



PEDOMAN PENYUSUNAN LAPORAN PENILAIAN DAUR HIDUP (LCA)



Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
September 2021



Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup (LCA)

Pengarah

Ir. Sigit Reliantoro, MSc - *Plt. Direktur Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*

Editor

- Ir. Sigit Reliantoro, MSc - *Plt. Direktur Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*
- Jessica Hanafi, PhD - *ProLCAS*

Tim Penyusun

- Jessica Hanafi, S.T., MEngSc, PhD – *ProLCAS*
- Prof. Ir. Joni Hermana, MScES, PhD – *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*
- Dr. Kiman Siregar – *ILCAN*
- Dr. drh. Ellyna Chairani, MA – *Universitas Indonesia*
- Muhamad Mufti Azis, S.T., MSc, PhD – *Universitas Gadjah Mada*
- Aditya Prana Iswara, S.T., MSc – *Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya*
- Joni Safaat Adiansyah, PhD – *Universitas Muhammadiyah Mataram*
- Dr. Rahmat Pramulya – *Universitas Teuku Umar*
- Arief Ameir Rahman Setiawan, MEng – *LIPI*
- Drs. FX Guruh Rusdiyanto – *ProLCAS*
- Dra. Yosephine D.M.W., MKKK – *ProLCAS*
- Arif Syafrudin, S.T., M.Si – *ProLCAS*
- Anita Putri Ayu, S.T., M.Si – *ProLCAS*
- David Adiwijaya, BCom, MCom – *ProLCAS*

Tim Sekretariat

Fitri Harwati, Bekti Budhi Rahayu, Rion Evrian Adiwana, Erlangga Wahyu

Diterbitkan oleh

© Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan,
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI

Edisi pertama, September 2021

Dilarang mengumumkan, mendistribusikan, mengomunikasikan, dan/atau menggandakan sebagian atau seluruh isi buku ini untuk tujuan komersil tanpa izin tertulis dari KLHK

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas rahmat dan ridho-Nya sehingga buku Pedoman Penyusunan Laporan Penilaian Daur Hidup (*Life Cycle Assessment, LCA*) ini dapat diselesaikan.

Pedoman ini diharapkan menjadi rujukan atau referensi dalam menyusun laporan Penilaian Daur Hidup bagi entitas penyusun laporan khususnya bagi peserta Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup (PROPER) untuk memastikan agar laporan yang diajukan sesuai dengan standar dan komunikatif. Pedoman ini dikembangkan dengan maksud untuk menyusun kerangka laporan yang pragmatis, mengembangkan konsep laporan yang diharapkan dapat mendorong lebih banyak pelaku industri untuk mengomunikasikan potensi dampak lingkungan dari produk yang dihasilkan, mengembangkan sistem penilaian evaluasi laporan kajian LCA.

Panduan ini juga akan menjadi Pedoman bagi implementasi Penilaian LCA sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2021 tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup (PROPER). Tahapan dalam pedoman ini secara umum terbagi menjadi enam tahapan yaitu penetapan ruang lingkup, metode pelaksanaan LCA, Inventori daur hidup, pelaksanaan daur hidup, interpretasi daur hidup, kesimpulan dan rekomendasi.

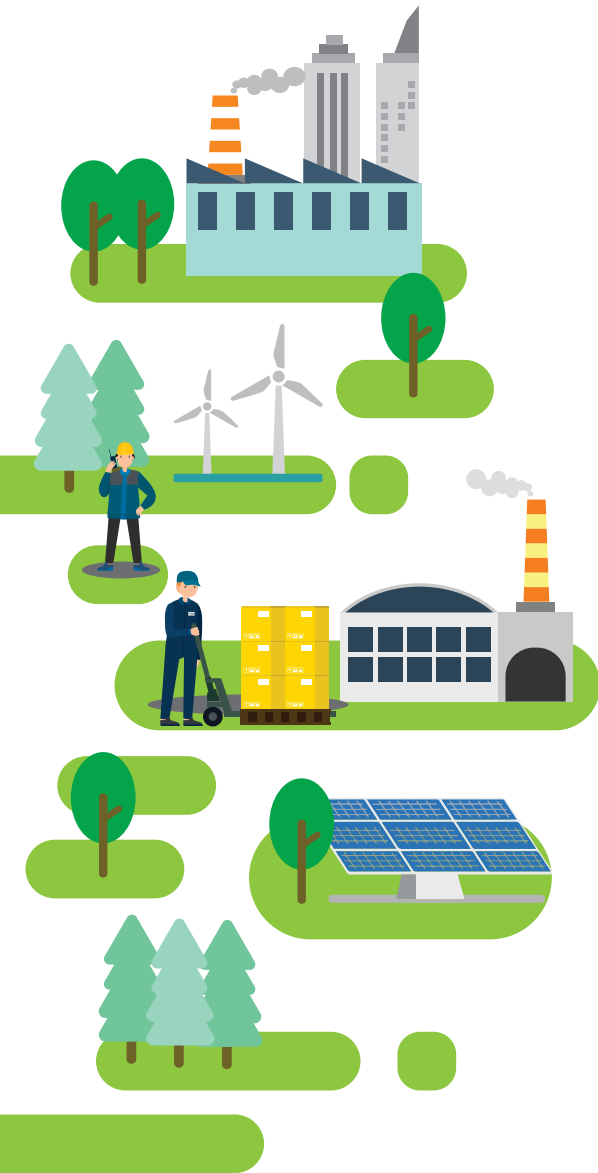
Terima kasih kami sampaikan kepada Tim Penyusun dan semua pihak yang telah berperan sehingga Pedoman ini dapat terwujud. Dengan senang hati, kami akan menerima saran dan masukan dari pengguna Pedoman ini untuk menyempurnakan Pedoman ini lebih lanjut. Semoga, Pedoman ini dapat memberikan manfaat bagi perusahaan atau entitas.

Wassalamualaikum wrwb.

Salam Lestari,
Plt. Dirjen Pengendalian Pencemaran
dan Kerusakan Lingkungan
Sigit Reliantoro

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
Penilaian Daur Hidup	1
Pedoman Penyusunan Laporan Eksekutif	3
Pedoman Penyusunan Laporan Teknis Umum	5
6	
1. Pendahuluan	7
2. Tujuan dan Lingkup	9
2.1 Tujuan Kajian	9
2.2 Lingkup LCA	13
3. Metode Pelaksanaan LCA	33
3.1 Standar atau Referensi yang Dirujuk	34
3.2 Metode Perhitungan yang Digunakan	35
3.3 Pemilihan Metode Penilaian Dampak	36
4. Inventori Daur Hidup	37
4.1 Deskripsi Kualitatif Unit Proses	38
4.2 Prosedur Pengumpulan Data	39
4.3 Sumber Literatur	40
4.4 Prosedur Perhitungan Data	41
4.5 Inventori Data	42
4.6 Validasi Data	46



5. Penilaian Dampak Daur Hidup	51
5.1 Prosedur Penilaian Dampak Daur Hidup (<i>Life Cycle Impact Assessment/LCIA</i>)	52
5.2 Kategori Dampak, Indikator Dampak, dan Hasil Penilaian Dampak Daur Hidup	52
5.3 Keterbatasan Hasil LCIA Relatif terhadap Tujuan dan Lingkup LCA	55
5.4 Analisis Keterkaitan LCIA dengan Tujuan dan Lingkup LCA	56
5.5 Analisis Keterkaitan LCIA dengan Hasil LCI	57
5.6 Pernyataan LCIA sebagai Ekspresi Relatif dan Tidak Memprediksi Dampak Kategori Endpoint	58
6. Interpretasi Daur Hidup	59
6.1 Identifikasi Isu Penting	60
6.2 Evaluasi Pemeriksaan Kelengkapan, Analisis Sensitivitas, Analisis Ketidakpastian dan Konsistensi	62
7. Kesimpulan, Keterbatasan dan Rekomendasi	64
Indeks Laporan	viii
Lampiran Rincian Inventori Daur Hidup	x
Lampiran Daftar Referensi Perangkat Lunak	xiii
Daftar Istilah	xiv
Daftar Singkatan	xvi
Daftar Pustaka	xvii



Daftar Tabel

Tabel 1	Contoh Riwayat Dokumen	6
Tabel 2	Contoh Persyaratan Kualitas Data	29
Tabel 3	Kategori Dampak, Indikator Kategori dan Metode Kategori Dampak yang Digunakan dalam Kajian	36
Tabel 4	Contoh Sumber Literatur	40
Tabel 5	Contoh Penulisan Sumber Data	40
Tabel 6	Ringkasan Inventori di Proses Inti Sesuai dengan Total dalam Periode Kajian dan Unit Fungsi	43
Tabel 7	Ringkasan Inventori Proses <i>Downstream</i>	44
Tabel 8	Contoh Data Sekunder Proses 1	44
Tabel 9	Contoh Ringkasan Pemeriksaan Kualitas Data Primer dan Sekunder untuk <i>Gate to Gate</i> beserta dengan Ketersediaan Datanya	47
Tabel 10	Contoh Ringkasan Persentase Data Spesifik dan Data Generik di Proses <i>Upstream</i> dan <i>Downstream</i> (Opsional)	49
Tabel 11	Panduan Kategori Dampak “Jejak Air”	54
Tabel 12	Contoh Tabel Karakterisasi Dampak berdasarkan Tahap Daur Hidup	54
Tabel 13	Contoh Ringkasan Kontribusi Penting dari Proses	60
Tabel 14	Contoh Ringkasan Kontribusi Penting dari Bahan	61
Tabel 15	Indeks Laporan	viii
Tabel 16	Subsistem 1: Peternakan Sapi untuk Menghasilkan 1.000 kg Susu	x
Tabel 17	Subsistem 2: Pabrik yoghurt untuk Menghasilkan 1.000 kg Yoghurt	xi

Daftar Gambar

Gambar 1 Kerangka Kerja Penilaian Daur Hidup	2
Gambar 2 Contoh Sistem Produk Sederhana	21
Gambar 3 Contoh Sistem Produk	21
Gambar 4 Contoh Sistem Produk Karton	22

Penilaian Daur Hidup

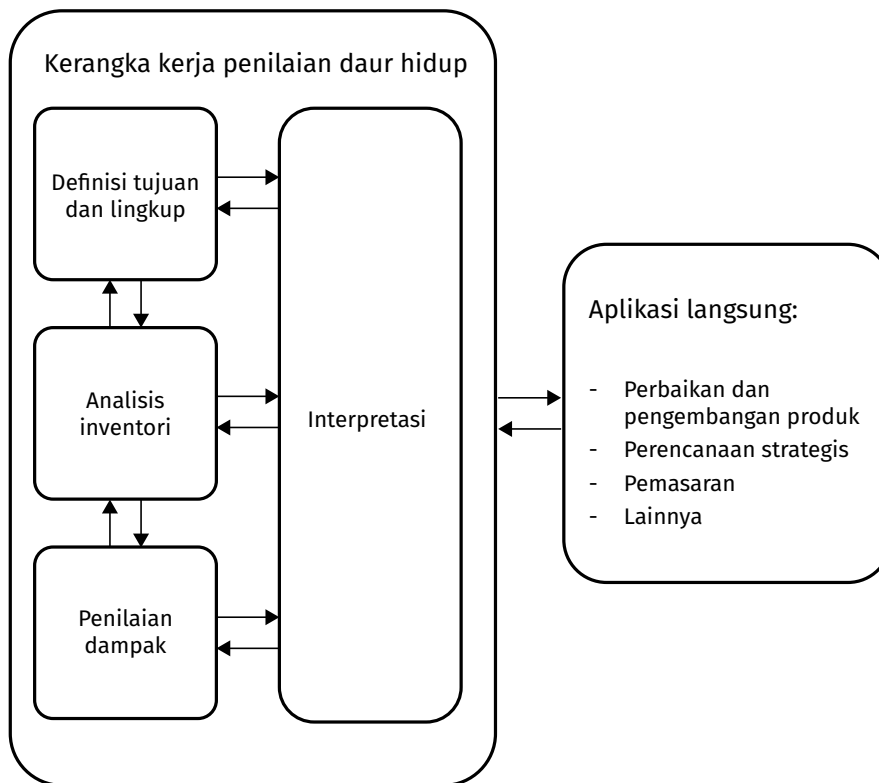
Penilaian Daur Hidup atau *Life Cycle Assessment* (LCA) berdasarkan SNI ISO 14040:2016 dan SNI ISO 14044:2017 merupakan kompilasi dan evaluasi masukan, keluaran dan dampak lingkungan potensial dari sistem produk di seluruh daur hidupnya. LCA merupakan pendekatan dari hulu ke hilir atau *cradle to grave* untuk menilai suatu sistem produk secara kuantitatif.

Dengan melakukan penilaian daur hidup, pengambil keputusan dapat mempunyai dasar yang berbasis data dan fakta dalam mengambil keputusan. LCA dapat digunakan mulai dari perancangan produk, pengembangan proses produksi yang lebih baik, inovasi produk dan proses, meningkatkan sistem manajemen lingkungan, pemilihan produk atau proses serta pemilihan pemasok, mengomunikasikan informasi lingkungan untuk produk yang dihasilkan oleh perusahaan, penetapan strategi perusahaan, sampai pengambilan keputusan untuk kebijakan dalam pemerintahan. LCA merupakan suatu alat ukur kuantitatif untuk pembangunan berkelanjutan.

Terdapat 7 prinsip LCA yang mendasar, yaitu persektif daur hidup, fokus lingkungan, pendekatan relatif dan unit fungsional, pendekatan iteratif, transparansi, bersifat komprehensif, dan prioritas pendekatan ilmiah. LCA dapat diaplikasikan untuk berbagai keperluan dari pemrakarsa. Dalam hal ini pedoman penyusunan pelaporan ini diharapkan dapat mengakomodasi kebutuhan penyusunan laporan untuk pelaporan PROPER sesuai dengan tujuan yang ditetapkan oleh organisasi atau pemrakarsa kajian LCA.

Kerangka kerja Penilaian Daur Hidup terdiri dari 4 tahap, yaitu Penentuan Tujuan dan Lingkup, Inventori Daur Hidup, Penilaian Dampak Daur Hidup, dan Interpretasi (Gambar 1). Penentuan tujuan dan lingkup penting dilakukan agar penilaian dampak lingkungan dari produk/jasa dapat konsisten.

Setelah menentukan tujuan dan lingkup kajian, tahap kedua adalah inventori daur hidup. Pada tahap ini dilakukan kompilasi dan kuantifikasi masukan dan keluaran dari produk sepanjang daur hidupnya. Masukan



Gambar 1 Kerangka Kerja Penilaian Daur Hidup
(Sumber: SNI ISO 14040:2016)

atau *input* terdiri dari bahan baku, bahan pendukung, air, energi, dan transportasi yang masuk ke dalam proses. Keluaran atau *output* terdiri dari produk, *by-product*, *co-product*, emisi udara, emisi ke air, dan tanah. Emisi yang dimaksud disini adalah senyawa yang dilepaskan ke lingkungan, baik ke udara, ke badan air, maupun ke tanah. Model, jenis data, proses perhitungan yang dilakukan dijelaskan di dalam tahap inventori daur hidup secara transparan.

Pada tahap penilaian dampak daur hidup, semua masukan dan keluaran pada tahapan inventori daur hidup dihubungkan dengan potensi dampak lingkungan untuk mengevaluasi besaran (*magnitude*) dan signifikansi potensi dampak lingkungan sistem produk sepanjang daur hidup produk yang dikaji. LCA menilai dampak lingkungan dari berbagai kategori dampak lingkungan, baik yang *midpoint* maupun yang *endpoint*. Setiap

kategori dampak lingkungan mempunyai indikator kategorinya masing-masing. Contoh: indikator kategori untuk dampak potensi pemanasan global adalah CO₂-ekuivalen. Hasil perhitungan dari penilaian dampak daur hidup adalah nilai karakterisasi.

Tahap terakhir dari LCA adalah tahap interpretasi. Pada tahap ini, pembahasan mengenai analisa hasil, analisa penyebab dampak, identifikasi isu penting, pengambilan kesimpulan, penjelasan keterbatasan kajian, rekomendasi dan evaluasi dilakukan secara transparan.

Rincian dari metode penilaian daur hidup dapat dilihat di SNI ISO 14040:2016 dan SNI ISO 14044:2017.

Pedoman Penyusunan Laporan Eksekutif

Laporan Eksekutif berisi rangkuman singkat yang mencakup poin-poin penting dalam kajian LCA sebagai berikut:

- a. Judul kajian
- b. Identitas pemrakarsa (identitas perusahaan dan kontak yang dapat dihubungi, misalnya alamat, situs web, email, telepon, dan lain-lain)
- c. Nama praktisi (ketua dan tim penyusun)
- d. Tanggal publikasi laporan
- e. Tujuan dilakukannya LCA
- f. Lingkup LCA:
 - i. Deskripsi produk yang dikaji
 - ii. Unit fungsi atau unit deklarasasi
 - iii. Batasan sistem (bisa dalam bentuk grafik)
 - iv. Jumlah produk dalam kajian LCA
 - v. Jika produk ada lebih dari satu, pilih beberapa produk (maksimal 5) yang hendak dijadikan fokus atau prioritas dalam laporan eksekutif ini
- g. Inventori daur hidup:
 - i. Neraca massa proses secara keseluruhan yang mencakup proses-proses utama. Disajikan dalam bentuk diagram proses, selaras dengan DRKPL, mencakup masukan keluaran utama proses, tidak perlu mencakup masukan keluaran rinci
 - ii. Ringkasan inventori data proses produksi (sistem proses). Disajikan dalam bentuk tabel
 - iii. Indikator kualitas data. Disajikan dalam bentuk persentase data primer dan sekunder untuk proses *gate to gate*
 - iv. Rangkuman sumber data sekunder yang digunakan, misalnya X% *database A*, Y% *database B*, Z% jurnal, literatur atau referensi lainnya

- h. Penilaian dampak daur hidup:
 - i. Kategori dampak
 - ii. Indikator kategori
 - iii. Metode penilaian dampak
 - iv. Hasil karakterisasi dampak lingkungan sesuai dengan kategori dampak
- i. Interpretasi hasil:
 - i. Analisis isu penting atau *hotspot* lingkungan
 - ii. Kesimpulan
 - iii. Rekomendasi utama
- d. Jika dilakukan tinjauan kritis, sebutkan pelaksana tinjauan kritis.

Jumlah halaman:

8 halaman, maksimum 10% dari jumlah halaman total (tidak termasuk lampiran). Jika ada lebih dari 1 produk yang dicakup dalam laporan, diizinkan maksimum 3 halaman tambahan per tambahan produk.

Catatan:

Laporan Eksekutif dapat berdiri sendiri atau disatukan dalam Laporan Teknis. Laporan Eksekutif dibuat semenarik mungkin, bentuk penyajian dapat dalam bentuk slides, teks ataupun bentuk lainnya yang dapat menarik pembaca, serta dapat digunakan untuk komunikasi publik.

Pedoman Penyusunan Laporan Teknis

Pedoman penyusunan laporan teknis penilaian daur hidup (LCA) mencakup tiga hal berikut:

a. Persyaratan

Persyaratan adalah instruksi wajib. Dalam pedoman ini, persyaratan disajikan dalam huruf tebal dan ditandai dengan kata 'harus'. Persyaratan harus dibaca dalam konteks rekomendasi dan panduan; namun, organisasi tidak diwajibkan untuk mematuhi rekomendasi atau panduan untuk menyatakan bahwa laporan telah disusun sesuai dengan panduan.

b. Rekomendasi

Rekomendasi adalah kasus ketika tindakan tertentu dianjurkan, tetapi tidak diwajibkan. Dalam teks ini, kata 'sebaiknya' menunjukkan rekomendasi.

c. Panduan

Panduan mencakup informasi latar belakang, penjelasan, dan contoh-contoh untuk membantu penyusun laporan agar lebih memahami persyaratan.



Persyaratan Pelaporan

- Versi Laporan dan riwayat dokumen
- Identitas pemrakarsa LCA (identitas perusahaan dan kontak yang dapat dihubungi, misalnya alamat, situs web, email, telepon, dll)
- Nama praktisi LCA (ketua dan tim penyusun)
- Tanggal publikasi laporan
- Pernyataan telah dilakukan sesuai standar yang ingin dirujuk
- Pernyataan bahwa dokumen dan data di dalamnya adalah untuk PROPER dan tidak bersifat publik. Penggunaan data adalah seizin perusahaan atau Sekretariat Proper.



Rekomendasi Pelaporan

Pernyataan bahwa dokumen dan data didalamnya digunakan sebagai bukti pendukung klaim produk jasa ramah lingkungan (label lingkungan tipe 1, 2 atau 3), jika terdapat klaim produk jasa ramah lingkungan



Panduan

Standar yang dirujuk harus konsisten dengan metode yang dinyatakan pada Bab 3.

Tabel 1 Contoh Riwayat Dokumen

Tanggal	Versi	Pemangku Kepentingan	Keterangan
2 April 2021	03.b	Perusahaan	Versi final
2 Mei 2021	04	Perusahaan	Versi perbaikan setelah tinjauan kritis
2 Juni 2021	05	Sekretariat PROPER	Versi <i>submit</i>

01

Pendahuluan



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal-hal berikut:

- a. Profil singkat perusahaan
- b. Latar belakang kajian, yang berisi alasan pelaksanaan kajian. Organisasi pelapor harus mengungkapkan alasan pelaksanaan kajian dengan jelas, ringkas dan lugas

Profil singkat dapat disajikan dalam 1-2 paragraf dan dapat menyertakan sumber informasi resmi profil perusahaan, misalnya di situs web atau media sosial lainnya.

Alasan pelaksanaan kajian dijabarkan untuk menjelaskan latar belakang kajian LCA. Alasan tersebut dapat dikaitkan dengan tujuan untuk pengembangan perusahaan, memenuhi kebutuhan pasar, mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan, atau pemenuhan persyaratan dari pemerintah.

Contoh alasan pelaksanaan kajian antara lain:

- a. Untuk peningkatan kinerja lingkungan secara keseluruhan (energi, emisi, air, beban pencemaran, dan lain-lain)
- b. Untuk perbaikan berkelanjutan pada perusahaan
- c. Sebagai persyaratan untuk ekspor produk ke luar negeri
- d. Dorongan permintaan pasar
- e. Jika untuk pemenuhan persyaratan dokumen hijau PROPER Nasional sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 1 tahun 2021 (Permen LHK No. 1/2021), dapat ditulis:

“Untuk melakukan penilaian dampak lingkungan (jejak lingkungan) dari proses produksi perusahaan guna memenuhi persyaratan dokumen hijau PROPER Nasional sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2021 tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup.”

02

Tujuan dan Lingkup

2.1 Tujuan Kajian



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut ini di dalam laporan:

- 2.1.1 Tujuan penerapan
- 2.1.2 Pihak yang dituju
- 2.1.3 Pernyataan komparatif yang ditujukan untuk disampaikan ke masyarakat



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Penyusunan dokumen LCA produk merupakan salah satu aspek penilaian dalam Dokumen Hijau PROPER 2021 (Permen LHK No. 1/2021) yang memuat dampak lingkungan dari sebuah aktivitas industri. Selain itu, dalam PROPER 2021, LCA juga diintegrasikan dengan upaya penurunan dampak lingkungan dalam pemanfaatan sumber daya yang memuat peningkatan kinerja lingkungan melalui efisiensi energi, penurunan emisi, pengurangan dan pemanfaatan limbah B3, pengolahan limbah non-B3 (termasuk pengolahan *reduce, reuse, recycle*), efisiensi air dan penurunan beban pencemar.

Penyelarasan diperlukan untuk sinkronisasi data dan dokumen lainnya sebagai bagian yang saling melengkapi dalam PROPER 2021. Ketiga persyaratan dalam tujuan kajian harus diungkapkan dalam laporan.

Ketiga persyaratan tersebut dijelaskan dalam sub bagian 2.1.1 sampai 2.1.3.

2.1.1 Tujuan Penerapan:



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus mengungkapkan tujuan penerapan dengan jelas, ringkas dan lugas, serta konsisten dengan alasan pelaksanaan kajian.



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Tujuan atau maksud penerapan harus konsisten dengan alasan pelaksanaan kajian. Pelaksanaan LCA dapat ditujukan untuk diterapkan dalam berbagai aplikasi, baik untuk pengembangan internal perusahaan, pengembangan kebijakan (baik dalam skala perusahaan, skala grup, atau skala nasional), untuk kebutuhan pasar dan lain-lain.

Tujuan dapat berupa:

- a. Melakukan identifikasi area perbaikan kinerja lingkungan hidup atau *hotspot* terkait dengan produk yang dihasilkan oleh perusahaan
- b. Melakukan identifikasi tahap daur hidup yang menyebabkan dampak paling penting
- c. Melakukan penilaian dampak lingkungan sebagai basis (*baseline*).
- d. Melakukan penilaian dampak lingkungan atau jejak lingkungan
- e. Mengomunikasikan hasil LCA kepada publik dalam bentuk label lingkungan
- f. Memberikan informasi berbasis data untuk pengambilan keputusan

2.1.2 Pihak yang Dituju



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyebutkan pihak yang dituju, antara lain:

- a. Internal perusahaan; dan/atau
- b. Para pemangku kepentingan; dan/atau
- c. Pemerintah, atau secara spesifik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan



Rekomendasi Pelaporan

Pihak yang dituju dapat ditambahkan di luar dari kategori yang disebutkan di dalam persyaratan, jika relevan.



Panduan

Pihak yang dituju merupakan pemangku kepentingan atau pengguna laporan. Penulisan dapat disajikan dalam daftar (*bullet points*).

Laporan yang ditujukan kepada pemerintah dapat disertai dengan tinjauan kritis. Tinjauan kritis adalah opsional. Perusahaan mempunyai pilihan untuk melakukan atau tidak melakukan tinjauan kritis. Lihat panduan tinjauan kritis (2.2.13).

2.1.3 Pernyataan Komparatif yang Ditujukan Untuk Disampaikan ke Masyarakat



Persyaratan Pelaporan

Jika organisasi hendak menggunakan kajian sebagai laporan internal atau dengan kata lain tidak dipublikasikan ke pihak eksternal, organisasi pelapor harus menyatakan informasi berikut:

“Kajian ini tidak ditujukan sebagai pernyataan komparatif untuk disampaikan kepada masyarakat”



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Pernyataan komparatif dilakukan pada saat suatu produk hasil organisasi pelapor dibandingkan secara langsung dengan produk lain pada laporan yang sama untuk menyatakan keunggulan.

Tujuan utama pelaksanaan LCA dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup adalah untuk mengidentifikasi isu penting dan perbaikan berkelanjutan maka kajian ini tidak ditujukan sebagai pernyataan komparatif yang akan disampaikan kepada masyarakat, sesuai dengan Permen LHK No. 1/2021 Lampiran III. Dengan alasan tersebut, organisasi pelapor menyatakan dalam laporan bahwa kajian tidak ditujukan sebagai pernyataan komparatif untuk disampaikan ke masyarakat.

2.2 Lingkup LCA



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut:

- 2.2.1 Sistem produk, fungsi sistem produk, fungsi produk
- 2.2.2 Unit fungsi atau unit deklarasi dan aliran acuan
- 2.2.3 Batasan sistem beserta alasan pemilihan batasan sistem
- 2.2.4 Kriteria *cut-off*
- 2.2.5 Prosedur alokasi
- 2.2.6 Pengumpulan data inventori
- 2.2.7 Asumsi
- 2.2.8 Keterbatasan kajian (*Limitation*)
- 2.2.9 Persyaratan kualitas data
- 2.2.10 Perlakuan atas data yang hilang
- 2.2.11 Pernyataan cakupan interpretasi dan format laporan
- 2.2.12 Tinjauan kritis, jika dilakukan (ISO/TS 14071)



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Mengikuti SNI ISO 14040 dan SNI ISO 14044. Penjelasan ada di subbagian 2.2.1 sampai 2.2.12.

2.2.1 Sistem Produk dan Fungsi Sistem Produk



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut:

- a. Penjelasan sistem produk yang dikaji
- b. Fungsi dari sistem produk
- c. Fungsi dari produk



Rekomendasi Pelaporan

Fungsi dari produk dapat termasuk pernyataan karakteristik kinerja produk.



Panduan

Penjelasan mengenai sistem produk yang dikaji mendeskripsikan proses pembuatan produk secara umum berdasarkan perspektif daur hidupnya sehingga pembaca dapat memahami secara garis besar tahap daur hidup yang terjadi dan sistem produk yang dikaji secara spesifik. Informasi fungsi dari sistem produk menjelaskan kegiatan untuk menghasilkan produk. Jika produk mempunyai berbagai aplikasi di hilir dapat dijelaskan secara umum.

Pernyataan karakteristik kinerja misalnya menjelaskan kinerja dari suatu produk. Contoh: kursi dapat menahan beban sampai 150 kg.

Contoh:

- a. Fungsi sistem produk adalah untuk menghasilkan listrik dari sumber energi gas alam. Sistem produk adalah dimulai dari ekstraksi gas alam dari sumur, pengolahan gas, distribusi melalui pipa ke pembangkit listrik. Proses pembangkitan listrik dilakukan dengan menggunakan teknologi *combined-cycle*. Listrik disalurkan ke PLN untuk kemudian didistribusikan ke masyarakat.
- b. Fungsi dari sebuah sistem produk yang dikaji adalah penggunaan domestik dari rata-rata produk kemasan bergelombang (*corrugated paper*) di Amerika Serikat yang umumnya digunakan sebagai kemasan sekunder untuk pengiriman produk.

2.2.2 Unit Fungsi atau Unit Deklarasi dan Aliran Acuan

2.2.2.1 Unit Fungsi atau Unit Deklarasi



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut:

- Definisi unit fungsi atau unit deklarasi dari produk yang dikaji
- Unit fungsi atau unit deklarasi yang konsisten dengan tujuan dan lingkup
- Unit fungsi dinyatakan sebagai hasil pengukuran kinerja



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Berikut ini merupakan contoh unit fungsi:

- Menyimpan dan mengemas air minum dengan ukuran 1 liter dengan informasi produk untuk konsumen
- 1 unit bohlam untuk menyediakan cahaya 1000 lumen selama 1 tahun (Elijošiutė et al., 2012)
- Unit fungsi didefinisikan sebagai: "Penggunaan domestik dari 1 kg rata-rata produk kemasan bergelombang (*corrugated board*) AS di tahun 2014 (NCASI, 2017).

Dapat dinyatakan sebagai unit fungsi atau unit deklarasi.

Unit yang dideklarasikan digunakan dimana fungsi dan skenario acuan untuk seluruh daur hidup tidak dapat dinyatakan (BSN, 2018).

Berdasarkan SNI ISO/TS 14027, **definisi unit deklarasi** adalah kuantitas produk yang digunakan sebagai *unit acuan dalam deklarasi lingkungan Tipe III* atau komunikasi jejak, berdasarkan satu *modul informasi* atau lebih.

Contoh unit deklarasi:

- 1 kg baja primer
- 1 m³ minyak mentah (BSN, 2018)
- Untuk jasa, unit fungsi dapat berupa per penerima manfaat. Misalnya: unit fungsi adalah 1 pasien rumah sakit.

2.2.2.2 Aliran Acuan



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan aliran acuan sesuai dengan unit fungsi



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Aliran acuan merupakan ukuran keluaran dari proses dalam sistem produk yang diperlukan untuk memenuhi fungsi yang dinyatakan dengan unit fungsi. Aliran acuan dapat berupa total produksi dalam periode kajian.

Contoh:

- Aliran acuan pada produksi listrik: 1 kWh yang diproduksi berdasarkan intensitas produksi 1 tahun pada tahun 2019, dengan total produksi sebesar XX MWh
- Aliran acuan pada proses produksi batu bara adalah: 1 kg batubara dengan net *calorific value* sebesar 6.322 kkal/kg
- Aliran acuan untuk air dalam kemasan =
$$\frac{\text{berat kemasan botol} + \text{berat tutup} + \text{berat label}}{\text{jumlah penggunaan}} + \text{berat air}$$
- Aliran acuan untuk unit fungsi pemenuhan kebutuhan air minum dalam 1 hari (2L) = jumlah botol air yang dikonsumsi (2000/600 ml).

Jumlah botol sekali pakai yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut = berat kemasan botol + berat kemasan tutup + berat air

2.2.3 Batasan Sistem Kajian



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyajikan hal-hal berikut ini di dalam laporan:

- a. Alasan pemilihan batas sistem
- b. Penjelasan singkat sistem produk berisi batasan sistem kajian yang dilakukan. Batasan sistem dapat dipilih salah satu di bawah ini, antara lain:
 - i. *Cradle to Gate*
 - ii. *Cradle to Grave*
 - iii. *Gate to Grave*
 - iv. *Gate to Gate*
- c. Informasi masukan dan keluaran yang terdapat pada batasan sistem



Rekomendasi Pelaporan

- a. *Gate to gate* tidak disarankan dalam kajian. Sebaiknya menggunakan inventori generik untuk memenuhi data *cradle* atau di hulu. Inventori generik dapat berupa *database*, jurnal, literatur dan referensi lainnya
- b. Jika melakukan kajian *gate to gate*, sebaiknya dijelaskan keseluruhan sistem dan bagian sistem yang merupakan *gate to gate* agar terdapat transparansi dan pengguna informasi dapat menggunakan informasi sesuai kebutuhannya
- c. *Gate to grave* misalnya digunakan untuk sistem pengolahan limbah atau pendaur ulang
- d. Batasan sistem dapat mengikuti Aturan Kategori Produk yang sudah tersedia, baik secara nasional atau internasional, atau yang disepakati oleh asosiasi



Panduan

Mengacu kepada Permen LHK No. 1/2021 tentang PROPER, lingkup proses yang dinilai adalah *cradle to grave*, *cradle to gate* dan *gate to gate*. Asosiasi industri perlu menyepakati model batasan sistem, fungsi dari sistem produk, unit fungsi dan kriteria *cut-off* yang dinilai, pilihan prosedur alokasi dan kategori dampak yang dipilih atau menggunakan referensi Aturan Kategori Produk (*Product Category Rules/PCR*) yang sudah ada, secara nasional atau internasional.

Contoh penjelasan keseluruhan sistem dan batas sistem pada *gate to gate* untuk transparansi informasi:

Organisasi produsen roda mobil menggunakan batasan sistem *gate to gate*. Organisasi menyebutkan bahwa *input* atau masukan untuk membuat roda adalah karet, baut, besi, dsb. Batasan *gate* hanya berlaku untuk bahan baku karet saja, sementara bahan baku yang lain menggunakan menggunakan batasan *cradle*. Sehingga pengguna informasi dapat menambahkan sendiri informasi lingkungan terkait karet untuk perhitungan LCA yang komprehensif.

Istilah lain yang sering digunakan untuk menjelaskan *cradle*, *gate* dan *grave* adalah **upstream** atau hulu, **core** atau inti, dan **downstream** atau hilir. Istilah ini sering digunakan pada Aturan Kategori Produk (PCR).

- a. Hulu atau *cradle* merupakan proses yang terjadi sebelum bahan baku masuk ke proses inti dari organisasi, antara lain ekstraksi dan produksi bahan baku, produksi sumber energi dan lainnya.
- b. Inti atau *gate* merupakan proses yang terjadi di dalam organisasi, yang masuk dalam kendali organisasi
- c. Hilir atau *grave* merupakan kegiatan setelah keluar dari pintu organisasi, dapat merupakan kegiatan distribusi, konsumsi dan juga pengolahan di akhir hidup produk.

2.2.3.1 Alasan Pemilihan Batasan Sistem:



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyajikan hal berikut dalam laporan:

- a. Alasan pemilihan batasan sistem
- b. Alasan tidak menyertakan tahap daur hidup tertentu di dalam laporan, jika ada tahapan daur hidup yang tidak dicakup dalam kajian



Rekomendasi Pelaporan

Alasan pemilihan batasan sistem disajikan dalam 1 paragraf (maksimum) dengan penjelasan yang jelas, ringkas dan lugas.



Panduan

Prinsip transparansi diterapkan dalam melaporkan alasan pemilihan batasan sistem dan alasan tidak dikajinya tahap daur hidup tertentu dalam kajian.

2.2.3.2 Gambar Diagram Sistem Produk



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyajikan gambar sistem produk dalam laporan.



Rekomendasi Pelaporan

- a. Sistem produk sebaiknya mengacu ke Aturan Kategori Produk (PCR) sesuai dengan klasifikasi produk
- b. Diagram sistem produk sebaiknya ditampilkan berdasarkan tingkat unit proses yang dikaji, bukan *Piping and Instrumentation Diagram* (P&ID)



Panduan

Contoh sistem produk pada Aturan Kategori Produk:

Proses *cradle* atau hulu:

- a. Proses produksi bahan baku atau penggunaan bahan baku daur ulang
- b. Proses produksi bahan pendukung
- c. Produksi energi, bahan bakar
- d. dan lain-lain

Proses Inti atau *Gate to Gate*:

- a. Transportasi bahan baku dari pemasok ke tapak (*site*) atau pabrik (*gate*)
- b. Konsumsi bahan baku, bahan pendukung
- c. Proses produksi (dapat dijabarkan ke beberapa proses utama. Tingkat kerincian tergantung perusahaan)
- d. Pengelolaan limbah proses produksi
- e. Jumlah limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) dan limbah non B3 yang dihasilkan
- f. Transportasi limbah B3 dan limbah non B3 ke titik pengumpulan
- g. Emisi udara yang dilepaskan
- h. Untuk jenis produk tertentu dapat termasuk infrastruktur
- i. dan lain-lain

Tidak termasuk:

- a. Transportasi karyawan (*commuting*), perjalanan bisnis
- b. Penelitian dan pengembangan
- c. Kegiatan domestik

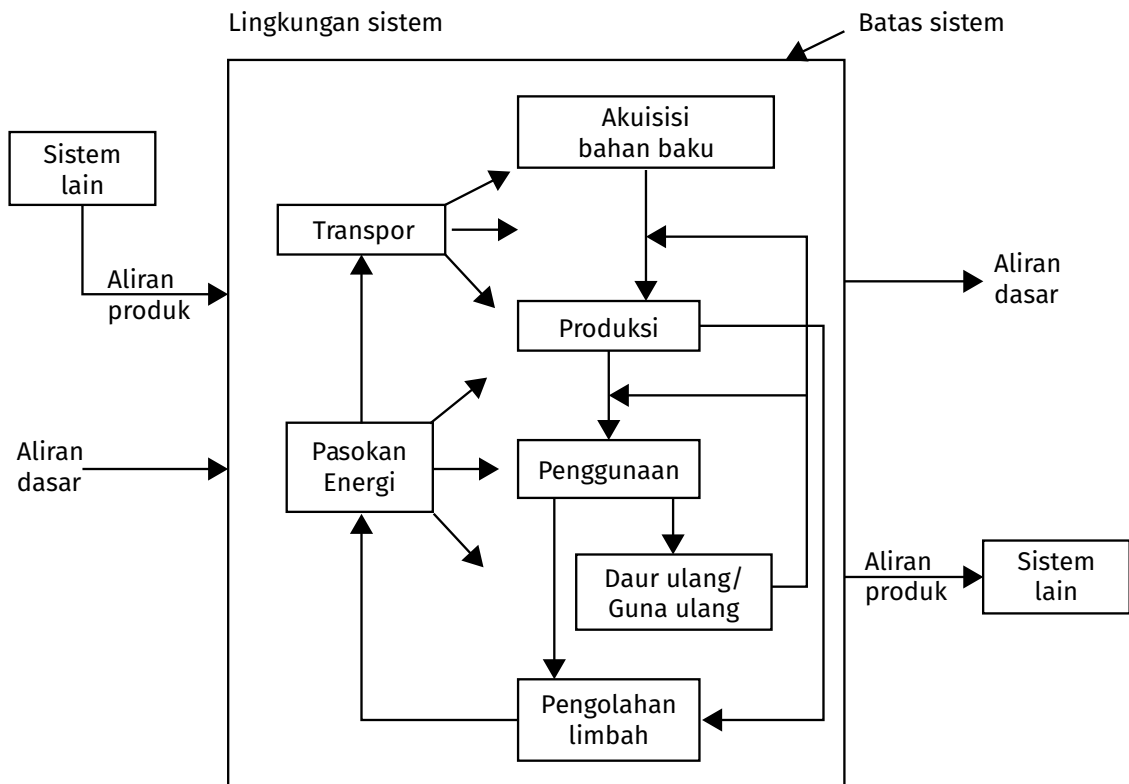
Kegiatan domestik, transportasi dan perjalanan bisnis dapat dicakup dalam LCA organisasi yang dihitung terpisah dari LCA produk.

Proses Hilir atau *Gate to Grave*:

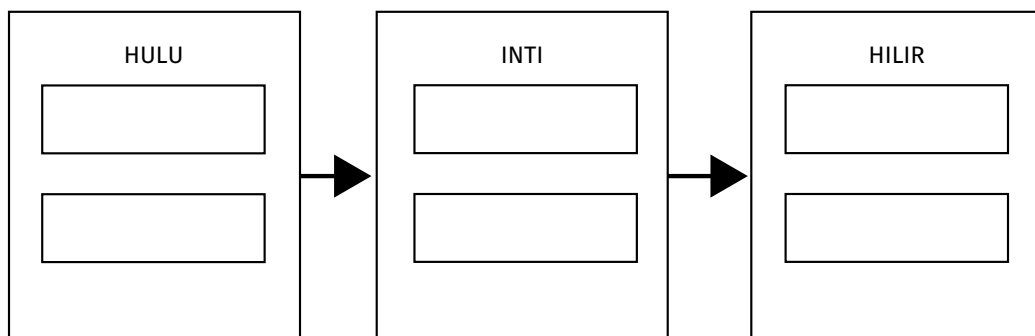
- a. Transportasi produk ke pasar, pelanggan, atau konsumen
- b. Penggunaan produk (konsumsi)
- c. Pemanfaatan limbah, misalnya kegiatan daur ulang, dan lain-lain
- d. Pemanfaatan dan pengelolaan produk setelah konsumsi (akhir masa hidup (*end-of-life*) produk)
- e. dan lain-lain

Lihat contoh pada SNI ISO 14040 dan SNI ISO/TS 14027 Aturan Kategori Produk.

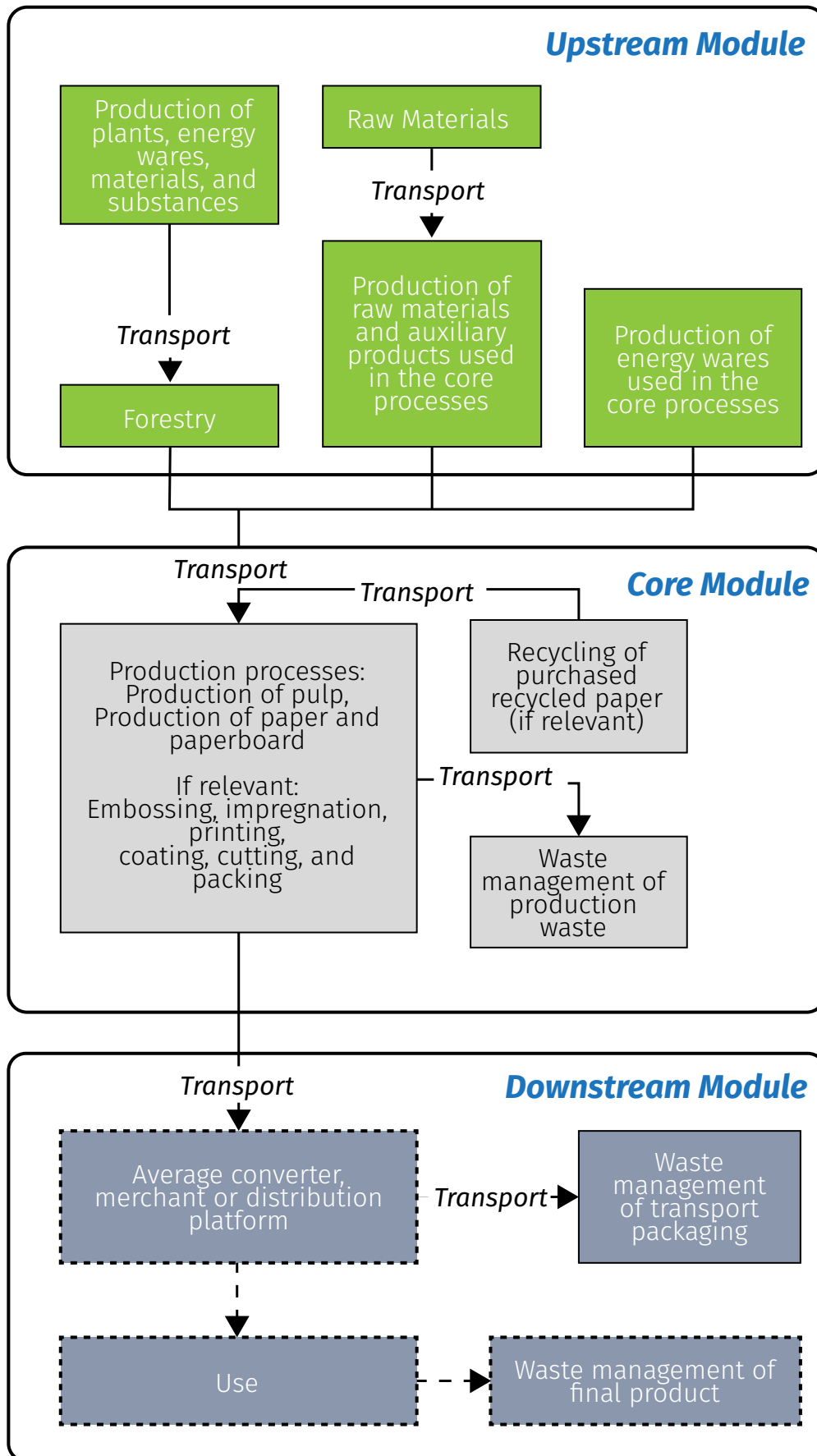
Contoh gambar sistem produk



Gambar 2 Contoh Sistem Produk Sederhana
(Sumber: SNI ISO 14040:2016)



Gambar 3 Contoh Sistem Produk



Gambar 4 Contoh Sistem Produk Karton
 (Sumber: National Council for Air and Stream Improvement, 2017)

2.2.4 Kriteria *Cut-off*



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyajikan hal berikut ini di dalam laporan:

- a. Kriteria *cut-off* yang digunakan dalam pemilihan batas sistem (dalam persentase)
- b. Pengaruh pemilihan *cut-off* terhadap hasil dijelaskan pada hasil interpretasi
- c. Jika kriteria *cut-off* mengikuti PCR atau kesepakatan asosiasi, hal ini harus disebutkan di dalam laporan



Rekomendasi Pelaporan

Organisasi pelapor sebaiknya menyajikan hal berikut ini di dalam laporan:

- a. Deskripsi kriteria *cut-off* dan asumsi yang digunakan. *Cut-off* data merupakan data yang tidak ada sama sekali datanya dan tidak dilakukan estimasi atau kalkulasi
- b. Penyertaan kriteria *cut-off* untuk massa, energi dan lingkungan



Panduan

Contoh:

Perusahaan mempunyai sistem data untuk bahan baku, pendukung dan energi yang digunakan dalam proses produksi. Berdasarkan sistem data perusahaan, 3% massa diabaikan dan dijadikan *cut-off* (tidak dimasukkan dalam kajian).

2.2.5 Prosedur Alokasi



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyajikan hal berikut ini di dalam laporan:

- a. Jika hanya menghasilkan 1 produk, silahkan disebutkan tidak ada prosedur alokasi
- b. Jika dilakukan pemisahan unit proses atau ekspansi sistem untuk proses yang mempunyai produk lebih dari satu, identifikasi dan jelaskan proses yang bersama-sama digunakan oleh sistem produk lain
- c. Jika dilakukan alokasi, sebutkan alasan mengapa diperlukan alokasi dan pendekatan yang digunakan untuk alokasi (berdasarkan massa, energi, atau ekonomi)
- d. Jika dilakukan proses daur ulang, jelaskan pendekatan yang digunakan untuk prosedur perhitungan daur ulang untuk mencegah terjadinya *double counting*



Rekomendasi Pelaporan

Pendekatan alokasi sebaiknya mengikuti SNI ISO 14044:2017.



Panduan

Lihat SNI ISO 14044:2017 untuk prosedur alokasi.

2.2.6 Pengumpulan Data



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyajikan hal berikut ini di dalam laporan:

- Sumber data yang digunakan dalam kajian, berupa data spesifik atau data primer dan data generik atau data sekunder
- Agregasi data yang digunakan
- Data yang tidak dimasukkan dalam kajian



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Data spesifik atau data primer berupa:

- Data hasil pengukuran dari organisasi
- Perhitungan berdasarkan data dari organisasi. Perhitungan yang dilakukan berupa stoikiometri, simulasi, dll

Data sekunder data dari literatur berupa:

- Data dari basis data (*database*)
- Literatur berupa jurnal, hasil penelitian, dan lain-lain
- Data proxy*, berupa pendekatan data yang serupa dengan proses yang terjadi namun menggunakan teknologi atau aplikasi yang berbeda

Agregasi data dapat dilakukan secara vertikal atau horizontal. Dokumentasi dan justifikasi prosedur agregasi harus dinyatakan secara transparan. Dokumentasi inventori (*input* maupun *output*) sebaiknya diklasifikasikan berdasarkan kategori.

Contoh:

- Konsumsi energi dari 5 pompa yang berbeda dikelompokkan menjadi pompa dengan jumlah konsumsi energi merupakan energi rata-rata dari kelima pompa tersebut.
- Beberapa jenis bahan bakar dapat dikelompokkan ke dalam kategori bahan bakar, misalnya minyak diesel, bensin, dikelompokkan dalam kategori bahan bakar cair.

2.2.7 Asumsi



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyajikan daftar asumsi yang digunakan untuk memodelkan daur hidup produk yang dikaji, baik asumsi kuantitatif maupun asumsi kualitatif.



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Pada umumnya, asumsi muncul ketika ada keterbatasan seperti tidak tersedianya data. Asumsi akan berpengaruh pada lingkup dan hasil kajian. Oleh karena itu, jika asumsi akan signifikan mempengaruhi hasil, misal karena tingkat ketidakpastian yang tinggi, maka sebaiknya dikaji lebih lanjut dengan analisis sensitivitas.

Contoh: Asumsi tentang produksi listrik yang digunakan.

2.2.8 Keterbatasan Kajian LCA yang Dilakukan



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyajikan daftar keterbatasan kajian LCA yang dilakukan.



Rekomendasi Pelaporan

Organisasi sebaiknya menyampaikan apakah hasil dari kajian ini dapat secara langsung dibandingkan dengan industri sejenis, misalnya apakah sudah dilakukan sesuai dengan Aturan Kategori Produk (*Product Category Rules/PCR*) yang berlaku untuk klasifikasi produk.



Panduan

Keterbatasan kajian, termasuk:

- a. Keterbatasan kondisi operasi pada tahun kajian
- b. Kaitan dengan hasil penilaian dampak (*impact assessment*) yang akan disasar/dihitung

2.2.9 Persyaratan Kualitas Data



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan persyaratan kualitas data secara transparan, meliputi:

- a. Cakupan waktu. Periode data adalah Januari sampai Desember, periode 1 tahun produksi atau sesuai siklus perusahaan. Tahun data harus dinyatakan dalam laporan.
- b. Cakupan geografis
- c. Cakupan teknologi
- d. Presisi
- e. Kelengkapan
- f. Keterwakilan
- g. Konsistensi
- h. Kemampuan memproduksi ulang
- i. Sumber data



Rekomendasi Pelaporan

Organisasi pelapor

- a. Dapat menggunakan data tahun 2020 (N-1), tahun 2019 (N-2). Jika ada perbedaan tahun, organisasi sebaiknya menyebutkan tahun data yang relevan untuk data yang digunakan
- b. Data pendukung dapat menggunakan data tahun lain atau sebelumnya, misalnya:
 - i. Untuk data pembukaan lahan untuk perkebunan dilakukan tahun 1995. Data tahun tersebut yang digunakan.
 - ii. Untuk pembangunan PLTA, konstruksi dilakukan pada tahun 1980. Data tersebut digunakan, sesuai dengan Aturan Kategori Produk (PCR), aturan Perdirjen atau kesepakatan asosiasi.



Panduan

Berikut ini merupakan contoh persyaratan kualitas data yang ditampilkan dalam bentuk tabel. Kondisi dapat diisi sesuai dengan keadaan

Tabel 2 Contoh Persyaratan Kualitas Data

Indikator	Penjelasan	Kondisi
Cakupan waktu	Umur data dan rentang minimum pengumpulan data yang sebaiknya dilakukan	Contoh: Periode Januari - Desember 2020
Cakupan geografis	Area geografis dimana data unit proses sebaiknya dikumpulkan untuk mencapai tujuan kajian	Contoh: Lokasi pabrik mis. Kawasan industri Cikampek
Cakupan teknologi	Jenis teknologi yang digunakan pada data sistem yang dikaji, yakni teknologi spesifik atau teknologi campuran	Contoh: Teknologi spesifik yang digunakan di pabrik (teknologi tahun 2000)
Presisi	Ukuran variabilitas dari nilai data untuk setiap data yang dinyatakan (misal varian)	Contoh: Data spesifik dari pabrik berdasarkan pengukuran aktual atau laporan perusahaan tahun 2020
Kelengkapan	Persentase aliran yang diukur atau diperkirakan	Contoh: Semua data yang relevan dengan sistem kajian ditentukan dan dimasukkan dalam kajian
Keterwakilan	Penilaian kualitatif terkait sejauh mana rangkaian data mencerminkan keadaan sebenarnya dari populasi yang menjadi perhatian (yaitu cakupan geografis, waktu, dan teknologi)	Contoh: Data dikumpulkan langsung dari Pabrik sehingga data mewakili cakupan periode waktu, cakupan teknologi, serta cakupan geografis kajian
Konsistensi	Penilaian kualitatif sejauh mana metodologi kajian diterapkan secara seragam terhadap berbagai komponen analisis	Contoh: Metodologi kajian diterapkan pada keseluruhan komponen analisis
Kemampuan memproduksi ulang	Penilaian kualitatif terkait sejauh mana informasi mengenai metodologi dan nilai data memungkinkan praktisi independen untuk memproduksi ulang hasil yang dilaporkan dalam kajian	Contoh: Data yang disajikan dalam laporan ini memungkinkan untuk memproduksi ulang model
Sumber data	Penilaian terhadap sumber data yang digunakan	Contoh: Sumber data berasal dari data spesifik. Beberapa berasal dari pengukuran langsung, pengukuran tidak langsung, dan sampel. Jika tidak tersedia data spesifik, maka dilakukan kalkulasi atau estimasi.
Ketidakpastian Informasi	Terkait data, model, dan asumsi	Contoh: Asumsi dan limitasi dibahas dalam laporan untuk menjelaskan struktur kajian

2.2.10 Perlakuan Terhadap Data yang Hilang



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus melaporkan perlakuan terhadap data yang hilang.



Rekomendasi Pelaporan

Asosiasi industri dapat memberikan masukan mengenai pengelompokan kualitas data, asumsi yang tersedia, pilihan kajian yang memungkinkan (diselaraskan dengan peningkatan kinerja lingkungan dan pengembangan masyarakat).



Panduan

Untuk setiap unit proses dan setiap lokasi pelaporan di mana data yang hilang teridentifikasi, maka perlakuan terhadap data dan kesenjangan data sebaiknya dijelaskan sebagai berikut:

- a. Nilai data “non-nol” yang dijelaskan jika tidak tercakup
- b. Nilai data “nol” jika dijelaskan jika tidak tercakup, atau
- c. Nilai perhitungan yang didasarkan pada nilai yang dilaporkan dari unit proses yang menggunakan teknologi serupa

2.2.11 Pernyataan Cakupan Interpretasi dan Format Laporan



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal-hal yang akan dicakup dalam interpretasi, sebagai berikut:

- a. Identifikasi isu penting
- b. Kesimpulan
- c. Keterbatasan
- d. Rekomendasi



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Identifikasi isu penting disesuaikan dengan Bab 5.

Contoh:

Kajian ini akan diinterpretasi berdasarkan isu penting terkait dengan kategori dampak yang dikaji.

Format laporan mengikuti Pedoman Penyusunan Laporan LCA ini.

Contoh:

- Laporan ini ditulis mengikuti Pedoman Penyusunan Laporan LCA PROPER KLHK 2021.
- Laporan ini ditulis mengacu pada format EPD berdasarkan *International EPD System*.

2.2.12 Tinjauan Kritis



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan apakah dilakukan tinjauan kritis terhadap hasil kajian.

Jika ya, sesuai dengan ISO/TS 14071:

- a. Organisasi harus melaporkan jenis tinjauan kritis yang dilakukan, sebagai berikut:
 - i. Independen atau panel
 - ii. Internal atau eksternal
- b. Organisasi harus melaporkan jenis pelaksanaan tinjauan kritis yang dilakukan:
 - i. Bersamaan dengan pembuatan kajian LCA (*concurrent*) atau
 - ii. Pada akhir dari kajian LCA
- c. Organisasi melaporkan pelaksana tinjauan kritis dan tingkat keahlian atau pengalaman pelaksana tinjauan kritis dalam bidang LCA



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Lihat ISO/TS 14071 untuk panduan mengenai pelaksanaan tinjauan kritis.

Jika dilakukan tinjauan kritis, laporan tinjauan kritis dilampirkan pada bagian akhir laporan yang berisi pernyataan hasil tinjauan kritis, laporan tinjauan kritis dan swadeklarasi independensi peninjau kritis.

03

Metode Pelaksanaan LCA



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut:

- 3.1 Standar atau referensi yang dirujuk
- 3.2 Metode perhitungan yang digunakan:
 - a. Perangkat lunak, manual atau *spreadsheet*
- 3.3 Pemilihan metode penilaian dampak
 - a. Kategori dampak
 - b. Indikator kategori
 - c. Metode (beserta referensi)
 - d. Alasan pemilihan



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Penjelasan ada di sub bagian 3.1 sampai 3.3.

3.1 Standar atau Referensi yang Dirujuk



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan acuan yang digunakan pada kajian LCA :

- a. SNI ISO 14040 dan SNI ISO 14044
- b. PCR yang relevan untuk produk, jika ada
- c. SK Dirjen yang relevan



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Standar acuan yang digunakan merupakan panduan bagi peninjau kritis dalam melakukan tinjauannya.

Tujuan spesifik diperlukan terkait peluang apa yang akan dicapai untuk meningkatkan kinerja lingkungan. Penentuan tahapan dan jenis kegiatan yang akan dinilai dalam LCA.

3.2 Metode Perhitungan yang Digunakan



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan metode perhitungan yang digunakan dalam kajian:

- a. Menggunakan perangkat lunak atau menggunakan perhitungan manual (*spreadsheet*).
- b. Jika menggunakan *spreadsheet* (perhitungan manual), lampirkan file *spreadsheet* yang dilakukan untuk perhitungan dan nyatakan apakah model sudah mencakup semua aspek (*comprehensiveness*)

Laporan LCA sebaiknya memuat jenis dan versi *software* dan *database* LCA yang digunakan dalam perhitungan.



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Secara umum, LCA dapat dilakukan dengan menggunakan *software* (perangkat lunak) pendukung maupun secara manual. Beberapa referensi *software* yang saat ini tersedia terdapat pada daftar referensi.

Software LCA memiliki peran penting untuk: mengakses database LCA, simulasi menyusun sistem produk, dan menilai dampak lingkungan (*life cycle impact assessment*). Ketiga peranan ini juga menekankan mengenai pentingnya penggunaan *software* LCA.

Software LCA komersial seperti seperti SimaPro dan GaBi umumnya telah dilengkapi dengan akses terhadap database LCA misalnya seperti Ecoinvent, Agrifootprint dan ELCD dan sejumlah metode *impact assessment*. Sementara *software* LCA yang bersifat sumber terbuka (*open source*) seperti OpenLCA memisahkan fungsi simulasi, *database*, dan *life cycle impact assessment* (LCIA). Meski terpisah, sejumlah *database* LCA dan LCIA dapat terhubung dengan mudah dengan *software* LCA terbuka.

3.3 Pemilihan Metode Penilaian Dampak



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- Kategori dampak yang dipilih beserta alasannya
- Metode yang digunakan untuk masing-masing kategori dampak (Tabel 3)
- Alasannya pemilihan metode tersebut



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Informasi mengenai kategori dampak yang dipilih, indikator dan metode yang digunakan dapat disajikan dalam bentuk tabel seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kategori Dampak, Indikator Kategori dan Metode Kategori Dampak yang Digunakan dalam Kajian

No.	Kategori	Indikator	Metode
1	GWP	Kg CO ₂ ek	IPCC, ReCiPe, CML, dll, silahkan pilih 1 yang digunakan
2	Potensi eutrofikasi	Sebutkan unitnya	Sebutkan metodenya
...

Catatan: Metode jejak air atau water footprint yang digunakan perlu diberikan keterangan *qualifier* (cth. Jejak kelangkaan air, **water degradation footprint**) sesuai dengan ketentuan SNI ISO 14046.

04

Inventori Daur Hidup



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

a. Inventori yang hanya terkait dengan proses dan aliran dari sistem produk yang terkait dengan unit fungsi atau aliran acuan:

4.1 Deskripsi kualitatif proses

4.2 Prosedur pengumpulan data:

- i. Data primer/data spesifik
- ii. Data sekunder/data generik

4.3. Sumber Literatur

4.4. Prosedur perhitungan data

4.5. Inventori daur hidup

4.6. Validasi data

- i. Penilaian kualitas data
- ii. Perlakuan atas data yang hilang

Kegiatan penunjang yang tidak terkait unit fungsi tidak perlu masuk dalam inventori dan tidak perlu dimodelkan.



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Penjelasan ada di subbagian 4.1 sampai 4.7

4.1 Deskripsi Kualitatif Unit Proses



Persyaratan pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- a. Penjelasan singkat dari masing-masing proses yang dicakup di dalam kajian
- b. Satuan yang digunakan, seperti satuan energi digunakan untuk mendeskripsikan secara kuantitatif jumlah listrik yang digunakan



Rekomendasi pelaporan

-



Panduan

Deskripsi proses dilakukan dengan jelas, singkat dan lugas.

4.2 Prosedur Pengumpulan Data



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- a. Penjelasan terkait bagaimana prosedur pengumpulan data yang dilakukan baik untuk:
 - i. Data Primer (data spesifik), yaitu data hasil pengukuran langsung, sampel perusahaan, dan data perhitungan (pemodelan/simulasi) yang berdasarkan data perusahaan
 - ii. Data sekunder (generik):
 - a) *Selected generic data*: data yang dikumpulkan melalui literatur, *database* dan memenuhi data *quality characteristic*. Contoh: Data BPS, data asosiasi, *database* (*database* nasional, *ecoinvent*, *agri-food*, dan lain-lain), jurnal, dan lain-lain
Contoh: Data emisi listrik ESDM, data konsumsi produk di BPS, dan lain-lain
 - b) *Proxy data*: data yang dikumpulkan melalui literatur, *database* tapi tidak memenuhi data *quality characteristic*, estimasi, data spesifikasi mesin yang serupa
- b. Data inventori yang dikumpulkan/digunakan dalam kajian:
 - i. Masukan-masukan bahan baku, bahan pendukung, masukan fisik lainnya
 - ii. Masukan energi, infrastruktur, sumber daya lainnya
 - iii. Produk, *co-product* dan limbah
 - iv. Emisi ke udara, buangan ke air dan tanah
 - v. Dan lain-lain sesuai dengan lingkup
- c. Penetapan data spesifik dan generik, beserta tahun referensi dapat ditentukan berdasarkan:
 - i. PCR
 - ii. Kesepakatan Asosiasi yang ditetapkan oleh KLHK



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Tahun referensi pengumpulan data primer/spesifik dilakukan sebisa mungkin berdekatan dengan tahun pelaporan, atau sesuai dengan kesepakatan asosiasi.

4.3 Sumber Literatur



Persyaratan Pelaporan

- Jenis sumber data yang digunakan untuk setiap data yang dikumpulkan
- Sumber *database* yang digunakan
- Nama *dataset* yang digunakan, sumber literatur, dan lain-lain
- Data rinci ditaruh di Lampiran.



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Contoh:

Tabel 4 Contoh Sumber Literatur

Sumber Data Sekunder	Jumlah Data
Database nasional	200
Database Ecoinvent	100
Jurnal	50

Tabel 5 Contoh Penulisan Sumber Data

Input	Quantity	Unit	Dataset	Database
Virgin polymer (primer)	1.06 E-01	kg	Polyethylene terephalate, granulate, bottle grade {RoW}| production | Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Cup	8.04 E-02	kg	Tapa, envase retornable {Mx}| 2018	Created
Label	1.67 E-02	kg	Etiqueta {Mx}| 2018	Created
Plastic Sheet	5.49 E-05	kg	Polyethylene, low density, granulate {RoW}| production | Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Wood	1.03 E-04	kg	EUR-flat pallet {RoW} production | Alloc Rec, U Adaptedv	Adapted Ecoinvent 3
Paperboard	9.46 E-05	kg	Core board {RoW}| production | Alloc Rec, U	Ecoinvent 3

4.4 Prosedur Perhitungan Data



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- a. Prosedur perhitungan data dalam laporan untuk data yang berdasarkan hasil perhitungan
- b. Penjelasan prosedur perhitungan alokasi



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Jika data berdasarkan hasil perhitungan, prosedur perhitungan yang dilakukan dijelaskan seperti contoh terkait perhitungan sampling, alokasi, perhitungan emisi jika di berdasarkan model, dan lainnya.

Contoh:

- a. Sampel Data : Data emisi udara di mesin A
Jumlah sampel : 2 per tahun (setiap 6 bulan sekali)

berdasarkan uji emisi

Metode ekstrapolasi : ...

Contoh perhitungan : ...

- b. Data transportasi berdasarkan jarak pada *Google Map* dari lokasi pemasok ke pabrik
- c. Perhitungan berdasarkan neraca massa atau stoikiometri
- d. Dasar perhitungan emisi *fugitive* mengikuti pendekatan yang ditentukan oleh perusahaan atau *best practice*

4.5 Inventori Data



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan ringkasan inventori data di dalam laporan.

Catatan:

Yang dikumpulkan di laporan LCA PROPER adalah inventori *system process* per unit fungsi. Namun peninjau kritis melakukan review terhadap inventori unit Proses. Peninjau kritis memberikan pernyataan *assurance* bahwa sudah melakukan tinjauan terhadap inventori unit proses.

Detail unit proses dapat disajikan di Lampiran untuk peninjau kritis atau jika diminta oleh KLHK.



Rekomendasi Pelaporan

Organisasi pelapor sebaiknya menyajikan hal berikut dalam laporan:

- a. Hal-hal di bawah ini direkomendasikan untuk disajikan pada Lampiran. Walaupun merupakan opsional, hal-hal di bawah ini merupakan persyaratan untuk tinjauan kritis:
 - i. Diagram alir unit proses yang sederhana beserta deskripsi kuantitatif data total dalam periode kajian (Januari - Desember) disajikan pada Lampiran
 - ii. Data inventori per proses dengan jumlah sesuai periode pelaporan (total) untuk menunjukkan neraca massa, beserta informasi sumber data dan *dataset* yang digunakan

Contoh data inventori yang disajikan dalam lampiran terlihat pada panduan di bawah ini.

Sajikan dalam tabel:

- a. Data inventori total proses inti dengan menampilkan data berdasarkan Aturan Pareto, 80%, dan data lainnya.
- b. Informasi proses yang mayoritas menggunakan *input* atau mengeluarkan *output*

Proses yang terdapat pada proses inti dapat diagregatkan secara vertikal maupun horizontal.



Panduan

Mengikuti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 1 tahun 2021, periode kajian adalah 1 tahun. Data yang disajikan berupa data total dalam periode kajian selama 1 tahun (Januari-Desember tahun N-1 atau N-2) dan data per unit fungsi.

Tabel 6: Ringkasan Inventori di Proses Inti Sesuai dengan Total dalam Periode Kajian dan Unit Fungsi

Input/Output	Total Dalam Periode	Unit	Jumlah per Unit Fungsi	Unit	Persentase	Mayoritas Proses yang Menggunakan
Bahan baku dari alam						
<ul style="list-style-type: none"> Bahan A Bahan B Bahan C Bahan lainnya 					40% 25% 15% 20%	
Air						
Bahan pendukung cairan						
<ul style="list-style-type: none"> Bahan A Bahan B Bahan C Bahan lainnya 					50% 20% 10% 20%	
Bahan pendukung padatan	10.000	ton	100	ton/MJ		
<ul style="list-style-type: none"> Bahan A Bahan B Bahan C Bahan lainnya 						
Bahan pendukung lainnya						
<ul style="list-style-type: none"> Bahan A Bahan B Bahan C Bahan lainnya 						
Transportasi bahan baku dan bahan pendukung						
Listrik	35.000	kWh	250	kWh		
Bahan bakar cair						
Bahan bakar padat						
Bahan bakar gas			500	MJ		
Infrastruktur, jika relevan			5	ton		
Penggunaan lahan, jika relevan						
Emisi ke udara						
<ul style="list-style-type: none"> CO₂ NO_x SO_x 						

Downstream

Tabel 7 Ringkasan inventori proses *Downstream*

Downstream	Jumlah data
Transportasi	1.000 km
Skenario <i>usage</i> (tergantung PCR, jika ada)	
Skenario <i>end of life</i> (tergantung PCR, jika ada)	

Ringkasan inventori *Gate to Gate* sebuah perusahaan yoghurt yang memiliki unit penghasil susu dan pabrik yoghurt. Pabrik memproduksi yoghurt 250 ton per minggu yang dijadikan basis inventori pada kajian LCA ini. Unit fungsi yang digunakan adalah 1.000 kg yoghurt.

Tabel 8 Contoh Data Sekunder Proses 1

(Sumber: Castenheira et al., 2010; Gonzalez-Garcia et al., 2013)

Input/Output	Total Dalam Periode 1 Pekan	Unit	Jumlah per Unit Fungsi	Unit	Persentase	Proses yang Paling Dominan
Massa yoghurt akhir	250.000	kg	1.000	kg		
Subsistem 1: Peternakan sapi						
Input: Bahan baku utama						
<i>Maize Silage & Straw</i>	350.597,1	kg	1.402,39	kg	97,10%	Proses produksi susu cair
Susu bubuk	10.475	kg	41,90	kg	2,90%	Proses produksi yoghurt
Input: Bahan baku pendukung cair						
Air	1.213,79	m ³	4,86	m ³	100,00%	Proses produksi yoghurt
Input: Bahan baku pendukung padat						
Gula pasir	11.600	kg	46,40	kg	49,15%	Proses produksi yoghurt
Hidrogen peroksida	4.650	kg	18,60	kg	19,70%	Proses produksi yoghurt
Soda api	1.950	kg	7,80	kg	8,26%	Proses produksi yoghurt
Polistiren	4.700	kg	18,80	kg	19,92%	Proses produksi yoghurt
<i>High-density polyethylene</i>	700	kg	2,80	kg	2,97%	Proses produksi yoghurt
Input: Listrik						
<i>Electricity</i>	41.153,49	kWh	164,61	kWh	99,00%	Proses produksi yoghurt
Lainnya*		kWh		kWh	1,00%	Proses produksi yoghurt
Input: Transportasi bahan						
Truk 16-32 t	190.450	tkm	761,80	tkm	82,50%	Proses produksi yoghurt
Lainnya*		tkm		tkm	17,50%	Proses produksi yoghurt
Input: Bahan Bakar Cair						
Diesel	4.093,73	kg	16,37	kg		Proses produksi susu cair
Input: Penggunaan lahan (jika ada)						
-						
Output: Produk utama/samping						
Yoghurt	250.000	kg	1.000,00	kg		Proses produksi yoghurt
Daging	4.093,73	kg	16,37	kg		Proses produksi susu cair
Output: Emisi ke udara						
CH ₄ *	9.467,233	kg	37,87	kg	8,44%	Proses produksi yoghurt

Input/Output	Total Dalam Periode 1 Pekan	Unit	Jumlah per Unit Fungsi	Unit	Persentase	Proses yang Paling Dominan
N ₂ O*	311,592	kg	1,25	kg	0,28%	Proses produksi yoghurt
NH ₃ *	2161,215	kg	8,64	kg	1,93%	Proses produksi yoghurt
CO ₂	35640,778	kg	142,56	kg	31,78%	Proses produksi yoghurt
CO	46.600,157	kg	186,40	kg	41,55%	Proses produksi yoghurt
Particulate	17.981,861	kg	71,93	kg	16,03%	Proses produksi yoghurt
Output: Emisi ke air						
Chemical Oxygen Demand	475	kg	1,90	kg	99,27%	Proses produksi yoghurt
Fosfat	3,5	kg	0,01	kg	0,73%	Proses produksi yoghurt
Output: Emisi ke tanah						
-						
Output: Emisi ke waste treatment plant						
Kertas ke <i>recycler</i>	6	kg	0,02	kg	0,59%	Proses produksi yoghurt
Plastik ke <i>recycler</i>	275	kg	1,10	kg	27,19%	Proses produksi yoghurt
Kertas ke <i>sanitary landfill</i>	4.25	kg	0,02	kg	0,42%	Proses produksi yoghurt
Plastik ke <i>sanitary landfill</i>	575	kg	2,30	kg	56,85%	Proses produksi yoghurt
Kertas ke insinerator	1.2	kg	0,00	kg	0,12%	Proses produksi yoghurt
Plastik ke insinerator	150	kg	0,60	kg	14,83%	Proses produksi yoghurt

4.6 Validasi Data



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

4.6.1. Penilaian kualitas data

4.6.2. Perlakuan atas data yang hilang



Rekomendasi Pelaporan

Beri beberapa referensi metode validasi



Panduan

Beberapa metode validasi data yang dapat dipergunakan oleh penyusun LCA antara lain berdasarkan *ILCD Handbook* (European Union, 2010).

4.6.1 Penilaian Kualitas Data



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- a. Pemeriksaan keandalan, mengacu pada persentase data primer dan data sekunder pada proses inti (*Gate to Gate*)
- b. Penjelasan terkait metode validasi yang digunakan, seperti:
 - i. Validasi data terkait *mass and energy balance*
 - ii. Validasi kelengkapan data
 - iii. Validasi kualitas data, serta
 - iv. Validasi terkait perlakuan atas data yang hilang
- c. Kesimpulan dari validasi data apakah data sudah memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan untuk penilaian daur hidup



Rekomendasi Pelaporan

Organisasi pelapor dapat menyatakan:

- a. Pemeriksaan kelengkapan
- b. Pemeriksaan cakupan waktu
- c. Pemeriksaan cakupan geografis
- d. Pemeriksaan cakupan teknologi



Panduan

Pemeriksaan keandalan mengacu pada identifikasi data primer dan sekunder yang ada pada perusahaan.

Contoh *form* pemeriksaan kualitas data primer dan sekunder untuk *gate to gate* beserta dengan ketersediaan datanya.

Tabel 9 Contoh Ringkasan Pemeriksaan Kualitas Data Primer dan Sekunder untuk *Gate to Gate* beserta dengan Ketersediaan Datanya
(Sumber: Castenheira et al., 2010; Gonzalez-Garcia et al., 2013)

No.	Jenis Data	Checklist Ketersediaan Data			Sumber Data				Keterangan
		Ada (Lengkap)	Tidak Lengkap - (Diestimasi)	Tidak Lengkap - (Tidak Dicap)	Primer		Sekunder		
					Jumlah	Referensi	Jumlah	Referensi	
Subsistem 1: Peternakan sapi									
1	Bahan baku total	1	0	0	1	Perusahaan	0	0	
2	<i>Input</i> : Bahan pendukung	1	0	0	1	Perusahaan	0		
3	<i>Input</i> : Energi	2	0	0	2	Perusahaan	0		
4	<i>Output</i> : Produk utama dan samping	2	0	0	2	Perusahaan	0		
5	<i>Output</i> : Emisi ke udara	0	6	0	0		6	Garcia et al.	
6	<i>Output</i> : Emisi ke air	0	0	0	0		0		
7	<i>Output</i> : Emisi ke tanah	0	0	0	0		0		
Subsistem 2: Pabrik yoghurt									
1	<i>Input</i> : Bahan baku utama	2	0	0	2	Perusahaan	0		
2	<i>Input</i> : Bahan pendukung	6	1	0	7	Perusahaan	0		
3	<i>Input</i> : Energi	1	0	0	1	Perusahaan	0		
4	<i>Output</i> : Produk utama dan samping	1	0	0	1	Perusahaan	0		
5	<i>Output</i> : Emisi ke udara	0	5	1			5	Gonzalez et al.	Tidak terdapat metode yang akurat untuk estimasi emisi <i>organic substance</i>
6	<i>Output</i> : Emisi ke air	2	0	1	2	Perusahaan	0		Pengukuran Nitrogen total tidak terlaksana pada 2020 karena kerusakan alat pada Lab Uji
7	<i>Output</i> : Emisi ke waste treatment plant	6	0	0	6	Perusahaan	0		
Total		24	12	2	25		11		

Catatan: Penilaian untuk persentase inventori data hanya pada *Gate to Gate*

Cara perhitungan untuk persentase data spesifik dan data generik pada proses utama/*core process*. Contohnya untuk proses utama/*core process* di perusahaan, xx% adalah data spesifik dan xx% merupakan data generik.

Tabel 10 Contoh Ringkasan Persentase Data Spesifik dan Data Generik di Proses *Upstream* dan *Downstream* (Opsional)

	<i>Upstream / Cradle</i>	<i>Downstream</i>
<i>Raw material</i>	<i>Database</i>	
Energi	Data dari <i>supplier</i>	Data sekunder
% data primer	5%	0%
% data sekunder	95%	100%

Pemeriksaan kelengkapan

Pemeriksaan kelengkapan data adalah pengecekan ketersediaan data dan dibandingkan dengan lingkup proses ideal yang masuk dalam batasan sistem kajian LCA. Masukan dan keluaran yang dimaksudkan disini adalah semua potensi keluaran yang ada, tidak hanya terbatas yang dilaporkan berdasarkan Permen.

Contoh 1

Terdapat 4 data yang sudah lengkap yang didapat dari data perusahaan

% Kelengkapan data

= (Jumlah data yang tersedia / Total data berdasarkan model proses ideal) x 100%

= (4 / 4) x 100%

= 100

Contoh 2

Terdapat 25 data, dengan 4 data lengkap dari perusahaan, 1 berupa estimasi/perhitungan literatur dan 1 lagi *missing* sehingga perhitungan kelengkapan:

% Kelengkapan data

= (Jumlah data yang lengkap atau diestimasi / Total data berdasarkan model proses ideal) x 100%

= (20 / 25) x 100%

= 80% lengkap

Menggunakan pendekatan yang sama, bisa didapatkan juga 16% data estimasi dengan 4% data yang hilang.

Pemeriksaan cakupan waktu

Berisi pernyataan waktu pengumpulan data inventori dan durasi pengambilan data

Pemeriksaan cakupan geografis

Pernyataan yang menyatakan cakupan geografis lokasi pengumpulan data

Pemeriksaan cakupan teknologi

Pernyataan deskripsi proses yang masuk dalam lingkup kajian LCA

Contoh:

- Data kendaraan yang digunakan untuk transportasi menggunakan teknologi EURO 3, sementara data pada praktiknya kendaraan merupakan EURO 2.
- Data yang digunakan merupakan data teknologi yang generik yang digunakan, bukan data spesifik dari organisasi
- Data yang digunakan adalah data sesuai dengan perusahaan dengan teknologi yang digunakan.

4.6.2 Perlakuan atas Data yang Hilang



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- a. Penjelasan atas data yang hilang atau tidak dimasukkan dalam proses kajian
- b. Pengabaian tahapan daur hidup, proses atau kebutuhan data



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Apabila hingga akhir penyusunan laporan, masih terdapat data yang tidak valid (diskrepansi atau lainnya) maka perlu dicantumkan dalam laporan. Pada setiap unit proses dimana data yang hilang teridentifikasi, maka perlakuan terhadap data dijabarkan.

Contoh 1:

Terdapat data transportasi dan transmisi dalam proses produksi namun masih belum termasuk dalam kajian ini, sehingga tidak terhitung sebagai data yang hilang dst.

Contoh 2:

Misalnya di tambang seharusnya ada emisi metana yang dihasilkan, namun karena tidak pernah diukur, emisi tersebut harus dinyatakan sebagai data yang tidak dimasukkan ke dalam proses kajian. Hal ini tidak berarti bahwa tambang tersebut tidak menghasilkan metana. Data tersebut bisa didapatkan dari sumber sekunder. Seandainya tidak ada data sekunder, harus dinyatakan bahwa data tersebut tidak tersedia. Sehingga pembaca dapat mengerti bahwa ada data yang tidak dicakup dalam penilaian.

05

Penilaian Dampak Daur Hidup



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- 5.1 Prosedur penilaian dampak daur hidup (*life Cycle Impact Assessment/LCIA*)
- 5.2 Kategori dampak, indikator dampak, dan hasil penilaian dampak daur hidup per unit fungsi
- 5.3 Keterbatasan hasil LCIA relatif terhadap tujuan dan lingkup LCA
- 5.4 Analisa keterkaitan LCIA dengan Tujuan dan Lingkup LCA
- 5.5 Analisa Keterkaitan LCIA dengan hasil LCI
- 5.6 Pernyataan LCIA sebagai ekspresi relatif dan tidak memprediksi dampak kategori *endpoint*



Rekomendasi pelaporan

-



Panduan

-

5.1 Prosedur Penilaian Dampak Daur Hidup (Life Cycle Impact Assessment/LCIA)



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus memasukkan 3 hal dalam Prosedur LCIA:

- a. Kategori dampak
- b. Klasifikasi
- c. Karakterisasi



Rekomendasi Pelaporan

Jika menggunakan bantuan perangkat lunak (*software*), organisasi sebaiknya menyebutkan nama *software* yang digunakan dan versinya

Jika menggunakan lembar kerja (*spreadsheet*), organisasi sebaiknya melampirkan klasifikasi LCI sesuai dengan kategori dampak yang sesuai, indikator kategori dan faktor karakterisasinya



Panduan

Kategori dampak yang digunakan adalah yang dipersyaratkan dalam Permen LHK 01/2021 atau sesuai dengan PCR yang berlaku atau sesuai dengan kesepakatan asosiasi. Penambahan kategori dampak juga dapat dilakukan sesuai dengan perkiraan dampak dari operasional perusahaan.

1. Melakukan klasifikasi dengan meletakkan LCI sesuai dengan kategori dampak yang sesuai. Jika menggunakan metode penilaian dampak, sebutkan metode penilaian dampak yang digunakan (misalnya disajikan dalam tabel).
- b. Sebutkan model karakterisasi (misalnya *Recipe*, CML, atau *eco indicator*, dsb) dan faktor karakterisasi LCIA.

5.2 Kategori Dampak, Indikator Dampak, dan Hasil Penilaian Dampak Daur Hidup



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- a. Kategori dampak yang dipilih mengacu pada Permen LHK 01/2021 (wajib dan lainnya) yang sesuai dengan operasional perusahaan, serta alasannya
- b. Organisasi pelapor harus menyatakan hasil analisis penilaian dampak daur hidup sesuai dengan unit fungsi yang ditentukan berdasarkan model karakterisasi yang dipilih



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Sesuai dengan Permen LHK 01/2021 kategori dampak yang wajib dikaji adalah:

- a. *Global Warming Potential* (nilai GWP, material kontributor terbesar, di unit proses mana)
- b. Potensi penipisan Ozon
- c. Potensi Hujan Asam
- d. Potensi Eutrofikasi
- e. Penggunaan energi (*Cumulative Energy Demand*)

Sedangkan dampak selain tersebut di atas, penambahan kategori dampak disesuaikan dengan karakteristik operasional perusahaan, misalnya: *photochemical oxidant*, potensi terjadi penurunan abiotik (*fossil dan non fossil*), potensi terjadi penurunan biotik, karsinogenik, *toxicity*, *water footprint*, *land use change* (LUC). Jejak air dibatasi hanya pada total konsumsi air untuk produk, yaitu total air yang diambil dari sumber dikurangi total air yang dibuang/dilepas ke lingkungan.

Panduan untuk kategori dampak “Jejak Air”

Jika organisasi ingin melakukan perhitungan Jejak air menurut SNI ISO 14046, dapat mencakup seluruh profil air baik konsumsi maupun degradasi air. Organisasi pelapor sebaiknya mencantumkan jenis jejak air yang dikaji: *water footprint with qualifier* atau *comprehensive water footprint* yang disebut juga jejak air. Contoh *water footprint with qualifier* adalah jejak kelangkaan air, jejak eutrofikasi air. Lihat SNI ISO 14046 dan SNI ISO/TR 14073 atau cantumkan referensi lain yang digunakan.

Pada hasil penilaian dampak untuk jejak air, pelapor perlu melaporkan hasil potensi dampak dari konsumsi dan juga degradasi air, yaitu:

- a. Jejak kelangkaan air
- b. Eutrofikasi (air tawar dan air laut)
- c. Asidifikasi (air tawar dan air laut)
- d. Ekotoksitas (air tawar dan air laut)
- e. Toksisitas terhadap manusia karena polusi air

Tabel 11 Panduan Kategori Dampak “Jejak Air”
(Sumber: SNI ISO 14046:2017)

Tipe Indikator	Kategori Dampak	Model Karakterisasi	Area Proteksi	Model Karakterisasi
Penggunaan konsumsi air	Kelangkaan air	Indeks kelangkaan air (Pfister et al.,2009)	Ekosistem	Efek kehilangan air terhadap ekosistem (Pfister et al.,2009)
			Kesehatan manusia	Efek kehilangan air terhadap ekosistem (Pfister et al.,2009)
			Sumber daya	Efek kehilangan air terhadap ekosistem (Pfister et al.,2009)
Degradasi air	Eutrofikasi air tawar	ReCiPe (Goedkoop et al., 2013)	Ekosistem	ReCiPe (Goedkoop et al., 2013)
Degradasi air	Eutrofikasi laut	ReCiPe (Goedkoop et al., 2013)	Ekosistem	ReCiPe (Goedkoop et al., 2013)
Degradasi air	Asidifikasi air tawar	IMPACT 2002+ (Jolliet et al., 2003)		IMPACT 2002+ (Jolliet et al., 2003)
Degradasi air	Asidifikasi laut	Hilang		Hilang
Degradasi air	Eutrofikasi air tawar	USEtox (Rosenbaum et al., 2008)		USEtox (Rosenbaum et al., 2008)
Degradasi air	Eutrofikasi air laut	Hilang		Hilang
Degradasi air	Toksitas terhadap manusia	USEtox (Rosenbaum et al., 2008) (lihat Catatan 2)	Kesehatan manusia	USEtox (Rosenbaum et al., 2008)

Catatan 1: Dalam contoh ini, dampak dari radiasi pengion, lepasan termal dan juga penggunaan badan air lainnya (seperti ekstraksi air tanah atau penggunaan aliran sungai untuk PLTA) tidak dicakup.

Catatan 2: Mengacu pada lingkup SNI ISO 14046, pendekatan apapun yang digunakan (yaitu *mid-point* atau *end-point*), kategori dampak terkait toksisitas manusia (kanker, non-kanker, dan radiasi pengion) dalam jejak degradasi air hanya menghitung emisi ke manusia melalui emisi air, udara dan emisi tanah yang ke air dan sampai ke manusia, misal melalui konsumsi air, konsumsi makanan laut. Pada praktiknya, model penilaian dampak tidak selalu dapat dilakukan seperti itu. Contohnya, pada versi yang ada dari model USEtox, yang digunakan disini, dampak pada kesehatan manusia (dari tiga dampak kategori yang ada) yang terkait dengan setiap *fate* dan jalur paparan dihitung dan merupakan estimasi yang terlalu tinggi dari jejak degradasi air yang berdampak terhadap manusia. Model IMPACT World+ (Bulle et al., 2017) dapat memperhitungkan *fate* dari kontaminan di dalam air, sehingga model ini hanya bagian kecil dari jejak air yang relevan.

Tabel 12 Contoh Tabel Karakterisasi Dampak Berdasarkan Tahap Daur Hidup

Kategori Dampak	Upstream/ Cradle/Hulu	Gate to Gate/Core	Distribusi	Konsumsi/ Penggunaan	Akhir Hidup	Total
GWP						
Eutrofikasi						
Asidifikasi						
Dan lain-lain						

5.3 Keterbatasan Hasil LCIA Relatif terhadap Tujuan dan Lingkup LCA



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan meliputi kualitas dan sumber data memadai untuk analisis dampak daur hidup dan keterkaitannya dengan Tujuan dan Lingkup.



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

- a. Kualitas data dan hasil LCI sudah cukup untuk melaksanakan LCIA sesuai dengan Tujuan dan Lingkup
- b. Keterbatasan hasil LCIA relatif terhadap Tujuan dan Lingkup LCA

Hasil penilaian dampak memiliki keterbatasan dalam aspek-aspek berikut ini, antara lain:

- a. Model karakterisasi, analisis sensitivitas, dan analisis ketidakpastian
- b. Penetapan batas sistem, yang tidak mencakup keseluruhan unit proses yang memungkinkan bagi sistem produk atau yang tidak mencakup seluruh masukan dan keluaran untuk setiap unit proses karena adanya *cut-off* dan perbedaan data
- c. Kualitas data LCI yang tidak memadai (contoh penggunaan porsi data sekunder lebih besar dari data primer)

5.4 Analisis Keterkaitan LCIA dengan Tujuan dan Lingkup LCA



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan yang menegaskan hasil LCIA telah sesuai dengan tujuan dengan Tujuan dan Lingkup kajian.



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Hasil dari penilaian dampak sesuai dengan lingkup yang ditetapkan, contohnya pada kajian dengan lingkup *cradle to grave boundary*, maka hasil LCIA menggambarkan dampak dari tiap tahapan *cradle* sampai dengan *grave*.

5.5 Analisis Keterkaitan LCIA dengan Hasil LCI



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan yang menggambarkan hubungan antara LCIA dengan hasil LCI. Keterkaitan LCIA dengan hasil LCI harus digambarkan dengan menampilkan:

- a. Keterkaitan *hotspot* utama dengan *input* data pada LCI
- b. Menyebutkan 80% inventori utama yang paling berkontribusi terhadap hasil LCIA



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Besaran 80% pada inventori utama mengacu pada *Pareto Rule*.

5.6 Pernyataan LCIA sebagai Ekspresi Relatif dan Tidak Memprediksi Dampak Kategori *Endpoint*



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

“Hasil LCIA merupakan ekspresi relatif dan tidak memprediksi dampak pada kategori *endpoint*, terlampauinya nilai ambang, batas keselamatan, atau risiko”



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Hasil LCIA ini mengacu pada *midpoint category* yang telah ditentukan dalam Permen LHK 01/2021 yang bukan merupakan gambaran terhadap terlampauinya nilai ambang, batas keselamatan, atau risiko. Oleh karena itu hasil LCIA ini tidak memprediksi dampak kategori *endpoint*.

06

Interpretasi Daur Hidup



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- 6.1 Identifikasi isu penting
- 6.2 Evaluasi pemeriksaan kelengkapan, konsistensi, analisis sensitivitas, analisis ketidakpastian



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

-

6.1 Identifikasi Isu Penting



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- a. Analisis data inventori, seperti energi, emisi, buangan, limbah
- b. Analisis kategori dampak, seperti penggunaan sumber daya, perubahan iklim, dan lain-lain. Analisis kontribusi penting dari proses atau tahapan daur hidup terhadap hasil, seperti unit proses secara individu atau kelompok proses seperti transportasi dan produksi energi. Dijabarkan berdasarkan:
 - i. Tahapan daur hidup
 - ii. Proses

Interpretasi isu penting (hotspot) tidak perlu dilakukan untuk seluruh kategori dampak, namun alasan pemilihan kategori dampak yang dipilih untuk diinterpretasi lebih lanjut perlu dinyatakan dengan jelas.



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

Analisis isu penting (*hotspot*), yakni mengidentifikasi dan menganalisis hal yang paling berkontribusi dalam sistem produk yang dikaji, terhadap potensi dampak yang dihasilkan.

Contoh kontribusi penting dari proses atau tahapan daur hidup terhadap hasil, seperti unit proses secara individu atau kelompok proses seperti transportasi dan produksi energi:

- a. Tahapan daur hidup: tahap daur hidup yang menimbulkan dampak yang paling besar adalah konsumsi. Lihat SNI ISO 14044:2017 Annex B
- b. Proses: proses yang menimbulkan dampak paling besar adalah proses *boiler*
- c. Analisis isu penting dilakukan hanya pada kategori dampak yang dianggap relevan dengan produk (Karakterisasi misalnya dilakukan untuk 11 kategori dampak sesuai dengan Permen LHK No. 1 Tahun 2021 namun analisis rinci dilakukan hanya pada kategori dampak yang relevan). Berikan alasan pemilihan kategori dampak yang relevan

Tabel 13 Contoh Ringkasan Kontribusi Penting dari Proses

Proses	GWP	Potensi Asidifikasi	Potensi Eutrofikasi	Kategori Lainnya Silahkan Dilanjutkan
Pembangkit listrik	50%	10%	....	....
Pengelolaan air	20%	20%	....	....
<i>Boiler</i>	10%	40%	....	....
<i>Water treatment</i>	20%	10%		

Tabel 14 Contoh Ringkasan Kontribusi Penting dari Bahan

Masukan/ Keluaran LCI	Pembangkit Listrik	Pengelolaan air	<i>Boiler</i>	<i>Water treatment</i>
Diesel	50%	30%	....	....
Bahan kimia	20%	40%	....	....
Batu bara	10%	20%	....	....
Metana				

6.2. Evaluasi Pemeriksaan Kelengkapan, Analisis Sensitivitas, Analisis Ketidakpastian dan Konsistensi



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- a. Pemeriksaan kelengkapan
- b. Pemeriksaan sensitivitas
- c. Pemeriksaan ketidakpastian
- d. Pemeriksaan konsistensi



Rekomendasi Pelaporan

Gunakan data *proxy* atau data *dummy* untuk melakukan analisis sensitivitas pada proses yang diabaikan atau yang tidak ada datanya.

Pemilihan unit proses, masukan atau keluaran yang akan dilakukan analisis sensitivitas dapat didasarkan pada ketersediaan data atau kompleksitas data yang memerlukan waktu pengerjaan yang panjang.

Jika data tidak tersedia dan hendak dikeluarkan dari batas sistem, dapat dilakukan estimasi atau *proxy* untuk mengetahui tingkat signifikansi berdasarkan analisis sensitivitas. Begitu pula jika terdapat tahapan yang hendak dikeluarkan karena kompleksitas proses dan keterbatasan waktu pengerjaan, dapat disertakan terlebih dahulu dengan data estimasi.



Panduan

Tujuan unsur evaluasi adalah untuk membangun dan menambah tingkat kepercayaan serta keandalan hasil kajian LCA atau LCI, termasuk isu penting yang teridentifikasi dalam unsur pertama dari interpretasi.

- a. Pemeriksaan kelengkapan :
 - i. Isu penting yang teridentifikasi (*hotspot*)
 - ii. Informasi relevan dengan interpretasi
 - iii. Data yang dibutuhkan

Pada pemeriksaan kelengkapan, setelah penetapan isu penting selanjutnya adalah pemeriksaan kelengkapan informasi dan data yang relevan. Ketidaklengkapan informasi dan data akan berpengaruh pada interpretasi hasil.

- b. Pemeriksaan sensitivitas pada:

Analisis sensitivitas bertujuan mengetahui tingkat kepekaan data yang dapat dilakukan dengan:

 - i. Pengeluaran tahapan daur hidup atau unit proses
 - ii. Pengeluaran atas masukan dan keluaran
 - iii. Penyertaan unit proses, masukan, dan keluaran

Uji pengeluaran dan penyertaan dapat dilakukan berdasarkan:

- i. Isu penting/hotspot
 - ii. Ketidakpastian data
 - iii. Metode alokasi, contohnya jika alokasi menggunakan economic allocation dapat dilakukan analisis sensitivitas menggunakan kriteria lain seperti mass allocation atau energy allocation
 - iv. Batasan sistem, khususnya untuk proses yang diabaikan
- c. Pemeriksaan ketidakpastian:
Pemeriksaan ketidakpastian dilakukan jika terdapat data dengan ketidakpastian tinggi, data kualitas yang rendah, atau terdapat asumsi yang berkembang dalam perhitungan, sehingga dinilai bagaimana pengaruh ketidakpastian tersebut terhadap keandalan hasil LCIA. Hasil pemeriksaan ketidakpastian dapat berupa nilai deviasi atau coefficient of variation dari hasil karakterisasi.
- d. Pemeriksaan konsistensi:
Konsistensi informasi pada seluruh bagian laporan. Informasi dan data yang disebutkan pada awal sama atau selaras dengan bagian-bagian lain pada laporan, sehingga pemeriksaan konsistensi meliputi:
- i. Perbedaan kualitas data konsisten dengan tujuan dan lingkup kajian
 - ii. Perbedaan regional dan/atau temporal diterapkan secara konsisten, jika tersedia
 - iii. Aturan alokasi dan batas sistem diterapkan konsisten
 - iv. Penilaian dampak diterapkan konsisten

07

Kesimpulan, Keterbatasan, dan Rekomendasi



Persyaratan Pelaporan

Organisasi pelapor harus menyatakan hal berikut di dalam laporan:

- a. Kesimpulan
- b. Keterbatasan kajian yang dilakukan
- c. Rekomendasi berdasarkan isu penting



Rekomendasi Pelaporan

-



Panduan

- a. Hasil LCI atau LCIA harus diinterpretasikan sesuai dengan tujuan dan lingkup kajian
- b. Kesimpulan menyebutkan isu penting yang diidentifikasi
- c. Analisis sensitivitas pengaruh keterbatasan data terhadap kesimpulan. Misalnya pengukuran emisi yang dilakukan secara periodik 2 kali dalam 1 tahun dapat menimbulkan perhitungan yang kurang tepat (*over calculated* atau *under calculated*)
- d. Rekomendasi berhubungan dengan tujuan kajian dan sebaiknya disampaikan dengan spesifik
- e. Rekomendasi dilakukan berdasarkan isu penting (*hotspot*)

Indeks Laporan



Persyaratan pelaporan

Organisasi pelapor harus melampirkan indeks pelaporan di bagian akhir laporan sesuai dengan format berikut:

Tabel 15 Indeks Laporan

Bab	Pengungkapan	Halaman	Alasan Tidak Dicantumkan
Tujuan & Lingkup	Tujuan penerapan		
...	Pernyataan komparatif yang ditujukan untuk disampaikan ke masyarakat		Tidak relevan
	Sistem produk dan fungsi sistem produk		Data tidak ada
	Unit fungsi atau unit deklarasi dan aliran acuan		
	Batasan sistem kajian (alasan pemilihan batasan sistem & gambar sistem produk)		
	Kriteria <i>cut-off</i>		Tidak relevan
	Prosedur alokasi		Data tidak ada
	Pengumpulan data		
	Asumsi		
	Keterbatasan kajian LCA yang dilakukan		
	Persyaratan kualitas data		
	Perlakuan atas data yang hilang		
	Pernyataan cakupan interpretasi dan format laporan		
	Tinjauan kritis		
Metode pelaksanaan LCA	Standar atau referensi yang dirujuk		
	Metode perhitungan yang digunakan		Tidak relevan
	Pemilihan metode penilaian dampak		Data tidak ada
Inventori daur hidup	Deskripsi kualitatif Unit Proses		
	Prosedur pengumpulan data		
	Sumber literatur		

Bab	Pengungkapan	Halaman	Alasan Tidak Dicantumkan
Inventori daur hidup	Prosedur perhitungan data		Tidak relevan
	Rekapitulasi inventori data		Data tidak ada
	Penilaian kualitas data		
	Perlakuan atas data yang hilang		
Penilaian dampak daur hidup	Prosedur LCIA		
	Kategori dampak, indikator dampak, dan hasil penilaian dampak daur hidup		
	Keterbatasan hasil LCIA relatif terhadap tujuan dan lingkup LCA		
	Analisis keterkaitan LCIA dengan tujuan dan lingkup LCA		
	Analisis keterkaitan LCIA dengan hasil LCI		
	Keterbatasan hasil LCIA relatif terhadap tujuan dan lingkup LCA		
Interpretasi daur hidup	Identifikasi isu penting		
	Evaluasi pemeriksaan kelengkapan, analisis sensitivitas, analisis ketidakpastian dan konsistensi		
Kesimpulan, keterbatasan dan rekomendasi	Kesimpulan		
	Keterbatasan		
	Rekomendasi		

Tinjauan Kritis Dilakukan/Tidak Dilakukan (pilih salah satu)

Bab	Pengungkapan	Halaman	Alasan Tidak Dicantumkan
Tinjauan kritis, jika dilakukan	Pernyataan Tinjauan Kritis		
	Laporan Tinjauan Kritis		
	Swadeklarasi mengenai independensi dan kompetensi peninjau		

Lampiran Rincian Inventori Daur Hidup

Contoh rincian inventori daur hidup ini dimaksudkan khusus untuk kebutuhan proses Tinjauan Kritis. Rincian inventori ini bukan sebagai bagian dari Laporan Teknis yang dikumpulkan ke Sekretariat PROPER. Inventori daur hidup disajikan per unit proses sesuai dengan unit proses yang digambarkan dalam Diagram Alir Proses.

Contoh data inventori yang disajikan pada Lampiran

- Data inventori untuk masing-masing proses dengan jumlah sesuai periode pelaporan (total) untuk menunjukkan neraca massa, beserta informasi sumber data dan *dataset* yang digunakan.
- Inventori per kelompok proses yang ditampilkan (dapat ditampilkan berdasarkan batas sistem), Misalnya untuk proses produksi yoghurt.

Tabel 16 Subsistem 1: Peternakan Sapi untuk Menghasilkan 1000 kg Susu (Sumber: Gonzalez-Garcia et al., 2013)

Aliran	Jumlah	Unit	Sumber Data	Dataset
Input				
Maize Silage & Straw	1.533	kg	Data perusahaan	<i>Ecoinvent: wheat production | straw | APOS, U - RoW</i>
Diesel	11	kg	Data perusahaan	<i>ELCD: market for diesel | diesel | APOS, U - RoW</i>
Air	1,7	m ³	Hasil perhitungan	<i>Ecoinvent: market for water, deionised, from tap water, at user | water, deionised, from tap water, at user | APOS, U - RoW</i>
Listrik	32,7	kWh	Hasil pengukuran	<i>Listrik Jawa-Madura-Bali Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, KESDM</i>
Output				
Susu mentah cair	1.000	kg	Data perusahaan	<i>Created</i>
Daging	17,9	kg	Data perusahaan	<i>Created</i>
Emisi ke Udara				
CH ₄	29,59	kg	Data literatur	<i>Emission to air; low population density; Methane, biogenic</i>
N ₂ O	0,16	kg	Data literatur	<i>Emission to air; low population density; Dinitrogen monoxide</i>

Aliran	Jumlah	Unit	Sumber Data	Dataset
NH ₃	9,45	kg	Hasil literatur	<i>Emission to air; low population density; Ammonia</i>
CO ₂	34,94	kg	Hasil perhitungan	<i>Emission to air; low population density; Carbon dioxide, biogenic</i>
CO	0,11	kg	Data literatur	<i>Emission to air; low population density; Carbon monoxide, biogenic</i>
<i>Particulate</i>	0,03	kg	Data literatur	<i>Emission to air; low population density; Particulates, > 2.5 µm, and < 10 µm</i>

Tabel 17 Subsistem 2: Pabrik yoghurt untuk Menghasilkan 1000 kg Yoghurt (Sumber: Castenheira et al., 2010)

Aliran	Jumlah	Unit	Sumber Data	Dataset
Input				
Susu mentah cair	914,8	kg	Data perusahaan	Subsistem 1: Susu mentah
Susu bubuk	41,9	kg	Data perusahaan	<i>Ecoinvent: milk production, from cow | cow milk | APOS, U - RoW</i>
Bahan Pendukung:				
Gula pasir	46,4	kg	Data perusahaan	<i>Ecoinvent: market for sugar, from sugarcane | sugar, from sugarcane | APOS, U - GLO</i>
Hidrogen peroksida	18,6	kg	Data perusahaan	<i>Ecoinvent: market for hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state | hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state | APOS, U - GLO</i>
Soda api	7,8	kg	Data perusahaan	<i>Ecoinvent: market for sodium hydroxide, without water, in 50% solution state | sodium hydroxide, without water, in 50% solution state | APOS, U - GLO</i>
Polistiren	18,8	kg	Data perusahaan	<i>Ecoinvent: market for polystyrene, expandable | polystyrene, expandable | APOS, U - GLO</i>
<i>High-density polyethylene</i>	2,8	kg	Data perusahaan	<i>Ecoinvent: market for polyethylene, high density, granulate | polyethylene, high density, granulate | APOS, U - GLO</i>
Listrik	134,7	kWh	Hasil pengukuran	<i>Listrik Jawa-Madura-Bali Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, KESDM</i>
Air	3,3	m ³	Data perusahaan	<i>Ecoinvent: market for water, deionised, from tap water, at user | water, deionised, from tap water, at user | APOS, U - RoW</i>
Truk 16-32t	761,8	tkm	Hasil perhitungan	<i>Ecoinvent: market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 | transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 | APOS, U - GLO</i>
Susu mentah cair	914,8	kg	Data perusahaan	
Output				
Yoghurt	1.000	kg	Data perusahaan	<i>Created</i>

Input	Jumlah	Unit	Sumber Data	Dataset
Emisi ke Udara				
CH ₄	10,8	mg	Data literatur	<i>Emission to air; low population density; Methane, biogenic</i>
N ₂ O	1,1	kg	Data literatur	<i>Emission to air; low population density; Dinitrogen monoxide</i>
CO ₂	110,6	kg	Data literatur	<i>Emission to air; low population density; Carbon dioxide, biogenic</i>
CO	186,3	kg	Data literatur	<i>Emission to air; low population density; Carbon monoxide, biogenic</i>
Particulate	71,9	kg	Data literatur	<i>Emission to air; low population density; Particulates, > 2.5 µm, and < 10 µm</i>
Organic substance	n.a.		Tidak ada data pengukuran	
Emisi ke Air				
Chemical Oxygen Demand	1,9	kg	Hasil pengukuran	<i>Emission to water; lake; COD, Chemical Oxygen Demand</i>
Fosfat	0,014	kg	Hasil pengukuran	<i>Emission to water; lake; Phosphate</i>
Nitrogen total	n.a.		tidak ada data pengukuran	
Emisi ke Waste Treatment Plant				
Kertas ke recycler	0,024	kg	Hasil pengukuran	<i>Ecoinvent: Paper (waste treatment) {GLO} | recycling of paper | APOS, U</i>
Plastik ke recycler	1,1	kg	Hasil pengukuran	<i>Ecoinvent: PE (waste treatment) {GLO} | recycling of PE | APOS, U</i>
Kertas ke sanitary landfill	0,017	kg	Hasil pengukuran	<i>Ecoinvent: Waste paperboard {RoW} | treatment of, sanitary landfill | APOS, U</i>
Plastik ke sanitary landfill	2,3	kg	Hasil pengukuran	<i>Ecoinvent: Waste plastic, mixture {RoW} | treatment of waste plastic, mixture, sanitary landfill | APOS, U</i>
Kertas ke insinerator	0,0048	kg	Hasil pengukuran	<i>Ecoinvent: Waste incineration of paper fraction in municipal solid waste (MSW), EU-27</i>
Plastik ke insinerator	0,6	kg	Hasil pengukuran	<i>Ecoinvent: Waste incineration of plastics (PE, PP, PS, PB), EU-27</i>

Lampiran Daftar Referensi Perangkat Lunak

- **SimaPro:** <https://simapro.com/about/>
- **GaBi:** <https://gabi.sphera.com/solutions/life-cycle-assessment/>
- **OpenLCA:** <https://www.openlca.org/openlca/>
- **MiLCA:** <https://www.milca-milca.net/english/>

Daftar Istilah

Istilah	Definisi/Penjelasan
<i>Hotspot</i>	Tahapan daur hidup, proses atau aliran dasar yang memberikan kontribusi/ proporsi signifikan pada dampak lingkungan
<i>Reduce</i>	Pengurangan konsumsi atau produksi limbah
<i>Reuse</i>	Pemakaian ulang
<i>Recycle</i>	Daur ulang
<i>Upstream / proses hulu</i>	Proses yang terjadi sebelum bahan baku masuk ke proses inti dari organisasi, antara lain ekstraksi dan produksi bahan baku, produksi sumber energi dan lainnya.
<i>Core / proses inti</i>	Proses yang terjadi di dalam organisasi, yang masuk dalam kendali organisasi
<i>Downstream / proses hilir</i>	Proses atau kegiatan setelah keluar dari pintu organisasi, dapat merupakan kegiatan distribusi, konsumsi dan juga pengolahan di akhir hidup produk.
Unit deklarasi	Unit acuan dalam deklarasi lingkungan Tipe III atau komunikasi jejak, berdasarkan satu modul informasi atau lebih.
Unit fungsi	Kinerja yang terukur dari sistem produk untuk digunakan sebagai unit acuan
Kategori dampak	Pengelompokan yang mewakili isu lingkungan yang menjadi perhatian dan bisa dihubungkan dengan hasil analisis inventori daur hidup
Klasifikasi	Penempatan hasil <i>life cycle inventory</i> pada kategori dampak tertentu
Karakterisasi	Perhitungan hasil indikator kategori dengan faktor yang diturunkan dari model karakterisasi yang digunakan. Karakterisasi dilakukan untuk mengkonversi hasil inventori daur hidup menjadi unit umum indikator kategori
<i>Global Warming Potential</i>	Peningkatan suhu di bumi yang diakibatkan terperangkapnya panas/ radiasi matahari oleh gas rumah kaca sehingga tidak dapat terlepas ke atmosfer. Gas emisi termasuk seperti karbon dioksida (CO ₂), metana (CH ₄) dan dinitrogen oksida (N ₂ O). Satuan ukurnya adalah kg CO ₂ eq.
Penipisan ozon	Disebut juga lubang ozon adalah berkurangnya kadar ozon pada lapisan stratosfer karena pembentukan bahan kimia reaktif akibat reaksi dengan sinar matahari dengan bahan pencemar seperti metana (CH ₄), nitrogen oksida (NO _x), karbon monoksida (CO), dan sulfur dioksida (SO ₂)
Penggunaan energi (<i>cumulative energy demand</i>)	Jumlah energi yang dibutuhkan pada satu siklus daur hidup untuk menghasilkan suatu produk baik yang bersifat langsung maupun tidak langsung

Istilah	Definisi/Penjelasan
<i>Photochemical oxidant</i>	Pembentukan bahan kimia reaktif akibat reaksi dengan sinar matahari dengan bahan pencemar seperti metana (CH ₄), nitrogen oksida (NO _x), karbon monoksida (CO), dan sulfur dioksida (SO ₂). Satuan ukurnya kg C ₂ H ₄ eq.
Jejak air	ukuran yang menguantifikasi dampak lingkungan potensial yang berkaitan dengan air secara kuantitatif (SNI ISO 14046)
<i>Land use change</i>	Bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda
Jejak kelangkaan air (<i>water scarcity</i>)	Dampak potensial terkait dengan kuantitas pemakaian air tanpa mempertimbangkan kualitas air.
<i>Abiotic Resource Depletion</i>	Penipisan/berkurangnya jumlah sumber daya alam yang tidak terbarukan di alam yang diukur berdasarkan jumlah energi yang diambil. Sumber daya alam termasuk sumber daya energi seperti bijih besi, minyak mentah, termasuk energi angin. Unit satuannya adalah MJ/kWh.
Eutrofikasi (air tawar dan air laut)	Dampak terhadap ekosistem perairan yang dipengaruhi oleh materi makro nutrisi berupa nitrogen, fosfat dan parameter Chemical Oxygen Demand. Unit satuannya adalah kg PO ₄ eq.
Hujan asam (Asidifikasi)	Dampak pengasaman yang ditimbulkan oleh bahan pencemar nitrogen oksida (NO _x) dan sulfur dioksida (SO ₂). Unit satuannya adalah kg SO ₂ eq.
Ekotoksitas (air tawar dan air laut)	Potensi dampak yang diakibatkan bahan beracun berupa fenol, raksa (Hg), arsen (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), tembaga (Cu), timbal (Pb), nikel (Ni), vanadium (V), dan seng (Zn) kepada makhluk hidup di air tawar dan laut. Unit satuannya adalah kg 1,4-db eq.
Toksisitas terhadap manusia	Potensi dampak terhadap kesehatan manusia dikarenakan bahan beracun berupa fenol, raksa (Hg), arsen (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), tembaga (Cu), timbal (Pb), nikel (Ni), vanadium (V), dan seng (Zn). Unit satuannya adalah kg 1,4-db eq.
ReCiPe	ReCiPe adalah metode penilaian dampak lingkungan yang dikembangkan pada tahun 2008 oleh Dutch National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Radboud University Nijmegen, Leiden University, dan PRé Sustainability.

Daftar Singkatan

Singkatan	Kepanjangan
BPS	Badan Pusat Statistik
CML	<i>Centrum voor Milieukunde Leiden (Center of Environmental Science)</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
ILCD	<i>International Reference Life Cycle Data System</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
LCI	<i>Life Cycle Inventory</i>
LCIA	<i>Life Cycle Impact Assessment</i>
PCR	<i>Product Category Rules</i>
P & ID	<i>Piping & Instrumentation Diagram</i>
PLTA	Pembangkit Listrik Tenaga Air
PROPER	Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan
SNI	Standar Nasional Indonesia
ISO	<i>International Standard Organization</i>
TS	<i>Technical Specification</i>
TR	<i>Technical Report</i>

Daftar Pustaka

- [1] Elijošiūtė, E., Balciukevičiūtė, J., & Denafas, G. (2012). Life cycle assessment of compact fluorescent and incandescent lamps: comparative analysis. *Environmental Research, Engineering and Management*, 61(3), 65-72.
- [2] European Union. (2010). *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook*.
- [3] National Council for Air and Stream Improvement. (2017). *2014 Life Cycle Assessment of U.S. Average Corrugated Product*. Prepared for Corrugated Packaging Alliance (CPA).
- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI ISO 14040:2016 - Manajemen lingkungan – Penilaian daur hidup (ISO 14040:2006, IDT)*.
- [5] Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI ISO 14044:2017 - Manajemen lingkungan – Penilaian daur hidup – Persyaratan dan panduan (ISO 14044:2006, IDT)*.
- [6] Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI ISO 14046:2017 - Manajemen lingkungan – Jejak air – Prinsip, persyaratan dan panduan (ISO 14046:2014, IDT)*.
- [7] Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI ISO 14073:2017 - Manajemen lingkungan – Jejak air – Contoh ilustratif cara menerapkan ISO 14046 (ISO/TR 14073:2017, IDT)*.
- [8] Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI ISO/TS 14027 - Label lingkungan dan deklarasi – Pengembangan product category rules (Adopsi dari ISO/TS 14027:2017 Environmental labels and declarations – Development of product category rules)*.
- [9] Badan Standardisasi Nasional. (2018). *SNI ISO/TS 14024 - Label lingkungan dan deklarasi – Pelabelan lingkungan Tipe I – Prinsip dan prosedur (ISO 14024:2018, IDT)*.
- [10] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2021 tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- [11] E.G. Castenheira, A.C. Dias, L. Arroja, R. Amaro (2010) The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm. *Agricultural Systems*, 103: 498-507.
- [12] International EPD System (2010). *PCR Processed Paper and Paperboard Product Category Classification: UN CPC 3214 PCR 2010*.
- [13] Gonzalez-Garcia, S., Castanheira, E. G., Dias, A. C., Arroja, L. (2013). Environmental life cycle assessment of dairy product: the yoghurt, *International Journal of Life Cycle Assessment*. 18, 796-811.



**Kementerian
Lingkungan Hidup
dan Kehutanan
Republik Indonesia**



Telp/Fax : 021-8580105



Email : sekretariatproper@gmail.com



Website : <http://proper.menlhk.go.id>



ppkl.menlhk.go.id | Ditjen PPKL KLHK | [@ditjenppkl_klhk](https://www.instagram.com/ditjenppkl_klhk) | [Ditjen PPKL](https://www.youtube.com/DitjenPPKL)