



LAPORAN

DESEMBER

2013

Panduan Kelestarian Ekosistem untuk Pemanfaatan Panas Bumi



Panduan Kelestarian Ekosistem untuk Pemanfaatan Panas Bumi

WWF Indonesia
2013



British Embassy
Jakarta

Panduan Kelestarian Ekosistem untuk Pemanfaatan Panas Bumi

ISBN: **978-979-1461-35-1**

©2013

Diterbitkan oleh **WWF-Indonesia**

dan didukung oleh **Kedutaan Besar Inggris di Jakarta**

Koordinator Program

Indra Sari Wardhani

Penulis:

Robi Royana

Editor Teknis:

Indra Sari Wardhani

Kontributor Teknis:

Hadi Alikodra, WWF-Indonesia

Budi Wardhana, WWF-Indonesia

Nyoman Iswarayoga, WWF Indonesia

Anwar Purwoto, WWF-Indonesia

Indra Sari Wardhani, WWF-Indonesia

Retno Setiyaningrum, WWF-Indonesia

Arif Budiman, WWF-Indonesia

Thomas Barano, WWF-Indonesia

Zulfira Warta, WWF-Indonesia

Tata Letak dan Desain:

Arief Darmawan

Yayasan WWF Indonesia

Gedung Graha Simatupang Tower 2 Unit C

Jalan LetJen TB Simatupang Kav 38 Jakarta Selatan 12540 Indonesia

Telp: +62-21-782 9461 Fax : +62-21-782 9462

www.wwf.or.id

Sekapur Sirih

Energi menjadi salah satu tolak ukur kemajuan suatu negara dan bahkan menjadi kekuatan ekonomi politik tidak terkecuali Indonesia. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi, tidak dapat dipungkiri bahwa kebutuhan energi Indonesia juga terus meningkat pesat. Sebagian besar kebutuhan energi ini berasal dari sumber energi fosil yang tidak terbarukan seperti minyak bumi, gas bumi dan batubara, dimana pemanfaatan energi tersebut menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) yang berkontribusi terhadap terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim. Untuk meningkatkan ketahanan energi nasional dalam jangka panjang serta berkontribusi terhadap upaya global dalam menahan laju perubahan iklim, konservasi energi dan diversifikasi energi melalui pengembangan energi terbarukan yang berkelanjutan merupakan keniscayaan.

Visi WWF di sektor energi adalah mendorong tercapainya 100% Energi Terbarukan pada 2050 secara global. Bagi Indonesia, saat ini merupakan masa penting untuk transisi dan transformasi menuju pembangunan sektor energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Potensi energi terbarukan di Indonesia sangat besar dan belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satunya adalah energi Panas Bumi. Melalui program “Ring of Fire”, WWF mendukung pengembangan energi panas bumi yang berkelanjutan.

Pengembangan panas bumi di Indonesia masih terbilang lambat dengan dinamika permasalahan yang kompleks. Salah satu yang menjadi perhatian adalah lokasi potensi panas bumi yang sebagian besar berada di wilayah yang merupakan kawasan hutan dimana hutan menyimpan kekayaan keanekaragaman hayati, menyediakan jasa lingkungan seperti sumber mata air, mempunyai fungsi sebagai penjaga keseimbangan iklim bumi serta menjadi sumber pendapatan ekonomi bagi masyarakat dan negara. Panas bumi dan hutan merupakan sumber daya alam yang memiliki manfaat besar bagi kelangsungan hidup manusia. Pengembangan Panas bumi di kawasan hutan harus senantiasa memperhatikan aspek-aspek kelestarian ekosistem. “Panduan Kelestarian Ekosistem Hutan: Wilayah Kerja Pengusahaan Energi Panas Bumi di Kawasan Hutan” merupakan sumbangsih pemikiran WWF-Indonesia dalam upaya mensinergikan pengembangan energi terbarukan yang berkelanjutan dan mendukung konservasi hutan di Indonesia.

Panduan ini mengidentifikasi kriteria serta indikator penting yang perlu diterapkan dalam menjaga keberlanjutan kegiatan pemanfaatan panas bumi di kawasan hutan dengan memperhatikan kemantapan fungsi kawasan hutan, keberlanjutan fungsi ekologi ekosistem hutan serta keberlanjutan fungsi sosial ekonomi dan budaya pada ekosistem hutan. Penyusunan panduan ini telah melalui serangkaian proses diskusi dan konsultasi dengan para pemangku kepentingan. Saya berharap panduan ini dapat menjadi referensi bagi pemerintah, pengembang panas bumi, akademisi maupun masyarakat.

Kelestarian bumi yang merupakan satu-satunya rumah kita merupakan tanggung jawab kita bersama.

Jabat Erat.

Efransjah, CEO WWF-Indonesia

Daftar Isi

Sekapur Sirih	5
Daftar Isi	6
Daftar Tabel	8
Daftar Gambar	9
Daftar Singkatan	10
Daftar Istilah	11
1. Pendahuluan	17
1.1. Latar Belakang	17
1.2. Tujuan	21
1.3. Ruang Lingkup Panduan	21
1.4. Metodologi Penyusunan Panduan	22
1.5. Sistematika Penulisan Panduan	23
2. Panas Bumi dan Hutan	25
2.1. Ekosistem Hutan dan Konsep Kelestarian	26
2.2. Kerangka Kerja Kehutanan Indonesia	31
2.3. Kerangka Kerja Pengusahaan Panas Bumi	35
2.4. Potensi Sumber Daya Panas Bumi di Kawasan Hutan	38
2.5. Pengaruh Kegiatan Operasional Panas Bumi terhadap Hutan	39
2.6. Situasi Masalah Kebijakan Pengusahaan Panas Bumi di Kawasan Hutan	41
2.7. Pola Pikir Kebijakan Panas Bumi di Kawasan Hutan	48
2.8. Beberapa Perangkat Kelestarian Lingkungan	51

3. Baseline dan Tipologi Ekosistem Hutan	57
3.1. Kerangka Pikir Penyusunan Basline dan Tipologi Ekosistem Hutan	57
3.2. Aspek Ekologi Hutan	59
3.2.1. Karakteristik Biologis Ekosistem	59
3.2.2. Karakteristik Fisik Ekosistem	65
3.3. Tipologi Ekosistem Hutan Berdasarkan Aspek Ekologi	67
4. Panduan Kelestarian Ekosistem Hutan pada Wilayah Kerja Panas Bumi	71
4.1. Kerangka Kerja Perumusan Panduan	71
4.2. Prinsip, Kriteria dan Indikator	73
Lampiran	121
Lampiran 1. Zonasi Pengelolaan Taman Nasional	123
Lampiran 2. Rekapitulasi Kegiatan Non Kehutanan Panas Bumi di Kawasan Suaka Alam/Kawasan Pelestarian Alam	126

Daftar Tabel

Tabel 1.	Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)	19
Tabel 2.	Penerapan Konsep Kelestarian Hutan	30
Tabel 3.	Keluaran Kegiatan Pengembangan Panas Bumi	36
Tabel 4.	Distribusi Potensi Panas Bumi di Kawasan Hutan Indonesia	38
Tabel 5.	Wilayah Kerja Pengembangan Panas Bumi yang Telah Berproduksi	38
Tabel 6.	Kemajuan Pengukuhan Kawasan Konservasi Indonesia 2011	47
Tabel 7.	Sinergi Kepentingan Kelestarian Ekosistem Hutan dan Kegiatan Pengusahaan Panas Bumi di Kawasan Hutan	49
Tabel 8.	Indeks untuk Keanekaragaman Hayati	62
Tabel 9.	Klasifikasi Intensitas Curah Hujan	65
Tabel 10.	Klasifikasi Kelas Kelerengan	66
Tabel 11.	Klasifikasi Kepekaan Tanah Terhadap Erosi	66
Tabel 12.	Karakteristik Biofisik dalam Penentuan Sensitivitas Ekosistem	67
Tabel 13.	Tipologi Aspek Ekologi	68
Tabel 14.	Definisi Tipologi Ekosistem Hutan Berdasarkan Aspek Ekologi	69
Tabel 15.	Matriks Kriteria dan Indikator Kelestarian Ekosistem Hutan Wilayah Kerja Panas Bumi	76
Tabel 16.	Skala Intensitas Indikator Prinsip Kemantapan Fungsi Kawasan Hutan (Kriteria: Fungsi Kawasan Tetap)	78
Tabel 17.	Skala Intensitas Indikator Prinsip Kelestarian Fungsi Ekologi (Kriteria: Potensi Biologis Kawasan Hutan Terjamin)	82
Tabel 18.	Skala Intensitas Indikator Prinsip Kelestarian Fungsi Ekologi (Kriteria: Kondisi Fisik Kawasan Hutan Terjamin)	90
Tabel 19.	Verifier dan Metode Verifikasi Indikator Prinsip Kemantapan Fungsi Kawasan Hutan (Kriteria: Fungsi Kawasan Tetap)	96
Tabel 20.	Verifier dan Metode Verifikasi Indikator Prinsip Keberlanjutan Fungsi Ekologi Kawasan Hutan (Kriteria: Terjaminnya Potensi Biologis Kawasan)	102
Tabel 21.	Verifier dan Metode Verifikasi Indikator Prinsip Keberlanjutan Fungsi Ekologi Kawasan Hutan (Kriteria: Terjaminnya Kondisi Fisik Kawasan Hutan)	110
Tabel 22.	Nilai Baku Setiap Indikator pada Masing-masing Tipologi	116

Daftar Gambar

Gambar 1.	Berbagai Manfaat dari Ekosistem Hutan	28
Gambar 2.	Diagram Alur Sistem dalam Konsep Ekosistem Hutan	29
Gambar 3.	Kerangka Kerja Pengurusan Hutan Indonesia	31
Gambar 4.	Luas Kawasan Hutan Berdasarkan Fungsinya	32
Gambar 5.	Gradasi Fungsi Hutan Berdasarkan Keaslian dan Tingkat Intervensi Manusia	33
Gambar 6.	Jumlah dan Luas Kawasan Konservasi Berdasarkan Kategorinya	34
Gambar 7.	Tahapan Kegiatan Pengembangan Panas Bumi	35
Gambar 8.	Keterlibatan Para Pihak dalam Proses Pengusahaan Panas Bumi	37
Gambar 9.	Perbandingan Emisi CO ₂ dari Beberapa Jenis Sumber Energi	39
Gambar 10.	Situasi dalam Perumusan Kebijakan Pengusahaan Panas Bumi di Kawasan Hutan dan Arah Pendekatan dalam Pengambilan Kebijakan	42
Gambar 11.	Diagram Kemungkinan Kondisi Ekosistem pada Kawasan Hutan Wilayah Kerja Panas Bumi	58
Gambar 12.	Ilustrasi Penyusunan Baseline Pengelolaan Ekosistem Hutan	59
Gambar 13.	Struktur Hubungan Kategori Keterancaman Spesies	64
Gambar 14.	Pengelompokan Tipologi Akhir Pengusahaan Bumi di Kawasan Hutan	68
Gambar 15.	Model Hierarki Kinerja Pengusahaan Panas Bumi di Kawasan Hutan	74
Gambar 16.	Model Hierarki Kelestarian Ekosistem Hutan Wilayah Kerja Panas Bumi	75

Daftar Singkatan

AMDAL	: Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
ANDAL	: Analisis Dampak Lingkungan
APL	: Areal Penggunaan Lain
CITES	: <i>Convention on International Trade of Endangered Species</i>
CSA	: <i>Canada's National Sustainable Forest Management Standard</i>
FPIC	: <i>Free, Prior, and Informed Consent</i>
FPP	: <i>Forest People Program</i>
FSC	: <i>Forest Stewardship Council</i>
GRI	: <i>Global Reporting Initiative</i>
GRK	: Gas Rumah Kaca
HCVF	: <i>High Conservation Value Forest</i>
HK	: Hutan Konservasi
HL	: Hutan Lindung
HP	: Hutan Produksi
HPT	: Hutan Produksi Terbatas
IBSAP	: <i>Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan</i>
INP	: Indeks Nilai Penting
IPCC	: <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ITTO	: <i>International Tropical Timber Organization</i>
IUCN	: <i>International Union for Conservation of Nature</i>
IUPHHK	: Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu
KESDM	: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
KPA	: Kawasan Pelestarian Alam
KSA	: Kawasan Suaka Alam
KSDAHE	: Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya
LEI	: Lembaga Ekolabel Indonesia
MEA	: <i>Millennium Ecosystem Assessment</i>
PDB	: Produk Domestik Bruto
PEFC	: <i>Pan-European Forest Certification</i>
PGE	: <i>Pertamina Geothermal Energy</i>
PHPL	: Pengelolaan Hutan Produksi Lestari
PKI	: Prinsip, Kriteria, dan Indikator
PLTP	: Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
RKL	: Rencana Pengelolaan Lingkungan
RPL	: Rencana Pemantauan Lingkungan
SFI	: <i>Sustainable Forest Initiative</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
TBL	: <i>Triple Bottom Line</i>
TNGHS	: Taman Nasional Gunung Halimun Salak
TPI	: Tebang Pilih Indonesia
TPTI	: Tebang Pilih Tanam Indonesia
TPTJ	: Tebang Pilih Tanam Jalur
UKL	: Upaya Pengelolaan Lingkungan
UPL	: Upaya Pemantauan Lingkungan
WWF	: <i>World Wide Fund</i>

Daftar Istilah

Keanekaragaman Hayati	Istilah yang digunakan untuk menggambarkan keragaman bentuk kehidupan di bumi, interaksi di antara berbagai makhluk hidup serta antara mereka dengan lingkungannya.
Panas Bumi	Sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, dan batuan bersama mineral ikutan dan gas lainnya yang secara genetis semuanya tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi dan untuk pemanfaatannya diperlukan proses penambangan.
Sumber Daya Panas Bumi	Besarnya potensi panas bumi yang ditentukan dengan dasar estimasi parameter terbatas untuk dibuktikan menjadi potensi cadangan.
Usaha Panas Bumi	Kegiatan menemukan sumber daya panas bumi hingga pemanfaatannya baik secara langsung maupun tidak langsung.
Reservoir	Formasi batuan di bawah permukaan yang mampu menyimpan dan mengalirkan fluida termal (uap dan atau air panas). Reservoir biasanya merupakan batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik.
Sistem Panas Bumi	Sistem penghantaran panas di dalam mantel atas dan kerak bumi dimana panas dihantarkan dari suatu sumber panas (<i>heat source</i>) menuju suatu tempat penampungan panas (<i>heat sink</i>).
Pemanfaatan Langsung	Usaha pemanfaatan energi dan/atau fluida panas bumi untuk keperluan nonlistrik, baik untuk kepentingan umum maupun kepentingan sendiri.
Pemanfaatan Tidak Langsung	Pemanfaatan Tidak Langsung untuk tenaga listrik adalah kegiatan usaha pemanfaatan energi Panas Bumi untuk pembangkit tenaga listrik, baik untuk kepentingan umum maupun untuk kepentingan sendiri.
<i>Geothermal Surface Manifestation</i>	Manifestasi panas bumi di permukaan yang menunjukkan keberadaan suatu sistem hidrotermal di bawah permukaan bumi, seperti mata air panas, geyser, dan sebagainya.
<i>Baseline</i> atau Dasar Pengukuran	Kecenderungan yang akan terjadi tanpa adanya intervensi kebijakan atau kegiatan. Batas ini biasanya dikaitkan dengan tahun tertentu dan digunakan sebagai dasar penghitungan kenaikan atau penurunan.
Deforestasi	Perubahan lahan yang semula berhutan menjadi lahan tanpa tegakan pohon.
Degradasi Hutan	Perubahan lahan hutan yang semula memiliki tutupan rapat menjadi jarang.
Studi Pendahuluan	Kegiatan yang meliputi pengumpulan, analisis, dan penyajian data yang berhubungan dengan informasi kondisi geologi, geofisika, dan geokimia untuk memperkirakan letak dan adanya sumber daya panas bumi serta wilayah kerja.
Eksplorasi	Rangkaian kegiatan penyelidikan geologi, geofisika, geokimia, pengeboran uji, dan pengeboran sumur eksplorasi yang bertujuan memperoleh dan menambah informasi kondisi geologi bawah permukaan guna menemukan dan mendapatkan perkiraan potensi panas bumi.

Daftar Istilah

Studi Kelayakan	Tahapan kegiatan pertambangan panas bumi untuk memperoleh informasi rinci seluruh aspek yang berkaitan demi menentukan kelayakan usaha pertambangan panas bumi, termasuk penyelidikan atau studi jumlah cadangan yang dapat dieksploitasi.
Eksplorasi	Rangkaian kegiatan pada suatu wilayah kerja tertentu yang meliputi pengeboran sumur pengembangan dan sumur reinjeksi, pembangunan fasilitas lapangan, serta operasi produksi sumber daya panas bumi.
Cadangan Panas Bumi	Jumlah kandungan panas yang tersimpan di bawah permukaan dan diestimasi dengan ilmu-ilmu kebumihian serta kelistrikan yang dapat dimanfaatkan dalam waktu tertentu.
Cadangan Spekultaif	Kelas sumber daya yang estimasi potensi energinya didasarkan pada studi literatur serta penyelidikan pendahuluan.
Cadangan Mungkin	Kelas cadangan yang estimasi potensi energinya didasarkan pada hasil penyelidikan rinci dan telah diidentifikasi dengan bereksplorasi (<i>wildcat</i>) serta hasil prastudi kelayakan.
Cadangan Terduga	Kelas cadangan yang estimasi potensi energinya didasarkan pada hasil penyelidikan rinci.
Cadangan Terbukti	Kelas cadangan yang estimasi potensi energinya didasarkan pada hasil penyelidikan rinci, diuji dengan sumur eksplorasi, delineasi dan pengembangan, serta dilakukan studi kelayakan.
Degradasi Lahan	Berkurangnya kemampuan lahan hutan menyediakan jasa ekosistem dan produk hutan, karena pengaruh-pengaruh negatif pada struktur hutan.
Hutan	Suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan.
Kawasan Hutan	Wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap.
Hutan Negara	Hutan pada tanah yang tidak dibebani hak atas tanah.
Hutan Hak	Hutan pada tanah yang dibebani hak atas tanah.
Hutan Adat	Hutan negara yang berada dalam wilayah masyarakat hukum adat.
Hutan Produksi	Kawasan hutan yang memiliki fungsi pokok memproduksi hasil hutan.
Hutan Lindung	Kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah.

Hutan Konservasi	Kawasan hutan dengan ciri khas tertentu yang memiliki fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan, satwa, dan ekosistemnya.
Kawasan Hutan Suaka Alam	Hutan dengan ciri khas tertentu yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya, yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan.
Kawasan Hutan Pelestarian Alam	Hutan dengan ciri khas tertentu yang mempunyai fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan, satwa, dan pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya.
<i>Land Use, Land-Use Change and Forestry</i> (LULUCF)	Sektor inventarisasi gas rumah kaca yang meliputi emisi dan pemindahan gas rumah kaca yang berasal dari pemanfaatan lahan, perubahan lahan, dan kegiatan kehutanan yang dilakukan langsung oleh manusia.
Taman Nasional	Kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli, dikelola dengan sistem zonasi yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, pariwisata, dan rekreasi.
Hutan Tanaman Industri (HTI)	Hutan tanaman pada hutan produksi yang dibangun kelompok industri kehutanan untuk meningkatkan potensi dan kualitas hutan produksi. Caranya, menerapkan silvikultur dalam rangka memenuhi kebutuhan bahan baku industri hasil hutan.
Habitat	Lingkungan tempat tumbuhan atau satwa hidup dan berkembang secara alami.
Alpha Diversitas	Rata-rata jumlah jenis tumbuhan yang ditemukan dalam suatu komunitas/ ekosistem, yang disebut kekayaan jenis ekosistem. Nilai keanekaragaman alpha menunjukkan keanekaragaman jenis pada skala geografi yang bersifat lokal dan dapat diketahui dengan cara menghitung rata-rata jumlah jenis tumbuhan dalam beberapa komunitas atau ekosistem suatu unit ekosistem hutan.
Beta Diversitas	Jumlah jenis tumbuhan dalam skala regional yang lebih luas. Nilai keanekaragaman beta diketahui dengan cara menghitung jumlah jenis tumbuhan yang merupakan gabungan beberapa komunitas yang sama dalam satu kawasan. Keanekaragaman beta menghubungkan keanekaragaman alpha dan gamma, dihitung dengan cara membagi nilai keanekaragaman gamma dengan nilai alpha.
Gamma Diversitas	Nilai keanekaragaman jenis yang menggambarkan tingkat perubahan komposisi jenis yang mencakup satu daerah yang luas dalam skala bentang alam. Untuk penerapan pengelolaan ekosistem di suatu unit ekosistem hutan, keanekaragaman gamma adalah jumlah jenis tumbuhan yang dimiliki suatu ekosistem tertentu yang merupakan gabungan dari beberapa bagian dalam satu unit pengelolaan hutan.
<i>Sustained Yield Principle</i>	Pada tingkat intensitas pengelolaan hutan tertentu, hasil kayu yang diproduksi hutan berlangsung secara terus menerus.

Daftar Istilah

<i>Sustainability of Multiple Use</i>	Pemahaman bahwa kayu bukanlah satu-satunya hasil hutan dan kebutuhan manusia terhadap hutan sangat beragam.
<i>Reference Ecosystem</i>	Ekosistem hutan yang diacu sebagai hutan sehat untuk suatu unit ekosistem hutan yang akan dimonitor.
<i>Resilience</i>	Kapasitas sistem untuk menyerap gangguan dan mengenalinya saat mengalami perubahan sehingga masih dapat mempertahankan fungsi dan struktur dasarnya.
<i>Adaptability</i>	Kapasitas aktor dalam sistem untuk mempengaruhi <i>resistence</i> .
<i>Transformability</i>	Kemampuan untuk menciptakan sistem baru secara fundamental, ketika struktur ekologis, ekonomi, dan sosial yang ada tidak dapat dipertahankan.
<i>Maximum Disturbance</i>	Keadaan ini hanya akan terjadi jika gangguan yang diterima ekosistem melebihi ambang batas kemampuan ekosistem untuk mempertahankan dan memperbaharui diri.
<i>Carrying Capacity</i>	Jumlah maksimum individu unsur hayati yang masih dapat dijamin hidup dengan baik pada kondisi lingkungan tertentu. Dalam sistem ekologi, setiap spesies berarti sebagai lingkungan bagi spesies lainnya sehingga lingkungan itu sendiri adalah hubungan interdependensi antarspesies yang ditambahkan dengan unsur fisik.
Efek Rumah Kaca	Efek yang ditimbulkan gas rumah kaca, ketika gas-gas seperti CO ₂ menahan radiasi balik matahari yang dipancarkan bumi dalam bentuk panas sehingga memanaskan atmosfer bumi.
Gas Rumah Kaca (GRK)	Gas-gas di atmosfer yang bertanggungjawab sebagai penyebab pemanasan global dan perubahan iklim. Jenis gas rumah kaca yang utama adalah karbon dioksida (CO ₂), metana (CH ₄), dan nitrogen oksida (N ₂ O).
Ekosistem	Sistem kehidupan yang terdiri atas faktor-faktor yang hidup (biotik) dan yang tak hidup (abiotik) yang telah mencapai keseimbangan yang mantap. Sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
Hutan Primer	Lahan dengan jenis-jenis pohon dan tanaman berkayu yang tumbuh secara alami dan sebagian besar belum terjamah aktivitas manusia sehingga proses ekologisnya tidak terganggu.
Hutan Sekunder	Hutan yang tumbuh kembali secara alami setelah ditebang atau dibuka untuk berbagai kegiatan.
Hutan Tanaman	Lahan yang ditanami tegakan pohon yang dibentuk melalui penyemaian benih dan penanaman anakan pohon.

<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (IPCC, atau Panel Antar Pemerintah untuk Perubahan Iklim)	Badan yang menyurvei literatur teknis dan ilmiah di seluruh dunia dan mempublikasikan laporan yang menjadi sumber informasi perubahan iklim terpercaya dan dasar negosiasi Konvensi Perubahan Iklim. Lebih dari 2.500 ilmuwan dan 800 penulis dari 130 negara memberi kontribusi terhadap IPCC Fourth Assessment Report tahun 2007, yang mengukuhkan bahwa kegiatan manusia menjadi penyebab perubahan iklim. IPCC merupakan institusi independen yang tidak terkait secara struktur dengan Konvensi.
Jasa ekosistem	Jasa atau layanan yang didukung, diatur, dan disediakan ekosistem bagi manusia. Hutan, misalnya, menyediakan bahan pangan, air, kayu dan serat, serta mengatur iklim dan tata air. Ekosistem ini juga memberikan manfaat untuk rekreasi, estetika, dan kepuasan spiritual.
Mekanisme Pembangunan Bersih (CDM)	Mekanisme di bawah Protokol Kyoto dimana negara maju dapat mendanai proyek pengurangan emisi gas rumah kaca di negara berkembang dan menerima kredit karbon yang dapat digunakan untuk memenuhi kewajiban pengurangan emisinya.
Mitigasi	Tindakan mengurangi emisi gas rumah kaca yang disebabkan kegiatan manusia serta meningkatkan penyimpanan karbon untuk mengatasi perubahan iklim.
Perubahan Iklim	Perubahan kondisi iklim yang disebabkan aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer global. Pengukuran kondisi dan variabilitasnya didasarkan pada rata-rata jangka panjang nilai tengah parameter cuaca berupa suhu udara, curah hujan, dan kecepatan angin.
Protokol Kyoto	Kesepakatan internasional bahwa negara-negara industri akan mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan sebesar 5,2 persen dari tingkat emisi tahun 1990 selama periode 2008-2012.
Pemanasan Global	Naiknya suhu rata-rata atmosfer bumi dari tahun ke tahun akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca, terutama karena kegiatan manusia seperti industrialisasi dan deforestasi.
Penyerapan Karbon	Proses pengikatan CO ₂ di atmosfer oleh tanaman yang mempunyai pigmen menangkap cahaya, yaitu klorofil melalui proses fotosintesis.
Restorasi	Pemulihan hutan alam untuk membangun kembali struktur dan fungsi, melindungi dan memulihkan habitat kritis, daerah riparian, daerah aliran sungai, serta atribut lainnya.
Pengelolaan Hutan Lestari	Pengelolaan dan penggunaan hutan yang mempertahankan keanekaragaman hayati, produktivitas, kapasitas regenerasi, dan fungsi ekonomi sosial.
<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (UNFCCC)	Perjanjian atau kesepakatan yang dibuat pada KTT Bumi pada tahun 1992, yang mendesak semua negara yang berkepentingan untuk menstabilkan konsentrasi GRK di atmosfer pada tingkat yang dianggap tidak membahayakan iklim bumi. UNFCCC lebih umumnya merujuk pada Sekretariat Perserikatan Bangsa-Bangsa yang ditugaskan untuk mendukung pelaksanaan kesepakatan tersebut.



Foto: ©Moving Images/ NL Agency

. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat keanekaragaman hayati tinggi di dunia. Kekayaan hayati Tanah Air itu dikutip Wakil Presiden RI dalam pidatonya pada Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional 2012, bahwa Indonesia memiliki sekitar 90 tipe ekosistem, 40.000 spesies tumbuhan, dan 300.000 spesies hewan.¹ Untuk kepentingan melindungi keanekaragaman hayati, akhir tahun 2010 Kementerian Kehutanan telah menetapkan jenis flora dan fauna yang dilindungi, yang terdiri atas mamalia (127 jenis), burung (382 jenis), reptilia (31 jenis), ikan (9 jenis), serangga (20 jenis), krustasea (2 jenis), anthozoa (1 jenis), dan bivalvia (12 jenis).² Salah satu upaya menangani perdagangan flora dan fauna yang mendekati kepunahan, Indonesia menandatangani konvensi CITES dan mendaftarkan sejumlah jenis flora dan fauna ke dalam Appendix I dan II.³

¹ <http://wapresri.go.id/index/preview/pidato/180>

² Daftar jenis-jenis satwa dan tumbuhan dilindungi dapat dilihat pada lampiran PP No. 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa

³ Statistik Kehutanan, Kementerian Kehutanan 2011

Nilai ekonomi keanekaragaman hayati sangat berpotensi menjadi tulang punggung sektor industri, pertanian, perdagangan, kehutanan, kesehatan, dan pariwisata. Kementerian Lingkungan Hidup, mengacu pada sejumlah studi akademik menyebutkan, nilai sumber daya genetik dan pengetahuan tradisional setiap tahunnya dapat mencapai 500–800 miliar dollar AS. Untuk tumbuhan obat Indonesia diperkirakan bernilai 14,6 miliar dollar AS atau lebih dari 2 kali lipat nilai produk kayu hutan. Potensi ini semakin besar seiring disetujuinya Protokol Nagoya yang akan memberi perlindungan pada keanekaragaman hayati dan menjamin pembagian keuntungan bagi Indonesia. Dalam konteks inilah kepentingan ekologi dengan kekayaan hayatinya akan memberi manfaat ekonomi.⁴ Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, diyakini bahwa penemuan berbagai jenis keanekaragaman hayati baru dan kegunaannya akan terus terjadi. Pada saat bersamaan, nilai ekonomi keanekaragaman hayati akan terus meningkat.

Di sisi lain, wilayah Indonesia juga memiliki kandungan sumber daya alam berupa mineral dan energi yang cukup tinggi, salah satunya adalah panas bumi. Sumber energi panas bumi Indonesia umumnya berada pada jalur gunung api, membentang mulai dari ujung Pulau Sumatera, sepanjang Pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi, dan Maluku.⁵ Panjang jalur tersebut sekitar 7.500 kilometer dengan lebar 50-200 km.⁶ Kondisi ini menempatkan Indonesia sebagai pemilik potensi energi panas bumi terbesar di dunia, yang mencapai 28.617 megawatt (MW)⁷ atau sekitar 40 persen dari total potensi dunia yang tersebar di 299 lokasi. Secara geografis sumber panas bumi terbanyak terdapat di Sumatera (12.760 MW), Jawa (9.717 MW), Sulawesi (3.044 MW), Nusa Tenggara (1.451 MW), Maluku (1.071 MW), Bali (354 MW) serta di daerah lain (220 MW).

Secara global, pemanfaatan energi panas bumi untuk pembangkitan listrik mencapai 9.900 MW di dunia. Di Indonesia, berdasarkan data Badan Geologi Kementerian ESDM, pemanfaatan panas bumi untuk listrik hingga Desember 2012 tercatat 1.341 MW yang tersebar di Jawa (1.134 MW), Sumatera (122 MW), Sulawesi (80 MW) dan Nusa Tenggara (5 MW). Ini menempatkan Indonesia sebagai produsen listrik panas bumi terbesar ketiga di dunia, setelah Amerika Serikat (2.687 MW) dan Filipina (1.968 MW)⁸. Dengan potensi yang ada, pemanfaatan listrik dari panas bumi di Indonesia masih dapat ditingkatkan. Selain untuk pembangkit listrik, energi panas bumi juga bisa untuk kegiatan non-listrik, seperti sarana rekreasi pemandian air panas, pengering produk pertanian dan perikanan, penghangat ruangan, dan lain sebagainya.

Tabel 1. Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)

No.	WKP Panas Bumi / Lokasi	Pemegang IUP	Pengembang	Nama PLTP	Kapasitas Terpasang (MW)
1	Sibayak – Sinabung, SUMUT	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	Sibayak	12
2	Cibeureum – Parabakti, JABAR	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	KOB - Chevron Geothermal Salak, Ltd (CGS)	Salak	377
3	Pangalengan, JABAR	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	KOB - Star Energy Geothermal Wayang Windu, Ltd (SEGWWL)	Wayang Windu	227
4	Kamojang – Darajat, JABAR	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	Kamojang	200
5	Kamojang – Darajat, JABAR	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	KOB - Chevron Geothermal Indonesia, Ltd (CGI)	Darajat	270
6	Dataran Tinggi Dieng, JATENG	PT Geo Dipa Energi (GDE)	PT Geo Dipa Energi (GDE)	Dieng	60
7	Lahendong – Tompaso, SULUT	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	Lahendong	80
8	Ulubelu, LAMPUNG	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	PT Pertamina Geothermal Energy (PGE)	Ulubelu	110
					1.336

Sumber: Kementerian Energi dan Mineral Resources, Desember 2012

Sistem panas bumi di Indonesia umumnya merupakan sistem hidrotermal yang mempunyai temperatur tinggi (>225° C), yang terletak di beberapa wilayah Sumatera, Jawa, Sulawesi dan sebagian wilayah timur Indonesia. Adanya suatu sistem hidrotermal di bawah permukaan bumi seringkali ditunjukkan dengan manifestasi panas bumi di permukaan (*Geothermal Surface Manifestation*), seperti mata air panas, geyser, dan sebagainya.⁹ Berdasar pengalaman pengembangan lapangan panas bumi di dunia dan Indonesia, sistem panas bumi bertemperatur tinggi dan sedang sangat potensial untuk pembangkit listrik.

Lokasi potensi panas bumi pada wilayah vulkanik biasanya berasosiasi dengan hutan. Data Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) tahun 2010 menyebutkan, potensi panas bumi yang berada dalam kawasan hutan konservasi sebanyak 41 titik dengan kapasitas 5.935 MW, dalam kawasan hutan lindung (46 titik) dengan potensi 6.623 MW, dan dalam kawasan hutan produksi (37 titik) dengan potensi 3.670 MW.



PLTP Ulubelu, Lampung.
Foto: ©Moving Images/ NL Agency

⁹ Energi panas Bumi di Indonesia, Nenny Saptadji, ITB



⁴ <http://www.menlh.go.id/peringatan-hari-cinta-puspa-dan-satwa-nasional-hcpsn-2011>

⁵ Profil Potensi Panas Bumi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral 2012

⁶ LIPI

⁷ Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012

⁸ Indonesia sebagai Pusat Panas Bumi, R. Sukhyar, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, April 2010.

Hingga kini, pengembangan panas bumi di kawasan hutan masih menghadapi banyak hambatan, terutama ketidaksinkronan regulasi pemerintah di sektor energi dan kehutanan. Beberapa upaya untuk mengatasi kendala kebijakan itu telah dan sedang dilakukan pemerintah yang didukung kalangan praktisi panas bumi. Pihak KESDM masih berupaya merevisi Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2003 tentang Panas Bumi, sedangkan Kementerian Kehutanan berupaya merevisi Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (KSDAHE).

Sejalan dengan itu, Menteri ESDM dan Menteri Kehutanan menandatangani Nota Kesepahaman No. 7662/05/MEM.S/2011 dan No. NK.16/Menhut-II/2011 tentang Percepatan Perijinan Pengusahaan Panas Bumi pada Kawasan Hutan Produksi, Kawasan Hutan Lindung, dan Kawasan Hutan Konservasi. Nota kesepahaman itu untuk mempercepat proses perijinan pengusahaan panas bumi di kawasan hutan produksi dan kawasan hutan lindung, serta menyiapkan langkah-langkah agar kegiatan pemanfaatan panas bumi dapat dilakukan di kawasan hutan konservasi dengan tetap memperhatikan prinsip-prinsip konservasi.

Merespons kondisi itu, WWF-Indonesia melakukan serangkaian kajian pendahuluan yang secara umum dimaksudkan untuk memastikan kelestarian ekosistem hutan yang telah dan akan menjadi lokasi operasi pengusahaan panas bumi, terutama hutan-hutan dengan nilai konservasi tinggi. Di antaranya, seluruh hutan yang telah ditetapkan sebagai kawasan konservasi, hutan lindung, dan kawasan-kawasan hutan bernilai konservasi tinggi (*high conservation value forest/HCVF*) yang berada pada bentang alam (*landscape*) produksi.

Secara sistematis, kajian ini meliputi identifikasi jumlah dan sebaran potensi panas bumi di kawasan hutan, baik yang telah dieksploitasi maupun masih berupa potensi; mengidentifikasi kerangka kerja kegiatan pengusahaan dan pengembangan panas bumi; mengidentifikasi pengaruh-pengaruh dari setiap kegiatan dalam tahapan pengusahaan panas bumi terhadap ekosistem hutan; memperjelas nilai ekonomi ekosistem hutan yang dapat dibandingkan dengan nilai ekonomi pengusahaan panas bumi di kawasan hutan; dan menyusun rekomendasi berupa panduan kelestarian ekosistem hutan yang menjadi lokasi pengusahaan panas bumi.

Panduan kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja panas bumi itu untuk memastikan berbagai pertimbangan kelestarian ekosistem hutan benar-benar mempengaruhi setiap jenjang keputusan dalam pengusahaan panas bumi di kawasan hutan.

1.2. Tujuan

Penyusunan Standar Pemanfaatan Energi Panas Bumi yang Berkelanjutan di Kawasan Hutan merupakan salah satu kegiatan utama dalam program “Ring of Fire” WWF. Program ini bertujuan mempercepat pengembangan dan pemanfaatan energi panas bumi yang berkelanjutan di Indonesia dan Filipina, yang sejalan dengan Visi Global Sektor Energi WWF 100 Persen Energi Terbarukan pada tahun 2050.

Secara umum, penyusunan panduan ini untuk membantu para pengelola hutan dan pengembang panas bumi, serta para pihak lain yang berkepentingan untuk merumuskan dan menetapkan tolok ukur keberlanjutan ekosistem hutan secara spesifik lokasi berdasarkan kriteria dan indikator yang disepakati. Perangkat kriteria dan indikator selanjutnya dapat digunakan sebagai kerangka kerja untuk memantau perkembangan keberlanjutan ekosistem.

Secara spesifik, pengembangan panas bumi yang berkelanjutan dapat:

- Meminimalisir dan atau menghindari dampak negatif terhadap lingkungan dan kelestarian hutan yang bernilai konservasi tinggi serta dampak sosial masyarakat.
- Mempertahankan dan atau meningkatkan nilai kearifan lokal masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan serta nilai-nilai konservasi tinggi yang teridentifikasi di wilayah pengembangan panas bumi.
- Membangun dukungan luas dari para pihak melalui profil keberlanjutan yang lebih maju dan penerimaan sosial yang lebih baik dengan cara melindungi kepentingan masyarakat dan ekosistem, serta meningkatkan peran industri panas bumi dalam konservasi hutan dan keanekaragaman hayati.
- Memberi masukan dalam penyusunan kebijakan dan peraturan maupun kegiatan advokasi untuk percepatan pengembangan dan pemanfaatan energi panas bumi, serta menjadi salah satu opsi pertimbangan bagi pemerintah pusat maupun daerah dalam memberikan izin pengembangan panas bumi, terutama yang berada di kawasan hutan di Indonesia.



PLTP Kamojang, Jawa Barat. Foto: ©WWF-Philippines/ Christopher Ng.



1.3. Ruang Lingkup Panduan

Secara keseluruhan, fungsi ekosistem mencakup fungsi-fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial. Panduan kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja panas bumi ini fokus pada fungsi ekologis dari ekosistem hutan yang meliputi komponen biologi dan fisik dari ekosistem hutan. Adapun lingkup bahasan panduan ini hanya meliputi:

1. Tipologi ekosistem hutan berdasarkan aspek ekologis hutan.
2. Prinsip, kriteria, dan indikator kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja panas bumi.
3. Pemantauan kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja panas bumi.

Fungsi sosial dan ekonomi ekosistem merupakan aspek-aspek penting. Bahkan, pengelolaan aspek sosial menjadi kondisi pemungkin dalam kesuksesan pengelolaan sumber daya alam. Oleh karena itu, panduan ini dapat efektif diterapkan manakala aspek sosial dapat dikelola terlebih dahulu. Saat ini sudah banyak perangkat-perangkat pengelolaan isu sosial yang dikembangkan berbagai pihak, dan WWF-Indonesia mendorong elemen-elemen yang kompeten dalam isu ini untuk memformulasikan suatu perangkat pengelolaan isu sosial yang lebih khusus. Ini untuk mengawal pengusahaan panas bumi di kawasan hutan dapat diterima secara sosial.

1.4. Metodologi Penyusunan Panduan

Panduan ini disusun melalui berbagai kegiatan yang dilaksanakan sistematis dengan melibatkan pihak-pihak yang relevan. Tahapan kegiatan itu sebagai berikut:

1. Persiapan

- a. Penyusunan kerangka acuan kerja penyusunan panduan.
- b. Identifikasi para pihak yang melibatkan berbagai kalangan (pemerintah, pengembang panas bumi, LSM, perguruan tinggi, dll).
- c. Identifikasi data dan informasi potensi serta profil pemanfaatan panas bumi di kawasan hutan.
- d. Kajian literatur mengenai ekosistem hutan dan sistem panas bumi.
- e. Kajian dokumen kebijakan kehutanan dan pengusahaan panas bumi.
- f. *Focus Group Discussion* mengenai rencana kerja penyusunan panduan.

2. Penyusunan Draf Panduan

- a. Penetapan dan harmonisasi kerangka kerja yang akan digunakan untuk mengorganisasikan informasi.
- b. Observasi lapangan pada beberapa lokasi pemanfaatan panas bumi yang telah beroperasi.
- c. Penyusunan kerangka kerja *baseline* dan tipologi ekosistem hutan.
- d. Seleksi dan pembuatan definisi prinsip, kriteria, dan indikator kelestarian ekosistem hutan pada konteks pengusahaan panas bumi.
- e. Penyusunan rancangan Prinsip, Kriteria, dan Indikator Kelestarian Ekosistem Hutan pada Wilayah Kerja Pengusahaan Panas Bumi.
- f. Konsultasi publik melalui FGD untuk rancangan Prinsip, Kriteria, dan Indikator Kelestarian Ekosistem Hutan pada Wilayah Kerja Pengusahaan Panas Bumi.
- g. Penyusunan alat ukur (verifier) dan metode untuk pengujian indikator.
- h. Penyusunan kerangka kerja penilaian untuk kebutuhan pengawasan kelestarian ekosistem pada wilayah kerja pengusahaan panas bumi.
- i. Penyusunan draf komprehensif panduan.

3. Penyusunan Panduan Final

- a. Konsultasi publik rancangan panduan.
- b. Perbaikan panduan berdasarkan masukan para pihak.
- c. Peluncuran panduan final.

1.5. Sistematika Penulisan Panduan

- Bagian ke satu: menjelaskan latar belakang, tujuan, metodologi, dan ruang lingkup panduan.
- Bagian ke dua: menjelaskan secara singkat konsep ekosistem dan kelestarian ekosistem, kerangka kerja pengelolaan hutan Indonesia, kerangka kerja operasional panas bumi, potensi panas bumi di kawasan hutan, pengaruh kegiatan operasional panas bumi terhadap kelestarian ekosistem hutan, situasi masalah kebijakan pengusahaan panas bumi di kawasan hutan, pola pikir kebijakan panas bumi di kawasan hutan, dan beberapa bentuk perangkat pengelolaan lingkungan di Indonesia.
- Bagian ke tiga: menjelaskan kerangka pikir penyusunan tipologi ekosistem hutan dan tipologi ekosistem hutan itu sendiri.
- Bagian ke empat: menjelaskan kerangka kerja perumusan panduan, hierarki prinsip, kriteria, dan indikator kelestarian ekosistem hutan secara komprehensif yang dikerucutkan pada prinsip, kriteria, dan indikator kelestarian ekosistem hutan dari aspek fungsi ekologis serta kerangka kerja penilaian kelestarian ekosistem hutan dari aspek ekologis.





Foto: ©Moving Images/ NL Agency

II. PANAS BUMI DAN HUTAN

Pemanfaatan panas bumi sebagai sumber energi bersih dan ramah lingkungan berperan sangat penting untuk mendukung ketahanan energi nasional dan mengurangi emisi karbon yang merupakan kontributor utama terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim. Begitupun dengan hutan sebagai penyimpan karbon terbesar dan habitat bagi keanekaragaman hayati sehingga keberadaannya perlu dijaga dan dilestarikan. Dua kepentingan yang tampak bertentangan, dapatkah menjadi komplementer satu dengan lainnya? Apakah fungsi kawasan hutan yang harus beradaptasi dengan operasi pengusahaan panas bumi? Atau sebaliknya, pengusahaan panas bumi yang harus beradaptasi dengan setiap fungsi kawasan hutan dimana operasi itu akan dilakukan?

2.1. Ekosistem Hutan dan Konsep Kelestarian

Definisi sederhana ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik makhluk hidup dengan lingkungannya.¹⁰ Hutan sebagai suatu ekosistem mencakup: (1) tumbuhan; (2) satwa; (3) tanah sebagai substrat tempat tumbuh; (4) mikroorganisme; dan (5) atmosfer. Jadi, hutan merupakan suatu sistem fisis dan biologis yang kompleks, yang di dalamnya ada banyak interaksi dan saling bergantung antarkomponen yang berbeda (Supriyadi, 2009).

Secara alami, interaksi antarkomponen ekosistem membentuk variasi hutan, di mana kondisi lingkungan yang berbeda akan membentuk hutan berbeda pula. Variasi hutan kemudian diklasifikasikan menjadi beberapa tipe yang istilahnya tergantung pada sistem klasifikasinya. Menurut Spurr dan Barnes (1980), hutan dunia dikelompokkan menjadi dua, yakni hutan tropis dan subtropis. Untuk hutan di Indonesia, Van Steenis mengelompokkan hutan menjadi hutan tropis dan *monsoon*. Kedua klasifikasi di atas lalu mengelompokkan tipe hutan secara lebih detail lagi menjadi beberapa tipe hutan. Beberapa di antaranya adalah hutan hujan pegunungan, hutan rawa, hutan mangrove, dan hutan kerangas.

Untuk mengetahui bentuk respons komunitas hutan terhadap lingkungannya, komponen-komponen ekosistem dikelompokkan menjadi enam atribut ekosistem, yaitu (1) komposisi, (2) struktur, (3) pola, (4) heterogenitas, (5) fungsi, dan (6) dinamika dan *resilience* (Hobbs dan Norton, 1996). Heterogenitas sebagai salah satu atribut ekosistem umumnya dikenal dengan istilah biodiversitas. Definisi biodiversitas sangat beragam, namun pada intinya biodiversitas adalah variasi struktur dan fungsi organisme baik pada tingkatan genetik, populasi, komunitas, maupun ekosistem (Cox, 1997; Fielder dan Jain, 1992; Hunter, 1996; Hurbelt, 1971; ICBP, 1992; Johson, 1993; Magurran, 1988; McAllister, 1991; Peet, 1974; Reid dan Miller, 1989; Sandlund dkk, 1992 dan Wilson, 1992). Dalam dimensi keterukuran, biodiversitas dapat dikategorikan menjadi tiga tingkatan, yaitu (1) *alpha diversity*; (2) *beta diversity*; (3) *gamma diversity* (Dykeet al, 2008).



¹⁰ <http://id.wikipedia.org/wiki/ekosistem>

Dalam perkembangan pengelolaan ekosistem hutan, isu mengenai gangguan dan kerusakan ekosistem hutan masih menjadi topik utama di kalangan ilmuwan, aktivis, dan pengambil kebijakan di seluruh dunia. Ekosistem hutan menjadi sorotan utama seputar isu kerusakan ekosistem bumi.

Secara normatif, para pakar pengelolaan hutan (*forest management*) telah membuat standar atau tolok ukur pengelolaan hutan yang baik, yang dikenal dengan konsep kelestarian atau keberlanjutan hutan. Konsep ini mengacu pada pemeliharaan sumber daya untuk masa depan yang tak terbatas dengan tanpa penurunan kualitas. Konsep kelestarian dibutuhkan, karena pengelolaan hutan bertujuan menyediakan barang dan jasa untuk generasi sekarang dan masa mendatang.

Konsep kelestarian hutan berevolusi tiga tahap, yaitu kelestarian produksi kayu, kelestarian multi-manfaat hutan, dan kelestarian ekosistem (Bettinger, 2009).¹¹ Pertama, kelestarian hasil kayu (*sustained yield principles*) yang diartikan “pada tingkat intensitas pengelolaan hutan tertentu, hasil kayu yang diproduksi hutan berlangsung terus menerus”. Konsep kelestarian ini menekankan perencanaan hutan yang bertumpu pada keseimbangan pertumbuhan (*growth*) pohon dan pemanenan (*harvesting*). Pertumbuhan pohon sendiri bukanlah sesuatu yang mudah diketahui. Konsep kelestarian hasil kayu ini diterjemahkan dalam kaidah pengaturan hasil hutan (*forest yield regulation*). Penerapan konsep kelestarian hasil kayu di Indonesia diterapkan melalui beberapa sistem silvikultur, misalnya untuk pengelolaan hutan alam adalah Tebang Pilih Indonesia (TPI), Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI), Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ), dan terakhir Silvikultur Intensif (Silint) yang sedang diujicoba pada beberapa unit manajemen hutan. Sementara, sistem silvikultur untuk hutan tanaman adalah Tebang Habis Permudaan Buatan.

Kedua, konsep kelestarian multi-manfaat hutan (*sustainability of multiple uses*) yang berasal dari pemahaman bahwa kayu bukanlah satu-satunya hasil hutan dan kebutuhan manusia terhadap hutan sangat beragam. Dalam *Millennium Ecosystem Assessment* dijelaskan empat kategori jasa ekosistem hutan yang memberi beragam manfaat, yaitu jasa penyediaan (*provisioning services*), jasa pengaturan (*regulating services*), jasa budaya (*cultural services*), dan jasa pendukung (*supporting services*).



¹¹ Bettinger P, Boston K, Siry JP, Grebner DL. 2009. Forest Management and Planning. Amsterdam: Elsevier.

Bentuk-bentuk manfaat dari masing-masing jasa ekosistem ditunjukkan pada gambar berikut:

Gambar 1. Berbagai Manfaat dari Ekosistem Hutan

Provisioning Services	Regulating Services	Cultural Services
Product obtained from ecosystem	Benefits obtained from regulation of ecosystem processes	Nonmaterial benefits obtained from ecosystem
<ul style="list-style-type: none"> Food Fresh water Fuel wood Fiber Bio-chemical Genetic resources 	<ul style="list-style-type: none"> Climate regulation Disease regulation Water regulation Water purification Pollination 	<ul style="list-style-type: none"> Spiritual and religious Recreation and eco-tourism Aesthetic Inspirational Educational Sense of place Cultural heritage
Supporting Services		
Service necessary for the production of all other ecosystem services		
<ul style="list-style-type: none"> Soil formation 	<ul style="list-style-type: none"> Nutrient cycling 	<ul style="list-style-type: none"> Primary production

Sumber: Ecosystem and Human Well-being: Synthesis (2005)



Foto: ©WWF-Indonesia/ PHKA

Ketiga, konsep kelestarian ekosistem yang muncul dari konsep pengelolaan berbasis ekosistem (*ecosystem based management*). Konsep ini menjelaskan, aliran barang dan jasa dari hutan tergantung pada proses-proses yang melestarikan ekosistem. Jika konsep kelestarian hasil kayu dan multimanfaat menekankan pentingnya hasil atau manfaat dari hutan sebagai sebuah pabrik barang dan jasa, maka kelestarian ekosistem mementingkan pabrik itu sendiri.

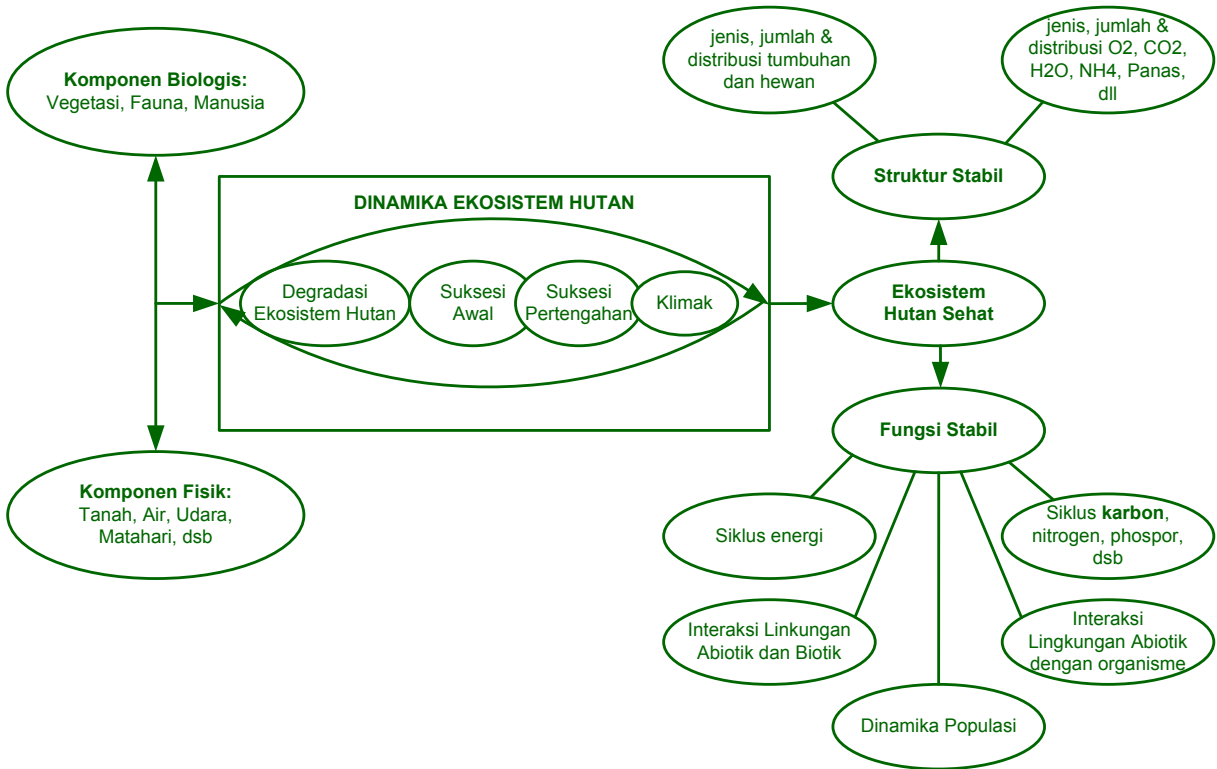
Konsep kelestarian ekosistem hutan banyak disebut sebagai konsep kelestarian yang paling dibutuhkan saat ini, mengingat kondisi kerusakan ekosistem yang sudah pada tahap mengkhawatirkan. Dalam konteks kelestarian ekosistem hutan ini, para ahli ekosistem mengaitkannya dengan konsep kesehatan ekosistem hutan (*forest ecosystem health*). Konsep kesehatan ekosistem dipromosikan sebagai konsep yang akan membantu memperjelas, mengevaluasi, dan mengimplementasikan kebijakan ekologi. Ditinjau dari perspektif analisis sistem, konsep kesehatan ekosistem hutan dapat diartikan sebagai proses terciptanya suatu kondisi ekosistem hutan yang mampu mendukung ekosistem untuk memperbaharui dirinya sendiri secara alami, mempertahankan diversitas penutupan vegetasi, menjamin stabilitas habitat untuk flora dan fauna, serta terbentuknya hubungan fungsional di antara komunitas tumbuhan, hewan, dan lingkungan.

Kolbet *al* (1994) mengusulkan, hutan sehat dibedakan oleh empat atribut kualitatif:

1. Lingkungan fisik, sumber daya biotik, dan jaringan makanan atau nutrisi untuk mendukung hutan yang produktif setidaknya selama beberapa tahap sere (transisi) dalam suksesi ekosistem hutan.
2. Resistensi terhadap perubahan katastrofik dan/atau kemampuan untuk pulih dari perubahan katastrofik pada tingkat lanskap.
3. Keseimbangan fungsional antara penyediaan dan tuntutan kebutuhan terhadap sumber daya yang esensial (air, nutrisi, cahaya, ruang tumbuh, dll) untuk bagian-bagian utama vegetasi.
4. Keanekaragaman dari tahap sere dan struktur tegakan yang menyediakan habitat yang layak untuk berbagai spesies asli dan seluruh proses ekosistem yang esensial.

Pengukuran kesehatan ekosistem untuk kepentingan pengawasan merupakan pekerjaan kompleks dan sulit, terlebih lagi setiap unit ekosistem hutan memiliki karakteristik masing-masing. Para ahli menyarankan agar pengukuran atau pengawasan kesehatan ekosistem didekati dengan cara studi *baseline* struktur dan fungsi ekosistem, pengkajian terhadap sejarah ekosistem, dan penetapan ekosistem rujukan (*reference ecosystem*) yang diacu sebagai hutan sehat untuk suatu unit ekosistem hutan yang akan dipantau.

Gambar 2. Diagram Alur Sistem dalam Konsep Ekosistem Hutan



Posisi manusia dalam ekosistem selalu menjadi bahasan menarik. Pada tataran konsep, keberadaan manusia dipetakan sebagai bagian tak terpisahkan dari ekosistem. Oleh karena itu, konsep kelestarian ekosistem berkembang menjadi konsep kelestarian ekosistem dan nilai-nilai sosial (*sustainability of ecosystem and social values*). Kajian tentang bagaimana hubungan manusia dengan ekosistem atau seringkali disebut dengan istilah social-ecological system dilihat dari tiga atribut, yakni *resilience*, *adaptability*, dan *transformability*.

Resilience adalah kapasitas sistem untuk menyerap gangguan dan mengenalinya saat menjalani perubahan sehingga masih dapat mempertahankan fungsi dan struktur dasarnya. **Adaptability** adalah kapasitas aktor dalam sistem untuk mempengaruhi *resistence*. Adapun **transformability** adalah kemampuan menciptakan sistem baru secara fundamental, ketika struktur ekologis, ekonomi, dan sosial yang ada tidak dapat dipertahankan.¹² Keadaan ini hanya akan terjadi jika gangguan pada ekosistem melebihi ambang batas kemampuan ekosistem mempertahankan dan memperbaharui diri (*maximum disturbance*).

Penerapan konsep kelestarian dalam pengelolaan hutan dipengaruhi nilai-nilai yang dianut serta tujuan dari pengelolaan hutan. Gambaran mengenai penerapan ketiga konsep kelestarian tersebut dalam sistem pengelolaan hutan Indonesia adalah sebagai berikut:

¹² Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9(2): 5. <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>

Tabel 2. Penerapan Konsep Kelestarian Hutan

Konsep Kelestarian	Fungsi Hutan		
	Produksi	Lindung	Konservasi
Kelestarian hasil kayu			
Kelestarian multi-fungsi hutan			
Kelestarian ekosistem			
Keterangan :			
	: Dominan		
	: Berlaku tetapi tidak dominan		
	: Tidak berlaku		

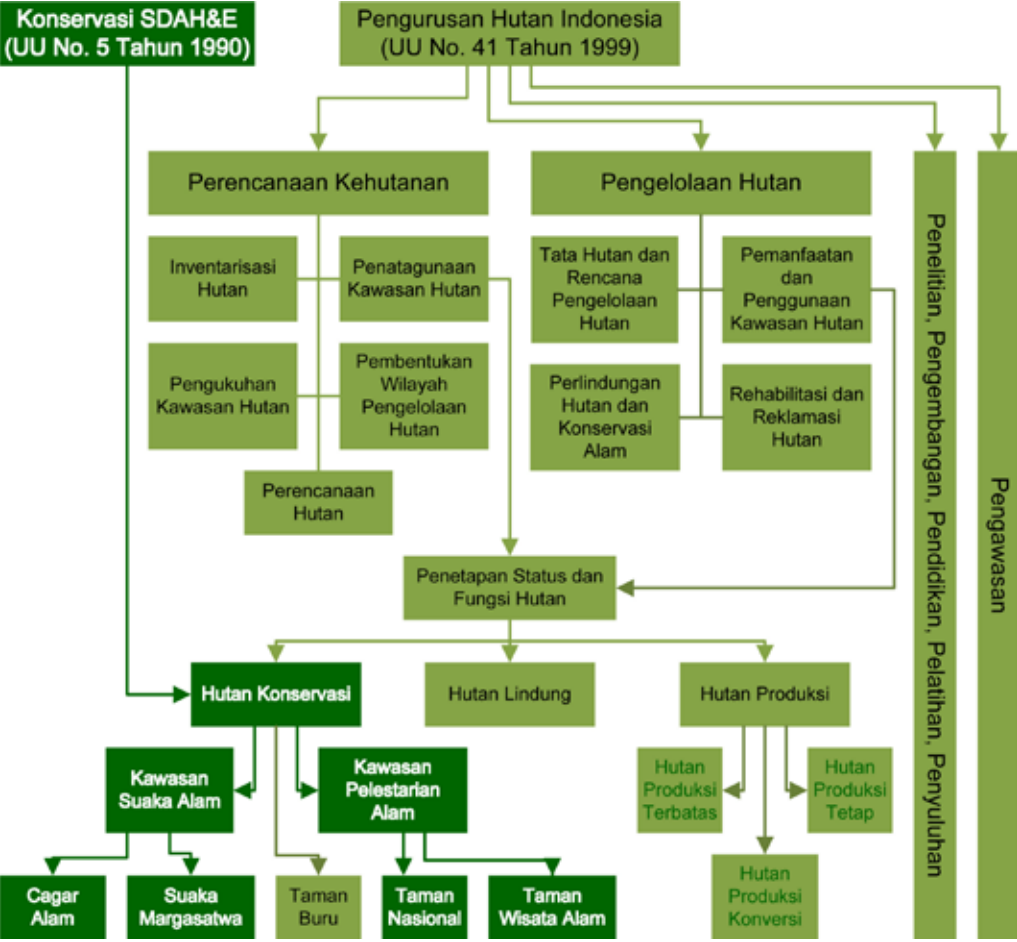
* Kelestarian ekosistem pada hutan produksi diimplementasikan melalui instrumen high conservation value forest (HCVF).



2.2. Kerangka Kerja Kehutanan Indonesia

Dalam UU Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan, hutan didefinisikan sebagai kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tak dapat dipisahkan. Adapun kawasan hutan adalah wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap. Pembangunan sektor kehutanan di Indonesia diselenggarakan melalui serangkaian kegiatan pengurusan hutan, yang meliputi perencanaan kehutanan, pengelolaan hutan, penelitian dan pengembangan, pendidikan dan latihan, penyuluhan kehutanan, serta pengawasan seperti yang ditunjukkan pada bagan berikut.

Gambar 3. Kerangka Kerja Pengurusan Hutan Indonesia

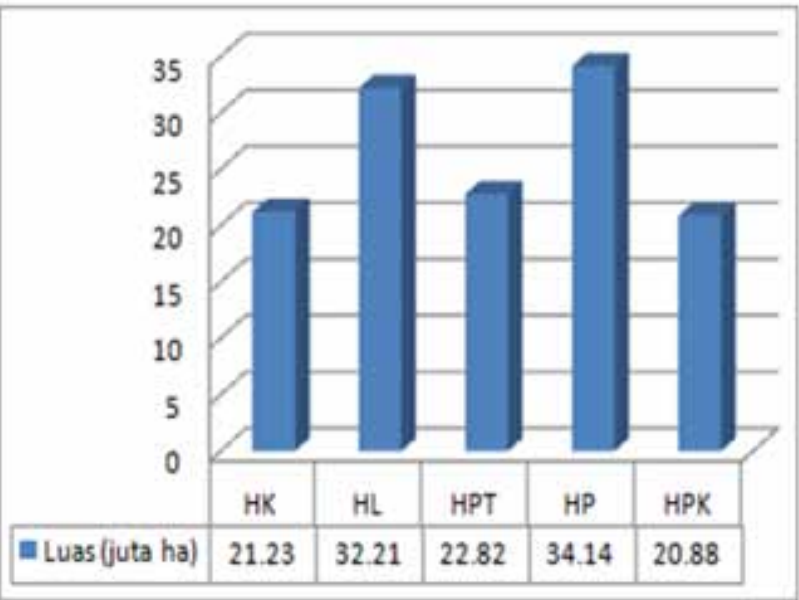


Sumber: Kompilasi dari Undang-Undang No. 41 Tahun 1999 dan Undang-Undang No. 5 Tahun 1990

Salah satu kegiatan pokok perencanaan kehutanan adalah penatagunaan kawasan hutan untuk menetapkan fungsi dan penggunaan kawasan hutan. Berdasarkan fungsinya, kawasan hutan Indonesia dikelompokkan pada tiga kategori:

1. **Hutan konservasi** adalah kawasan hutan dengan ciri khas tertentu yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan, satwa, dan ekosistemnya. Kawasan konservasi meliputi kawasan suaka alam, kawasan pelestarian alam, dan taman buru.

Gambar 4. Luas Kawasan Hutan Berdasarkan Fungsinya



Sumber: Statistik Kehutanan Tahun 2011.



Taman Nasional Tesso Nilo.
Foto: ©WWF-Indonesia/ Zulfahmi.

Pembagian fungsi kawasan hutan ini memperlihatkan bentuk dan tingkatan intervensi pengelolaan terhadap masing-masing hutan. Rentangnya mulai dari cagar alam (salah satu kategori kawasan hutan konservasi yang harus dijaga keasliannya dengan semaksimal mungkin menghindari intervensi manusia) hingga hutan produksi yang dapat dikonversi, yang merupakan salah satu kategori dalam hutan produksi sebagai hutan yang dicadangkan untuk pembangunan di luar sektor kehutanan.

Selain untuk kepentingan kehutanan, kawasan hutan juga dapat dialokasikan untuk kegiatan di luar kepentingan sektor kehutanan. Untuk tujuan ini digunakan istilah penggunaan kawasan hutan, yaitu penggunaan atas sebagian kawasan hutan untuk kepentingan pembangunan di luar kegiatan kehutanan tanpa mengubah fungsi dan peruntukkan kawasan hutan. Penggunaan kawasan hutan hanya dapat

2. **Hutan lindung** adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok melindungi sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah.

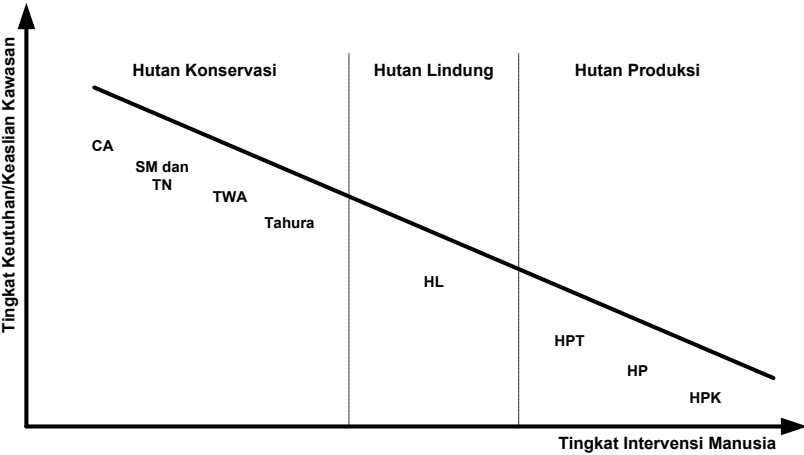
3. **Hutan produksi** adalah kawasan hutan dengan fungsi pokok memproduksi hasil hutan. Hutan produksi meliputi hutan produksi terbatas, hutan produksi tetap, dan hutan produksi konversi sebagai cadangan untuk kepentingan penggunaan di luar sektor kehutanan.

dilakukan pada kawasan hutan lindung dan hutan produksi. Sementara pada hutan konservasi hanya dapat dilakukan pemanfaatan kawasan hutan dengan batasan-batasan tertentu seperti diatur dalam UU Nomor 5 Tahun 1990 tentang KSDAHE dan peraturan pelaksanaannya PP Nomor 28 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam.

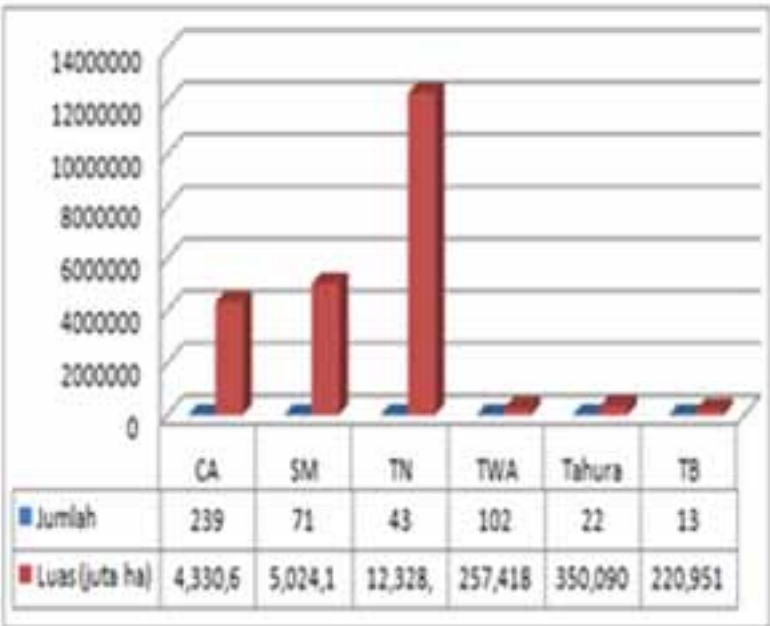
Hutan konservasi dapat berupa Kawasan Pelestarian Alam, Kawasan Suaka Alam atau Taman Buru. Kawasan Suaka Alam (KSA) adalah kawasan dengan ciri khas tertentu, baik di daratan maupun di perairan dengan fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan. Sementara, Kawasan Pelestarian Alam (KPA) adalah kawasan dengan ciri khas tertentu, baik di daratan maupun di perairan dengan fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya. Kawasan suaka alam terdiri atas cagar alam dan suaka margasatwa, sedangkan kawasan pelestarian alam meliputi taman nasional, taman wisata alam, dan taman hutan raya.

Secara umum, kegiatan pengelolaan kawasan konservasi meliputi perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan

Gambar 5. Gradasi fungsi hutan berdasarkan keaslian dan tingkat intervensi manusia.



Gambar 6. Jumlah dan Luas Kawasan Konservasi Berdasarkan Kategorinya.



Sumber: Statistik Kehutanan Tahun 2011.

ekosistemnya. Prinsip dasar pengelolaan kawasan hutan konservasi yang membedakan dengan kegiatan pengelolaan hutan lainnya terletak pada prinsip kehati-hatian untuk menghindari perubahan-perubahan terhadap kondisi aslinya. Prinsip kehati-hatian itu untuk mempertahankan daya dukung alam (*carrying capacity*) sebagai penyangga kehidupan dan menjaga kelangsungan potensi keanekaragaman (*biodiversity*) sumber daya alam hayati (*natural capital stock*).¹³ Oleh karena itu, aturan dalam pengelolaan kawasan konservasi lebih banyak menyebutkan pembatasan-pembatasan untuk menjaga sesedikit mungkin modifikasi.

Secara praktis, pengelolaan kawasan konservasi menggunakan pendekatan penataan atau pembagian ruang yang dikenal dengan konsep zonasi atau blok. Setiap zona mencerminkan fungsi dan kondisi ekologis, sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat. Perhatian khusus diberikan pada daerah-daerah yang dianggap punya keistimewaan ekologis, terutama karena keberadaan spesies-spesies flora dan fauna endemik, langka, dilindungi, dan terancam punah. Pertimbangan kondisi fisik yang juga diperhatikan secara khusus adalah morfologi (ketinggian, kemiringan, dll), keunikan (*uniqueness*) bentang alam (*landscape*), dan lain-lain. Dari proses pengidentifikasian dengan titik tekan pada daerah-daerah khusus itu, kawasan dibagi-bagi menjadi beberapa zona atau blok yang masing-masing memiliki satu atau lebih sub tujuan, definisi, deskripsi atau uraian, dan azas-azas pengelolaan. Penentuan zona akan mengarahkan bentuk tindakan dan investasi kegiatan yang khas sesuai zona.

Jadi, dapat dikatakan bahwa proses pembagian zona atau blok pada kawasan konservasi merupakan penjabaran konsep-konsep dan tujuan pengelolaan sehingga menjadi panduan gerak langkah kegiatan pengelolaan kawasan konservasi.

Berdasarkan data terakhir, dari 521 unit kawasan konservasi, terdapat 47 unit kawasan konservasi yang masih belum membangun penataan zonasi. Acuan penataan zona atau blok kawasan konservasi di Indonesia baru tersedia untuk taman nasional (Permenhut P. 56/Menhut-II/2006 tentang Pedoman Zonasi Taman Nasional). Untuk kawasan konservasi lain, sementara ini mengacu arahan Direktur Jenderal PHKA Nomor S.688/IV-KK/2007 tanggal 16 Juli 2007 perihal Penyusunan Zona dan Blok KSA/KPA. Dalam surat itu disebutkan:

1. Istilah blok dalam TWA dan Tahura diganti dengan istilah zona.
2. Cagar Alam dan Suaka Margasatwa ditata ke dalam zona inti, zona perlindungan, dan zona lainnya sesuai kebutuhan.
3. Taman Wisata Alam ditata ke dalam zona perlindungan dan zona lain sesuai kebutuhan.
4. Taman Hutan Raya ditata ke dalam zona perlindungan, zona pemanfaatan, zona koleksi, dan zona lain sesuai kebutuhan.

¹³ Daya dukung dalam ekologi didefinisikan oleh Colinvaux (1986) sebagai jumlah maksimum individu unsur hayati yang masih dapat dijamin hidup dengan baik pada kondisi lingkungan tertentu. Dalam sistem ekologi setiap spesies berarti sebagai lingkungan bagi spesies lainnya, sehingga lingkungan itu sendiri adalah hubungan interdependensi antar spesies yang ditambahkan dengan unsur fisik.

2.3. Kerangka Kerja Pengusahaan Panas Bumi

Panas Bumi dalam Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2003 didefinisikan sebagai sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, dan batuan bersama mineral ikutan dan gas lainnya, yang secara genetis semuanya tak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi dan untuk pemanfaatannya diperlukan proses penambangan. Pengusahaan panas bumi adalah kegiatan menemukan sumber panas bumi hingga pemanfaatannya, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pengembangan area berpotensi sumber daya panas bumi menjadi suatu lapangan panas bumi yang menghasilkan energi listrik harus melalui beberapa tahap kegiatan. Berdasar UU No. 27 Tahun 2003, tahapan kegiatan operasional panas bumi terdiri atas: *Survei Pendahuluan, Eksplorasi, Studi Kelayakan, Eksploitasi, dan Pemanfaatan*. Selanjutnya, sebagian dari kegiatan operasional panas bumi itu dinyatakan sebagai kegiatan pengusahaan panas bumi, yakni: *Eksplorasi, Studi Kelayakan, dan Pemanfaatan*.

Dalam PP No. 59 Tahun 2003 tentang Kegiatan Usaha Panas Bumi dijelaskan lebih rinci kegiatan usaha panas bumi, yang mencakup: *Survei Pendahuluan, Penetapan dan Pelelangan Wilayah Kerja, Eksplorasi, Studi Kelayakan, Eksploitasi, dan Pemanfaatan*. Sementara itu, di dalam Standard Nasional Indonesia (SNI) disebutkan, tahapan kegiatan pengembangan panas bumi meliputi: *Penyelidikan Pendahuluan (Reconnaisance Survey), Penyelidikan Lebih Lanjut, Penyelidikan Rinci, Pengeboran Eksplorasi (Wildcat), Pra-Sudi Kelayakan (Pre-Feasibility Study), Pengeboran Delineasi, Studi Kelayakan (Feasibility Study), Pengeboran Pengembangan, dan Pemanfaatan Panas Bumi*.¹⁴

Gambar 7. Tahapan Kegiatan Pengembangan Panas Bumi

Pemanfaatan	Pemanfaatan	
Eksplotasi	Pemboran Pengembangan	
Studi Kelayakan	Studi Kelayakan	Cadangan Terbukti
Eksplorasi	Pemboran Delineasi	Cadangan Terbukti
	Pra-Studi Kelayakan	Cadangan Mungkin
	Pemboran Eksplorasi	
Survei Pendahuluan	Penyelidikan Rinci	Cadangan Terduga
	Penyelidikan Pendahuluan Lanjut	Sumber Daya Hipotesis
	Penyelidikan Pendahuluan	Sumber Daya Spekulatif
UU No 27 Tahun 2003	SNI 13-5012-1998	Kelas Potensi



Sumber: Irsamukhti, 2012

¹⁴ <http://irsamukhti.blogspot.com/2012/09/tahapan-kegiatan-pengembangan-geothermal.html>

Merujuk pada SNI 13-5012-1998, keluaran (output) dari setiap tahapan kegiatan panas bumi sebagai berikut:¹⁵

Tabel 3. Keluaran Kegiatan Pengembangan Panas Bumi

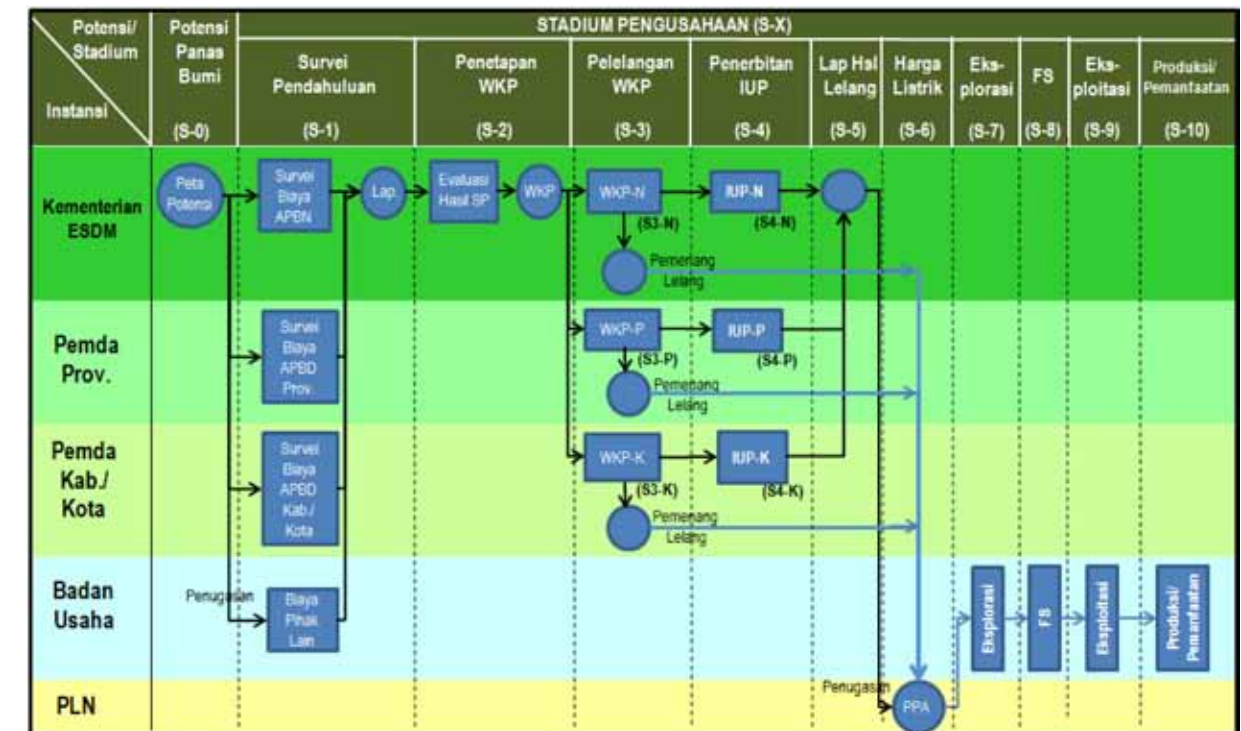
Tahapan Kegiatan	Keluaran (<i>Output</i>)
Penyelidikan Pendahuluan (<i>Reconnainse Survey</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peta geologi tinjau dan sebaran manifestasi 2. Temperatur fluida di permukaan 3. Temperatur bawah permukaan (estimasi) 4. Potensi <u>Sumber Daya Spekulatif</u>
Penyelidikan Lanjut	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peta geologi pendahuluan 2. a) Peta anomali unsur kimia b) Tipe fluida c) Sistem panas bumi 3. Peta geofisika 4. Peta hidrogeologi 5. Peta <u>Sumber Daya Hipotesis</u>
Penyelidikan Rinci	<ol style="list-style-type: none"> 1. a) Peta geologi rinci b) Peta zona ubahan/alterasi c) Peta struktur geologi d) Peta identifikasi bahaya geologi 2. a) Peta anomali kimia b) Model hidrologi 3. a) Peta anomali dan penampang tegak sifat fisis batuan b) Sifat fisis batuan dan & fluida dari sumur landaian suhu 4. Sumur landaian suhu 5. <u>Model panas bumi tentatif</u> 6. Rekomendasi titik lokasi pemboran eksplorasi. 7. Potensi "<u>cadangan terduga</u>"
Pemboran Eksplorasi (<i>Wildcat</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumur eksplorasi 2. a) Model geologi bawah permukaan b) Zona ubahan/alterasi 3. Sifat fisis dan kimia sumur 4. <u>Model panas bumi tentatif</u> 5. Potensi sumur eksplorasi
Pra-Studi Kelayakan (<i>Pre-Feasibility Study</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. a) Potensi "<u>Cadangan Mungkin</u>" b) Pemanfaatan langsung atau tidak langsung 2. Rencana pengembangan
Pemboran Delineasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumur delineasi 2. <u>Model panas bumi</u> 3. Potensi sumur 4. Karakteristik reservoir
Studi Kelayakan (<i>Feasibility Study</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potensi "<u>Cadangan Terbukti</u>" 2. a) Rancangan sumur produksi dan injeksi b) Rancangan pemipaan sumur produksi c) Rancangan sistem pembangkit listrik 3. Layak atau tidak layak untuk dikembangkan
Pemboran Pengembangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumur pengembangan 2. Kapasitas produksi lapangan panas bumi

Sumber: Irsamukthi, 2012

¹⁵ <http://irsamukhti.blogspot.com/2012/09/tahapan-kegiatan-pengembangan-geothermal.html>

Dalam regulasi yang berlaku saat ini, proses pengusahaan panas bumi melibatkan berbagai pihak, mulai pemerintah pusat, pemerintah provinsi, kabupaten, pengembang, dan pihak lain. Dalam proses itu belum terlihat peran atau keterlibatan masyarakat lokal dalam proses pengusahaan panas bumi itu.

Gambar 8. Keterlibatan Para Pihak dalam Proses Pengusahaan Panas Bumi



Sumber: Ditjen EBTKE, 2010



2.4. Potensi Sumber Daya Panas Bumi di Kawasan Hutan

Potensi panas bumi di kawasan hutan pada 2010 mencapai 16.228 MW di 124 titik. Rinciannya, 41 titik potensi di kawasan Hutan Konservasi dengan potensi 5.935 MW, 46 titik potensi di kawasan Hutan Lindung (6.623 MW), dan 37 titik potensi di kawasan Hutan Produksi (3.670 MW). Secara keseluruhan, potensi panas bumi di kawasan hutan mencapai 57 persen dari total potensi panas bumi Indonesia.

Tabel 4. Distribusi Potensi Panas Bumi di Kawasan Hutan Indonesia

PULAU	KAWASAN HUTAN						APL		Total	
	Hutan Konservasi		Hutan Lindung		Hutan Produksi		Jum. Ttk Potensi	Potensi (MW)	Jum. Ttk Potensi	Potensi (MW)
	Jum. Ttk Potensi	Potensi (MW)	Jum. Ttk Potensi	Potensi (MW)	Jum. Ttk Potensi	Potensi (MW)				
Sumatera	21	3.134	15	2.890	6	720	42	6.635	84	13.379
Jawa-Bali	8	2.100	12	2.899	9	2.024	47	3.269	76	10.292
NTB-NTT	1	27	3	338	3	279	15	837	22	1.481
Maluku & Papua	2	165	7	155	12	452	4	227	25	999
Sulawesi	9	509	9	341	5	175	32	1.322	55	2.347
Kalimantan					2	20	1	25	3	45
Jumlah	41	5.935	46	6.623	37	3.670	141	12.315	265	28.543
Prosentase	15,47	20,79	17,36	23,20	13,96	12,86	53,21	43,15	100	100

Sumber: EBTKE, 2010

Hingga kini, operasi pengembangan panas bumi yang telah berproduksi berada di 5 kawasan dengan total penggunaan lahan 566.333,74 hektar, yang meliputi 340.803,38 ha (60,18 persen) di areal penggunaan lain (APL), 51.768,99 ha (9,14 persen) di Hutan Konservasi (HK), 127.166,67 ha (22,45 persen) di Hutan Lindung (HL), 3.758,48 ha (0,66 persen) di Hutan Produksi (HP), dan 42.836,21 ha (7,56 persen) di Hutan Produksi Terbatas (HPT).

Tabel 5. Wilayah Kerja Pengembangan Panas Bumi yang Telah Berproduksi

No.	NAMA WKP	LOKASI	PENGUNAAN LAHAN (Ha)					
			APL	HK	HL	HP	HPT	Tubuh Air
1	Gunung Salak	G. Salak, Sukabumi, Jabar	6,326.11	17,242.60	19,077.20	2,399.62	1,431.48	310.31
2	PGE DTT Dieng	G. Prahu Dieng, Jateng	70,878.14	58.51	7,522.81	854.86	33,553.13	
3	PGE Kamojang/Darajat/Papandayan	Papandayan, Cikuray, Jabar	105,987.29	14,222.39	32,474.83	246.43		
4	PGE Lahendong	Tompaso, Tomohon, Sulut	80,695.96	1,658.36	12,124.43		7,033.91	4,789.35
5	PGE Pangalengan/Wayang Windu	Patuha, Papandayan, Malabar, Jabar	76,915.88	18,587.13	55,967.40	257.57	817.69	184.86

2.5. Pengaruh Kegiatan Operasional Panas Bumi Terhadap Hutan

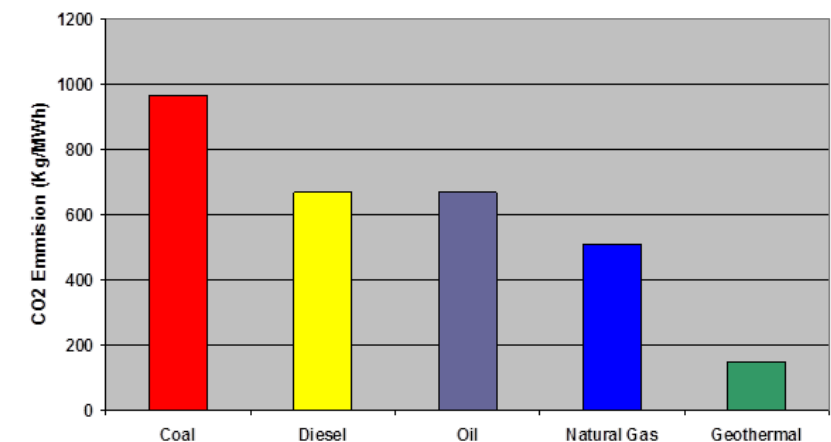
Panas bumi merupakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, karena emisi karbon yang dihasilkan sangat rendah dengan bukaan lahan lebih kecil bila dibandingkan jenis energi fosil, seperti batubara, minyak, dan gas bumi.

Meskipun fakta panas bumi lebih rendah emisi, masih ada beda pendapat soal pengembangan panas bumi. Para pendukung panas bumi menganggap tak ada implikasi serius dari pengembangan panas bumi terhadap kelestarian ekosistem hutan atau keanekaragaman hayati. Alasannya, pembangkit panas bumi hanya butuh lahan kecil untuk menempatkan beberapa kepala sumur (*wellpad*). Satu *wellpad* butuh ruang terbuka tak lebih dari 0,2 ha lahan dengan 4-5 sumur di dalamnya. Kegiatan yang mengganggu adalah saat berlangsungnya pengeboran sumur baru yang butuh pembukaan lahan kurang 1 ha dan pembukaan akses jalan ke lokasi pengeboran untuk mobilisasi peralatan. Pengeboran satu sumur bisa memakan waktu 20-30 hari. Setelah itu, lahan yang telah dibuka dapat langsung dipulihkan.

Sementara itu, para pelestari lingkungan masih melihat kegiatan panas bumi di kawasan hutan berisiko terhadap kelestarian ekosistem hutan dengan berbagai alasan. Yakni:

1. Instalasi *drilling rig* dan seluruh peralatan memerlukan pembangunan jalan akses dan *drilling pad*. Operasi ini akan mengubah morfologi permukaan (*platform*) dan dapat merusak struktur vegetasi dan mempengaruhi habitat satwa liar.
2. Pelepasan uap tak terkendali (*blowout*) dapat mencemari air permukaan.
3. Instalasi pipa pengangkutan panas bumi dan pembangunan *power plant* juga membutuhkan pembukaan lahan yang akan mempengaruhi struktur vegetasi dan habitat satwa liar, serta morfologi permukaan.

Gambar 9. Perbandingan Emisi CO2 dari Beberapa Jenis Sumber Energi



Sumber: Laporan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) dan Indonesia First Communication on Climate Change Convention, pada presentasi Dr. Ir. Nenny Miryani Saptadji, "Issue Lingkungan dari Pengusahaan Panas Bumi"

4. Fluida panas bumi (uap atau air panas) biasanya mengandung gas seperti karbon dioksida (CO₂), hidrogen sulfida (H₂S), amonia (NH₃), metana (CH₄), dan sejumlah gas lain, serta bahan kimia terlarut. Sebagai contoh, natrium klorida (NaCl), boron (B), arsen (As), dan merkuri (Hg) yang merupakan sumber polusi jika dibuang ke lingkungan.
5. Air limbah dari pembangkit panas bumi juga bersuhu lebih tinggi dari lingkungan. Organisme tumbuhan dan hewan yang paling sensitif terhadap variasi suhu secara bertahap bisa menghilang, yang dapat menyebabkan spesies ikan tanpa sumber makanan. Peningkatan suhu air juga dapat mengganggu perkembangan telur spesies ikan lainnya. Jika ikan dimakan dan dimanfaatkan masyarakat nelayan, maka hilangnya ikan akan berdampak penting terhadap masyarakat.
6. Ekstraksi jumlah besar cairan dari reservoir panas bumi dapat menimbulkan fenomena penurunan permukaan tanah secara perlahan.
7. Reinjeksi fluida panas bumi dapat memicu atau meningkatkan frekuensi kejadian gempa di daerah tertentu. Ancaman kejadian gempa yang berhubungan dengan operasi panas bumi dapat menyebabkan tanah longsor, seperti terjadi di daerah Sungai Penuh, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi pada Januari 2013.
8. Kebisingan yang melebihi ambang batas akibat operasi pembangkit panas bumi bisa menjadi masalah pada saat pengeboran dan produksi.

Dari perspektif pembangunan dalam skala lebih luas dan jangka panjang, dengan memperhitungkan kebutuhan energi yang terus meningkat dan dampak-dampak yang cukup besar dari penggunaan energi fosil, maka upaya meningkatkan penggunaan energi panas bumi dapat dikatakan sebagai alternatif cukup strategis. Namun, dalam skala lokal, khususnya jika pengusahaan energi panas bumi dilakukan pada lokasi-lokasi yang tergolong penting secara ekologis, maka sejumlah persyaratan harus diterapkan untuk menjamin gangguan ekologis masih di bawah ambang batas. Ini sangat bisa dilakukan sepanjang pengusahaan panas bumi mampu menginternalisasikan pertimbangan-pertimbangan ekologis dalam kegiatan operasionalnya.



2.6. Situasi Masalah Kebijakan Pengusahaan Panas Bumi di Kawasan Hutan Indonesia.

Pembahasan masalah pengusahaan panas bumi di kawasan hutan mengerucut pada kawasan hutan konservasi. Ini disebabkan lima kondisi yang saling bertautan, yaitu: 1) Sebagian besar potensi panas bumi, baik yang belum dieksplorasi, telah dieksplorasi, dan akan dieksploitasi, serta yang telah dieksploitasi dan dimanfaatkan berada di kawasan konservasi; 2) Panas bumi dilihat sebagai komoditas energi yang diperoleh melalui kegiatan penambangan;¹⁶ 3) Kegiatan pertambangan dalam perspektif sektor kehutanan terkategori sebagai penggunaan kawasan untuk kepentingan di luar sektor kehutanan yang tak dapat dilakukan di kawasan konservasi;¹⁷ 4) Pemanfaatan di kawasan konservasi sangat terbatas yang sangat menghindari aktivitas pembukaan kawasan; dan 5) Kegiatan pengusahaan sumber daya panas bumi menyebabkan pembukaan kawasan yang dikhawatirkan dapat mempengaruhi kestabilan ekosistem.

Pada ranah kebijakan dalam konteks politik pemerintahan saat ini, pengusahaan sumber daya panas bumi di kawasan hutan konservasi akan mungkin dilakukan dengan adanya perubahan di tingkat regulasi. Kendala kebijakan dan regulasi yang selama ini menjadi “penghambat”, kemungkinan akan diatasi melalui dua jalan. **Pertama**, mengubah peraturan perundangan di sektor energi yang diarahkan pada perubahan definisi panas bumi sebagai bukan komoditas pertambangan.¹⁸ **Kedua**, mengategorikan panas bumi sebagai komoditas jasa lingkungan sehingga dapat diinternalisasikan sebagai salah satu komoditas sektor kehutanan.

Di sisi lain, pada ranah kebijakan sebagai suatu obyek studi, formulasi kebijakan untuk pengembangan panas bumi di kawasan hutan terbilang sangat kompleks. Dari sisi substansi, pengelolaan hutan meliputi banyak aspek, antara lain ekologi, ekonomi, teknik, manajemen, dan sosial. Dari sisi keterkaitan dan ketergantungan, meliputi alokasi tata ruang (*spatial*) dan alokasi antargeneratif, sedangkan dari sisi pelaku meliputi masyarakat lokal, pengusaha, pemerintah, masyarakat umum, konsumen, bahkan masyarakat dunia (*benefit beyond boundary*). Dalam kompleksitas seperti ini, efektivitas kebijakan akan ditentukan interaksi antara pembuat kebijakan dengan para pemangku kepentingan (*stakeholders*). Interaksi itu hanya terjadi secara benar pada budaya politik partisipatif. Pelibatan para *stakeholder* dalam perumusan kebijakan sangat penting untuk mengurangi risiko konflik akibat dampak negatif dalam penerapan kebijakan. Jika kebijakan itu sendiri memiliki nilai konsensus, maka dampak kebijakan yang muncul akan relatif lebih sederhana untuk dihadapi.

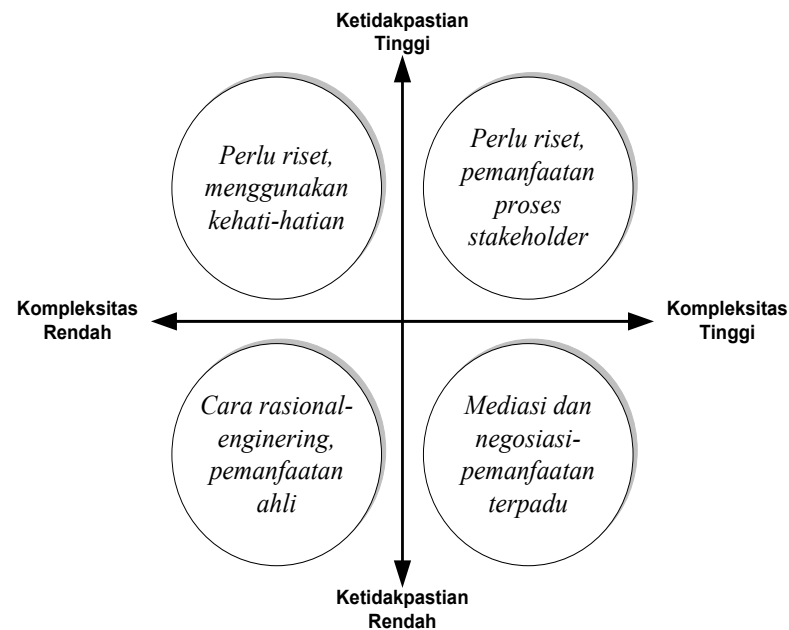
¹⁶ UU No. 27 Tahun 2003, Pasal 1, Butir 1, Panas Bumi adalah sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, dan batuan bersama mineral ikutan dan gas lainnya yang secara genetis semuanya tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem Panas Bumi dan untuk pemanfaatannya diperlukan proses penambangan. UU No. 27 Tahun 2003, Pasal 1, Butir 7, Usaha Pertambangan Panas Bumi adalah usaha yang meliputi kegiatan eksplorasi, studi kelayakan, dan eksploitasi.

¹⁷ UU 41 Tahun 1999, Pasal 24, Pemanfaatan kawasan hutan dapat dilakukan pada semua kawasan hutan kecuali pada hutan cagar alam serta zona inti dan zona rimba pada taman nasional. Pasal 38 (1) Penggunaan kawasan hutan untuk kepentingan pembangunan di luar kegiatan kehutanan hanya dapat dilakukan di dalam kawasan hutan produksi dan kawasan hutan lindung. PP 24 Tahun 2010, Butir 2, Kepentingan pembangunan di luar kegiatan kehutanan salah satunya adalah pertambangan.

¹⁸ Undang-undang No. 27 tahun 2003 tentang Panas Bumi telah masuk dalam Program Legislasi Nasional tahun 2013.

Selain masalah kompleksitas, formulasi kebijakan panas bumi di kawasan hutan memiliki unsur ketidakpastian akibat keterbatasan data, informasi, dan pengetahuan yang relevan. Padahal, efektivitas kebijakan salah satunya tergantung akses terhadap stok pengetahuan, karena kebijakan itu sendiri merupakan pengetahuan yang dapat diterapkan pada konteks ruang dan waktu tertentu. Tingkat ketersediaan data, informasi, dan pengetahuan itu memperlihatkan situasi ketidakpastian yang dihadapi dalam proses perumusan kebijakan. Beberapa ahli lingkungan menyebutkan bahwa ketidakpastian ini adalah salah satu karakter dalam kebijakan pengelolaan sumber daya lingkungan. Data, informasi, dan pengetahuan yang utuh tentang sumber daya lingkungan tak bisa diperoleh sekaligus, tetapi selalu akan muncul justru setelah pengelolaan berjalan. Di sisi lain, kebijakan seringkali harus dibuat tanpa bisa menunggu hingga data, informasi, dan pengetahuan yang dibutuhkan lengkap. Tawaran solusinya, para ahli lingkungan dan sumber daya alam mempromosikan penerapan konsep pengelolaan adaptif terhadap sumber daya lingkungan.

Gambar 10. Situasi Dalam Perumusan Kebijakan Pengusahaan Panas Bumi di Kawasan Hutan dan Arah Pendekatan Dalam Pengambilan Kebijakan



Melihat kondisi di atas, permasalahan dalam proses pengambilan kebijakan merupakan kombinasi antara tingkat kompleksitas persoalan dengan ketidakpastian yang dihadapi. Kombinasi tersebut menentukan situasi yang dihadapi dalam perumusan kebijakan sekaligus mengarahkan bagaimana perumusan kebijakan harus dilakukan, termasuk dalam proses pengambilan kebijakan pengusahaan panas bumi di kawasan hutan.

1. Kompleksitas Pengusahaan Panas Bumi di Kawasan Hutan dari Beberapa Perspektif Kepentingan

Dilihat dari variasi kepentingan dan peta para pelaku sektor, pengusahaan sumber daya panas bumi di kawasan hutan terbilang sangat kompleks. Pengamatan terhadap beberapa pertemuan multipihak diperoleh beberapa temuan sebagai berikut:

a. Kepentingan Pembangunan Sektor Kehutanan

Meskipun terdapat kendala kebijakan, sektor kehutanan ternyata menaruh harapan besar terhadap pengusahaan panas bumi di kawasan hutan. Para pemegang otoritas di sektor kehutanan telah memproyeksikan pengusahaan panas bumi sebagai bagian dari kegiatan usaha di bawah otoritas sektor kehutanan. Dalam Peta Jalan Pembangunan Kehutanan Berbasis Hutan Tanaman dan Taman Nasional 2011-2030 disebutkan, panas bumi akan dijadikan salah satu “pendongkrak” kontribusi sektor kehutanan terhadap PDB Nasional. Sejalan dengan itu, dalam Rencana Kehutanan Tingkat Nasional 2011-2030, panas bumi merupakan komoditas jasa lingkungan yang akan menjadi bagian penting dalam skenario pembangunan kehutanan 20 tahun ke depan.

b. Kepentingan Konservasi Sumber Daya Alam

Kompleksitas masalah dalam perumusan kebijakan pengusahaan sumber daya panas bumi di kawasan hutan Indonesia menyangkut perbedaan kepentingan. Pengusahaan sumber daya panas bumi sebagai sumber energi bersih dan ramah lingkungan dianggap berperan penting mendukung ketahanan energi nasional dan mengurangi emisi karbon yang memicu pemanasan global dan perubahan iklim. Hutan sebagai penyimpan karbon terbesar dan habitat keanekaragaman hayati juga menjadi alasan kenapa keberadaannya perlu dijaga dan dilestarikan.¹⁹

c. Kepentingan Pembangunan Sektor Energi

Berdasar Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006, Kebijakan Energi Nasional bertujuan mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri, dimana salah satu sarasannya adalah mencapai bauran energi (*energy mix*) yang optimal pada tahun 2025. Peranan energi panas bumi diproyeksikan lebih dari 5 persen dari total pasokan energi (primer) nasional. Lalu, dalam rangka Program Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik 10.000 MW tahap II, sesuai Perpres No. 4 Tahun 2010, direncanakan pengembangan panas bumi hingga tahun 2014 sebesar 4.925 MW. Dalam hal ini, Kementerian ESDM punya kewenangan dan tanggung jawab penuh untuk mencapai target itu. Potensi panas bumi yang sebagian besar berasosiasi dengan kawasan hutan jelas butuh koordinasi antarsektor dalam pemanfaatannya.

¹⁹ Laporan IPCC mengenai penggunaan lahan, perubahan penggunaan lahan dan kehutanan memperhitungkan lebih 1 ha lahan hutan dalam kondisi baik dapat menyerap lebih dari 8 ton karbon dan dapat mencegah emisi sebesar 29,36 ton CO₂.

d. Kepentingan pembangunan daerah

Dalam konteks otonomi daerah, sesuai UU No. 32 Tahun 2004 tentang Otonomi Daerah, urusan yang jadi kewenangan daerah, salah satunya adalah meningkatkan kesejahteraan masyarakat sesuai kondisi, kekhasan, dan potensi unggulan daerah bersangkutan. Pemerintah daerah juga wajib mengurus persoalan lingkungan.²⁰ Dalam hal ini, setiap pemerintah daerah dipastikan selalu berupaya agar pengusahaan panas bumi di wilayah administrasinya dapat berkontribusi signifikan terhadap peningkatan pendapatan asli daerah dalam rangka meningkatkan kemampuan daerah menyejahterakan masyarakatnya. Secara bersamaan, pemerintah daerah juga wajib mengendalikan lingkungan untuk menghindari dampak lingkungan yang berbahaya dari aktivitas pembangunan.

e. Kepentingan Bisnis dalam Pengembangan Energi Panas Bumi

Dari perspektif para pengembang dan praktisi panas bumi, panas bumi bukan komoditas jasa lingkungan ataupun pertambangan, melainkan komoditas energi. Dari sisi regulasi, para pengusaha panas bumi mendorong kejelasan status hukum wilayah kerja panas bumi di kawasan hutan konservasi, kelancaran prosedur pengurusan izin, kejelasan aturan mengenai kewajiban-kewajiban yang harus dipenuhi, dan lain-lain yang berkaitan dengan masalah tata kelola (*governance*) dalam kaitannya dengan kepastian usaha pengembangan energi berbasis panas bumi di kawasan hutan.

f. Kepentingan Sosial Ekonomi dan Budaya

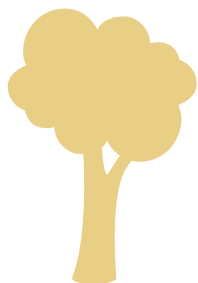
Masyarakat lokal selalu akan menjadi kelompok yang paling potensial terkena dampak dari suatu investasi program atau proyek, baik dampak positif maupun negatif. Kehadiran pengusahaan panas bumi pada kawasan hutan dipastikan akan mempengaruhi hubungan antara masyarakat dengan hutan yang selama ini sudah terjadi. Hubungan ini tak saja bersifat sosial ekonomi, tetapi sering juga berupa hubungan spiritual yang dicirikan dengan fenomena budaya lokal. Salah satu isu penting adalah mengenai “tenurial”, bahwa kepemilikan lahan berdasarkan klaim formal tak selalu sejalan dengan sistem kepemilikan yang berlaku di suatu masyarakat, terutama masyarakat lama atau adat yang hidup turun-temurun pada suatu wilayah.

2. Ketidakpastian Pengusahaan Panas Bumi di Kawasan Hutan

Ketidakpastian pengusahaan panas bumi di kawasan hutan muncul dari dua sisi, baik dari sisi operasional pengusahaan panas bumi maupun dari sisi pengurusan hutannya. Karakteristik kegiatan pengusahaan sumber daya panas bumi tidak statis, melainkan dinamis. Dalam jangka panjang selalu ada kebutuhan melakukan pengeboran sumur-sumur tambahan untuk mempertahankan pasokan uap. Pengalaman di Indonesia, penurunan jumlah pasokan uap panas bumi (*steam depletion*) pada lapangan panas bumi yang telah beroperasi berkisar 5–7 persen setiap tahun. Itu mungkin terjadi, karena kondisi reservoir panas bumi yang bisa berubah. Bisa juga disebabkan kondisi geologi atau berkurangnya pengelolaan reservoir.

Pemahaman para ahli panas bumi terhadap sebuah prospek atau reservoir panas bumi tak diperoleh sekaligus, tetapi terus berkembang seiring waktu dan tingkat operasi atau eksplorasi. Semakin akurat kualitas survei data *sub-surface* yang diketahui, maka informasi mengenai lokasi reservoir panas bumi juga semakin akurat. Itu kemudian sangat mempengaruhi rencana pengembangan potensi panas bumi selanjutnya. Dalam kondisi itu, para ahli dan pengembang panas bumi menghendaki agar fungsi kawasan hutan terus dievaluasi dan perubahan fungsi harus terus berlanjut sampai pada titik waktu dimana karakteristik sumber daya panas bumi telah diketahui keseluruhan. Ini jelas berbanding terbalik dengan logika konservasi (pengelolaan kawasan konservasi) yang mengedepankan pembatasan-pembatasan sebagai bentuk prinsip kehati-hatian. Pengembangan panas bumi pada suatu kawasan hutan terpaksa harus berhenti pada satu titik yang dianggap berisiko tinggi terhadap kelestarian fungsi hutan. Pertanyaannya kemudian, apakah fungsi kawasan hutan yang harus beradaptasi dengan operasi pengusahaan panas bumi? Atau sebaliknya, pengusahaan panas bumi yang harus beradaptasi dengan setiap fungsi kawasan hutan di mana operasi tersebut akan dilakukan?

Contoh kasus paling baik dapat diperhatikan pada operasi pengusahaan panas bumi di Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS). Sistem pengembangan panas bumi di TNGHS adalah *water dominated geothermal system* yang merupakan sistem pengembangan paling dominan di Indonesia. Di sisi lain, TNGHS merupakan taman nasional, salah satu dari kategori kawasan konservasi yang paling maju konsep dan



²⁰ Undang-Undang No. 32 Tahun 2004 tentang Otonomi Daerah, Pasal 13 dan 14.



PLTP di kawasan TNGHS.
Foto: ©Moving Images/ NL Agency.

²¹ Spesies eksotik, dalam buku Ensiklopedia Kehutanan Indonesia disebutkan bahwa suatu pohon dianggap eksotik apabila pohon tersebut tumbuh di luar sebaran alaminya. Jenis eksotik mungkin dapat merugikan flora ataupun fauna asli. Kebanyakan tanaman eksotik yang menimbulkan problem lingkungan adalah tanaman yang diintroduksi secara tidak sengaja. Pada habitat barunya mungkin hanya sedikit predator atau penyakit sehingga populasi tumbuhnya tidak terkendali yang sering dinamakan eksotik invasive. Perakaran tanaman eksotik invasif bersifat ekstensif yang mendominasi atas kelembaban dan kandungan nutrisi tanah sehingga tanaman lebih cepat tumbuh dan tajuk cepat menutup vegetasi di bawahnya. Juga karena tanaman eksotik ada yang menghasilkan "allelpati" yang bersifat racun bagi vegetasi lainnya sehingga mengurangi keragaman biologi.

praktik pengelolaannya. Eksplorasi sumur panas bumi di TNGHS pertama dimulai tahun 1983, lalu Unit 1 dan 2 mulai berproduksi tahun 1994. Setelah operasi pengembangan panas bumi di TNGHS dimulai, pemahaman mengenai karakteristik reservoir (*subsurface*) panas bumi di TNGHS terus meningkat, dan itu sangat menentukan strategi optimalisasi sumber daya panas bumi di TNGHS, di mana sumur-sumur berikutnya akan dibor, fasilitas produksi apa saja dan di mana yang akan dibangun, di mana *powerplant* akan diletakkan, dan lain-lain.

Kasus serupa terjadi di Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang serta hutan lindung di sekitarnya. Operasi pengembangan panas bumi di sana adalah *steam dominated geothermal system* yang relatif jarang atau mungkin satu-satunya di Indonesia. Eksplorasi panas bumi di kawasan konservasi itu terus bergerak dan belum diketahui kapan akan menemui titik jenuhnya. Semuanya itu berpengaruh terhadap kegiatan pembukaan kawasan.

Pembangunan berbagai fasilitas penunjang untuk operasional perusahaan sumber daya panas bumi di dalam kawasan hutan membutuhkan pembukaan lahan yang berpotensi mengganggu habitat berbagai jenis tumbuhan dan satwa. Gangguan itu tak hanya terjadi pada satu titik lokasi, tetapi tersebar di beberapa titik di dalam kawasan hutan, termasuk untuk pembangunan akses jalan, pipa uap, jaringan listrik, dan infrastruktur lain untuk kepentingan pembangunan pembangkit listrik panas bumi.

Pembangunan jalan dan berbagai infrastruktur baru itu seringkali dimanfaatkan para pencari lahan, penebang liar, dan perambah hutan untuk masuk ke dalam kawasan hutan yang dilindungi. Terbukanya akses ke kawasan sering diiringi munculnya spesies-spesies eksotik²¹ yang sengaja atau tak sengaja diintroduksi ke dalam kawasan, bahkan bisa menjadi dominan karena sifatnya invasif (*invasive alien species*). Kejadian itu berpotensi menimbulkan fragmentasi habitat, memunculkan hambatan dalam proses migrasi dan memutus ruang jelajah satwa, menurunkan dan memutus jaringan persediaan pakan (*trophic network*), menurunkan kemampuan reproduksi dan kelangsungan hidup berbagai spesies yang dilindungi, langka, dan terancam punah, serta menurunkan persediaan cadangan genetik, dan lain sebagainya.

Dari sisi pengurusan hutan, ketidakpastian bersumber dari tiga aspek utama, yaitu 1) Status hukum dan prosedur izin perusahaan panas bumi di kawasan hutan yang masih belum jelas; 2) Status legal dan aktual kawasan yang masih

belum mantap, dan 3) Kinerja pengelolaan yang masih lemah. Legalitas seluruh kawasan hutan didasari oleh Peta Penunjukan Menteri Kehutanan. Beberapa unit pengelolaan hutan terutama Perhutani dan Perusahaan yang memiliki Hak Pengusahaan Hutan (HPH) atau Ijin Usaha Pengelolaan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK) telah menerjemahkan peta itu menjadi peta berskala lebih besar. Sementara, unit pengelolaan hutan konservasi di bawah pemangku Direktorat Jenderal PHKA belum mengimplementasikannya dan secara aturan belum punya arahan memadai untuk itu. Kawasan konservasi masih menggunakan peta penunjukan/penetapan parsial maupun peta kawasan hutan dan perairan per provinsi berskala kecil. Lalu, dari aspek prakondisi, masih banyak kawasan yang belum selesai proses pengukuhan (baca: penataan batas). Secara aktual, tanda-tanda fisik batas kawasan hutan di lapangan sering tidak jelas, yang berisiko terhadap klaim kepentingan yang tak jarang menimbulkan konflik kepemilikan lahan.

Tabel 6. Kemajuan Pengukuhan Kawasan Konservasi Indonesia 2011

No	Kemajuan Pengukuhan Kawasan	CA	SM	TN	TWA	TB	THR	Jumlah
1	Sudah penetapan	61	17	16	26	3	13	136
2	Sudah proses BATB	44	20		20	4	2	90
3	Sudah temu gelang, proses BATB belum selesai	41	12	6	27	3	1	90
4	Dalam proses tata batas	45	9	24	9	2		89
5	Belum tata batas	54	17	4	34	1	6	116
		245	75	50	116	13	22	521
Keterangan :								
BATB : Berita Acara Tata Batas		TWA : Taman Wiasata Alam						
CA : Cagar Alam		TB : Taman Buru						
SM : Suaka Margasatwa		THR : Taman Hutan Raya						
TN : Taman Nasional								

Dari aspek kinerja pengelolaan hutan, tidak jarang ditemui suatu unit kawasan hutan dalam kondisi yang sama sekali tak mencerminkan fungsinya, karena pengelolaan yang tidak efektif. Contoh kasus di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, tepatnya di Resort Souh dan Sekincau dimana lokasi itu juga ditetapkan sebagai salah satu wilayah kerja pertambangan panas bumi. Luas total wilayah kerja kedua resort itu 50.975 ha, dan seluas 29.707 ha berubah menjadi kebun kopi, coklat, dan berbagai tanaman pertanian lainnya yang di dalamnya juga terdapat fasilitas-fasilitas publik seperti sekolah, kantor desa, dan lain-lain. Itu gambaran kondisi bahwa status dan fungsi kawasan yang ditetapkan secara resmi mungkin akan berbeda dengan kondisi aktualnya.

2.7. Pola Pikir Kebijakan Panas Bumi di Kawasan Hutan

Kebijakan pengembangan panas bumi di kawasan hutan konservasi harus diletakkan pada dua tujuan, yaitu 1) Kelestarian fungsi konservasi hutan mencakup konservasi genetik, spesies, dan ekosistem; 2) Kepastian usaha pengembangan sumber daya panas bumi. Dalam formula kebijakan, tujuan ini merupakan *policy outcome* yang harus dicapai melalui serangkaian aktivitas. Dalam upaya ini selalu ada *policy delivery system* di mana kebijakan diterjemahkan dalam program-program yang disertai instrumen-instrumen yang didesain untuk memastikan implementasi program-program itu secara simultan berkontribusi pada tercapainya tujuan. Salah satu instrumen yang diperlukan adalah pedoman atau panduan praktis yang dapat diandalkan secara teknis untuk memastikan seluruh rangkaian kegiatan operasional panas bumi di kawasan hutan memperhatikan kelestarian ekosistem hutan.

Untuk kepentingan itu, WWF-Indonesia mencoba mendorong secara konkrit munculnya instrumen tersebut melalui kajian kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja panas bumi dalam bentuk seperangkat kriteria dan indikator kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja perusahaan panas bumi. Hasil akhir dari kajian itu berupa sebuah panduan kelestarian ekosistem hutan. Proses kajian hingga menghasilkan panduan dilakukan dengan melibatkan para pihak melalui serangkaian kegiatan, antara lain diskusi grup terfokus, konsultasi publik, diskusi dengan pakar, praktisi kehutanan, praktisi panas bumi, dan lain-lain.

Panduan kelestarian ekosistem untuk pemanfaatan panas bumi berfokus pada aspek biofisik sebagai sumber indikatornya. Aspek-aspek lain yang juga penting diperhatikan dalam perusahaan panas bumi di kawasan hutan adalah aspek legal dan sosial yang merupakan kondisi pemungkin (*enabling condition*) atau prasyarat sehingga harus dipenuhi terlebih dahulu. Aspek legal mencakup legalitas keberadaan operasional panas bumi di kawasan hutan dan legalitas kawasan hutannya.²² Sementara, aspek sosial dapat dipenuhi dengan penerapan prinsip *free prior informed consent* (FPIC), yaitu prinsip bahwa masyarakat memiliki hak memberi atau tidak memberi persetujuannya terhadap usulan proyek yang dapat berdampak pada lahan-lahan yang mereka miliki, tempati, atau gunakan.

²² Legalitas kawasan hutan mengacu kepada penguatan kawasan hutan yang meliputi proses penunjukan kawasan hutan, pemetaan, penataan batas dan pembuatan berita acara tata batas, dan penetapan kawasan hutan.

Prinsip FPIC telah lama diajukan *Forest People Program* (FPP) dan sekarang telah jadi prinsip utama dalam hukum internasional dan yurisprudensi yang berkaitan dengan masyarakat adat.²³ Persoalan lain dalam aspek sosial yang harus diselesaikan lebih dahulu adalah pengakuan masyarakat terhadap batas, status, dan fungsi kawasan hutan. Di beberapa tempat sering ditemukan kasus dimana suatu unit kawasan hutan telah mantap secara legal, tetapi secara faktual masih terjadi klaim dari masyarakat.



²³ FPP. Free, Prior and Informed Consent. <http://www.forestpeoples.org/guiding-principles/free-prior-and-informed-consent-fpic>.

Tabel 7. Sinergi Kepentingan Kelestarian Ekosistem Hutan dan Kegiatan Pengusahaan Panas Bumi Kawasan Hutan

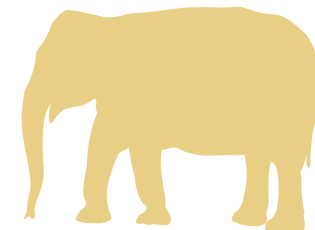
Tahapan Kegiatan		Keluaran (Output)	
UU No. 27 Tahun 2003	SNI 13-5012-1998	Kepentingan Pengembangan Panas Bumi	Kepentingan Kelestarian Ekologi Hutan
Studi Pendahuluan	Penyelidikan Pendahuluan (<i>Reconnainse Survey</i>)	1. Peta geologi tinjau dan sebaran manifestasi 2. Temperatur fluida di permukaan 3. Temperatur bawah permukaan (estimasi) 4. Potensi <u>Sumber Daya Spekulatif</u>	1. Peta Kawasan Hutan 2. Peta zonasi/blok pengelolaan hutan 3. Potensi sumberdaya hutan (spasial dan non spasial) 4. Kelas tutupan lahan hutan
	Penyelidikan Lanjut	1. Peta geologi pendahuluan 2. Peta anomali unsur kimia Tipe fluida Sistem panas bumi 3. Peta geofisika 4. Peta hidrogeologi 5. Peta <u>Sumber Daya Hipotesis</u>	1. Peta fisiografi lahan hutan. 2. Peta hidrologi kawasan hutan. 3. Peta tanah. 4. Daftar lengkap dan sebaran keanekaragaman hayati. 5. Daftar spesies penting. 6. Sebaran dan populasi spesies penting. 7. Habitat spesies-spesies penting
	Penyelidikan Rinci	3. Peta geologi rinci Peta zona ubahan/alterasi Peta struktur geologi Peta identifikasi bahaya geologi 4. Peta anomali kimia Model hidrologi 5. Peta anomali & penampang tegak sifat fisis batuan b) Sifat fisis batuan & fluida sumur landaian suhu 6. Sumur landaian suhu 7. <u>Model panas bumi tentatif</u> 8. Rekomendasi titik lokasi pengeboran/pengeboran eksplorasi 9. Potensi " <u>cadangan terduga</u> "	1. Kelas sensitivitas fisik kawasan hutan (spasial & non spasial) 2. Kelas sensitivitas biologis kawasan (spasial & non spasial) 3. Sebaran variasi tipologi ekosistem hutan menurut aspek ekologi berdasarkan karakteristik biofisik ekosistem (spasial & non spasial). 4. Posisi kegiatan-kegiatan eksplorasi panas bumi pada kawasan hutan berdasarkan zona/blok dan tipologi biofisik ekosistem hutan. 5. Rencana perlindungan hutan berbasis ekosistem dari kegiatan eksplorasi panas bumi.

(lanjutan) Tabel 7.

Tahapan Kegiatan		Keluaran (Output)	
UU No. 27 Tahun 2003	SNI 13-5012-1998	Kepentingan Pengembangan Panas Bumi	Kepentingan Kelestarian Ekologi Hutan
Eksplorasi	Pengeboran Eksplorasi (<i>Wildcat</i>)	1. Sumur eksplorasi 2. a) Model geologi bawa permukaan b) Zona ubahan/alterasi 3. Sifat fisis dan kimia sumur 4. <u>Model panas bumi tentatif</u> 5. Potensi sumur eksplorasi	1. Hasil monitoring dampak kegiatan eksplorasi terhadap kondisi fisik kawasan 2. Hasil monitoring dampak kegiatan eksplorasi terhadap potensi biologis kawasan 3. Dampak kegiatan eksplorasi terhadap fungsi ekologi ekosistem hutan
	Pra-Studi Kelayakan (<i>Pre-Feasibility Study</i>)	1. a) Potensi "Cadangan Mungkin" b) Pemanfaatan langsung atau tidak langsung 2. Rencana pengembangan	1. Tingkat pengaruh kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi ekologi hutan. 2. Rencana perlindungan hutan berbasis ekosistem
	Pengeboran Delineasi	1. Sumur delineasi 2. <u>Model panas bumi</u> 3. Potensi sumur 4. Karakteristik reservoir	1. Site plan kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi. 2. Posisi kegiatan-kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi pada kawasan hutan berdasarkan zona/blok dan tipologi biofisik ekosistem hutan.
Studi Kelayakan	Studi Kelayakan (Feasibility Study)	1. Potensi " <u>Cadangan Terbukti</u> " a) Rancangan sumur produksi dan injeksi b) Rancangan pemipaan sumur produksi c) Rancangan sistem pembangkit listrik 2. Layak atau tidak layak untuk dikembangkan	1. Kelayakan (layak atau tidak layak) kegiatan pengusahaan panas bumi dilaksanakan di kawasan hutan dari aspek ekologi hutan. 2. Jika layak: Rancangan kegiatan pengelolaan ekosistem (perlindungan ekosistem yang masih dalam kondisi baik, pemeliharaan proses suksesi yang sedang berlangsung, restorasi dalam rangka percepatan suksesi alam dan pemulihan areal terdegradasi) 3. Rancangan "kegiatan luar biasa", misalnya: pembuatan koridor jelajah satwa, pembangunan second habitat, relokasi, restorasi, dll.
Eksplotasi	Pengeboran Pengembangan	1. Sumur pengembangan 2. Kapasitas produksi lapangan panas bumi	Pembangunan seluruh fasilitas utama dan pendukung untuk eksploitasi dan pemanfaatan tidak menimbulkan degradasi fungsi ekologi ekosistem.
Pemanfaatan		1. Pembuatan fasilitas utama PLTP (<i>wellpad</i> , pipa alir, <i>sparator</i> , <i>switchyard</i> , dll). 2. Pembuatan fasilitas pendukung produksi (jalan, kantor, dll).	

2.8. Beberapa Perangkat Kelestarian Lingkungan

Sebelum masuk tahap perumusan panduan, terlebih dahulu perlu diketahui beberapa instrumen yang sering dipakai untuk berbagai kepentingan yang pada dasarnya mengarah pada upaya menjamin kelestarian lingkungan. Dimana posisi panduan itu terhadap instrumen-instrumen tersebut? Beberapa di antaranya sebagai berikut:



1. Analisa Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) dikategorikan menjadi tiga jenis sesuai intensitas dan tingkat pembangunan yang diusulkan, antara lain:

- AMDAL Kegiatan Terpadu/multisektor, dampak penting suatu usaha atau kegiatan terpadu pada lingkungan dimana suatu rencana proyek/kegiatan terletak di satu kesatuan hamparan ekosistem dan juga melibatkan lebih dari satu instansi pemerintah yang berwenang.
- AMDAL Kawasan, dampak penting suatu rencana proyek/kegiatan terpadu terletak di tipe ekosistem tunggal, di bawah kewenangan satu instansi pemerintah.
- AMDAL Daerah, dampak penting suatu rencana proyek/kegiatan terpadu yang diusulkan terletak di tipe ekosistem tunggal di daerah perencanaan pembangunan, yang melibatkan lebih dari satu instansi berwenang sebagai bagian dari proses pengambilan keputusan.

Dalam perangkat ini, dampak signifikan diartikan sebagai perubahan mendasar terhadap lingkungan yang disebabkan suatu usaha atau kegiatan. Signifikansi dampak ditentukan 7 parameter, yaitu:

- Jumlah orang yang terkena dampak,
- Luasnya dampak,
- Lamanya dampak berlangsung,
- Intensitas dampak,
- Banyaknya komponen lingkungan lain yang terkena dampak,
- Sifat kumulatif dampak,
- Dampak yang dapat dipulihkan atau tidak dapat dipulihkan.

Jenis usaha dan kegiatan yang dapat berdampak signifikan terhadap lingkungan dikelompokkan dalam 14 sektor dan 84 kegiatan. Rincian kegiatan dan skalanya pernah diumumkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-11/Menlh/3/1994 mengenai jenis usaha atau kegiatan yang membutuhkan penilaian dampak lingkungan yang kemudian direvisi melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 17/2001 mengenai jenis usaha atau kegiatan yang membutuhkan penilaian dampak lingkungan. Laporan Dampak Lingkungan disebut sebagai Analisa Dampak Lingkungan (ANDAL) yang merupakan studi penelitian rinci dan mendalam

tentang dampak penting suatu proyek atau kegiatan. Lalu, rencana pengelolaan dan pemantauan harus disiapkan untuk mengelola dan memantau dampak signifikan dari rencana proyek dan kegiatan. Rencana Pengelolaan Lingkungan disebut sebagai RKL (Rencana Pengelolaan Lingkungan) dan Rencana Pemantauan Lingkungan disebut RPL (Rencana Pemantauan Lingkungan).

Berdasar Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2012 tentang Kegiatan Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib Memiliki AMDAL, kegiatan pengusahaan panas bumi yang wajib memiliki Amdal adalah kegiatan eksploitasi panas bumi dengan luas WKP lebih dari 200 ha, luas daerah terbuka untuk usaha panas bumi lebih dari 50 ha, pengembangan uap panas bumi dan/atau pembangunan pembangkit lebih dari 55 MW, atau pembangunan jaringan transmisi ketenagalistrikan lebih dari 150 kV. Untuk kegiatan pengusahaan panas bumi di bawah skala tersebut tidak membutuhkan AMDAL, namun tetap harus membuat Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) sesuai prosedur yang diatur dalam Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 86 Tahun 2002 tentang Pedoman Pelaksanaan UKL dan UPL.

Perangkat AMDAL lebih diposisikan sebagai salah satu persyaratan dalam perijinan, tetapi kurang memperhatikan aspek penilaian terhadap kinerja, ketika kegiatan yang telah diizinkan berjalan. Namun demikian, hasil-hasil dari AMDAL sangat berguna sebagai data dasar yang dapat digunakan oleh perangkat-perangkat lain yang dibuat dalam rangka penilaian kinerja.

2. Penilaian Kawasan Hutan dengan Nilai Konservasi Tinggi

Penilaian untuk mengidentifikasi kawasan-kawasan hutan dengan nilai konservasi tinggi atau dikenal dengan HCVPs (High Conservation Value Forests) dikembangkan oleh Forest Stewardship Council (FSC) dan diterbitkan tahun 1999. Kunci menuju konsep HCVPs adalah mengidentifikasi nilai konservasi tinggi (HCVs). Di dalam panduan mengenai cara mengidentifikasi, mengelola, dan memantau hutan dengan nilai konservasi tinggi dijelaskan bahwa hutan dengan nilai konservasi tinggi adalah kawasan hutan yang memiliki satu atau lebih ciri-ciri yang definisinya sebagai berikut:²⁵

- HCV1: Kawasan hutan yang mempunyai konsentrasi nilai-nilai keanekaragaman hayati yang penting secara global, regional, dan lokal, misalnya spesies endemik, spesies hampir punah, tempat menyelamatkan diri (refugia), dll.

- HCV2: Kawasan hutan yang mempunyai tingkat lanskap luas yang penting secara global, regional, dan lokal yang berada di dalam atau mempunyai unit pengelolaan, dimana sebagian besar populasi spesies atau seluruh spesies yang secara alami ada di kawasan tersebut berada dalam pola-pola distribusi dan kelimpahan alami.
- HCV3: Kawasan hutan yang berada di dalam atau mempunyai ekosistem yang langka, terancam, atau hampir punah.
- HCV4: Kawasan hutan yang berfungsi sebagai pengatur alam dalam situasi yang kritis, misalnya perlindungan daerah aliran sungai, pengendalian erosi, dll.
- HCV5: Kawasan hutan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat lokal, misalnya pemenuhan kebutuhan pokok, kesehatan, dll.
- HCV6: Kawasan hutan yang sangat penting untuk identitas budaya tradisional masyarakat lokal, seperti kawasan budaya, ekologi, ekonomi, dan agama yang penting yang diidentifikasi bersama masyarakat lokal bersangkutan.

3. Sertifikasi Pengelolaan Hutan Lestari

Terdapat beberapa skema sertifikasi hutan yang saat ini berjalan dan dapat dikelompokkan dalam skema wajib (*mandatory*) dan sukarela (*voluntary*), yaitu sebagai berikut:

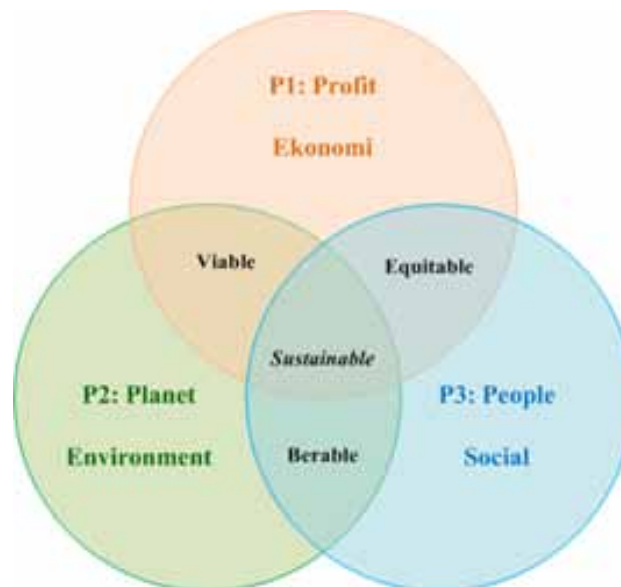
- a. Skema sertifikasi pengelolaan hutan *mandatory* untuk Pengelolaan Hutan Produksi Lestari (PHPL) yang diatur melalui Permenhut No.38/Menhut-II/2009, Perdirjen BPK No.P.6/VI-Set/2009, dan Perdirjen BPK No.P.02/VI-BPPHH/2010. Skema *mandatory* yang dikembangkan di Indonesia itu dibangun bersama *International Tropical Timber Organisation* (ITTO).
- b. Skema sertifikasi pengelolaan hutan *voluntary* yang telah diakui dan dilaksanakan di lapangan cukup beragam, baik yang dikembangkan sebagai inisiatif nasional, regional, maupun internasional. Beberapa skema sertifikasi hutan itu antara lain:
 - FSC (Forest Stewardship Council)
 - PEFC (Pan-European Forest Certification)
 - CSA (Canada's National Sustainable Forest Management Standard)
 - SFI (Sustainable Forest Initiative)
 - American Tree Farm System
 - LEI (Lembaga Ekolabel Indonesia)



²⁵ Prinsip dan Kriteria FCS (2003) dalam toolkit untuk pengelola hutan dan pihak-pihak terkait lainnya untuk mengidentifikasi, mengelola dan memantau hutan dengan nilai konservasi tinggi.

4. “Triple Bottom Line Sustainability Framework” dan “Sustainability Reporting”

Konsep *Triple Bottom Line* (TBL) adalah kerangka kerja untuk perhitungan kinerja yang dilakukan pada tiga dimensi pengukuran, yaitu sosial, lingkungan, dan finansial. Dimensi pada TBL juga populer dengan sebutan 3P: *People, Planet, dan Profit*. Pengukuran kinerja pada dimensi profit dapat dilakukan relatif lebih sederhana dengan melihat tingkat hasil profit sebuah investasi dalam ukuran moneter. Namun, pengukuran kinerja untuk dimensi sosial dan lingkungan (ekologi) akan lebih sulit, karena variasi kondisi dan situasi sosial dan lingkungan pada setiap tempat di mana pengukuran akan dilakukan. Itu menyebabkan ketiadaan standar universal untuk pengukuran TBL. Pandangan para ahli hanya sama pada dua prinsip, yaitu:



- 1) Bagaimana kegiatan yang dilakukan sebuah organisasi berpengaruh terhadap “kesejahteraan masyarakat” untuk pengukuran dimensi sosial,
- 2) Bagaimana kegiatan itu mempengaruhi “kesehatan lingkungan” untuk pengukuran kinerja pada dimensi lingkungan. Sementara, analisis kinerja lebih lanjut akan membutuhkan seperangkat indikator pada masing-masing dimensi itu, dan indikator-indikator tersebut bersifat spesifik lokasi dan kasusnya.

Akurasi penentuan indikator menjadi sangat tergantung pada determinasi *stakeholders* dan para ahli yang terlibat, serta kemampuan mengembangkan baseline data. Dari *baseline data* itu lalu dikembangkan pendekatan baku mutu lingkungan (untuk dimensi lingkungan) dan perbandingan indeks (untuk dimensi sosial) sesuai variabel-variabel lingkungan dan sosial yang dianggap penting pada suatu lokasi dan kasus.

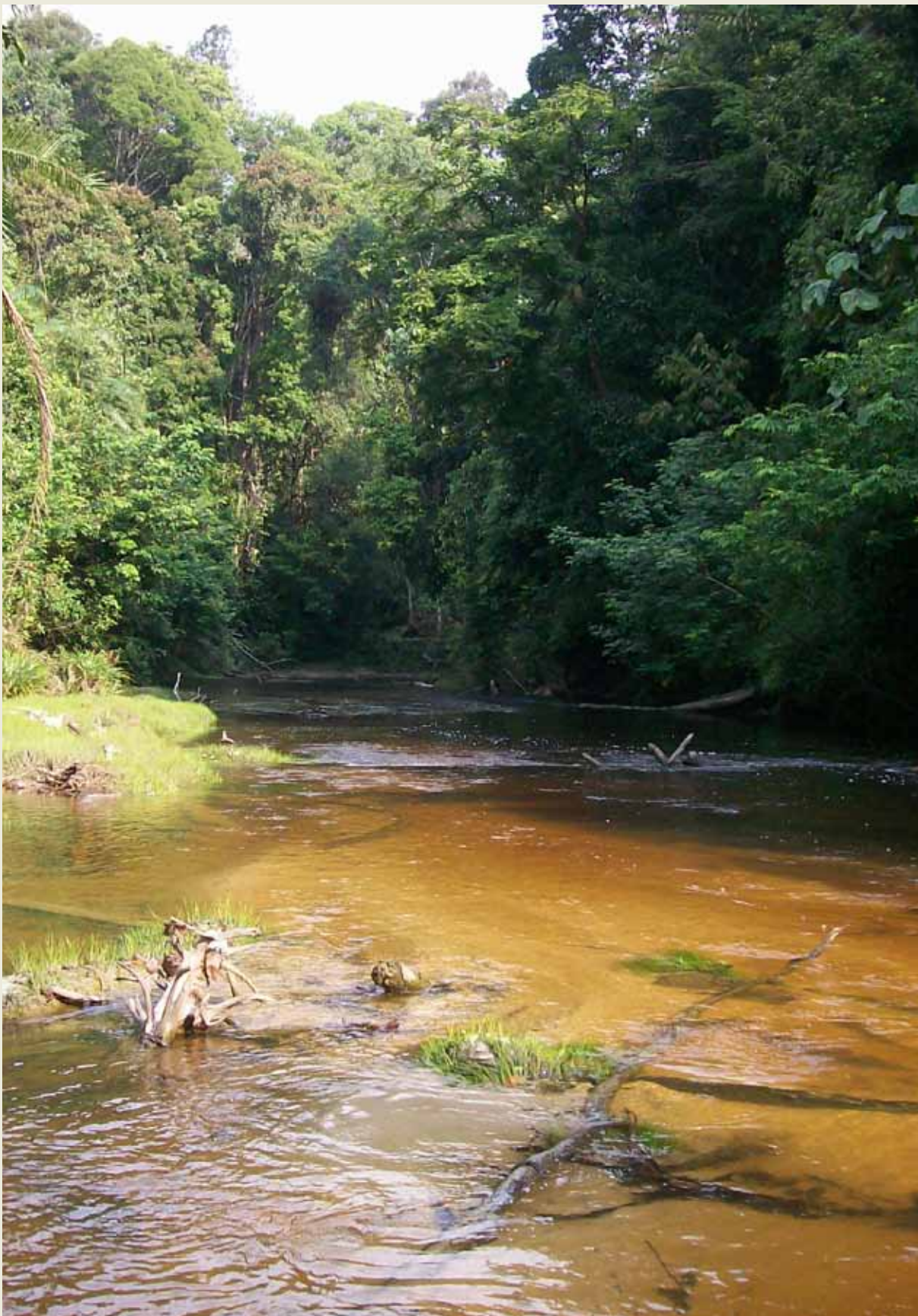
Kerangka kerja TBL selanjutnya dikembangkan untuk pelaporan keberlanjutan (*sustainability reporting*), yaitu suatu kerangka kerja pelaporan mengenai kebijakan ekonomi, lingkungan, dan sosial, serta dampak dan kinerja suatu organisasi dan hasil-hasilnya dalam konteks pembangunan berkelanjutan. Pelaporan berkelanjutan dipromosikan dan dikembangkan oleh *Global Reporting Initiative* (GRI).²⁵

Secara umum, *sustainability reporting* menyediakan kerangka kerja yang dapat digunakan oleh banyak organisasi di dunia untuk mengukur dan melaporkan kinerja keberlanjutannya secara transparan dan akuntabel. Itu dilihat dari empat kunci kriteria keberlanjutan, yaitu ekonomi, lingkungan, sosial, dan tata kelola.

Panduan kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja panas bumi memiliki keterkaitan erat dengan instrumen-instrumen tersebut. Panduan ini akan mengadaptasikan beberapa parameter yang dipakai pada instrumen-instrumen lain yang dianggap sesuai. Namun, berbeda dengan yang lain, panduan ini secara khusus dirancang untuk menjadi bagian terintegrasi dalam manajemen operasional perusahaan panas bumi dan pengelolaan hutan. Lebih lanjut, panduan ini juga akan mendorong skenario pengelolaan lingkungan yang dapat diukur, dilaporkan, dan diverifikasi.



²⁵ Organisasi nirlaba yang bekerja untuk pembangunan ekonomi berkelanjutan dengan cara menyediakan petunjuk untuk pelaporan keberlanjutan.



© WWF-Indonesia/ Zulfahmi

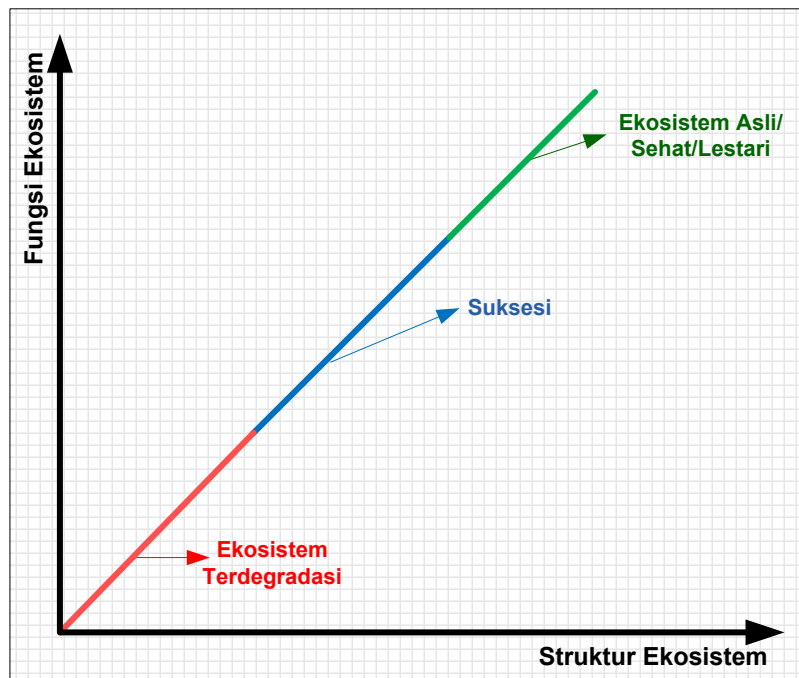
III. BASELINE DAN TIPOLOGI EKOSISTEM HUTAN

3.1. Kerangka Pikir Penyusunan Baseline dan Tipologi Ekosistem Hutan

Wilayah kerja panas bumi atau biasa disebut WKP biasanya mencakup areal cukup luas, yang sangat mungkin terdiri atas mosaik-mosaik lahan dengan karakteristik biofisik berbeda. Meskipun arealnya luas, yang benar-benar dimanfaatkan untuk operasional panas bumi umumnya sekitar 1 persen dari area WKP-nya. Suatu unit WKP panas bumi dapat beroperasi pada area dengan kondisi biofisik bervariasi. Kondisi aktual ekosistem hutan yang akan menjadi wilayah kerja panas bumi pun tak selalu dalam kondisi baik atau tidak mencerminkan kondisi aslinya. Bisa jadi lokasi itu sedang dalam kondisi terdegradasi atau tahap suksesi, setelah sebelumnya terganggu secara alami atau karena ulah manusia. Informasi mengenai variasi biofisik, kondisi aktual, dan profil kondisi asli ekosistem (*reference ecosystem*) sangat diperlukan sebagai sumber pengetahuan untuk mengambil keputusan bagaimana seharusnya proyek panas bumi dilaksanakan di suatu titik lokasi.

Pertimbangan-pertimbangan tersebut juga menjadi penuntun dalam penyusunan panduan ini, bahwa panduan kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja panas bumi seyogyanya dapat diterapkan pada berbagai kondisi hutan. Untuk itu, diperlukan penetapan tipologi ekosistem hutan yang jadi sasaran pengusahaan sumber daya panas bumi untuk mengklasifikasikan hutan berdasarkan komponen ekosistem. Tipologi harus mampu mewakili seluruh keadaan ekosistem hutan, tetapi dalam penyusunannya harus diupayakan sesederhana mungkin agar mudah dipahami.

Gambar 11. Diagram Kemungkinan Kondisi Ekosistem pada Kawasan Hutan Wilayah Kerja Panas Bumi



Secara umum akan terdapat tiga kemungkinan arahan pengelolaan ekosistem, yaitu 1) Pengelolaan ekosistem yang mengarah pada upaya mempertahankan kondisi aktual jika kondisi ekosistem secara aktual dalam kondisi sehat; 2) Pengelolaan ekosistem yang diarahkan pada upaya pemeliharaan atau percepatan proses suksesi yang sedang terjadi jika kondisi aktual ekosistem sedang dalam tahap suksesi secara alamiah; 3) Pengelolaan ekosistem yang diarahkan pada upaya rehabilitasi atau restorasi jika kondisi aktual ekosistem dalam kondisi terdegradasi.

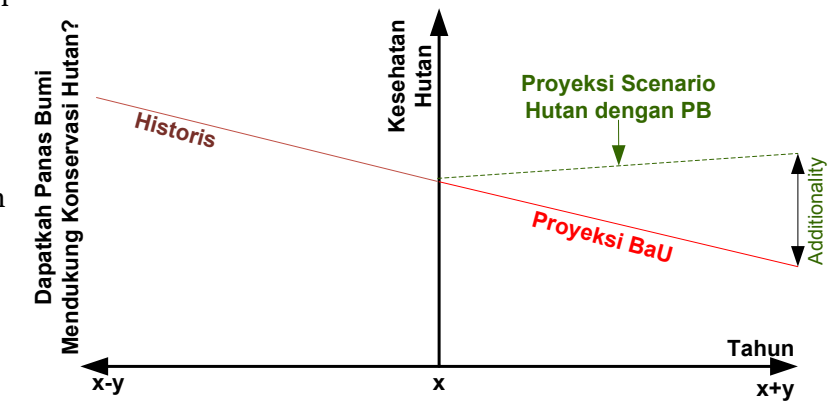
Kehadiran pengusahaan panas bumi dalam suatu unit kawasan hutan diharapkan dapat meningkatkan kinerja pengelolaan ekosistem. Itu berkaitan dengan aspek *additionality*, yaitu bagaimana keberadaan pengusahaan panas bumi dapat

Penetapan tipologi ekosistem hutan berdasar aspek ekologisnya dilakukan menggunakan pendekatan *baseline* kesehatan ekosistem yang diletakkan pada fungsi dan struktur ekosistem. *Baseline* kesehatan ekosistem adalah informasi dasar kondisi ekosistem hutan yang dihimpun sebelum proyek panas bumi dimulai dan akan digunakan sebagai pembanding untuk mendefinisikan kondisi aktual, sekaligus memproyeksikan atau memperkirakan dampak-dampak dari setiap kegiatan proyek panas bumi terhadap kondisi ekosistem hutan.

Secara umum akan terdapat tiga kemungkinan arahan pengelolaan ekosistem,

berkontribusi terhadap upaya mempertahankan kelestarian ekosistem hutan dalam kondisi baik, memperbaiki ekosistem hutan yang terdegradasi, dan atau memelihara proses suksesi yang sedang terjadi. Aspek *additionality* ini merupakan manfaat tambahan dibandingkan dengan pengelolaan hutan dalam skema pengelolaan biasa (*business as usual*/BAU) tanpa adanya pengusahaan panas bumi.

Gambar 12. Ilustrasi Penyusunan Baseline Pengelolaan Ekosistem Hutan



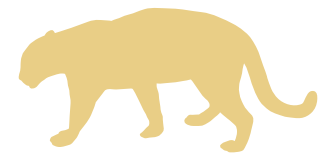
3.2. Aspek Ekologis Hutan

Hutan sebagai ekosistem dapat dipandang sebagai sebuah komunitas yang terdiri atas keanekaragaman jenis organisme dalam satu ekosistem. Komunitas di sini sangat dipengaruhi lingkungan fisik, yang secara bersama-sama membentuk ekosistem. Komunitas di dalam lingkungan fisik yang relatif stabil, seperti pada hutan tropis mempunyai keanekaragaman jenis lebih tinggi daripada komunitas yang dipengaruhi lingkungan fisik yang tidak stabil atau sering terganggu. Lingkungan yang stabil lebih menjamin keberhasilan adaptasi suatu organisme dan lebih memungkinkan keberlangsungan evolusi daripada lingkungan yang berubah-ubah atau tidak stabil (Odum, 1985).

Oleh karena itu, upaya memahami karakteristik ekosistem dari aspek ekologis, secara sederhana dapat dilihat dari karakteristik biologis dan fisiknya. **Karakteristik biologis ekosistem** biasanya dilihat dari keanekaragaman hayati serta keberadaan jenis fauna dan flora penting (endemik, langka, dan terancam punah). Adapun **karakteristik fisik ekosistem** dilihat dari tutupan lahan, fisiografi lahan (bentuk lahan, ketinggian, kelerengan, dan land system), tanah, air, dan udara.

3.2.1. Karakteristik Biologis Ekosistem

Karakteristik biologis suatu unit ekosistem ditunjukkan oleh berbagai hal. Contohnya, tingkat keanekaragaman hayati dan keberadaan suatu jenis, tipe habitat, dan lain-lain yang merupakan salah satu ukuran penting dalam prinsip kelestarian.



1. Keanekaragaman Hayati

Dalam dokumen Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan 2003, pengertian atau definisi keanekaragaman hayati mencakup aspek-aspek sebagai berikut:²⁶

- Keanekaragaman hayati adalah istilah yang dipakai untuk menggambarkan keanekaan bentuk kehidupan di bumi, interaksi di antara berbagai makhluk hidup serta antara mereka dengan lingkungannya;
- Keanekaragaman hayati mencakup semua bentuk kehidupan di muka bumi, mulai dari makhluk sederhana seperti jamur dan bakteri hingga makhluk yang mampu berpikir seperti manusia;
- Keanekaragaman hayati ialah fungsi-fungsi ekologi atau layanan alam, berupa layanan yang dihasilkan satu spesies dan/atau ekosistem (ruang hidup) yang memberi manfaat kepada spesies lain, termasuk manusia (McAllister, 1998); Keanekaragaman hayati merujuk pada aspek keseluruhan dari sistem penopang kehidupan, yaitu mencakup aspek sosial, ekonomi dan lingkungan, aspek sistem pengetahuan dan etika, serta kaitan di antara berbagai aspek ini;
- Keanekaan sistem pengetahuan dan kebudayaan masyarakat juga terkait erat dengan keanekaragaman hayati.

Terdapat tiga tingkatan keanekaragaman hayati yang sering digunakan, yakni keanekaragaman tingkat genetik, jenis (spesies), dan ekosistem. Berikut ini pengertian untuk masing-masing tingkatan:²⁷

- Keanekaragaman tingkat gen (genetika)
Merupakan keanekaragaman di antara individu satu dengan lainnya yang masih dalam **satu spesies**. Itu disebabkan adanya variasi komposisi atau susunan gen (DNA) pada masing-masing individu, meskipun mereka satu spesies sehingga di dunia ini tidak ada makhluk hidup yang sama persis. Misalnya, variasi dalam spesies ayam (*Gallus gallus*) yang meliputi ayam cemani (berwarna hitam), bangkok putih, arab, dan kampung.
- Keanekaragaman tingkat jenis (spesies)
Merupakan keanekaragaman individu yang **berbeda spesies**. Memperlihatkan adanya variasi bentuk, kenampakan, dan variasi sifat lainnya antara spesies satu dengan lainnya. Misalnya, variasi pada berbagai spesies unggas seperti ayam, bebek, itik, angsa, dan lain-lain.

- Keanekaragaman tingkat ekosistem
Makhluk hidup yang beranekaragam baik bentuk, penampakan, dan sifat-sifat lainnya berinteraksi dengan lingkungan abiotiknya dan dengan jenis-jenis makhluk hidup lainnya. Interaksi itu akan membentuk berbagai macam ekosistem sehingga membentuk **keanekaragaman ekosistem**. Di Indonesia, keanekaragaman ekosistemnya mencapai 47 ekosistem berbeda.

Panduan ini akan menempatkan keanekaragaman spesies sebagai fokus perhatian dalam mengukur keanekaragaman hayati dengan alasan bahwa keanekaragaman spesies dapat menjadi indikator kesehatan ekosistem. Informasi seputar keanekaragaman hayati suatu kawasan biasanya merupakan perbandingan nilai keanekaragaman jenis antara satu tempat dengan tempat lain. Indeks kuantitatif keanekaragaman hayati (biodiversitas) dapat dianalisis dengan beberapa cara, yaitu:

- Keanekaragaman alpha (α), yaitu rata-rata jumlah jenis tumbuhan dalam suatu komunitas atau ekosistem, yang sering disebut sebagai kekayaan jenis ekosistem. Nilai keanekaragaman alpha menunjukkan keanekaragaman jenis pada skala geografi yang bersifat lokal dan dapat diketahui dengan cara menghitung rata rata jumlah jenis tumbuhan dalam beberapa komunitas atau ekosistem suatu unit ekosistem hutan.
- Keanekaragaman gamma (γ), yaitu jumlah jenis tumbuhan dalam skala regional yang lebih luas. Untuk penerapan pengelolaan ekosistem di suatu unit ekosistem hutan, keanekaragaman gamma adalah jumlah jenis tumbuhan dalam suatu ekosistem yang merupakan gabungan beberapa bagian dalam satu unit pengelolaan hutan.
- Keanekaragaman beta (β), yaitu nilai keanekaragaman jenis yang menggambarkan tingkat perubahan komposisi jenis yang mencakup satu daerah yang luas dalam skala bentang alam. Nilai keanekaragaman beta diketahui dengan cara menghitung jumlah jenis tumbuhan yang merupakan gabungan dari beberapa komunitas yang sama dalam satu kawasan. Keanekaragaman beta menghubungkan keanekaragaman alpha dan gamma, dihitung dengan cara membagi nilai keanekaragaman gamma dengan nilai alpha.



²⁶ Diringkas dari buku Indonesia Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP) 2003

²⁷ Diambil dari <http://biology-community.blogspot.com/2012/09/keanekaragaman-hayati.html>

Pengukuran *species diversity* umumnya menggunakan indeks, yaitu suatu nilai tunggal yang menggambarkan suatu keadaan secara sederhana. Secara praktis, jika kita melakukan survei di beberapa lokasi, maka nilai indeksnya dapat dibandingkan untuk mengetahui bagaimana perbedaan keanekaragaman di masing-masing lokasi. Beberapa indeks *species diversity* yang umum digunakan, misalnya indeks *species richness* (Margalef's index), Shannon's index, dan Simpson index.

- Meski ada beberapa indeks menyangkut *species richness*, Margalef's index yang paling sederhana. Namun, dalam indeks ini proporsi kelimpahan jenis tidak diperhitungkan.
- Analisis keanekaragaman vegetasi ini merupakan turunan dari kajian komposisi jenis. Analisis lebih lanjut dari tingkat keanekaragaman ini dapat diarahkan pada kajian mengenai struktur komunitas dan profil tegakan. Struktur komunitas diperoleh melalui perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) yang menggambarkan kerapatan pohon, penyebaran jenis (frekuensi), dan penguasaan jenis (dominasi). Indeks Nilai Penting memberi gambaran pengaruh atau peranan suatu jenis dalam komunitasnya. Sementara itu, profil tegakan menggambarkan proyeksi vertikal dan horizontal suatu tegakan.

Tabel 8. Indek untuk Keanekaragaman Hayati

Species Indeks	Formula	Keterangan
Margalef's index	$D_m = (S-1)/\ln N$	<ul style="list-style-type: none">• Dm: Diversity,• S: Jumlah species,• N : Jumlah total individu seluruh species dalam sampel
Shannon's index	$H' = - \sum p_i \ln p_i$	<ul style="list-style-type: none">• H': Nilai indeks Shannon-Wiener• Pi: Proporsi dari tiap species <i>i</i>.• H' adalah jumlah dari seluruh $p_i \ln p_i$ untuk semua species dalam komunitas.• Jika komunitas hanya memiliki 1 species, maka H' = 0.• Semakin tinggi nilai H' mengindikasikan semakin tinggi jumlah species dan semakin tinggi kelimpahan relatifnya.• Nilai indeks Shannon biasanya berkisar antara 1.5 – 3.5, dan jarang sekali mencapai 4.5.
	$E = H'/H_{max} = H'/\ln S$	<ul style="list-style-type: none">• Meskipun Shanon-Wiener's index sudah menyertakan <i>evenness</i> dalam perhitungannya, namun <i>evenness</i> dapat dihitung secara terpisah menggunakan nilai Hmax (maksimum diversity).• E: <i>evenness</i>
Simpson index	$D = \sum (\frac{n_i (n_i - 1)}{N(N-1)})$	<ul style="list-style-type: none">• ni: Jumlah individu dari suatu jenis• n: Jumlah total individu seluruh jenis

Sumber: diolah dari berbagai sumber

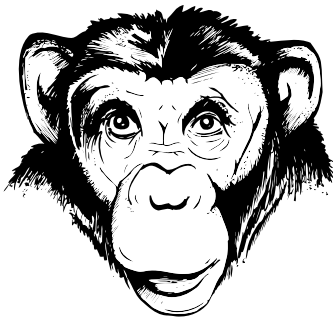
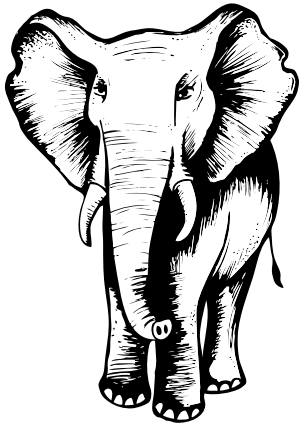
2. Status Konservasi Species

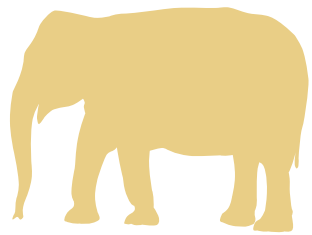
Status suatu spesies dapat dikategorikan berdasarkan persebaran, kelimpahan, dan status perlindungannya, yaitu sebagai berikut:

- Berdasar persebarannya, suatu spesies dapat diartikan sebagai spesies asli, spesies endemik, dan spesies introduksi. Ketiganya sering disebutkan untuk satu pengertian yang sama, padahal masing-masing berbeda. Spesies asli (*native species*) yang disebut juga *indigenous species* adalah spesies-spesies yang menghuni suatu wilayah atau ekosistem secara alami tanpa campur tangan manusia. Kehadiran spesies ini melalui proses alami tanpa intervensi manusia. Spesies endemik merupakan gejala alami sebuah biota untuk menjadi unik pada suatu wilayah geografi tertentu. Sebuah spesies bisa disebut endemik jika spesies itu spesies asli yang hanya bisa ditemukan di sebuah tempat tertentu dan tidak ditemukan di wilayah lain. Wilayah di sini dapat berupa pulau, negara, atau zona tertentu.

Sementara itu, spesies introduksi (*introduced species*) merupakan spesies yang berkembang di luar habitat (wilayah) aslinya akibat campur tangan manusia, baik sengaja ataupun tidak. Beberapa spesies ada yang merusak dan bersifat invasif. Namun, lainnya tak berdampak negatif, bahkan menguntungkan bagi ekosistem dan manusia.

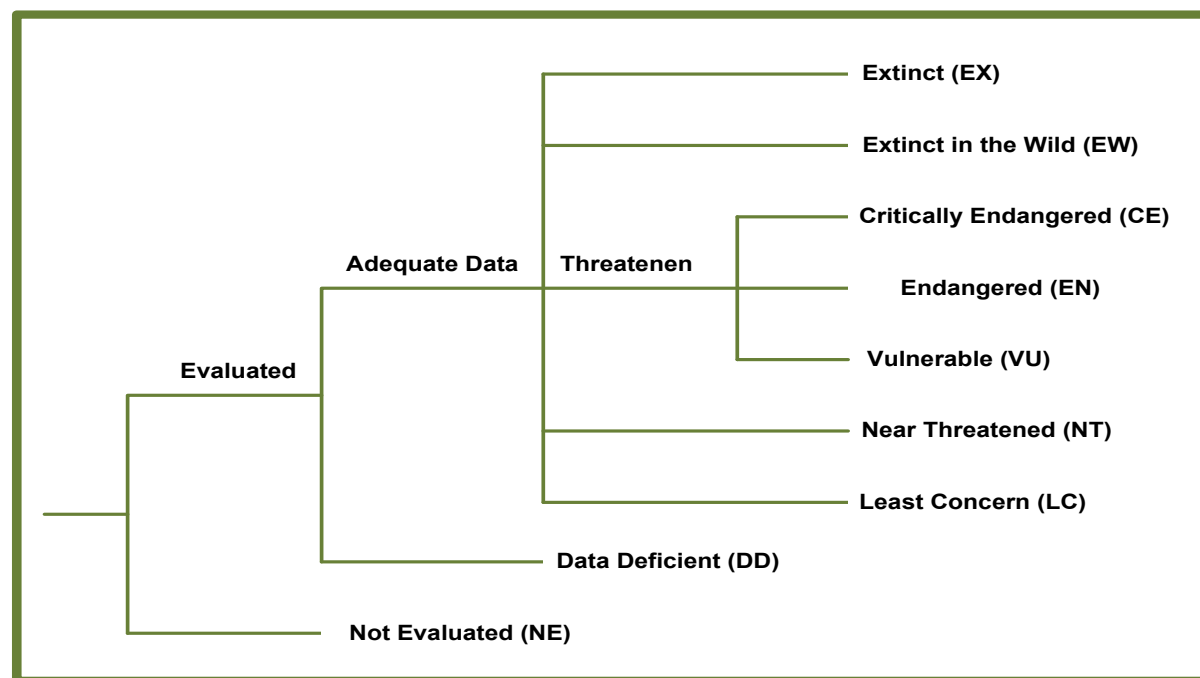
- Berdasar keberadaannya, suatu spesies di muka bumi terkait risiko kepunahan di masa depan. Dalam *IUCN Red List Categories* terdapat beberapa tingkatan spesies berdasar risiko kepunahannya secara global, yaitu:
 - Punah (*Extinct/EX*)
Spesies dalam kategori ini di dalam daftar IUCN merupakan spesies yang tak ada lagi keberadaannya. Spesies terakhirnya terbukti benar-benar sudah mati.
 - Punah di Alam Liar (*Extinct in the Wild/EW*)
Keberadaan spesies kategori ini tak ada di alam liar atau habitat aslinya. Hanya ada di penangkaran-penangkaran.
 - Kritis (*Crically Endangered/CE*)
Spesies yang benar-benar sangat berisiko tinggi akan punah di alam liar atau di habitat aslinya dalam waktu dekat.





- Terancam (*Endangered/EN*)
Dalam kategori ini, spesies berisiko tinggi akan punah di alam liar atau di habitat aslinya.
- Rentan (*Vulnerable/VU*)
Spesies yang berisiko tinggi akan status terancam di alam liar.
- Hampir Terancam (*Near Threatened/NT*)
Spesies yang akan mendapat perhatian, karena mendekati ancaman kepunahan di waktu mendatang.
- Beresiko (*Least Concern/LC*)
Spesies yang masuk kategori aman dan jauh dari ancaman kepunahan.
- Data kurang (*Data Deficient/DD*)
- Belum dievaluasi (*Not Evaluated/NE*)

Gambar 13. Struktur Hubungan Setiap Katagori Keterancaman Spesies



3.2.2. Karakteristik Fisik Ekosistem

Karakteristik fisik ekosistem dalam panduan ini akan difokuskan pada beberapa aspek yang dianggap penting. Sebagai berikut:

1. Stratifikasi Kelas Tutupan Hutan

Berdasarkan penafsiran citra satelit beresolusi tinggi, penutupan lahan di Indonesia dibedakan menjadi 23 kelas penutupan lahan, yang selanjutnya dikelompokkan menjadi 3 kelompok penutupan lahan berdasarkan tingkat penutupan vegetasinya, yaitu:

- Kelompok Penutupan I : terdiri atas jenis penutupan tanah terbuka, semak/belukar, pertanian, lahan kering bercampur semak.
- Kelompok Penutupan II : terdiri atas jenis penutupan hutan lahan kering sekunder, hutan rawa sekunder.
- Kelompok Penutupan III : terdiri atas jenis penutupan savana, pertanian lahan kering, sawah, pertambangan dan pemukiman.

Data penafsiran citra satelit itu lalu dicek ke lapangan untuk mengoreksi beberapa kesalahan penafsiran sehingga sesuai kondisi riil dan perubahan terkini di lapangan.

2. Tipe Iklim dan Curah Hujan

Tipe iklim dianalisis berdasarkan klasifikasi iklim menurut Schmidt dan Ferguson. Data hujan bulanan selama 10 tahun terakhir dikelompokkan dalam bulan kering (curah hujan bulanan < 60 mm), bulan lembab (curah hujan bulanan antara 60-100 mm), dan bulan basah (curah hujan bulanan > 100 mm). Penentuan tipe iklim didasarkan pada nilai Q yang dihitung dengan rumus:

$$Q = (BK / BB) \times 100\%$$

Selanjutnya, penentuan tipe iklim didasarkan pada kriteria Schmidt & Ferguson. Intensitas hujan (I) dihitung berdasarkan curah hujan rata-rata dalam satu tahun dan hari hujannya. Sebagai berikut:

$$I = CH / HH$$

Keterangan:

BK = Jumlah bulan kering dalam satu periode analisis (bulan)
BB = Jumlah bulan basah dalam satu periode analisis (bulan)

Keterangan :

CH = Curah hujan rata-rata dalam satu tahun
HH = Hari hujan rata-rata dalam satu tahun

Tabel 9. Klasifikasi Intensitas Curah Hujan

Kelas Intensitas Curah hujan	Intensitas Curah hujan (mm/hari)	Klasifikasi CH
1	< 13,6	Sangat rendah
2	13,6 – 20,7	Rendah
3	20,7 – 27,7	Sedang
4	27,7 – 34,8	Tinggi
5	> 34,8	Sangat Tinggi

3. Mata Air

Pengamatan air meliputi pendataan sumber mata air di dalam kawasan hutan. Informasi yang perlu dicatat, meliputi letak mata air, debit mata air, ketinggian tempat lokasi mata air, dan deskripsi tutupan lahan di sekitar mata air.

4. Fisiografi Lahan

Bentuk lahan dan ketinggian tempat dianalisis secara deskriptif berdasarkan Peta Topografi dengan memperhatikan pola dan ketinggian garis kontur. Kelas lereng diklasifikasikan sesuai kerapatan garis kontur. Pada bagian berbukit/bergunung, selain dengan analisis kerapatan kontur, penetapan kelas lereng juga dilakukan secara sistematis dengan melihat puncak atau punggung bukit/gunung. Panjang lereng ditentukan berdasarkan pengamatan di lapangan dengan memprediksi rata-ratanya pada masing-masing kelas lereng dan lokasinya. Kelas kelerengan yang dipakai sebagai berikut:

Table 10. Klasifikasi Kelas Kelerengan

Kelas Lereng	Kondisi		Klasifikasi lereng
	Di Peta	Di Lapangan	
1	Jarak kontur > 6,25 mm	0 % - 8 %	Datar
2	Jarak kontur 3,33 - 6,25 mm	8 % - 15 %	Landai
3	Jarak kontur 2,00 - 3,32 mm	15 % - 25 %	Agak curam
4	Jarak kontur 1,25 - 1,99 mm	25 % - 40 %	Curam
5	Jarak kontur < 1,25 mm	> 40 %	Sangat Curam

Sumber: SK Menteri Pertanian No. 873/Kpts/UM/11/1980

5. Tanah

Kondisi fisik yang penting untuk diperhatikan dalam panduan ini adalah kepekaan tanah terhadap erosi. Data kepekaan tanah terhadap erosi diperlukan untuk menentukan jenis perlakuan yang dapat dilakukan pada suatu unit lahan. Kepekaan tanah terhadap erosi menurut jenis tanahnya adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Klasifikasi Kepekaan Tanah terhadap Erosi

Kelas Tanah	Jenis Tanah	Kepekaan
1	Aluvial, Gleis Planosol, Hidromorf kelabu, Laterita air tanah	Tidak peka
2	Latosol	Kurang peka
3	Brown forest soil, noncalcic brown, mediterranean	Agak peka
4	Andosol, Laterit, Grumusol, Podsol, Podsolik	Peka
5	Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	Sangat peka

3.3. Tipologi Ekosistem Hutan Berdasarkan Aspek Ekologis

Penyusunan tipologi aspek ekologi ini merupakan salah satu bentuk analisis data ekosistem dari aspek ekologis. Analisis dapat dipakai untuk berbagai kepentingan, termasuk melihat tingkat sensitivitas ekologis suatu ekosistem untuk memprediksi respons yang mungkin terjadi dari kemungkinan gangguan-gangguan pada sistem ekologi. Sensitivitas juga dimaknai sebagai rasio antara kekuatan dari luar yang akan menyebabkan perubahan kondisi asli ekosistem dengan kekuatan internal ekosistem dalam mempertahankan keseimbangannya.

Daerah-daerah yang dianggap sensitif biasanya adalah daerah yang secara biologis memiliki tingkat keanekaragaman hayati tinggi atau merupakan tempat hidup jenis-jenis flora dan atau fauna penting (endemik, langka, dan terancam punah). Dari berbagai upaya dalam rangka mengukur tingkat sensitivitas ekologis suatu ekosistem hutan dapat diterapkan beberapa parameter pada unsur biologis dan fisik kawasan hutan, yaitu sebagai berikut:

Tabel 12. Karakteristik Biofisik dalam Penentuan Sensitivitas Ekosistem

Komponen Ekologi	Sensitivitas		
	Tinggi	Sedang	Rendah
Biologi Kawasan (B)			
Keanekaragaman hayati	Tinggi	Sedang	Rendah
Keberadaan jenis tumbuhan endemik	Lebih dari satu jenis	Satu jenis	Tidak ada
Keberadaan jenis tumbuhan terancam punah			
Keberadaan jenis fauna endemik	Lebih dari satu jenis	Satu jenis	Tidak ada
Keberadaan jenis fauna terancam punah			
Fisik Kawasan			
Tutupan lahan	Hutan primer	Hutan sekunder	Non hutan
Kelerengan	Curam- Sangat Curam (>25%)	Agak curam (15-25%)	Landai-Datar (0-15%)
Intensitas hujan	Sangat tinggi-tinggi (>27,7)	Sedang (20,7-27,7)	Rendah-sangat rendah (<20,7)
Tanah (berdasarkan tingkat erodibilitas) ²⁸	Tinggi – Sangat Tinggi (0,44-0,64)	Agak Tinggi – Sedang (0,21-0,43)	Sangat Rendah – Rendah (0,00-0,10)

²⁸ Wischmeier dan Smith (1978) telah mengembangkan konsep erodibilitas tanah yang cukup populer, dalam hal ini faktor erodibilitas tanah (K) didefinisikan sebagai besarnya erosi persatuan indeks erosi hujan untuk suatu tanah dalam keadaan standar, yakni tanah terus-menerus diberakan (fallow) terletak pada lereng sepanjang 22 m, berlereng 9% dengan bentuk lereng seragam.

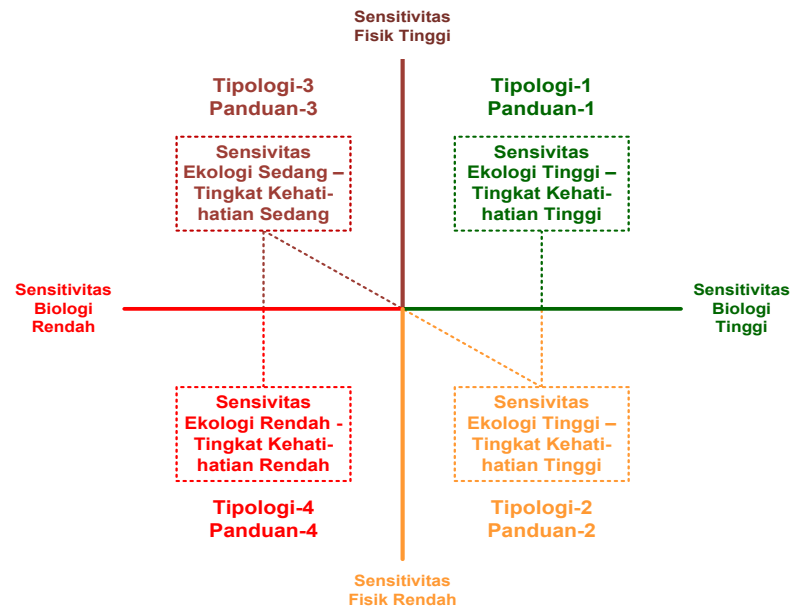
Tipologi aspek ekologi suatu kawasan hutan dapat diperoleh dengan cara mengombinasikan parameter unsur biologi dan fisik dalam suatu matriks. Parameter biologis diletakkan pada kolom, sedangkan parameter fisik diletakkan pada baris matriks. Dari pengombinasian ini dapat diperoleh tiga gradasi tingkat sensitivitas ekologis suatu kawasan hutan, yaitu kawasan hutan dengan tingkat sensitivitas ekologi tinggi, sedang, dan rendah.

Tabel 13. Tipologi Aspek Ekologi

Aspek Biologi	Aspek Fisik		
	Tinggi	Sedang	Rendah
Tinggi	Sensitivitas Ekologi Tinggi	Sensitivitas Ekologi Tinggi	Sensitivitas Ekologi Tinggi
Sedang	Sensitivitas Ekologi Tinggi	Sensitivitas Ekologi Sedang	Sensitivitas Ekologi Sedang
Rendah	Sensitivitas Ekologi Sedang	Sensitivitas Ekologi Sedang	Sensitivitas Ekologi Rendah

Berdasar aspek ekologis, tipologi akhir ekosistem hutan merupakan kombinasi karakteristik biologis dan fisik yang mencerminkan pertimbangan dominasi satu komponen terhadap komponen lainnya. Hasilnya bisa digunakan untuk mengarahkan skenario pengelolaan ekosistem yang harus dilakukan dalam setiap kegiatan operasional panas bumi di suatu unit ekosistem hutan, terutama operasional panas bumi yang berpotensi menimbulkan perubahan-perubahan terhadap ekosistem.

Gambar 14. Pengelompokan Tipologi Akhir Pengusahaan Bumi di Kawasan Hutan



Dari tipologi akhir itu dapat dikelompokkan empat jenis tipologi pengusahaan sumber daya panas bumi. Nantinya, itu dapat dijadikan pedoman memutuskan dapat atau tidaknya serta mengetahui persyaratan teknis apa yang diperlukan dari setiap tahapan pengusahaan sumber daya panas bumi di kawasan hutan. Keempat tipologi ekosistem hutan itu:

Tabel 14. Definisi Tipologi Ekosistem Hutan Berdasarkan Aspek Ekologi

Tipologi	Karakteristik Biologi	Karakteristik Biologi
Tipologi 1	<ul style="list-style-type: none">• Keanekaragaman hayati antara sedang sampai tinggi• Terdapat satu jenis atau lebih flora penting (endemik, langka, terancam punah)• Terdapat satu jenis atau lebih fauna penting (endemik, langka, terancam punah)	<ul style="list-style-type: none">• Hutan sekunder atau primer• Kerentanan fisiografi lahan antara sedang sampai tinggi• Tingkat erodibilitas tanah antara sedang sampai tinggi
Tipologi 2	<ul style="list-style-type: none">• Keanekaragaman hayati antara sedang sampai tinggi• Terdapat satu jenis atau lebih flora penting (endemik, langka, terancam punah)• Terdapat satu jenis atau lebih fauna penting (endemik, langka, terancam punah)	<ul style="list-style-type: none">• Non hutan atau hutan sekunder• Kerentanan fisiografi antara rendah sampai sedang• Tingkat erodibilitas tanah antara rendah sampai sedang
Tipologi 3	<ul style="list-style-type: none">• Keanekaragaman hayati antara rendah sampai sedang• Terdapat satu jenis atau tidak ada flora penting (endemik, langka, terancam punah)• Terdapat satu jenis atau tidak ada fauna penting (endemik, langka, terancam punah)	<ul style="list-style-type: none">• Hutan sekunder atau primer• Kerentanan fisiografi lahan antara sedang sampai tinggi• Tingkat erodibilitas tanah antara sedang sampai tinggi
Tipologi 4	<ul style="list-style-type: none">• Keanekaragaman hayati antara rendah sampai sedang• Terdapat satu jenis atau tidak ada flora penting (endemik, langka, terancam punah)• Terdapat satu jenis atau tidak ada fauna penting (endemik, langka, terancam punah)	<ul style="list-style-type: none">• Non hutan atau hutan sekunder• Kerentanan fisiografi antara rendah sampai sedang• Tingkat erodibilitas tanah antara rendah sampai sedang





© WWF-Indonesia/ Zulfahmi

IV. PANDUAN KELESTARIAN EKOSISTEM HUTAN

4.1. Kerangka Kerja Perumusan Panduan

Berbagai kerangka kerja (*framework*) pernah dikembangkan sejumlah pihak untuk menyusun panduan pengelolaan lingkungan. Salah satu yang paling sesuai dan relatif sering dipakai dalam upaya kegiatan berkelanjutan di kawasan hutan, yaitu model “*logical framework*”, yang sering disebut dalam literatur sebagai kerangka *input-process-output-outcome-impact*. Dalam perumusan panduan kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja pengusahaan panas bumi ini, penggunaan *logical framework* akan dimodifikasi untuk menyederhanakan proses analisis dan pemahaman.



Perumusan panduan dimulai dengan pemilihan kerangka kerja yang akan digunakan untuk menurunkan panduan. Kerangka kerja dimaksudkan sebagai acuan logika yang dibangun ketika panduan ditetapkan. Pembuatan kerangka kerja dimulai dengan penetapan tujuan, lalu mengikuti hierarki dengan urutan mulai dari Prinsip, Kriteria, dan Indikator. Alat bantu yang akan digunakan untuk menyusun hierarki ini adalah *analytic hierarchy process*. Setelah Prinsip, Kriteria, dan Indikator kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja perusahaan panas bumi dirumuskan, berikutnya diadakan konsultasi publik melibatkan paling tidak para pengelola kawasan hutan, pengembang dan praktisi perusahaan panas bumi, akademisi, serta pihak-pihak lain yang relevan untuk memperoleh masukan dan perbaikan agar lebih diterima dan mudah diterapkan. Prinsip, Kriteria, dan Indikator yang telah disepakati merupakan modal dasar suatu panduan akan diterapkan di lapangan.

Panduan yang telah disepakati perlu diverifikasi melalui uji terapan di beberapa lokasi kawasan hutan. Pengujian dilakukan terhadap setiap tipologi keadaan hutan sehingga diperoleh model panduan untuk setiap tipologi. Selanjutnya, model panduan diujiterapkan pada beberapa kawasan hutan yang telah dan sedang dilakukan operasi perusahaan sumber daya panas bumi.

Model panduan pada masing-masing tipologi hutan yang diperoleh perlu diuraikan dalam bentuk manual audit internal dan eksternal. Tujuannya, mudah dipakai atau diterapkan pelaku di lapangan dan pihak independen sebagai penilai. Dengan demikian, model panduan yang telah terbangun harus disosialisasikan kepada para pemangku kepentingan.

Dari uraian di atas, secara umum tahapan perumusan panduan kelestarian pemanfaatan panas bumi di kawasan hutan adalah sebagai berikut:

1. Penyusunan dan harmonisasi kerangka kerja yang digunakan untuk mengorganisasikan informasi.
2. Observasi pemanfaatan panas bumi pada beberapa lokasi yang telah beroperasi.
3. Seleksi dan pembuatan definisi Prinsip, Kriteria, dan Indikator yang akan digunakan untuk alat metode analitiknya.
4. Kajian pakar terhadap Prinsip, Kriteria, dan Indikator.
5. Konsultasi publik Prinsip, Kriteria, dan Indikator.
6. Pengumpulan data dan pembuatan *database* untuk keperluan indikator.
7. Penggunaan alat bantu untuk visualisasi informasi yang diperoleh dan menganalisis sebab-akibatnya.
8. Penyusunan draf model panduan kelestarian pemanfaatan panas bumi di kawasan hutan.

9. Validasi model yang dibangun pada masing-masing tipologi hutan.
10. Konsultasi publik model yang telah diuji lapangan.
11. Penyusunan Manual Audit Internal dan Eksternal.

4.2. Prinsip, Kriteria dan Indikator

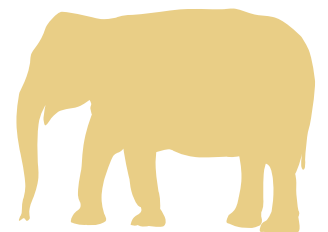
Kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja panas bumi dapat diurai mengikuti *logical framework* yang hierarkis, dimulai dari tingkat paling abstrak hingga tingkat paling konkrit/operasional yang dapat diukur. Hierarki itu dimulai dari elemen *goal* atau tujuan pengelolaan taman nasional, lalu diikuti elemen prinsip, kriteria, dan indikator.

Penjenjangan informasi Tujuan (T), Prinsip (P), Kriteria (K), dan Indikator (I) dalam penilaian kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja perusahaan panas bumi dilakukan untuk menjamin konsistensi berpikir dalam mengembangkan panduan yang koheren. Penjenjangan P, K, & I memfasilitasi perumusan parameter-parameter penilaian kelestarian perusahaan sumber daya panas bumi di kawasan hutan secara konsisten dan koheren. Setiap jenjang informasi menjelaskan fungsinya sesuai tingkatannya sekaligus menjelaskan karakteristik parameter yang muncul pada tingkat tertentu.

Secara umum, fungsi penjenjangan informasi sebagai berikut:

1. Menambah peluang tercakupnya seluruh aspek penting yang harus dipantau dan dinilai.
2. Mencegah kerancuan dengan membatasi P, K, & I pada tingkat minimum (parameter kunci) serta menghindarkan parameter yang berlebihan.
3. Hasil penilaian memiliki hubungan transparan. Setiap parameter yang diukur memiliki hubungan jelas dengan prinsip yang melandasinya.
4. Memberi kemungkinan menelusuri parameter yang kurang/tidak sesuai kelestarian perusahaan sumber daya panas bumi di kawasan hutan sehingga dapat dirumuskan rekomendasi untuk mencapai kelestarian, seperti ditetapkan dalam tujuan.

Dalam penjenjangan informasi perlu diperhatikan konsistensi horizontal dan vertikal. Konsistensi horizontal berarti parameter-parameter yang muncul dalam tingkat yang sama tidak saling tindih/tampal (*overlap*), sedangkan konsistensi vertikal berarti parameter-parameter pada tingkat bawah menerangkan hubungan yang jelas dengan tingkat di atasnya. Selain itu, parameter itu terletak pada hierarki yang benar dan menggunakan istilah yang benar.



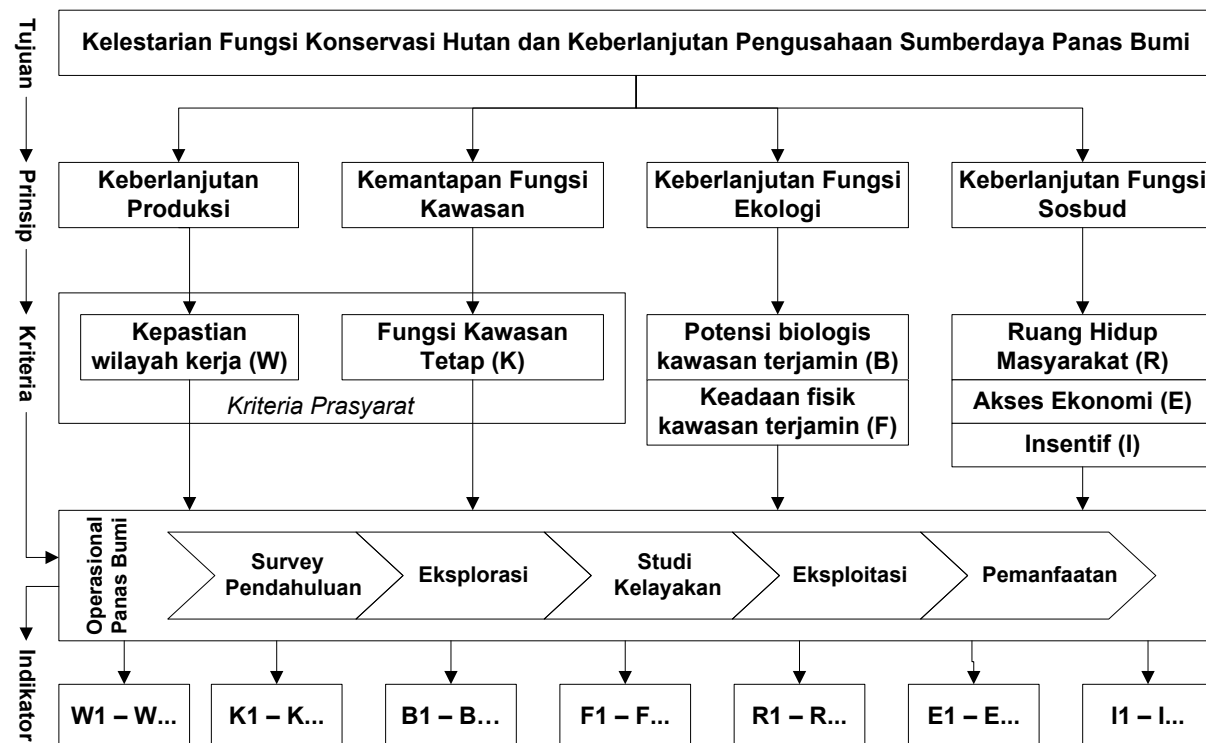
Dalam pengembangan P, K, & I, keseluruhan hierarki informasi dikategorikan sebagai dimensi hasil dari sebuah proses atau rangkaian kegiatan operasional panas bumi. Dalam hal ini, prinsip sebagai bagian eksplisit dari tujuan dipandang sebagai dimensi hasil yang harus dicapai oleh serangkaian kegiatan operasional panas bumi di kawasan hutan, melalui penilaian terhadap serangkaian kriteria dan masing-masing indikatornya.

Secara keseluruhan, keberlanjutan pengusahaan panas bumi di kawasan hutan harus mencakup prinsip-prinsip atau dimensi hasil sebagai berikut:

1. Keberlanjutan produksi panas bumi,
2. Kemantapan fungsi kawasan hutan,
3. Keberlanjutan fungsi ekologi ekosistem hutan,
4. Keberlanjutan fungsi sosial ekonomi budaya ekosistem hutan.

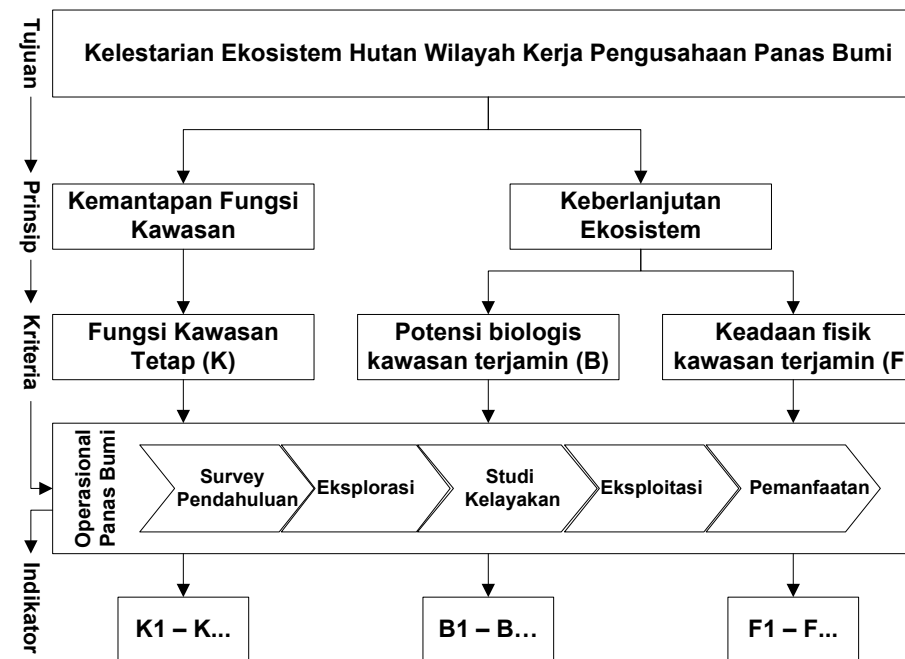
Model hierarki keberlanjutan pengusahaan panas bumi, secara keseluruhan mengikuti logika tujuan, prinsip, kriteria, dan indikator sebagai berikut:

Gambar 15. Model Hierarki Kinerja Pengusahaan Panas Bumi di Kawasan Hutan



Kerangka P, K, & I kelestarian ekosistem hutan wilayah kerja panas bumi merupakan bagian dari kerangka P, K, & I pengusahaan panas bumi secara keseluruhan. Kelestarian ekosistem hutan, selain dapat dilihat dari fungsi ekologis berdasarkan karakteristik biofisiknya, juga ditentukan oleh kemantapan fungsi kawasan berdasarkan legalitas dan legimitasinya atau pengakuan para pihak. Dengan demikian, kelestarian ekosistem hutan dari aspek ekologis harus memenuhi prinsip kemantapan kawasan dan kelestarian fungsi ekologis.

Gambar 16. Model Hierarki Kelestarian Ekosistem Hutan Wilayah Kerja Panas Bumi



Jika dimensi hasil diletakkan pada baris suatu matriks dan kegiatan operasional panas bumi diletakkan pada kolom matriks, maka akan tampak keteraturan hubungan keterkaitan dan ketergantungan antara dimensi hasil dengan kegiatan operasional panas bumi tersebut. Indikator kemudian dikembangkan di dalam matriks silang antara kriteria dengan kegiatan operasional panas bumi yang dipandang paling berpengaruh terhadap kelestarian ekosistem kawasan hutan.



Tabel 15. Matriks Kriteria dan Indikator Kelestarian Ekosistem Hutan Wilayah Kerja Panas Bumi

Kegiatan Operasional Panas Bumi	Kemantapan Fungsi Kawasan Hutan	Kelestarian Fungsi Ekologi	
	Fungsi Kawasan Tetap (K)	Potensi Biologis Kawasan Terjamin (B)	Keadaan Fisik Kawasan Terjamin (F)
Survey Pendahuluan dan Penetapan Wilayah Kerja	K1. Model panas bumi, cadangan terduga dan sasaran lokasi pengeboran eksplorasi di kawasan hutan. K2. Wilayah kerja panas bumi ditetapkan tanpa disertai usulan perubahan fungsi kawasan hutan.	B1. Potensi keanekaragaman hayati kawasan hutan meliputi daftar lengkap jenis flora dan fauna kawasan hutan, jenis-jenis flora dan fauna penting, serta sebaran dan populasi jenis-jenis penting tersebut. B2. Perilaku dan peta habitat spesies-spesies flora dan fauna penting.	F1. Kondisi tutupan lahan terkini, perubahan tutupan lahan secara historis, dan proyeksi tutupan lahan ke depan. F2. Karakteristik fisik lahan hutan lainnya yang meliputi faktor kelerengan, tanah, dan curah hujan.
Eksplorasi	K3. Dampak kegiatan eksplorasi terhadap fungsi kawasan hutan.	B3. Gangguan yang diakibatkan kegiatan eksplorasi terhadap kondisi biologis kawasan hutan.	F3. Gangguan yang diakibatkan kegiatan eksplorasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.
Studi Kelayakan	K4. Kelayakan rencana penguasaan panas bumi dari segi fungsi kawasan hutan dan tujuan unit manajemen hutan bersangkutan.	B4. Potensi dampak eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi biologis ekosistem hutan. B5. Upaya pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan.	F4. Potensi pengaruh kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik kawasan hutan. F5. Upaya pengendalian dan pemeliharaan kondisi fisik kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi.
Eksplorasi	K5. Eksploitasi atau pengeboran pengembangan tidak mengganggu fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan.	B6. Dampak eksploitasi terhadap kondisi biologis kawasan hutan dan upaya penanganannya.	F6. Dampak eksploitasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.
Pemanfaatan	K6. Pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan (instalasi pipa dari sumur produksi ke pembangkit, bangunan pembangkit/power plant, instalasi jaringan listrik, perkantoran, dll) sesuai zona/blok pengelolaan hutan.	B7. Dampak pemanfaatan energi panas bumi terhadap kondisi biologis kawasan hutan. B8. Kontribusi pemanfaatan panas bumi terhadap kualitas pengelolaan potensi biologis hutan.	F7. Dampak pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik kawasan hutan. F8. Kontribusi pemanfaatan panas bumi terhadap kualitas pengelolaan kondisi fisik hutan.

**Tabel 16. Skala Intensitas Indikator Prinsip Kemantapan Fungsi Kawasan Hutan
(Kriteria: Fungsi Kawasan Tetap)**

Indikator	Pengertian	Nilai	Keterangan
K1. Model panas bumi, cadangan terduga dan sasaran lokasi pengeboran eksplorasi di kawasan hutan.	Model panas bumi, potensi cadangan panas bumi terduga, dan sasaran lokasi pengeboran eksplorasi merupakan tiga keluaran utama dari tahap studi pendahuluan. Ketiganya akan memberikan informasi mengenai dimana dan bagaimana kegiatan eksplorasi yang akan/ harus dilakukan. Dari informasi awal itu dapat dikaji potensi pengaruh eksplorasi terhadap fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan yang telah ditetapkan, sehingga dapat disiapkan rencana-rencana pengendalian eksplorasi agar fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan tidak terganggu.	Baik	Studi pendahuluan tidak saja menghasilkan informasi mengenai model panas bumi, cadangan terduga dan sasaran lokasi pengeboran eksplorasi, tetapi juga menghasilkan informasi mengenai potensi dampak kegiatan perusahaan panas bumi terhadap fungsi kawasan hutan, rencana pengelolaan ekosistem sebagai respons dari potensial dampak yang akan mengganggu fungsi kawasan hutan.
		Sedang	Studi pendahuluan tidak saja menghasilkan informasi mengenai model panas bumi, cadangan terduga dan sasaran lokasi pengeboran eksplorasi, tetapi juga menghasilkan informasi potensi dampak kegiatan perusahaan panas bumi terhadap fungsi kawasan hutan. Namun, belum menghasilkan rencana pengelolaan ekosistem sebagai respons dari dampak potensial yang mempengaruhi fungsi kawasan hutan.
		Buruk	Studi pendahuluan hanya menghasilkan informasi mengenai model panas bumi, cadangan terduga dan sasaran lokasi pengeboran eksplorasi tanpa menghasilkan informasi potensi dampak kegiatan perusahaan panas bumi terhadap fungsi kawasan hutan, sehingga tidak ada rencana pengelolaan ekosistem untuk mempertahankan fungsi kawasan hutan.

K2. Wilayah kerja panas bumi ditetapkan tanpa disertai usulan perubahan fungsi kawasan hutan	Wilayah kerja panas bumi yang melingkupi atau berada di dalam kawasan hutan ditetapkan tanpa disertai usulan perubahan fungsi kawasan hutan. Untuk memastikannya, maka seluruh tahapan dalam penetapan wilayah kerja panas bumi harus memperhatikan fungsi kawasan, tujuan pengelolaan, dan zona/blok pengelolaan hutan.	Baik	Penetapan wilayah kerja panas bumi memperhatikan dan melibatkan unsur-unsur di sektor kehutanan sehingga tidak disertai risiko dan usulan perubahan fungsi kawasan hutan.
		Sedang	Penetapan wilayah kerja panas bumi dilakukan tanpa melibatkan unsur-unsur di sektor kehutanan, tetapi tidak disertai usulan perubahan fungsi kawasan hutan.
		Buruk	Penetapan wilayah kerja panas bumi dilakukan tanpa melibatkan unsur-unsur sektor kehutanan dan disertai risiko dan usulan perubahan fungsi kawasan hutan.
K3. Dampak kegiatan eksplorasi terhadap fungsi kawasan hutan.	Kegiatan eksplorasi di dalam kawasan hutan membutuhkan pembukaan lahan, tidak saja pada lokasi pengeboran, tetapi untuk sarana-prasarana pendukungnya (jalan akses, basecamp, dll) yang akan berpengaruh terhadap kondisi hutan. Secara substantif, fungsi hutan ditetapkan berdasarkan kondisi (potensi hutan) sehingga perubahan kondisi hutan akibat eksplorasi dikhawatirkan turut memengaruhi fungsi hutan itu. Oleh karena itu, eksplorasi harus dilakukan efektif dan menghindari kesalahan teknis dalam proses pengeboran. Kesalahan teknis dapat menyebabkan skala gangguan yang muncul melebihi perkiraan atau bahkan dapat muncul jenis-jenis dampak baru yang tak terduga. Prinsipnya, seluruh dampak kegiatan eksplorasi harus mampu dikendalikan sehingga fungsi kawasan hutan dan tujuan pengelolaan hutan yang berlaku sebelumnya dapat tetap dipertahankan.	Baik	Kegiatan eksplorasi berjalan efektif tanpa kesalahan teknis sehingga dampak eksplorasi dapat dikendalikan sesuai rencana yang telah disusun dalam tahap studi pendahuluan.
		Sedang	Kegiatan eksplorasi kurang efektif, karena terjadi kesalahan-kesalahan teknis dalam pengeboran yang berakibat pada peningkatan skala dampak atau muncul dampak baru tidak terduga, tetapi masih bisa dikendalikan walaupun membutuhkan waktu lebih lama dan upaya-upaya tambahan yang belum direncanakan sebelumnya.
		Buruk	Kegiatan eksplorasi tidak efektif dikarenakan banyaknya/vitalnya kesalahan teknis dalam pengeboran yang berakibat pada peningkatan skala dampak, munculnya dampak baru yang tak terduga yang belum diketahui cara pengendaliannya sehingga kondisi ekosistem hutan terus memburuk dan tak sesuai lagi dengan fungsi kawasan hutan.

Lanjutan Tabel 16

Indikator	Pengertian	Nilai	Keterangan
K4. Kelayakan rencana perusahaan panas bumi dari segi fungsi kawasan hutan dan tujuan unit manajemen hutan bersangkutan.	Hasil akhir kegiatan eksplorasi adalah model panas bumi, potensi sumur (cadangan terbukti), dan karakteristik reservoir. Dari sini dapat diketahui pasti dimana dan bagaimana kegiatan pengembangan yang harus dilakukan dan dampak-dampak apa saja yang akan terjadi terhadap ekosistem hutan. Tujuannya, dapat diketahui jenis-jenis gangguan dan seberapa besar dampak perusahaan panas yang akan terjadi. Informasi ini jadi bahan pertimbangan kelayakan perusahaan panas bumi dari segi fungsi dan tujuan pengelolaan hutan. Tujuan pengelolaan hutan secara operasional dituangkan dalam zonasi/blok pengelolaan hutan dan rencana-rencana pengelolaan hutan yang telah ditetapkan. Dengan demikian, perencanaan fisik pengembangan panas bumi harus memperhatikan zonasi/blok pengelolaan hutan yang ada.	Baik	Rencana pengembangan panas bumi layak dari aspek status dan fungsi serta tujuan pengelolaan hutan. Lebih jauh, rancangan sumur produksi dan injeksi, pemipaan sumur produksi, sistem pembangkit dan seluruh fasilitas utama, serta pendukung pemanfaatan energi panas bumi dapat dibangun sesuai zonasi/blok pengelolaan hutan yang ada.
		Sedang	Rencana pengembangan panas bumi layak dari aspek status dan fungsi serta tujuan pengelolaan hutan. Namun, rancangan sumur produksi dan injeksi, pemipaan sumur produksi, sistem pembangkit dan seluruh fasilitas utama dan pendukung pemanfaatan energi panas bumi menuntut perubahan zonasi/blok pengelolaan hutan yang telah ada.
		Buruk	Rencana pengembangan panas bumi tidak layak dari aspek status dan fungsi serta tujuan pengelolaan hutan.
K5. Kegiatan eksploitasi atau pengeboran pengembangan tidak mengganggu fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan.	Pengeboran pengembangan untuk mengeksplorasi "potensi panas bumi terbukti" (sumur produksi dan sumur injeksi) dilaksanakan sesuai ketentuan zona/blok pengelolaan hutan. Harus dapat dipastikan pula, kapasitas produksi sumur produksi sesuai perkiraan sebelumnya untuk menghindari kegiatan pembukaan lahan baru untuk mencari titik-titik sumur produksi baru dalam rangka memenuhi kapasitas produksi uap yang layak secara keekonomian.	Baik	Sumur pengembangan/produksi dibangun sesuai rancangan teknis yang sesuai zona/blok pengelolaan hutan dan dapat beroperasi dengan kapasitas produksi yang layak atau sesuai perkiraan.
		Sedang	Sumur pengembangan/produksi dibangun sesuai rancangan teknis yang sesuai zona/blok pengelolaan hutan dan dapat beroperasi, tetapi dengan kapasitas produksi yang kurang layak atau tak sesuai perkiraan.
		Buruk	Sumur pengembangan/produksi dibangun tidak sesuai rancangan teknis sehingga tak sesuai zona/blok pengelolaan hutan.

K6. Pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan (instalasi pipa dari sumur produksi ke pembangkit, bangunan pembangkit/ <i>power plant</i> , instalasi jaringan listrik, perkantoran, dll) harus sesuai zona/ blok pengelolaan hutan.	Seluruh sarana dan prasarana pemanfaatan (instalasi pipa dari sumur produksi ke pembangkit, bangunan pembangkit/ <i>power plant</i> , instalasi jaringan listrik, perkantoran, dll) harus sesuai zona/ blok pengelolaan hutan.	Baik	Seluruh fasilitas PLTP dibangun sesuai rancangan sistem pembangkit yang telah disusun sebelumnya dan sesuai zonasi/blok pengelolaan hutan.
		Sedang	Tidak seluruh fasilitas PLTP dibangun sesuai rancangan sistem pembangkit yang telah disusun sebelumnya sehingga memerlukan sedikit penyesuaian zonasi/ blok pengelolaan hutan.
		Buruk	Seluruh fasilitas PLTP dibangun tidak sesuai rancangan sistem pembangkit yang telah disusun sebelumnya sehingga tak sesuai zonasi/blok pengelolaan hutan.

Tabel 17. Skala Intensitas Indikator Prinsip Kelestarian Fungsi Ekologi
(Kriteria: Potensi Biologis Kawasan Hutan Terjamin)

Indikator	Pengertian	Nilai	Keterangan
B1. Potensi keanekaragaman hayati kawasan hutan meliputi daftar lengkap jenis flora dan fauna kawasan hutan, jenis-jenis flora dan fauna penting, serta sebaran dan populasi jenis-jenis penting tersebut.	Potensi keanekaragaman hayati suatu unit kawasan hutan paling sederhana diamati pada tingkat spesies. Kajian potensi keanekaragaman hayati pada tingkat spesies ini meliputi daftar lengkap spesies flora dan fauna, daftar spesies-spesies penting, serta sebaran dan populasi spesies-spesies penting. Kategori spesies-spesies penting ini ditentukan oleh endemisitas, kelangkaan, dan keterancamannya dari kepunahan berdasarkan <i>Red List Data Book</i> IUCN. Tahap studi pendahuluan dalam pengusahaan panas bumi, selain diarahkan untuk mendapatkan data dan informasi teknis panas bumi, juga harus melakukan validasi dan pemutakhiran data-data potensi keanekaragaman hayati tersebut. Bahkan, untuk spesies-spesies penting harus sampai berupa <i>trend/series</i> populasinya. Ini dapat digunakan untuk menyusun baseline dalam pengelolaan potensi biologis kawasan.	Baik	Studi pendahuluan mampu menghasilkan data lengkap spesies-spesies flora dan fauna kawasan hutan, daftar spesies-spesies penting berdasarkan endemisitasnya, risiko kepunahan dan kelangkaannya, serta sebaran dan data trend/series populasi spesies-spesies penting tersebut.
		Sedang	Studi pendahuluan mampu menghasilkan data lengkap spesies-spesies flora dan fauna kawasan hutan, daftar spesies-spesies penting berdasarkan endemisitasnya, serta risiko kepunahan dan kelangkaannya. Namun, tidak mampu menghasilkan data sebaran dan data trend/series populasi spesies-spesies penting itu.
		Buruk	Studi pendahuluan hanya mampu menghasilkan daftar lengkap spesies-spesies flora dan fauna kawasan hutan.

B2. Perilaku dan peta habitat spesies-spesies flora dan fauna penting.	Setiap spesies memiliki perilaku hidup yang berbeda-beda dan unik. Beberapa spesies fauna ada yang soliter atau koloni; ada yang bisa berbagi ruang hidup dengan sesama jenisnya, tetapi ada pula yang cenderung ingin menguasai sendiri; ada yang mampu berkembang biak secara cepat, ada pula yang lambat; ada yang mampu bertahan dalam gangguan, ada yang sangat mudah mati jika terganggu; ada yang dapat hidup pada ketinggian dan suhu tertentu, tetapi ada yang tidak; dll. Reaksi setiap spesies satwa terhadap gangguan juga berbeda-beda. Begitupun spesies flora, ada yang sifatnya membutuhkan sinar matahari banyak, tetapi ada yang tidak, dll. Kajian mengenai perilaku spesies dan karakteristik habitatnya sangat penting. Oleh karena itu, pelestarian spesies hidupan liar secara insitu dilakukan melalui pendekatan pengelolaan habitat, yaitu kegiatan praktis mengatur kondisi fisik dan biotik ekosistem sehingga dicapai kondisi optimal bagi perkembangan populasi. ²⁹	Baik	Studi pendahuluan menghasilkan data, informasi, dan pengetahuan mengenai perilaku hidup spesies-spesies penting dan karakteristik serta peta habitatnya.
		Sedang	Studi pendahuluan hanya menghasilkan data, informasi, dan pengetahuan mengenai perilaku hidup spesies-spesies penting.
		Buruk	Studi pendahuluan tidak menghasilkan data, informasi, dan pengetahuan mengenai perilaku hidup, karakteristik, dan peta habitat spesies-spesies penting.



²⁹ Yoakum dan Dasmann (1971) dalam Alikodra (1989): "Teknik Pengelolaan Satwa Liar Dalam Rangka Mempertahankan Keanekaragaman Hayati Indonesia". IPB Press. Bogor

Lanjutan Tabel 17

Indikator	Pengertian	Nilai	Keterangan
B3. Gangguan yang diakibatkan kegiatan eksplorasi terhadap kondisi biologis kawasan hutan.	Kegiatan eksplorasi panas bumi di dalam kawasan hutan membutuhkan pembukaan lahan untuk lapangan sumur eskplorasi, pembangunan akses jalan, basecamp, dll. Dampak langsung yang mungkin terjadi adalah fragmentasi habitat, dll. Jenis-jenis gangguan terhadap kondisi biotik ekosistem harus dapat diketahui secara pasti, dan seberapa besar pengaruh setiap jenis gangguan terhadap keberlangsungan hidup setiap spesies penting yang hidup di dalam kawasan hutan. Seluruh dampak gangguan harus dapat dikendalikan agar tak melampaui ambang batas kemampuan setiap unsur biotik ekosistem untuk mempertahankan diri.	Baik	Jenis dan skala gangguan yang muncul akibat kegiatan eksplorasi berada di bawah ambang batas kemampuan unsur-unsur biotik ekosistem mempertahankan atau memperbaharui kestabilannya dalam waktu relatif cepat.
		Sedang	Jenis-jenis dan skala gangguan yang muncul dari kegiatan eksplorasi berada di bawah ambang batas kemampuan unsur-unsur biotik ekosistem untuk mempertahankan atau memperbaharui kestabilannya, tetapi memerlukan waktu yang relatif lama.
		Buruk	Jenis-jenis dan skala gangguan yang muncul dari kegiatan eksplorasi berada di atas ambang batas kemampuan unsur-unsur biotik ekosistem untuk mempertahankan atau memperbaharui kestabilannya.

B4. Potensi dampak eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi biologis eksosistem hutan.	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi biotik ekosistem harus teridentifikasi, sehingga dapat dikaji apakah jenis-jenis dan skala gangguan itu tak melampaui ambang batas kemampuan unsur-unsur biotik ekosistem hutan untuk mempertahankan/ memperbaharui diri. Ini merupakan salah satu sumber informasi penting untuk menentukan kelayakan kegiatan eksploitasi pemanfaatan panas bumi dari aspek ekologi.	Baik	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi biotik ekosistem teridentifikasi dengan baik. Jenis-jenis dan skala gangguan itu seluruhnya masih di bawah ambang batas kemampuan unsur-unsur biotik ekosistem untuk mempertahankan/ memulihkan diri.
		Sedang	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi biotik ekosistem teridentifikasi dengan baik. Namun, jenis-jenis dan skala gangguan itu secara umum melampaui ambang batas kemampuan unsur-unsur biotik ekosistem untuk mempertahankan/ memulihkan diri.
		Buruk	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi biotik ekosistem tidak diidentifikasi.

PLTP Kamojang, Jawa Barat. Foto: ©WWF-Philippines/ Christopher Ng.



Indikator	Pengertian	Nilai	Keterangan
B5. Upaya pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi akibat pelaksanaan seluruh kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan.	Gangguan yang diperkirakan muncul dari pelaksanaan seluruh kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi diharapkan dapat ditangani, sehingga tak mengancam kelangsungan potensi biologis kawasan hutan. Untuk itu, perlu dibuat rencana pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan sesuai potensi dampak yang akan terjadi. Dalam hal ini, jika dibutuhkan perlu juga dibuat rencana kegiatan khusus untuk menangani potensi dampak signifikan yang bisa mengancam keberlangsungan hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang jadi wilayah kerja panas bumi.	Baik	Terdapat rancangan teknis kegiatan perlindungan atau pemulihan ekosistem yang cukup memadai untuk memastikan tidak ada risiko degradasi potensi biologis kawasan dari kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi. Rancangan teknis juga memuat rancangan kegiatan yang secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pengelolaan hutan.
		Sedang	Terdapat rancangan teknis kegiatan perlindungan atau pemulihan ekosistem yang cukup memadai untuk memastikan tidak ada risiko degradasi potensi biologis kawasan.
		Buruk	Tidak ada rancangan teknis kegiatan perlindungan atau pemulihan ekosistem yang dapat digunakan untuk mengatasi/menangani risiko degradasi potensi biologis kawasan dari kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi.

B6. Dampak eksploitasi terhadap kondisi biologis kawasan hutan dan upaya penanganannya.	Dampak-dampak kegiatan eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan terhadap potensi biologis kawasan hutan dan upaya penanganannya telah dikaji dan disusun sebelumnya. Pada saat dan setelah kegiatan eksploitasi, dampak-dampak dan upaya-upaya penanganan ini perlu dipantau dan dinilai efektivitasnya untuk memastikan tidak ada degradasi potensi biologis yang bersifat permanen.	Baik	Dampak-dampak kegiatan eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang sebelumnya. Dampak-dampak tambahan yang muncul dan belum diperkirakan dapat dikendalikan secara cepat sehingga tidak mengakibatkan degradasi unsur-unsur biotik kawasan yang bersifat permanen.
		Sedang	Dampak-dampak kegiatan eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang sebelumnya. Namun, terdapat dampak-dampak tambahan yang muncul dan belum diperkirakan sebelumnya yang tak dapat dikendalikan sehingga mengakibatkan degradasi unsur-unsur biotik kawasan yang bersifat permanen.
		Buruk	Dampak-dampak kegiatan eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan tidak dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang, karena pelaksanaan rancangan kegiatan yang tak optimal.

Indikator	Pengertian	Nilai	Keterangan
B7. Dampak pemanfaatan energi panas bumi terhadap kondisi biologis kawasan hutan.	Dampak-dampak pemanfaatan panas bumi di dalam kawasan hutan terhadap potensi biologis kawasan hutan dan upaya penanganannya telah dikaji dan disusun sebelumnya. Pada saat dan setelah kegiatan pemanfaatan, dampak-dampak dan upaya-upaya penanganan ini perlu dipantau dan dinilai efektivitasnya untuk memastikan tidak ada degradasi potensi biologis yang bersifat permanen.	Baik	Dampak-dampak pemanfaatan panas bumi untuk energi listrik di dalam kawasan hutan dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang. Dampak-dampak tambahan yang muncul dan belum diperkirakan sebelumnya dapat dikendalikan secara cepat, sehingga tidak mengakibatkan degradasi unsur-unsur biotik kawasan yang bersifat permanen.
		Sedang	Dampak-dampak pemanfaatan panas bumi untuk energi listrik di dalam kawasan hutan dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang. Namun, terdapat dampak-dampak tambahan yang muncul dan belum diperkirakan yang tidak dapat dikendalikan sehingga mengakibatkan degradasi unsur-unsur biotik kawasan yang bersifat permanen.
		Buruk	Dampak-dampak pemanfaatan panas bumi untuk energi listrik di dalam kawasan hutan tidak dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang, karena pelaksanaan rancangan kegiatan yang tak optimal.

B8. Kontribusi pemanfaatan panas bumi terhadap kualitas pengelolaan potensi biologis hutan.	Kondisi habitat tidak selalu dalam kondisi baik. Kondisi itu disebabkan tingginya tekanan terhadap hutan, karena belum efektifnya pengelolaan selama ini sehingga potensi biologis ekosistem dalam keadaan terdegradasi. Aspek <i>additionality</i> dari kehadiran pengusahaan panas bumi di kawasan hutan dapat diarahkan untuk meningkatkan kualitas pengelolaan hutan, misalnya peningkatan kualitas sarana- prasarana pengelolaan hutan, pembangunan lembaga konservasi, pembinaan habitat melalui restorasi ekosistem, pemberdayaan masyarakat untuk pelestarian keanekaragaman hayati, dll.	Baik	Pengusahaan panas bumi di kawasan hutan terbukti berkontribusi meningkatkan viabilitas populasi spesies-spesies penting kawasan melalui berbagai kegiatan yang secara langsung mengurangi aktivitas penyebab degradasi unsur biotik ekosistem.
		Sedang	Pengusahaan panas bumi di kawasan hutan telah berupaya mendukung pengelolaan spesies-spesies penting kawasan secara insitu, tetapi pengaruhnya masih belum signifikan.
		Buruk	Pengusahaan panas bumi di kawasan hutan tidak memiliki upaya-upaya tambahan yang ditujukan untuk mendukung peningkatan kualitas pengelolaan spesies-spesies penting ekosistem secara insitu.

Tabel 18. Skala Intensitas Indikator Prinsip Kelestarian Fungsi Ekologi (Kriteria: Kondisi Fisik Kawasan Hutan Terjamin)

Indikator	Pengertian	Nilai	Keterangan
F1. Kondisi tutupan lahan terkini, perubahan tutupan lahan secara historis, dan proyeksi tutupan lahan.	Kondisi tutupan lahan merupakan indikator paling sederhana untuk melihat kondisi fisik ekosistem. Untuk meningkatkan ketepatan dalam analisis, kondisi tutupan lahan yang dikaji harus merupakan data series untuk melihat kecenderungan perubahan, baik secara historis maupun proyeksi di masa depan. Ini sangat berguna untuk menyusun baseline kondisi fisik tutupan lahan sebelum dan setelah adanya operasi pengusahaan panas bumi.	Baik	Data tutupan lahan saat ini, tren tutupan lahan periode waktu sebelumnya, dan proyeksi tutupan lahan di masa yang akan datang dengan tahun acuan yang ditetapkan dapat teridentifikasi melalui penafsiran citra satelit resolusi tinggi liputan terkini dan pengecekan lapangan, liputan periode tahun sebelumnya, dan analisis proyeksi berdasarkan kegiatan pengelolaan biasa (<i>business as usual</i> /BAU).
		Sedang	Data tutupan lahan saat ini dapat teridentifikasi melalui penafsiran citra satelit beresolusi tinggi liputan terkini dan pengecekan lapangan.
		Buruk	Data tutupan lahan saat ini dapat teridentifikasi melalui penafsiran citra satelit beresolusi rendah tanpa pengecekan lapangan.

F2. Karakteristik fisik lahan hutan lainnya yang meliputi faktor kelerengan, tanah, dan curah hujan.	Kondisi fisik lahan lain yang penting untuk menentukan tingkat kemampuan lahan perlu diidentifikasi dan dikaji untuk dapat menentukan jenis dan tingkat perlakuan yang masih bisa dilakukan pada unit lahan tersebut.	Baik	Data kelerengan, tingkat kepekaan erosi tanah, tingkat curah hujan pada kawasan hutan yang menjadi sasaran wilayah kerja panas bumi dapat diketahui secara pasti melalui pengamatan dan pengukuran serta penelitian langsung, yang dilanjutkan analisis mendalam mengenai tingkat kemampuan lahan dalam menerima suatu perlakuan.
		Sedang	Data kelerengan, tingkat kepekaan erosi tanah, tingkat curah hujan pada kawasan hutan yang menjadi sasaran wilayah kerja panas bumi diketahui hanya dari data-data sekunder, sedangkan analisis mengenai tingkat kemampuan lahan dalam menerima suatu perlakuan hanya dilakukan berdasarkan data-data sekunder.
		Buruk	Data kelerengan, tingkat kepekaan tanah terhadap erosi, tingkat curah hujan pada kawasan hutan yang menjadi sasaran wilayah kerja panas bumi diketahui hanya dari data-data sekunder. Tidak ada kajian/ analisis mengenai tingkat kemampuan lahan.
F3. Gangguan yang diakibatkan kegiatan eksplorasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	Pengeboran eksplorasi menimbulkan berbagai pengaruh terhadap bentang alam, misalnya pembukaan lahan untuk lapangan sumur dan fasilitas pendukung lainnya, getaran lokal pada saat pengeboran, dll. Seluruh dampak fisik yang terjadi harus mampu diidentifikasi, baik jenis maupun skalanya, dan sesegera mungkin ditangani agar tidak menurunkan daya dukung fisik lahan terhadap kehidupan (<i>life support system</i>).	Baik	Jenis-jenis dan skala gangguan yang muncul dari kegiatan eksplorasi terhadap kondisi fisik kawasan teridentifikasi dan dapat ditangani melalui kegiatan pemulihan fisik kawasan sehingga daya dukung fisik terhadap fungsi ekosistem dapat bertahan.
		Sedang	Jenis-jenis dan skala gangguan yang muncul dari kegiatan eksplorasi terhadap kondisi fisik kawasan teridentifikasi dan dapat ditangani melalui kegiatan pemulihan fisik kawasan sehingga daya dukung fisik terhadap fungsi ekosistem dapat bertahan.
		Buruk	Jenis-jenis dan skala gangguan yang muncul dari kegiatan eksplorasi terhadap kondisi fisik kawasan tidak diidentifikasi dan tidak ada penanganan dampak sehingga berisiko pada penurunan daya dukung fisik lahan terhadap fungsi ekosistem.

Lanjutan Tabel 18

Indikator	Pengertian	Nilai	Keterangan
F4. Potensi pengaruh kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik ekosistem harus dapat teridentifikasi sehingga dapat dikaji apakah jenis-jenis dan skala gangguan itu tak melebihi ambang batas gangguan yang dapat ditoleransi ekosistem. Ini salah satu sumber informasi penting untuk menentukan kelayakan kegiatan eksploitasi pemanfaatan panas bumi dari aspek ekologi.	Baik	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi fisik ekosistem teridentifikasi dengan baik. Jenis-jenis dan skala gangguan itu seluruhnya masih dalam kategori gangguan yang dapat ditangani dan tidak menimbulkan degradasi fungsi ekosistem secara signifikan.
		Sedang	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi fisik ekosistem teridentifikasi dengan baik. Jenis-jenis dan skala gangguan itu seluruhnya masih dalam kategori gangguan yang dapat ditangani, meskipun membutuhkan waktu cukup lama. Akibatnya, pemulihan fungsi ekosistem juga membutuhkan waktu cukup lama pula.
		Buruk	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi fisik ekosistem tidak diidentifikasi sehingga mempersulit upaya penanganan dalam rangka pemeliharaan fungsi ekosistem.

F5. Upaya pengendalian dan pemeliharaan kondisi fisik kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi.	Gangguan-gangguan fisik yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan harus dapat ditangani melalui upaya-upaya terencana baik. Dalam hal ini harus dibuat perencanaan detail untuk penanganan setiap jenis gangguan yang diperkirakan akan terjadi.	Baik	Terdapat rancangan teknis kegiatan perlindungan atau pemulihan fisik ekosistem yang cukup memadai untuk memastikan tidak ada risiko degradasi fungsi ekosistem akibat eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi. Rancangan teknis juga memuat rancangan kegiatan yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan kualitas pengelolaan hutan.
		Sedang	Terdapat rancangan teknis kegiatan perlindungan atau pemulihan fisik ekosistem yang cukup memadai untuk memastikan tidak ada risiko degradasi fungsi ekosistem akibat eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi. Di dalam rancangan teknis ini tidak ada upaya tambahan (<i>additionality</i>) pengusahaan bumi untuk perbaikan kondisi fisik ekosistem pada areal yang rusak sebelum operasi panas bumi berlangsung.
		Buruk	Tidak ada rancangan teknis kegiatan perlindungan atau pemulihan ekosistem yang dapat digunakan untuk mengatasi/ menanggapi risiko degradasi fungsi ekosistem akibat kerusakan fisik yang disebabkan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi.

Foto: ©Moving Images/ NL Agency

Indikator	Pengertian	Nilai	Keterangan
F6. Dampak eksploitasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	Dampak-dampak fisik eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan sudah diperkirakan sebelumnya sehingga dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang juga telah dirancang. Untuk memastikan penanganan dampak dapat dilaksanakan efektif, maka dampak-dampak yang muncul dan upaya-upaya penanganannya harus dapat dipantau sehingga dapat menghindari degradasi fungsi ekosistem yang bersifat permanen.	Baik	Dampak-dampak eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang. Dampak-dampak tambahan yang muncul dan belum diperkirakan dapat dikendalikan secara cepat sehingga tidak mengakibatkan degradasi fungsi ekosistem yang bersifat permanen.
		Sedang	Dampak-dampak eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang. Namun, terdapat dampak-dampak tambahan yang muncul dan belum diperkirakan yang tidak dapat dikendalikan sehingga mengakibatkan degradasi fungsi ekosistem yang bersifat permanen.
		Buruk	Dampak-dampak eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan tidak dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang, karena pelaksanaan rancangan kegiatan yang tak optimal.

F7. Dampak pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	Dampak-dampak pemanfaatan panas bumi untuk energi listrik di dalam kawasan hutan telah diperkirakan sehingga dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang. Jika terdapat dampak-dampak tambahan yang belum diperkirakan sebelumnya, maka harus mampu dikendalikan secara cepat agar tidak mengakibatkan degradasi fungsi ekosistem yang bersifat permanen.	Baik	Dampak-dampak pemanfaatan panas bumi untuk energi listrik di dalam kawasan hutan dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang. Dampak-dampak tambahan yang muncul dan belum diperkirakan dapat cepat dikendalikan sehingga tak mengakibatkan degradasi fungsi ekosistem yang permanen.
		Sedang	Dampak-dampak pemanfaatan panas bumi untuk energi listrik di dalam kawasan hutan dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang. Namun, ada dampak-dampak tambahan yang muncul dan belum diperkirakan yang tak dapat dikendalikan sehingga mengakibatkan degradasi fungsi ekosistem yang bersifat permanen.
		Buruk	Dampak-dampak pemanfaatan panas bumi untuk energi listrik di dalam kawasan hutan tidak dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang, karena pelaksanaan rancangan kegiatan yang tidak optimal.
F8. Kontribusi pemanfaatan panas bumi terhadap kualitas pengelolaan kondisi fisik hutan.	Kondisi fisik suatu ekosistem pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi tidak selalu dalam kondisi baik. Itu disebabkan tingginya tekanan terhadap hutan dan lemahnya pengelolaan sehingga pengelolaan hutan tidak efektif dan fungsi ekosistem terus tergedradasi. Aspek additionality dari kehadiran perusahaan panas bumi di kawasan hutan dapat diarahkan untuk mengurangi/ menangani kerusakan fisik ekosistem, misalnya rehabilitasi lahan dan restorasi ekosistem, pemberdayaan masyarakat untuk menurunkan ketergantungan masyarakat terhadap lahan di dalam kawasan hutan, dll.	Baik	Pengusahaan panas bumi di kawasan hutan terbukti berkontribusi memulihkan kondisi fisik kawasan yang terlanjur rusak sebelum operasi panas bumi berlangsung. Caranya, melalui berbagai kegiatan rehabilitasi dan restorasi.
		Sedang	Pengusahaan panas bumi di kawasan hutan telah berupaya mendukung pemulihan kondisi fisik kawasan yang terlanjur rusak sebelum operasi panas bumi berlangsung, tetapi pengaruhnya belum signifikan.
		Buruk	Pengusahaan panas bumi di kawasan hutan tidak memiliki upaya-upaya tambahan yang ditujukan mendukung kondisi fisik kawasan yang terlanjur rusak sebelum operasi panas bumi berlangsung.

Tabel 19. Verifier dan Metode Verifikasi Indikator Prinsip Kemantapan Fungsi Kawasan Hutan

(Kriteria: Fungsi Kawasan Tetap)

Indikator	Pengertian	Verifier		Data dan Informasi		Metode Verifikasi
				Sekunder	Primer	
K1. Model panas bumi, cadangan terduga dan sasaran lokasi pengeboran eksplorasi di kawasan hutan.	Model panas bumi, potensi cadangan panas bumi terduga, dan sasaran lokasi pengeboran eksplorasi merupakan tiga keluaran utama dari tahap studi pendahuluan. Ketiganya akan memberi informasi dimana dan bagaimana kegiatan eksplorasi yang akan/harus dilakukan. Dari informasi awal itu dapat dikaji bagaimana potensi pengaruh kegiatan eksplorasi terhadap fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan yang telah ditetapkan sehingga dapat disiapkan rencana-rencana pengendalian eksplorasi agar fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan tak terganggu.	1. Model panas bumi, cadangan terduga sumber daya panas bumi, dan usulan lokasi-lokasi eksplorasi di dalam kawasan hutan yang dilaporkan pelaksana studi pendahuluan. 2. Batas-batas kawasan hutan. 3. Zona/blok pengelolaan hutan. 4. Potensi dampak eksplorasi terhadap fungsi kawasan dan pengelolaan hutan. 5. Rencana pengendalian eksplorasi yang difokuskan untuk mempertahankan fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan.		1. Laporan hasil studi pendahuluan yang memuat potensi panas bumi terduga dan usulan lokasi-lokasi eksplorasi yang dilengkapi peta-peta (peta sebaran <i>surface manifestation</i> , peta sebaran calon lokasi sumur eksplorasi, peta pembangunan sarana-prasarana eksplorasi, dll). 2. Dokumen SK penunjukan/ penetapan kawasan hutan. 3. Peta kawasan hutan. 4. Peta zona/blok pengelolaan hutan. 5. Dokumen Rencana Pengelolaan Hutan. 6. Dokumen Rancangan Teknis (DED) eksplorasi yang akan dilakukan, dilengkapi peta dan <i>site plan</i> .	1. <i>Groundcheck</i> pada lokasi-lokasi yang diusulkan untuk eksplorasi dan seluruh kegiatan pendukungnya sesuai rancangan teknis eksplorasi yang dibuat pelaksana studi pendahuluan. 2. <i>Groundcheck</i> batas-batas kawasan hutan. 3. <i>Groundcheck</i> kondisi zona/blok pengelolaan hutan. 4. Laporan hasil studi penilaian potensi dampak kegiatan eksplorasi terhadap fungsi kawasan dan pengelolaan hutan.	1. <i>Overlay</i> peta potensi panas bumi terduga dengan peta kawasan hutan dan zona/blok pengelolaan hutan. 2. <i>Overlay</i> peta kawasan hutan dengan peta-peta rancangan eksplorasi dan seluruh kegiatan pendukungnya (sarana-prasarana eksplorasi) 3. <i>Overlay</i> peta zona/blok pengelolaan hutan dengan kegiatan eksplorasi dan seluruh kegiatan pendukungnya (sarana-prasarana eksplorasi). 4. Penelusuran dokumen legalitas kawasan dan dokumen pengelolaan hutan. 5. Mengkaji potensi pengaruh kegiatan eksplorasi dan seluruh kegiatan pendukungnya terhadap fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan.
K1. Wilayah kerja panas bumi ditetapkan tanpa disertai usulan perubahan fungsi kawasan hutan.	Wilayah kerja panas bumi yang melingkupi atau berada di dalam kawasan hutan ditetapkan tanpa disertai usulan perubahan fungsi kawasan hutan. Untuk memastikannya, maka seluruh tahapan dalam penetapan wilayah kerja panas bumi harus memperhatikan fungsi kawasan, tujuan pengelolaan, dan zona/blok pengelolaan hutan.	1. Prosedur penetapan Wilayah Kerja Panas Bumi. 2. Proses/risalah penetapan Wilayah Kerja Panas Bumi yang telah dilakukan. 3. Wilayah Kerja Panas Bumi yang telah ditetapkan. 4. Fungsi Kawasan Hutan dan tujuan pengelolaan hutan tidak berubah.		1. Dokumen kebijakan pedoman/ panduan/tata cara penetapan wilayah kerja panas bumi. 2. Dokumen proses/risalah penetapan dan peta wilayah kerja panas bumi. 3. Dokumen SK penetapan wilayah kerja panas bumi dan SK-nya. 4. Dokumen SK penunjukan/ penetapan kawasan hutan.	1. Delineasi wilayah kerja panas bumi.	1. <i>Overlay</i> peta wilayah kerja panas bumi dengan peta kawasan hutan. 2. Penelusuran informasi mengenai ada atau tidaknya usulan perubahan fungsi kawasan hutan.

Indikator	Pengertian	Verifier		Data dan Informasi		Metode Verifikasi
				Sekunder	Primer	
K3. Dampak eksplorasi terhadap fungsi kawasan hutan.	Kegiatan eksplorasi di dalam kawasan hutan membutuhkan pembukaan lahan, tidak saja pada lokasi pengeboran, tetapi juga untuk sarana-prasarana pendukungnya (jalan akses, basecamp, dll) yang akan memengaruhi kondisi hutan. Secara substantif, fungsi hutan ditetapkan berdasar kondisi (potensi hutan) sehingga perubahan kondisi hutan akibat eksplorasi dikhawatirkan juga mempengaruhi fungsi hutan itu. Oleh karena itu, eksplorasi harus efektif dan menghindari kesalahan teknis dalam proses pemboran. Kesalahan teknis ini dapat menyebabkan skala gangguan yang muncul melebihi perkiraan atau bahkan dapat muncul jenis-jenis dampak baru yang tidak terduga. Prinsipnya, seluruh dampak eksplorasi harus mampu dikendalikan sehingga fungsi kawasan hutan dan tujuan pengelolaan hutan yang berlaku sebelumnya dapat tetap dipertahankan.	1. Potensi dampak eksplorasi. 2. Pelaksanaan eksplorasi 3. Dampak-dampak seluruh eksplorasi terhadap kondisi hutan. 4. Penanganan dampak eksplorasi.		1. Dokumen laporan kajian potensi dampak eksplorasi. 2. Dokumen rancangan teknis penanganan dampak eksplorasi. 3. Dokumen laporan eksplorasi. 4. Dokumen laporan kajian penilaian dampak eksplorasi. 5. Dokumen laporan penanganan dampak-dampak eksplorasi terhadap kondisi hutan.	1. Penilaian lapangan perubahan kondisi hutan sebelum dan setelah eksplorasi. 2. Penilaian lapangan terhadap penanganan dampak eksplorasi. 3. Penilaian efektivitas penanganan dampak eksplorasi terhadap kondisi hutan.	1. Penelusuran dokumen perencanaan eksplorasi 2. Penelusuran dokumen laporan studi dampak eksplorasi 3. Penelusuran dokumen perencanaan penanganan dampak eksplorasi 4. <i>Rapid assessment</i> di lapangan terhadap eksplorasi, dampak yang terjadi, dan upaya penanganan yang dilakukan.
K4. Kelayakan rencana pengusahaan panas bumi dari segi fungsi kawasan hutan dan tujuan unit manajemen hutan bersangkutan.	Hasil akhir eksplorasi adalah model panas bumi, potensi sumur (cadangan terbukti), dan karakteristik reservoir. Dari sini dapat diketahui pasti dimana dan bagaimana kegiatan-kegiatan pengembangan yang harus dilakukan dan dampak-dampak apa saja yang akan terjadi terhadap ekosistem hutan. Dengan begitu, diketahui jenis-jenis gangguan dan seberapa besar dampak pengusahaan panas yang akan terjadi. Informasi ini jadi bahan pertimbangan kelayakan pengusahaan panas bumi dari segi fungsi dan tujuan pengelolaan hutan. Tujuan pengelolaan hutan secara operasional dituangkan dalam zonasi/blok pengelolaan hutan dan rencana-rencana pengelolaan hutan yang telah ditetapkan. Dengan demikian, perencanaan fisik pengembangan panas bumi harus memperhatikan zonasi/blok pengelolaan hutan yang ada.	1. Model panas bumi, potensi sumur (cadangan terbukti) dan karakteristik reservoir. 2. Rancangan teknis (DED/Site Plan) pembangunan seluruh fasilitas utama dan pendukung pengembangan (eksploitasi dan pemanfaatan) panas bumi. 3. Zonasi/blok pengelolaan hutan. 4. Kelayakan seluruh kegiatan pengembangan menurut ketentuan masing-masing zona/ blok pengelolaan hutan. 5. Jika harus dilakukan penyesuaian zona/blok, maka harus dipastikan tidak memengaruhi fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan yang ditetapkan sebelumnya.		1. Dokumen hasil eksplorasi yang memuat model panas bumi, cadangan terbukti, dan karakteristik reservoir. 2. Dokumen perencanaan pengembangan panas bumi yang dilengkapi arahan spasial (peta dan site plan) rencana pembangunan seluruh sarana dan prasarana pengembangan panas bumi di dalam kawasan hutan. 3. Dokumen SK penetapan zona/ blok pengelolaan hutan dan petanya. 4. Dokumen hasil kajian kesesuaian kegiatan pengembangan panas bumi (eksploitasi dan pemanfaatan) terhadap zona/blok pengelolaan hutan. 5. Dokumen usulan perubahan zona/ blok pengelolaan hutan (jika ada).	1. <i>Groudcheck</i> lokasi-lokasi pengembangan panas bumi yang akan dilaksanakan di dalam kawasan hutan sesuai peta dan site plan pengembangan (eksploitasi dan pemanfaatan).	1. <i>Overlay</i> peta lokasi-lokasi pengembangan panas bumi yang akan dilaksanakan dengan peta zonasi/blok pengelolaan hutan.

Indikator	Pengertian	Verifier		Data dan Informasi		Metode Verifikasi
				Sekunder	Primer	
K5. Kegiatan eksploitasi atau pengeboran pengembangan tidak mengganggu fungsi kawasan dan tujuan pengelolaan hutan.	Pengeboran pengembangan untuk mengeksploitasi “potensi panas bumi terbukti” (sumur produksi dan sumur injeksi) dilaksanakan sesuai ketentuan zona/blok pengelolaan hutan. Harus dapat dipastikan pula kapasitas produksi sumur produksi sesuai perkiraan untuk menghindari pembukaan lahan baru untuk mencari titik-titik sumur produksi baru dalam rangka memenuhi kapasitas produksi uap yang layak secara keekonomian.	1. Kegiatan eksploitasi/ pengeboran pengembangan 2. Dampak eksploitasi/ pengeboran pengembangan 3. Penanganan dampak eksploitasi/ pengeboran pengembangan.		1. Dokumen laporan pelaksanaan eksploitasi/ pengeboran pengembangan. 2. Dokumen laporan penilaian dampak eksploitasi/ pengeboran pengembangan 3. Dokumen laporan penanganan dampak eksploitasi/ pengeboran pengembangan.	1. Observasi lapangan di lokasi eksploitasi/ pengeboran pengembangan. 2. <i>Rapid assessment</i> di lapangan untuk melihat dampak eksploitasi/ pengeboran pengembangan dan penanganannya.	1. Penelusuran dokumen perencanaan dan pelaksanaan eksploitasi. 2. Penelusuran dokumen laporan penilaian dampak eksploitasi dan kegiatan penanganan dampak. 3. Analisis perubahan kondisi hutan sebelum dan setelah eksploitasi dilakukan.
K6. Pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan (instalasi pipa dari sumur produksi ke pembangkit, bangunan pembangkit/ <i>power plant</i> , instalasi jaringan listrik, perkantoran, dll) sesuai zona/blok pengelolaan hutan.	Seluruh sarana dan prasarana pemanfaatan (instalasi pipa dari sumur produksi ke pembangkit, bangunan pembangkit/ <i>power plant</i> , instalasi jaringan listrik, perkantoran, dll) harus sesuai zona/blok pengelolaan hutan.	1. Kegiatan pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan. 2. Dampak pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan panas bumi menjadi energi listrik. 3. Penanganan dampak pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan panas bumi menjadi energi listrik.		1. Dokumen laporan pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan panas bumi menjadi energi listrik. 2. Dokumen laporan hasil penilaian dampak pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan panas bumi menjadi energi listrik. 3. Dokumen laporan hasil penanganan dampak pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan panas bumi menjadi energi listrik.	1. Observasi pada lokasi kegiatan pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan panas bumi menjadi energi listrik. 2. <i>Rapid assessment</i> di lapangan untuk melihat dampak pembangunan sarana dan prasarana pemanfaatan panas bumi menjadi energi listrik dan penanganannya.	1. Penelusuran dokumen perencanaan dan pelaksanaan kegiatan pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik. 2. Penelusuran dokumen laporan penilaian dampak kegiatan pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik. 3. Analisis perubahan kondisi hutan sebelum dan setelah kegiatan pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik.

Foto: ©Moving Images/ NL Agency



Tabel 20. Verifier dan Metode Verifikasi Indikator Prinsip Keberlanjutan Fungsi Ekologi Kawasan Hutan

(Kriteria: Terjaminnya Potensi Biologis Kawasan)

Indikator	Pengertian	Verifier		Data dan Informasi		Metode Verifikasi/ Sampling
				Sekunder	Primer	
B1. Potensi keanekaragaman hayati kawasan hutan meliputi daftar lengkap jenis flora dan fauna kawasan hutan, jenis-jenis flora dan fauna penting, serta sebaran dan populasi jenis-jenis penting tersebut.	<p>Potensi keanekaragaman hayati suatu unit kawasan hutan paling sederhana diamati pada tingkat spesies. Kajian potensi keanekaragaman hayati pada tingkat spesies ini, meliputi daftar lengkap spesies flora dan fauna, daftar spesies-spesies penting, serta sebaran dan populasi spesies-spesies penting itu. Kategori spesies-spesies penting ditentukan endemisitas, kelangkaan, dan keterancamannya dari kepunahan berdasarkan <i>Red List Data Book</i> IUCN.</p> <p>Tahap studi pendahuluan dalam pengusahaan panas bumi, selain diarahkan untuk mendapatkan data dan informasi teknis panas bumi, juga harus melakukan validasi dan pemutakhiran data-data potensi keanekaragaman hayati tersebut. Bahkan, untuk spesies-spesies penting, harus sampai berupa <i>trend/series</i> populasinya. Ini dapat digunakan untuk menyusun <i>baseline</i> dalam pengelolaan potensi biologis kawasan.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daftar lengkap spesies-spesies flora dan fauna kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 2. Daftar spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Sebaran dan populasi spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumen laporan inventarisasi spesies flora dan fauna kawasan hutan, minimal memperlihatkan daftar lengkap spesies-spesies flora dan fauna yang hidup pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi dan populasinya. 2. Dokumen <i>Red List Data Book</i> IUCN dan lampirannya. 3. Dokumen laporan hasil identifikasi jenis flora dan fauna endemik, langka, dan terancam punah. 4. Dokumen laporan studi sebaran dan populasi flora dan fauna endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 5. Peta tematik spesies flora dan fauna endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Survei populasi dan sebaran spesies flora dan fauna endemik, langka, dan terancam punah secara <i>purposive</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyusunan <i>biodiversity index</i> kawasan hutan. 2. Pembuatan status endemisitas, kelangkaan, dan keterancamannya spesies-spesies flora dan fauna yang berhasil teridentifikasi pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Pembuatan <i>Permanent Sampling Plot</i> (PSP) untuk monitoring populasi dan sebaran masing-masing spesies flora dan fauna endemik, langka, dan terancam punah. 4. Monitoring populasi dan sebaran spesies flora dan fauna endemik, langka, dan terancam punah. 5. Analisis tren populasi spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.
B2. Perilaku dan peta habitat spesies-spesies flora-fauna penting.	<p>Setiap spesies memiliki perilaku hidup yang berbeda-beda dan unik. Beberapa spesies fauna ada yang bersifat soliter atau koloni; ada yang bisa berbagi ruang hidup dengan sesama jenisnya, tetapi ada pula yang cenderung ingin menguasai sendiri; ada yang mampu berkembang biak secara cepat, ada yang lambat; ada yang mampu bertahan dalam gangguan, ada yang sangat mudah mati jika terganggu; ada yang dapat hidup pada ketinggian dan suhu tertentu, ada yang tidak, dll. Reaksi setiap spesies satwa terhadap gangguan juga berbeda-beda. Begitupun spesies flora, ada yang sifatnya membutuhkan sinar matahari banyak, tetapi ada yang tidak, dll. Kajian mengenai perilaku spesies dan karakteristik habitatnya sangat penting. Oleh karena itu, pelestarian spesies hidupan liar secara insitu dilakukan melalui pendekatan pengelolaan habitat, yaitu kegiatan praktis mengatur kondisi fisik dan biotik ekosistem sehingga dicapai kondisi yang optimal bagi perkembangan populasi.³⁰</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil kajian perilaku spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 2. Deskripsi dan peta habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. Peta habitat didasarkan pada komponen-komponen habitat. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumen hasil studi perilaku hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi 2. Peta habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi . 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observasi lapangan untuk mengamati kondisi habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis habitat untuk menentukan daerah-daerah penting yang perlu dilindungi demi keberlangsungan habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.

³⁰ Yoakum dan Dasmann (1971) dalam Alikodra (1989): "Teknik Pengelolaan Satwa Liar Dalam Rangka Mempertahankan Keanekaragaman Hayati Indonesia". IPB Press. Bogor.

Indikator	Pengertian	Verifier		Data dan Informasi		Metode Verifikasi/ Sampling
				Sekunder	Primer	
B3. Gangguan yang diakibatkan kegiatan eksplorasi terhadap kondisi biologis kawasan hutan.	Kegiatan eksplorasi panas bumi di dalam kawasan hutan membutuhkan pembukaan lahan untuk lapangan sumur eskplorasi, pembangunan akses jalan, <i>basecamp</i> , dll. Dampak langsung yang mungkin terjadi adalah fragmentasi habitat, dll. Jenis-jenis gangguan terhadap kondisi biotik ekosistem harus dapat diketahui secara pasti dan seberapa besar pengaruh setiap jenis gangguan terhadap keberlangsungan hidup setiap spesies penting yang hidup di dalam kawasan hutan. Seluruh dampak gangguan tersebut harus dapat dikendalikan agar tidak melampaui ambang batas kemampuan setiap unsur biotik ekosistem untuk mempertahankan diri.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebaran lokasi seluruh kegiatan dalam rangka eksplorasi panas bumi. 2. Habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang jadi wilayah kerja panas bumi. 3. Dampak kegiatan eksplorasi terhadap kondisi biotik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Penanganan dampak kegiatan eksplorasi terhadap kondisi biotik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumen laporan lengkap kegiatan eksplorasi. 2. Dokumen laporan kajian penilaian dampak kegiatan eksplorasi terhadap kondisi biotik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi, terutama dampak terhadap kondisi habitat. 3. Dokumen laporan hasil penanganan dampak kegiatan eksplorasi terhadap kondisi biotik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Dokumen laporan kegiatan khusus (misal: pembuatan koridor) yang ditujukan untuk perlindungan keberlangsungan hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observasi lapangan untuk melihat perubahan-perubahan habitat yang disebabkan kegiatan eksplorasi. 2. Observasi lapangan untuk menilai penanganan dampak serta pelaksanaan kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis jenis dan tingkat gangguan yang masih bisa ditoleransi oleh spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 2. Analisis efektivitas penanganan dampak kegiatan eksplorasi dilihat dari pengaruhnya terhadap keberlangsungan hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.
B4. Potensi dampak eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi biologis ekosistem hutan.	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi biotik ekosistem harus dapat teridentifikasi sehingga dapat dikaji apakah jenis-jenis dan skala gangguan itu tidak melampaui ambang batas kemampuan unsur-unsur biotik ekosistem hutan untuk mempertahankan/memperbaharui diri. Ini salah satu sumber informasi penting untuk menentukan kelayakan kegiatan eksploitasi pemanfaatan panas bumi dari aspek ekologi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebaran calon lokasi kegiatan pengeboran sumur (eksploitasi) 2. Habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Potensi dampak kegiatan eksploitasi terhadap kondisi biotik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi, terutama terhadap habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Peta lokasi kegiatan-kegiatan panas bumi dalam rangka eksploitasi dan pemanfaatan. 2. Peta habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Dokumen laporan kajian potensi dampak kegiatan eksploitasi terhadap kondisi biotik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi, terutama dampak terhadap kondisi habitat. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observasi lapangan pada lokasi kegiatan-kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan yang telah direncanakan. 2. Observasi lapangan untuk mengamati lokasi-lokasi yang diperkirakan terkena dampak kegiatan-kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis jenis dan tingkat gangguan yang mungkin terjadi akibat kegiatan-kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi 2. Analisis tingkat kemampuan/ ambang batas spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi dalam menerima gangguan. 3. <i>Overlay</i> lokasi-lokasi yang diperkirakan terkena dampak dengan peta habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.

Indikator	Pengertian	Verifier		Data dan Informasi		Metode Verifikasi/ Sampling
				Sekunder	Primer	
B5. Upaya pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi akibat pelaksanaan seluruh kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan.	Gangguan yang diperkirakan muncul dari pelaksanaan seluruh kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi diharapkan dapat ditangani sehingga tidak mengancam keberlangsungan potensi biologis kawasan hutan. Untuk itu, perlu dibuat rencana pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan sesuai dengan dampak potensial yang akan terjadi. Dalam hal ini, jika dibutuhkan bisa juga dibuat rencana kegiatan khusus untuk menangani potensi dampak signifikan yang bisa mengancam keberlangsungan hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.	1. Rencana kegiatan pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi yang dilengkapi dengan peta rancangan. 2. Rancangan teknis kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan spesies flora endemik, langka, dan terancam punah (misalnya pembuatan koridor, dll).		1. Dokumen perencanaan kegiatan pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi yang dilengkapi peta rancangan 2. Dokumen perencanaan kegiatan khusus (misal: pembuatan koridor) yang ditujukan untuk menjaga keberlangsungan hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.	1. Observasi lapangan untuk mengamati kesesuaian kegiatan pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan dan rencana kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.	1. Analisis kelayakan rencana pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan dan kegiatan khusus yang dilakukan. Kelayakan didasarkan pada hasil penilaian potensi jenis dan skala dampak yang akan terjadi.
B6. Dampak eksploitasi terhadap kondisi biologis kawasan hutan dan upaya penanganannya.	Dampak-dampak kegiatan eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan terhadap potensi biologis kawasan hutan dan upaya penanganannya telah dikaji dan disusun sebelumnya. Pada saat dan setelah eksploitasi dilaksanakan, dampak-dampak dan upaya-upaya penanganannya perlu dipantau dan dinilai efektivitasnya untuk memastikan tidak ada degradasi potensi biologis yang bersifat permanen.	1. Sebaran lokasi kegiatan-kegiatan eksploitasi. 2. Habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Dampak eksploitasi terhadap potensi biologis kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Penanganan dampak kegiatan eksploitasi terhadap potensi biologis kawasan kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.		1. Dokumen laporan kegiatan-kegiatan eksploitasi. 2. Dokumen laporan kajian penilaian dampak kegiatan eksploitasi terhadap potensi biologis kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi, terutama dampak terhadap kondisi habitat. 3. Dokumen laporan hasil penanganan dampak kegiatan eksploitasi terhadap potensi biologis kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Dokumen laporan kegiatan khusus (misal: pembuatan koridor) yang ditujukan untuk menjaga keberlangsungan hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.	1. Observasi lapangan untuk menilai perubahan-perubahan habitat yang disebabkan kegiatan eksploitasi. 2. Observasi lapangan untuk menilai penanganan dampak eksploitasi dan kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.	1. Analisis jenis dan tingkat gangguan dari kegiatan-kegiatan eksploitasi yang masih bisa ditoleransi oleh spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 2. Analisis efektivitas penanganan dampak kegiatan eksploitasi dilihat dari pengaruhnya terhadap keberlangsungan hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.

Indikator	Pengertian	Verifier		Data dan Informasi		Metode Verifikasi/ Sampling
				Sekunder	Primer	
B7. Dampak pemanfaatan energi panas bumi terhadap kondisi biologis kawasan hutan.	Dampak-dampak pemanfaatan panas bumi di dalam kawasan hutan terhadap potensi biologis kawasan hutan dan upaya penanganannya telah dikaji dan disusun sebelumnya. Pada saat dan setelah pemanfaatan dilaksanakan, dampak-dampak dan upaya-upaya penanganan ini perlu dipantau dan dinilai efektivitasnya untuk memastikan tidak ada degradasi potensi biologis yang bersifat permanen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebaran lokasi kegiatan dalam rangka pemanfaatan energi panas bumi. 2. Habitat spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Dampak pemanfaatan energi panas bumi terhadap potensi biologis kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumen laporan kegiatan-kegiatan dalam rangka pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik. 2. Dokumen laporan kajian penilaian dampak pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik terhadap potensi biologis kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi, terutama dampak terhadap kondisi habitat. 3. Dokumen laporan hasil penanganan dampak pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik terhadap potensi biologis kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Dokumen laporan kegiatan khusus (misal: pembuatan koridor) yang ditujukan untuk menjaga keberlangsungan hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observasi lapangan untuk menilai perubahan-perubahan habitat yang disebabkan kegiatan pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik. 2. Observasi lapangan untuk menilai penanganan dampak pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik serta pelaksanaan kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis jenis dan tingkat gangguan dari kegiatan-kegiatan dalam rangka pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik yang masih bisa ditoleransi spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 2. Analisis efektivitas penanganan dampak kegiatan-kegiatan dalam rangka pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik, dilihat dari pengaruhnya terhadap keberlangsungan hidup spesies-spesies endemik, langka, dan terancam punah yang hidup di kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.
B8. Kontribusi pemanfaatan panas bumi terhadap kualitas pengelolaan potensi biologis hutan.	Kondisi habitat tidak selalu baik. Kondisi ini disebabkan tingginya tekanan terhadap hutan, karena belum efektifnya kegiatan pengelolaan selama ini sehingga potensi biologis ekosistem dalam keadaan terdegradasi. Aspek <i>additionality</i> dari kehadiran perusahaan panas bumi di kawasan hutan dapat diarahkan untuk meningkatkan kualitas pengelolaan hutan, misalnya peningkatan kualitas sarana- prasarana pengelolaan hutan, pembangunan lembaga konservasi, pembinaan habitat melalui restorasi ekosistem, pemberdayaan masyarakat untuk pelestarian keanekaragaman hayati, dll.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kegiatan khusus yang diinisiasi pengembang panas bumi untuk mendukung peningkatan kualitas pengelolaan hutan untuk pelestarian keanekaragaman hayati secara insitu sesuai fungsi dan tujuan pengelolaan hutan yang telah ditetapkan. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumen rencana kegiatan khusus yang diinisiasi pengembang panas bumi untuk meningkatkan efektivitas pelestarian keanekaragaman hayati secara insitu sesuai fungsi dan tujuan pengelolaan hutan yang telah ditetapkan. 2. Dokumen laporan kegiatan khusus yang diinisiasi pengembang panas bumi yang ditujukan untuk meningkatkan efektivitas pelestarian keanekaragaman hayati secara insitu sesuai fungsi dan tujuan pengelolaan hutan yang ditetapkan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observasi lapangan untuk melihat efektivitas kegiatan khusus yang diinisiasi pengembang terhadap peningkatan kualitas pengelolaan keanekaragaman hayati kawasan hutan sesuai fungsi dan tujuan pengelolaannya. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis efektivitas pelaksanaan kegiatan khusus yang diinisiasi pengembang panas bumi yang ditujukan untuk meningkatkan kualitas pengelolaan keanekaragaman hayati kawasan hutan sesuai fungsi dan tujuan pengelolaannya.

Tabel 21. Verifier dan Metode Verifikasi Indikator Prinsip Keberlanjutan Fungsi Ekologi Kawasan Hutan

(Kriteria: Terjaminnya Kondisi Fisik Kawasan Hutan)

Indikator	Pengertian	Verifier		Data dan Informasi		Metode Verifikasi
				Sekunder	Primer	
F1. Kondisi tutupan lahan terkini, perubahan tutupan lahan secara historis, dan proyeksi tutupan lahan ke depan.	Kondisi tutupan lahan merupakan indikator paling sederhana untuk melihat kondisi fisik ekosistem. Untuk meningkatkan ketepatan analisis, kondisi tutupan lahan yang dikaji harus merupakan data series untuk melihat kecenderungan perubahan, baik secara historis maupun proyeksi di masa depan. Ini sangat berguna untuk menyusun baseline kondisi fisik tutupan lahan sebelum dan setelah operasi pengusahaan panas bumi.	1. Kondisi tutupan lahan terkini. 2. Data series tutupan lahan.		1. Citra satelit beresolusi tinggi liputan terkini. 2. Citra satelit beresolusi tinggi beberapa periode tahun sebelumnya. 3. Dokumen hasil kajian proyeksi kecenderungan perubahan tutupan lahan di masa depan berdasarkan skenario kegiatan pengelolaan hutan biasa (<i>business as usual</i> /BAU)	1. <i>Groundcheck</i> kondisi penutupan lahan secara <i>purposive</i> .	1. Penafsiran citra satelit beresolusi tinggi liputan terkini dan beberapa tahun sebelumnya. 2. Analisis proyeksi (ekstrapolasi) kondisi tutupan lahan di masa depan berdasarkan data series secara historis.
F2. Karakteristik fisik lahan hutan lainnya yang meliputi faktor kelerengan, tanah, dan curah hujan.	Kondisi fisik lahan lain yang penting untuk menentukan tingkat kemampuan lahan perlu diidentifikasi dan dikaji. Ini agar dapat menentukan jenis dan tingkat perlakuan yang masih bisa dilakukan pada unit lahan tersebut.	1. Kelas kelerengan wilayah pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 2. Tingkat curah hujan wilayah pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Kepekaan tanah terhadap erosi pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Kerentanan lahan pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.		1. Peta kelas kelerengan wilayah pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 2. Peta sebaran tingkat curah hujan wilayah pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Peta sebaran kelas kepekaan tanah terhadap erosi pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Peta tingkat kerentanan lahan pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.	1. Uji petik pengambilan sampel tanah untuk dilakukan <i>soil testing</i> di laboratorium. 2. Pembuatan stasiun pengamatan tingkat curah hujan.	1. Analisis kerentanan unit lahan secara fisik pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi berdasarkan tingkat kelerengan, curah hujan, dan kepekaan tanah.
F3. Gangguan yang diakibatkan kegiatan eksplorasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	Pengeboran eksplorasi menimbulkan berbagai pengaruh terhadap bentang alam, misalnya pembukaan lahan untuk lapangan sumur dan fasilitas pendukung lainnya, getaran lokal pada saat pengeboran, dll. Seluruh dampak fisik yang terjadi harus mampu diidentifikasi, baik jenis maupun skalanya, dan sesegera mungkin ditangani agar tidak menurunkan daya dukung fisik lahan terhadap kehidupan (<i>life support system</i>).	1. Jenis-jenis dan skala gangguan terhadap kondisi fisik kawasan yang diakibatkan kegiatan eksplorasi. 2. Kegiatan pengendalian dan pemeliharaan kondisi fisik kawasan yang terkena dampak eksplorasi.		1. Dokumen laporan kegiatan eksplorasi panas bumi pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 2. Dokumen laporan hasil penilaian dampak fisik kegiatan eksplorasi pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Dokumen laporan hasil penanganan dampak fisik kegiatan eksplorasi pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.	1. Observasi lapangan pada lokasi-lokasi kegiatan eksplorasi. 2. Observasi lapangan untuk mengamati dampak-dampak fisik dari kegiatan-kegiatan eksplorasi. 3. Observasi lapangan untuk mengamati pelaksanaan dan efektivitas kegiatan-kegiatan penanganan dampak fisik kegiatan eksplorasi.	1. Analisis komprehensif untuk mendapat kesimpulan mengenai jenis, tingkat, dan lokasi gangguan fisik yang ditimbulkan oleh kegiatan-kegiatan eksplorasi serta ambang batas gangguan yang dapat ditoleransi. 2. Penilaian efektivitas penanganan dampak kegiatan eksplorasi.

Indikator	Pengertian	Verifier		Data dan Informasi		Metode Verifikasi
				Sekunder	Primer	
F4. Potensi pengaruh kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	Jenis-jenis dan skala gangguan yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik ekosistem harus dapat teridentifikasi, sehingga dapat dikaji apakah jenis dan skala gangguan itu tak melebihi ambang batas gangguan yang dapat ditoleransi ekosistem. Ini salah satu sumber informasi penting untuk menentukan kelayakan kegiatan eksploitasi pemanfaatan panas bumi dari aspek ekologi.	1. Sebaran calon lokasi kegiatan pengeboran sumur (eksploitasi) dan sarana-prasarana pemanfaatan panas bumi. 2. Lokasi-lokasi kritis yang memiliki tingkat kerentanan fisik tinggi. 3. Potensi dampak kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi fisik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi, terutama lokasi-lokasi kritis yang memiliki tingkat kerentanan fisik tinggi.		1. Peta sebaran tingkat kerentanan unit lahan pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 2. Dokumen laporan penilaian potensial dampak kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan terhadap kondisi fisik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.	1. Observasi lapangan pada lokasi kegiatan-kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi. 2. Observasi lapangan untuk mengamati lokasi-lokasi yang diperkirakan terkena dampak kegiatan-kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan.	1. <i>Overlay</i> lokasi-lokasi yang diperkirakan terkena dampak dengan peta tingkat kerentanan unit lahan. 2. Analisis jenis dan tingkat gangguan fisik yang masih bisa ditoleransi sesuai tingkat kemampuan lahan berdasarkan kerentanan unit lahan.
F5. Upaya pengendalian dan pemeliharaan kondisi fisik kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi.	Gangguan-gangguan fisik yang mungkin muncul akibat kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan harus dapat ditangani melalui upaya-upaya yang terencana baik. Dalam hal ini harus dibuat perencanaan detail untuk penanganan setiap jenis gangguan yang diperkirakan akan terjadi.	1. Rencana kegiatan pengendalian dan pemeliharaan kondisi fisik berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi akibat kegiatan-kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi. 2. Rancangan teknis kegiatan khusus yang ditujukan untuk penanganan dampak yang signifikan mempengaruhi kondisi fisik kawasan pada lokasi-lokasi yang rentan secara fisik.		1. Dokumen perencanaan kegiatan pengendalian dan pemeliharaan fisik kawasan hutan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi dilengkapi dengan peta rancangan. 2. Dokumen perencanaan kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan kondisi fisik kawasan hutan pada lokasi-lokasi dengan kerentanan tinggi.	1. Observasi lapangan untuk mengamati kesesuaian rencana kegiatan pengendalian, pemeliharaan kondisi fisik kawasan, dan rencana kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan kondisi fisik kawasan hutan pada lokasi-lokasi dengan kerentanan tinggi.	1. Analisis kelayakan pengendalian, pemeliharaan kondisi fisik kawasan, dan kegiatan khusus yang dilakukan dengan potensi jenis dan skala dampak yang akan terjadi.
F6. Dampak eksploitasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	Dampak-dampak fisik dari kegiatan eksploitasi panas bumi di dalam kawasan hutan telah diperkirakan sebelumnya, sehingga dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang juga telah dirancang sebelumnya. Untuk memastikan penanganan dampak dapat dilaksanakan secara efektif, maka dampak-dampak yang muncul dan upaya-upaya penanganannya harus dapat dipantau sehingga dapat menghindari degradasi fungsi ekosistem yang bersifat permanen.	1. Sebaran lokasi kegiatan-kegiatan dalam rangka eksploitasi. 2. Lokasi-lokasi kritis secara fisik yang memiliki tingkat kerentanan tinggi. 3. Dampak kegiatan eksploitasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Penanganan dampak kegiatan eksploitasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi.		1. Dokumen laporan kegiatan-kegiatan eksploitasi. 2. Dokumen laporan kajian penilaian dampak kegiatan eksploitasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi, terutama dampak terhadap kondisi habitat. 3. Dokumen laporan hasil penanganan dampak kegiatan eksploitasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Dokumen laporan kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan kondisi fisik kawasan hutan pada lokasi-lokasi yang diketahui rentan.	1. Observasi lapangan untuk menilai perubahan-perubahan fisik yang disebabkan kegiatan eksploitasi. 2. Observasi lapangan untuk menilai penanganan dampak kegiatan eksploitasi serta pelaksanaan kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan kondisi fisik kawasan di lokasi-lokasi yang rentan.	1. Analisis mengenai tingkat gangguan fisik yang terjadi akibat kegiatan-kegiatan eksploitasi, apakah masuk kategori tingkat gangguan yang masih bisa ditoleransi atau tidak. 2. Analisis efektivitas penanganan dampak kegiatan eksploitasi dilihat dari pengaruhnya terhadap sistem pengaturan/tata air dan kestabilan tanah.

Indikator	Pengertian	Verifier	Data dan Informasi		Metode Verifikasi
			Sekunder	Primer	
F1. Dampak pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	Dampak-dampak kegiatan pemanfaatan panas bumi untuk energi listrik di dalam kawasan hutan telah diperkirakan sebelumnya, sehingga dapat dikelola melalui kegiatan perlindungan atau pemulihan yang telah dirancang sebelumnya. Jika terdapat dampak-dampak tambahan yang belum diperkirakan sebelumnya, maka harus mampu dikendalikan secara cepat agar tidak mengakibatkan degradasi fungsi ekosistem yang bersifat permanen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebaran lokasi kegiatan dalam rangka pemanfaatan energi panas bumi. 2. Sebaran lokasi-lokasi yang rentan secara fisik. 3. Dampak dari seluruh kegiatan pemanfaatan energi panas bumi terhadap kondisi fisik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumen laporan kegiatan-kegiatan dalam rangka pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik. 2. Dokumen laporan kajian penilaian dampak kegiatan pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik terhadap kondisi fisik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 3. Dokumen laporan hasil penanganan dampak kegiatan pemanfaatan sumber daya panas bumi menjadi energi listrik terhadap kondisi fisik kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi. 4. Dokumen laporan kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan fungsi lahan hutan sebagai pengaturan tata air dan kestabilan kondisi tanah. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observasi lapangan untuk menilai perubahan-perubahan fisik yang disebabkan kegiatan-kegiatan pemanfaatan panas bumi menjadi energi listrik (pembangunan pembangkit listrik, dll). 2. Observasi lapangan untuk menilai penanganan dampak kegiatan pemanfaatan serta pelaksanaan kegiatan khusus yang ditujukan untuk perlindungan kondisi fisik kawasan di lokasi-lokasi yang rentan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis mengenai tingkat gangguan fisik yang terjadi akibat kegiatan-kegiatan pemanfaatan panas bumi. Apakah masuk kategori tingkat gangguan yang masih bisa ditoleransi atau tidak. 2. Analisis efektivitas penanganan dampak kegiatan pemanfaatan dilihat dari pengaruhnya terhadap sistem pengaturan tata air dan kestabilan tanah.
F8. Kontribusi pemanfaatan panas bumi terhadap kualitas pengelolaan kondisi fisik hutan.	Kondisi fisik suatu ekosistem pada kawasan hutan yang menjadi wilayah kerja panas bumi tidak selalu dalam kondisi baik. Kondisi ini disebabkan tingginya tekanan terhadap hutan dan lemahnya kegiatan pengelolaan sehingga pengelolaan hutan tidak efektif dan fungsi ekosistem terus terdegradasi. Aspek <i>additionality</i> dari kehadiran pengusahaan panas bumi di kawasan hutan dapat diarahkan untuk mengurangi/menangani kerusakan fisik ekosistem, misalnya rehabilitasi lahan dan restorasi ekosistem, pemberdayaan masyarakat untuk menurunkan ketergantungan masyarakat terhadap lahan di dalam kawasan hutan, dll.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kegiatan khusus yang diinisiasi pengembang panas bumi yang ditujukan untuk meningkatkan kualitas pengelolaan hutan, terutama dalam rangka memperbaiki kondisi fisik kawasan hutan sesuai dengan fungsi dan tujuan pengelolaan hutan yang telah ditetapkan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumen rencana kegiatan khusus yang diinisiasi pengembang panas bumi yang ditujukan untuk memperbaiki kondisi fisik kawasan hutan yang sebelumnya rusak akibat lemahnya kegiatan pengelolaan selama ini. 2. Dokumen laporan kegiatan khusus yang diinisiasi pengembang panas bumi yang ditujukan untuk memperbaiki kondisi fisik hutan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observasi lapangan untuk melihat dampak-dampak kegiatan khusus terhadap peningkatan kualitas kondisi fisik hutan dalam rangka revitalisasi fungsi kawasan dan pencapaian tujuan pengelolaan hutan yang telah ditetapkan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis efektivitas pelaksanaan kegiatan khusus yang diinisiasi pengembang panas bumi untuk memperbaiki kondisi fisik hutan dalam rangka revitalisasi fungsi kawasan dan pencapaian tujuan pengelolaan hutan yang telah ditetapkan.

Tabel 22. Nilai Baku setiap Indikator pada Masing-masing Tipologi

Indikator	Tipologi 1	Tipologi 2	Tipologi 3	Tipologi 4
Prinsip Kemantapan Fungsi Kawasan				
K1. Model panas bumi, cadangan terduga, dan sasaran lokasi pengeboran eksplorasi di kawasan hutan.	baik	baik	baik	baik
K2. Wilayah kerja panas bumi ditetapkan tanpa disertai usulan perubahan fungsi kawasan hutan.	baik	baik	baik	baik
K3. Pelaksanaan kegiatan eksplorasi tidak mengganggu kondisi ekosistem hutan yang berisiko mengganggu fungsi kawasan hutan.	baik	baik	baik	baik
K4. Kelayakan rencana perusahaan panas bumi dari segi fungsi kawasan hutan dan tujuan unit manajemen hutan bersangkutan.	baik	baik	baik	baik
K5. Kegiatan eksploitasi atau pengeboran pengembangan tidak mengganggu fungsi kawasan hutan.	baik	baik	baik	baik
K6. Pembangunan seluruh fasilitas PLTP sesuai tata ruang/ zonasi pengelolaan hutan.	baik	baik	baik	baik

Indikator	Tipologi 1	Tipologi 2	Tipologi 3	Tipologi 4
Prinsip Kelestarian Fungsi Ekologi Kawasan				
B1. Potensi keanekaragaman hayati kawasan hutan meliputi daftar lengkap jenis flora dan fauna kawasan hutan, jenis-jenis flora dan fauna penting (endemik, langka, terancam punah), serta sebaran dan populasi jenis-jenis penting tersebut.	baik	baik	sedang	sedang
B2. Perilaku dan peta habitat spesies-spesies flora dan fauna penting.	baik	baik	sedang	sedang
B3. Jenis-jenis dan skala gangguan yang diakibatkan kegiatan eksplorasi terhadap kondisi biologis kawasan hutan.	baik	baik	sedang	sedang
B4. Potensi dampak eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi biologis ekosistem hutan.	baik	baik	sedang	sedang
B5. Upaya pengendalian dan pemeliharaan potensi biologis kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi.	baik	baik	sedang	sedang
B6. Dampak pemanfaatan energi panas bumi terhadap kondisi biologis kawasan hutan.	baik	baik	sedang	sedang
B7. Dampak pemanfaatan energi panas bumi terhadap kondisi biologis kawasan hutan.	baik	baik	sedang	sedang
B8. Kontribusi pemanfaatan panas bumi terhadap kualitas pengelolaan potensi biologis hutan.	baik	baik	sedang	sedang

Indikator	Tipologi 1	Tipologi 2	Tipologi 3	Tipologi 4
Prinsip Kelestarian Fungsi Ekologi Kawasan				
F1. Kondisi tutupan lahan terkini, tren historis, dan proyeksi tutupan lahan ke depan.	baik	baik	sedang	sedang
F2. Karakteristik fisik lahan hutan lainnya yang meliputi faktor fisiografi, tanah, dan curah hujan.	baik	sedang	baik	sedang
F3. Jenis-jenis dan skala gangguan yang diakibatkan kegiatan eksplorasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	baik	sedang	baik	sedang
F4. Potensi pengaruh kegiatan eksploitasi dan pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	baik	sedang	baik	sedang
F5. Upaya pengendalian dan pemeliharaan kondisi fisik kawasan berdasarkan potensi dampak yang akan terjadi.	baik	sedang	baik	sedang
F6. Dampak eksploitasi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	baik	sedang	baik	sedang
F7. Dampak pemanfaatan panas bumi terhadap kondisi fisik kawasan hutan.	baik	sedang	baik	sedang
F8. Kontribusi pemanfaatan panas bumi terhadap kualitas pengelolaan kondisi fisik hutan.	baik	sedang	baik	sedang

Daftar Referensi

- Alikodra, H.S. 1989. *Teknik Pengelolaan Satwa Liar Dalam Rangka Mempertahankan Keanekaragaman Hayati Indonesia*. IPB Press. Bogor
- Anonim, 1990. *Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya*. Jakarta, Indonesia.
- Anonim, 2006. *Peraturan Menteri Kehutanan No.P.56/Menhut-II/2006 tentang Panduan Zonasi Taman Nasional*. Jakarta, Indonesia.
- Anonim, 1999. *Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan*. Jakarta, Indonesia.
- Anonim, 2003. *Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2003 tentang Panas Bumi*. Jakarta, Indonesia.
- Anonim, 2007. *Peraturan Pemerintah Nomor 59 Tahun 2007 tentang Pengusahaan Panas Bumi*. Jakarta, Indonesia.
- Anonim. 2011. *Peraturan Menteri Kehutanan No.P.18/Menhut-II/2011 tentang Pedoman Pinjam Pakai Kawasan Hutan*. Jakarta, Indonesia
- Anonim. 2001. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.17/2001 tentang Jenis Usaha atau Kegiatan yang Memerlukan Penilaian Dampak Lingkungan*. Jakarta, Indonesia
- Anonim. 2012. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2012 tentang Kegiatan Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib Memiliki AMDAL*. Jakarta, Indonesia
- Anonim. 2011. *Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2011 tentang Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam*. Jakarta, Indonesia
- Bappenas, 2003. *Indonesia Biodiversity Strategy and Action Plan*. Bappenas. Jakarta, Indonesia.
- Bettinger, P. 2009. *Forest Management in a Climate Change Era: Issues for Planning*. University of Georgia.
- Bettinger, P. Boston, K. Siry JP, Grebner DL., 2009. *Forest Mangement and Planning*. Amsterdam.
- BSN. 1998. *Standar Nasional Indonesia: "Klasifikasi Potensi Energi Panas Bumi di Indonesia"*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta
- Ditjen PHKA. 2011. *Laporan Penyusunan Pedoman Pengelolaan Ekosistem di Taman Nasional*. Kementerian Kehutanan Indonesia, Jakarta
- Dyke, F.V. 2008. *Conservation Biology: Faoundations, Concepts, Applications*.
- Forest People Program. *Free, Prior and Informed Consent*. <http://www.forestpeoples.org/guiding-principles/free-prior-and-informed-consent-fpic>
- IPCC. 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Institute for Global Environmental.
- Irsamukhti P, 2012. *Tahapan Kegiatan Pengembangan Geothermal*. <http://irsamukhti.blogspot.com/2012/09/.htm>
- IUCN, 2001. *The IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1*. Gland
- Stewart C, George P, Rayden T, dan Nussbaum R. 2008. *Pedoman Pelaksanaan Penilaian Nilai Konservasi Tinggi: "Sebuah petunjuk praktis bagi para praktisi dan penilai lapangan"*. Proforest.
- Kemenhut, 2012. *Statistik Kehutanan Indonesia 2011*. Kementerian Kehutanan Indonesia. Jakarta.
- Kementerian ESDM, 2012. *Profil Potensi Panas Bumi*. Kementerian ESDM. Indonesia. Jakarta
- Kementerian ESDM. 2012. *Rancangan Blueprint Pengembangan Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi*. Kementerian ESDM. Indonesia. Jakarta.
- Kolb, T.E., M.R. Wagner., W.W. Covington. 1994. *Utilitarian and Ecosystem Perspective: Concept of Forest Healt*. Journal of Forestry 92(7):10-15.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and It's Measurement*. Cambridge University Press, Cambridge: x + 179 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company. London.
- Supriyadi. 2009. *Ekologi Hutan, Buku Ajar Matakuliah Ekologi Hutan*. Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Saptadji, N. 2012. *Energi Panas Bumi di Indonesia*. ITB. Bandung
- Siregar, M.S., R. Abdulhadi. 1996. *Studi Dasar Lingkungan Sebagai Bahan Pertimbangan Dalam Kegiatan Eksplorasi Panasbumi*. LIPI. Indonesia. Bandung.
- Spurr, S.H., and B.V. Barnes (1980). *Forest Ecology*. Jhon Wiley & Son. New York.
- Sukyar, R. 2010. *Indonesia sebagai Pusat Panas Bumi*. Kementerian ESDM. Indonesia. Jakarta.
- Tkacz, B.M. 2007. *Forest Health Monitoring*. USDA Forest Service.
- Walker, B. C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig. 2004. *Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems*. Ecology and Society 9(2): 5. <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>.



© WWF-Indonesia/ Zulfahmi

LAMPIRAN:

1. Zonasi Pengelolaan Taman Nasional

2. Rekapitulasi Kegiatan Non Kehutanan Panasbumi di Kawasan Suaka Alam/ Kawasan Pelestarian Alam

Lampiran 1. Zonasi Pengelolaan Taman Nasional

Nama	Definisi	Kriteria	Fungsi	Kegiatan yang dapat dilakukan
Zona Inti	Bagian taman nasional yang mempunyai kondisi alam, baik biota ataupun fisiknya masih asli dan tidak atau belum diganggu manusia yang mutlak dilindungi. Berfungsi untuk perlindungan keterwakilan keanekaragaman hayati yang asli dan khas.	<ul style="list-style-type: none"> a) Bagian taman nasional yang mempunyai keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya; b) Mewakili formasi biota tertentu dan atau unit-unit penyusunnya yang merupakan ciri khas ekosistem dalam kawasan taman nasional yang kondisi fisiknya masih asli dan belum diganggu manusia; c) Mempunyai kondisi alam, baik biota maupun fisiknya yang masih asli dan tidak atau belum diganggu manusia; d) Mempunyai luasan dan bentuk tertentu yang cukup untuk menjamin kelangsungan hidup jenis-jenis tertentu untuk menunjang pengelolaan yang efektif dan menjamin berlangsungnya proses ekologis secara alami; e) Mempunyai ciri khas potensinya dan dapat merupakan contoh yang keberadaannya memerlukan upaya konservasi; f) Mempunyai komunitas tumbuhan dan atau satwa liar beserta ekosistemnya yang langka yang keberadaannya terancam punah; g) Merupakan habitat satwa dan atau tumbuhan tertentu yang prioritas dan khas/endemik; h) Merupakan tempat aktivitas satwa migran. 	Untuk perlindungan ekosistem, pengawetan flora dan fauna khas beserta habitatnya yang peka terhadap gangguan dan perubahan, sumber plasma nutfah dari jenis tumbuhan dan satwa liar untuk kepentingan penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan, pendidikan, dan penunjang budidaya.	<ul style="list-style-type: none"> a) Perlindungan dan pengamanan; b) Inventarisasi dan monitoring sumber daya alam hayati dengan ekosistemnya; c) Penelitian dan pengembangan, ilmu pengetahuan, pendidikan, dan atau penunjang budidaya; d) Dapat dibangun sarana dan prasarana tidak permanen dan terbatas untuk kegiatan penelitian dan pengelolaan.
Zona Rimba	Bagian taman nasional yang karena letak, kondisi, dan potensinya mampu mendukung kepentingan pelestarian pada zona inti dan zona pemanfaatan.	<ul style="list-style-type: none"> a) Kawasan yang merupakan habitat atau daerah jelajah untuk melindungi dan mendukung upaya perkembangbiakan jenis satwa liar; b) Memiliki ekosistem dan atau keanekaragaman jenis yang mampu menyangga pelestarian zona inti dan zona pemanfaatan; c) Merupakan tempat kehidupan bagi jenis satwa migran. 	Untuk kegiatan pengawetan dan pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan alam bagi kepentingan penelitian, pendidikan konservasi, wisata terbatas, habitat satwa migran dan menunjang budidaya serta mendukung zona inti.	<ul style="list-style-type: none"> a) Perlindungan dan pengamanan; b) Inventarisasi dan monitoring sumber daya alam hayati dengan ekosistemnya; c) Pengembangan penelitian, pendidikan, wisata alam terbatas, pemanfaatan jasa lingkungan dan kegiatan penunjang budidaya; d) Pembinaan habitat dan populasi dalam rangka meningkatkan keberadaan populasi hidupan liar; e) Pembangunan sarana dan prasarana sepanjang untuk kepentingan penelitian, pendidikan, dan wisata alam terbatas.
Zona Pemanfaatan	Bagian taman nasional yang letak, kondisi, dan potensi alamnya, yang terutama dimanfaatkan untuk kepentingan pariwisata alam dan kondisi/jasa lingkungan lainnya.	<ul style="list-style-type: none"> a) Mempunyai daya tarik alam berupa tumbuhan, satwa atau berupa formasi ekosistem tertentu serta formasi geologinya yang indah dan unik; b) Mempunyai luasan yang cukup untuk menjamin kelestarian potensi dan daya tarik untuk dimanfaatkan bagi pariwisata alam; c) Kondisi lingkungan yang mendukung pemanfaatan jasa lingkungan, pengembangan pariwisata alam, penelitian dan pendidikan; d) Merupakan wilayah yang memungkinkan dibangunnya sarana prasarana bagi kegiatan pemanfaatan jasa lingkungan, pariwisata alam, rekreasi, penelitian dan pendidikan; e) Tidak berbatasan langsung dengan zona inti. 	Untuk pengembangan pariwisata alam dan rekreasi, jasa lingkungan, pendidikan, penelitian, serta pengembangan yang menunjang pemanfaatan kegiatan penunjang budidaya.	<ul style="list-style-type: none"> a) Perlindungan dan pengamanan; b) Inventarisasi dan monitoring sumber daya alam hayati dengan ekosistemnya; c) Penelitian dan pengembangan pendidikan, dan penunjang budidaya; d) Pengembangan potensi dan daya tarik wisata alam; e) Pembinaan habitat dan populasi; f) Pengusahaan pariwisata alam dan pemanfaatan kondisi/jasa lingkungan; g) Pembangunan sarana dan prasarana pengelolaan, penelitian, pendidikan, wisata alam, dan pemanfaatan kondisi/jasa lingkungan.

(Lanjutan) **Lampiran 1. Zonasi Pengelolaan Taman Nasional**

Nama	Definisi	Kriteria		Fungsi	Kegiatan yang dapat dilakukan
Zona Tradisional	Bagian dari taman nasional yang ditetapkan untuk kepentingan pemanfaatan tradisional oleh masyarakat, yang karena kesejarahan mempunyai ketergantungan dengan sumber daya alam.	<ul style="list-style-type: none"> a) Adanya potensi dan kondisi sumber daya alam hayati non kayu tertentu yang telah dimanfaatkan secara tradisional oleh masyarakat setempat guna memenuhi kebutuhan hidupnya; b) Di wilayah perairan terdapat potensi dan kondisi sumber daya alam hayati tertentu yang telah dimanfaatkan melalui kegiatan pengembangbiakan, perbanyakan, dan pembesaran oleh masyarakat setempat guna memenuhi kebutuhan hidupnya. 		Untuk pemanfaatan potensi tertentu taman nasional oleh masyarakat setempat secara lestari melalui pengaturan pemanfaatan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya.	<ul style="list-style-type: none"> a) Perlindungan dan pengamanan; b) Inventarisasi dan monitoring potensi jenis yang dimanfaatkan oleh masyarakat; c) Pembinaan habitat dan populasi; d) Penelitian dan pengembangan; e) Pemanfaatan potensi dan kondisi sumber daya alam sesuai kesepakatan dan ketentuan yang berlaku.
Zona Rehabilitasi	Bagian dari taman nasional, yang karena mengalami kerusakan maka perlu dilakukan kegiatan pemulihan komunitas hayati dan ekosistemnya yang mengalami kerusakan.	<ul style="list-style-type: none"> a) Adanya perubahan fisik, sifat fisik, dan hayati yang secara ekologi berpengaruh kepada kelestarian ekosistem yang pemulihannya diperlukan campur tangan manusia; b) Adanya invasif spesies yang mengganggu jenis atau spesies asli dalam kawasan; c) Pemulihan kawasan pada huruf a dan b minimal memerlukan waktu 5 tahun. 		Untuk mengembalikan ekosistem kawasan yang rusak menjadi atau mendekati kondisi ekosistem alamiahnya.	<ul style="list-style-type: none"> a) Perlindungan dan pengamanan; b) Inventarisasi dan monitoring potensi jenis yang dimanfaatkan oleh masyarakat; c) Pembinaan habitat dan populasi; d) Penelitian dan pengembangan; e) Pemanfaatan potensi dan kondisi sumberdaya alam sesuai dengan kesepakatan dan ketentuan yang berlaku.
Zona Religi, Budaya dan Sejarah	Bagian dari taman nasional yang didalamnya terdapat situs religi, peninggalan warisan budaya dan atau sejarah yang dimanfaatkan untuk kegiatan keagamaan, perlindungan nilai-nilai budaya atau sejarah.	<ul style="list-style-type: none"> a) Adanya lokasi untuk kegiatan religi yang masih dipelihara dan dipergunakan masyarakat; b) Adanya situs budaya dan sejarah, baik yang dilindungi undang-undang maupun tidak dilindungi undang-undang. 		Untuk memperlihatkan dan melindungi nilai-nilai hasil karya, budaya, sejarah, arkeologi, maupun keagamaan sebagai wahana penelitian; pendidikan dan wisata alam sejarah, arkeologi, dan religius.	<ul style="list-style-type: none"> a) Perlindungan dan pengamanan; b) Pemanfaatan pariwisata alam, penelitian, pendidikan dan religi; c) Penyelenggaraan upacara adat; d) Pemeliharaan situs budaya dan sejarah, serta keberlangsungan upacara-upacara ritual keagamaan/adat yang ada.
Zona Khusus	Bagian dari taman nasional, yang karena kondisi tidak dapat dihindarkan telah terdapat kelompok masyarakat berikut sarana penunjang kehidupannya yang tinggal sebelum wilayah itu ditetapkan sebagai taman nasional, antara lain sarana telekomunikasi, fasilitas transportasi, dan listrik.	<ul style="list-style-type: none"> a) Telah terdapat sekelompok masyarakat dan sarana penunjang kehidupannya yang tinggal sebelum wilayah tersebut ditunjuk/ditetapkan sebagai taman nasional; b) Telah terdapat sarana prasarana, antara lain telekomunikasi, fasilitas transportasi, dan listrik, sebelum wilayah tersebut ditunjuk/ditetapkan sebagai taman nasional; c) Lokasi tidak berbatasan dengan zona inti. 		Untuk kepentingan aktivitas kelompok masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut sebelum ditunjuk/ ditetapkan sebagai taman nasional. Masyarakat eksis berikut sarana penunjang kehidupannya serta kepentingan yang tidak dapat dihindari, seperti sarana telekomunikasi, fasilitas transportasi, dan listrik.	<ul style="list-style-type: none"> a) Perlindungan dan pengamanan; b) Pemanfaatan untuk menunjang kehidupan masyarakat; c) Rehabilitasi; d) Monitoring populasi dan aktivitas masyarakat, serta daya dukung wilayah.

Sumber: Permenhut No. P.56/Menhut-II/2006

Foto: ©Moving Images/ NL Agency



Lampiran 2. Rekapitulasi Kegiatan Non Kehutanan Panas Bumi

di Kawasan Suaka Alam/ Kawasan Pelestarian Alam

No.	Lokasi	Pihak Ke-3	Kegiatan	Perijinan/ Persetujuan	Perjanjian Kerja Sama	Jangka Waktu
1.	TN Gn. Halimun Salak	PT. Chevron Geothermal (dh. Unocal Geothermal of Indonesia)	Pengembangan lapangan panas bumi dan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) di HL Gunung Salak selama 20 tahun seluas 273,66 ha	<ul style="list-style-type: none"> - Surat Menhut No.1018/Menhut-VII/1995 tgl. 11 Juni 1995 - Surat Menhut No.1053/Menhut-VII/1995 tgl. 19 Juli 1995 - Surat Dirjen PHKA No. S.797/IV/KK/2005 tgl. 20 Desember 2005 	Perjanjian Pinjam Pakai dengan kompensasi rasio 1:2 No.06/044.3/III/1996 tgl. 15 Agustus 1996	20 tahun
2.	CA Kawah Kamojang	Pertamina UEP III	Jalan masuk pipa uap dan instalasi pengeboran seluas 5,25 ha dan 4,25 ha	<ul style="list-style-type: none"> - Surat Dirjen Kehutanan No.2143/DJ/1/74 tgl. 30 Mei 1974 - Surat Dirjen Kehutanan No.3059/DJ/1/78 tgl. 21 September 1978 	Pinjam pakai tanpa kompensasi	01 Agustus 1995 - 01 Agustus 2000
					Perpanjangan melalui Perjanjian Kerja Sama antara Balai Besar KSDA Jabar dengan Pertamina GE tgl 13 Juli 2009, addendum tgl 21 Desember 2009	13 Juli 2009 - 13 Juli 2014
3.	CA Kawah Kamojang	Pertamina UEP III	Pengeboran panas bumi dan jalur pipa uap seluas 21,505 ha	<ul style="list-style-type: none"> - Surat Dirjen Kehutanan No.204/DJ/1/1983 tgl. 17 Januari 1983 - Surat Dirjen Kehutanan No.576/DJ/1/1983 tgl. 11 Februari 1983 - Surat Menhut No.022/Kpts-II/1984 tgl. 17 Februari 1984 	Pinjam pakai tanpa kompensasi	01 Agustus 1995 - 01 Agustus 2000
					Perpanjangan melalui Perjanjian Kerja Sama antara Balai Besar KSDA Jabar dengan Pertamina GE tgl 13 Juli 2009, addendum tgl 21 Desember 2009	13 Juli 2009 - 13 Juli 2014
4.	CA Kawah Kamojang	Pertamina UEP III	Pengeboran panas bumi tahap 2 seluas 5,85 ha dan 12,4 ha	<ul style="list-style-type: none"> - Surat Menhut No.227/Kpts-II/1989 tgl. 11 Februari 1989 - Surat Menhut No.927/Menhut-VII/1997 tgl. 20 Agustus 1997 	Pinjam pakai dengan kompensasi seluas 12 ha dan 24 ha	01 September 1995 - 01 September 2020 dan 20 Agustus 1997 - 20 Agustus 2022
					Perpanjangan melalui Perjanjian Kerja Sama antara Balai Besar KSDA Jabar dengan Pertamina GE tgl 13 Juli 2009, addendum tgl 21 Desember 2009	13 Juli 2009 - 13 Juli 2014
5.	CA Kawah Kamojang	Pertamina UEP III	Pengembangan Lapangan Tahap 2 seluas 12 ha	Surat Menhut No.341/Menhut-VII/1997 tgl. 15 Maret 1997	Pinjam pakai dengan kompensasi 24 ha	
					Perpanjangan melalui Perjanjian Kerja Sama antara Balai Besar KSDA Jabar dengan Pertamina GE tgl 13 Juli 2009, addendum tgl 21 Desember 2009	13 Juli 2009 - 13 Juli 2014
6.	CA Kawah Kamojang	PT. Latoka Trimas Bina Energi	Pembangunan PLTP Unit VI seluas 2 ha	Surat Menhut No.242/Menhut-VII/1998 tgl. 25 Februari 1998	Pinjam pakai dengan kompensasi 4 ha.	
					Perpanjangan melalui Perjanjian Kerja Sama antara Balai Besar KSDA Jabar dengan Pertamina GE tgl 13 Juli 2009, addendum tgl 21 Desember 2009	13 Juli 2009 - 13 Juli 2014

No.	Lokasi	Pihak Ke-3	Kegiatan	Perijinan/ Persetujuan	Perjanjian Kerja Sama	Jangka Waktu
7.	CA Papandayan	PT. Amoseas Indonesia Inc.	Perluasan Kegiatan Tahap 2 seluas 26 ha	Surat Menhut No.336/Menhut-VII/1997 tgl. 26 Maret 1997	Pinjam pakai dengan kompensasi	1998-2003
					Perpanjangan Perjanjian Kerja Sama antara BB KSDA Jabar dengan Chevron Geothermal Ind. tgl 13 Juli 2009	13 Juli 2009 - 13 Juli 2014
8.	CA Papandayan	PT. Amoseas Indonesia Inc.	Eksplorasi dan eksploitasi panas bumi dan jalan masuk pipa pemboran seluas 7 ha	<ul style="list-style-type: none"> - Surat Menhut No.520/Menhut-VI/1986 tgl. 22 Okt 1986 - Surat Menhut No.126/Menhut-II/1992 tgl. 10 Januari 1992 - Surat Menhut No.321/Menhut-V/2001 	Pinjam pakai dengan kompensasi 7 ha	30 Januari 1997 - 29 Februari 2002
					Perpanjangan Perjanjian Kerja Sama antara BBKSDA Jabar dengan Chevron Geothermal Ind. tgl 13 Juli 2009	13 Juli 2009 - 13 Juli 2014
9.	CA Papandayan	PT. Amoseas Indonesia Inc.	Pemasangan Pipa Penyalur Gas/ Uap seluas 0,095 ha	Surat Menhut No.126/Kpts-II/1992 tgl. 10 Januari 1992		05 April 1993 - 05 April 1998
					Perpanjangan melalui Perjanjian Kerja Sama antara Balai Besar KSDA Jabar dengan Chevron Geothermal Indonesia tgl 13 Juli 2009	13 Juli 2009 - 13 Juli 2014
10.	TN Bukit Barisan Selatan	Pemkab Lampung Barat	Pembangunan PLTP Sekincau-Suoh di TNBBS	Surat Dirjen PHKA No.S.98/IV-KK/2008 tgl 25 Februari 2008	Perjanjian Kerja Sama TNBBS dg Pemkab Lampung Barat No. PKS.89/BBTNBBS-1/2009 dan No. 549/01/PEMKAB-LB/II.11/2009 tgl 29 Januari 2009	29 Januari 2009 - 29 Januari 2014
		Chevron Geothermal Suoh Sekincau	Penelitian potensi panas bumi (survei Geologi, Geofisika dan Geokimia) di TNBBS	Surat Dirjen PHKA No.S.370/IV-KKBHL/2011 tgl 8 Agustus 2011	(tahap survey 3G)	
11.	TN Kelimutu	PT Sokoria	PLTP Sokoria	Belum proses		
12.	TN Gunung Rinjani	PT PLN (Persero)	Studi UKL-UPL (AMDAL), Survei Geologi, Geokimia, Geofisika di Sembalun	Surat Dirjen PHKA No.S.256/IV-KKBHL/2011 tgl. 26 Mei 2011	(tahap survey 3G)	

Sumber: Direktorat Konservasi Kawasan Ditjen PHKA (2011)

About WWF Ring of Fire Program

With the Ring of Fire Program, WWF has an ambition: by 2015 there is a significant shift towards the use of renewable energy and particularly in the sustainable production and use of geothermal energy in Indonesia and the Philippines.

Improved Enabling Environment

By 2015, an improved enabling environment conducive to geothermal energy and other RES will be in place in Indonesia and the Philippines.

WWF's 100% Renewable Vision

By 2015, Indonesia has agreed to national renewable energy targets for 2030 in line with WWF's 100% renewable vision, including a target for ending energy poverty by 2030. By 2015, the targets for the Philippines will be more ambitious than the 2030 target announced by government.



WWF's Sustainability Guidelines

By 2015, WWF's Sustainability Guidelines shall have been accepted by the geothermal industry as a best practice benchmark, has significantly improved geothermal energy's social acceptability and built broad stakeholder support.

WWF strengths of working in partnership with the public and private sector, and combining expertise with on the ground implementation, will form the basis of our approach. Furthermore, WWF has been 50 years of experience in the region. WWF intends to use this program as a catalyst to accelerate geothermal development in other countries within the region - and potentially in other regions with rich geothermal energy potential.

The program will show it is possible to achieve this ambition in a sustainable way, conserving biodiversity, and at the same time support innovation and green economic growth, counter climate change and improve the living conditions of targeted communities. A rightly approached 'Green New Deal' works on energy supply, environment protection, employment creation and economic growth.



Why we are here

To stop the degradation of the planet's natural environment and to build a future in which humans live in harmony with nature

www.wwf.or.id

ISBN 978-979-1461-35-1



9 789791 461351



Recycled

Supporting responsible use of forest resources
www.fsc.org Cert no. BV COC 008904
© 1996 Forest Stewardship Council

