



SALINAN

PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 13 TAHUN 2011
TENTANG
GANTI KERUGIAN AKIBAT PENCEMARAN DAN/ATAU KERUSAKAN
LINGKUNGAN HIDUP

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : a. bahwa pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup mengakibatkan kerugian bagi lingkungan hidup dan masyarakat;

b. bahwa besaran ganti rugi akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup ditetapkan berdasarkan kesepakatan antara para pihak yang bersengketa atau putusan pengadilan;

c. bahwa untuk menjamin hak keperdataan masing-masing pihak perlu ditetapkan pedoman ganti kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup;

d. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, huruf b, huruf c, dan huruf d, serta untuk melaksanakan ketentuan Pasal 90 ayat (2) Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, perlu menetapkan peraturan Menteri tentang Ganti Kerugian Akibat Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup;

Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059);

2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 24 tahun 2010 tentang Kedudukan, Tugas, dan Fungsi Kementerian Negara Serta Susunan Organisasi, Tugas, dan Fungsi Eselon I Kementerian negara;

3. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 16 Tahun 2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Lingkungan Hidup;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP REPUBLIK INDONESIA TENTANG GANTI KERUGIAN AKIBAT PENCEMARAN DAN/ATAU KERUSAKAN LINGKUNGAN HIDUP.

Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

1. Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.
2. Pemulihan lingkungan hidup adalah tindakan untuk memulihkan fungsi lingkungan hidup yang telah tercemar dan/atau rusak sesuai dengan fungsi dan/atau peruntukannya.
3. Sengketa lingkungan hidup adalah perselisihan antara dua pihak atau lebih yang timbul dari kegiatan yang berpotensi dan/atau telah berdampak pada lingkungan hidup.
4. Kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan adalah kerugian yang timbul akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.
5. Ganti kerugian adalah biaya yang harus di tanggung oleh penanggung jawab kegiatan dan/atau usaha akibat terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan.
6. Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau di masukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.
7. Perusakan lingkungan hidup adalah tindakan orang yang menimbulkan perubahan langsung atau tidak langsung terhadap sifat fisik, kimia dan/atau hayati lingkungan hidup sehingga melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.
8. Kerusakan lingkungan hidup adalah perubahan langsung dan/atau tidak langsung terhadap sifat fisik, kimia, dan/atau hayati lingkungan hidup yang melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.
9. Instansi lingkungan hidup daerah adalah instansi yang bertanggungjawab di bidang pengelolaan lingkungan hidup di daerah.
10. Tindakan tertentu adalah tindakan pencegahan dan penanggulangan pencemaran dan/atau kerusakan serta pemulihan fungsi lingkungan hidup guna menjamin tidak akan terjadi atau terulangnya dampak negatif terhadap lingkungan hidup.
11. Kerugian bersifat tetap adalah cara perhitungan ahli terhadap komponen kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang ganti ruginya dibayarkan secara utuh.
12. Kerugian bersifat tidak tetap adalah cara perhitungan ahli terhadap komponen kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang ganti ruginya dibayarkan berdasarkan kesepakatan para pihak.

13. Menteri adalah menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Pasal 2

Peraturan Menteri ini bertujuan memberikan pedoman bagi para pihak yang terlibat dalam penyelesaian sengketa lingkungan hidup untuk mencapai kesepakatan dalam melakukan penghitungan dan pembayaran ganti kerugian serta untuk melaksanakan tindakan tertentu akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.

Pasal 3

Penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan yang melakukan perbuatan melanggar hukum berupa pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang menimbulkan kerugian pada orang lain atau masyarakat dan/atau lingkungan hidup atau negara wajib:

- a. melakukan tindakan tertentu; dan/atau
- b. membayar ganti kerugian.

Pasal 4

Kewajiban melakukan tindakan tertentu sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a meliputi:

- a. pencegahan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup;
- b. penanggulangan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup; dan/atau
- c. pemulihan fungsi lingkungan hidup.

Pasal 5

(1) Kerugian lingkungan hidup sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf b meliputi:

- a. kerugian karena tidak dilaksanakannya kewajiban pengolahan air limbah, emisi, dan/atau pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun;
- b. kerugian untuk mengganti biaya penanggulangan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta pemulihan lingkungan hidup;
- c. kerugian untuk mengganti biaya verifikasi pengaduan, inventarisasi sengketa lingkungan, dan biaya pengawasan pembayaran ganti kerugian dan pelaksanaan tindakan tertentu;
- d. kerugian akibat hilangnya keanekaragaman hayati dan menurunnya fungsi lingkungan hidup; dan/atau
- e. kerugian masyarakat akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.

(2) Kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dikelompokkan menjadi kerugian yang:

- a. bersifat tetap; dan

- b. bersifat tidak tetap.
- (3) Kerugian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a sampai dengan huruf d merupakan kerugian yang bersifat tetap.
- (4) Kerugian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf e merupakan kerugian yang bersifat tidak tetap.

Pasal 6

- (1) Penghitungan ganti kerugian harus dilakukan oleh ahli yang memenuhi kriteria:
 - a. memiliki sertifikat kompetensi; dan/atau
 - b. telah melakukan penelitian ilmiah dan/atau berpengalaman di bidang:
 - 1. pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup; dan/atau
 - 2. valuasi ekonomi lingkungan hidup.
- (2) Dalam hal hanya memenuhi kriteria sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b, ahli yang melakukan penghitungan ganti kerugian harus berdasarkan penunjukan dari Menteri, gubernur, atau bupati/walikota.

Pasal 7

Penghitungan ganti kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 dilakukan sesuai dengan tata cara penghitungan ganti kerugian sebagaimana tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Pasal 8

- (1) Pembayaran ganti kerugian dan pelaksanaan tindakan tertentu sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 dilakukan berdasarkan:
 - a. kesepakatan yang dicapai oleh para pihak yang bersengketa melalui mekanisme penyelesaian sengketa lingkungan hidup di luar pengadilan; atau
 - b. putusan pengadilan yang berkekuatan hukum tetap melalui mekanisme penyelesaian sengketa melalui pengadilan.
- (2) Dalam hal pelaku pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup tidak melaksanakan penanggulangan dan/atau pemulihan, instansi lingkungan hidup dapat memerintahkan pihak ketiga untuk melakukan penanggulangan dan/atau pemulihan dengan beban biaya ditanggung oleh pelaku pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.

Pasal 9

- (1) Pembayaran ganti kerugian lingkungan hidup sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 merupakan penerimaan negara bukan pajak.
- (2) Seluruh penerimaan negara bukan pajak dari pembayaran ganti kerugian lingkungan hidup wajib disetor langsung ke kas Negara.

Pasal 10

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahui, memerintahkan pengundangan Peraturan Menteri ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 13 Desember 2011

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

BALTHASAR KAMBUAYA

Diundangkan di Jakarta
pada tanggal 15 Desember 2011

MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

AMIR SYAMSUDDIN

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2011 NOMOR 837

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Hukum dan Humas,



Inar Ichsana Ishak

LAMPIRAN
PERATURAN MENTERI NEGARA
LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 13 TAHUN 2011
TENTANG
GANTI KERUGIAN AKIBAT PENCEMARAN
DAN/ATAU KERUSAKAN
LINGKUNGAN HIDUP

TATA CARA PENGHITUNGAN GANTI KERUGIAN AKIBAT PENCEMARAN
DAN/ATAU KERUSAKAN LINGKUNGAN HIDUP

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan ekonomi pada umumnya menyisakan permasalahan eksternalitas berupa pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang mengakibatkan kerugian lingkungan hidup dan/atau masyarakat. Berbagai kegiatan seperti pembuangan air limbah yang melebihi baku mutu dari berbagai jenis kegiatan, penggundulan hutan, pembuangan sampah, penambangan telah menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup seperti pencemaran wilayah pesisir dan laut, pencemaran air permukaan, emisi debu, asap serta gas rumah kaca ke udara. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan ekonomi yang hanya memenuhi permintaan pasar, pada akhirnya akan mengorbankan kualitas lingkungan hidup. Manakala lingkungan hidup telah terdegradasi, maka keberadaannya akan menjadi bumerang bagi pertumbuhan ekonomi serta menimbulkan berbagai konflik sosial yang berkelanjutan dan melibatkan berbagai unsur masyarakat, pengusaha dan pemerintah.

Banyak pihak mengklaim bahwa secara kualitatif, ada kecenderungan yang meningkat terhadap pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup di Indonesia, namun tindak lanjut pencegahannya terasa sulit dilakukan mengingat ketiadaan data rona awal (*tahun dasar data*) mengenai kualitas lingkungan hidup sebelum kegiatan.

Di era keterbukaan sekarang ini, permasalahan eksternalitas berupa pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup menjadi semakin berkembang dengan adanya tuntutan ganti kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup baik dari perorangan maupun kelompok masyarakat, organisasi lingkungan hidup, negara. Saat ini, baik individu atau masyarakat yang terkena dampak negatif berupa tercemarnya dan/atau rusaknya lingkungan hidup dapat mengajukan tuntutan ganti kerugian kepada pelaku pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup, yang dapat ditempuh melalui musyawarah di luar pengadilan maupun melalui pengajuan gugatan ke pengadilan.

Hal penting yang seringkali menimbulkan permasalahan adalah cara atau metode penghitungan ganti kerugian lingkungan hidup akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.

Untuk penyelesaian ganti kerugian baik melalui pengadilan ataupun penyelesaian di luar pengadilan diperlukan bukti telah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup. Data atau bukti ini harus merupakan hasil penelitian, pengamatan lapangan, atau data lain berupa pendapat para ahli yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Beberapa hal yang perlu dianalisis antara lain menyangkut:

1. apakah telah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup;
2. siapa yang menyebabkan terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup;
3. siapa yang mengalami kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup;
4. status kepemilikan lahan yang tercemar atau rusak;
5. jenis kerugian (langsung atau tidak langsung);
6. besaran kerugian;
7. lamanya terjadi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup;
8. jenis media lingkungan hidup yang terkena dampak (air, tanah, udara);
9. nilai ekosistem baik yang dapat maupun yang tidak dapat dinilai secara ekonomi, dan lain-lain.

Berkaitan dengan semua hal tersebut di atas, diperlukan tata cara penghitungan ganti kerugian akibat pencemaran dan /atau kerusakan lingkungan hidup.

B. Maksud, Tujuan, dan Sasaran

1. Maksud

Maksud disusunnya tata cara penghitungan ganti kerugian adalah memperkenalkan konsep analisis penghitungan ganti kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup secara sederhana.

2. Tujuan

Tujuan dari penyusunan tata cara penghitungan ini adalah meningkatkan efektivitas penyelesaian sengketa lingkungan baik di luar pengadilan dan melalui pengadilan.

3. Sasaran

Sasaran tata cara penghitungan ini adalah tersusunnya tata cara penghitungan ganti kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.

C. Pengertian Umum

1. Baku mutu lingkungan Hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.
2. Kriteria baku kerusakan lingkungan hidup adalah ukuran batas perubahan sifat fisik, kimia, dan/atau hayati lingkungan hidup yang dapat ditenggang oleh lingkungan hidup untuk dapat tetap melestarikan fungsinya.
3. Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada, dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air.
10. Baku mutu air laut adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air laut.
11. Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar polutan yang ditenggang untuk dimasukkan ke media air.
12. Baku mutu emisi adalah ukuran batas atau kadar polutan yang ditenggang untuk dimasukkan ke media udara.
13. Baku mutu gangguan adalah ukuran batas unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya yang meliputi unsur getaran, kebisingan dan kebauan.
14. Kerugian karena tidak dilaksanakannya kewajiban pengolahan air limbah, emisi, limbah bahan berbahaya dan beracun, dan/atau gangguan adalah kerugian karena tidak dibangunnya atau tidak dijalankannya instalasi pengolahan atau pengelolaan air limbah, emisi, limbah bahan berbahaya dan beracun, dan/atau gangguan.
15. Kerugian untuk pengganti biaya penanggulangan dan/atau pemulihan lingkungan hidup adalah biaya yang diperlukan untuk menanggulangi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta memulihkan kondisi lingkungan hidup.
16. Pendapatan yang hilang (*forgone earnings*) adalah nilai ekonomi dari pendapatan masyarakat yang berkurang atau hilang sebagai akibat tercemarnya dan/atau rusak lingkungan.
17. Nilai ekonomi aset (*hedonic price*) adalah nilai ekonomi suatu aset (rumah atau *property*) yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya. Nilai ekonomi lingkungannya adalah selisih antara nilai *property* dengan lingkungan yang baik dan yang tanpa lingkungan yang baik.
18. Biaya perjalanan (*travel cost*) adalah seluruh biaya yang dikeluarkan oleh seseorang yang melakukan perjalanan mulai dari tempat asal sampai dengan tempat tujuan yang meliputi biaya finansial dan biaya waktu. Biaya finansial adalah jumlah uang yang dibelanjakan selama perjalanan, sedangkan biaya waktu adalah nilai uang dari lamanya perjalanan dikalikan dengan penghasilan rata-rata per jam orang yang melakukan perjalanan. Nilai obyek wisata dan taman nasional biasa didekati dengan pendekatan biaya perjalanan.
19. Proyek bayangan (*shadow project*) adalah proyek yang diasumsikan memiliki kapasitas yang sama dengan kapasitas ekosistem dalam memberikan jasa lingkungan. Contohnya nilai ekonomi hutan mangrove dalam melindungi pantai dari abrasi akibat gempuran

ombak, dapat didekati dengan nilai biaya pembangunan tembok pelindung pantai dari gempuran ombak.

20. Kesediaan untuk membayar (*willingness to pay*) adalah kesediaan seseorang untuk melakukan pembayaran atas jasa-jasa lingkungan dari suatu ekosistem yang dipertahankan tanpa pencemaran dan/atau kerusakan sebagian atau seluruhnya.
21. Kesediaan untuk menerima pembayaran (*willingness to accept*) adalah kesediaan untuk menerima pembayaran atas kerugian lingkungan yang mungkin timbul akibat pencemaran dan/atau kerusakan suatu ekosistem.
22. Biaya sakit (*cost of illness*) adalah biaya-biaya yang dikeluarkan selama dan setelah seseorang menderita sakit akibat tercemarnya dan/atau rusaknya lingkungan. Biaya-biaya ini meliputi biaya mondok di rumah sakit, biaya dokter, biaya obat, hilangnya penghasilan selama tidak masuk kerja, nilai berkurangnya produktivitas penderita setelah sembuh dan bekerja kembali.
23. Kesejahteraan konsumen (*surplus konsumen*) adalah kelebihan kesediaan seorang konsumen untuk melakukan pembayaran terhadap barang dan/atau jasa di atas harga barang/dan jasa yang berlaku.
24. Kesejahteraan produsen (*surplus produsen*) adalah kelebihan kesediaan seorang produsen untuk menerima pembayaran lebih rendah daripada harga barang/dan jasa yang berlaku.
25. Eksternalitas adalah dampak negatif yang ditimbulkan oleh satu pihak terhadap pihak lain dimana pihak yang menimbulkan dampak tidak dikenai pungutan atau biaya atas dampak negatif yang diderita oleh pihak lain yang terkena dampak.

E. Dasar Pemikiran

1. Konsep Penghitungan Ganti Kerugian Akibat Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup

Secara umum, penghitungan ganti kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup adalah pemberian nilai moneter terhadap pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup. Besaran nilai moneter kerugian ekonomi akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup merupakan nilai ekonomi ganti kerugian lingkungan hidup yang harus dibayarkan kepada pihak yang dirugikan.

Konsep tersebut dijelaskan pada Gambar 2.1 terlihat bahwa sumber daya alam menghasilkan barang dan jasa yang dapat dimanfaatkan. Di samping itu ada komponen lingkungan hidup yang harus dipertahankan sebagai cadangan. Pemanfaatan lingkungan hidup dalam jangka panjang akan menghasilkan barang dan jasa yang diinginkan maupun yang tidak diinginkan seperti tercemarnya atau rusaknya lingkungan hidup, sehingga mempengaruhi tingkat produktivitas, kesehatan maupun dampak terhadap material lainnya.

Berdasarkan perubahan yang terjadi akan dapat dilakukan estimasi terhadap dampak yang akan timbul sebagai dasar penentuan nilai moneter. Penghitungan nilai moneter ini merupakan nilai ganti kerugian yang selanjutnya akan menjadi umpan balik bagi pemanfaatan lingkungan hidup.

2. Langkah-langkah Penghitungan Ganti Kerugian Akibat Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup

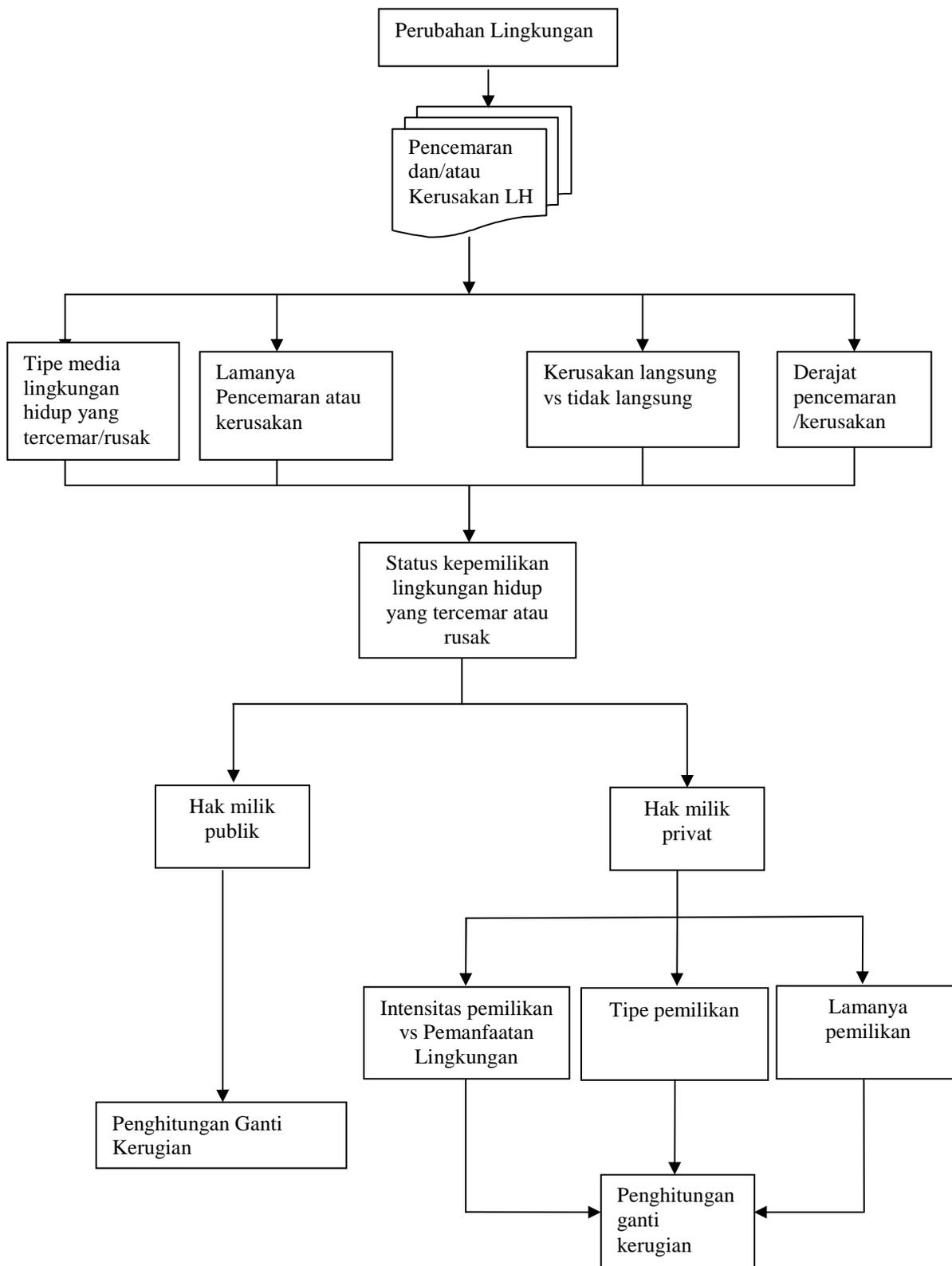
Timbulnya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup tidak terjadi dengan tiba-tiba, melainkan melalui suatu proses dan memerlukan waktu yaitu sejak zat-zat pencemar keluar dari proses produksi, dibuang ke media lingkungan hidup, terbawa dan/atau mengalami perubahan (lebih berbahaya) di dalam media lingkungan (udara, air dan tanah), dan terakhir terpapar ke dalam lingkungan hidup dan menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.

Sehubungan dengan hal tersebut, sebelum menghitung ganti kerugian akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup perlu dilakukan klarifikasi proses terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup dan identifikasi lingkungan hidup yang terkena dampak pencemaran dan/atau kerusakan.

- a. Klarifikasi terhadap proses terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.
Verifikasi dugaan terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup dilakukan melalui 2 (dua) langkah:
 - 1) identifikasi sumber pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup;
 - 2) proses terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.

- b. Identifikasi lingkungan hidup yang terkena pencemaran dan/atau kerusakan (sebagaimana terlihat pada Gambar 1.1) terdiri dari langkah-langkah:
 - 1) Identifikasi jenis media lingkungan hidup yang tercemar dan/atau rusak.
 - 2) Penghitungan lamanya pencemaran dan/atau kerusakan berlangsung.
 - 3) Identifikasi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup terjadi secara langsung atau tidak langsung.
 - 4) Pengukuran derajat atau tingkat pencemaran dan/atau kerusakan yang terjadi (menyangkut skala spasial dan jumlah pihak yang terlibat).
 - 5) Identifikasi status kepemilikan lingkungan hidup, terdiri dari:
 - a) lingkungan hidup milik publik
 - b) lingkungan hidup yang terkait dengan hak milik privat dan/atau mata pencaharian masyarakat:
 - i. siapa pemilik yang sebenarnya;

- ii. tipe hak pemilik (individu, komunal,sewa,hak milik,dan lain-lain);
- iii. durasi kepemilikan;
- iv. intensitas pemanfaatan dengan kepemilikan lingkungan;
- v. lokasi matapencaharian masyarakat.



Gambar 1.1: Penghitungan Ganti Kerugian Akibat Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup

BAB II USAHA DAN/ATAU KEGIATAN SERTA DAMPAKNYA TERHADAP LINGKUNGAN HIDUP

Setiap usaha dan/atau kegiatan bertujuan untuk mendapatkan keuntungan. Keuntungan diperoleh dengan cara mengurangi biaya produksi dari penerimaan perusahaan. Biaya produksi tidak hanya berupa biaya langsung yang berkaitan dengan jenis dan jumlah produk perusahaan, tetapi juga termasuk biaya tidak langsung atau biaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup sebagai akibat adanya limbah dari perusahaan yang berlebihan sehingga berubah menjadi pencemaran lingkungan dan pada gilirannya menimbulkan kerusakan lingkungan.

Gambar 2.1 menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia (perusahaan dan/atau perorangan), pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup, dengan nilai ganti rugi akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup tersebut. Kegiatan manusia baik perusahaan ataupun perorangan dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) macam yaitu kegiatan ekonomi dan kegiatan non-ekonomi.

A. Kegiatan ekonomi

Kegiatan ekonomi umumnya mencakup kegiatan produksi dan distribusi barang dan jasa, dengan maksud untuk mencari keuntungan, sedangkan kegiatan konsumsi barang maupun jasa umumnya bertujuan untuk mendapatkan kepuasan. Selain itu kegiatan ekonomi juga menghasilkan limbah atau dampak terhadap lingkungan hidup. Apabila limbah atau dampak terhadap lingkungan diolah atau dikelola secara maksimal maka tidak akan menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup. Apabila limbah atau dampak terhadap lingkungan tidak diolah atau tidak dikelola secara maksimal atau tidak diolah atau dikelola, maka akan menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.

B. Kegiatan non-ekonomi

Kegiatan non-ekonomi pada umumnya memberikan pelayanan jasa dan tidak menginginkan adanya balas jasa atas pelayanan yang diberikan, seperti kegiatan keagamaan, budaya, maupun kegiatan sosial termasuk penanggulangan bencana alam dan penyelamatan korban bencana alam seperti menyediakan sandang, pangan, obat-obatan dan fasilitas lainnya.

Selain itu kegiatan non-ekonomi juga menghasilkan limbah atau dampak terhadap lingkungan hidup. Apabila limbah atau dampak terhadap lingkungan diolah atau dikelola secara maksimal maka tidak akan menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup. Apabila limbah atau dampak terhadap lingkungan tidak diolah atau tidak dikelola secara maksimal atau tidak diolah atau dikelola, maka akan menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.

C. Jenis Kerugian Akibat Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup

Selanjutnya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup akan menimbulkan berbagai jenis kerugian yang dapat digolongkan menjadi:

1. Kerugian karena tidak dilaksanakannya secara maksimal atau tidak dilaksanakannya kewajiban pengolahan air limbah dan/atau emisi dan/atau limbah bahan berbahaya dan beracun dan/atau gangguan. Pencemaran atau rusaknya lingkungan dapat terjadi karena tidak patuhnya perusahaan atau perorangan terhadap ketentuan peraturan perundang-undangan untuk mengolah limbah dan mencegah kerusakan lingkungan. Oleh karena itu mereka dituntut untuk merealisasikan kewajibannya dengan membangun IPAL, IPU dan instalasi lainnya dan mengoperasikan secara maksimal sesuai dengan ketentuan perundang-undangan. Apabila penanggung jawab kegiatan usaha dan/atau kegiatan tidak melaksanakan kewajiban tersebut akan menimbulkan kerugian untuk mengganti biaya pembangunan dan pengoperasian instalasi tersebut.
2. Kerugian untuk mengganti biaya verifikasi pengaduan, inventarisasi sengketa lingkungan dan biaya pengawasan pembayaran ganti kerugian dan pelaksanaan tindakan tertentu.
Dalam banyak hal, sering terjadi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang mengakibatkan kerugian lingkungan maupun masyarakat sebagai akibat kecelakaan, kelalaian, maupun kesengajaan. Kepastian terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup tersebut memerlukan peran aktif dari pemerintah untuk melakukan verifikasi pengaduan, inventarisasi sengketa lingkungan hidup dan pengawasan pembayaran ganti kerugian dan atau pelaksanaan tindakan tertentu. Untuk itu, pemerintah mengeluarkan biaya yang harus diganti oleh pelaku usaha dan/atau kegiatan yang menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan.
3. Kerugian untuk mengganti biaya penanggulangan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta pemulihan Lingkungan.
 - a. Penanggulangan
Pada saat terjadi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan, suatu tindakan seketika perlu diambil untuk menanggulangi pencemaran dan/atau kerusakan yang terjadi agar pencemaran dan/atau kerusakan itu dapat dihentikan dan tidak menjadi semakin parah. Tindakan ini dapat dilakukan oleh pelaku usaha dan/atau kegiatan, dan/atau oleh pemerintah. Namun, hanya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan tertentu yang diakibatkan karena kecelakaan dan memerlukan penanganan dengan segera misalnya: tumpahan minyak dari kapal dan kebakaran hutan. Apabila pemerintah yang melakukan tindakan penanggulangan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup dan telah mengeluarkan biaya untuk tindakan tersebut,

maka jumlah seluruh biaya tersebut dapat diganti oleh pelaku usaha/kegiatan.

b. Pemulihan

Lingkungan yang tercemar dan/atau rusak harus dipulihkan sedapat mungkin kembali seperti keadaan semula, sebelum terjadi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup. Tindakan pemulihan lingkungan ini berlaku bagi lingkungan publik yang menjadi hak dan wewenang pemerintah serta lingkungan masyarakat yang mencakup hak dan wewenang perorangan maupun kelompok orang.

Namun tidak semua lingkungan yang tercemar dapat dikembalikan pada kondisi seperti sebelum terjadi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan, namun pihak perusahaan ataupun perorangan yang menimbulkan terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan wajib melakukan pemulihan kondisi lingkungan. Dengan pemulihan kondisi lingkungan diharapkan fungsi-fungsi lingkungan yang ada sebelum terjadi kerusakan dapat kembali seperti semula. Namun perlu disadari bahwa terdapat berbagai macam ekosistem, dan setiap ekosistem memiliki berbagai manfaat dan fungsi yang berbeda-beda, sehingga usaha pemulihanpun menuntut teknologi yang berbeda-beda pula dan ini menuntut adanya biaya pemulihan lingkungan.

Apabila pihak perusahaan dan/atau perorangan yang menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan merasa tidak mampu melaksanakan kewajiban pemulihan lingkungan, maka ia wajib untuk membayar biaya pemulihan lingkungan kepada pemerintah dengan ketentuan bahwa pemerintah atau pemerintah daerah yang akan melaksanakan tugas pemulihan kondisi lingkungan menjadi seperti keadaan semula sebelum terjadi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan.

4. Kerugian ekosistem

Pada saat lingkungan hidup menjadi tercemar dan/atau rusak, maka akan muncul berbagai dampak lingkungan hidup yang merupakan akibat dari tercemarnya ekosistem dan/atau kerusakan ekosistem. Tercemarnya dan/atau rusaknya lingkungan hidup ini meliputi lingkungan publik (pemerintah). Semua dampak pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan tersebut harus dihitung nilai ekonominya, sehingga diperoleh nilai kerugian lingkungan secara lengkap. Sebagai contoh jika terjadi kebocoran minyak dari kapal tanker, maka ekosistem laut menjadi tercemar. Dampak selanjutnya dapat terjadi kerusakan terumbu karang, kerusakan hutan mangrove atau kerusakan padang lamun, sehingga produktivitas ikan oleh semua jenis ekosistem tersebut berkurang.

Hutan mangrove yang berfungsi sebagai pelindung pantai dari gempuran ombak juga berkurang, kapasitas hutan sebagai tempat pemijahan dan pengusaha ikan menurun, serapan karbon oleh hutan mangrove juga berkurang. Demikian pula apabila hutan

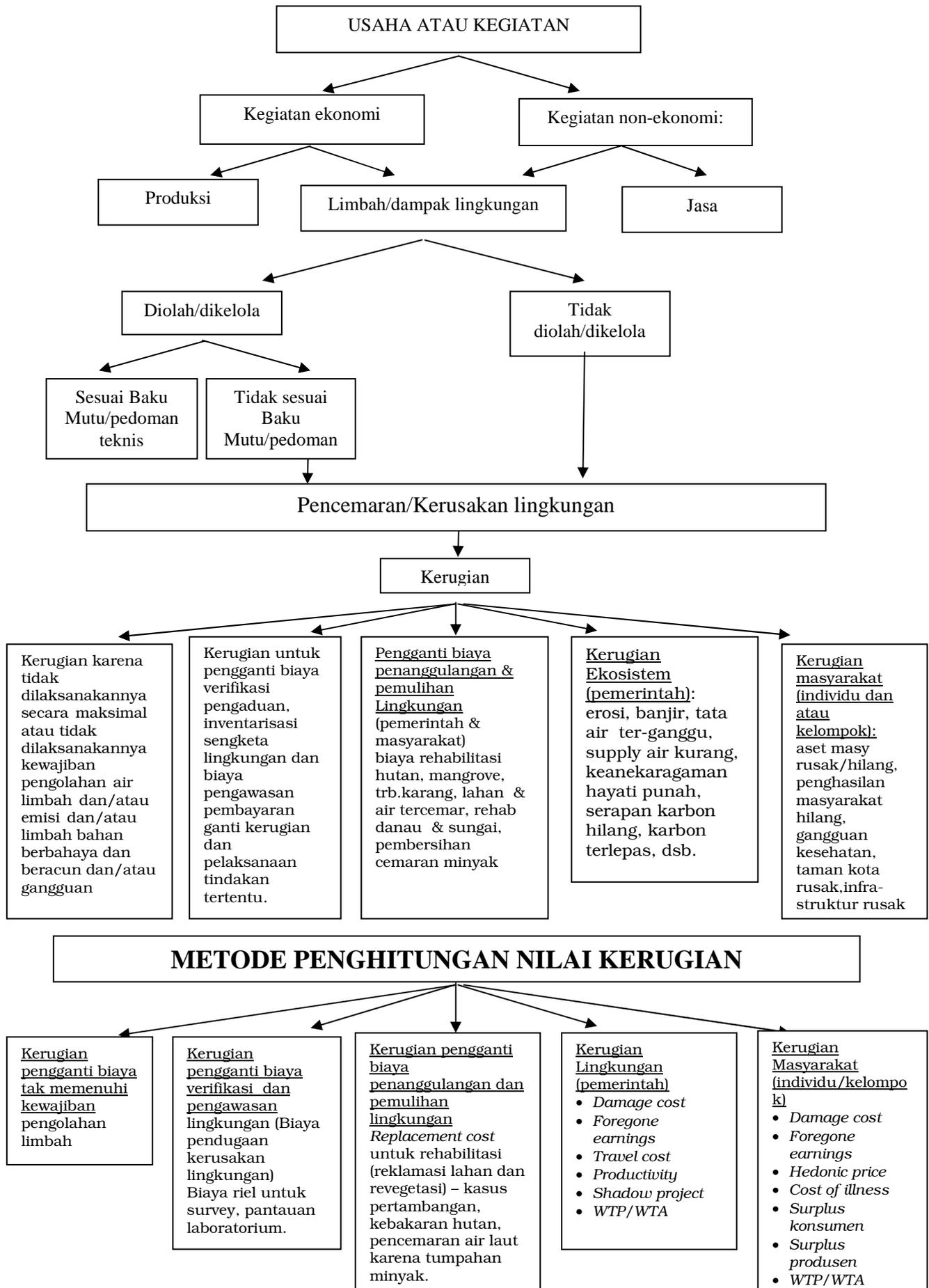
alam rusak atau ditebang akan timbul berbagai dampak lingkungan dalam bentuk hilangnya kapasitas hutan dalam menampung air dan memberikan tata air, hilangnya kemampuan menahan erosi dan banjir, hilangnya kapasitas hutan dalam mencegah sedimentasi, hilangnya kapasitas hutan dalam menyerap karbon, hilangnya habitat untuk keanekaragaman hayati, dan bahkan hutan yang ditebang bila sampai terbakar dapat menambah emisi gas rumah kaca (CO₂). Terkait dengan kerugian lingkungan masyarakat secara perorangan atau kelompok dapat menuntut pemulihan lingkungan, contohnya adalah tercemarnya lingkungan tambak di mana masyarakat perorangan beraktivitas membudidayakan pertambakan bandeng. Dengan adanya pencemaran tidak hanya berdampak terhadap usaha budi daya bandeng yang terganggu, tetapi ekosistem atau lingkungan tambak termasuk kualitas tanah dan kualitas perairan tercemar.

Kerusakan-kerusakan yang disebutkan di atas harus dihitung nilainya sesuai dengan besarnya kerusakan serta berapa lama semua kerusakan itu berlangsung. Kemudian nilai kerusakan ini ditambahkan pada biaya kewajiban dan biaya verifikasi pendugaan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan, biaya penanggulangan dan/atau pemulihan lingkungan dan ditambah lagi dengan nilai kerugian masyarakat yang timbul karena rusaknya sebuah ekosistem.

5. Kerugian masyarakat

Yang dimaksud dengan masyarakat dalam butir ini adalah masyarakat sebagai individu atau perorangan dan masyarakat sebagai kelompok orang-orang. Pencemaran dan kerusakan lingkungan seperti diuraikan di atas akan menimbulkan dampak yang berupa kerugian masyarakat akibat rusaknya aset seperti peralatan tangkap ikan, rusaknya perkebunan dan pertanian, rusaknya tambak ikan, serta hilangnya penghasilan masyarakat, dan sebagainya. Akibat kerusakan peralatan tangkap ikan dan tambak ikan berarti bahwa sebagian atau seluruh sumber penghasilan masyarakat di bidang perikanan akan terganggu sebagian atau seluruhnya. Demikian pula bila ada pertanian atau perkebunan atau peternakan yang rusak sehingga benar-benar merugikan petani dan peternak, maka semua kerugian tersebut harus dihitung dan layak untuk diminta ganti ruginya.

Gambar 2.1 Kerangka pikir keterkaitan antara kegiatan ekonomi dan non-ekonomi, dampak lingkungan dan ganti rugi lingkungan



BAB III METODE PENGHITUNGAN GANTI KERUGIAN

- A. Kerugian karena tidak dilaksanakannya secara maksimal atau tidak dilaksanakannya kewajiban pengolahan air limbah dan/atau emisi dan/atau limbah bahan berbahaya dan beracun dan/atau gangguan.

Dengan masih banyaknya industri yang membuang air limbah langsung ke sungai, dan di sisi lain terdapat peningkatan pemahaman ilmu pengetahuan dan teknologi terhadap isu-isu lingkungan dan ancaman limbah maka melalui Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009, tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pasal 20 ayat (2), diberlakukan baku mutu air limbah.

Dari sisi lingkungan, penetapan baku mutu air limbah dan baku mutu emisi merupakan bagian dari upaya pencegahan dampak pencemaran terhadap lingkungan hidup yang dalam pelaksanaannya memerlukan evaluasi sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Dari sisi ekonomi, kewajiban mengolah berbagai jenis limbah bagi setiap usaha dan/atau kegiatan akan mendorong terciptanya persaingan usaha yang sehat, sehingga usaha dan/atau kegiatan yang tidak melakukan pengolahan limbah dengan baik, dikenakan biaya kerugian lingkungan sesuai dengan kesalahannya.

1. Metode Penghitungan

Dalam menghitung kerugian karena tidak dilaksanakannya secara maksimal atau tidak dilaksanakannya kewajiban pengolahan air limbah dan/atau emisi dan/atau limbah bahan berbahaya dan beracun dan/atau gangguan, menggunakan metode:

- a. Metode Penghitungan Berdasar Akumulasi Nilai Unit Pencemaran
Dengan memperhatikan keanekaragaman industri dengan jenis dan jumlah parameter limbah yang berbeda-beda, pendekatan penghitungan kerugian lingkungan didasarkan pada akumulasi nilai unit pencemaran setiap parameter. Nilai unit pencemaran setiap parameter limbah dan basis biaya per unit pencemaran ditetapkan berdasarkan besaran dampak pencemaran pada lingkungan dan kesehatan.

Parameter-parameter emisi udara/gas dan air limbah/limbah cair yang umum digunakan untuk penghitungan biaya pencemaran beserta bobot nilai per unit pencemaran setiap parameter adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Nilai Unit Pencemaran untuk Berbagai Parameter Emisi Udara/Gas

| Parameter | Nilai 1 Unit Pencemaran *) |
|---|----------------------------|
| NON-LOGAM : | |
| Ammonia (NH ₃) | 350 g |
| Chlorin (Cl ₂) | 7 Kg |
| Hidrogen Chlorida (HCl) | 4 Kg |
| Hidrogen Fluorida (HF) | 7 Kg |
| Carbon Monooksida (CO) | 400 Kg |
| Nitrogen Oksida (NO _x) | 200 Kg |
| Sulfur Oksida (SO _x) | 200 Kg |
| Batubara (<i>Coal</i>) | 250 Kg |
| Minyak (<i>Oil</i>) | 150 Kg |
| Semen (<i>Cement</i>) | 100 Kg |
| Particulate Matter (Other Sources) | 250 Kg |
| Total Sulfur Tereduksi (H ₂ S) | 25 Kg |
| LOGAM : | |
| Arsenic (As) | 4 g |
| Antimony (Sb) | 10 g |
| Cadmium (Cd) | 10 g |
| Lead (Pb) | 10 g |
| Mercury (Hg) | 4 g |
| Zinc (Zn) | 40 g |

*) Nilai 1 Unit Pencemaran setiap parameter ditetapkan para ahli berdasarkan pertimbangan tingkat bahaya dan level toksisitasnya serta kemampuan alam untuk mendegradasi, bila dilepas/terlepas ke lingkungan. Makin kecil berarti makin bahaya dan/atau makin sulit didegradasi oleh alam.

Tabel 3.2 Nilai Unit Pencemaran untuk berbagai Parameter Air Limbah/Limbah Cair

| Parameter | Nilai 1 Unit Pencemaran *) |
|--|----------------------------|
| COD | 50 Kg |
| TSS | 50 Kg |
| Oil & Grease | 3 Kg |
| Merkuri (<i>Mercury</i>) | 20 g |
| Chromium | 500 g |
| Nikel (<i>Nickle</i>) | 500 g |
| Timbal (<i>Lead</i>) | 500 g |
| Copper | 1000 g |
| Cadmium | 100 g |
| Pestisida dan Herbisida (<i>Pesticides and Herbicides</i>) | 100 g |

*) Nilai 1 Unit Pencemaran setiap parameter ditetapkan para ahli berdasarkan pertimbangan tingkat bahaya dan level toksisitasnya serta kemampuan alam untuk mendegradasi, bila dilepas/terlepas ke lingkungan. Makin kecil berarti makin bahaya dan/atau makin sulit didegradasi oleh alam.

Tabel 3.3 Basis Biaya Per Unit Pencemaran

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Basis Tarif Per Unit Pencemaran (UP) | Rp. 24.750 |
|--------------------------------------|------------|

Dalam metode ini, beban lingkungan dan/atau tingkat bahaya berbagai jenis limbah dari berbagai industri dapat dibandingkan dan dipahami. Nilai total unit pencemaran setiap parameter dalam

limbah dapat dijumlahkan dalam satuan yang sama, yakni UP (Unit Pencemaran).

Kelemahan metode ini adalah mengasumsikan nilai unit pencemaran parameter tertentu (misal: COD = 50 Kg) yang sama untuk setiap jenis air limbah.

b. Metode Penghitungan Berdasarkan Biaya Operasional

Metode penghitungan ganti kerugian ini menggunakan biaya operasional per m³ limbah yang diolah dengan baik dan memenuhi kriteria baku mutu pada suatu industri sebagai pembanding bagi industri lain yang sejenis.

Dalam hal tidak sekapasitas, gunakan tabel komparasi biaya operasional per m³ limbah berbagai jenis industri (kapasitas kecil, sedang, besar) yang terbukti terolah baik dan memenuhi kriteria baku mutu dapat disusun, bila data dan informasi kinerja lingkungan berbagai jenis industri (usaha atau kegiatan) tersedia, misalnya: melalui data peringkat Proper. Selanjutnya, dengan menggunakan pendekatan teknik intra dan ekstrapolasi sederhana, biaya operasional pengolah limbah industri sama/sejenis pada kapasitas tertentu bisa diprediksi. Masalahnya, data dan informasi cukup lengkap tentang biaya operasional per m³ limbah industri tertentu yang terolah baik tidak selalu tersedia. Kelemahan utama lainnya adalah tidak bebasnya memilih teknologi lain yang mungkin nilai investasi dan biaya operasional jauh lebih murah, karena harus mengikuti data teknologi industri lain yang meskipun handal (terbukti effluentnya memenuhi kriteria baku mutu) tapi bisa jadi biaya operasional masih tergolong mahal atau tidak efisien.

c. Metode Penghitungan Prinsip Biaya Penuh

Penghitungan menggunakan metode prinsip biaya penuh (meliputi biaya tenaga kerja, energi, bahan kimia, pemeliharaan dan depresiasi/amortisasi nilai investasi) terhadap fasilitas pengolahan limbah (IPPU, IPAL atau IPLP) *eksisting* (dalam hal fasilitas pengolah limbah sudah dimiliki namun kapasitasnya kekecilan dan/atau salah pengoperasian dan/atau sengaja tidak dioperasikan/*by-pass*) atau dipilih teknologi pengolah limbah baru sesuai dengan kebutuhan proses (dalam hal fasilitas pengolahan limbah belum dimiliki atau sudah dimiliki) agar memenuhi kriteria baku mutu limbah.

Karena nilai investasi dan biaya operasional suatu fasilitas pengolahan limbah akan bergantung pada: jenis dan kualitas limbah (emisi udara/gas, air limbah/limbah cair atau limbah padat/sludge/abu) yang akan diolah, kapasitas produksi dan jarak lokasi pabrik, teknologi IPPU, IPAL atau IPLP yang dipilih, maka biaya operasional per m³ limbah akan menjadi sangat variatif. Bahkan teknologi IPPU, IPAL atau IPLP yang hendak dipilih pun ternyata sangat beraneka macam dan terus berkembang, tergantung kebutuhan proses dan dana. Penghitungan kerugian lingkungan

akibat tidak memenuhi kewajiban pengolahan limbah menggunakan prinsip biaya penuh, secara unik (kasus per kasus) untuk masing-masing industri sesuai kebutuhan proses, meskipun lebih sulit dan repot, akan lebih baik dan *fair* hasilnya. Karena penghitungan kerugian lingkungan menggunakan pendekatan teknologi termurah (biaya investasi dan/atau biaya operasionalnya) dan tetap handal (*reliable*) dalam pemenuhan baku mutu lingkungan sebagai syarat utama adalah realistis.

2. Dasar Penghitungan

- a. Menggunakan data utama dari hasil survey lapangan dan analisis laboratorium terhadap (emisi/*effluent*) berbagai jenis limbah yang diolah atau tidak diolah dan dokumen Amdal/UKL-UPL, dan hasil pemantauan RKL-RPL, studi-studi independen dan data sekunder/literatur.
- b. Penghitungan nilai investasi dan biaya operasional menggunakan pilihan teknologi yang ramah lingkungan.
- c. Total nilai kerugian lingkungan berpotensi lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan oleh pihak pencemar untuk kegiatan pengolahan limbah. Total nilai kerugian lingkungan merupakan penjumlahan biaya pengolahan limbah, kerugian masyarakat, kerugian lingkungan, biaya penanggulangan dan pemulihan, serta biaya verifikasi dan pengawasan.
- d. Penghitungan biaya kewajiban akibat pengolahan limbah mempertimbangkan lamanya kegiatan pencemaran dan pemulihan.

B. Kerugian untuk pengganti biaya verifikasi pengaduan, inventarisasi sengketa lingkungan dan biaya pengawasan pembayaran ganti kerugian dan pelaksanaan tindakan tertentu;

Biaya verifikasi pengaduan, inventarisasi sengketa lingkungan dan biaya pengawasan pembayaran ganti kerugian dan pelaksanaan tindakan tertentu meliputi:

Biaya Verifikasi dan Pengawasan

Dalam menetapkan biaya verifikasi diperlukan 3 (tiga) tahap yaitu: tahap perencanaan, tahap pelaksanaan, evaluasi data dan laporan periodik. Sedangkan untuk menetapkan biaya pengawasan diperlukan 3 (tiga) tahap yaitu perencanaan pengawasan, pelaksanaan pengawasan dan pemantauan hasil pelaksanaan pengawasan.

1. Biaya Verifikasi

a. Tahap Perencanaan meliputi:

- 1) Kelengkapan administrasi dalam tahap perencanaan mencakup menetapkan tujuan, sasaran dan rencana/jadual pengawasan, menyiapkan surat tugas, tanda pengenal dokumen perjalanan dan formulir berita acara.
- 2) Mempelajari peraturan/dokumen/referensi terkait (memeriksa riwayat ketaatan usaha dan/atau kegiatan, Amdal, RKL-RPL, perizinan, peraturan perundang-undangan yang terkait,

mempelajari peta situasi penanggung jawab usaha dengan status ketaatan kegiatan).

- b. Tahap Pelaksanaan meliputi: pertemuan antar tim lapangan, kegiatan perjalanan ke lokasi, kegiatan pengambilan sampel dan analisa laboratorium, kegiatan survei pada masyarakat, dan penyusunan berita acara verifikasi.
- c. Tahap Evaluasi data meliputi: validasi data (data lapangan, dokumen, laboratorium).
- d. Pembuatan Laporan kegiatan verifikasi meliputi: pertemuan dengan ahli, pemda, perusahaan, dan masyarakat.

Penghitungan biaya verifikasi berdasarkan pada pengeluaran riil untuk berbagai kegiatan di atas.

1. Biaya Pengawasan

Dalam menghitung biaya pengawasan diperlukan tahapan sebagai berikut:

- a. Tahap perencanaan pengawasan meliputi: penyiapan kelengkapan administrasi pengawasan, penggandaan berkas dokumen hasil verifikasi, melakukan koordinasi dengan para pihak terkait.
- b. Tahap pelaksanaan pengawasan meliputi: pertemuan antar tim lapangan, kegiatan perjalanan ke lokasi, kegiatan pengambilan sampel dan analisa laboratorium untuk pemulihan lingkungan, dan penyusunan berita acara pengawasan.
- c. Tahap pemantauan hasil pelaksanaan pengawasan meliputi: pertemuan dengan pemda dan perusahaan.

Penghitungan biaya pengawasan berdasarkan pada pengeluaran riil untuk berbagai kegiatan di atas.

C. Kerugian untuk pengganti biaya penanggulangan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta pemulihan lingkungan hidup;

Biaya penanggulangan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta pemulihan lingkungan hidup, meliputi:

1. Biaya Penanggulangan Lingkungan

Biaya penanggulangan lingkungan akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan adalah biaya yang dikeluarkan untuk menghentikan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan yang sedang berjalan.

Besarnya biaya penanggulangan lingkungan yang harus diganti tergantung pada besarnya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan yang sedang terjadi dan berupa biaya riil yang dikeluarkan.

2. Biaya Pemulihan Lingkungan

Biaya pemulihan lingkungan akibat pencemaran lingkungan adalah biaya yang dikeluarkan untuk memulihkan kondisi lingkungan kembali seperti sebelum terjadinya pencemaran (rona awal). Biaya pemulihan lingkungan hidup akibat pencemaran lingkungan dihitung per jenis media meliputi:

- a. biaya *clean up*/pemulihan terhadap tanah meliputi:

- 1) Bioremediasi (*Bioremediation*);
 - 2) *Bioventing*;
 - 3) *Landfarming*;
 - 4) *Landspreading*;
 - 5) *Soil Vapor Extraction*;
 - 6) *Natural Attenuation dan Monitoring*.
- b. biaya *clean up*/pemulihan terhadap air tanah meliputi:
- 1) *Air Sparging*;
 - 2) Bioremediasi (*Bioremediation*);
 - 3) *Natural Attenuation dan Monitoring*;
 - 4) *Pumping dan Treatment*.

Biaya pemulihan akibat kerusakan lingkungan adalah biaya yang dikeluarkan untuk memulihkan lingkungan kembali seperti sebelum terjadinya kerusakan lingkungan.

Biaya pemulihan lingkungan hidup akibat kerusakan lingkungan meliputi:

- 1) biaya pengadaan bahan pengganti ekosistem yang rusak (biaya riil);
- 2) biaya revegetasi;
- 3) biaya pembangunan reservoir;
- 4) biaya pendaur ulang unsur hara;
- 5) biaya pengurai limbah;
- 6) biaya keanekaragaman hayati;
- 7) biaya sumberdaya genetik;
- 8) biaya pelepasan karbon;
- 9) biaya peresot karbon.

Metode penghitungannya adalah sebagai berikut:

1. Biaya pengadaan bahan pengganti ekosistem yang rusak

$$CBP = M \times LA \times BPE \times IH_t / IH_d$$

- CBP : Biaya pengganti ekosistem yang rusak (Rp)
M : Bahan pengganti ekosistem (m³/ha)
LA : Lahan yang hilang/tidak berfungsi karena dirusak (ha)
BPE : Biaya pengganti ekosistem yang rusak (tahun dasar)
IH_t : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
IH_d : Indeks harga tahun dasar

Catatan : BPE = Rp 200.000,-/m³ (2003)

2. Biaya revegetasi

Biaya revegetasi dihitung sampai lahan terdegradasi (lahan terbuka) pulih kembali menjadi hutan.

$$CR = LA \times C \times T \text{ tahun}$$

- CR = Biaya revegetasi (Rp)
LA = Luas lahan yang rusak (ha)
C = Indeks biaya revegetasi (ha)
T = Rentang waktu keberhasilan revegetasi

3. Biaya pembangunan dan pemeliharaan reservoir

Biaya yang dibutuhkan untuk membangun dan memelihara reservoir sebesar:

$$CFPA = CR + CPMR$$

CFPA = Biaya pembangunan dan pemeliharaan reservoir (Rp)

CR = Biaya pembangunan reservoir (Rp)

CPMR = Biaya pemeliharaan reservoir (Rp)

4. Biaya hilangnya unsur hara

$$CUH = \left(BUH \times \frac{IH_t}{IH_d} \right) \times LA$$

CUH = Biaya hilangnya unsur hara (Rp)

BUH = Biaya pembentukan unsur hara *tahun dasar* (Rp)

IH_t = Indeks harga tahun terjadinya kerusakan

IH_d = Indeks harga *tahun dasar*

5. Biaya Fungsi pengurai Limbah

$$CL = BPL \times \frac{IH_t}{IH_d} \times LA$$

CL = Biaya fungsi pengurai Limbah

BPL = Biaya pengurai limbah *tahun dasar*

IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan

IH_d = Indeks harga *tahun dasar*

6. Biaya pemulihan keanekaragaman hayati

$$CBD = CBD_d \times \frac{IH_t}{IH_d} \times LA$$

CBD = Biaya pemulihan keanekaragaman hayati

CBD_d = Biaya pemulihan keanekaragaman hayati *tahun dasar*

IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan

IH_d = Indeks harga *tahun dasar*

7. Biaya pemulihan genetik

$$Cgen = Cgen_d \times \frac{IH_t}{IH_d} \times LA$$

C_{gen} = Biaya pemulihan genetik
 C_{gen} = Biaya pemulihan genetika tahun dasar (Rp 410.000/ha)
 IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan
 IH_d = Indeks harga tahun dasar

8. Biaya pelepasan karbon (CCar)

$$C_{car} = C_{car_d} \times \frac{IH_t}{IH_d} \times LA$$

C_{car} = Biaya pelepasan karbon (Rp)
 C_{car_d} = Biaya pelepasan karbon tahun dasar (Rp/ha)
 IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan
 IH_d = Indeks harga tahun dasar

9. Biaya Perosot karbon (*carbon reduction*)

Dengan adanya perusakan terhadap vegetasi di permukaan tanah maka terjadi penurunan karbon yang tersedia (*carbon lost*), untuk itu perlu dipulihkan.

$$R_{car} = R_{car_d} \times T_{car} \times LA$$

R_{car} = Biaya perosotan karbon
 R_{car_d} = Biaya perosot karbon tahun dasar
 T_{car} = Total carbon yang hilang
 LA = Luas areal yang rusak

Dengan demikian formula penghitungan ganti kerugian pemulihan lingkungan adalah:

$$CPE = \{CBP + CR + CFPA + CUH + CL + CBD + C_{gen} + C_{car} + R_{car}\}$$

D. Kerugian Ekosistem

Pemilihan teknik yang digunakan dalam penghitungan nilai ekonomi kerugian lingkungan akibat kerusakan lingkungan didasarkan atas beberapa pertimbangan:

1. Teknik yang digunakan absah (*valid*) dan dapat dipercaya (*reliable*).
2. Teknik penilaian dapat diterima oleh institusi dan mutakhir.
3. Teknik yang digunakan dapat dikuasai oleh pengguna.
4. Teknik yang digunakan sederhana dan tidak membutuhkan biaya besar.

Teknik atau metode penilaian eksternalitas merupakan fungsi kerusakan lingkungan terhadap dampak ekonomi yang menyatakan pertambahan dampak ekonomi setiap unit kerusakan lingkungan disebut sebagai kerugian marjinal. Komponen yang dihitung meliputi:

1. biaya memulihkan fungsi tata air;
2. biaya pembuatan reservoir;
3. biaya pengaturan tata air;
4. biaya pengendalian erosi dan limpasan;
5. biaya pembentukan tanah;
6. biaya pendaur ulang unsur hara;
7. biaya pengurai limbah;
8. biaya keanekaragaman hayati;
9. biaya sumberdaya genetik;
10. biaya pelepasan karbon;
11. biaya erosi;
12. biaya pemulihan biodiversity.

Penghitungannya adalah sebagai berikut:

1. Biaya Memulihkan Fungsi Tata Air

$$CHTA = KA \times BHTA \times T \times LA \times IH_1 / IH_d$$

- CHTA : Biaya memulihkan fungsi tata air (Rp/m³)
 KA : Kadar air m³/401m³ per ha
 BHTA : Biaya memulihkan tata air tahun dasar (Rp/ha)
 T : Tahun
 LA : Lahan yang hilang/tidak berfungsi karena dirusak (ha)
 IH₁ : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
 IH_d : Indeks harga tahun dasar

2. Biaya pembuatan reservoir

$$CR = VA \times LA \times MR$$

- CR = Biaya pembuatan reservoir (Rp)
 VA = Volume air per Ha (m³/Ha)
 LA = Lahan yang rusak/hilang sehingga tidak berfungsi ekonomi hilang (Ha)
 MR = Biaya pemulihan reservoir (Rp/m³)

3. Biaya fungsi tata air

$$CTA = BTA \times \frac{IH_t}{IH_d} \times LA$$

- CTA = Biaya pengaturan tata air (Rp)
 BTA = Biaya tata air (Rp/ha)
 IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan
 IH_d = Indeks harga tahun dasar
 LA = Luas lahan yang rusak

4. Biaya pemeliharaan reservoir

Biaya pemeliharaan sampai lahan terdegradasi (lahan terbuka) pulih menjadi hutan alam.

$$CPMR = T \times LA \times BPMR$$

CPMR = Biaya pemeliharaan reservoir (Rp)

T = Tahun

LA = Luas lahan yang rusak (ha)

BPMR = Biaya reservoir tahun dasar (Rp/ha/tahun)

5. Biaya pembentukan tanah

$$CPT = \left(BPT \times \frac{IH_t}{IH_d} \right) \times LA$$

CPT = Biaya pembentukan tanah (Rp)

BPT = Biaya pembentukan tanah (Rp /ha)

IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan

IH_d = Indeks harga tahun dasar

6. Biaya hilangnya unsur hara

$$CUH = \left(BUH \times \frac{IH_t}{IH_d} \right) \times LA$$

CUH = Biaya hilangnya unsur hara

BUH = Biaya pembentukan unsur hara (Rp. 4.610.000)

IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan

IH_d = Indeks harga tahun dasar

7. Biaya Fungsi pengurai Limbah (CL)

$$CL = BPL \times \frac{IH_t}{IH_d} \times LA$$

CL = Biaya Fungsi pengurai Limbah

BPL = Biaya pengurai limbah (Rp 435.000/ha)

IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan

IH = Indeks harga tahun dasar

8. Biaya pembangunan dan pemeliharaan reservoir

Biaya yang dibutuhkan untuk membangun dan memelihara reservoir sebesar :

$$CFPA = CR + CPMR$$

CFPA = Biaya pembangunan dan pemeliharaan reservoir

CR = Biaya pembuatan reservoir (Rp)

CPMR = Biaya pemeliharaan reservoir (Rp)

9. Biaya pemulihan genetik (Cgen)

$$C_{Gen} = B_{gen} \times \frac{IH_t}{IH_d} \times LA$$

Cgen = Biaya pemulihan genetik

Bgen = Biaya pemulihan genetika *tahun dasar* (Rp 410.000/ha)

IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan

IH_d = Indeks harga tahun dasar

10. Biaya pelepasan karbon (CCar)

$$C_{Car} = B_{Car} \times \frac{IH_t}{IH_d} \times LA$$

CCar = Biaya pelepasan karbon

BCar = Biaya pelepasan karbon *tahun dasar* (Rp 90000/ha)

IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan

IH_d = Indeks harga tahun dasar

11. Biaya erosi

$$C_{Er} = \left(B_{Er} \times \frac{IH_t}{IH_d} \right) \times LA$$

Cer = Biaya erosi

BEr = Biaya pengendalian erosi *tahun dasar* (Rp.1.225.000/ha)

LA = Luas lahan yang rusak/hilang (Ha)

IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan

IH_d = Indeks harga tahun dasar

12. Biaya pemulihan biodiversity (CBD)

$$CBD = BBD \times \frac{IH_t}{IH_d} \times LA$$

CBD = Biaya pemulihan biodiversity

BBD = Biaya pemulihan keanekaragaman hayati *tahun dasar* (Rp 2.700.000/ha)

IH_t = Indeks harga pada tahun terjadinya kerusakan

IH_d = Indeks harga tahun dasar

Dengan demikian formula penghitungan ganti rugi akibat nilai kerusakan lingkungan adalah:

$$CKH = \{CFPA + CR + CPMR + CFPA + CTA + CEr + CPT + CUH + CPL + CBD + C_{gen} + C_{car}\}$$

E. Biaya Kerugian Masyarakat

Penghitungan terhadap kerugian yang diderita oleh masyarakat akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan memang menyangkut dimensi yang sangat luas. Meski demikian dalam konteks penghitungan ganti rugi akibat kerusakan lingkungan, penghitungan ini lebih didasarkan pada komponen yang disebut sebagai “*compensable damage*” atau kerusakan yang dapat dikompensasi. Beberapa komponen ini dapat dihitung langsung melalui mekanisme pasar, sebagian harus dihitung melalui pengukuran tidak langsung yang dihitung melalui pendekatan (*revealed preference*) atau preferensi yang mengemuka yang dilakukan melalui penghitungan kesanggupan menerima kompensasi (*willingness to accept*) dan kesanggupan membayar (*willingness to pay*).

1. Pengukuran Kerugian Primer dari Aset Masyarakat

a. *Hedonic Price*

Pengukuran langsung atau pengukuran primer dapat dilakukan untuk mengganti kerugian *property* seperti kerusakan rumah, tanaman dan hak milik lainnya. Prinsip ini didasarkan pada perubahan nilai *property* sebelum dan sesudah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan. Nilai *property* yang mengalami atau berada di daerah yang terkena pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan akan memiliki nilai yang lebih rendah dibanding dengan *property* yang berada tidak dalam lokasi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan.

Pengukuran harus dilakukan pada *property* yang memiliki karakteristik sejenis dengan nilai awal pasar yang *relative homogeny*. Penghitungan nilai dapat juga dilakukan melalui perubahan nilai apresiasi nilai *property control* dengan nilai *property* yang terkena dampak. Atau

$$PVI = APB - APA$$

PVI = *Property value impact*

APB = Apresiasi *property* sebelum terkena dampak

APA = Apresiasi *property* setelah terkena dampak.

b. Pendekatan Pendapatan Faktor (*Factor Income Approach*)

Pengukuran kerugian melalui pendekatan pendapatan faktor digunakan untuk menghitung aset masyarakat yang digunakan sebagai faktor produksi seperti perikanan, pertanian, peternakan dan perkebunan. Pendekatan ini didasarkan pada konsep fungsi produksi yakni sumber daya alam dan lingkungan digunakan sebagai input untuk menghasilkan produk yang dijual ke pasar. Perubahan biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan input tersebut merupakan pendekatan (*proxy*) untuk menghitung ganti kerugian. Misalnya saja petani ikan yang menggunakan sumber pakan dari rantai makanan perairan yang lebih rendah seperti fitoplankton, ikan-ikan juvenile dan sebagainya, biaya untuk menghasilkan ikan yang bisa dijual ke pasar akan lebih mahal ketika sumber ikan-ikan yang kecil ini sulit ditemukan. Penghitungan dengan pendekatan faktor ini dapat didekati melalui dua cara yakni:

$$\text{PBI} = \text{Bib} - \text{Bis} = (\text{Rp } X / \text{Kg}) \text{ sebelum} - (\text{Rp } x / \text{Kg}) \text{ sesudah}$$

PBI adalah perubahan biaya input

Bib = biaya input sebelum terjadi kerusakan

Bis = Biaya input sesudah terjadi kerusakan

Penghitungan lain adalah melalui perubahan rente ekonomi atau surplus

$$\text{Rent} = ((\text{Pb} \times \text{Qb}) - \text{Biaya rata-rata /output}) \text{ sebelum} - ((\text{Ps} \times \text{Qs}) - \text{Biaya rata-rata /output}) \text{ sesudah.}$$

Pb adalah harga produk sebelum terjadi kerusakan:

Qb = produksi sebelum terjadi

Ps = harga output sesudah pencemaran

Qs = harga sesudah terjadi pencemaran/kerusakan.

Dimisalkan bahwa sebelum terjadi pencemaran petani ikan membutuhkan biaya pakan sebesar Rp 10.000 per kg. Setelah terjadi pencemaran biaya input meningkat menjadi Rp 20.000 per kg. Jika produksi per tahun sebesar 1.500 kg maka perubahan biaya input = PBI = $(10.000 \times 1.500) - (20.000) \times 1.500 = \text{Rp } 15 \text{ juta}$ per tahun per petani.

2. Pendekatan Surplus Ekonomi

Pendekatan lainnya yang dapat digunakan untuk menghitung kerugian terhadap masyarakat adalah melalui pendekatan kesejahteraan yang diukur dari perubahan surplus yang diterima oleh konsumen dan surplus ekonomi yang diterima oleh produsen. Kedua pendekatan tersebut diterangkan sebagai berikut:

a. Surplus Konsumen

Surplus konsumen adalah kelebihan kesediaan untuk membayar di atas jumlah yang dibayarkan. Untuk memudahkan

pemahaman tentang surplus konsumen perhatikan Tabel 3.4. Pada harga tertinggi Rp 9/unit X, konsumen membeli produk X sebanyak 1 unit dan membayar sebanyak Rp 9, sedangkan kesediaannya membayar juga Rp 9/unit. Dengan demikian tidak ada surplus konsumen atau surplus konsumen sebesar nol. Kemudian bila harga turun menjadi Rp 8/unit dan ia membeli 2 unit barang X, maka ia akan membayar dengan sebanyak Rp 16, walaupun sebenarnya ia bersedia membayar sebesar Rp 9 untuk unit yang pertama dan Rp 8 untuk unit kedua, sehingga total kesediaannya membayar sebesar Rp 9 + Rp 8 = Rp 17.

Dalam hal ini dikatakan konsumen mendapat surplus konsumen sebesar Rp 1. Selanjutnya bila harga turun lagi menjadi Rp 7/unit, maka dengan membeli 3 unit X ia akan membayar sebesar Rp 21, sedangkan kesediaannya membayar untuk 3 unit X adalah Rp 9 untuk unit X yang pertama, Rp 8 untuk unit X yang kedua, dan Rp 7 untuk unit X yang ketiga, dan menghasilkan total kesediaan membayar sebanyak Rp 24.

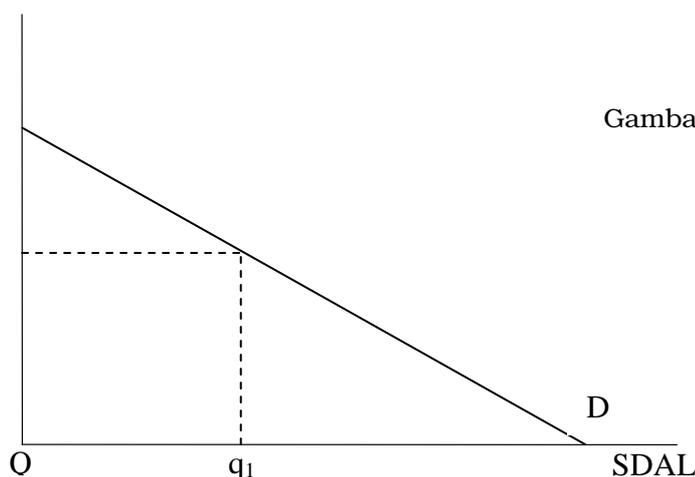
Dengan demikian konsumen mendapatkan surplus konsumen sebesar Rp 3. Untuk pembelian pada harga yang lebih rendah selanjutnya, maka akan diperoleh nilai surplus konsumen yang semakin besar, seperti bila pada harga Rp 5/unit dan ia membeli sebanyak 5 unit X, maka akan didapatkan surplus konsumen sebesar Rp 10.

Tabel 3.4: Harga Barang dan Surplus Konsumen

| Harga barang | Jumlah barang yang dibeli | Kesediaan membayar | Jumlah pembayaran | Surplus konsumen |
|--------------|---------------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| (Rp) | (X) | (Rp) | (Rp) | |
| 9 | 1 | 9 | 9 | 0 |
| 8 | 2 | 17 | 16 | 1 |
| 7 | 3 | 24 | 21 | 3 |
| 6 | 4 | 30 | 24 | 6 |
| 5 | 5 | 35 | 25 | 10 |

Harga produk menggunakan Harga Patokan Setempat (HPS) yang ditetapkan oleh Bupati/Walikota setempat.

Konsep surplus konsumen itu dapat digambarkan sebagai luas seluruh segitiga AP_0B pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Surplus konsumen

b. Surplus Produsen

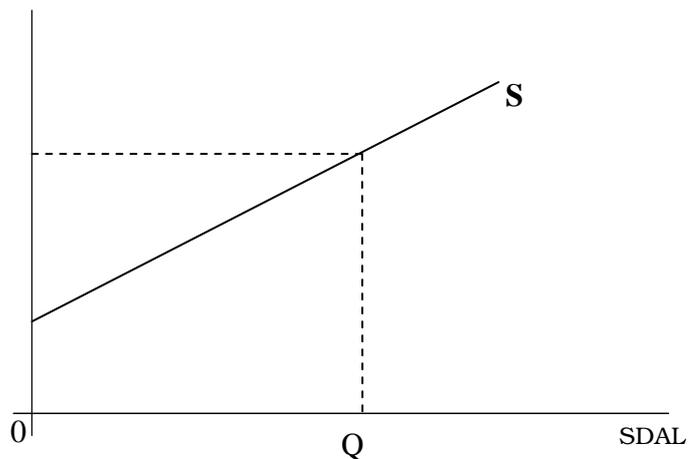
Surplus produsen adalah kelebihan pembayaran yang diterima produsen di atas kesediaan untuk menerima pembayaran. Untuk memahami konsep surplus konsumen ini dapat digunakan Tabel 3.5 yang menunjukkan hubungan antara harga barang X dengan surplus produsen.

Tabel 3.5 Harga Barang dan Surplus Produsen

| Harga barang (Rp) | Jumlah barang yang dijual (X) | Kesediaan menerima bayaran (Rp) | Jumlah yang diterima (Rp) | Surplus produsen |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------|
| 9 | 5 | 34 | 45 | 11 |
| 8 | 4 | 25 | 32 | 7 |
| 7 | 3 | 18 | 21 | 3 |
| 6 | 2 | 11 | 12 | 1 |
| 5 | 1 | 5 | 5 | 0 |

Harga produk menggunakan Harga Patokan Setempat (HPS) yang ditetapkan oleh Bupati/Walikota setempat.

Pada harga produk X setinggi Rp 5/unit kesediaan produsen menerima pembayaran setinggi Rp 5 dan pembayaran yang diterimanya juga sebesar Rp 5 sehingga nilai surplus produsen sebesar Rp 0. Kemudian pada harga yang lebih tinggi sebesar Rp 6/unit, kesediaan menerima pembayaran produsen adalah Rp 5 untuk unit 1 dan Rp 6 untuk unit ke 2, sehingga total kesediaannya menerima pembanyaran ada Rp 11, sedangkan pembayaran atas penjualan produk X yang diterimanya adalah Rp 12, dan tercipta surplus produsen setinggi Rp 1. Demikian seterusnya sampai harga Rp 9 misalnya, maka surplus produsen dapat diketahui menjadi Rp 11, yaitu selisih antara kesediaan menerima pembayaran dengan jumlah pembayaran yang sesungguhnya. Konsep surplus produsen ini dapat digambarkan sebagai luas segitiga EFG pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Surplus Produsen

3. Biaya Tambahan (*Added Cost*) atau Biaya Pencegahan (*Averted Costs*)

Penghitungan biaya tambahan atau (*added cost*) dan biaya pencegahan (*averted cost*) dihitung berdasarkan biaya yang dikeluarkan oleh pelaku ekonomi untuk menghindari biaya yang lebih besar akibat kerusakan dan/atau pencemaran lingkungan. Misalnya ketika terjadi tumpahan minyak di sekitar pantai, maka kapal-kapal nelayan tidak bisa melalui jalur yang lebih pendek yang biasa mereka lalui sehingga membutuhkan biaya tambahan. Selisih biaya yang dikeluarkan ini merupakan *added cost* yang menjadi bagian dari kompensasi. Secara sederhana *added cost* (Biaya Tambahan) ditulis menjadi:

BTM = Biaya tambahan per unit ketidak terjadi pencemaran - Biaya Per unit base lain.

Penggunaan metode biaya tambahan bisa juga digunakan ketika terjadi perubahan atas permintaan masyarakat terhadap jasa lingkungan akibat adanya pencemaran dan/kerusakan lingkungan. Misalnya ketika terjadi pencemaran sumber air tanah (*tap water*) memaksa masyarakat untuk membeli air mineral (air botol atau kemasan), biaya tambahan ini merupakan *averted cost* yang dibayar masyarakat yang perlu dikompensasi. Dalam hal formula dihitung berdasarkan $BTM_2 = \text{biaya pembelian barang per unit dalam kondisi base line (tanpa pencemaran)} - \text{biaya pembelian barang per unit setelah adanya pencemaran}$.

Pencemaran air memaksa konsumen berpindah dari *tap water* ke botol kemasan. Dimisalkan bahwa perubahan ini menyebabkan perubahan belanja sebesar Rp. 20. 000 per rumah tangga per bulan. Jika dimisalkan ada 2.000 rumah tangga dan air tercemar selama 24 bulan maka total kerugian yang diderita adalah sebesar Rp. 960 juta.

a. Hilangnya pendapatan (*Forgone incomes*)

Forgone income adalah kehilangan pendapatan dan alternative pendapatan yang diakibatkan oleh adanya perubahan aktifitas ekonomi akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan. Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk menghitung *forgone income* tersebut. Salah satu dari metode tersebut misalnya menghitung *Fee losses*. *Fee losses* adalah kehilangan penerimaan yang seharusnya diterima masyarakat atau pemerintah daerah akibat terhentinya aktifitas ekonomi yang disebabkan oleh perubahan dari lingkungan. Untuk menghitung *fee losses* ini diperlukan data antara lain menyangkut:

- 1) Jumlah fee yang diterima per unit barang atau jasa lingkungan sebelum terjadi pencemaran.
- 2) Jumlah unit yang terkena dampak (misalnya orang per hari).

Formula yang dapat digunakan untuk menghitung *fee losses* ini bisa ditulis sebagai berikut:

$$FL = FPU \times NU \times \text{Jumlah waktu terjadi pengurangan unit}$$

FL = fee loses
 FPU = fee per unit
 NU = jumlah unit yang berkurang

Formula ini sudah umum digunakan di beberapa negara untuk menghitung kerugian dari hilangnya *fee* yang diterima.

Forgone income juga bisa dihitung dari kehilangan upah yang diperoleh akibat terjadinya perubahan upah sebelum dan sesudah terjadi pencemaran. Dalam kasus ini *forgone income* identik dengan *loss of earning* atau kehilangan pendapatan yang seharusnya diperoleh jika tidak terjadi kerusakan lingkungan. *Loss of earning* pada prinsipnya menghitung pendapatan dalam periode tertentu berdasarkan akunting pembayaran (upah) yang diterima dikurangi dengan masa kerja yang hilang akibat kerusakan lingkungan. Dalam kasus ini penghitungan *loss of earning* harus didasarkan pada akibat langsung kerusakan lingkungan bukan karena:

- i. Masalah kesehatan sebelum terjadinya pencemaran;
- ii. Masalah kesehatan sebelumnya yang tidak berkaitan;
- iii. Kelalaian dalam bekerja.

Penghitungan *loss of earning* dilakukan melalui formula:

1. Standar upah (a)
 - a. Upah per minggu
 - b. Asuransi
2. *Net loss* (b)

Total pembayaran (a + b)
 - Pembayaran pengadilan
3. Jumlah yang dibayarkan.

Seorang pekerja yang biaya menerima upah dari pertanian, akibat kerusakan lingkungan maka upah akan berkurang dalam beberapa minggu.

Misalnya:

| | | | |
|---|---|---------------|------------|
| Standar upah (sebelum terjadi pencemaran) | = | Rp. 50.000 | per minggu |
| Tidak bekerja selama 24 jam | = | Rp. 1.200.000 | |
| Santunan | = | Rp. 200.000 | |
| Net loss | = | Rp. 1.000.000 | |
| Total payable | = | Rp. 1.000.000 | |
| Biaya pengadilan | = | Rp. 200.000 | |
| Total kompensasi | = | Rp. 800.000 | |

Dimisalkan bahwa suatu pencemaran minyak menyebabkan pantai ditutup untuk rekreasi. Dimisalkan bahwa tarif masuk (*entry fee*) diterapkan sebesar Rp 5.000 per sekali masuk. Dimisalkan bahwa

pantai ditutup selama 11 minggu dan menyebabkan kehilangan 11.000 tarif masuk (*entry fee*) dalam 11 minggu. Maka total kerugian selama penutupan adalah sebesar Rp 55 juta.

b. Transfer Manfaat (*Benefit Transfer*)

Metode lain yang dapat digunakan untuk menentukan ganti kerugian adalah melalui pendekatan *benefit transfer*. *Benefit transfer* menerapkan nilai atau data dan fungsi dari satu kerusakan di tempat lain menjadi dugaan nilai di lokasi yang akan dianalisis. *Benefit transfer* digunakan ketika data yang diperlukan untuk keperluan kasus yang ditangani tidak tersedia. Dalam menggunakan *benefit transfer*, tahapan yang diperlukan antara lain adalah:

- 1) identifikasi sumber daya atau jasa lingkungan yang akan dihitung;
- 2) idenfitikasi potensi ekosistem yang relevan;
- 3) evaluasi aplikasi yang mungkin bisa diterapkan;
- 4) aplikasi pendekatan *benefit transfer*.

Tabel 3.6 di bawah ini memberikan beberapa nilai yang dapat digunakan untuk menghitung ganti rugi dengan *benefit transfer*.

Tabel 3.6 Penghitungan Ganti Kerugian dengan *Benefit Transfer*

| Jenis kerusakan | Nilai | Sumber |
|---|--|---|
| Nilai keberadaan: a. Daratan (<i>Terrestrial</i>) b. Pesisir c. Lahan basah | a. US\$ 27 – US\$ 102 per rumah tangga per tahun b. US\$ 9 – US\$ 52 per rumah tangga per tahun c. US\$ 8 – US\$ 97 per rumah tangga per tahun | Nunes dan van den Bergh (2001) |
| Biaya pengganti perbaikan kualitas air: Dari tidak bisa diminum menjadi layak minum | US\$ 8.50 – US\$ 59 per rumah tangga per tahun | Luken, Johnston dan Kibler (1992) |
| Nilai air untuk : a. Irigasi b. Domestik c. <i>Waste disposal</i> | a. US\$ 86.59 per acre-foot b. US\$ 239.97 per acre-foot | Frederick van den Berg (1996) |
| Kebisingan jalan raya | 0.64 persen nilai properti | Schipper (1996), Bateman, Day, Lake dan Livett (2001) |
| Biaya kesehatan akibat pencemaran udara <i>Suspended particulate</i> a. PM10 b. Lead | US\$ 194 per mikro gram per m ³ per rumah tangga a. US\$ 26.5 – US\$ 74 per orang per tahun per mikrogram per m ³ b. US\$ 5.6 – US\$ 17.5 per orang per tahun per 0.01 mikrogram per mm ³ | Smith dan Huang (1995) |

| | | |
|--------|--|--|
| c. SO2 | c. US\$ 1.38 – US\$ 24.8 per orang per tahun per d. mikrogram per m3 | |
|--------|--|--|

Dimisalkan bahwa terjadi kontaminasi air bawah tanah oleh jenis pencemar tertentu yang cukup beracun di suatu daerah A di Indonesia. Untuk menghitung koefisien pencemaran jenis yang sama dengan menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$Value = 3.0685 + (0.0665 * income) + (0.7878 * northwest)$$

Value = pemanfaat nilai langsung dan tidak langsung dari air bawah tanah

Income = pendapatan rata-rata per rumah tangga

Northwes = *variable dummy* (1 = northwest, 0 = daerah lainnya)

Jika di lokasi lain pendapatan rumah tangga sebesar Rp 35 juta per tahun, maka dengan memasukan nilai tersebut ke persamaan di atas akan menghasilkan nilai kesediaan membayar (WTP) sebesar Rp 5.4 juta rupiah per rumah tangga per tahun, dikalikan dengan jumlah rumah tangga yang ada maka akan diperoleh nilai ganti rugi akibat pencemaran terhadap air bawah tanah.

c. Biaya Sakit (*Cost of illness*)

Metode ini digunakan apabila pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan menimbulkan gangguan kesehatan. Jika pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan mengakibatkan gangguan kesehatan, sehingga penderita tidak dapat bekerja, kerugian dapat dihitung selama yang bersangkutan menderita sakit.

Biaya-biaya yang dihitung antara lain:

- 1) biaya perawatan dokter, obat-obatan dan laboratorium;
- 2) biaya pengeluaran konsumsi selama sakit;
- 3) biaya pengeluaran akomodasi ketika sakit;
- 4) biaya pengeluaran transportasi selama berobat;
- 5) biaya hilangnya penghasilan;
- 6) menurunnya nilai produktivitas.

Tahapan pelaksanaan metode ini:

- 1) memastikan bahwa gangguan kesehatan yang dialami benar-benar berasal dari pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan;
- 2) menyiapkan kuisisioner untuk melakukan survei;
- 3) melakukan survei, terhadap sejumlah responden disekitar lokasi kejadian yang berinteraksi dengan lokasi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan;
- 4) mengolah hasil survei dengan teknik statistik;
- 5) mengestimasi nilai rata-rata perindividu para responden lalu diextrapolasi dengan populasi penderita disekitar lokasi pencemaran dan/atau perusakan lingkungan.

BAB IV CONTOH PENGHITUNGAN GANTI KERUGIAN

A. Pencemaran Lingkungan

1. Pencemaran air permukaan

a. Penghitungan Kerugian Akibat Tidak Dilaksanakannya Kewajiban Pengolahan Air Limbah.

Terdapat banyak jenis teknologi pada Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL), termasuk turunan, variasi dan kombinasinya, yang bisa dipilih berdasar kebutuhan proses dan budget, antara lain secara garis besar pada *secondary treatment*:

- 1) Oksidasi dan kolam fakultatif (*Oxidation & Facultative Pond*)
- 2) Kolam aerasi (*Aerated Lagoon*)
- 3) Proses Lumpur Aktif (*conventional activated sludge*)
- 4) Perluasan aerasi, tahap aerasi (*Extended Aeration, Step Aeration*)
- 5) Parit oksidasi (*Oxidation Ditch*)
- 6) Reaktor unggul bergantian (*Sequencing Batch Reactor*)
- 7) Saringan menetes, pengontak biologi berputar (*Trickling Filter, Rotary Biocontactor*)
- 8) Reaktor poros dalam, pengolahan vertikal (*Deep shaft reactor, Vertread*)
- 9) Membran bioreaktor (*Membrane bioreactor*)
- 10) Teknologi paten dan baru berkembang lainnya

i. Pendekatan penghitungan

Penghitungan ganti kerugian biaya kewajiban pengolahan limbah menggunakan prinsip biaya penuh yang mencakup energi, bahan kimia, tenaga kerja, biaya pemeliharaan dan depresiasi IPAL atau membangun IPAL baru sesuai dengan kapasitas produksi.

CONTOH untuk i.:

Pabrik A sudah memiliki IPAL, namun kinerjanya tidak baik, sehingga kualitas effluent IPAL melebihi baku mutu. Oleh karena itu penghitungan biaya beban lingkungan dibatasi hanya pada *selisih* antara effluent dan baku mutu lingkungan.

Berbagai jenis teknologi IPAL (beserta turunan dan kombinasinya) secara umum sudah dikenal performa dan karakteristiknya. Penghitungan nilai investasi, biaya operasi dan pemeliharaan berikut ini adalah nilai kerugian yang harus dibayar pihak pencemar (*polluter pay principal*):

Tabel 4.1. Perbandingan berdasar Studi Evaluasi berbagai Jenis Teknologi IPAL pada Tahap Pengolahan Sekunder

| Kriteria (<i>Criteria</i>) | Weight | O.P WW-0 | | A.L WW-1 | | C.A.S WW-2 | | O.D WW-3A | | SBR WW-3B | |
|---|--------|-------------|----|-------------|----|---------------|----|--------------|------|--------------|----|
| | | R | WS | R | WS | R | WS | R | WS | R | WS |
| Biaya Modal (<i>Capital Cost</i>) | 10 | <1 | - | 1,0 | 10 | 3,6 | 36 | 5,0 | 50 | 1,5 | 15 |
| Biaya operasional dan pemeliharaan (<i>O & M Cost</i>) | 10 | <1 | 50 | 5,0 | 50 | 2,4 | 24 | 1,7 | 17 | 1,0 | 10 |
| Biaya pendamping dari lokal (<i>Local Share Cost</i>) | 10 | 1,6 | 16 | 1,6 | 16 | 4,3 | 43 | 5,0 | 50 | 1,0 | 10 |
| Kehandalan dan kesederhanaan mekanik (<i>Mechanical Simplicity and Reliability</i>) | 8 | <1 | 8 | 1 | 8 | 2 | 16 | 2 | 16 | 2 | 16 |
| Kesederhanaan pengoperasian (<i>Operating Simplicity</i>) | 8 | 0,5 | 4 | 1 | 8 | 2 | 16 | 2 | 16 | 2 | 16 |
| Fleksibilitas proses (<i>Operating Flexibility</i>) | 5 | 5 | 25 | 3 | 15 | 2 | 10 | 2 | 10 | 2 | 10 |
| Estetika (<i>Aesthetic</i>) | 8 | >5 | - | 5 | 40 | 3 | 24 | 3 | 24 | 2 | 16 |
| Potensi bau (<i>Odor Potential</i>) | 8 | >5 | - | 5 | 40 | 3 | 24 | 3 | 24 | 3 | 24 |
| Keterbuktian teknologi (<i>Proven Technology</i>) | 5 | >5 | - | 1 | 5 | 3 | 15 | 3 | 15 | 3 | 15 |
| Kemampuan penyesuaian teknologi kedepan (<i>Future Technology Adaptability</i>) | 5 | >5 | - | 3 | 15 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 |
| Kemampuan memenuhi baku mutu (<i>Meet Discharge Standards</i>) | 10 | >5 | - | 5 | 50 | 2 | 20 | 2 | 20 | 1 | 10 |
| Kebutuhan lahan (<i>Space Requirement</i>) | 9 | >5 | - | 5 | 45 | 2 | 18 | 2,5 | 22,5 | 1 | 9 |
| Kemampuan mengolah dengan kualitas keluaran lebih baik (<i>Higher Quality Effluent</i>) | 6 | >5 | - | 5 | 30 | 3 | 18 | 3 | 18 | 1 | 6 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|---|------|---|-----|---|------|---|------|
| Ketahanan pengaruh atau gangguan cuaca (<i>Weather Disturbance</i>) | 10 | >5 | - | 5 | 50 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 |
| Pelaksanaan konstruksi (<i>Construction Operation</i>) | 10 | 2 | 20 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 |
| Kemampuan ekspansi berikut (<i>Expandability</i>) | 7 | >5 | - | 5 | 35 | 1 | 7 | 1 | 7 | 2 | 14 |
| Keselamatan operator (<i>Operator safety</i>) | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 | 2 | 20 | 2 | 20 | 2 | 20 |
| NILAI PEMBANDINGAN (<i>COMPARATIVE RATING</i>) | | | | | 392 | | 298 | | 312 | | 207 |
| RASIO (<i>RATIO</i>) | | | | | 1,32 | | 1 | | 1,05 | | 0,69 |

O.P : Kolam Oksidasi (*Oxidation Pond*)

A.L : Kolam Aerasi (*Aerated Lagoon*)

C.A.S : Lumpur Aktif Konvensional (*Conventional Activated Sludge*)

O.D : Parit Oksidasi (*Oxidation Ditch*)

S.B.R : Reaktor Curah Bergantian (*Sequencing Batch Reactor*)

R : Nilai Alternatif pada skala 1 sampai 5, dengan nilai 1 terbaik (*Alternative Rating On scale or 1 to 5, with 1 the best*)

WS : Nilai Beban (*Weighted Score*)

Nilai Investasi dan Biaya Operasional dan Pemeliharaan (O&M Cost):

Dengan menggunakan gabungan dua pendekatan perbandingan SEMES dan Kalkulasi *Software*, diperoleh:

ALTERNATIF I:

(Apabila pengolahan limbah cair menggunakan teknologi CAS)

| | | | |
|------------------------------------|---|-----------------|----------------------|
| Nilai Investasi | = | Rp. 18.140 juta | Rincian terlampir |
| Biaya Operasional dan Pemeliharaan | = | Rp. 3.600 juta | Per tahun |

ALTERNATIF II:

(Apabila pengolahan limbah cair menggunakan teknologi AL)

| | | | | |
|------------------------------------|---|---------------------------|---|----------------|
| Nilai Investasi | = | Rp. (18.140 x 10/36) juta | = | Rp. 5.040 juta |
| Biaya Operasional dan Pemeliharaan | = | Rp. (3.600 x 50/24) juta | = | Rp. 7.500 juta |

ALTERNATIF III:

(Apabila pengolahan limbah cair menggunakan teknologi OD)

| | | | | |
|------------------------------------|---|---------------------------|---|-----------------|
| Nilai Investasi | = | Rp. (18.140 x 50/36) juta | = | Rp. 25.190 juta |
| Biaya Operasional dan Pemeliharaan | = | Rp. (3.600 x 17/24) juta | = | Rp. 2.550 juta |

ALTERNATIF IV:

(Apabila pengolahan limbah cair menggunakan teknologi SBR)

| | | | | |
|------------------------------------|---|---------------------------|---|----------------|
| Nilai Investasi | = | Rp. (18.140 x 15/36) juta | = | Rp. 9.800 juta |
| Biaya Operasional dan Pemeliharaan | = | Rp. (3.600 x 10/24) juta | = | Rp. 1.500 juta |

Kesimpulan:

Alternatif IV memiliki total nilai investasi dan biaya operasional dan pemeliharaan (O&M Cost) *terendah*, dan bisa digunakan sebagai acuan menghitung nilai beban pengolahan rata-rata (per Kg selisih BOD) yang harus ditanggung lingkungan, dan yang seharusnya dibebankan ke pihak industri/perorangan yang effluentnya tidak memenuhi baku mutu tersebut. Penghitungan nilai beban lingkungan menjadi:

Tabel 4.2 Penghitungan Nilai Beban Lingkungan Hidup

| INVESTASI | NILAI | DEPRESIASI/Tahun |
|----------------------------|----------------|------------------|
| a. SDM | Rp. 3.387 juta | Rp. 113 juta |
| b. Mechanical & Electrical | Rp. 6.413 juta | Rp. 641 juta |
| TOTAL | Rp. 9.800 juta | Rp. 754 juta |

Biaya operasional dan pemeliharaan per tahun dengan menggunakan Alternatif IV = Rp. 1.500 juta.

Jadi, nilai beban lingkungan rata-rata (per Kg selisih BOD) =

$$\frac{(\text{Total Nilai Depresiasi/Tahun} + \text{O\&M Cost/year})}{365 \times 7.000 \text{ M}^3 \times (387,98 - 90)/1000 \text{ Kg/M}^3} = \frac{\text{Rp. (754 + 1.500) juta}}{365 \times 7.000 \text{ M}^3 \times (387,98 - 90)/1000 \text{ Kg/M}^3} = \frac{\text{Rp. 2.254 juta}}{761.339 \text{ Kg}} = \text{Rp. 2.960 per Kg BOD}$$

Sehingga, apabila digunakan penghitungan mundur beberapa tahun lalu secara langsung (berdasar nilai sekarang, tanpa pertimbangan bunga bank), maka nilai kerugian akibat tidak dilaksanakan kewajiban pengolahan limbah akan terakumulasi menjadi:

Tabel 4.3 Nilai Kerugian Lingkungan

| Akumulasi Pembuangan Limbah ke Lingkungan pada Masa Sebelumnya | Nilai Kerugian (Rp./Kg BOD) | Jumlah Beban (Kg BOD/ Tahun) Rata-rata | Akumulasi Kerugian Akibat Tidak Dilaksanakannya Pengolahan Limbah (Rp. juta) |
|--|-----------------------------|--|--|
| Sampai dengan 1 tahun yang lalu | 2.960 | 761.339 | 2.254 |

| | | | |
|---------------|-------|---------|--------|
| 2 tahun lalu | 2.960 | 761.339 | 4.508 |
| 3 tahun lalu | 2.960 | 761.339 | 6.762 |
| 4 tahun lalu | 2.960 | 761.339 | 9.016 |
| 5 tahun lalu | 2.960 | 761.339 | 11.270 |
| 6 tahun lalu | 2.960 | 761.339 | 13.524 |
| 7 tahun lalu | 2.960 | 761.339 | 15.778 |
| 8 tahun lalu | 2.960 | 761.339 | 18.032 |
| 9 tahun lalu | 2.960 | 761.339 | 20.286 |
| 10 tahun lalu | 2.960 | 761.339 | 22.540 |
| dst. | | | |

(Jumlah kerugian ini akan bertambah besar bila diikuti terjadinya kerugian lingkungan dan/atau kerugian masyarakat dan/atau biaya pemulihan).

- ii. Menggunakan prinsip biaya penuh berbasis Unit Pencemaran.

CONTOH 1 untuk ii.

Parameter-parameter limbah cair yang umum digunakan untuk penghitungan biaya pencemaran dan nilai per unit pencemaran untuk setiap parameter adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Nilai 1 Unit Pencemaran untuk Berbagai Parameter Limbah Cair

| Parameter | Nilai 1 Unit Pencemaran *) |
|--|----------------------------|
| COD | 50 Kg |
| TSS | 50 Kg |
| Oil & Grease | 3 Kg |
| Merkuri (<i>Mercury</i>) | 20 g |
| Chromium | 500 g |
| Nikel (<i>Nickle</i>) | 500 g |
| Timbal (<i>Lead</i>) | 500 g |
| Copper | 1000 g |
| Cadmium | 100 g |
| Pestisida dan Herbisida (<i>Pesticides and Herbicides</i>) | 100 g |

*) Nilai 1 Unit Pencemaran setiap parameter (belum semua parameter air limbah) ditetapkan para ahli berdasar pertimbangan tingkat bahaya dan level toksisitasnya bila dilepas ke lingkungan.

Tabel 4.5 Basis Tarif Per Unit Pencemaran

| | |
|---------------------------------|------------|
| Basis Tarif Per Unit Pencemaran | Rp. 24.750 |
|---------------------------------|------------|

Rekapitulasi Harga Prediksi Investasi dan Biaya Operasional Waste Water Treatment Plant (WWTP)

(Menggunakan teknologi CAS – *Conventional Activated Sludge*)
Asumsi 1 \$US = Rp. 9.100,- (Turnkey Project, C&F JKT)

Tabel 4.6 Rekapitulasi Harga Prediksi Investasi dan Biaya Operasional *Waste Water Treatment Plant* (WWTP)

| No. | Fasilitas & Alat-alat Pengolah Limbah Cair | Nilai (\$US) |
|-----|---|--------------|
| 1. | Peralatan mekanik untuk sumur pengumpul 2 unit (<i>Mechanical equipment for pump sump 2 units</i>) | 58,000.00 |
| 2. | Alat bak pengendap pasir (<i>Sand settling basin equipment</i>) | 23,430.00 |
| 3. | Alat pengaduk bak ekualisasi (<i>Equalization basin mixing equipment</i>) | 43,300.00 |
| 4. | Pompa pengangkat air limbah (<i>Lift pump equipment</i>) | 27,710.00 |
| 5. | Tangki pendistribusian dan tangki pengukur (<i>Measuring tank and distribution tank equipment</i>) | 19,100.00 |
| 6. | Sistem injeksi bahan nutrisi dan bahan kimia (<i>Chemical & nutrient injection system</i>) | 45,000.00 |
| 7. | Reaktor biologi dan peralatan pelengkapanya (<i>Bioreactor & equipment</i>) | 172,800.00 |
| 8. | Bak pengendap akhir (<i>Final settling basin equipment</i>) | 66,000.00 |
| 9. | Alat pengonsentrat/unggun pengering lumpur dan mesin pengurang kandungan air (<i>Thickener/drying bed equipment & dewatering machine</i>) | 142,000.00 |
| 10. | Tangki disinfeksi dan peralatan (<i>Disinfection tank & equipments</i>) | 23,000.00 |
| 11. | Peralatan tangki air limbah terolah (<i>Treated water tank equipment</i>) | 6,620.00 |
| 12. | Pompa keluaran pelepas air limbah terolah (<i>Discharge pump equipment</i>) | 24,200.00 |
| 13. | Panel pengendali dan otomatis (<i>Control panel & automatic</i>) | 47,600.00 |
| 14. | Instrumentasi (<i>Instrumentation</i>) | 61,100.00 |
| 15. | Pemipaan dan jaringan kabel listrik internal kawasan IPAL [<i>Piping & wiring (internal net at treatment area)</i>] | 118,800.00 |
| 16. | Pipa transmisi dari sumber-sumber air limbah baku ke IPAL dan IPAL ke sungai (<i>Transmission piping from raw waste resources to WWTP & from WWTP to river</i>) | 68,000.00 |
| 17. | Instalasi (<i>Installation</i>) | 78,000.00 |
| 18. | Pekerjaan konstruksi dan sipil (lokal) <i>Civil & structural works (Local item)</i> , Tidak/belum termasuk pekerjaan paku bumi (paku bumi), pilihan pada kedalaman 15 m mungkin dibutuhkan) <i>Excluded Piling Piling (optional item assuming 15 m depth) may be needed.</i> | 893,060.00 |
| 19. | Pendamping, uji coba dan pelatihan [<i>Commissioning (Local item)</i>] | 16,000.00 |
| 20. | Dokumentasi dari lokal [(<i>Documentation</i>) (<i>Local item</i>)] | 3,000.00 |
| 21. | Peralatan laboratorium (pengadaan lokal) [<i>Laboratorium equipments (Local item)</i>] | 56,572.00 |
| 22. | Jalan akses ke areal pengolahan (<i>Acces road to treatment area</i>) | - |
| | TOTAL | 1.993,292.00 |
| | Dalam Rp. | 18.140 juta |

Biaya Operasional dan Pemeliharaan (O&M Cost)

Ketepatan penghitungan prediksi biaya produksi pengolahan limbah cair, antara lain:

- Jenis/tipe sistem pemroses limbah cair yang dipilih dan tingkat teknologi otomatisasinya.
- Kapasitas IPAL dan pola aliran masuk (resiko fluktuasi beban kejut pengolahan sehari-hari).
- Biaya total tenaga kerja, jumlah dan tingkat keahlian pengelola dan operator.
- Lokasi IPAL, menyangkut jarak dan transportasi terhadap pusat-pusat penyuplaian (bahan kimia/*nutrient*, onderdil mesin, listrik & BBM), dll.

Total rekapitulasi biaya pengelolaan (O&M Cost = biaya operasional dan pemeliharaan) untuk keseluruhan sistem (belum termasuk sistem pembuangan akhir limbah padat/*sludge*, jika ada, misal menggunakan (*industrial landfill*) per tahun sebagai berikut:

1) Tenaga kerja

(1 orang pimpinan departemen/instalasi, 1 orang tenaga ahli proses/teknik kimia, 1 orang ahli mikrobiologi, 1 orang ahli ME, 2 orang ahli lab/laboratorian, 1 orang sekretaris, 6 orang *middle staff*, 12 orang teknisi/operator):

| | | | | | | |
|---------------------------|---|---------------|---|---------------|---|-------------------|
| Gaji 1 orang pimpinan | : | Rp. 6.000.000 | x | 14 bulan | = | Rp. 84.000.000 |
| Gaji 3 orang tenaga ahli | : | Rp. 4.500.000 | x | 14 bulan x 3 | = | Rp. 189.000.000 |
| Gaji 2 orang laboratorian | : | Rp. 3.000.000 | x | 14 bulan x 2 | = | Rp. 84.000.000 |
| Gaji 1 orang sekretaris | : | Rp. 2.000.000 | x | 14 bulan | = | Rp. 28.000.000 |
| Gaji 6 orang staff | : | Rp. 2.500.000 | x | 14 bulan x 6 | = | Rp. 210.000.000 |
| Gaji 22 orang teknisi | : | Rp. 1.500.000 | x | 14 bulan x 22 | = | Rp. 462.000.000 |
| Sub Total | | | | | | Rp. 1.057.000.000 |

2) Listrik, Chemical/nutrient dan BBM/Oli, dll.

= Rp. 1.883.000.000,-

3) Pemeliharaan Rata-rata = Rp. 660.000.000,-

(Semakin bertambah tua usia peralatan WWTP, semakin meningkat biaya *repair* dan *maintenance*).

TOTAL = Rp. 3.600.000.000,-

CONTOH 2 untuk ii

Pencemaran Air oleh Industri Tekstil PT. B
Data:

1. Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Tekstil:

Tabel 4.7 Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan Kep-51/MENLH/10/1995

| Parameter | Kadar Maksimum mg/l | Beban Pencemaran Maksimum Tekstil Terpadu Kg/Ton |
|-----------------------|--|---|
| BOD ₅ | 85 | 12,75 |
| COD | 250 | 37,5 |
| TSS | 60 | 9,0 |
| Fenol Total | 1,0 | 0,15 |
| Krom Total (Cr) | 2,0 | 0,30 |
| Minyak dan Lemak | 5,0 | 0,75 |
| pH | 6,0 – 9,0 | |
| Debit Limbah Maksimum | 150 M ³ /Ton produk tekstil | |

Tabel 4.8. Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan SK Gub. Jateng No. 10/2004

| Parameter | Kadar Maksimum mg/l | Beban Pencemaran Maksimum Tekstil Terpadu Kg/Ton |
|-----------------------|--|---|
| BOD ₅ | 60 | 6 |
| COD | 150 | 15 |
| TSS | 50 | 5 |
| Fenol Total | 0,5 | 0,05 |
| Krom Total (Cr) | 1,0 | 0,10 |
| Amonia Total | 8,0 | 0,80 |
| Minyak dan Lemak | 3,0 | 0,30 |
| pH | 6,0 – 9,0 | |
| Debit Limbah Maksimum | 100 M ³ /ton produk tekstil | |

2. Operasional Produksi :

Tabel 4.9. Operasional Produksi

| | |
|--|---|
| Hari Operasional Dalam Setahun | 340 hari |
| Kapasitas Produksi | - Ton tekstil/tahun |
| Debit Effluent Limbah Cair ke Lingkungan | 75 M ³ /jam atau 1.800 M ³ /hari atau 612.000 M ³ /tahun |

Tabel 4.10. Unit Pencemaran

| Parameter | Level Pencemaran Aktual *) | Beban Pencemaran Netto Tahunan | Jumlah Unit Pencemaran |
|-----------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| COD | 1.861 mg/L | 581.740 kG | 11.635 UP |
| TSS | 145 Mg/L | 32.300 Kg | 646 UP |
| Total | | | 12.281 UP |

*)Diperoleh dari hasil analisis laboratorium terhadap effluent limbah cair (setelah diolah atau belum diolah, dalam kasus ini sudah diolah) yang dibuang ke lingkungan.

Beban Pencemaran Netto Tahunan:

(Level Pencemaran Aktual – Baku Mutu) x Debit Effluent Limbah Cair Tahunan

Jadi, untuk parameter COD, beban pencemaran tahunannya:
 $(1.861 - 150) \text{ mg/L} \times 612.000 \text{ m}^3 = 1.047.132 \text{ Kg}$.

Untuk parameter TSS, beban pencemaran tahunannya:
 $(145 - 50) \text{ mg/L} \times 612.000 \text{ m}^3 = 58.140 \text{ kG}$

Jumlah Unit Pencemaran (UP):

Beban Pencemaran Netto Tahunan, menggunakan: Satuan Unit Pencemaran pada Setiap Parameter Inti

Jadi, untuk parameter COD, jumlah unit pencemarannya:
 $1.047.132 \text{ Kg} : 50 \text{ Kg} = 20.943 \text{ UP}$

Untuk parameter TSS, jumlah unit pencemarannya:
 $58.140 \text{ Kg} : 50 \text{ Kg} = 1.163 \text{ UP}$

Total Unit Pencemaran (UP), untuk 2 parameter COD dan TSS = 22.106 UP (dapat dijumlahkan)

3. Total Biaya Kerugian Lingkungan Akibat Pencemaran Air Limbah

Tabel 4.11. Total Biaya Kerugian Lingkungan Akibat Pencemaran Air Limbah Tahun ke 1 s.d Tahun ke 5

| | | | | | |
|---|------------|---------|---------|---------|---------|
| Total Unit Pencemaran (UP) | 22.106 UP | | | | |
| Basis Tarif Per UP | Rp. 24.750 | | | | |
| Tahun Operasional | Tahun 1 | Tahun 2 | Tahun 3 | Tahun 4 | Tahun 5 |
| Total Biaya Pencemaran (Rp. juta/tahun) | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| | 109 | 219 | 328 | 438 | 547 |

Tabel 4.12. Total Biaya Kerugian Lingkungan Akibat Pencemaran Air Limbah Tahun ke 6 s.d ke 10

| | | | | | |
|---|------------|---------|---------|---------|----------|
| Jumlah Unit Pencemaran (UP) | 12.106 UP | | | | |
| Basis Tarif Per UP | Rp. 24.750 | | | | |
| Fase Pencemaran | Tahun 6 | Tahun 7 | Tahun 8 | Tahun 9 | Tahun 10 |
| Total Biaya Pencemaran (Rp. juta/tahun) | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| | 547 | 547 | 547 | 547 | 547 |

Tabel 4.13. Total Biaya Kerugian Lingkungan Akibat Pencemaran Air Limbah Tahun ke 11 s.d Tahun ke 15

| | | | | | |
|---|------------|----------|----------|----------|----------|
| Jumlah Unit Pencemaran (UP) | 12.106 UP | | | | |
| Basis Tarif Per UP | Rp. 24.750 | | | | |
| Fase Pencemaran | Tahun 11 | Tahun 12 | Tahun 13 | Tahun 14 | Tahun 15 |
| Total Biaya Pencemaran (Rp. juta/tahun) | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| | 547 | 547 | 547 | 547 | 547 |

Tabel 4.14. Total Biaya Kerugian Lingkungan Akibat Pencemaran Air Limbah Tahun ke 16 s.d Tahun ke 18

| | | | |
|---|------------|----------|----------|
| Jumlah Unit Pencemaran (UP) | 12.106 UP | | |
| Basis Tarif Per UP | Rp. 24.750 | | |
| Fase Pencemaran | Tahun 16 | Tahun 17 | Tahun 18 |
| Total Biaya Pencemaran (Rp. juta/tahun) | 100% | 100% | 100% |
| | 547 | 547 | 547 |

Total kerugian akibat tidak dilaksanakannya kewajiban air limbah = Rp. 8.752 Juta

(Jumlah kerugian ini akan bertambah besar bila diikuti terjadinya kerugian lingkungan dan/atau kerugian masyarakat dan/atau biaya pemulihan).

- b. Penghitungan Kerugian Biaya Verifikasi dan Pengawasan akibat Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan

CONTOH untuk b

1. Penghitungan biaya verifikasi akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan di kota X, adalah sebagai berikut:

| No. | Uraian Kegiatan | Biaya | Keterangan |
|-----|---|--|--|
| 1. | Tahap Perencanaan: a. Penggandaan berkas dokumen/ijin; b. Biaya komunikasi; c. Biaya pertemuan untuk melengkapi administrasi sebelum ke lapangan. | Rp. 200.000,- Rp. 200.000,- Rp. 10.000.000,- | Tergantung banyaknya bahan yang digandakan Mengundang instansi terkait, Ahli, Akomodasi dan konsumsi. |
| 2. | Tahap Pelaksanaan: a. Biaya perjalanan ke lokasi; b. Biaya ahli; c. Biaya pengambilan sampel; d. Biaya hasil analisa laboratorium; e. Biaya pertemuan untuk mendapatkan nilai kerugian masyarakat, pemerintah dan penyelesaian sengketa. | Rp. 20.000.000,- Rp. 2.500.000,- Rp. 5.000.000,- Rp. 10.000.000,- Rp. 30.000.000,- | Transport lokal, tiket, lumpsum, airport tax, (tergantung lokasi yang di verifikasi). Honor ahli. 2 staf laboratorium + lumpsum + transport. Parameter yang diuji disesuaikan dengan kasus yang sedang diverifikasi. 3 kali pertemuan, akomodasi, tiket, transportasi lokal. |

| | | | |
|----|--|--|--|
| 3. | Tahap Evaluasi data dan pembuatan laporan periodik kegiatan verifikasi: a. Biaya pertemuan dengan ahli dan pemda; b. Biaya pertemuan dengan perusahaan; c. Biaya pertemuan dengan pemda, ahli, perusahaan dan masyarakat untuk menyepakati adanya ganti kerugian masyarakat dan pemerintah yang harus dibayarkan oleh perusahaan. | Rp. 15.000.000,- Rp. 15.000.000,- Rp. 30.000.000,- | Akomodasi dan konsumsi, tiket, transport,. |
| | Jumlah | Rp. 137.900.000,- | |

2. Penghitungan biaya pengawasan akibat pencemaran dan/ atau kerusakan lingkungan adalah sebagai berikut:

| No. | Uraian Kegiatan | Biaya | Keterangan |
|-----|--|--|---|
| 1. | Tahap Perencanaan: a. Penggandaan berkas hasil verifikasi b. Biaya komunikasi c. Biaya pertemuan untuk merencanakan pelaksanaan pengawasan d. Biaya pertemuan dengan pemda, ahli, perusahaan untuk menyepakati adanya biaya pemantauan lingkungan yang harus dibayarkan oleh perusahaan. | Rp. 200.000,- Rp. 200.000,- Rp. 10.000.000,- Rp. 15.000.000,- | |
| 2. | Tahap Pelaksanaan: a. Biaya pemantauan pelaksanaan hasil kesepakatan b. Biaya ahli | Rp. 15.000.000 Rp. 100.000.000 | Tergantung lokasi kasus Tergantung besarnya kasus yang ditangani |
| 3. | Tahap pemantauan hasil pelaksanaan pengawasan: a. Biaya penggandaan dokumen hasil pengawasan b. Biaya perjalanan ke lokasi c. Biaya pertemuan dengan perusahaan. | Rp. 500.000 Rp. 10.000.000 Rp. 10.000.000 | |
| | Jumlah | Rp. 260.900.000 | |

Biaya verifikasi dan pengawasan akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan = Rp. 137.900.000,- + Rp. 260.900.000 = Rp. 398.800.000

2. Pencemaran udara

a. Menggunakan Metode Penghitungan Biaya Riil dan Prinsip Biaya Penuh.

- 1) Penghitungan ganti kerugian akibat pencemaran udara dengan menggunakan penghitungan biaya riil. Teknologi yang dipilih : *Wet Scrubber*, menggunakan IPAL sebagai sarana daur ulang air untuk *sprayer/nozzles*.

Tabel 4.15. Penghitungan Biaya Penyusutan/Depresiasi IPAL

| No. | Investasi | Unit Price (Rp.) | Jumlah Unit | Total (Rp.) | Depresiasi/Amortisasi ** |
|-----|--------------------------|------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| 1. | Wet Scrubber Tank, SS* | 190.000.000 | 1 | 190.000.000 | 19.000.000 |
| 2. | Blower, Coupling Type | 30.000.000 | 1 | 30.000.000 | 6.000.000 |
| | - Motor Cadangan | 5.000.000 | 1 | 5.000.000 | 1.000.000 |
| 3. | Ducting & Cerobong | 126.000.000 | Ls | 126.000.000 | 25.200.000 |
| 4. | Pompa Sirkulasi, Nozzle | 6.000.000 | 4 | 24.000.000 | 4.800.000 |
| 5. | Piping, fitting & valve | 4.000.000 | Ls | 4.000.000 | 800.000 |
| | Sumur Bor : 30-40 meter | 3.000.000 | 2 | 6.000.000 | 1.200.000 |
| | - Jet pump + pump house | 3.500.000 | 2 | 7.000.000 | 1.400.000 |
| 7. | IPAL daur ulang air | 150.000.000 | 1 | 150.000.000 | 15.000.000 |
| 8. | TPS sludge B3 | 20.000.000 | 1 | 20.000.000 | 2.000.000 |
| | Subtotal | | | 562.000.000 | |
| 9. | Design & Engineering | | | 84.300.000 | 8.430.000 |
| | Total Depresiasi/Tahunan | | | | 84.830.000 |

*) SS = bahan stainless steel, termasuk biaya pondasi & civil work

**) Asumsi lifetime : untuk wet scrubber = 10 th ; blower & motor = 5 th ; ducting & cerobong = 5th ; pompa sirkulasi, nozzle = 5th ; piping, fitting & valve = 5 th ; pompa & sumur bor = 5 th ; IPAL daur ulang untuk air wet scrubber = 10 th ; bangunan TPS (tempat penyimpanan sementara) sludge B3 = 10 th ; amortisasi design & engineering = 10 th.

Tabel 4.16 Basis Hitungan: Biaya Total Operasional per m³ emisi udara

| | | | | | |
|----|--|---|------------------------------|---|-----------------------|
| 1. | Basis kegiatan operasional wet scrubber | = | 8 jam/hari (5 hari/minggu) | | |
| 2. | Jumlah emisi udara yang diolah harian | = | 8 jam x 3.000 M ³ | = | 24.000 M ³ |
| 3. | Kebutuhan Listrik: (blower + seluruh pompa + IPAL daur ulang untuk wet scrubber) | = | (7.500 + 2.000 + 1.200) watt | = | 10.000 watt |
| 4. | Harga listrik Maret 2011 untuk industri | = | Rp. 730 per kWh | | |

| | | | | | |
|-----|---|---|---|---|-----------------|
| 5. | Biaya listrik untuk pengolahan per M ³ emisi udara | = | (8 x 10.000) = 80 x harga listrik industri/kWh | = | Rp. 58.400 |
| 6. | Biaya listrik untuk pengolahan per M ³ emisi udara | = | Rp. 58.400/24.000 | = | Rp. 2,43 |
| 7. | Biaya pemeliharaan tahunan, 5% investasi peralatan | = | 5% x Rp. 562.000.000 | = | Rp. 28.100.000 |
| 8. | Biaya pemeliharaan harian | = | Rp. 28.100.000/260 (hari kerja per tahun) | = | Rp. 108.077 |
| 9. | Biaya pemeliharaan untuk pengolahan per M ³ emisi udara | = | Rp. 108.077/24.000 | = | Rp. 4,50 |
| 10. | Kebutuhan bahan kimia | = | 1,2 Kg/hari | | |
| 11. | Harga bahan kimia/Kg | = | Rp. 30.000 | | |
| 12. | Biaya bahan kimia/hari | = | 1,2 x Rp. 30.000 | = | Rp. 36.000 |
| 13. | Biaya bahan kimia untuk pengolahan per M ³ emisi udara | = | Rp. 26.000/24.000 | = | Rp. 1,08 |
| 14. | Tenaga Kerja untuk Wet Scrubber dan IPAL | = | 2 orang (1 orang teknisi dan 1 orang asisten) | | |
| 15. | Biaya tenaga kerja bulanan | = | 1 x 2.500.000 + 1 x 1.500.000 | = | Rp. 4.000.000 |
| 16. | Biaya tenaga kerja harian | = | Rp. 4.000.000/22 hari kerja/bulan | = | Rp. 182.000 |
| 16. | Biaya tenaga kerja untuk pengolahan per M ³ emisi udara | = | Rp. 182.000/24.000 | = | Rp. 7,58 |
| 17. | Jumlah sludge B3 yang dihasilkan/hari | = | 5 Kg | | |
| 18. | Biaya secure landfill per Ton sludge B3 | = | Rp. 2.000.000 (tergantung jenis limbah B3 dan biaya transportasi). | | |
| 19. | Biaya secure landfill harian | = | 5/1.000 x Rp. 2.000.000 | = | Rp. 10.000 |
| 20. | Biaya secure landfill untuk pengolahan per M ³ emisi udara | = | 5/1.000 x Rp. 2.000.000/24.000 | = | Rp. 0,42 |
| 21. | Biaya penyusutan/depresiasi/tahunan | = | Rp. 84.830.000 | | |
| 22. | Biaya penyusutan/depresiasi/harian | = | Rp. 84.830.000/260 hari kerja/tahun | = | Rp. 326.269 |
| 23. | Biaya penyusutan/depresiasi untuk pengolahan per M ³ emisi udara | = | Rp. 326.269/24.000 | = | Rp. 13,59 |
| 24. | Biaya Total Operasional untuk pengolahan per M ³ emisi udara | = | Biaya listrik + biaya pemeliharaan + biaya bahan kimia + biaya tenaga kerja + biaya secure landfill + biaya penyusutan/depresiasi = Rp (2,43 + 4,50 + 1,08 + 7,58 + 0,42 + 13,59) | = | Rp. 29,60 |
| 25. | Biaya total operasional tahunan untuk pengolahan emisi udara | = | Rp. 29,60 x 24.000 x 260 | = | Rp. 184.704.000 |

Jadi, bila industri tersebut tidak melakukan pengolahan emisi udara (wan prestasi) selama 2 tahun, maka jumlah kerugian atas wan prestasi = 2 x Rp. 184.704.000,- = Rp. 369.408.000,-

(Jumlah kerugian ini akan bertambah besar bila diikuti terjadinya kerugian lingkungan dan/atau kerugian masyarakat dan/atau biaya pemulihan).

- b. Menggunakan prinsip biaya penuh berbasis Unit Pencemaran:

Sebagai studi kasus, estimasi biaya pencemaran emisi udara/gas pembakaran *bagase* (sebagai sumber energi industri gula) yang cukup dikenal di Indonesia berikut diharapkan bisa memperjelas cara dan teknik penghitungan biaya pencemaran yang harus dibayar pihak pencemar:

Hasil Survey Pengukuran dan Analisis Laboratorium:

Data jumlah emisi udara:

Tabel 4.17. Jumlah Emisi Udara

| Bahan Bakar | Konsumsi (kg/Tahun), misal: | Ekses Udara (%), misal: | Emisi Udara (M ³ /tahun), misal: |
|-------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| Bagase | 495.000.000 | 30 | 1.854.646.438 |
| BBM | - | - | - |

Hasil analisis laboratorium emisi udara:

Tabel 4.18. Hasil Laboratorium Emisi Udara

| Parameter Kunci | Level Pencemaran Aktual (mg/M ³) |
|-----------------|--|
| CO | 1.600 |
| NOx | 160 |
| Sox | - |
| PM | 6.700 |

Tabel 4.19. Basis Tarif Per Unit Pencemaran dan Prediksi Tahapan Kapasitas Produksi

| Basis Tarif Per Unit Pencemaran | Rp. 24.750 | | | | |
|--------------------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|
| Tahun Aktivitas Produksi (Tentative) | Tahun 1 | Tahun 2 | Tahun 3 | Tahun 4 | Tahun 5 |
| Prediksi Tahapan Kapasitas Produksi | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |

Data Baku Mutu:

Tabel 4.20. Baku Mutu Emisi Untuk Jenis Kegiatan Lain (termasuk emisi industri gula):

| Parameter | Batas Maksimum (mg/M ³) |
|--|-------------------------------------|
| NON-LOGAM : | |
| 1. Ammonia (NH ₃) | 0,5 |
| 2. Gas Klorin (Cl ₂) | 10 |
| 3. Hidrogen Klorida (HCl) | 5 |
| 4. Hidrogen Fluorida (HF) | 10 |
| 5. Nitrogen Oksida (NO ₂) | 400 |
| 6. Opasitas | 35% |
| 7. Partikel (PM) | 350 |
| 8. Sulfur Dioksida (SO ₂) | 400 |
| 9. Total Sulfur Tereduksi (H ₂ S) | 35 |
| 10. Carbon Monoksida (CO) | 800 |
| LOGAM : | |

| | |
|----------------------|----|
| 10. Air Raksa (Hg) | 5 |
| 11. Arsen (As) | 8 |
| 12. Antimon (Sb) | 8 |
| 13. Kadmium (Cd) | 8 |
| 14. Seng (Zn) | 50 |
| 15. Timah Hitam (Pb) | 12 |

Penghitungan Biaya Akibat tidak dilakukannya Pengolahan Emisi:

Tabel 4.21 Jumlah Emisi Udara/Gas yang Dilepas
(Berdasar Data & Hasil Pengukuran)

| Bahan Bakar | Konsumsi (Kg/Tahun), misal : | Ekses Udara (%), misal : | Emisi Udara (Ukur) (M ³ /tahun) |
|-------------|---------------------------------|-----------------------------|---|
| Bagase | 495.000.000 | 30 | 1.854.646.438 |
| BBM | - | - | - |

Tabel 4.22 Jumlah Unit Pencemaran

| Parameter | Level Pencemaran Aktual (mg/m ³) | Baku Mutu Emisi (mg/m ³) | Konsentrasi Netto Emisi (mg/m ³) | Beban Pencemaran Netto Tahunan (kg) | Jumlah Unit Pencemaran (UP) |
|-----------|---|---|--|---|--------------------------------------|
| CO | 1.600 | 800 | 800 | 1.483.717 | 3.709 |
| NOx | 160 | 400 | Nil | Nil | Nil |
| SOx | Nil | 400 | Nil | Nil | Nil |
| PM | 6.700 | 350 | 6.350 | 11.777.005 | 47.108 |
| | | | | Total | 47.108 |

Tabel 4.23. Total Biaya Pencemaran

| | | | | | |
|--|------------|---------|---------|---------|---------|
| Jumlah Unit Pencemaran (UP) | 47.108 UP | | | | |
| Basis Tarif Per UP | Rp. 24.750 | | | | |
| Tahun Aktivitas Produksi (Tentative) | Tahun 1 | Tahun 2 | Tahun 3 | Tahun 4 | Tahun 5 |
| Prediksi Tahapan Perkembangan Kapasitas Produksi | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |
| Total Biaya Kerugian (Rp. juta/tahun) | 233,2 | 466,4 | 699,6 | 932,7 | 1.165,9 |

Jadi, bila industri tersebut tidak melakukan pengolahan emisi udara (wan prestasi) selama 5 tahun pertama, maka jumlah kerugian atas wan prestasi = Rp. (233,2 + 466,4 + 699,6 + 932,7 + 1.165,9) juta = Rp. 3.497.800.000,-

(Jumlah kerugian ini akan bertambah besar bila diikuti terjadinya kerugian lingkungan dan/atau kerugian masyarakat dan/atau biaya pemulihan).

Bila, seandainya dari tahun ke-1 s/d ke-5, industri tersebut melakukan pengolahan emisi udara (menggunakan IPPU) dengan baik sehingga memenuhi kriteria baku mutu udara, namun pada tahun ke-6 terjadi kerusakan berat pada alat IPPU (sehingga tidak lagi berfungsi) dan perusahaan tak pernah lagi

memperbaikinya hingga saat ini (misal tahun ke-9 akhir), maka jumlah kerugian atas kelalaian antara tahun ke-6 s/d ke-9 akhir (4 tahun) = Rp. (4 x 1.165,9) juta = Rp. 4.663.600.000,-

3. Pencemaran Air Laut

CONTOH 1:

Penghitungan Ganti Kerugian akibat Kecelakaan Kapal Tanker

a. Aplikasi Perubahan Kesejahteraan Konsumen

Dalam kondisi pesisir sebelum terjadi pencemaran sebanyak 200 rumah tangga (RT) di Desa G yang berada disekitar pesisir membeli ikan per kg sebesar Rp. 5.000 dengan keinginan membayar maksimum sebesar Rp. 10.000/ Kg /RT. Pada tingkat harga tersebut rumah tangga mampu membeli sebanyak 10 Kg/minggu/RT atau 40 Kg/bulan/RT. Namun setelah terjadi tumpahan minyak oleh sebuah kapal tangker, mengakibatkan tangkapan nelayan di Desa G berkurang. Hal ini berdampak pada kenaikan harga ikan rata-rata dipasar menjadi Rp. 7.500/Kg. Pada tingkat harga ini setiap RT rata-rata hanya mampu membeli sebanyak 3 Kg/minggu atau 12 Kg/bulan.

Dari Kasus diatas, hitunglah kerugian yang ditimbulkan oleh Perusahaan X, akibat terjadinya perusakan terhadap Sei. Manau.

Data:

| No. | Uraian | : | Keterangan |
|-----|--|---|---|
| 1. | Jumlah RT Desa G | : | 200 KK |
| 2. | Maksimu, keinginan membayar (WP) | : | Rp. 10.000/Kg |
| 3. | Harga sebelum sungai rusak (Po) | : | Rp. 5.000/Kg |
| 4. | Jumlah setelah sungai rusak (P1) | : | Rp. 7.500/Kg |
| 5. | Jumlah ikan yang dikonsumsi setelah Sei Manau rusak (Q1) | : | 12 Kg/bulan |
| 6. | Tingkat keparahan dampak (I) | : | 80% |
| | Sko | = | $0,5 \times RT \times Po \times Qo$ |
| | Sko | = | Rp. 20.000.000/bulan |
| | SK1 | = | $0,5 \times RT \times P1 \times Q1$ |
| | SK1 | = | Rp. 9.000.000.000/bulan |
| | Perubahan SK | = | Sko - SK1 |
| | Perubahan SK | = | Rp. 11.000.000.000/bulan |
| | Nilai Kerugian | = | Perubahan SK x Tingkat keparahan dampak |
| | Nilai Kerugian | = | Rp. 8.800.000/bulan |

Jadi kerugian yang ditimbulkan akibat pencemaran air laut oleh tumpahan minyak adalah Rp 8,8 juta/bulan.

b. Aplikasi Perubahan Kesejahteraan Produsen

| | | | |
|----|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | Jumlah rumah tangga nelayan (RT) | = | 1.000 RTN |
| 2. | Hasil Tangkapan Ikan (Qo) | = | 200 Kg/RTN/Hari |
| 3. | Harga Ikan (Po) | = | Rp. 1.000/Kg |
| 4. | Biaya Penangkapan (Co) | = | Rp. 500/Kg/RT |
| 5. | Total Hari Melaut (Hari) | = | 20 Hari/bulan |

Dimisalkan daerah pesisir mengalami pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan dengan data sebagai berikut:

| | | | |
|----|---|---|-----------------|
| 1 | Hasil Tangkapan Ikan (Q_1) | = | 100 Kg/RTN/Hari |
| 2. | Harga Ikan (P_1) | = | Rp. 1.000/Kg |
| 3. | Biaya Penangkapan (semakin mahal) (C_1) | = | Rp. 800/Kg/RT |
| 4. | Total hari melaut (tetap) (hari) | = | 20 Hari/Bulan |
| 5. | Tingkat Keparahan Dampak | = | 70% |

Kesejahteraan Produsen sebelum pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan:

| | | | |
|----|------------------|---|----------------------------------|
| 1. | Total Penerimaan | = | RT x Q_0 x P_0 x Hari Melaut |
| 2. | Total Penerimaan | = | Rp. 4.000.000.000/bulan |
| 4. | Total Biaya | = | RT x Q_0 x C_0 x Hari Melaut |
| 5. | Total Biaya | = | Rp. 2.000.000.000/bulan |

| | | | |
|----|------------------------|---|--------------------------------|
| 1. | Kesejahteraan Produsen | = | Total Penerimaan - Total Biaya |
| 2. | Kesejahteraan Produsen | = | Rp.2.000.000.000/Bulan |

Kesejahteraan Produsen setelah pencemaran dan/atau perusakan:

| | | | |
|----|----------------------------------|---|--|
| 1. | Total penerimaan | = | RT x Q_1 x P_1 x Hari Melaut |
| 2. | Total penerimaan | = | Rp. 1.600.000.000/Bulan |
| 3. | Kesejahteraan Produsen | = | Total penerimaan - Total Biaya |
| 4. | Kesejahteraan Produsen | = | Rp. 400.000.000/Bulan |
| 5. | Perubahan Kesejahteraan Produsen | = | Kesejahteraan Produsen sebelum pencemaran- Kesejahteraan setelah pencemaran. |
| 6. | Perubahan Kesejahteraan Produsen | = | Rp. 1.600.000.000/Bulan |

Nilai Kerugian = Perubahan Kesejahteraan produsen x tingkat keparahan dampak = Rp. 1.120.000.000,00/bulan

Nilai Kerugian = Rp. 1.120.000.000,00/bulan

Dengan demikian nilai kerugian akibat terjadinya pencemaran diestimasi sebesar Rp. 1,12 milyar per bulan.

c. Aplikasi Pendekatan Produktivitas

Kerugian yang dialami masyarakat akibat pencemaran air laut.

Asumsi yang digunakan:

- 1) Estimasi kerugian masyarakat karena turunnya produktivitas tambak udang windu
 - i. Produksi udang rata-rata (sebelum tercemar)= 2 ton/bulan/tahun
 - ii. Produksi udang rata-rata (setelah tercemar)= 0,74 ton/ha/bulan
 - iii. Dengan demikian terjadi penurunan produktivitas = 1,26 ton/ha/bulan
- 2) Harga udang pada saat penelitian adalah (Rp.9.500/Kg)
- 3) Luas areal tambak yang tercemar 400 ha
- 4) Lama waktu pemulihan = 2 tahun
- 5) Tingkat keparahan dampak = 80%

- i. Produksi Udang
 - a. Produksi rata-rata (sebelum tercemar) (kg/ha/bulan): 2.000,000
 - b. Produksi rata-rata (setelah tercemar) (kg/ha/bulan): 740,000
 - c. Penurunan produktivitas (kg/ha/bulan) : 1.260,000
- ii. Penerimaan (harga udang @Rp. 9500)/ha/bulan
= Penurunan Produktivitas x harga udang
Penerimaan (harga udang @Rp. 9500) Rp/ha/bulan = 11.970.000.000
- iii. Biaya produksi Rp/ha/bulan : 5.760.000.000
- iv. Laba kotor Rp/ha/bulan = Penerimaan – Biaya Produksi
- v. Laba kotor Rp/ha/bulan = 6.210.000,000

Luas Lahan (ha) : 400.000

Nilai kerugian (Rp/bulan) = Laba Kotor x Luas lahan x Tingkat Dampak

Nilai Kerugian (Rp/bulan) = 1.987.200.000.000

d. Aplikasi Pendekatan Biaya Pengganti

Berikut ini adalah kasus Hipotetik Perusakan Hutan Mangrove. Kawasan hutan mangrove di Pesisir Kota T diyakini memiliki peranan strategis dalam rangka pembangunan berkelanjutan terutama bagi penduduk disekitar kawasan ini. Sayangnya, struktur dan fungsi kawasan hutan mangrove ini mengalami pencemaran akibat tumpahan minyak oleh sebuah kapal tangker. Fungsi ekologi kawasan pesisir hutan mangrove ini yang utama salah satunya adalah tempat bertelurnya sumberdaya perikanan seperti ikan, kepiting dan udang (*nursery ground*). Diperkirakan untuk dapat pulih dan berfungsi kembali, kawasan ini memerlukan waktu selama 10 tahun.

1) Tempat reproduksi sumberdaya perikanan

Asumsi yang digunakan:

Kerugian pencemaran dan/atau perusakan mangrove sebagai tempat reproduksi perikanan di dekati dengan pembangunan rumpon:

- i. Biaya pembangunan rumpon = Rp. 1 milyar /km
- ii. Panjang pantai ekosistem mangrove 7 km

Biaya Pembuatan (Rp/km) = 1.000.000.000,00

Panjang garis pantai (km) = 7,00

Total biaya (Rp) = Biaya pembuatan x panjang pantai

Total biaya (Rp) = 7.000.000.000,00

Tingkat Keparahan dampak = 70 %

Nilai Kerugian (Rp/tahun) = Total biaya x Tingkat keparahan dampak

Nilai Kerugian (Rp/tahun) = 4.900.000.000,00

Perhitungan NPV

| Tahun ke | Nilai Parsial |
|---------------------|-------------------|
| 1 | 4.900.000.000 |
| 2 | 4.900.000.000 |
| 3 | 4.900.000.000 |
| 4 | 4.900.000.000 |
| 5 | 4.900.000.000 |
| 6 | 4.900.000.000 |
| 7. | 4.900.000.000 |
| 8. | 4.900.000.000 |
| 9. | 4.900.000.000 |
| 10. | 4.900.000.000 |
| NPV selama 10 tahun | 26.588.593.032,17 |

Jadi, nilai ganti rugi selama 10 tahun yang dihitung dengan NPV, dengan suku bunga 13 % adalah Rp. 26.588.593.032,17

e. Aplikasi Pendekatan Biaya Perjalanan

Misalnya hutan mangrove sebagai obyek wisata, tercemar akibat adanya kecelakaan sebuah kapal tangker. Dari hasil investigasi yang dilakukan diperoleh data sebagai berikut:

| | | | |
|----|---|---|--------------------------------|
| 1. | Rata-rata pengunjung sebelum pencemaran | : | 1.000/minggu |
| 2. | Rata-rata pengunjung setelah pencemaran | : | 300/minggu |
| 3. | Lama wisatawan menginap | : | 3 hari |
| 4. | Tarif Kamar | : | Rp. 300.000/malam/wisatawan |
| 5. | Jarak hotel dengan lokasi mangrove | : | 75 km |
| 6. | Biaya transportasi (pp) | : | Rp. 700.000 |
| 7. | Lama Perjalanan | : | 2 jam |
| 8. | Pengeluaran selama di lokasi wisata | : | Rp. 500.000 |
| 9. | Lamanya pencemaran | : | 3 bulan atau 12 minggu |

Jawab:

- 1) Penurunan jumlah pengunjung : 700 wisatawan/minggu
- 2) Biaya penginapan/hotel: Rp. 900.000/wisatawan
- 3) Biaya transportasi: Rp. 700.000/wisatawan
- 4) Pengeluaran selama dilokasi wisata: Rp. 500.000/wisatawan

Jumlah kerugian setiap minggunya = Jumlah pengunjung x (Biaya penginapan + Biaya transportasi + pengeluaran selama dilokasi wisata)

Jumlah kerugian setiap minggunya = Rp.1.470.000.000

Total kerugian selama terjadi pencemaran = jumlah kerugian setiap minggu x lamanya pencemaran.

Total kerugian selama terjadi pencemaran = Rp. 17.640.000.000

CONTOH 2:

Penghitungan Ganti Kerugian akibat Pencemaran Air Laut

Perhitungan ganti rugi untuk pencemaran air laut memang sangat kompleks. Hal ini disebabkan beberapa hal menyangkut banyak jenis pencemaran yang terjadi pada air laut seperti:

- a. Tumpahan minyak
- b. Nutrient
- c. Bahan kimia organik sintetik
- d. Logam berat
- e. Panas
- f. Sedimen
- g. Masuknya spesies baru

Jika perhitungan kerugian dilakukan untuk setiap jenis pencemaran tentu memerlukan perhitungan yang lebih rumit dan kompleks karena memerlukan data pendukung yang sangat kompleks. Dalam kasus ini diberikan contoh kasus tumpahan minyak yang sering dianggap mewakili jenis pencemaran air laut karena mengandung berbagai komponen yang terjadi baik kimia, biologi dan dampak ekosistem.

Banyak metode yang digunakan untuk menghitung kerugian perairan laut akibat tumpahan minyak, namun yang sering digunakan adalah perhitungan berbasis *IMO* dan *CERCLA*. Formula perhitungan kerugian pencemaran akibat pencemaran didasarkan dengan menggunakan formula *Etkin* (2004) didasarkan pada tiga komponen yakni:

- a. Biaya respon tumpahan;
- b. Biaya kerusakan sosial ekonomi;
- c. Biaya kerusakan lingkungan.

Biaya respon tumpahan di dasarkan pada formula:

$$\text{Total Response cost} = \text{per-gallon response cost} \times \text{medium modifier} \times \text{jumlah tumpahan}$$

Biaya kerusakan sosial ekonomi didasarkan pada formula:

$$\text{Total Social economic Cost} = \text{per-gallon socio-economic cost} \times \text{socio economic modifier} \times \text{jumlah tumpahan}$$

Sementara biaya kerusakan lingkungan dihitung dengan:

$$\text{Total Environmental Damage Cost} = \text{per-gallon environmental cost} \times 0.5 (\text{freshwater modifier} + \text{wildlife modifier}) \times \text{jumlah tumpahan.}$$

Tabel modifier yang digunakan sebagai referensi disajikan berikut ini:

Contoh, di suatu daerah terjadi tumpahan minyak (*crude oil*) sebesar 750 gallon maka komponen kerugian terdiri dari:

$$\text{Biaya spill response} = \text{US \$ } 385 \times 1 \times 750 = \text{US\$ } 288750$$

(asumsi 10% pengurangan secara mekanik)

Biaya sosial ekonomi = US\$ 300 x 0.75 x 750 = US \$ 168750
(asumsi dampak moderate)

Biaya lingkungan = US\$ 80 x (0.7(0.4)+0.3(1.7)) x 750 =US\$ 47400
(asumsi jika perairan digunakan untuk industri (70%) dan wildlife (30%) (lihat table multiple)

Total biaya kerugian = US\$ 504900

Table 4.24: Biaya per galon tumpahan minyak (Per-Gallon Oil Spill Response Costs)

| Volume (gallons) | Mekanik (Machanical) ^{2,4} | | | | Dispersan ^{3,4} (Dispersants) | | Kebakaran In-Situ (In-Situ Burn ⁵) | |
|------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|--|------|--|------|
| | 0% | 10% | 20% | 50% | Low | High | 50% | 80% |
| <500 | \$100 | \$85 | \$70 | \$57 | \$36 | \$25 | \$26 | \$13 |
| 500-1,000 | \$98 | \$83 | \$68 | \$55 | \$35 | \$24 | \$25 | \$12 |
| 1,000 - | \$97 | \$82 | \$67 | \$54 | \$34 | \$23 | \$24 | \$11 |
| 10,000- | \$87 | \$72 | \$59 | \$41 | \$26 | \$18 | \$18 | \$9 |
| 100,000- | \$74 | \$62 | \$49 | \$26 | \$17 | \$10 | \$10 | \$5 |
| >1,000,000 | \$31 | \$26 | \$17 | \$12 | \$11 | \$6 | \$7 | \$3 |
| <500 | \$440 | \$386 | \$335 | \$310 | \$140 | \$89 | \$125 | \$64 |
| 500-1,000 | \$438 | \$385 | \$334 | \$309 | \$139 | \$88 | \$124 | \$63 |
| 1,000 - | \$436 | \$384 | \$333 | \$308 | \$138 | \$87 | \$123 | \$62 |
| 10,000- | \$410 | \$359 | \$308 | \$267 | \$103 | \$62 | \$103 | \$51 |
| 100,000- | \$179 | \$154 | \$128 | \$103 | \$59 | \$54 | \$72 | \$41 |
| >1,000,000 | \$87 | \$77 | \$67 | \$36 | \$53 | \$49 | \$56 | \$26 |
| <500 | \$110 | \$199 | \$189 | \$153 | \$85 | \$53 | \$75 | \$48 |
| 500-1,000 | \$218 | \$197 | \$187 | \$151 | \$84 | \$52 | \$74 | \$47 |
| 1,000 - | \$215 | \$195 | \$185 | \$149 | \$82 | \$51 | \$72 | \$46 |
| 10,000-100,000 | \$195 | \$185 | \$174 | \$138 | \$74 | \$31 | \$62 | \$31 |
| 100,000- | \$123 | \$118 | \$113 | \$92 | \$49 | \$29 | \$36 | \$16 |
| >1,000,000 | \$92 | \$82 | \$76 | \$64 | \$58 | \$13 | \$22 | \$11 |
| <500 | -- | \$103 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 500-1,000 | -- | \$102 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 1,000 - | -- | \$100 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 10,000- | -- | \$55 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 100,000- | -- | \$23 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| >1,000,000 | -- | \$7 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

| Tipe Minyak (Oil Type) | Volume (gallons) | Biaya dasar (Base Cost) (\$/gallon) | |
|---|-------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| | | Biaya sosial-ekonomi (Socioeconomic) | Biaya Lingkungan (Environmental) |
| Hasil destilasi yang mudah menguap (Volatile Distillates ²) | <500 | \$65 | \$45 |
| | 500-1,000 | \$265 | \$45 |
| | 1,000 - 10,000 | \$400 | \$35 |
| | 10,000-100,000 | \$180 | \$30 |
| | 100,000-1,000,000 | \$90 | \$15 |
| | >1,000,000 | \$70 | \$10 |
| Minyak Ringan (Light Fuels ³) | <500 | \$80 | \$85 |
| | 500-1,000 | \$330 | \$80 |
| | 1,000 - 10,000 | \$500 | \$70 |
| | 10,000-100,000 | \$200 | \$65 |
| | 100,000-1,000,000 | \$100 | \$30 |
| | >1,000,000 | \$90 | \$25 |
| Minyak Berat (Heavy Oils ⁴) | <500 | \$150 | \$95 |
| | 500-1,000 | \$600 | \$90 |
| | 1,000 - 10,000 | \$900 | \$85 |
| | 10,000-100,000 | \$500 | \$75 |
| | 100,000-1,000,000 | \$200 | \$40 |
| | >1,000,000 | \$175 | \$35 |
| Minyak Mentah (Crudes ⁵) | <500 | \$50 | \$90 |
| | 500-1,000 | \$200 | \$87 |
| | 1,000 - 10,000 | \$300 | \$80 |
| | 10,000-100,000 | \$140 | \$73 |
| | 100,000-1,000,000 | \$70 | \$35 |
| | >1,000,000 | \$60 | \$30 |

| Tipe Minyak (Oil Type) | Volume (gallons) | Biaya Lingkungan dasar (Base Environmental Cost) (\$/gallon) |
|---|-------------------|--|
| Hasil destilasi yang mudah menguap (Volatile Distillates ²) | <500 | \$48 |
| | 500-1,000 | \$45 |
| | 1,000 - 10,000 | \$35 |
| | 10,000-100,000 | \$30 |
| | 100,000-1,000,000 | \$15 |
| | >1,000,000 | \$10 |
| Minyak Ringan (Light Fuels ³) | <500 | \$85 |
| | 500-1,000 | \$80 |
| | 1,000 - 10,000 | \$70 |
| | 10,000-100,000 | \$65 |
| | 100,000-1,000,000 | \$30 |
| | >1,000,000 | \$25 |
| Minyak Berat (Heavy Oils ⁴) | <500 | \$95 |
| | 500-1,000 | \$90 |
| | 1,000 - 10,000 | \$85 |
| | 10,000-100,000 | \$75 |
| | 100,000-1,000,000 | \$40 |
| | >1,000,000 | \$35 |

| | | |
|---------------------------------------|-------------------|------|
| | | |
| Minyak Mentah (Crudes ⁵⁾) | <500 | \$90 |
| | 500-1,000 | \$90 |
| | 1,000 - 10,000 | \$30 |
| | 10,000-100,000 | \$73 |
| | 100,000-1,000,000 | \$35 |
| | >1,000,000 | \$30 |

Table 4.27: Koefisien biaya tanggap untuk kategori lokasi sedang (Response Cost Modifiers for Location Medium Type Categories¹⁾

| Kategori | Nilai koefisien biaya (Cost Modifier Value ²⁾) |
|---|--|
| Perairan terbuka/pantai (Open Water/Shore*) | 1.0 |
| Tanah/pasir (Soil/Sand) | 0.6 |
| Bebatuan (Pavement/Rock) | 0.5 |
| Lahan basah (Wetland) | 1.6 |
| Lahan berlumpur (Mudflat) | 1.4 |
| Padang rumput (Grassland) | 0.7 |
| Hutan (Forest) | 0.8 |
| Taiga (Taiga) | 0.9 |
| Tundra | 1.3 |

1 Kategori ini didasarkan pada kecenderungan penyebaran atau penetrasi tumpahan minyak pada daerah yang sensitive terkena dampak. (Category in Table 4.27 based on tendency for on spread or deep penetration in area sensitive to impact of response equipment/personnel (higher value).
*(Default value).

Table 4.28: Ranking sosial ekonomi dan nilai budaya (Socioeconomic & Cultural Value Rankings¹⁾

| Deskripsi lokasi dampak tumpahan (Spill Impact Site(s) Description) | Contoh (Examples) | Nilai koefisien biaya (Cost Modifier) Value |
|--|--|---|
| Didominasi oleh daerah dengan nilai sosial ekonomi yang tinggi yang secara potensial atau berdasarkan pengalaman memiliki derajat dampak jangka panjang akibat tumpahan minyak. | Perikanan subsisten dan komersial, daerah budidaya ikan | 2.0 |
| Didominasi oleh daerah dengan nilai sosial ekonomi yang tinggi yang secara potensial mengalami dampak jangka panjang akibat tumpahan minyak. | Daerah wisata, perikanan, rekreasi, perternakan. | 1.7 |
| Didominasi oleh daerah dengan nilai sosial ekonomi yang sedang yang secara potensial mengalami dampak jangka panjang akibat tumpahan minyak | Taman nasional untuk ekowisata/ pemandangan: daerah bersejarah | 1.0 |
| Didominasi oleh daerah dengan nilai sosial ekonomi yang sedang yang secara potensial mengalami dampak jangka pendek akibat tumpahan minyak. | Daerah pemukiman: Taman kota, jalan raya. | 0.7* |
| Didominasi oleh daerah dengan nilai sosial ekonomi yang kecil yang secara potensial mengalami dampak jangka pendek akibat tumpahan minyak. | Daerah industri rangan: zona perdagangan, wilayah kota | 0.3 |
| Didominasi oleh daerah yang sudah tercemar secara moderat dan berat atau terkontaminasi atau sedikit pengaruh sosial ekonomi dan budaya yang akan mengalami dampak kecil bila terkena tumpahan minyak. | Daerah industri berat: tempat pembuangan akhir. | 0.1 |

| Kategori | Nilai koefisien biaya (Cost Modifier Value) |
|--|---|
| Alamiah (Wildlife Use) | 1.7 |
| Digunakan untuk air minum (Drinking) | 1.6 |
| Digunakan untuk rekreasi (Recreation) | 1.0 |
| Digunakan untuk industri (Industrial) | 0.4 |
| Bahan baku air minum/rekreasi (Tributaries to Drinking/Recreation) | 1.2 |
| Tidak terinci (Non-Specific*) | 0.9 |

Cara lain untuk menghitung kerugian tumpahan minyak adalah dengan menggunakan Benefit Transfer dengan menggunakan data kerugian yang telah dihitung oleh dimana jumlah kerugian untuk berbagai komponen ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 4.30 Jumlah Kerugian untuk berbagai komponen

| Kategori | 15% mempengaruhi daerah pasut (15% mempengaruhi daerah pasut) | 25% mempengaruhi daerah pasut (25% mempengaruhi daerah pasut) |
|-----------------------------------|---|---|
| Habitat | US\$ 5 3939 5050 | US\$5 643 140 |
| Perikanan tangkap | US\$ 15 665 931 | US\$ 15 665 931 |
| Penyu | US\$ 10 718 795 | US\$ 10 718 795 |
| Burung-burung laut (Marine birds) | US\$ 9 482 011 | US\$ 9 482 011 |
| Rekreasi | US\$ 7 420 704 | US\$ 7 420 704 |
| Total | US\$ 48 680 946 | US\$ 48 930 581 |

4. Pencemaran tanah

CONTOH: Penghitungan Kerugian Akibat Pembuangan Limbah Padat:

a. Tidak dilaksanakannya kewajiban pengelolaan limbah B3

Pabrik E, memiliki 2 jenis limbah padat berkategori limbah B3, yakni: *sludge* dari IPAL dan *ash* (fly & bottom ash) yang berasal dari boiler. Berdasar penjelasan penanggung jawab Pabrik E jumlah *sludge* rata-rata yang dihasilkan IPAL per bulan 30 ton, sedangkan *ash* 240 ton (jumlah ini perlu dicek berdasar neraca massa).

Permasalahan:

Pabrik E selama 2 tahun terakhir ini diketahui tidak mengelolah limbah B3 dengan baik. Sejumlah limbah B3 lebih dari 3 bulan masih tersimpan di TPS (yang berkapasitas penyimpanan sementara total 1500 ton), sebagian besar lagi limbah limbah B3 tersebut ditimbun secara terbuka di halaman belakang pabrik. Hasil pulbaket PPNS BPLHD setempat diperoleh informasi dan data kalkulasi sebagai berikut:

| Akumulasi Limbah B3 Selama 2 Tahun | Sludge IPAL | Ash – Batubara |
|--|-------------|----------------|
| Jumlah Ton Limbah B3 Total, selama 2 tahun | 720 | 5760 |

| | | |
|--|-----|------|
| Jumlah Ton Limbah B3 yang Disimpan di TPS | 350 | 1150 |
| Jumlah Ton Limbah B3 yang Ditimbun Terbuka | 370 | 4610 |

Penghitungan Kerugian Lingkungan:

Limbah B3 yang disimpan di TPS berizin selama 2 tahun (melebihi waktu tenggang 3 bulan) tentu saja melanggar peraturan. Bentuk sanksi administratif dan/atau jumlah dendanya ditentukan oleh BLH, BPLHD setempat atau KLH (tidak dimasukkan dalam contoh perhitungan ini).

Sedangkan jumlah kerugian lingkungan akibat penimbunan terbuka limbah B3 dapat dirinci sebagai berikut:

| Penghitungan Total Kerugian | Sludge IPAL | Ash - Batubara |
|---|---|---|
| Jumlah Ton Limbah B3 yang Ditimbun Terbuka | 370 | 4610 |
| Prediksi Ton Limbah B3 Tersisa di Penimbunan Terbuka Setelah 2 tahun | 110 | 1300 |
| Jumlah Ton Limbah B3 yang terlepas atau hilang ke Lingkungan | 260 | 3310 |
| I. KERUGIAN AKIBAT TIDAK MEMENUHI KEWAJIBAN PENGOLAH: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Alternatif 1, menggunakan data jumlah limbah B3 yang terlepas atau hilang dikalikan dengan biaya pengelolaan limbah B3 oleh pihak ke-3 berizin. Misal: biaya pengelolaan limbah B3 sludge IPAL di daerah tersebut = Rp. 500.000 per ton dan limbah B3 ash-batubara = Rp. 60.000 per ton. Subtotal | $260 \times \text{Rp. } 500.000 = \text{Rp. } 130.000.000,-$ | $3310 \times \text{Rp. } 60.000 = \text{Rp. } 198.600.000,-$ |
| | Rp. 328.600.000,- | |
| <ul style="list-style-type: none"> Alternatif 2, menggunakan data curah hujan dan run-off water yang berpotensi membentuk air lindi selama gabungan 2 jenis limbah B3 tersebut ditimbun di tempat terbuka di luas wilayah tertentu. Misal: jumlah air hujan di luas wilayah kontak tertentu (1,5 ha, tergantung bentuk dan kondisi lahan) dan menjadi air lindi = 127500 M3. Berasal dari data curah hujan total selama 2 tahun setempat = 8500 mm yang terkontak limbah B3 dalam kurun waktu efektif (24 - 5,6) bulan, yakni 2 tahun dikurangi kemampuan waktu simpan maksimal TPS. Sedangkan biaya pengolahan per M3 air lindi gabungan 2 jenis limbah B3 tersebut (tergantung jenis limbahnya) adalah = Rp. 2.800,- . Subtotal | | $127500 \times \text{Rp. } 2.800 = \text{Rp. } 357.000.000,-$ |
| II. KERUGIAN AKIBAT PENANGGULANGAN dan/atau PEMULIHAN: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Kegiatan penanggulangan berupa clean-up dan serah terima limbah B3 ke pihak pengangkut atau pengelola limbah B3 berizin. Kegiatan clean-up dilakukan terhadap seluruh timbunan terbuka limbah B3 di belakang pabrik dan terhadap 20 cm lapisan atas lahan tercemar di lokasi tersebut seluas sekitar 2.000 m² (ditetapkan | 1. Biaya Clean-up: <ol style="list-style-type: none"> Terhadap seluruh timbunan terbuka campuran limbah B3 yang ada di belakang pabrik = Rp. 564.000.000,- Terhadap 20 cm lapisan atas lahan tercemar seluas 2.000 m² = $(2.000 \times 50.000) + (0,2 \times 2.000) \times \text{Rp. } 400.000 = \text{Rp. } 260.000.000,-$ | |

| | |
|--|--|
| <p>berdasar survey dan analisis lab). Biaya clean-up per ton campuran limbah B3 di lokasi tersebut misal = Rp. 400.000,-. Biaya stripping kedalaman 20 cm per m² = Rp. 50.000. Biaya pengangkutan atau pengelolaan per ton campuran limbah B3, misal = Rp. 200.000,-.</p> <p>Subtotal</p> <ul style="list-style-type: none"> Dibutuhkan kegiatan pemulihan berupa remediasi terhadap sisa-sisa kegiatan clean-up menggunakan tanaman khusus phytoremediasi (kombinasi phragmites, kanna & cattail) selama 3 tahun dengan biaya konstruksi remediasi Rp. 35.000,- per M² pada lahan tercemar sekitar 1,5 ha (15.000 m²). Biaya operasional dan pemeliharaan per bulan = Rp. 6.000.000, selama 3 tahun. <p>(Pemilihan teknologi remediasi sifatnya kasus per kasus, tergantung berbagai faktor, a.l.: jenis dan jumlah limbah B3, jenis dan kondisi lahan, aksesibilitas ke lokasi pencemaran, potensi dampak pada lingkungan sekitar, budget biaya, ketersediaan teknologi, dsb).</p> <p>Subtotal</p> | <p>2. Biaya pengangkutan atau pengelolaan campuran limbah B3: $[(110 + 1.300) + (0,2 \times 2.000)] \times \text{Rp. } 200.000,- = \text{Rp. } 362.000.000$</p> <p>Rp. 1.186.000.000,-</p> <p>1. Biaya konstruksi remediasi = Rp. $35.000 \times 15.000 = \text{Rp. } 525.000.000,$</p> <p>2. Biaya design & engineering (5 s/d 15% biaya konstruksi, tergantung dimensi kegiatan) = $15\% \times \text{Rp. } 525.000.000,- = \text{Rp. } 78.750.000,-$</p> <p>Total biaya operasional dan pemeliharaan selama 3 tahun = $(\text{Rp. } 6.000.000 \times 12 \times 3) = \text{Rp. } 216.000.000,-$</p> <p>Rp. 819.750.000,-</p> |
| <p>III. KERUGIAN AKIBAT MEDIA LINGKUNGAN PUBLIK (HAK MILIK NEGARA) TERCEMAR</p> | <p>Tidak ditemukan (karena baku mutu sungai setempat belum terlampaui)</p> |
| <p>IV. KERUGIAN AKIBAT HAK MILIK MASYARAKAT (PRIVAT) TERCEMAR, TERMASUK KERUGIAN KESEHATAN DAN SOSEK</p> | <p>Tidak ditemukan</p> |
| <p>V. KERUGIAN AKIBAT BIAYA VERIFIKASI KASUS : Lab, Tenaga Ahli, Supervisi, dsb. (tergantung kompleksitas masalah, luasnya dampak pencemaran, jarak lokasi, dll.)</p> <p>Subtotal</p> | <p>Biaya langsung berbagai lab & tenaga ahli pada saat penyidikan = Rp. 25.000.000,-</p> <p>Biaya transportasi dan akomodasi = Rp. 20.000.000,-</p> <p>Biaya survey dan langsung tenaga ahli pada saat penghitungan kerugian = Rp. 10.000.000,-</p> <p>Biaya supervisi pelaksanaan selama 3 tahun oleh PPNS dan/atau tenaga ahli = Rp. 120.000.000,-</p> <p>Biaya langsung lainnya = Rp. -</p> <p>Rp. 175.000.000,-</p> |
| <p>TOTAL = I (Alternatif 1) + II + III + IV + V</p> | <p>Rp. 2.509.350.000,-</p> |
| <p>TOTAL = I (Alternatif 2) + II + III + IV + V</p> | <p>Rp. 2.537.750.000,-</p> |

Catatan:

Nilai total kerugian tersebut belum termasuk: denda administrasi (bila ada) dan biaya serah terima limbah B3 ke pengangkuy atau pengelola berizin, yang selama ini masih tersimpan di TPS Pabrik E namun tidak mencemari lingkungan, yakni sludge IPAL = 350 ton dan ash-batubara = 1.150 ton.

Komparasi:

Berikut adalah komparasi biaya pengelolaan limbah B3 bila dikelola dengan baik dan benar terhadap dan bila tidak.

| Komparasi Biaya Pengelolaan Per 2 Tahun | Sludge IPAL | Ash-Batubara |
|---|---------------------|------------------|
| Jumlah Ton Limbah B3 Total, selama 2 tahun | 720 | 5760 |
| Jumlah Ton Limbah B3 yang disimpan di TPS | 350 | 1150 |
| Biaya per ton pengangkutan atau pengelolaan oleh pihak ke-3 berizin | Rp. 500.000,- | Rp. 60.000,- |
| | | |
| Bila dikelola dengan benar | Rp. 360.000.000 | Rp. 345.6000.000 |
| Total | Rp. 705.6000.000 | |
| Bila Tidak dikelola dengan benar | | |
| Total Kerugian = I (Alternatif 1) + II + III + IV + V | Rp. 2.509.350.000,- | |
| | Rp. 175.000.000 | Rp. 69.000.000 |
| Total | Rp. 2.753.350.000 | |

b. Penghitungan biaya clean-up/remediasi

Penghitungan biaya *clean-up/remediasi* limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) di pengaruhi banyak hal antara lain:

1. Memerlukan *survey* dan studi pendahuluan untuk mengidentifikasi kondisi kawasan tercemar dan sekitarnya apakah dekat dengan hunian, fasilitas umum, fasilitas pabrik yang berbahaya, luas cemaran dan kedekatannya sumber-sumber air permukaan (*site investigation*), maupun karakterisasi jenis-jenis limbah yang mencemari. Termasuk identifikasi kondisi limbah di bawah permukaan tanah, apakah sudah membentuk DNAPL (*dense non aquaus phase liquid*) yang sulit dimobilisasi keluar atau belum.
2. Tergantung kondisi lahan kawasan tercemar, antara lain: topografi, jenis lapisan tanah dan porositasnya, kedalaman muka air tanah, dan juga kemudahan aksesabilitasnya.
3. Jenis polutan yang mencemari tanah dan air tanah itu sendiri, antara lain: sifat kimia-fisiknya, konsentrasi, heterogenitas dan komposisinya (bila merupakan campuran deri sekian banyak limbah).
4. Jenis teknologi *clean-up/remediasi* yang kemudian dipilih. Bila teknologi pengolahan limbah cair yang sudah dikenal (beserta turunan dan kombinasinya) berjumlah sekitar 100 jenis, pengolahan emisi udara/gas berjumlah sekitar 25 jenis, maka peralatan *treatment* untuk *clean-up* hingga saat ini berjumlah tidak kurang 500 jenis.
5. Tingkat kebersihan (*clean-up*) yang akan dituju dan dicapai apakah mengikuti: standar baku mutu nasional, mutu kondisi lahan sebelumnya, pembersihan hingga kedalaman muka air tanah atau lebih dalam lagi atau hanya sekedar pembersihan limbah di atas tanah permukaan saja (*stripping*).

6. Faktor-faktor alam lainnya, misal: curah hujan (*run-off water*), kecepatan angin (*vaporable material*), intensitas dan lamanya penimbunan.

Meskipun sangat tidak mudah melakukan penyederhanaan penghitungan Biaya Pencemaran kegiatan *clean-up* lingkungan tercemar, namun pendekatan berikut bisa digunakan sebagai gambaran awal penghitungan biaya *clean-up*:

Informasi resmi biaya penanganan limbah secara *secure landfill* saat ini maksimal sekitar US\$ 250 (tergantung kategori limbah B3, berdasar tarif PPLI). Artinya, dengan menambahkan biaya keruk (*stripping*), angkut dan transportasi, atau biaya gali dan timbun (*dig and refill*), juga biaya identifikasi situ dan karakterisasi limbah B3, serta biaya administrasi lainnya (termasuk biaya *recovery* korban pencemaran limbah B3 dan biaya perkara, dsb.), maka biaya penanganan limbah B3 bisa diprediksi dalam jangkauan yang pantas untuk wilayah Indonesia. Meskipun penghitungan berbasis *full cost treatment* tergantung kasus per kasus tetap merupakan yang terbaik dan *fair*. Berikut contoh biaya penuh dari EPA-USA menggunakan teknologi bioventing:

Tabel 4.31 Tehnologi Tanah menggunakan Ventilasi Biologi/Bioventilasi (Soil Technology Bioventing)

| Tehnologi Tanah Parameter | Ventilasi Biologi/Bioventilasi | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Skenario A | Skenario B | Skenario C | Skenario D |
| | Area kecil (small site) | | Area luas (large site) | |
| | Mudah (easy) | Sukar (difficult) | Mudah (easy) | Sukar (difficult) |
| Tipe Instalasi (Type of Installation) | Sumur tegak (vertical well) |
| Tipe Tanah (Soil Type) | Pasir-debu/pasir bercampur lumpur (Sand-Silt/Sand-Clay Mixture) |
| Tingkat aman (Safety Level) | D | D | D | D |
| Area permukaan yang terkontaminasi [Surface Area of Contamination (SF)] | 450 | 450 | 9.000 | 9.000 |
| Dasar kedalaman yang terkontaminasi [Depth to base of contamination (ft)] | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Volume yang terkontaminasi [Contaminated (cubic feet)] | 2.250 | 2.250 | 45.000 | 45.000 |
| Volume yang terkontaminasi [Contaminated (cubic yards)] | 83 | 83 | 1.667 | 1.667 |
| Penggalian (Drilling) | | | | |
| Avg well depth (ft) | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Tipe formasi (formation type) | | | | |
| Tingkat aman (Safety Level) | D | D | D | D |
| Diameter sumur [Well diameter (in)] | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Metode penggalian (Drilling method) | Hollow stem | Hollow stem | Hollow stem | Hollow stem |
| Bahan konstruksi sumur (Well construction Material) | PVC Schedule 40 | PVC Schedule 40 | PVC Schedule 40 | PVC Schedule 40 |
| Avg. # of soil samples per well | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Keperluan untuk kontaminasi | SVOCs | SVOCs | SVOCs | SVOCs |

| | | | | |
|---|----------|----------|-----------|-----------|
| (Contaminant of interest) | | | | |
| Extraction Well Spacing (ft) | 35 | 22 | 35 | 22 |
| # of Vapor Extraction Wells | 1 | 2 | 10 | 24 |
| Avg. Vapor Flow Rate per well (CFM) | 3.0 | 1.5 | 3.0 | 1.5 |
| Total Vapor Flow Rate (CFM) | 3.0 | 3.0 | 30.0 | 36.0 |
| Biaya Bioventilasi (Bioventing Marked-up Costs) | \$16.547 | \$18.919 | \$5.336 | \$9.141 |
| Biaya tambahan (Additional Cost): | | | | |
| Operasional dan pemeliharaan (O&M) | \$40.237 | \$40.237 | \$53.954 | \$53.954 |
| Biaya operasional dan pemeliharaan per tahun (Years of O&M) | 2.0 | 2.0 | 5.0 | 5.0 |
| Remedial design | \$2.317 | \$2.649 | \$5.336 | \$9.141 |
| Biaya total (Total Marked-up Costs) | \$59.101 | \$61.805 | \$100.334 | \$139.266 |
| Biaya per cubic foot (Cost per cubic foot) | \$26 | \$27 | \$2 | \$3 |
| Biaya per m3 (Cost per cubic meter) | \$928 | \$970 | \$79 | \$109 |
| Biaya per cubic yard (Cost per cubic yards) | \$709 | \$742 | \$80 | \$84 |

- 1) Apapun jenis teknologi *clean-up* yang kemudian akan dipilih dan digunakan, maka jumlah total biaya penanganannya (berarti penghitungan Biaya Pencemaran) hendaknya tidak lebih mahal dari biaya rekapitulasi pada poin no. 1.
- 2) Penghitungan Biaya Pencemaran, hanyalah sebuah pendekatan sederhana untuk dipakai pada tahapan awal ini. Namun, sesungguhnya biaya Kerugian Lingkungan (menyangkut lingkungan hidup dan kesehatan) bisa jauh lebih tinggi dari Biaya Pencemaran.
- 3) Berbeda dengan kasus-kasus pencemaran limbah cair di sungai atau pencemaran emisi udara/gas, dimana limbahnya pada masa-masa berikut tidak memungkinkan lagi ditangani secara efektif karena sudah terlarutkan air sungai dan/atau terbawa ke laut (untuk kasus limbah cair), serta terbawa angin dan udara atmosfer (untuk kasus limbah emisi), maka untuk kasus-kasus pencemaran limbah B3 ke dalam tanah atau air tanah, apalagi bila terbentuk DNAPL, maka limbah-limbah B3 tersebut bisa terus ada dalam jangka waktu lama (puluhan tahun), karena dilepaskan ke lingkungan secara perlahan-lahan secara akumulatif. Untuk alasan itu, sebagian besar dana hasil pembayaran Biaya Pencemaran tersebut, hendaknya sebagian besar tetap harus dikembalikan ke lingkungan untuk *clean-up* dan perbaikan.

5. Kerusakan Lingkungan akibat Pembakaran Hutan dan Lahan

a. Penghitungan Gas Rumah Kaca Hasil Kebakaran Lahan

Terjadi kebakaran lahan di PT.BCD di Desa Nanga Seberuang, Kecamatan Semitau, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat, dengan data yang diperoleh dari lapangan adalah sebagai berikut:

A = Areal yang terbakar adalah 100 ha = 1,0 km²

B = Muatan bahan bakar rata-rata adalah 40 ton/ha = 4.000 ton/km²

E = Efisiensi pembakaran adalah 0,5

Total massa dari gambut yang dikonsumsi pada saat kebakaran berlangsung di PT. BCD di Desa Nanga Seberuang, Kecamatan Semitau, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat adalah sebagai berikut:

$$M = 1,0 \text{ km}^2 \times 4.000 \text{ ton/km}^2 \times 0,5 = 2000 \text{ ton}$$

Nilai karbon yang dihasilkan dari kebakaran yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$M (\text{C}) = 0,45 \times 2000 \text{ ton} = 900 \text{ ton karbon}$$

Nilai CO₂ (Karbon dioksida) yang dilepaskan ke atmosfer selama proses kebakaran berlangsung adalah sebagai berikut:

$$M (\text{CO}_2) = 0,5 \times 0,7 \times 900 \text{ ton} = 315 \text{ ton CO}_2$$

Nilai emisi gas jenis lain adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{CH}_4 &= 1,04 \% \times 315 \text{ ton CO}_2 = 3,276 \text{ ton CH}_4 \\ \text{NO}_x &= 0,46 \% \times 315 \text{ ton CO}_2 = 1,449 \text{ ton NO}_x \\ \text{NH}_3 &= 1,28 \% \times 315 \text{ ton CO}_2 = 4,032 \text{ ton NH}_3 \\ \text{O}_3 &= 1,06 \% \times 315 \text{ ton CO}_2 = 3,339 \text{ ton O}_3 \\ \text{CO} &= 18,5 \% \times 315 \text{ ton CO}_2 = 58,275 \text{ ton CO} \end{aligned}$$

Total Bahan Partikel (TBP) yang dilepaskan selama kebakaran berlangsung adalah sebagai berikut:

$$\text{TBP} = 160 \text{ ton/1000 ton} \times 2000 \text{ ton} = 320 \text{ ton.}$$

Contoh : Penghitungan Kerugian

Berdasarkan informasi dan melalui investigasi di lapangan maka penghitungan kerugian akibat kebakaran lahan di PT.BCD di Desa Nanga Seberuang, Kecamatan Semitau, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat, seluas 100 ha adalah sebagai berikut:

b. Kerugian lingkungan:

1) Penyimpanan air

Sebagai pengganti fungsi lapisan permukaan sebagai penyimpan air yang rusak maka perlu dibangun tempat penyimpanan air buatan dengan cara membuat reservoir buatan. Reservoir tersebut harus mempunyai kemampuan menyimpan air sebanyak 650 m³ /ha. Karena gambut yang

rusak adalah seluas 100 ha maka reservoir yang dibuatpun untuk seluas areal tersebut dengan perincian sebagai berikut:

2) Biaya pembuatan reservoir

Untuk menampung air $650 \text{ m}^3/\text{ha}$ diperlukan reservoir berukuran lebar 20 m x panjang 25 m x tinggi 1.5 m. Biaya pembangunan diasumsikan per $\text{m}^2 = \text{Rp.}100.000,-$

| |
|--|
| Per hektar lahan yang hilang, diperlukan biaya: $(2,5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 25 \text{ m}) + (20 \text{ m} \times 25 \text{ m}) \times \text{Rp.}100.000/\text{m}^2$ $= 635 \text{ m}^2 \times \text{Rp.} 100.000/\text{m}^2$ $= \text{Rp.}63.500.000/\text{ha}$ |
|--|

| |
|---|
| Untuk lahan yang hilang seluas 8 ha, diperlukan biaya pembuatannya: $= \text{Rp.}63.500.000/\text{ha} \times 100 \text{ ha} = \text{Rp.} 6.350.000.000.$ |
|---|

| |
|---|
| <i>Biaya pemeliharaan reservoir</i> $= \text{Rp.}100.000.000/\text{th} \times 15 \text{ th} = \text{Rp.} 1.500.000.000$ Biaya yang dibutuhkan untuk membangun dan memelihara reservoir buatan tersebut adalah $\text{Rp.}7.850.000.000.$ |
|---|

3) Pengaturan tata air

Biaya pengaturan tata air didasarkan kepada kepada biaya yang dikeluarkan per ha dalam pengaturan tata air yaitu sebesar Rp. 30.000 per ha, sehingga biaya yang harus dikeluarkan untuk pengaturan tata air seluas 100 ha adalah sebesar: $\text{Rp.}30.000/\text{ha} \times 100 \text{ ha} = \text{Rp.}3.000.000.$

4) Pengendalian erosi

Biaya pengendalian erosi akibat dari lahan yang terbakar didasarkan pada besaran penghitungan Pangestu dan Ahmad (1998) yakni sebesar Rp.1.225.000 per ha, sehingga biaya yang dibutuhkan untuk pengendalian erosi untuk lahan seluas 100 ha yang rusak karena pembakaran adalah : $\text{Rp.} 1.225.000/\text{ha} \times 100 \text{ ha} : \text{Rp.}122.500.000.$

5) Pembentuk tanah

Biaya pembentukan tanah akibat rusak karena pembakaran yakni sebesar Rp. 50.000 per ha, sehingga biaya yang dibutuhkan untuk pembentukan tanah seluas 100 ha yang rusak adalah : $\text{Rp.} 50.000/\text{ha} \times 100 \text{ ha} : \text{Rp.} 5.000.000.$

6) Pendaaur ulang unsur hara

Biaya pendaaur ulang unsur hara yang hilang akibat pembakaran yakni sebesar Rp. 4.610.000 per ha, sehingga untuk lahan seluas 100 ha maka biaya yang dibutuhkan adalah sebesar: $\text{Rp.} 4.610.000/\text{ha} \times 100 \text{ ha} : \text{Rp.} 461.000.000.$

7) Pengurai limbah

Biaya pengurai limbah yang hilang karena rusaknya gambut akibat pembakaran yakni sebesar Rp. 435.000 per ha, sehingga untuk lahan seluas 100 ha maka dibutuhkan biaya: Rp. 435.000/ha x 100 ha : Rp. 43.500.000.

8) Keanekaragaman hayati

Akibat rusaknya lahan karena pembakaran maka tidak sedikit keanekaragaman hayati yang hilang, untuk itu lahan tersebut perlu dipulihkan. Biaya pemulihan bagi keanekaragaman hayati ini yakni sebesar US\$300 (Rp. 2.700.000) per ha, sehingga untuk lahan yang rusak seluas 100 ha dibutuhkan biaya : Rp. 2.700.000/ha x 100 ha : Rp. 270.000.000.

9) Sumberdaya genetik

Biaya pemulihan akibat hilangnya sumberdaya genetic adalah sebesar Rp. US\$ 41 (Rp.410.000) per ha sehingga untuk lahan seluas 100 ha diperlukan biaya sebesar : Rp. 410.000/ha x 100 ha : Rp. 41.000.000.

10) Pelepasan karbon (*carbon release*)

Akibat adanya pembakaran maka terjadi pelepasan karbon sehingga untuk mengembalikannya perlu dilakukan kegiatan pemulihan yang dibutuhkan sebesar US\$ 10 (Rp. 90.000) per ton karbon ha, sehingga untuk lahan seluas 100 ha dibutuhkan biaya sebesar Rp. 90.000/ton x 315 ton: Rp.28.350.000.

11) Perosot karbon (*carbon reduction*)

Dengan adanya penggunaan api dalam penyiapan lahan maka terjadi perosotan karbon tersedia (*carbon reeduction*), untuk itu perlu dipulihkan. biaya perosot karbon per ha adalah US\$ 10 (Rp.90.000) sehingga biaya yang diperlukan untuk memulihkannya adalah sebesar: Rp. 90.000/ha x 58,275 ton: Rp. 5.244.750.

Biaya total yang harus dikeluarkan dalam rangka pemulihan dari segi kerusakan ekologis dengan mempertimbangkan 10 parameter diatas adalah sebesar Rp. 8.829.594.750.

c. Kerugian ekonomi

Pada bagian kerusakan ekonomi ini terdapat dua parameter penting yang patut dipertimbangkan yaitu:

Hilangnya umur pakai

Akibat kegiatan pembakaran, maka umur pakai lahan menjadi berkurang \pm 15 tahun dibandingkan dengan tanpa bakar. Untuk itu seandainya tanaman mulai berproduksi pada umur 4 tahun, sehingga telah hilang umur pakai lahan selama 11 tahun maka biaya yang telah hilang selama 11 tahun tersebut seandainya lahan tetap berproduksi adalah sebagai berikut:

| | | | |
|-----|--|-----|----------------|
| 1. | Biaya penanaman untuk 100/ha | Rp. | 1.324.498.300 |
| 2. | Biaya pemeliharaan tahun pertama | Rp. | 487.984.800 |
| 3. | Biaya pemeliharaan tahun ke-dua | Rp. | 446.100.000 |
| 4. | Biaya pemeliharaan tahun ke-tiga | Rp. | 646.500.000 |
| 5. | Biaya pemeliharaan tahun ke-empat | Rp. | 646.500.000 |
| 6. | Biaya pemeliharaan tahun ke-lima | Rp. | 581.000.000 |
| 7. | Biaya pemeliharaan tahun ke enam dan tujuh | Rp. | 6.760.000.000 |
| 8. | Total biaya yang dibutuhkan untuk 15 tahun | Rp. | 10.699.683.100 |
| 9. | Biaya hasil penjualan selama 11 tahun | Rp. | 14.520.000.000 |
| 10. | Keuntungan yang hilang karena pembakaran | Rp. | 3.820.316.900 |
| 11. | Total keuntungan yang hilang karena pembakaran sehingga hilangnya umur pakai selama 15 tahun | Rp. | 3.820.316.900 |
| 12. | Total biaya yang harus dikeluarkan dalam mengganti kerugian akibat kerusakan lingkungan serta hilangnya keuntungan secara ekonomis | Rp. | 12.649.911.650 |

d. Kerusakan tidak ternilai (*immaterial*)

Kerusakan tidak ternilai adalah kerusakan yang terjadi namun sangat sulit untuk dikuantifikasikan, sehingga dinyatakan dalam bentuk kualitatif saja. Kerusakan immaterial yang dimaksud adalah adanya pernyataan negara sebagai negara pencemar akibat asap yang ditimbulkan dari pembakaran serta adanya ancaman boikot terhadap produk yang dihasilkan dari areal penyiapan dengan menggunakan api.

Dalam upaya memulihkan lahan seluas 100 ha yang rusak karena pembakaran yang sebenarnya tidak harus terjadi, maka lahan yang rusak tersebut harus dipulihkan meskipun sesungguhnya difahami adalah merupakan hal yang mustahil untuk mengembalikan kepada keadaan seperti sebelum terbakar. Untuk itu didapatkan pendekatan pemulihan lahan yang terbakar tersebut dengan material yang mempunyai kedekatan fungsi yaitu kompos.

Berikut disampaikan perhitungan mengenai biaya yang harus digunakan dalam rangka pemulihan lahan bekas terbakar di di PT. BCD di Desa Nanga Seberuang, Kecamatan Semitau, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat seluas 100 ha dengan menggunakan kompos.

e. Biaya Pemulihan lingkungan (lahan bekas terbakar)

Pemulihan lahan yang rusak akibat pembakaran dengan kompos yang diangkut dengan menggunakan truk tronton dengan kapasitas 20 m³ adalah sebagai berikut:

- 1) Biaya pembelian kompos untuk mengisi 8 ha lahan yang rusak dengan ketebalan rata rata gambut yang terbakar adalah 10 cm dengan penghitungan biaya sebagai berikut:
 $100 \text{ ha} \times 0.1 \text{ m (10 cm)} \times 1 \text{ ha (10.000 m}^2) \times \text{Rp. } 200.000/\text{m}^3$
Rp. 20.000.000.000.

- 2) Biaya angkut dengan menggunakan tronton kapasitas angkut 20 m³/truk maka diperlukan biaya angkut hingga lokasi lahan yang terbakar adalah:
 $100.000.m^3/20m^3 \times Rp. 800.000 \text{ (sewa truk) Rp. 4.000.000.000.}$
- 3) Biaya penyebaran kompos di areal yang terbakar seluas 100 ha Rp. 200.000.000.
 $1 \text{ ha (1000 m}^3) = 20.000 \text{ karung (a 50 kg)/200/orang} \times Rp.20.000 \times 100 \text{ ha}$
- 4) Biaya pemulihan untuk mengaktifkan fungsi ekologis yang hilang
 - i. Pendaur ulang unsur hara Rp. 461.000.000
 - ii. Pengurai limbah Rp. 43.500.000
 - iii. Keanekaragaman hayati Rp. 270.000.000
 - iv. Sumberdaya genetik Rp. 41.000.000
 - v. Pelepasan karbon Rp. 28.350.000
 - vi. f. Perosot Karbon Rp. 5.244.750

Total biaya yang harus dikeluarkan untuk memulihkan lahan seluas 100 ha dengan pemberian kompos dengan alat angkut truk tronton kapasitas 20 m³/truk serta dengan mengeluarkan biaya untuk memfungsikan faktor ekologis yang hilang dan mengganti kerugian yang rusak akibat pembakaran adalah sebesar Rp. 37.699.006.400.

6. Kerusakan Lingkungan Akibat Kegiatan Pertambangan

CONTOH:

Kasus Kerusakan Lingkungan Akibat Pertambangan Emas, Pasir Besi, Bauksit, Batubara, Nikel, Golongan C Pada Lahan, Kawasan Lindung, Kawasan Hutan Dan Kawasan Konservasi.

Konsep ganti rugi pada kasus kerusakan lingkungan akibat pertambangan Emas, Pasir Besi, Batubara, Nikel, Bauksit, galian golongan C pada Lahan, Kawasan Lindung, Kawasan Hutan dan Kawasan Konservasi menggunakan Pendekatan Berdasarkan Prinsip Biaya Penuh (*Full Cost Principle*): *Tahun dasar Approach* (BA) yang dimodifikasi, adapun komponen ganti rugi meliputi 3 komponen yaitu biaya kerugian ekologis, biaya kerugian ekonomi dan biaya pemulihan ekologis.

c. Biaya Kerugian Lingkungan

Untuk kasus kerusakan lingkungan akibat pertambangan Emas, Pasir Besi, Batubara, Nikel, Bauksit, galian golongan C pada Lahan, Kawasan Lindung, Kawasan Hutan dan Kawasan Konservasi yang berakibat pada kerusakan ekologis yaitu :

1) Biaya Menghidupkan Fungsi Tata Air

Biomassa dan fungsi hutan yang mengalami kerusakan dapat dipulihkan melalui kegiatan rehabilitasi dan restorasi lahan dan hutan selama 100 tahun. Guna menghidupkan fungsi hidroorologis hutan yang mengalami kerusakan seperti sediakala maka diperlukan kegiatan rehabilitasi lahan, pengembalian lapisan tanah (*sub soil* dan *top soil*), penanaman jenis endemik, pemeliharaan, penjarangan, pembebasan, pengayaan jenis flora dan fauna, pemupukan, pemberian bahan organik, pengapuran, dan inokulasi mikroba maka diperlukan biaya sebesar Rp 40.500.000,-/tahun. Biaya menghidupkan fungsi tata air hutan dan lahan tersebut setiap tahunnya disetarakan minimal dengan biaya pembuatan reservoir.

$$\text{CHTA} = \text{KA} \times \text{BCR (Rp/ha)} \times 100 \text{ tahun} \times \text{LA} \times \text{IHK1} / \text{IHK}$$

- CHTA : Biaya menghidupkan fungsi tata air (Rp/m³)
BHTA : Tahun dasarbiaya menghidupkan tata air Rp 40.500.000,- (1999)
LA : Lahan yang hilang/tidak berfungsi karena dirusak (ha)
KA : Kadar air m³/401m³ per ha
IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
IHK : Indeks harga tahun dasar(tahun 1999)

2) Biaya pengaturan tata air

Biaya pengaturan tata air didasarkan kepada manfaat air (nilai ekonomi) dalam ekosistem daerah aliran sungai (DAS) adalah sebesar Rp 22.810.000,- /ha.

$$\text{CTA} = \text{BTA (Rp/ha)} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

- CTA : Biaya pengaturan tata air
BTA : Tahun dasarbiaya pengaturan tata air (Rp 22.810.000,-)
IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
IHK : Indeks harga tahun dasar(tahun 1999)

3) Biaya pengendalian erosi dan limpasan

Biaya pengendalian erosi dan limpasan dalam daerah aliran sungai (DAS) sebesar Rp 6.000.000,-/ha

$$\text{CEL} = \text{BEL (Rp/ha)} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

- CEL : Biaya erosi dan limpasan
- BEL : Biaya erosi dan limpasan tahun dasar(Rp 6.000.000,-)
- IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
- IHK : Indeks harga tahun dasar

4) Biaya pembentukan tanah

Pembentukan tanah sebesar Rp 500.000,-/ha

$$CPT = BPT (Rp/ha) \times IHK1 / IHK \times LA$$

- CPT : Biaya pembentukan tanah
- BPT : Biaya pembentukan tanah tahun dasar(Rp 500.000,-/ha)
- IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
- IHK : Indeks harga tahun dasar

5) Biaya hilang unsur hara

Biaya hilangnya unsur hara akibat pertambangan Rp 4.610.000,-/ha

$$CUH = BUH (Rp/ha) \times IHK1 / IHK \times LA$$

- CUH : Biaya hilangnya unsur hara
- BUH : Tahun dasarbiaya hilangnya unsur hara (Rp 4.610.000,-)
- IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
- IHK : Indeks harga tahun dasar

6) Biaya fungsi pengurai limbah

Biaya hilangnya fungsi pengurai limbah yaitu sebesar Rp 435.000,-

$$CPL = BPL (Rp/ha) \times IHK1 / IHK \times LA$$

- CPL : Biaya fungsi pengurai limbah
- BPL : Tahun dasarbiaya pengurai limbah (Rp 435.000,-/ha)
- IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
- IHK : Indeks harga tahun dasar

7) Biaya pemulihan biodiversity

Biaya pemulihan biodiversity yaitu sebesar Rp 2.700.000,-/ha

$$CPB = BPBL \text{ (Rp/ha) } \times IHK1 / IHK \times LA$$

- CPB : Biaya pemulihan biodiversity
 BPL : Tahun dasarbiaya pemulihan biodiversity (Rp 2.700.000,-/ha)
 IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
 IHK : Indeks harga tahun dasar

8) Biaya pemulihan genetik

Biaya pemulihan genetik adalah sebesar Rp. 410.000,-/ ha

$$C \text{ gen} = B \text{ gen} \text{ (Rp/ha) } \times IHK1 / IHK \times LA$$

- CPB : Biaya pemulihan genetik
 BPL : Tahun dasarbiaya pemulihan genetik (Rp 410.000,-/ha)
 IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
 IHK : Indeks harga tahun dasar

9) Biaya pelepasan karbon

Biaya pelepasan karbon telah hilang karbon pada tanah hutan sebesar Rp 32.310.000,- /ha

$$C \text{ Car} = B \text{ Car} \text{ (Rp/ha) } \times LA \times IHK1 / IHK$$

- CPB : Biaya pelepasan carbon
 B Car : Tahun dasarbiaya pelepasan carbon (Rp 32.310.000,-/ha)
 IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
 IHK : Indeks harga tahun dasar(tahun 2003)

Total kerugian ekologis

$$CKEg = CHTA + CTA + CEL + CPT + CUH + CPL + CPB + Cgen + C \text{ car}$$

CKEg : Biaya total kerusakan ekologis

d. Kerugian Masyarakat

Kerugian masyarakat terdiri atas 3 hal yaitu:

- 1) Nilai emas, nikel, pasir besi, batu bara, bauksit, nikel, dan golongan galian C

$$CNE = KE \times KT \times 10^7 \text{ kG/ha} \times HE \times LA$$

- CNE : Biaya nilai emas
- KE : Kadar emas, nikel, pasir besi, batu bara, nikel (%)
- KT : Ketebalan tanah yang rusak (m)
- HE : Harga emas, nikel, pasir besi, batu bara, nikel tahun berjalan (Rp)

2) Hilangnya umur pakai lahan

Pada bagian kerusakan ekonomi ini terdapat parameter penting yang patut dipertimbangkan yaitu hilangnya umur pakai lahan selama 100 tahun, hal ini disebabkan pemulihan fungsi lahan ekologis hutan lindung (alam) memerlukan waktu sekitar 100 tahun, walaupun pada kenyataan secara umum tidak akan kembali.

pada 1 ha tanah nilai pakai lahan ekonomi sebesar Rp. 32.000.000,- /ha

$$\text{CUPL} = 100 \times \text{BUPL} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

- CUPL : Biaya hilangnya umur pakai lahan
- BUPL : Base line biaya hilangnya umur pakai lahan (Rp 32.000.000/ha)
- IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
- IHK : Indeks harga tahun dasar(tahun 2002)

3) Hilangnya nilai tanah

Pada kegiatan pertambangan emas tertutup terdapat tanah yang hilang pada kawasan ekosistem (tanah dan hutan) dimana nilai ekonomi tanah yang hilang sebesar Rp. 50.000 /m³

$$\text{CNT} = \text{NL} \times \text{IHK1} / \text{IHK2004} \times \text{VTH}$$

- CNT : Biaya hilangnya umur pakai lahan
- NL : Base line nilai tanah Rp 50.000,-/m³
- VTH : Volume tanah yang hilang (m³)
- IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
- IHK : Indeks harga tahun dasar(tahun 2004)

Total biaya kerugian ekonomi akibat kerusakan lingkungan akibat pertambangan Emas, Pasir Besi, Batubara, Nikel, Bauksit, galian golongan C pada Lahan, Kawasan Lindung, Kawasan Hutan dan Kawasan Konservasi

$$\text{CKEk} = \text{CNE} + \text{CUPL} + \text{CNT}$$

- CKEk : Biaya total kerusakan ekonomi

e. Biaya Pemulihan Lingkungan

Biaya pemulihan untuk mengaktifkan fungsi lingkungan yang hilang adalah penjumlahan penyediaan air melalui pembangunan reservoir, pengendalian erosi dan limpasan, pendaur ulang unsur hara, pengurai limbah, keragaman biodiversity, sumberdaya genetik dan pelepasan karbon.

$$\text{CPEg} = \text{CR} + \text{CEL} + \text{CPT} + \text{CUH} + \text{CPL} + \text{CPB} + \text{Cgen} + \text{C car}$$

CPEg : Biaya total pemulihan lingkungan

CR : Biaya pembuatan reservoir Rp 40.500.000,-/ha

Jumlah Total Kerugian Akibat Kerusakan Lingkungan Dari Kegiatan Pertambangan Emas, Pasir Besi, Batubara, Nikel, Bauksit, galian golongan C pada Lahan, Kawasan Lindung, Kawasan Hutan dan Kawasan Konservasi yaitu:

$$\text{CTGC} = \text{CKEg} + \text{CKEk} + \text{CPEg}$$

7. Kerusakan Lingkungan Akibat Perambahan Lahan Dan Hutan Pada Kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS), Kawasan Lindung, Kawasan Hutan Dan Kawasan Konservasi.

CONTOH:

Konsep ganti kerugian pada kasus Kerusakan Lingkungan akibat Perambahan Lahan dan hutan pada Kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan lindung, kawasan hutan dan kawasan konservasi menggunakan Pendekatan Berdasarkan Prinsip Biaya Penuh (*Full Cost Principle*): *Tahun dasar Approach* (BA) yang dimodifikasi, adapun komponen ganti rugi meliputi 3 komponen yaitu biaya kerugian ekologis, biaya kerugian ekonomi dan biaya pemulihan ekologis.

a. Kerugian Lingkungan

Untuk kasus Kerusakan Lingkungan akibat Perambahan Lahan dan hutan pada Kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan lindung, kawasan hutan dan kawasan konservasi yang berakibat pada kerusakan ekologis yaitu:

1) Biaya Menghidupkan Fungsi Tata Air

Biomassa dan fungsi hutan dan lahan yang mengalami kerusakan dapat dipulihkan melalui kegiatan rehabilitasi dan restorasi lahan dan hutan selama 100 tahun. Guna menghidupkan fungsi hidroorologis hutan dan lahan yang mengalami kerusakan seperti sediakala maka diperlukan kegiatan rehabilitasi lahan, pengembalian lapisan tanah (*sub soil* dan *top soil*), penanaman jenis endemik, pemeliharaan, penjarangan, pembebasan, pengayaan jenis flora dan fauna, pemupukan, pemberian bahan organik, pengapuran, dan

inokulasi mikroba maka diperlukan biaya sebesar Rp 40.500.000,-/tahun. Biaya menghidupkan fungsi tata air lahan dan hutan tersebut setiap tahunnya disetarakan minimal dengan biaya pembuatan reservoir.

$$\text{CHTA} = \text{KA} \times \text{BCR (Rp/ha)} \times 100 \text{ tahun} \times \text{LA} \times \text{IHK1} / \text{IHK}$$

- CHTA : Biaya menghidupkan fungsi tata air (Rp/m³)
 BHTA : Tahun dasar biaya menghidupkan tata air Rp 40.500.000,- (1999)
 LA : Lahan yang hilang/tidak berfungsi karena dirusak (ha)
 KA : Kadar air m³/401m³ per ha
 IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
 IHK : Indeks harga tahun dasar (tahun 1999)

2) Biaya pengaturan tata air

Biaya pengaturan tata air didasarkan kepada manfaat air (nilai ekonomi) dalam ekosistem daerah aliran sungai (DAS) adalah sebesar Rp 22.810.000,- /ha.

$$\text{CTA} = \text{BTA (Rp/ha)} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

- CTA : Biaya pengaturan tata air
 BTA : Tahun dasar biaya pengaturan tata air (Rp 22.810.000,-)
 IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
 IHK : Indeks harga tahun dasar (tahun 1999)

3) Biaya pengendalian erosi dan limpasan

Biaya pengendalian erosi dan limpasan dalam daerah aliran sungai (DAS) sebesar Rp 6.000.000,-/ha

$$\text{CEL} = \text{BEL (Rp/ha)} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

- CEL : Biaya erosi dan limpasan
 BEL : Biaya erosi dan limpasan tahun dasar (Rp 6.000.000,-)
 IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
 IHK : Indeks harga tahun dasar

4) Biaya pembentukan tanah

Pembentukan tanah sebesar Rp 500.000,-/ha

$$\text{CPT} = \text{BPT (Rp/ha)} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

- CPT : Biaya pembentukan tanah
 BPT : Biaya pembentukan tanah tahun dasar (Rp 500.000,-/ha)

IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan

IHK : Indeks harga tahun dasartahun dasar

5) Biaya hilang unsur hara

Biaya hilangnya unsur hara akibat penambangan emas Rp 4.610.000,-/ha

$$\text{CUH} = \text{BUH (Rp/ha)} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

CUH : Biaya hilangnya unsur hara

BUH : Tahun dasarbiaya hilangnya unsur hara (Rp 4.610.000,-)

IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan

IHK : Indeks harga tahun dasartahun dasar

6) Biaya fungsi pengurai limbah

Biaya hilangnya fungsi pengurai limbah yaitu sebesar Rp 435.000,-

$$\text{CPL} = \text{BPL (Rp/ha)} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

CPL : Biaya fungsi pengurai limbah

BPL : Tahun dasarbiaya pengurai limbah (Rp 435.000,- /ha)

IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan

IHK : Indeks harga tahun dasar

7) Biaya pemulihan biodiversity

Biaya pemulihan biodiversity yaitu sebesar Rp 2.700.000,-/ha

$$\text{CPB} = \text{BPBL (Rp/ha)} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

CPB : Biaya pemulihan biodiversity

BPL : Tahun dasarbiaya pemulihan biodiversity (Rp 2.700.000,- /ha)

IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan

IHK : Indeks harga tahun dasar

8) Biaya pemulihan genetik

Biaya pemulihan genetik adalah sebesar Rp. 410.000,-/ ha

$$\text{C gen} = \text{B gen (Rp/ha)} \times \text{IHK1} / \text{IHK} \times \text{LA}$$

CPB : Biaya pemulihan genetik

BPL : Tahun dasarbiaya pemulihan genetik (Rp 410.000,- /ha)

IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
IHK : Indeks harga tahun dasar

9) Biaya pelepasan karbon

Biaya pelepasan karbon telah hilang karbon pada tanah hutan sebesar Rp 32.310.000,- /ha

$$C_{Car} = B_{Car} \text{ (Rp/ha)} \times LA \times IHK1 / IHK$$

CPB : Biaya pelepasan carbon
B Car : Tahun dasar biaya pelepasan carbon (Rp 32.310.000,-/ha)
IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
IHK : Indeks harga tahun dasar (tahun 2003)

Total kerugian ekologis

$$CKEg = CHTA + CTA + CEL + CPT + CUH + CPL + CPB + Cgen + C_{car}$$

CKEg : Biaya total kerusakan ekologis

b. Kerugian Masyarakat

Biaya kerugian masyarakat terdiri atas 2 hal yaitu :

1) Nilai kayu (*biomassa*)

Biaya nilai kayu (*biomassa*) Rp 3.300.000,-/m³

$$CNK = VH \times \text{Rp } 3.300.000,-/\text{m}^3$$

CNK : Biaya nilai kayu
KE : Volume hutan yang dirambah

2) Hilangnya umur pakai lahan

Pada bagian kerusakan ekonomi ini terdapat parameter penting yang patut dipertimbangkan yaitu hilangnya umur pakai lahan selama 100 tahun, hal ini disebabkan pemulihan fungsi lahan dan ekologis hutan memerlukan waktu sekitar 100 tahun, walaupun pada kenyataan secara umum tidak akan kembali. Pada 1 ha tanah nilai pakai lahan ekonomi sebesar Rp. 32.000.000,- /ha

$$CUPL = 100 \times BUPL \times IHK1 / IHK \times LA$$

CUPL : Biaya hilangnya umur pakai lahan
 BUPL : Base line biaya hilangnya umur pakai lahan (Rp
 32.000.000/ha)
 IHK1 : Indeks harga pada tahun terjadi kerusakan
 IHK : Indeks harga tahun dasar (tahun 2002)

$$\text{CKEk} = \text{CKNK} + \text{CUPL}$$

c. Biaya Pemulihan Ekologis

Biaya pemulihan untuk mengaktifkan fungsi ekologis yang hilang adalah penjumlahan penyediaan air melalui pembangunan reservoir, pengendalian erosi dan limpasan, pendaur ulang unsur hara, pengurai limbah, keragaman biodiversity, sumberdaya genetik dan pelepasan karbon

$$\text{CPEg} = \text{CR} + \text{CEL} + \text{CPT} + \text{CUH} + \text{CPL} + \text{CPB} + \text{Cgen} + \text{C car}$$

CPEg : Biaya total pemulihan ekologis
 CR : Biaya pembuatan reservoir Rp 40.500.000,-/ha

Biaya total ganti rugi Kerusakan Lingkungan akibat Perambahan Lahan dan hutan pada Kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan lindung, kawasan hutan dan kawasan konservasi yaitu:

$$\text{CTGC} = \text{CKEg} + \text{CKEk} + \text{CPEg}$$

8. Pencemaran Lingkungan Akibat Kerusakan Lingkungan

CONTOH:

Kerusakan Lahan atau Tanah akibat Pencemaran Tanah

a. Kerusakan Ekologis

1) Biaya Menghidupkan Tata Air

Biomassa dan fungsi hutan yang mengalami kerusakan dapat dipulihkan melalui kegiatan rehabilitasi dan restorasi lahan dan hutan selama 100 tahun. Guna menghidupkan fungsi hidroorologis hutan yang mengalami kerusakan seperti sediakala maka diperlukan kegiatan rehabilitasi lahan, pengembalian lapisan tanah (*sub soil* dan *top soil*), penanaman jenis endemik, pemeliharaan, penjarangan, pembebasan, pengayaan jenis flora dan fauna, pemupukan, pemberian bahan organik, pengapuran, dan inokulasi mikroba maka diperlukan biaya sebesar Rp 40.500.000,-/tahun. Biaya menghidupkan fungsi tata air hutan dan lahan tersebut setiap tahunnya disetarakan minimal dengan biaya pembuatan reservoir.

Untuk kawasan hutan dan tanah yang rusak akibat pencemaran dari landfill seluas 5 ha , biaya menghidupkan tata air adalah = $5 \text{ ha} \times \text{Rp } 40.500.000,-/\text{ha} \times 100 \text{ th} = \text{Rp } 20.250.000.000,-$

2) Pengaturan Tata Air

Biaya pengaturan tata air didasarkan kepada manfaat air dalam ekosistem daerah aliran sungai (DAS) atau lahan adalah Rp 22.810.000,-, sehingga biaya yang harus dikeluarkan untuk pengaturan tata air sebesar untuk luas 5 ha dengan asumsi perbaikan tegakan selama 100 tahun sebesar = $5 \text{ ha} \times \text{Rp } 22.810.000,- \times 100 \text{ th} = \text{Rp } 11.405.000.000,-$

3) Pengendalian Erosi dan Limpasan

Biaya pengendalian erosi dan limpasan akibat pencemaran dari landfill dengan pembuatan teras dan rorak yaitu sebesar Rp 6.000.000 per ha. Biaya yang dibutuhkan untuk pengendalian erosi dan limpasan seluas 5 ha adalah: $5 \text{ ha} \times \text{Rp } 6.000.000,-/\text{ha} = \text{Rp } 30.000.000,-$

4) Pembentukan Tanah

Biaya pembentukan tanah akibat rusak karena perusakan yaitu sebesar Rp 500.000,-/ha.
Biaya yang dibutuhkan untuk pembentukan tanah seluas 5 ha yang rusak akibat pencemaran adalah: $5 \text{ ha} \times \text{Rp } 500.000/\text{ha} = \text{Rp } 2.500.000,-$

5) Pendaaur Ulang Unsur Hara

Biaya pendaaur ulang unsur hara yang hilang akibat perusakan tanah yaitu sebesar Rp 4.610.000 per ha.
Biaya untuk pendaaur ulang unsur hara seluas 5 ha dibutuhkan dana sebesar : $5 \text{ ha} \times \text{Rp } 4.610.000 = \text{Rp } 23.050.000,-$

6) Pengurai Limbah

Biaya pengurai limbah yang hilang karena kerusakan lahan yaitu sebesar Rp 435.000 per ha.
Biaya yang dibutuhkan untuk pengurai limbah seluas 5 ha adalah : $5 \text{ ha} \times \text{Rp } 435.000,-/\text{ha} = \text{Rp } 2.175.000,-$

7) Keanekaragaman Hayati

Akibat rusaknya lahan karena pencemaran dari landfill maka tidak sedikit keanekaragaman hayati yang hilang untuk itu biaya yang dibutuhkan untuk memulihkan keanekaragaman hayati yaitu sebesar Rp 2.700.000,- per ha. Lahan yang

dibutuhkan memulihkan keanekaragaman hayati seluas 5 ha sebesar : 5 ha x Rp 2.700.000,- = Rp 13.500.000,-

8) Sumberdaya Genetik

Biaya pemulihan akibat hilangnya sumberdaya genetik adalah sebesar Rp 410.000,- per ha, sehingga untuk lahan seluas 5 ha biaya yang dibutuhkan untuk memulihkan sebesar: 5 ha x Rp 410.000,- = Rp 2.050.000,-

9) Pelepasan Karbon

Akibat adanya limpasan air limbah dari *landfill* telah terjadi kerusakan tanah hutan telah hilang karbon pada hutan atau tanah sebanyak 359 ton/ha, dan biaya yang dibutuhkan untuk pemulihan Rp 90.000,- per ton per ha. Untuk itu biaya yang dikeluarkan seluas 5 ha adalah sebagai berikut: 5 ha x 359 ton/ha x Rp 90.000,-/ton = Rp 161.550.000,-

b. Kerusakan Ekonomi

Pada bagian kerusakan ekonomi ini terdapat parameter penting yang patut dipertimbangkan yaitu hilangnya umur pakai lahan selama 100 tahun. Untuk itu seandainya lahan tersebut digunakan untuk budidaya pada 1 ha tanah hutan Rp 32.000.000,- / ha.

Kerugian ekonomi dalam 5 ha selama 100 tahun yaitu : 5 ha x Rp 32.000.000,-/ha x 100 tahun = Rp 16.000.000.000,-

c. Kerusakan tidak ternilai (inmaterial)

Kerusakan tidak ternilai adalah kerusakan yang terjadi namun sangat sulit untuk dikuantifikasikan, sehingga dinyatakan dalam bentuk kualitatif saja. Kerusakan inmaterial yang dimaksud adalah adanya pernyataan negara lain bahwa Indonesia sebagai negara perusak lingkungan.

Dalam upaya memulihkan lahan kawasan hutan karena pencemaran menurut fungsinya karena kawasan hutan tersebut harus dipulihkan. Meskipun kegiatan tersebut sebenarnya mustahil untuk mengembalikan seperti sediakala.

Biaya pemulihan untuk mengaktifkan fungsi ekologi yang hilang adalah:

| No | Uraian Kegiatan | Biaya |
|----|---------------------------------------|--------------------|
| 1. | Biaya menghidupkan tata air | Rp. 20.250.000.000 |
| 2. | Biaya pengendalian limpasan dan erosi | Rp. 30.000.000 |
| 3. | Biaya pembentukan tanah | Rp. 2.500.000 |
| 4. | Biaya pendaur ulang unsur hara | Rp. 23.050.000 |
| 5. | Biaya pengurai limbah | Rp. 2.175.000 |
| 6. | Biaya keanekaragaman hayati | Rp. 13.000.000 |
| 7. | Biaya sumberdaya genetik | Rp. 2.050.000 |
| 8. | Biaya pelepasan karbon | Rp. 161.550.000 |
| | Total | Rp. 20.484.825.000 |

Sehingga total yang biaya kerugian dalam kasus perusakan kawasan hutan akibat pencemaran landfill adalah:

| | |
|----------------------|---------------------|
| 1) Kerusakan Ekologi | Rp 31.889.825.000,- |
| 2) Kerusakan Ekonomi | Rp 16.000.000.000,- |
| 3) Pemulihan Ekologi | Rp 20.484.825.000,- |

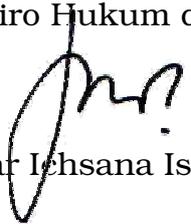
Total kerugian perusakan Rp 67.374.650.000,-
(Enam puluh tujuh milyar tiga ratus tujuh puluh empat juta enam ratus lima puluh ribu rupiah).

MENTERI NEGARA
LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

BALTHASAR KAMBUAYA

Salinan sesuai dengan aslinya
Kepala Biro Hukum dan Humas,


Inar Ihsana Ishak