter lingkungan yang relevan (udara, air, limbah padat, limbah cair, suara, dsb.), (2) frekuensi dan metode pengambilan data yang robust dan valid, (3) penggunaan teknologi/alat analisis modern (misalnya model-meteorologi, sistem pemantauan digital, integrasi IoT), (4) pelibatan stakeholder (pemerintah, masyarakat, pekerja), (5) pengolahan data serta tindak lanjut untuk mengurangi dampak yang ditemukan, dan (6) audit serta evaluasi keberlanjutan secara rutin. Tanpa salah satu elemen ini, pemantauan bisa jadi hanya formalitas administratif tanpa efek nyata terhadap perlindungan lingkungan.

3. Sektor Perkotaan

Implementasi pembangunan di kawasan perkotaan menuntut adanya sistem pemantauan lingkungan yang komprehensif dan operasional agar dampak pembangunan terhadap kualitas hidup, ekosistem, dan keberlanjutan dapat diminimalkan. Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) dalam konteks urban bukan hanya serangkaian kegiatan teknis pengukuran parameter lingkungan (seperti kualitas udara, kebisingan, limpasan air, penggunaan lahan), tetapi harus menjadi bagian integral dari siklus kebijakan public

mulai dari perencanaan, pelaksanaan, evaluasi, hingga revisi kebijakan.

Sebagai contoh kasus, **Kunming, Tiongkok**, yang menerapkan *Urban Public Greenspace System (UPGS) Plan 2010–2020*, memperlihatkan ilustrasi bagaimana rencana ruang terbuka hijau di kota besar dapat dipantau secara spasial dan temporal menggunakan indikator-indikator lanskap. Studi ini memonitor status awal tahun 2010, pelaksanaan tengah sekitar 2015, dan keadaan aktual tahun 2019 dengan membandingkan target rencana terhadap kenyataan. Hasilnya menunjukkan bahwa banyak indikator target belum tercapai: luasan ruang hijau (green area), jumlah patch hijau (number of patches), serta luas per kapita masih jauh di bawah target, dan tata ruang ruang hijau mengalami fragmentasi yang makin meningkat (Liu, Li, Song, & Zhai, 2021).

Di sisi lain, di **Hanoi, Vietnam**, penelitian “*Developing a Monitoring and Evaluation System for Urban Planning – The Case of the Hanoi Master Plan*” menekankan fungsi pemantauan dan evaluasi (Monitoring & Evaluation) sebagai elemen kunci untuk menilai pencapaian tujuan perencanaan kota. Model tersebut mencakup: (1) manajemen kuantitatif terhadap efek kebijakan; (2) siklus PDCA dalam pengelolaan proses perencanaan; (3) keterlibatan berbagai pemangku kepentingan (stakeholders); dan (4) manajemen data yang andal. Studi ini merinci langkah-langkah operasional dalam sistem M&E untuk mengukur kinerja perencanaan sampai tujuan akhir tercapai (Quyen, Matsushima, Kobayashi, & Nguyen, 2018).

Dari studi-studi kasus tersebut, terdapat beberapa unsur penting yang muncul sebagai penentu keberhasilan implementasi Rencana Pemanataan Lingkungan (RPL) di perkotaan yaitu Pertama, program RPL harus menetapkan indikator-indikator yang spesifik, terukur, relevan dengan tujuan pembangunan, dan mampu melacak perubahan melalui waktu, misalnya luas ruang terbuka hijau per kapita, fragmentasi ruang hijau, atau kerapatan *patch* ruang hijau.

Kedua, pemantauan harus berbasis data spasial dan temporal yang dikumpulkan secara kontinu/tahunan, sehingga perubahan penggunaan lahan, penyebaran polutan, dan kondisi visual kota dapat diamati secara lebih komprehensif. Ketiga, keterlibatan pemangku kepentingan seperti pemerintah lokal, komunitas warga, akademisi, hingga sektor swasta, menjadi faktor penting dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pemantauan karena meningkatkan legitimasi, akurasi data lapangan, serta penerimaan sosial atas kebijakan. Keempat, siklus evaluasi dan umpan balik melalui pendekatan *Plan-Do-Check-Act (PDCA)* perlu diterapkan agar hasil pemantauan dapat digunakan sebagai dasar penyesuaian target maupun kebijakan baru bila diperlukan. Namun, berbagai keterbatasan dan hambatan masih dihadapi, antara lain kendala teknis (biaya tinggi, keterbatasan data), hambatan institusional (kurangnya koordinasi antar lembaga, regulasi yang lemah), dan hambatan sosial (minimnya pemahaman warga serta dukungan publik), yang terbukti menghambat efektivitas implementasi RPL di berbagai daerah.

4. Sektor Pertanian

Pembangunan di sektor pertanian memiliki peran ganda: sebagai pendorong kemakmuran ekonomi dan sebagai pemicu dampak lingkungan, jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) menjadi instrumen penting untuk memastikan bahwa pembangunan pertanian dilakukan secara berkelanjutan, mengendalikan dampak negatif seperti degradasi tanah, pencemaran air dan udara, alih fungsi lahan, serta perubahan ekosistem. Implementasi RPL dalam pembangunan pertanian mencakup tahap-tahap mulai dari perencanaan (apa yang akan dipantau dan bagaimana), pelaksanaan (pengumpulan data secara rutin atau berkala, penggunaan teknologi sensor, IoT, dan koordinasi antar pemangku kepentingan), evaluasi dan tindak lanjut (penyesuaian kebijakan, tindakan mitigasi atau restorasi) serta pelaporan transparan.

Salah satu contoh nyata implementasi RPL di sektor pertanian adalah studi kasus **Pemberdayaan Penyuluh Pertanian melalui Implementasi Sistem Pemantauan Tanah dan Lingkungan Berbasis IoT di Badan Penyuluh Pertanian Selaawi, Kabupaten Garut**. Di studi ini, sistem berbasis IoT diadopsi untuk memantau kondisi tanah dan faktor lingkungan lain secara real-time, sehingga penyuluh dan petani dapat segera mendeteksi kondisi yang tidak optimal dan mengambil tindakan pencegahan (Nadila, et al., 2025)

Teknologi modern seperti sensor tanah, jaringan nirkabel, penyimpanan data di awan (cloud), dan analisis berbasis big data dan kecerdasan buatan juga memberikan kemampuan pemantauan yang lebih komprehensif dan responsif. Misalnya, dalam penelitian *An environment safety monitoring system for agricultural production based on artificial intelligence, cloud computing and big data networks* dijelaskan bagaimana sistem semacam ini memungkinkan identifikasi risiko lingkungan lebih awal dan pengendalian dampak yang lebih efektif (Wei, Han , & Yu , 2023)

Contoh lain, dari perspektif kebijakan dan regulasi, di Kota Bima terdapat implementasi Peraturan Daerah tentang **Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan** (Perda No. 1 Tahun 2022) yang melibatkan inventarisasi lahan, koordinasi lintas-instansi, serta pendampingan teknis kepada masyarakat tani dalam praktik pertanian yang ramah lingkungan. Namun demikian, implementasi ini menemui kendala seperti keterbatasan anggaran, rendahnya kesadaran masyarakat dan supervisi lapangan yang belum optimal (Irnawati, Rispawati, Alqadri, & Atsar, 2025)

Studi-studi di luar negeri juga memperlihatkan bagaimana RPL atau sistem pemantauan lingkungan dijalankan dalam kerangka pengelolaan lanskap secara terpadu (integrated landscape management), misalnya di Mbeya, Tanzania, di mana prosesnya melibatkan berbagai

aktor seperti petani, pemerintah lokal, LSM, dalam mengidentifikasi isu lingkungan, perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi yang berkesinambungan (Malley, et al., 2017).

5. Sektor Energi

Dalam kerangka pembangunan berkelanjutan, implementasi Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) menjadi instrumen strategis untuk menjamin bahwa pembangunan sektor energi tidak justru menimbulkan dampak lingkungan yang merugikan. Pemantauan lingkungan dalam sektor energi mencakup pengawasan terhadap emisi gas rumah kaca, kualitas udara, penggunaan lahan dan air, efisiensi penggunaan energi, serta dampak sosial-lingkungan lokal. Melalui RPL, regulasi dan kebijakan pembangunan energi, termasuk pembangkit listrik terbarukan, pembangkit berbahan bakar fosil, dan jaringan distribusinya yang dapat dipantau secara sistematis dengan indikator-indikator lingkungan yang terukur.

Sebagai contoh studi kasus di Indonesia, sebuah penelitian yang mengkaji *“Design and Implementation of Real-Time Monitoring System for Solar Power Plant in Surabaya, Indonesia”* menggambarkan bagaimana sistem pemantauan real-time digunakan untuk mendeteksi parameter keluaran pembangkit surya, sehingga performa dan efisiensi dapat diawasi sesuai kondisi lingkungan sebenarnya (Hantoro, et al., 2020). Sistem tersebut, yang berbasis mikrokontroler ATmega32 dan Raspberry Pi, memungkinkan pembacaan data secara langsung, penyimpanan, dan analisis. Temuan menunjukkan bahwa efisiensi array fotovoltaik hanya berkisar 10,78 %, dengan keseluruhan sistem pembangkit berada di efisiensi 8,05 % (Hantoro, et al., 2020). Hal ini menegaskan bahwa pemantauan secara real-time dapat membantu dalam identifikasi kelemahan sistem, termasuk bila ada kesenjangan antara performa teoritis dan nyata akibat pengaruh lingkungan seperti temperatur, radiasi matahari, dan kondisi cuaca lokal.

Contoh lain, di sektor industri otomotif di Pakistan, penelitian ***“Impact of an Energy Monitoring System on the Energy Efficiency of an Automobile Factory”*** menunjukkan bahwa pemasangan sistem monitoring dan pencatatan data energi di sebuah pabrik otomotif menghasilkan peningkatan efisiensi energi sekitar **8 %**, melalui identifikasi kehilangan energi dan peluang konservasi (Akhtar, Rehman, Jamil, & Gilani, 2020). Dengan menggunakan perangkat-analisis energi dan SCADA untuk monitoring kualitas daya dan konsumsi energi secara real time, manajemen fasilitas mampu mengambil tindakan perbaikan (misalnya, mengganti peralatan kurang efisien, memperbaiki prosedur operasi) yang berdampak langsung pada penghematan energi (Akhtar, Rehman, Jamil, & Gilani, 2020).

Implementasi RPL dalam sektor energi juga telah diteliti dalam konteks audit energi dan sistem manajemen energi. Sebagai contoh di Italia, studi ***“Impact of Energy Monitoring and Management Systems on the Implementation and Planning of Energy Performance Improved Actions”*** menemukan bahwa perusahaan yang menerapkan sistem manajemen energi (EnMS) serta sistem monitoring energi memiliki rasio yang lebih tinggi dalam merencanakan dan menerapkan tindakan peningkatan kinerja energi (Energy Performance Improved Actions, EPIAs) (Herce, Biele, Martini, Salvio, & Toro, 2021). Mereka menunjukkan bahwa audit energi (*energy audits*) ketika disertai monitoring dan sistem manajemen energi menghasilkan efisiensi yang lebih nyata dan penghematan yang lebih besar dibandingkan perusahaan tanpa sistem tersebut (Herce, Biele, Martini, Salvio, & Toro, 2021).

Dengan demikian, RPL tidak hanya menjadi kewajiban regulatif, tetapi juga instrumen operasional yang sangat penting dalam memastikan bahwa pembangunan energi, baik pembangkit baru, perluasan kapasitas, maupun pemeliharaan sistem harus terjadi dalam koridor keberlanjutan lingkungan.

10.4 Tantangan dan Inovasi Pemantauan Lingkungan

Pemantauan lingkungan menghadapi berbagai tantangan yang kompleks, baik dari sisi teknis, finansial, maupun kelembagaan. Hambatan utama antara lain keterbatasan anggaran untuk membangun sistem monitoring yang andal, keterbatasan akurasi dan reliabilitas sensor murah yang sering mengalami drift, hingga masalah skalabilitas jaringan komunikasi di wilayah terpencil. Selain itu, kapasitas sumber daya manusia dalam pengelolaan dan interpretasi data masih terbatas, dan regulasi teknis sering kali belum sepenuhnya mengakomodasi penggunaan teknologi baru seperti sensor IoT atau *big data analytics*. Tantangan lain yang tidak kalah penting adalah isu keamanan dan integritas data, mengingat informasi hasil pemantauan sering digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan yang menyangkut kepentingan publik (Concas, et al., 2021; Rao, et al., 2025)

Namun, di balik berbagai hambatan tersebut, inovasi teknologi menghadirkan peluang besar untuk memperkuat sistem pemantauan lingkungan. Pemanfaatan *Internet of Things (IoT)* dengan sensor cerdas memungkinkan pengumpulan data secara real-time dengan resolusi spasial dan temporal yang lebih tinggi (Bandara, Jayasignhe, & Retscher, 2025). Kecerdasan buatan dan *machine learning* digunakan untuk meningkatkan akurasi sensor murah, mendeteksi anomali, serta memprediksi tren lingkungan berdasarkan data historis (Russo, Lürig, Hao, Matthews, & Villez, 2020). Teknologi *edge computing* dan jaringan *Low Power Wide Area Network (LPWAN)* memperluas jangkauan monitoring di wilayah luas dengan konsumsi daya rendah (Milani, Garlisi, Carugno, Tedesco, & Chatzigiannakis, 2024). Selain itu, integrasi data dari berbagai sumber seperti sensor darat, citra satelit, dan drone memperkuat kemampuan analisis spasial melalui GIS (Bandara, Jayasignhe, & Retscher, 2025). Bahkan, pendekatan *citizen science* yang melibatkan masyarakat dalam pelaporan kondisi lingkungan telah terbukti mampu meningkatkan transparansi dan akuntabilitas data (Stromberg & Swain, 2024).

Inovasi pemantauan lingkungan tidak hanya terkait teknologi, tetapi juga model kolaborasi multi-pihak yang menekankan sinergi antara pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan masyarakat sipil. Studi kasus di Ghana dan Indonesia menunjukkan bahwa platform multi-pemangku kepentingan mampu memperkuat proses perencanaan, pemantauan, dan evaluasi inisiatif lanskap secara partisipatif (Kusters, et al., 2018). Sementara itu, model kolaborasi di Tiongkok melalui mekanisme *eco-compensation* antar-provinsi memperlihatkan bagaimana koordinasi lintas wilayah dapat memperkuat pemantauan sungai lintas yurisdiksi (Cao & Chen, 2025). Di sektor perkotaan, keterlibatan warga dalam sistem pengelolaan air hujan di Finlandia juga terbukti meningkatkan keberlanjutan pemeliharaan infrastruktur ekosistem perkotaan (Kujala, Heikkinen, Jokinen, & Tapaninaho, 2022). Dengan demikian, meskipun tantangan teknis, finansial, dan regulatif masih ada, kombinasi teknologi baru dan kolaborasi multi-pihak menjadi kunci utama dalam mewujudkan sistem pemantauan lingkungan yang efektif dan berkelanjutan.

10.5 Penutup

Pembangunan dan lingkungan tidak pernah berada dalam ruang yang terpisah; keduanya adalah wujud dialog yang terus berlangsung antara manusia dan alam. Refleksi dari kajian ini menegaskan bahwa setiap intervensi pembangunan membawa konsekuensi yang harus dipahami, diukur, dan dikelola dengan kesadaran penuh akan keterbatasan ekosistem. Pemantauan lingkungan bukan sekadar prosedur teknis, melainkan sebuah praktik etis yang menuntut ketelitian, keberlanjutan, dan visi jangka panjang.

Rekomendasi yang muncul dari analisis ini menekankan perlunya integrasi teknologi canggih seperti sistem sensor cerdas, pemantauan berbasis satelit, dan analisis big data dengan pendekatan partisipatif masyarakat. Model kolaborasi multi-pihak menjadi kunci untuk memastikan data pemantauan tidak hanya valid secara ilmiah, tetapi juga relevan bagi kebijakan dan kesejahteraan publik.

Melangkah ke masa depan, pengembangan sistem pemantauan lingkungan harus berorientasi pada adaptabilitas, keterbukaan data, dan kecerdasan prediktif. Filosofi yang mendasari adalah kesadaran bahwa alam bukan sekadar objek pemantauan, tetapi mitra strategis dalam pembangunan yang berkelanjutan. Dengan visi ini, setiap langkah pembangunan dapat diiringi dengan tanggung jawab ekologis, sehingga ilmu dan teknologi berpadu untuk menjaga harmoni antara manusia, lingkungan, dan generasi yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adman, A., Rachman, I., & Subardja, D. (2019). Evaluation of post-mining land reclamation and revegetation success in coal mining area. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*.
- Akhtar, T., Rehman, A. U., Jamil, M., & Gilani, S. O. (2020). Impact of an Energy Monitoring System on the Energy Efficiency of an Automobile Factory: A Case Study. *Energies*.
- APHA. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition*. Washington, DC: APHA (American Public Health Association).
- Artiola, J. F., Brusseau, M. L., & Pepper, I. L. (2004). *Environmental Monitoring and Characterization*. Sandiego, California: Elsevier Academic Press.
- Azapagic, A. (2004). Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. *Journal of Cleaner Production*.
- Bandara, R. M., Jayasignhe, A. B., & Retscher, G. (2025). The Integration of IoT (Internet of Things) Sensors and Location-Based Services for Water Quality Monitoring: A Systematic Literature Review. *Sensors*.
- Bartram, J., & Ballance, R. (1996). *Water Quality Monitoring. A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes*. London: United Nations Environment Programme (UNEP) & World Health Organization (WHO).
- Canter, L. W. (1996). *Environmental Impact Assessment. 2nd Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Cao, Z., & Chen, X. (2025). Study of Multi-Stakeholder Mechanism in Inter-Provincial River Basin Eco-Compensation: Case of the Inland Rivers of Eastern China. *Sustainability*.
- Concas, F., Mineraud, J., Lagerspetz, E., Varjonen, S., Liu, X., Puolamäki, K., . . . Tarkoma, S. (2021). Low-Cost Outdoor Air Quality Monitoring and Sensor Calibration: A Survey and Critical Analysis . *Arxiv*.

- Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan. (2020). *Rencana Strategis Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Tahun 2020-2024*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Fatkurahman, & Novita. (2025). Pengaruh Kepatuhan Lingkungan terhadap Daya Saing Usaha IKM di Era Ekonomi Berkelanjutan. *Environmental Management and Business Sustainability Journal (EMBSJ)*.
- Glasson, J., & Therivel, R. (2019). *Introduction to Environmental Impact Assessment*. London: Routledge.
- Gulis , G., Krishnankutty, N., Boess, E. R., Lyhne, I., & Kørnøv, L. (2022). Environmental Impact Assessment, Human Health and the Sustainable Development Goals. *International Journal of Public Health*.
- Hantoro, R., Septyaningrum, E., Setiadi, I. C., Izdiharrudin, M. F., Uwitije, P. D., Akbar, A., . . . Sinatra, L. (2020). Design and Implementation of Real-Time Monitoring System for Solar Power Plant in Surabaya, Indonesia. *1st International Conference on Renewable Energy Research and Challenge (ICoRER 2019)*. Surabaya: E3S Web of Conferences.
- Herce, C., Biele, E., Martini, C., Salvio, M., & Toro, C. (2021). Impact of Energy Monitoring and Management Systems on the Implementation and Planning of Energy Performance Improved Actions: An Empirical Analysis Based on Energy Audits in Italy. *Energies* .
- Hilson, G., & Murck, B. (2000). Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective. *Resources Policy*.
- Hunjra, A. I., Bouri, E., Azam, M., Azam, R. I., & Dai, J. (2024). Economic growth and environmental sustainability in developing economies. *Research in International Business and Finance*.
- ICMM. (2012). *Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity*. London: ICMM (International Council on Mining and Metals).

- Ilham, M. I. (2021). Economic Development and Environmental Degradation in Indonesia: Panel Data Analysis . *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*.
- Irnowati, Rispawati, Alqadri, B., & Atsar, A. (2025). Implementasi Peraturan Daerah Kota Bima Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. *Social: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*.
- Kartal, M. T., Santosh, M., Ulussever , T., Pata, U. K., & Depren, S. K. (2024). A comprehensive review of progress in sustainable development goals from energy and environment perspectives. *Energy Strategy Reviews*.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). *Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2022*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Khair, N. K., Lee, K. E., & Mokhtar, M. (2021). Community-based monitoring for environmental sustainability: A review of characteristics and the synthesis of criteria. *Journal of Environmental Management*.
- Moldenhauer, J. (2009). *Environmental Monitoring: A Comprehensive Handbook*. River Grove, USA: PDA/Davis Healthcare International Publishing, LLC.
- Kujala, J., Heikkinen, A., Jokinen, A., & Tapaninaho, R. (2022). Stakeholder Engagement in the Generation of Urban Ecosystem Services: The Case of the Vuores Stormwater System. *South Asian Journal of Business and Management Cases*.
- Kusters, K., Buck, L., Graaf, M. d., Minang, P., Oosten, C. v., & Zagt, R. (2018). Participatory Planning, Monitoring and Evaluation of Multi- Stakeholder Platforms in Integrated Landscape Initiatives. *Environmental Management*.
- Liu, M., Li, X., Song, D., & Zhai, H. (2021). Evaluation and Monitoring of Urban Public Greenspace Planning Using Landscape Metrics in Kunming. *Sustainability*.
- Marsolihah, D., Azzahra, N., Sari, R. M., & Pramasha, R. R. (2023). Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagai Alat Pembangunan Berkelanjutan. *IJEN: Indonesian Journal of Economy and Education Economy*.

- Malley, Z. J., Hart, A., Buck, L., Mwambene, P. L., Katambara, Z., Mng'ong'o, M., & Chambi, C. (2017). Integrated agricultural landscape management: Case study on inclusive innovation processes, monitoring and evaluation in the Mbeya Region, Tanzania. *Sage Journals*.
- Milani, S., Garlisi, D., Carugno, C., Tedesco, C., & Chatzigiannakis, I. (2024). Edge2LoRa: Enabling edge computing on long-range wide-area Internet of Things. *Internet of Things*.
- Morgan, R. K. (1998). *Environmental Impact Assessment: A Methodological Approach*. New York: Springer New York.
- Morgan, R. K. (2012). Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*.
- Morrison-Saunders, A., & Arts, J. (2004). *Assessing Impact: Handbook of EIA and SEA Follow-Up*. New York: Earthscan.
- OECD. (2020). *OECD Economic Outlook*. Paris: OECD Publishing.
- Nadila, A. A., Aditya, B. R., Marchiningrum, A. U., Al-Hijran, M. Q., Ramadhan, M. B., & Ginanjar, Y. (2025). Pemberdayaan Penyuluh Pertanian Melalui Implementasi Sistem Pemantauan Tanah dan Lingkungan Berbasis IoT: Studi Kasus Badan Penyuluh Pertanian Selaawi Kabupaten Garut. *Literasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Inovasi*.
- Panjaitan, M. Y., Purwanto, & Warsito, B. (2023). Tingkat Ketaatan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup pada Industri Manufaktur di Kota Salatiga. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- Pinheiro, M. D. (2024). Environmental Impact Assessment—Exploring New Frontiers. *Environments*.
- Presiden Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Quyen, T. L., Matsushima, K., Kobayashi, K., & Nguyen, T. H. (2018). Developing a Monitoring and Evaluation System for Urban Planning –The Case of the Hanoi Master Plan. *Urban and Regional Planning Review*.

- Raihan, Y. D., Kasandra, A. K., & Baharudin, H. (2024). Kebijakan Pemerintah Terkait Upaya Implementasi Kajian AMDAL Guna Mewujudkan IKN Berdasar Sustainable Development. *ultura: Jurnal Ilmu Sosial, dan Humaniora*.
- Rao, a. V., Khan, S. A., Paul, S., Mitra, S. P., Deb, D., Chaudhuri, A. K., & Banerjee, R. (2025). Iot-Enabled Environmental Monitoring Systems: Trends, Challenges, And Future Directions. *International Journal of Environmental Sciences*.
- Ravbar, N., Mulec, J., Mayaud, C., Blatnik, M., Kogovšek, B., & Petrič, M. (2023). A comprehensive early warning system for karst water sources contamination risk, case study of the Unica springs, SW Slovenia. *Science of The Total Environment*.
- Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Rosmaida , E., & Triadi, I. (2024). Pelaksanaan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) Di Indonesia Dalam Rangka Penegakan Hukum Lingkungan Hidup. *Amandemen: Jurnal Ilmu pertahanan, Politik dan Hukum Indonesia*.
- Rozi, F., Husin, S., & Rembrandt. (2022). Environmental Management and Monitoring Efforts in Achieving Sustainable Development at PT Japfa Comfeed Indonesia. *Interdisciplinary Social Studies*.
- Ruggerio, C. A. (2021). Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of The Total Environment*.
- Russo, S., Lürig, M., Hao , W., Matthews, B., & Villez, K. (2020). Active learning for anomaly detection in environmental data. *Environmental Modelling & Software*.
- Sadler, B. (1996). *Environmental assessment in a changing world : evaluating practice to improve performance*. Canada: Canadian Environmental Assessment Agency & International Association for Impact Assessment.

- Sari, N. P., Nugroho, A., & Wahyuni, S. (2020). Impact of coal mining on water quality in Kalimantan. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*.
- Sidjabat, F. M., Hakiki, R., & Wikaningrum, T. (2019). AIR QUALITY MONITORING IN INDUSTRIAL ESTATE (Case Study: Jababeka Industrial Estate, Cikarang). *Journal of Environmental Engineering & Waste Managemen*.
- Stromberg, P. M., & Swain, R. B. (2024). Citizen monitoring in environmental disclosure: An economics perspective. *Journal of Environmental Management*.
- Sun, X., Liu, F., Zhao, Y., Liu, F., Wang, J., Zhu, S., . . . Zhang, J. (2024). Research on Environmental Risk Monitoring and Advance Warning Technologies of Power Transmission and Distribution Projects Construction Phase. *Sensors*.
- UNEP. (2019). *Monitoring and Assessment of Environmental Impacts*. Nairobi: UNEP (United Nations Environment Programme).
- Wei, Y., Han , C., & Yu , Z. (2023). An environment safety monitoring system for agricultural production based on artificial intelligence, cloud computing and big data networks. *Journal of Cloud Computing*.
- Wisnumurti, R. W. (2024). Kewenangan Pemerintah Daerah dalam Penerbitan Izin Analisa Dampak Lingkungan. *Jurnal Hukum Sehasen*.
- Yakovleva, N. (2016). *Corporate Social Responsibility in the Mining Industries*. New York: Routledge.
- Zarzycka, E., & Krasodomska, J. (2021). Environmental key performance indicators: the role of regulations and stakeholder influence. *Environment Systems and Decisions*.

BIODATA PENULIS



Robert Tua Siregar

Dosen Program Doktor Manajemen Universitas Prima Indonesia

Robert Tua Siregar, Mendapat gelar Sarjana Teknik Manajemen Industri pada 06 Januari 1992, dan Sarjana Sospol pada 04 November 1992. Ia merupakan alumnus Jurusan Teknik Manajemen Industri Fakultas Teknik Universitas Sisingamangaraja XII Medan dan Sosiologi Fakultas Sospol Univ. Sumatera Utara Indonesia Medan. Pada tahun 1998 mengikuti Program Tugas Belajar pada Magister Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Pedesaan dan lulus pada tahun 2001 dari Universitas Sumatera Utara Indonesia Medan. Pada tahun 2007 menjalani Tugas Belajar Doktor Falsafah Bidang Urban & Regional Planning pada University Of Malaya. Dosen Program Doktor Manajemen Universitas Prima Indonesia; robertuasiregar@unprimdn.co.id

BIODATA PENULIS



Herawati

Dosen DPK LLDIKTI Wilayah 16 yang dipekerjakan pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Tompotika Luwuk Banggai

Penulis lahir di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan, dan merupakan dosen DPK LLDIKTI Wilayah 16 yang dipekerjakan pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Tompotika Luwuk Banggai. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan P. MIPA Universitas Tadulako dan melanjutkan S2 pada program studi Kesehatan Masyarakat di Universitas Hasanuddin Makassar. Dalam karir sebagai dosen, penulis mengampu mata kuliah yang berkaitan dengan Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat. Sejalan dengan hal tersebut, maka penulis menekuni bidang menulis pada bidang yang sama.

Email Penulis : hera.naufal@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Eko Prihartanto, S.T., M.T.
Dosen Program Studi Teknik Sipil
Universitas Borneo Tarakan

Lahir di Tarakan pada 16 Desember 1986, Eko Prihartanto merupakan seorang akademisi dan praktisi di bidang teknik sipil yang secara konsisten mendedikasikan diri pada penguatan kapasitas infrastruktur nasional. Saat ini, beliau menjabat sebagai dosen pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan.

Pendidikan sarjananya ditempuh di Universitas Borneo Tarakan dengan fokus pada teknik sipil, sebelum melanjutkan studi magister di bidang Manajemen Proyek Konstruksi pada Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Beliau juga menyelesaikan Pendidikan Profesi Insinyur di Universitas Lambung Mangkurat. Saat ini, beliau telah menyelesaikan pendidikan doktoral pada bidang Ilmu Teknik Sipil di ITS Surabaya, dengan fokus riset pada ketahanan infrastruktur dalam konteks manajemen proyek konstruksi.

Selain kiprah akademiknya, beliau juga berperan aktif sebagai tenaga ahli pada berbagai lembaga konsultan dan kontraktor di sektor konstruksi. Kontribusinya meliputi perencanaan proyek strategis, kajian lingkungan (amdal), hingga penelitian dalam pengembangan pariwisata berkelanjutan. Di berbagai kesempatan, beliau kerap diundang sebagai

narasumber dalam seminar, lokakarya, dan pelatihan yang bertemakan teknik sipil, pengelolaan proyek, dan pembangunan berkelanjutan.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Sariwahyuni, SP., M.Si

Dosen Program Studi Teknik Kimia Mineral
Politeknik ATI Makassar, Kementerian Peindustrian RI

Penulis lahir di Watampone tanggal 18 Juni 1975. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar. Menyelesaikan Pendidikan Strata 1 di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tahun 1997, Magister Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin pada tahun 2000 dan Doktorat bidang Sistem Pertanian di Universitas Hasanuddin tahun 2012.

BIODATA PENULIS



Haerul Anwar, S.Si., M.Sc.

Dosen Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi
Institut Kesehatan dan Teknologi PKP DKI Jakarta

Penulis lahir di Pesa pada 26 Desember 1990, sebuah desa dengan terpencil diujung timur Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Penulis meraih gelar sarjana dan magister di bidang Fisika. Pendidikan sarjana diselesaikan di Universitas Negeri Mataram pada tahun 2014, sementara gelar magister diperoleh dari Universitas Gadjah Mada (UGM) pada tahun 2016.

Keahlian penulis di bidang geofisika dan lingkungan diperkuat melalui berbagai pelatihan profesional, antara lain "Geofisika Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi," "Mining Exploration," "Well Cementing," dan "Drilling Engineering and Operation in Geothermal Exploration". Penulis juga aktif dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat, terlibat dalam pengelolaan lingkungan melalui bank sampah dan edukasi terkait pencemaran.

Pengalaman penelitian penulis sangat beragam, mencakup studi sebaran limbah cair, pemodelan gempa bumi, serta analisis geofisika untuk identifikasi sesar dan akuifer. Selain itu, beliau juga berpartisipasi dalam penelitian mengenai karakteristik fisik dan kimia bahan pangan untuk pencegahan hipertensi.

Saat ini, penulis adalah seorang dosen tetap di Iprodi Teknik Lingkungan, Institut Kesehatan dan Teknologi PKP DKI Jakarta (IKTJ), dengan mata kuliah yang relevan seperti Fisika Lingkungan, Mekanika Tanah dan Geoteknik, Mekanika Fluda, Hidrologi dan Hidrogeologi, Metodologi Penelitian, Waste to Energy, dan lain sebagainya. Penulis juga menjabat sebagai Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) di IKTJ.

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Wayan Budiarsa Suyasa

Penulis memiliki nama lengkap Prof. Dr. Wayan Budiarsa Suyasa, dilahirkan di Denpasar, Bali pada tanggal 03 Maret 1967. Riwayat pendidikan sarjana ditempuh selama 4 tahun di prodi Kimia Universitas Udayana, gelar Magister diraih tahun 1999 dan Doktor dibidang kimia lingkungan diperoleh dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2002. Penulis memperoleh jabatan guru besar pada tahun 2010 dibidang kimia lingkungan di Universitas udayana yang menjadi tempatnya sebagai dosen. Berbagai mata kuliah dibidang kimia lingkungan diampu di prodi sarjana kimia, magister kimia, magister dan doktor ilmu lingkungan hingga sekarang . Penulis juga telah menulis beberapa buku dari hasil penelitian dan pengembangan pembelajaran. beberapa dengan topik terkait kimia lingkungan yaitu pengolahan air limbah, sampah, pengelolaan lingkungan, amdal baik secara mandiri maupun berkolaborasi.

BIODATA PENULIS



Dwi Astuti, SPd., SKM., MKes.

Dosen Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta

Penulis lahir di Cilacap Jawa Tengah. Pendidikan yang ditempuh dimulai dari SD Mujur VI tahun 1980, dilanjutkan ke SMPN 1 Kroya pada tahun 1990 dan SMAN 1 Purwokerto pada tahun 1993. Menamatkan D3 Kesehatan Lingkungan di Akademi Kesehatan Lingkungan (AKL) Purwokerto pada tahun 1996, S1 Pendidikan Biologi (tahun 2002) dan S1 Kesehatan Masyarakat (tahun 2011) di Universitas Muhammadiyah Surakarta, dan S-2 Magister Kesehatan di Universitas Gadjah Mada Tahun 2007. Penulis merupakan tenaga pengajar di Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta sejak Tahun 1997–sampai sekarang. Berbagai karya ilmiah juga sudah dihasilkan oleh penulis yang lebih banyak berkulat di Bidang Kesehatan Lingkungan. Selain mengajar, penulis juga aktif sebagai Tim Penilai Dokumen AMDAL. Moto penulis yaitu “Jadilah manusia yang selalu memberi kemanfaatan bagi manusia lain”.

BIODATA PENULIS



Andreas Pramudianto, SH, M.Si

Dosen Program Studi Ilmu Lingkungan, Sekolah Ilmu
Lingkungan, Universitas Indonesia (SIL-UI).

Penulis lahir di Kutorajo, Kabupaten Purworejo. Lulus Kolese Kanisius Jakarta, tahun 1986, kemudian melanjutkan studi ke Fakultas Hukum Unika Parahiyangan (FH-UNPAR), Bandung. Tahun 2003 lulus Magister Ilmu Lingkungan pada Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia (PSIL-UI), Jakarta. Tahun 2018 menjadi mahasiswa Program Doktor Ilmu Hukum pada Fakultas Hukum Universitas Indonesia (PDIH-UI). Buku yang terbit diantaranya Diplomasi Lingkungan (2008, UI Press), Hukum Perjanjian Lingkungan Internasional (2014, Setara Press), Hukum Lingkungan Internasional (2017, CV Rajawali Press), A-Z Hukum Lingkungan Internasional (2019, Penerbit Barcode) dan Perjanjian Lingkungan Internasional : Pemahaman kata dan makna dalam konteks, Jilid 1 dan 2, (2020, Desanta Muliavisitama). Penulisan buku Bersama diantaranya Tata Kelola Lingkungan Global (2016, PT SAM), Perubahan Iklim : Catatan Ringkas Paris Agreement (2018, Yayasan Pasir Luhur); AMDAL Sosial (2022, PT GET Press), Pengantar Hukum Indonesia (2022, PT GET Press), Pengabdian Masyarakat (2022), Buku Hukum Kesehatan (2022), Buku Biologi Lingkungan (2023), Buku Filsafat Lingkungan, (2023), Buku Hukum Laut (2024), Buku Hukum Internasional Kontemporer (2025) dan Buku Climate Change, (2025), Buku Hukum Internasional : Teori dan

Aplikasi (2025). Menulis juga beberapa artikel di jurnal nasional dan internasional. Keanggotaan ilmiah diantaranya Indonesian Networking Plant (INetPC), American Society of International Law (ASIL), Indonesian Society of International Law Lecture (ISILL), Asian Society of International Law, PERWAKU, Center for Sustainable Ocean Policy (CSOP), Indonesian Environmental Society Association (IESA), Masyarakat Standarnisasi Nasional Indonesia (MSNI), Masyarakat Nanoteknologi Indonesia (MNI), Masyarakat Molusca Indonesia (MMI), Forum AMDAL Indonesia (FAI), DIVERLING, PEPULIH, ECOTAS, PDPI, PEPSILI, BKPSL.

BIODATA PENULIS



Ir. Mohammad Istnaeny Hudha, S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

Penulis lahir di Lamongan tanggal 03 September 1973. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Kimia ITN pada tahun 1997 dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya tahun 1999. Pada tahun 2022 menempuh studi profesi Insinyur di Program studi Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin Kalimantan Selatan. Penulis menekuni bidang Pengolahan Limbah Industri, Teknik Reaksi Kimia dan Kesehatan Keselamatan Kerja. Saat ini sedang mendalami tentang Process Safety dan menjadi Trainer Hazard Operability Study (Hazop) serta Analisa Mengenai Dampak Lingkungan.

BIODATA PENULIS



Dr. Rusman Rasyid, S.Pd., M.Pd.

Penulis lahir di Sidomulyo tanggal 29 Oktober 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Negeri Makassar Tahun 2009, Pendidikan S2 pada Program Studi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PKLH) Konsentrasi Pendidikan Geografi Universitas Negeri Makassar Tahun 2011, serta Pendidikan S3 Program Studi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PKLH) Universitas Negeri Makassar Tahun 2019. Hingga saat ini masih aktif melakukan berbagai aktivitas pengajaran, penelitian, dan pengabdian masyarakat dalam bidang Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PKLH). Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: rusman_rasyid68@unkhair.ac.id