

RENCANA AKSI NASIONAL DALAM MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

**Republik Indonesia
2007**

Rencana Aksi Nasional Dalam Menghadapi Perubahan Iklim

Diterbitkan oleh:
Kementerian Negara Lingkungan Hidup
Jl. D.I. Panjaitan Kav. 24, Jakarta 13410
Tel: 62-21-851 7164, Fax: 62-21-8590 2521
e-mail: climate@menlh.go.id

November 2007

Sumber design sampul muka oleh: ---

Sambutan Presiden Republik Indonesia

Pada Penerbitan Rencana Aksi Nasional dalam Menghadapi Perubahan Iklim

Saudara-Saudara se-Bangsa dan se-Tanah Air,

Pada tahun-tahun belakangan ini, umat manusia dihadapkan pada suatu ancaman global yang belum pernah dihadapi oleh generasi terdahulu. Pemanasan global yang memicu terjadinya perubahan iklim bumi telah menyebabkan perubahan-perubahan terhadap sistem fisik dan biologis bumi kita. Kenaikan temperatur bumi telah menyebabkan melelehnya bongkahan-bongkahan es di Kutub Utara dan Selatan bumi. Hal tersebut menyebabkan kenaikan permukaan air laut yang mengancam kawasan pantai serta makhluk hidup yang mendiaminya. Di beberapa lokasi di Indonesia telah tercatat kenaikan permukaan air laut sebesar 8 mm per-tahun. Negara kita merupakan negara kepulauan dengan jumlah pulau tidak kurang dari 17.500 serta memiliki garis pantai sepanjang 81.000 km. Penduduk Indonesia yang tinggal di daerah pesisir cukup besar; sebagai contoh, 65% penduduk Jawa mendiami daerah pesisir. Kondisi tersebut menyebabkan negara kita sangat rawan terhadap dampak negatif perubahan iklim. Perubahan iklim juga telah mengubah pola presipitasi dan evaporasi sehingga berpotensi menimbulkan banjir di beberapa lokasi dan kekeringan di lokasi yang lain. Hal ini sangat mengancam berbagai bidang mata pencaharian di tanah air, terutama pertanian dan perikanan.

Sebagai salah satu negara yang rentan terhadap dampak perubahan iklim, Indonesia sangat berkepentingan dalam usaha penanggulangan pemanasan global dan perubahan iklim yang menyertainya, dimana Indonesia bertekad untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di sektor energi dan LULUCF (*Land-Use, Land-Use Change and Forestry*) serta meningkatkan absorpsi karbon. Indonesia menyadari bahwa kita tidak bisa sendiri untuk melaksanakan berbagai upaya untuk mencegah atau menghambat terjadinya perubahan iklim, oleh karena itu Indonesia mengajak negara-negara maju untuk memenuhi komitmennya dalam menurunkan emisi GRK. Dalam hal ini, Indonesia siap bekerjasama secara bilateral maupun multilateral dengan berbagai negara guna bersama-sama menanggulangi perubahan iklim.

Upaya menanggulangi permasalahan perubahan iklim tidak bisa terlepas dari pembangunan ekonomi dan pengentasan kemiskinan. Masyarakat yang terpenuhi kebutuhannya akan lebih mudah untuk diajak menjaga lingkungan hidup. Oleh karena itu strategi pembangunan yang bertumpu pada pertumbuhan ekonomi (*pro-growth*), pengentasan kemiskinan (*pro-poor*), dan pembukaan lapangan kerja (*pro-job*); dipadukan dengan pembangunan berwawasan lingkungan (*pro-environment*) harus dijadikan landasan utama pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

Saudara-Saudara se-Bangsa dan se-Tanah Air,

Sudah saatnya kita memperbaiki pola pembangunan yang selama ini kita lakukan. Paradigma lingkungan harus diinternalisasikan dalam berbagai sektor pembangunan kita, seperti di sektor energi, pengelolaan hutan dan sumber daya alam, pertanian, perkebunan, tata ruang, dan infrastruktur. Berbagai instansi yang terkait dengan upaya penanggulangan perubahan iklim dan dampaknya harus melakukan koordinasi yang rapi dan sistematis. Kita harus meninggalkan pola-pola pembangunan lama dan menggantikannya dengan pola pembangunan yang berkelanjutan. Jangan salahkan alam bila memberikan berbagai reaksi negatif kepada kita apabila kita tidak

segera bertindak untuk mencegah kerusakan atmosfer, sehingga memperparah terjadinya perubahan iklim.

Dokumen Rencana Aksi Nasional ini merupakan sebuah instrumen kebijakan yang bersifat dinamis sehingga perlu dievaluasi, diperbarui, dan diperbaiki secara berkala disesuaikan dengan dinamika perubahan iklim itu sendiri. Saya berharap agar rencana aksi ini bisa diimplementasikan dengan baik dan dijadikan sebagai panduan untuk seluruh instansi terkait, baik di pusat maupun daerah, dalam melaksanakan pembangunan di masa sekarang ataupun yang akan datang. Oleh karena itu, Rencana Aksi Nasional ini perlu dimasukkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2005-2025 maupun Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM).

Semoga Allah swt memberikan kekuatan dan kemampuan kepada bangsa Indonesia untuk tegar dalam menghadapi dampak perubahan iklim, sekaligus bersama-sama dengan bangsa-bangsa di dunia berusaha menanggulangi penyebabnya. Aamiin.

Jakarta, Nopember 2007
Presiden Republik Indonesia

Dr. H. Susilo Bambang Yudhoyono

DAFTAR ISI

Sambutan Presiden Republik Indonesia	i
BAB I LATAR BELAKANG	1
1.1 Maksud dan Tujuan	2
1.2 Kekhasan Indonesia dalam Konteks Perubahan Iklim	3
1.3 Status Krisis Sosial Ekologis Indonesia	6
1.3.1 Tata Kelola Ruang dan Sumber Daya Alam	7
1.3.1.1 Krisis Agraria	7
1.3.1.2 Krisis Sumber Daya Air	8
1.3.1.3 Krisis Sistem Pendukung Kehidupan di Pemukiman	10
1.3.1.4 Sektor LULUCF	12
1.3.1.5 Sektor Kelautan	14
1.3.2 Tata Kelola Energi	16
1.4 Komitmen Indonesia Menjaga Iklim Global	17
1.4.1 Upaya Mitigasi	19
1.4.2 Upaya Adaptasi	21
1.4.3 Upaya yang mendukung Mitigasi dan Adaptasi secara simultan	22
BAB II TUJUAN DAN STRATEGI PEMBANGUNAN NASIONAL DALAM RANGKA ANTISIPASI PERUBAHAN IKLIM	25
2.1 Pola Pembangunan	25
2.2 Tujuan Pembangunan Nasional dengan Agenda Antisipasi Perubahan Iklim	26
2.2.1 Agenda Mitigasi	26
2.2.2 Agenda Adaptasi	27
2.3 Prinsip Pengelolaan Pembangunan Nasional	28
2.4 Kerangka Waktu Strategi dan Pelaksanaan Rencana Aksi Nasional	29
2.5 Strategi Spesifik untuk Wilayah Kebijakan Kunci	30
2.6 Sektor-Sektor Produksi dan Pelayanan Kepentingan Umum	31
2.7 Kondisi keterbatasan waktu dan skala ruang dari RAN	32
BAB III RENCANA AKSI NASIONAL UNTUK MITIGASI DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM	33
3.1 Mitigasi	33
3.1.1 Sektor Energi	33
3.1.2 Sektor LULUCF	43
3.1.3 Sektor Kelautan dan Perikanan	52
3.2 Adaptasi	54
3.2.1 Sektor Sumber Daya Air	57
3.2.2 Sektor Pertanian	59
3.2.3 Sektor Kelautan, Pesisir, dan Perikanan	63
3.2.4 Sektor Infrastruktur	64
3.2.5 Sektor Kesehatan	65
3.2.6 Sektor Kehutanan & Keanekaragaman Hayati	66
3.2.7 Lintas Sektor	67
3.2.8 Penelitian dan Pengembangan	68

3.3. Peningkatan Kapasitas Kelembagaan dan Aksi untuk Pengembangan dan Pelaksanaan Program Mitigasi dan Adaptasi	68
3.3.1 Penyelarasan dan Pembaruan Kerangka Kebijakan dan Peraturan untuk Pengelolaan Pembangunan Berkelanjutan	68
3.3.2 Teknologi	70
3.3.3 Pendanaan	72
BAB IV. KERJASAMA INTERNASIONAL DALAM MENGANTISIPASI PERUBAHAN IKLIM	76
BAB V. PELAKSANAAN RENCANA AKSI	79
BAB VI. LAMPIRAN TIM PENGARAH DAN PENYUSUN	101

BAB I

LATAR BELAKANG

Hasil kajian IPCC (2007) menunjukkan bahwa 11 dari 12 tahun terpanas sejak tahun 1850 terjadi dalam waktu kurun 12 tahun terakhir. Kenaikan temperatur total dari tahun 1850-1899 sampai dengan tahun 2001-2005 adalah 0,76°C. Muka air laut rata-rata global telah meningkat dengan laju rata-rata 1,8 mm per-tahun dalam rentang waktu antara tahun 1961 sampai 2003. Kenaikan total muka air laut yang berhasil dicatat pada abad ke-20 diperkirakan 0,17 m. Laporan IPCC juga menyatakan bahwa kegiatan manusia ikut berperan dalam pemanasan global sejak pertengahan abad ke-20. Pemanasan global akan terus meningkat dengan percepatan yang lebih tinggi pada abad ke-21 apabila tidak ada upaya penanggulangannya.

Pemanasan global mengakibatkan perubahan iklim dan kenaikan frekuensi maupun intensitas kejadian cuaca ekstrim. IPCC menyatakan bahwa pemanasan global dapat menyebabkan perubahan yang signifikan dalam sistem fisik dan biologis seperti peningkatan intensitas badai tropis, perubahan pola presipitasi, salinitas air laut, perubahan pola angin, masa reproduksi hewan dan tanaman, distribusi spesies dan ukuran populasi, frekuensi serangan hama dan wabah penyakit, serta mempengaruhi berbagai ekosistem yang terdapat di daerah dengan garis lintang yang tinggi (termasuk ekosistem di daerah Artik dan Antartika), lokasi yang tinggi, serta ekosistem-ekosistem pantai.

Berdasarkan data kejadian bencana yang dicatat dalam the OFDA/CRED International Disaster Database (2007), sepuluh kejadian bencana terbesar di Indonesia yang terjadi dalam periode waktu antara tahun 1907 dan 2007 terjadi setelah tahun 1990an dan sebagian besar merupakan bencana yang terkait dengan iklim, khususnya banjir, kemudian kekeringan, kebakaran hutan, dan ledakan penyakit. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian bencana terkait iklim mengalami peningkatan baik dari sisi frekuensi maupun intensitasnya. Kerugian ekonomi yang ditimbulkan oleh 10 bencana terbesar tersebut mencapai hampir 26 milyar dolar dan sekitar 70% nya merupakan kerugian akibat bencana yang terkait dengan iklim.

Menurut World Disaster Report (2001), kerugian ekonomi akibat bencana iklim di tingkat global yang terjadi sekarang dibanding dengan yang terjadi di tahun 1950an sudah meningkat 14 kali, yaitu mencapai 50-100 milyar USD per-tahun. Demikian juga jumlah kematian akibat bencana iklim juga meningkat 50% per-dekadanya. Pada tahun 2050, apabila pemanasan global terus terjadi dan tidak ada upaya-upaya adaptasi yang terencana dilakukan dari sekarang, maka diperkirakan kerugian ekonomi akibat bencana iklim akan meningkat mencapai 300 milyar dolar

per-tahun dan jumlah kematian bisa mencapai 100 ribu orang per-tahun (SEI, IUCN, dan IISD, 2001). Upaya adaptasi yang dilakukan sejak dini akan dapat mengurangi kerugian akibat bencana secara signifikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa setiap 1 USD yang dikeluarkan untuk melakukan upaya adaptasi dapat menyelamatkan sekitar 7 USD biaya yang harus dikeluarkan untuk pemulihan akibat dampak dari bencana iklim (Biemans *et al.*, 2006).

Fenomena pemanasan global yang mengakibatkan perubahan iklim juga akan mengakibatkan terjadinya perubahan sosial/kependudukan dan budaya. Berbagai kajian sosial menemukan bahwa pola hubungan sosial berkaitan sangat erat dengan pola iklim. Dengan kata lain, pola sosial dan budaya dipengaruhi secara langsung oleh kondisi iklim setempat.

Uraian di atas menunjukkan bahwa upaya yang sistematis dan terintegrasi untuk memperlambat laju pemanasan global bersama dengan masyarakat dunia disertai dengan upaya meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim sudah merupakan suatu keharusan. Oleh karena itu perlu dilakukan perubahan yang mendasar dalam sistem perencanaan pembangunan. Masalah perubahan iklim saat ini dan mendatang harus dijadikan sebagai salah satu faktor penting dalam menentukan dasar-dasar perencanaan pembangunan nasional; baik untuk jangka pendek, menengah maupun panjang.

Penanganan masalah perubahan iklim dalam konteks pembangunan membutuhkan manajemen risiko iklim saat ini secara efektif, dan pada saat bersamaan juga mampu mengembangkan sistem pembangunan yang tahan terhadap dampak perubahan iklim jangka-panjang. Upaya tersebut membutuhkan pendekatan lintas-sektor baik pada tingkat nasional, regional, maupun lokal. Upaya adaptasi harus disertai upaya mitigasi karena upaya adaptasi tidak akan dapat efektif apabila laju perubahan iklim melebihi kemampuan beradaptasi. Mitigasi merupakan upaya mengurangi laju emisi gas rumah kaca dari berbagai sumber (*sources*) dan meningkatkan laju penyerapannya oleh berbagai resor (*sink*). Dengan demikian, generasi yang akan datang tidak terbebani oleh dampak perubahan iklim secara lebih berat.

1.1 Maksud dan Tujuan

Rencana Aksi Nasional dalam Menghadapi Perubahan Iklim ini disusun dengan tujuan agar dijadikan sebagai pedoman oleh berbagai instansi dalam melaksanakan upaya-upaya terkoordinasi dan terintegrasi untuk mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Penanganan terhadap dampak perubahan iklim tidak dapat dilakukan oleh segelintir sektor saja.

Oleh karena itu, koordinasi antar instansi mutlak diperlukan demi menjamin keberhasilan Indonesia dalam melakukan upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Perubahan iklim dan dampaknya merupakan masalah yang kompleks dan dinamis. Oleh karena itu, dokumen Rencana Aksi Nasional ini juga perlu terus-menerus dievaluasi dan disempurnakan secara periodik oleh berbagai pemangku kepentingan (*stake holders*).

1.2 Kekhasan Indonesia dalam Konteks Perubahan Iklim

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 5 pulau utama dan 30 kelompok kepulauan yang lebih kecil; mencakup 17.500 pulau, yang terletak antara 06°08' Lintang Utara - 11°15' Lintang Selatan, dan 94°45' - 141°05' Bujur Timur. Luas Indonesia terdiri atas 3,1 juta km² wilayah perairan (62% dari total luas) dan sekitar 2 juta km² wilayah daratan (38% dari total luas), dengan panjang garis pantai 81.000 km. Jika Zona Ekonomi Eksklusif seluas 2,7 juta km² dimasukkan, area yurisdiksi total Indonesia menjadi 7,8 juta km².

Sebagian besar kepulauan Indonesia rentan terhadap gempa bumi dan gelombang tinggi. Hal ini disebabkan karena posisi Indonesia terletak di atas dua paparan yaitu Paparan Sunda, yang merupakan kelanjutan daratan Asia, dan Paparan Arafura-Sahul, yang merupakan bagian dari gabungan Australia dan New Guinea. Kedua paparan ini membelah kepulauan menjadi tiga kelompok pulau-pulau. Pulau Jawa, Sumatera dan Kalimantan berada di atas Paparan Sunda, yang dimulai dari pantai Malaysia dan Indo China. Kedalaman laut di paparan ini tidak lebih dari 233 meter. Irian Jaya dan Kepulauan Aru berada di atas Paparan Sahul, yang juga memiliki kedalaman laut sekitar 233 meter. Kelompok kepulauan Nusa Tenggara, Maluku dan Sulawesi berada di antara Paparan Sunda dan Sahul, dengan kedalaman laut lebih dari 5.000 meter.

Indonesia memiliki karakteristik geografis dan geologis yang sangat rentan terhadap perubahan iklim, yakni sebagai negara kepulauan (memiliki 17.500 pulau kecil), memiliki garis pantai yang panjang (81.000 km), daerah pantai yang luas dan besarnya populasi penduduk yang tinggal di daerah pesisir (sebagai contoh: 65% penduduk Pulau Jawa tinggal di daerah pesisir), memiliki hutan yang luas namun sekaligus menghadapi ancaman kerusakan hutan, rentan terhadap bencana alam (gempa vulkanik dan tektonik, tsunami, dll) dan kejadian cuaca ekstrim (kemarau panjang, banjir), memiliki tingkat polusi yang tinggi di daerah urban, memiliki ekosistem yang rapuh (*fragile*) seperti area pegunungan dan lahan gambut, serta kegiatan ekonomi yang masih sangat tergantung pada bahan bakar fosil dan produk hutan, serta memiliki kesulitan untuk alih bahan bakar ke bahan bakar alternatif.

Secara umum model global perubahan iklim memperkirakan seluruh wilayah Indonesia akan mengalami kenaikan temperatur (dengan laju yang lebih rendah dibandingkan wilayah sub-tropis). Sebagai contoh, Jakarta mengalami laju perubahan temperatur sebesar 1,42°C setiap seratus tahun untuk Bulan Juli, sedangkan Bulan Januari 1,04°C. Selanjutnya wilayah Indonesia di bagian selatan garis equator (seperti Jawa dan Bali) awal musim hujan rata-rata diperkirakan akan mundur dan intensitas hujan musim hujan cenderung meningkat sementara curah hujan musim kemarau cenderung menurun sehingga resiko banjir dan kekeringan akan semakin meningkat. Untuk wilayah Indonesia bagian utara Equator, pola perubahan hujan cenderung sebaliknya. Demikian juga dengan kenaikan muka air laut. Dari penelitian yang dilakukan di beberapa lokasi, kenaikan muka air laut di Indonesia sudah mencapai 8 mm per-tahun (Bakosurtanal, 2002). Bila upaya pengurangan emisi gas rumah kaca tidak dilakukan diperkirakan kenaikan muka air laut bisa mencapai 60 cm pada tahun 2070 (ADB, 1994).

Dalam empat dekade lalu, bencana terkait dengan iklim seperti banjir, kekeringan, badai, longsor dan kebakaran hutan telah menyebabkan banyak kehilangan nyawa manusia dan penghidupan, hancurnya ekonomi dan infrastruktur sosial, juga kerusakan lingkungan. Di banyak tempat di dunia, frekuensi dan intensitas bencana ini cenderung meningkat (Sivakumar, 2005). Banjir dan badai mengakibatkan 70% dari total bencana dan sisanya 30% diakibatkan oleh kekeringan, longsor, kebakaran hutan, gelombang panas, dan lain-lain.

Berdasarkan hasil pemantauan kekeringan pada tanaman padi selama 10 tahun terakhir (1993-2002) yang dilakukan Departemen Pertanian, diperoleh angka rata-rata lahan pertanian yang terkena kekeringan mencapai 220.380 ha dengan lahan puso mencapai 43.434 ha atau setara dengan kehilangan 190.000 ton gabah kering giling (GKG). Sedangkan yang terlanda banjir seluas 158.787 ha dengan puso 39.912 ha (setara dengan 174.000 ton GKG) (Boer, 2003). Menurut Departemen Pertanian, dalam periode Januari-Juli 2007, tercatat bahwa luas lahan pertanian yang mengalami kekeringan adalah 268.518 ha, 17.187 ha diantaranya mengalami puso (gagal panen). Hal tersebut berimplikasi pada penurunan produksi padi hingga 91.091 ton GKG.

Di Indonesia, dalam perioda 2003-2005 saja, terjadi 1.429 kejadian bencana. Sekitar 53,3% adalah bencana terkait dengan hidro-meteorologi (Bappenas dan Bakornas PB, 2006). Banjir adalah bencana yang paling sering terjadi (34%), diikuti oleh longsor (16%). Kemungkinan pemanasan global akan menimbulkan kekeringan dan curah hujan ekstrim, yang pada gilirannya akan menimbulkan resiko bencana iklim yang lebih besar

(Trenberth dan Houghton, 1996; IPCC, 2007; Indonesia Country Report 2007). Laporan *United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs* mengindikasikan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang rentan terhadap bencana terkait dengan iklim.

Penurunan curah hujan akibat variabilitas iklim maupun perubahan musiman disertai dengan peningkatan temperatur telah menimbulkan dampak signifikan pada cadangan air. Pada tahun-tahun kejadian El Niño Southern Oscillation (ENSO), volume air di tempat penampungan air menurun cukup berarti (jauh dibawah normal), khususnya selama musim kering (Juni-September). Banyak pembangkit listrik memproduksi listrik jauh dibawah produksi normal pada tahun-tahun tersebut. Data dari 8 waduk (4 waduk kecil dan 4 waduk besar di Pulau Jawa) menunjukkan bahwa selama tahun-tahun kejadian ENSO pada tahun 1994, 1997, 2002, 2003, 2004, dan 2006 kebanyakan pembangkit listrik yang dioperasikan di 8 waduk tersebut memproduksi listrik dibawah kapasitas normal (*Indonesia Country Report, 2007*).

Peningkatan temperatur air laut khususnya saat El Niño 1997 telah menyebabkan masalah serius pada ekosistem terumbu karang. *Wetlands International* (Burke *et al.*, 2002) melaporkan bahwa El Niño pada tahun tersebut telah menghancurkan sekitar 18% ekosistem terumbu karang di Asia Tenggara. Pemutihan terumbu karang (*coral bleaching*) telah terjadi di banyak tempat seperti bagian Timur Pulau Sumatera, Jawa, Bali dan Lombok. Di Kepulauan Seribu sekitar 90-95% terumbu karang yang berada di kedalaman 25 m sebagian telah mengalami pemutihan.

Variasi cuaca seperti ENSO, telah memberikan kontribusi terhadap penyebaran penyakit seperti malaria, demam berdarah, diare, kolera, dan penyakit akibat vektor lainnya. *World Health Organization* (WHO) juga menyatakan bahwa penyebaran penyakit malaria dipicu oleh terjadinya curah hujan di atas normal dan dipengaruhi juga oleh pergantian cuaca yang kurang stabil, seperti setelah hujan lebat cuaca berganti menjadi panas terik matahari yang menyengat. Hal tersebut mendorong perkembangbiakan nyamuk dengan cepat.

Di Indonesia, peningkatan curah hujan di atas normal terjadi khususnya pada tahun-tahun La Niña. Kasus demam berdarah dengue (DBD) juga ditemukan meningkat signifikan pada tahun-tahun ini. Berdasarkan data kejadian DBD di berbagai kota besar di Indonesia, laju kejadian DBD di Pulau Jawa dari tahun 1992 sampai 2005 meningkat secara konsisten (*Indonesia Country Report, 2007*).

Menurut Departemen Kelautan dan Perikanan, dalam dua tahun saja (2005 - 2007) Indonesia telah kehilangan 24 pulau kecil di Nusantara.

Sebanyak 24 pulau yang tenggelam itu antara lain tiga pulau di Nanggroe Aceh Darussalam (NAD), tiga pulau di Sumatera Utara, tiga di Papua, lima di Kepulauan Riau, dua di Sumatera Barat, satu di Sulawesi Selatan, dan tujuh di kawasan Kepulauan Seribu, Jakarta. Mayoritas pulau kecil yang tenggelam tersebut diakibatkan oleh erosi air laut yang diperburuk oleh kegiatan penambangan untuk kepentingan komersial. Selain itu, bencana tsunami Aceh 2004 juga berdampak pada tenggelamnya tiga pulau kecil setempat. Kehilangan pulau-pulau kecil ini terutama yang berada di daerah perbatasan dengan negara lain akan berdampak hukum yang merugikan Indonesia. Karena dengan kehilangan pulau-pulau tersebut (yang semula jadi penentu tapal batas Indonesia dengan negara tetangga) wilayah perairan Indonesia akan berkurang. Hal ini perlu diantisipasi mengingat kemungkinan di wilayah tersebut terdapat sumber mineral.

Keragaman ekosistem di Indonesia memberikan warna tertentu pula pada ciri-ciri sosial budaya masyarakatnya. Penduduk dataran tinggi dan penduduk dataran rendah memiliki ciri-ciri yang saling berbeda. Ciri khas tersebut sangat terkait erat dengan kekhasan geografis dan ekologis. Perubahan mendasar pada pola iklim mikro dan ketersediaan air akan mempengaruhi sistem sosial dan pola interaksi masyarakat setempat. Antisipasi perubahan iklim di berbagai kawasan khas Indonesia harus menjadi pertimbangan pokok dalam setiap kebijakan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

1.3 Status Krisis Sosial Ekologis Indonesia

Kerusakan ekologis akumulatif dalam satu generasi terakhir telah memberikan sinyal lampu merah. Pengelolaan ekonomi tanpa penyelarasan implikasi sosial ekologisnya, yang ikut berperan penting dalam hilangnya jaminan keselamatan manusia dan keamanan sosial dalam proses perubahan ekonomi, telah mendorong perkembangan kegiatan-kegiatan produksi dan konsumsi sumber daya publik yang merusak lingkungan.

Selain itu, perubahan ekologis yang sangat mendasar telah mengubah pula pola-pola dasar interaksi sosial. Konversi lahan pertanian ke lahan yang bersifat non-pertanian menyebabkan berkembangnya kegiatan-kegiatan publik yang tidak memiliki basis sejarah ekonomi masyarakat disinyalir mempercepat terjadi kerusakan ekologis diberbagai wilayah Indonesia.

1.3.1 Tata Kelola Ruang dan Sumber Daya Alam

Selama ini pengelolaan proses pembangunan belum menggunakan secara ketat sebuah model akuntansi yang ketat untuk menjamin keamanan ketersediaan cadangan ruang, lahan, air, dan segala sumber-sumber daya publik yang dikandungnya. Di lain pihak, praktek kelembagaan dan praktek sosial dari alokasi ruang, lahan dan sumber-sumber daya alam masih sangat diwarnai oleh ketentuan-ketentuan sektoral yang bersifat parsial serta rendahnya kapasitas kelembagaan pada tingkat pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi program-program pembangunan baik pada tingkat lokal maupun pusat. Dengan kedua kelemahan tersebut di atas, sampai dengan saat ini telah terjadi pendalaman dan perluasan krisis, yang bukan saja mencakup tata guna lahan, perubahan tata guna lahan serta kehutanan (LULUCF) seperti rumusan yang digunakan oleh Protokol Kyoto tetapi juga meliputi kelangkaan dan konflik kepentingan atas hak dan akses pada lahan, air, sumber-sumber daya alam lokal termasuk bahan-bahan tambang, biomassa dari hutan, laut, serta infrastruktur wilayah.

1.3.1.1 Krisis Agraria

Lahan produksi pangan, sebagai contoh, terus mengalami penciptaan karena konversi dari lahan-lahan beririgasi ke fungsi-fungsi industri atau perkotaan. Lahan hutan sendiri dengan keragaman atas hak serta status kegunaan menurut ketentuan pemerintah telah menjadi suatu medan perebutan kepentingan yang pelik. Hal ini juga tercermin dari semakin buruknya ketersediaan syarat-syarat sosial ekonomi dari produsen pertanian pangan, antara lain karena proses konsentrasi kuasa atas lahan, tertekannya nilai tukar produk pedesaan serta dampak tidak langsung dari implementasi kebijakan-kebijakan sektoral yang tidak selaras. Besarnya krisis agraria ini, yang belum pernah mengalami pemulihan sistematis lewat kebijakan pembaruan agraria, menjadi salah satu faktor penting dalam peningkatan masalah kerusakan lingkungan secara umum. Untuk wilayah-wilayah pusat pemukiman khususnya kawasan kota-kota besar dan kota-kota sekunder tidak tercapainya sebuah model kendali terhadap penggunaan dan penguasaan lahan kota dan susur kota telah menyulitkan usaha untuk mengalokasikan lahan/ruang cadangan untuk mengakomodasi kebutuhan perluasan infrastruktur perkotaan dan industri. Perluasan wilayah perkotaan sendiri selama ini telah merambah wilayah-wilayah yang secara ekologis bersifat vital dan kritis bagi keberlanjutan daur-daur hidro-orologis setempat. Kasus klasik yang paling mencolok dalam hal ini adalah kegagalan pengendalian pembangunan di kawasan hijau wilayah tangkapan air Puncak, Bogor di Jawa Barat. Kasus ini tidak berdiri sendiri, dan dalam berbagai bentuknya, terjadi di wilayah lain di Jawa serta di pulau-pulau utama lainnya. Kekayaan sumber-sumber daya

alam sendiri juga telah menimbulkan masalah pelik, karena seperti yang terjadi di pulau-pulau luar Jawa, eksploitasinya seringkali menimbulkan dampak sosial dan ekologis yang mahal sekali bagi masyarakat setempat maupun bagi integritas ekosistem setempat. Model eksploitasi hasil hutan secara industrial dan besar-besaran yang berlangsung di pulau-pulau besar seperti Kalimantan dan Sumatera telah menghasilkan krisis yang sulit sekali proses pemulihannya. Meskipun selama ini diatur dengan berbagai ketentuan dan kelengkapan aparatus pemantauan dan pengendalian, eksploitasi industrial tersebut telah berperan penting dalam proses deforestasi serta munculnya rejim produksi hasil hutan illegal yang lebih sulit lagi dikendalikan.

1.3.1.2 Krisis Sumber Daya Air

Tidak dapat disangkal bahwa air sangat penting bagi kehidupan. Kekurangan akses terhadap air minum dan sanitasi serta buruknya lingkungan akan membawa dampak yang membahayakan kesehatan. Demikian juga ketersediaan air untuk pangan juga merupakan faktor yang sangat penting bagi keberhasilan program ketahanan pangan.

Pada tahun 1990 kebutuhan air dalam negeri adalah sekitar $3,169 \times 10^6$ m³, sedangkan angka proyeksi pada tahun 2000 dan 2015 berturut-turut sebesar $6,114 \times 10^6$ m³ dan $8,903 \times 10^6$ m³. Berarti persentasenya berkisar antara 10%/th (1990-2000) dan 6,67%/th (2000-2015) [Status Lingkungan Hidup Indonesia 2002]. Berdasarkan perhitungan kebutuhan air yang dilakukan oleh Ditjen Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum, Pulau Jawa (yang memiliki populasi dan jumlah industri tinggi), Bali, dan Nusa Tenggara Timur telah mengalami defisit air terutama pada musim kemarau. Defisit air ini akan bertambah parah pada tahun-tahun berikutnya akibat pertambahan penduduk dan meningkatnya kegiatan ekonomi

Di sisi yang lain, ketersediaan air baku untuk berbagai keperluan untuk sektor permukiman/domestik, pertanian, perikanan, peternakan, industri dan lingkungan sangat bergantung kepada iklim, sehingga sangat rentan terhadap perubahan iklim. Sarana penampung air (waduk, embung, dsb) yang secara total berkapasitas tampung 5% dari aliran limpasan hanya mampu menjamin sekitar 10% (700.000 ha) dari luas total jaringan irigasi yang ada. Sedangkan penyediaan air bersih dengan sistem pemipaan baru mencakup sekitar 37% dari penduduk perkotaan dan sekitar 8% untuk penduduk pedesaan. Sisanya dipenuhi dengan penggunaan air tanah terutama air tanah dangkal sehingga rawan dari aspek kuantitas dan kualitas terutama di musim kemarau. Kebutuhan air untuk industri banyak dipenuhi dari penyedotan air tanah dalam karena pasokan air dari permukaan tidak mencukupi. Penyedotan air tanah yang berlebihan

(melebihi kapasitas pasokan) menyebabkan penurunan muka tanah (*land subsidence*) yang menyebabkan meluasnya daerah rawan banjir dan intrusi air laut. Pemberian prioritas alokasi anggaran yang memadai untuk pembangunan sarana dan prasarana Sumber Daya Air dan kebijakan pengendalian penggunaan air tanah yang konsisten menjadi kunci solusi.

Perubahan mendasar terkait sumber daya air juga akan mengakibatkan perubahan pada sistem sosial. Wilayah-wilayah yang tadinya dikenal sebagai sumber-sumber air yang melimpah saat ini mengalami perubahan drastis. Hal ini meningkatkan perubahan pola kegiatan yang bersifat pertanian ke non-pertanian serta meningkatkan laju migrasi penduduk pedesaan ke kawasan semi-urban dan urban.

Kondisi sumber daya air mengalami ancaman akibat meningkatnya degradasi Daerah Aliran Sungai/DAS (tahun 1984 terdapat sejumlah 22 DAS kritis dan sekarang meningkat menjadi 62 DAS) yang menyebabkan menurunnya kuantitas dan kualitas aliran sungai. Hal tersebut antara lain disebabkan oleh penggundulan hutan dan praktek pengolahan tanah di bagian hulu DAS yang menyebabkan erosi dan sedimentasi di bagian hilir, pencemaran dari limbah industri, domestik, pertanian dan sampah padat, serta pencemaran dari praktek pertambangan baik di darat maupun di badan air/sungai. Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan banjir di musim hujan dan terjadinya kekeringan di musim kemarau.

Pencemaran kualitas air sungai juga telah mencapai kondisi yang membahayakan. Berdasarkan kelas kriteria mutu air pada tahun 2001/2002 tidak ada sungai yang memenuhi kriteria mutu air kelas I dan II terutama di bagian hilir. Di bagian hilir, kriteria mutu air pada umumnya dipenuhi untuk kelas III. Debit sungai menurun di musim kemarau; itu pun sangat buruk kualitas airnya akibat pencemaran. Perubahan iklim yang berkecenderungan meningkatkan intensitas curah hujan pada musim hujan dan penurunan curah hujan yang sangat tajam pada musim kemarau serta bertambah panjangnya periode musim kemarau akan memperparah kondisi yang terjadi saat ini.

Secara umum perubahan iklim akan membawa perubahan kepada parameter-parameter cuaca yaitu temperatur, curah hujan, tekanan, kelembaban udara, laju serta arah angin, kondisi awan, dan radiasi matahari. Perubahan pada curah hujan akan berdampak pada sektor-sektor yang terkait dengan air, yaitu sumber daya air, pertanian, infrastruktur (termasuk pemukiman, transportasi, Pembangkit Listrik Tenaga Air dan penataan ruang), perikanan, rawa dan lahan gambut, serta pantai.

Dampak perubahan iklim terhadap sektor-sektor terkait sumber daya air antara lain:

- Meningkatnya kejadian cuaca dan iklim ekstrim yang berpotensi menimbulkan banjir, tanah longsor dan kekeringan. Hal ini akan meningkatkan kerusakan prasarana dan sarana, menurunnya produksi pangan serta kerugian harta benda perorangan dan korban jiwa manusia, termasuk juga ancaman terjadi badai dan gelombang yang tinggi sehingga mengancam keselamatan pelayaran. Ancaman badai ini juga dapat menyebabkan terjadinya pengungsian penduduk yang tinggal pada dataran rendah pantai dan pulau-pulau kecil.
- Menurunnya kontribusi tenaga air pada penyediaan energi secara keseluruhan.
- Bertambahnya panjang pantai yang terkena erosi
- Meningkatnya ancaman intrusi air laut yang dapat mengakibatkan
 - Penurunan kuantitas dan kualitas pasokan air baku selama musim kemarau yang akan berdampak pada bertambahnya biaya untuk pengolahan air baku untuk air minum.
 - Ancaman pada sumber air minum (tempat pengambilan air di sungai) karena kenaikan muka air laut.
 - Dapat merusak fungsi sawah sebagai lahan pertanian dan merusak fungsi sungai sebagai sumber air tawar.
 - Kerusakan pada struktur bangunan.
 - Penurunan produksi perikanan akibat kekurangan pasokan air tawar terutama di musim kemarau.
 - Masalah-masalah sosial, ekonomi dan lingkungan pada daerah yang terkena dampak.
- Terganggunya transportasi air di darat pada pedalaman Kalimantan akibat menyusutnya muka air sungai di musim kemarau sehingga sungai tidak dapat dilalui oleh kapal besar.
- Meningkatnya kerentanan kebakaran pada lahan gambut akibat peningkatan temperatur dan berkurangnya curah hujan dimusim kemarau.
- Ancaman kerusakan habitat mangrove dan *coral reef* dan populasi ikan di perairan Indonesia
- Meningkatnya ancaman atas keanekaragaman hayati akibat perubahan tata guna danutupan lahan dan tekanan akibat meningkatnya jumlah penduduk
- Meningkatnya ancaman terjadinya peledakan penyakit seperti malaria, demam berdarah, kholera dan lain-lain.

1.3.1.3 Krisis Sistem Pendukung Kehidupan di Pemukiman

Model pengembangan sistem-sistem pendukung (infrastruktur) wilayah yang selama ini cenderung bias pada kawasan perkotaan telah membebani wilayah-wilayah pemukiman dan produksi pedesaan lewat

berbagai mekanisme penekanan atau penggusuran tidak langsung seperti disebutkan di atas. Upaya mitigasi lewat pengendalian deforestasi akan berhadapan dengan sebuah kondisi dimana sumber-sumber penghidupan lokal telah mengalami berbagai tingkat kerusakan. Kemiskinan pedesaan menjadi sumber penekan baru bagi kawasan hutan, di samping perluasan lebih lanjut dari eksploitasi hasil hutan industrial. Lebih jauh, krisis yang sama menjadi salah satu motor pendorong utama untuk gelombang migrasi dari sektor pertanian dan/atau wilayah pedalaman/pedesaan ke pusat-pusat perkotaan.

Kawasan perkotaan sendiri dengan segala keterbatasan kapasitas kelembagaan seperti tersebut di atas, tanpa dukungan dari kerangka kebijakan serta kecukupan keuangan yang sungguh-sungguh berorientasi pada jaminan keselamatan dan kesejahteraan penduduk kota, tidak pernah disiapkan untuk mengakomodasi proses urbanisasi yang khas tersebut. Air bersih, persampahan, tata-bangunan dan perumahan, serta penyediaan prasarana dan sarana transportasi masal, telah mendorong krisis sistemik di pusat-pusat perkotaan.

Dalam hal sampah, rata-rata penduduk Indonesia menghasilkan sampah kurang lebih sebanyak 2,75 liter per-orang per-hari. Sebagai contoh, DKI dengan jumlah penduduk 12 juta jiwa bisa menghasilkan sampah hingga 33 ribu m³ per-hari. Akibat sarana dan prasarana pengelolaan sampah yang tersedia belum mencukupi maka banyak sampah yang dibuang langsung ke lingkungan yang menyebabkan pencemaran, antara lain ke sungai dan tanah-tanah kosong serta ke laut. Selain itu terjadi konflik sosial yang berkaitan dengan pengelolaan tempat pembuangan akhir (TPA) sampah; bahkan hingga merenggut korban jiwa akibat pengelolaan TPA yang tidak tepat (meledaknya TPA Leuwi Gajah yang berlokasi di Kota Cimahi, Jawa Barat).

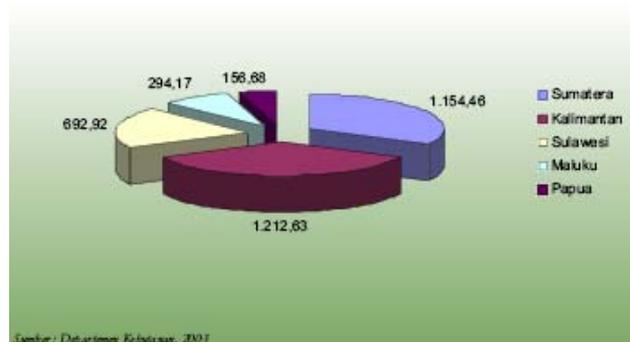
Pengelolaan sampah perkotaan di TPA masih menggunakan metoda *open dumping* sehingga gas metana yang dihasilkan dari proses dekomposisi anaerobik dapat terlepas ke atmosfer dan menyebabkan pemanasan global (potensi gaya radiasi pemanasan molekul CH₄ adalah 21 kali lebih besar dibandingkan molekul CO₂). Berdasarkan kajian pengukuran emisi gas CH₄ yang dilakukan di TPA Jekekong-Bandung (Driejana, 2007), setiap kilogram sampah bisa mengemisikan 0.0003335 kg CH₄ ke atmosfer. Bila diambil asumsi bahwa densitas sampah adalah sebesar 196,4 kg/m³ (Saptini, 2007), maka jumlah gas metana yang terlepas ke atmosfer pada tahun 2006 diperkirakan bisa mencapai 40 ton CH₄ atau setara dengan 841 ton CO₂.

Pencemaran udara yang meningkat pesat seiring dengan peningkatan aktifitas penduduk di sektor transportasi, industri, jasa, dan rumah tangga,

telah mengakibatkan terjadinya peningkatan penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Atas) serta penyakit lainnya seperti kanker, menurunnya tingkat kecerdasan anak, serta terlahirnya anak-anak autis dengan kadar logam berat yang melampaui rata-rata yang diperbolehkan. Selain itu, pembakaran bahan bakar di kendaraan bermotor bisa menghasilkan hidrokarbon aromatik polisiklik (*polycyclic aromatic hydrocarbon*) yang merupakan senyawa karsinogenik (dapat mengakibatkan penyakit kanker). Juga telah terjadi hujan asam di Indonesia dengan pH air hujan berkisar antara 4,5 sampai 5. Standar yang umum dipergunakan untuk menentukan telah terjadinya hujan asam adalah bilamana pH air hujan di bawah 5,6.

1.3.1.4 Sektor LULUCF

Mengenai kondisi hutan, penurunan penutupan lahan paling tinggi terjadi pada periode waktu 1997 – 2000, yakni seluas 2,83 juta ha (kawasan hutan dan non kawasan hutan) per-tahun dengan laju penurunan tertinggi terjadi di pulau Sumatera yakni 1,15 juta ha per-tahun, Kalimantan 1,12 juta ha per-tahun, Sulawesi 692 ribu ha per-tahun, Maluku 294 ribu ha per-tahun, dan Papua 156 ribu ha per-tahun (lihat **Gambar 1**).

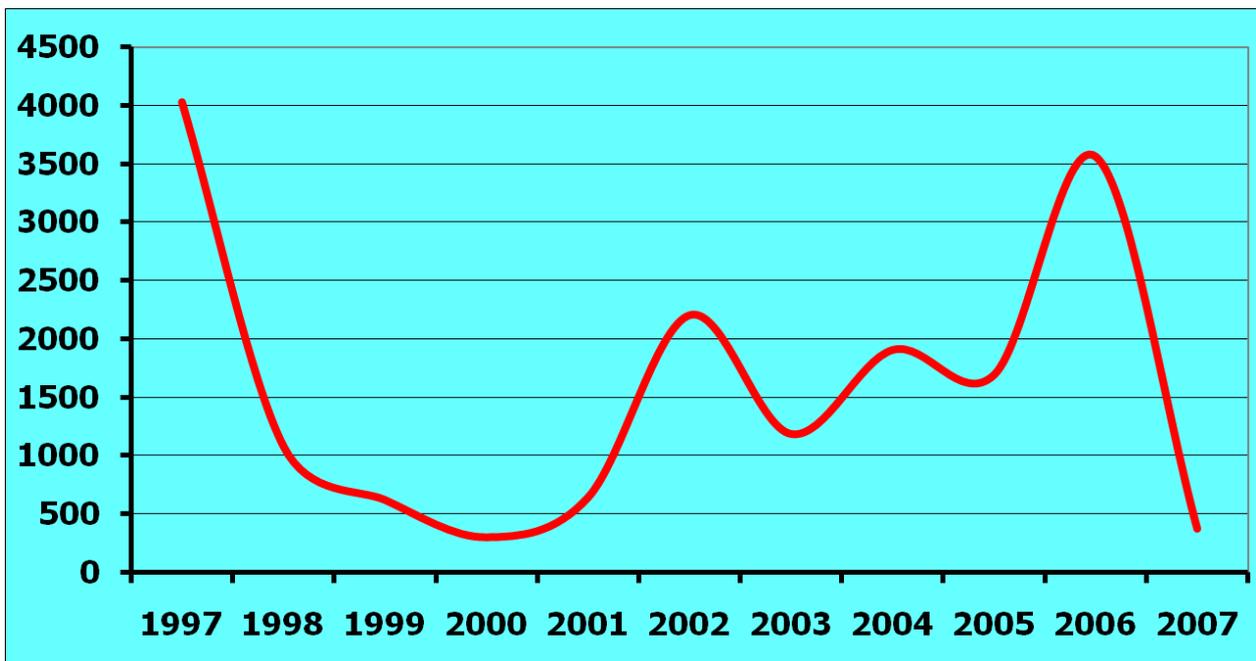


Gambar 1. Laju penurunan penutupan hutan 1997 – 2000 (ribu ha per-tahun)

Laju penurunan penutupan hutan tersebut di atas menurun pada periode 2000 – 2005 menjadi sebesar 1,08 juta ha per-tahun.

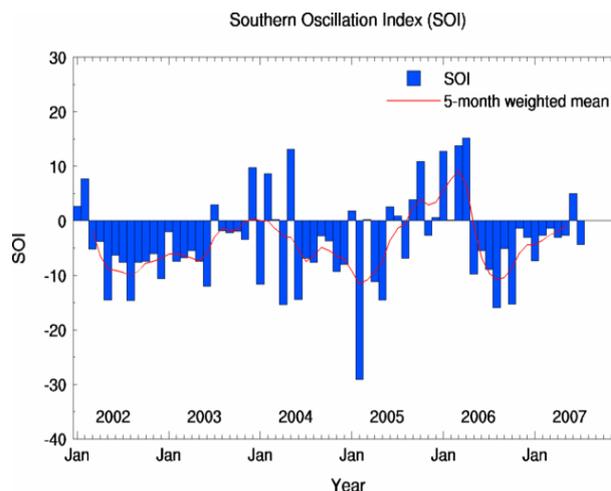
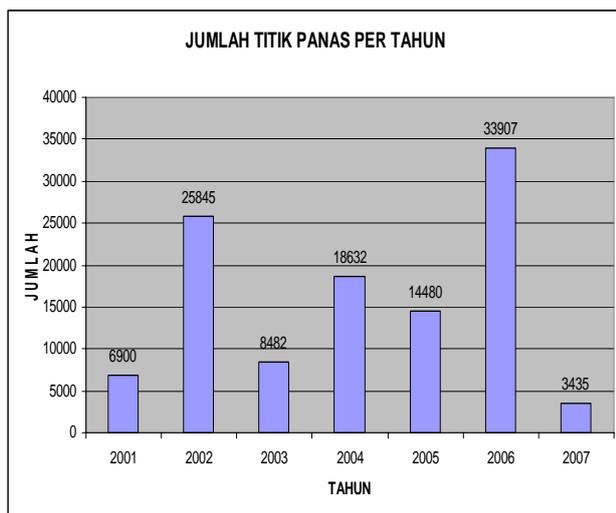
Sekitar 60% dari emisi gas rumah kaca Indonesia berasal dari sektor LULUCF (Indonesia: *The First National Communication*, 1999). Terdapat publikasi ilmiah internasional yang menyatakan bahwa kebakaran hutan dan ladang gambut di Indonesia pada tahun 1997 menyumbang 13 – 40% emisi karbon tahunan dunia [Page et al., 2002]. Walaupun hal tersebut masih menjadi perdebatan para pakar dalam teknik perhitungannya, namun Indonesia perlu melakukan upaya penurunan kebakaran hutan dan lahan. Emisi CO₂ akibat kebakaran hutan dan lahan gambut di Indonesia bisa dilihat pada **Gambar 2** berikut ini.

Hutan dalam konteks perubahan iklim dapat berperan sebagai *carbon sink* (penyerap karbon), *carbon storage* (penyimpan karbon), maupun *carbon source* (pengemisi carbon). Deforestasi dan degradasi bisa meningkatkan *source*, sedangkan aforestasi, reforestasi dan kegiatan penanaman lainnya meningkatkan *sink* dan *storage*. Emisi Gas Rumah Kaca yang terjadi di sektor LULUCF Indonesia bersumber dari deforestasi (konversi hutan untuk penggunaan lain seperti pertanian, perkebunan, pemukiman, pertambangan, prasarana wilayah) dan degradasi (penurunan kualitas hutan akibat *illegal logging*, kebakaran, *over cutting*, pembukaan lahan dengan membakar (*slash and burn*), dan perambahan).



Gambar 2. Emisi CO₂ [Juta ton] akibat kebakaran hutan di Indonesia (diolah dari Heil et al., 2007)

Kejadian El Niño, yang merupakan kondisi alam yang kering, merupakan faktor pendorong terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Indonesia. Selain didorong oleh El Niño, faktor manusia juga berperan dalam terjadinya kebakaran hutan tersebut. **Gambar 3** menunjukkan jumlah titik panas (*hot-spot*) dan fenomena El Niño-La Niña sepanjang tahun 2002-2007. Secara umum, dari gambar tersebut dapat dilihat adanya keterkaitan antara fenomena ENSO dan jumlah titik panas di Indonesia. Untuk itu, perlu dipersiapkan mekanisme antisipasi terhadap kemungkinan kejadian cuaca ekstrem melalui suatu sistem peringatan dini yang akurat dan informatif bagi seluruh lapisan masyarakat.



Nilai SOI positif = La Niña, Nilai SOI negatif = El Niño

Sumber: Australian Bureau of Meteorology

Gambar 3 Jumlah titik panas per-tahun dan SOI (Southern Oscillation Index) di Indonesia 2002-2007

Di sektor pertanian, menurut hasil perhitungan Departemen Pertanian, emisi sektor pertanian pada tahun 2005 sebesar 96,42 Juta ton CO₂e (**Tabel 1**). Jumlah tersebut sebagian besar (62%) berasal dari budidaya padi sawah.

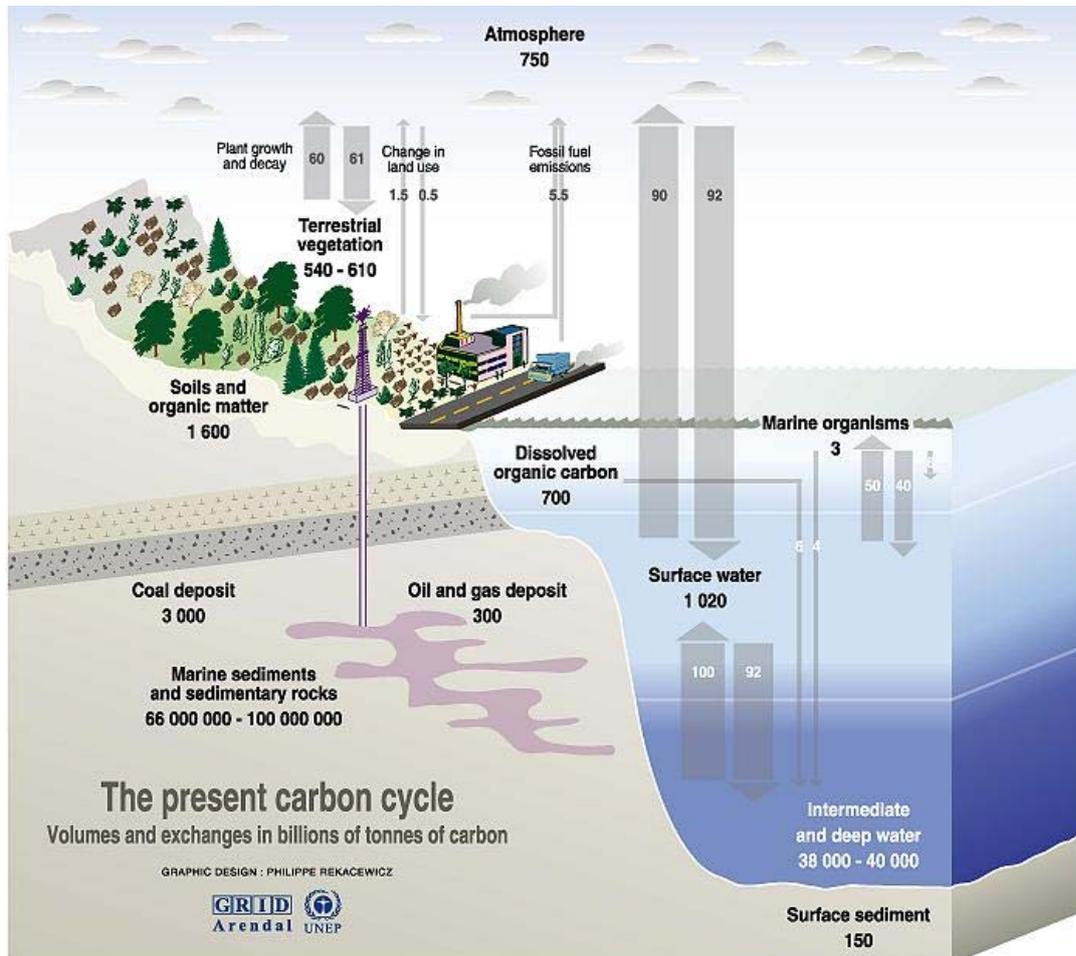
Tabel 1. Emisi Gas Rumah Kaca dari sektor pertanian

Kegiatan pertanian	Emisi GRK (Juta ton CO ₂ e)
Padi	61,781
Peternakan	19,338
Tanah pertanian	3,75
Pembakaran lahan (sabana, padang rumput, dan pertanian ladang berpindah)	3,619
Pembakaran sisa pertanian (jerami padi, jagung, tebu, dll)	7,932
Jumlah	96,42

1.3.1.5 Sektor Kelautan

Laut berperan penting dalam siklus karbon dunia. Hampir setengah dari jumlah oksigen yang kita hirup berasal dari hasil fotosintesa yang terjadi di laut. Seperti yang terjadi pada hutan, di laut terjadi proses penyimpanan dan pelepasan karbon. Total karbon yang disimpan di laut sekitar 50 kali lebih besar daripada yang ada di atmosfer. Seperti gambar di bawah ini, mekanisme pertukaran di laut sangat dinamis sehingga laut mampu menyimpan dan melepaskan karbon dengan nilai yang signifikan. Nilai pertukaran karbon di laut, yaitu sekitar 90 milyar ton/tahun dilepaskan ke

atmosfer dan 92 milyar ton/tahun diserap oleh laut. Selisih nilai ini, yaitu kurang lebih 2-3 milyar ton, adalah jumlah karbon yang terdapat di biomassa laut yang hidup di permukaan. Sedangkan karbon yang tersimpan di dasar laut dan laut dalam mencapai 38.000-40.000 milyar ton. Sebagai perbandingan, vegetasi darat melakukan siklus Karbon sebesar 60 miliar ton karbon yang dilepaskan dan 61 miliar ton karbon yang diserap (lihat **Gambar 4** berikut ini).



Sources: Center for climatic research, Institute for environmental studies, university of Wisconsin at Madison; Okanagan university college in Canada, Department of geography; World Watch, November-December 1996; Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge press university, 1996.

Gambar 4. Siklus karbon di darat, atmosfer, dan laut

Siklus karbon di laut dilakukan melalui 2 mekanisme, yaitu secara fisika dan biologi (*biological pump*). Gas CO₂ di atmosfer masuk ke laut karena adanya perbedaan antara tekanan parsial CO₂ di laut dan atmosfer serta kemampuan laut untuk melarutkan zat tersebut. Gas CO₂ di udara diikat oleh air laut dan digunakan oleh fitoplankton yang tersebar di permukaan air laut. Kontribusi fitoplankton dalam penyerapan karbon dunia mendekati 50%. Melalui proses fotosintesis dan respirasi, fitoplankton melakukan proses pertukaran karbon pada siang dan malam hari untuk kepentingan hidup mereka. Gas CO₂ yang dihasilkan oleh fitoplankton sebagian dilepaskan kembali ke atmosfer dan sebagian disimpan atau

kemudian ditransfer ke laut dalam atau sedimen dasar laut. Selain fitoplankton, biota laut lainnya turut melakukan proses pertukaran karbon, seperti pada terumbu karang, padang lamun dan mangrove.

Sama halnya dengan vegetasi di darat, fitoplankton memiliki klorofil-a yang mampu menyerap spektrum sinar matahari yang cukup tinggi. Selain itu, energi matahari diserap oleh air laut yang kemudian menyebabkan suhu permukaan laut bervariasi. Mekanisme inilah yang terekam oleh satelit. Melalui teknologi penginderaan jauh tersebut, jumlah produktivitas primer dan suhu permukaan laut dapat dihitung sehingga dapat diperkirakan berapa jumlah pertukaran CO₂ (*Carbon flux*) di laut. Perkiraan fluks karbon harus didukung oleh observasi yang kontinu mengenai kemampuan biota laut dalam melakukan *biological pump* dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi kesehatan lingkungan laut.

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki luas laut sebesar 5,8 juta km², dengan luas potensi terumbu karang sekitar 61.000 km², padang lamun 30.000 km² dan hutan mangrove seluas 93.000 km². Oleh sebab itu, laut Indonesia beserta sumberdayanya sangat berpotensi untuk menyerap dan melepaskan karbon (*carbon sink and carbon release*)

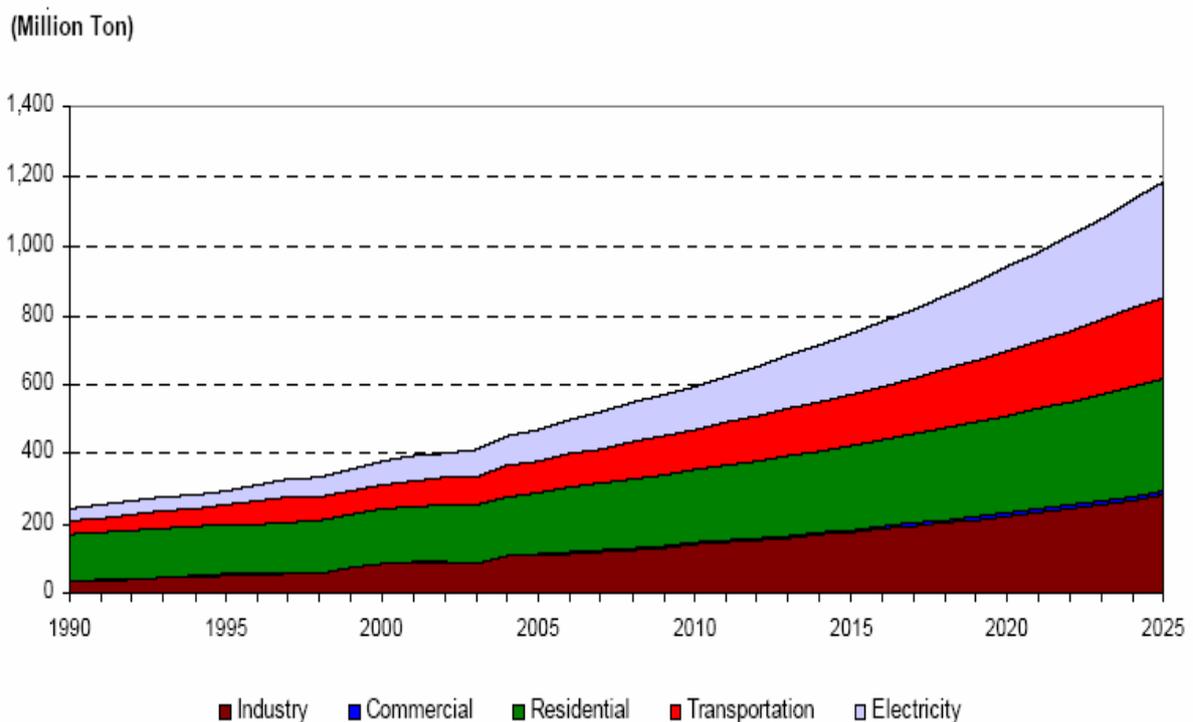
Perubahan iklim dapat mempengaruhi karakteristik laut seperti sirkulasi laut, siklus biogeokimia laut dan dinamika ekosistem. Faktor-faktor tersebut merupakan elemen penting dalam siklus karbon di laut. Saat ini, 48% karbon yang dilepaskan dari fosil fuel burning dilimpahkan ke laut dan jumlah tersebut mulai memberikan dampak pada laut. Gas CO₂ yang terus meningkat menyebabkan peningkatan konsentrasi ion hidrogen di dalam laut. Akibatnya, tingkat keasaman laut menjadi meningkat dan memberikan dampak pada ekosistem laut, seperti kematian masal terumbu karang, yang pada akhirnya berdampak pada degradasi lingkungan laut Indonesia

1.3.2 Tata Kelola Energi

Di sektor energi, konsumsi energi di Indonesia tumbuh sangat pesat sejak tahun 1970. Dalam periode 1970-2003 pertumbuhan konsumsi energi final Indonesia mencapai 7%, sedangkan pertumbuhan konsumsi energi dunia hanya mencapai 2,6%. Pada saat itu, Indonesia masih belum optimal dalam melakukan konservasi energi serta masih terbatas dalam pengembangan energi terbarukan. Kebijakan energi Indonesia sampai dengan tahun 2003 masih menempatkan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama sebesar 95%, sedangkan energi terbarukan hanya 5%.

Dari data *The First National Communication* diketahui bahwa pada tahun 1994, konsumsi energi di Indonesia, yang terdiri dari pemakaian di rumah tangga dan bangunan komersial, industri, transportasi, dan pembangkit listrik, menimbulkan emisi CO₂ sekitar 170,02 juta Ton. Emisi dari konsumsi energi tersebut merupakan 25% dari emisi keseluruhan Indonesia pada tahun 1994 yang sebesar 748,61 juta Ton CO₂. Jumlah emisi dari sektor energi yang dihasilkan Indonesia masih sangat kecil bila dibandingkan dengan negara maju. Data *International Energy Administration* menunjukkan bahwa untuk tahun 1994, emisi CO₂ dunia dari penggunaan energi (pembakaran bahan bakar fosil) adalah sekitar 21 miliar Ton. Dengan demikian, emisi CO₂ dari sektor energi di Indonesia pada tahun 1994 hanya menyumbang sekitar 0,81% terhadap emisi dunia dari konsumsi energi.

Pertumbuhan penduduk, ekonomi, dan perkembangan teknologi akan meningkatkan emisi CO₂. Tanpa adanya upaya intervensi untuk menurunkan emisi tersebut, pada tahun 2025 sektor energi Indonesia diperkirakan akan mengemisikan CO₂ sekitar 1.200 Juta ton (PE-UI, 2006). Hal tersebut bisa dilihat pada **Gambar 5** berikut ini.



Gambar 5. Prediksi emisi CO₂ dari sektor energi Indonesia tanpa upaya intervensi (Business as Usual – BAU)

1.4. Komitmen Indonesia Menjaga Iklim Global

Indonesia memberikan perhatian khusus pada pengelolaan lingkungan hidup sejak awal 1980-an. Besarnya kerusakan sosial ekologis sampai saat

ini merupakan tantangan nyata bagi Indonesia untuk mengambil prakarsa-prakarsa yang lebih berkesungguhan dalam perbaikan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Meskipun tidak memiliki kewajiban untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca, namun Indonesia sangat berkepentingan untuk berperan aktif dalam upaya global untuk menghambat laju penurunan kondisi biosfer karena perubahan iklim. Indonesia meratifikasi Konvensi Kerangka PBB mengenai Perubahan Iklim lewat UU No. 6 tahun 1994. Sepuluh tahun kemudian Indonesia meratifikasi Protokol Kyoto lewat UU No. 17 tahun 2004. Komitmen tersebut saat ini membutuhkan usaha dan tindakan nyata yang menyeluruh, mencakup seluruh sektor pengemisi gas rumah kaca. Komitmen tersebut harus pula secara serentak diterapkan dengan usaha perbaikan pemenuhan syarat kualitas hidup rakyat dan kualitas lingkungan hidup, dan tercermin dalam pengelolaan sektor-sektor produksi dan konsumsi prioritas untuk tindakan mitigasi dan adaptasi.

Dalam kaitan di atas Indonesia sudah melakukan beberapa kajian strategi nasional (*National Strategy Studies*) untuk sektor energi dan kehutanan. Disamping itu program-program yang potensial untuk menurunkan emisi baik dari sektor migas, kehutanan, transportasi, limbah padat, pemanfaatan energi baru dan terbarukan juga sudah diidentifikasi melalui kajian yang cukup komprehensif.

Strategi nasional beserta rencana aksi nasional (RAN) untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim merupakan panduan bagi usaha besar itu. RAN adalah sebuah instrumen dinamis yang secara berkala diperiksa daya guna dan kinerjanya serta diperbarui untuk memperbaiki efektivitasnya. Panduan ini juga harus cukup jelas menunjukkan pihak dan lembaga mana saja yang harus terlibat penuh dalam penerapannya serta bagaimana cara melaksanakan tindakan tersebut dalam pengelolaan sektor-sektor produksi dan konsumsi serta perubahan sosial ekologis. Rencana aksi dan cara penerapan serta pemantauan serta pengendalian kinerjanya harus mampu mengatasi rendahnya derajat koordinasi antar pemangku kepentingan (*stake holders*) beserta hambatan-hambatan kelembagaan dan sosialnya pada saat ini.

Oleh karenanya, RAN sebagai dokumen yang dinamis, perlu secara sistematis dan terencana melakukan rekayasa sosial terhadap seluruh lapisan masyarakat kearah pola hidup yang responsif terhadapantisipasi terjadinya perubahan iklim. Rekayasa sosial dilakukan secara spasial agar secara mikro dapat memperhatikan karakteristik sosial setempat. Melalui pendekatan ini diharapkan masyarakat dapat beradaptasi secara proaktif terhadap kebijakan dan program Pemerintah yang dituangkan dalam RAN.

Sangat mendesak untuk melakukan penyelarasan wilayah-wilayah kebijakan publik serta instrumen hukum dan perundang-undangan yang terkait, khususnya dalam sektor-sektor mitigasi dan adaptasi prioritas pembangunan termasuk sektor pengguna energi (seperti pembangkit listrik, industri, transportasi, serta domestik dan komersial), perdagangan, kehutanan, pertanian, perikanan/kelautan, pertambangan, dan infrastruktur.

Besarnya skala ruang dan capaian dari upaya penerapan rencana aksi nasional membutuhkan cara kerja, pemantauan, dan pengukuran hasil kinerja yang baru dan lebih pendek rantai-kendalinya untuk mampu mengatasi fragmentasi fungsi tugas pokok sektoral yang selama ini terjadi. Oleh karenanya, instrumentasi ketentuan publik untuk mengawal strategi pembangunan berkelanjutan beserta rencana aksi nasional, termasuk instrumen fiskal dan ekonomi pendukungnya, harus disertai dengan cara penerapan yang terpadu pada wilayah-wilayah kelola sosial ekologis yang menjadi sasaran aksi nasional, agar bisa dipantau dan diukur secara terus menerus perubahan dan kinerja pelaku-pelaku perubahannya.

Rangkaian tindakan yang secara spasial terpadu tersebut harus secara tegas mendorong perubahan jenis, cara dan modalitas investasi serta aliran barang dan dana untuk memperbaiki kerusakan sosial ekologis secara terpadu di seluruh wilayah kepulauan Indonesia.

Indonesia telah melakukan beberapa upaya untuk mengimplementasikan konvensi dan protokol dalam mengantisipasi dampak perubahan iklim, yang meliputi mitigasi dan adaptasi yaitu antara lain:

1.4.1. Upaya Mitigasi

Pengembangan Institusi

- Pembentukan Komisi Nasional Mekanisme Pembangunan Bersih (Komnas MPB) berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 206/05 sebagai *Designated National Authority (DNA)* yang bertujuan untuk memberikan persetujuan nasional terhadap usulan kegiatan proyek CDM (*Clean Development Mechanism*) yang telah memenuhi kriteria pembangunan berkelanjutan. Komnas MPB beranggotakan 9 departemen yang diketuai oleh Deputi III Menteri Lingkungan Hidup.
- Selama dua tahun sejak berdirinya Komnas MPB (sampai Bulan Agustus 2007), usulan kegiatan proyek CDM yang telah disetujui oleh Komnas MPB sejumlah 24 proyek, dan 10 diantaranya sudah teregistrasi secara internasional di Badan Eksekutif UNFCCC. Dari 24 proyek tersebut, total emisi yang dapat diturunkan sebesar 33.079.993 ton CO₂eq. 

Sektor Energi

- Undang-undang Nomor 17 tahun 2006 tentang Perubahan atas Undang-undang Nomor 10 tahun 1995 tentang Kepabeanan, yang membebaskan/memberikan keringanan bea masuk atas impor peralatan teknologi bersih
- Undang-undang Nomor 30 tahun 2007 tentang Energi
- Instruksi Presiden No. 10/2005 tentang Penghematan Energi
- Instruksi Presiden Nomor 1/2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) sebagai Bahan Bakar Lain
- Peraturan Presiden No. 5/2006 tentang Kebijakan Energi Nasional
- Peraturan Menteri ESDM Nomor 1122K/30/MEM/2002 tentang Pembangkit Listrik Skala Kecil dengan Menggunakan Energi Terbarukan (PSK Tersebar)
- Peraturan Menteri ESDM Nomor 0002/2004 tentang Kebijakan Pengembangan Energi Terbarukan dan Konservasi Energi (Pengembangan Energi Hijau)
- Peraturan Menteri DESDM 0031/2005 tentang Petunjuk Pelaksanaan Penghematan Energi
- Peraturan Menteri ESDM Nomor 002/2006 tentang Pengusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Terbarukan Skala Menengah
- Monitoring emisi pencemaran udara untuk sektor industri yang telah dilakukan Kementerian Lingkungan Hidup melalui program PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan) dan sektor transportasi melalui program langit biru untuk uji emisi kendaraan bermotor.
- Pelaksanaan Program Desa Energi Mandiri, yaitu program penyediaan sumber energi listrik seperti yang dilakukan di Subang dengan memanfaatkan tenaga air. Sampai dengan tahun 2006, hampir seluruh kota/kabupaten di Sulawesi Selatan membangun lebih dari 3.000 unit pembangkit listrik tenaga surya.
- Pelaksanaan program Produksi Bersih dan Efisiensi Energi (CP-EE/*Cleaner Production and Energy Efficiency*) untuk Industri yang menggunakan energi intensif, seperti semen, besi dan baja, pupuk, pulp dan kertas, tekstil, pembangkit listrik, dll.
- Mengatur dan melarang impor barang-barang yang tidak ramah lingkungan.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 7 tahun 2007 tentang Baku Mutu Emisi Sumber tidak Bergerak bagi Ketel Uap.

Sektor LULUCF

- Penanganan kebakaran hutan
 - Peraturan Pemerintah Nomor 4/2001 tentang Pengendalian Kerusakan dan atau Pencemaran Lingkungan Hidup yang Berkaitan dengan Kebakaran Hutan dan atau Lahan
 - Upaya preventif kebakaran hutan yang meliputi: pemantauan dengan satelit, pemantauan di lapangan terhadap perusahaan-

- perusahaan, pemantauan kualitas udara, dan pemberdayaan masyarakat agar mengubah pola pembukaan lahannya dari membakar menjadi tidak membakar atau terkontrol. Upaya preventif ini dilakukan dengan meningkatkan partisipasi masyarakat sekaligus mengupayakan peningkatan pendapatan masyarakat (terkait program pengentasan kemiskinan) petani penggarap di daerah rawan kebakaran, antara lain melalui pemberian bantuan peralatan teknis untuk pembukaan lahan tanpa bakar, serta pembinaan dan pelatihan para petani.
- o Pembentukan Manggala Agni yang bertugas untuk memantau, mencegah, dan menanggulangi kebakaran hutan.
 - Diterbitkannya Instruksi Presiden No. 4 tahun 2005 tentang Pemberantasan Penebangan Kayu secara Ilegal di Kawasan Hutan dan Peredarannya di Seluruh Wilayah Republik Indonesia. Dalam Inpres ini Presiden memerintahkan kepada 12 kementerian, Kejaksaan, Kepolisian Republik Indonesia, TNI, dan pimpinan pemerintahan daerah untuk melakukan percepatan pemberantasan penebangan kayu secara ilegal di kawasan hutan dan peredarannya di seluruh wilayah Republik Indonesia.
 - Penanganan pada lahan yang terkena banjir dan juga untuk menghindari terjadinya banjir. Pengelolaan ini bertujuan untuk menghindari timbulnya emisi gas metan dari penumpukan sampah domestik akibat banjir.

Peningkatan Kapasitas

- Untuk mendorong kegiatan proyek CDM di Indonesia, telah dilakukan kegiatan sosialisasi CDM kepada para pemangku kepentingan, yakni instansi terkait, pemerintah daerah, masyarakat, sektor privat, legislatif, asosiasi, para pimpinan perusahaan, serta perguruan tinggi. Kegiatan ini telah dilakukan di 5 regional yaitu Sumatera, Jawa, Kalimantan, SUMAPAPUA (Sulawesi, Maluku dan Papua), serta Bali dan Nusa Tenggara.

1.4.2. Adaptasi

Pengembangan Institusi

- Penyusunan draft Strategi Nasional Adaptasi yang berfungsi sebagai bagian dari proses komitmen pemangku kepentingan dalam melaksanakan adaptasi terhadap perubahan iklim. Dalam proses penyusunan dokumen tersebut dilakukan pula upaya peningkatan kepedulian para staf yang terlibat dalam proses pengambilan keputusan di masing-masing instansi/departemen.

Sektor LULUCF

- Pengelolaan pesisir pantai secara terpadu melalui *Integrated Coastal Management* yang dilakukan melalui penanaman hutan bakau (*mangrove*): di pantai utara Jawa (Pemalang, Batang, Brebes, Pekalongan, Tegal), pantai timur Sumatera, dan beberapa propinsi (Nangroe Aceh Darussalam, Sumatera Utara). Program ini antara lain bertujuan untuk memberdayakan potensi masyarakat termasuk kaum perempuan, mencegah kerusakan tanaman pantai yang juga berfungsi untuk penyerapan karbon. Hal tersebut juga untuk mengembangkan potensi ekonomi yang lain seperti ekowisata, pembuatan arang dari batok kelapa untuk daerah pantai sehingga sumber energi yang dipergunakan masyarakat tidak berasal dari kayu bakau. Sebagai contoh, program penanaman bakau di Kecamatan Ulujami (Kabupaten Pemalang) mengusahakan budidaya kepiting bakau yang menghasilkan kepiting cangkang lunak (*soft shell*).
- Penyusunan draft Pedoman Konservasi Air (sumur resapan dan penampungan air) dan Gerakan Nasional Kemitraan Penyelamatan Air.
- Pengelolaan terumbu karang dilakukan dengan cara transplantasi seperti yang dilakukan di Perairan Sabang. Transplantasi karang adalah pencangkakan atau pemotongan koloni karang hidup untuk dipindahkan dan ditanam atau dipindahkan ke tempat lain, dengan tujuan untuk mempercepat regenerasi terumbu karang yang rusak.
- Pembangunan struktur penguat pantai digunakan untuk mengurangi erosi air laut pada pesisir pantai seperti yang dilakukan di Tanah Lot menggunakan model *tetrapod*. Namun tidak semua lokasi dapat menggunakan model yang sama, karena teknologi yang digunakan pada suatu lokasi harus memperhatikan pola arus gelombang laut setempat.

Peningkatan Kapasitas

- Rencana pendirian Sekolah Lapang Iklim (SLI) di 25 propinsi (150 kabupaten/kota) untuk meningkatkan pemahaman tentang informasi iklim dan pemanfaatannya bagi petani. Sekolah Lapang Iklim yang telah berdiri sampai saat ini adalah di Indramayu yang dimulai pada tahun 2003. Pendirian SLI tersebut merupakan kerjasama antara Departemen Pertanian, BMG, Pemerintah Daerah, dan IPB, dan NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

1.4.3. Upaya yang mendukung Mitigasi dan Adaptasi secara simultan

Pengembangan Institusi

- Pembentukan Komisi Nasional Perubahan Iklim melalui Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 53/2003. Anggota Komisi Nasional ini merupakan perwakilan dari departemen dan institusi terkait dengan masalah perubahan iklim.

- Revisi UU No. 23/1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup yang akan memasukkan masalah perubahan iklim menjadi satu pasal tersendiri.
- Penyusunan Peraturan Presiden tentang Perubahan Iklim yang akan berfungsi sebagai peraturan payung dalam seluruh kegiatan terkait dengan pengendalian dampak perubahan iklim, baik dari aspek inventarisasi gas rumah kaca, pengembangan sistem pemantauan perubahan iklim dan dampaknya, mitigasi maupun adaptasi.

Sektor LULUCF

- Rehabilitasi lahan dan reboisasi
 - Gerakan Nasional Rehabilitasi Lahan (Gerhan) adalah penanaman hutan kembali pada 59 juta ha lahan kritis di Indonesia. Program ini lebih difokuskan pada daerah aliran sungai (DAS) yang luasnya 3 juta ha. Pada tahun 2003-2007 telah tercapai penanaman pada area seluas 4 juta ha.
 - Program Menuju Indonesia Hijau (MIH) yaitu program pengawasan kinerja kabupaten terhadap penataan peraturan perundang-undangan di bidang konservasi sumber daya alam dan pengendalian kerusakan lingkungan. Program ini sudah berlangsung dari tahun 2006 dengan kategori daerah dataran tinggi, rendah dan pulau kecil. Sasaran program MIH ini adalah: meningkatnya tutupan vegetasi (perbaikan tata air, kestabilan tanah, dan pesisir), menurunnya laju kemerosotan keanekaragaman hayati, meningkatnya konservasi energi, dan meningkatnya perlindungan lapisan atmosfer. Hal ini sejalan dengan pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 47/1997 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional dan Undang-Undang Nomor 26/2007 tentang Penataan Ruang.
- Pengelolaan lahan gambut
 - Instruksi Presiden Nomor 2/2007 tentang Revitalisasi dan Rehabilitasi Lahan Gambut Berkelanjutan
 - Penyusunan draft Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan
 - Kementerian Lingkungan Hidup melakukan inventarisasi dan pemetaan karakteristik gambut. Informasi ini selanjutnya disampaikan oleh KLH kepada pemerintah daerah dan instansi terkait guna pembuatan tata ruang dan keperluan perijinan.
 - Melakukan pemulihan lingkungan gambut dengan cara membendung kanal-kanal untuk meningkatkan dan menjaga muka air tanah lahan gambut.
- Program pemulihan DAS. Berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan No: 284/Kpts-II/1999 ditetapkan bahwa DAS yang perlu ditangani sebanyak 472 DAS yang terbagi menjadi DAS prioritas I sebanyak 62 DAS, DAS prioritas II 232 DAS, dan DAS prioritas III 178 DAS.

- *Heart of Borneo* adalah nama yang diberikan untuk kawasan hutan hujan tropis di Kalimantan seluas 22 juta ha yang saling terhubung dan membentang melintasi Indonesia, Malaysia, dan Brunei Darussalam. Kawasan tersebut terdiri dari kawasan konservasi dan budidaya yang dikelola secara berkelanjutan. Deklarasi *Heart of Borneo* ditandatangani pada tanggal 12 Pebruari 2007. Deklarasi ini memuat komitmen bersama ketiga negara untuk mengelola kawasan hutan Kalimantan secara berkelanjutan.
- Penyempurnaan kebijakan pertanahan. Kebijakan pertanahan yang baik bisa berdampak secara tidak langsung pada reduksi emisi melalui pengurangan laju degradasi dan deforestasi. Kejelasan hak dan kewajiban, khususnya berkaitan dengan hak atas tanah, akan mengurangi dampak negatif dan membuat pengguna tanah lebih mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim.

Sektor Kelautan

- Pada pertemuan menteri-mentari Kelautan dan Perikanan Asia Pasifik (APEC) di Bali pada bulan September 2005, diadopsi rencana aksi "**Bali Plan of Action**". Dokumen ini merupakan acuan bagi negara-negara dikawasan Asia Pasifik dalam pengelolaan berkesinambungan sumberdaya laut untuk mengantisipasi perubahan iklim yang berdampak pada pembangunan nasional.
- Selanjutnya, pada bulan September 2007, dalam rangka KTT APEC di Sydney, Australia, para pemimpin 21 anggota APEC mendukung inisiatif yang diprakarsai Indonesia dalam bidang kelautan yaitu: "**Coral Triangle Initiative**" (CTI). Usulan Indonesia ini disampaikan bersama-sama dengan 5 negara lain, yakni Malaysia, Filipina, Papua Nugini, Timor Leste dan Kepulauan Solomon. Salah satu agenda utama program CTI adalah adaptasi dan mitigasi dampak perubahan iklim di level regional melalui konservasi dan preservasi 75.000 km² terumbu karang di 6 negara CT-6.
- Untuk wilayah perairan "*semi-enclosed water*", sesuai Konvensi Hukum Laut Internasional 1982 (UNCLOS-1982) pasal 122-123, Indonesia menjalin kerjasama dengan Australia dan Timor Leste melalui program "**Arafura and Timor Seas Expert Forum**" (ATSEF) untuk menjalin kerjasama, antara lain, dalam perlindungan ekosistem laut dan konservasi di wilayah Laut Arafura dan Laut Timor. Demikian pula, di wilayah perairan bagian utara Indonesia, telah dijalin kerjasama dengan Malaysia untuk konservasi laut, melalui program Sulu-Sulawesi Marine Ecoregion (SSME).

BAB II

TUJUAN DAN STRATEGI PEMBANGUNAN NASIONAL MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Sebagai negara kepulauan, Indonesia sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Dengan kondisi sebagai negara berkembang, kemampuan Indonesia dalam melakukan adaptasi terhadap perubahan iklim belumlah sebaik negara-negara maju. Oleh karena itu dikhawatirkan bahwa pembangunan yang sedang dilaksanakan pemerintah bisa terhambat karena dampak perubahan iklim. Golongan yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim adalah masyarakat miskin yang juga merupakan golongan yang paling terkena dampak terhambatnya pembangunan nasional. Dengan demikian, respon terhadap perubahan iklim harus mengikutsertakan program pengentasan kemiskinan. Strategi tiga jalur (*triple track strategy*), yakni *pro-poor*, *pro-job*, dan *pro-growth* harus menjadi bagian integral dalam strategi nasional menghadapi perubahan iklim.

Strategi nasional menghadapi perubahan iklim juga perlu diarahkan pada pengembangan rekayasa sosial agar masyarakat dapat mengalami perubahan sosial terencana, sistematis dan menyeluruh yang dapat memberikan manfaat bagi kelangsungan kehidupan sosial dan ekologi.

2.1 Pola Pembangunan

Transformasi ekonomi dan sosial paska kemerdekaan untuk memperbaiki kualitas hidup rakyat Indonesia, selama ini berlangsung dalam konteks dinamika ekonomi politik dalam dan luar negeri yang tidak selalu sejalan dengan kepentingan nasional. Fokus pembangunan yang berpusat pada pertumbuhan ekonomi, kestabilan politik, dan pemerataan, berjalan dengan basis eksploitasi sumber daya alam yang kurang mempertimbangkan keberlanjutan. Oleh karena itu, selain strategi tiga jalur di atas, perlu juga dikembangkan jalur yang ke-empat, yakni *pro-environment*, yang berbasiskan pembangunan berkelanjutan.

Pembaruan infrastruktur produksi serta pembentukan kapital lewat integrasi ekonomi nasional dan perluasan sektor-sektor produksi khususnya dalam satu generasi terakhir juga telah menciptakan faktor-faktor penekan sosial ekologis pada sistem-sistem pendukung kehidupan di seluruh kepulauan. Syarat keamanan sosial yang sangat penting bagi perbaikan dan pelestarian lingkungan belum menjadi prinsip pembangunan.

Agar dapat terbentuk integrasi antara strategi tiga jalur (*triple track strategy*), yaitu *pro-poor*, *pro-job*, dan *pro-growth* dengan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan, masyarakat perlu memperoleh informasi

dan terlibat secara aktif. Dalam hal ini, kesiapan masyarakat untuk menerima perubahan menjadi sangat penting untuk diperhatikan. Selain itu, sudah seharusnya dikembangkan pola pembangunan yang terintegrasi untuk terlaksananya pembangunan berkelanjutan.

2.2 Tujuan Pembangunan Nasional dengan Agenda Antisipasi Perubahan Iklim

2.2.1. Agenda Mitigasi

Sebagai turunan komitmen Indonesia dalam usaha global menghambat laju kerusakan sistemik dari lingkungan biosfer dan sistem-sistem sosial ekonomi global akibat perubahan iklim, pengelolaan kinerja ekonomi dan kualitas hidup rakyat sekarang harus secara tegas mengacu juga pada sasaran-sasaran reduksi emisi gas rumah kaca dan intensitas energi. Sasaran-sasaran mitigasi tersebut akan sangat sulit sekali dicapai selama unsur-unsur penekan yang menjadi kendala pencapaian keselamatan manusia dan keamanan sosial, produktivitas sosial untuk memenuhi syarat kualitas hidup, serta pemeliharaan keberlanjutan layanan alam tidak serta-merta juga direduksi. Perluasan deforestasi dan degradasi lahan khususnya dalam dasawarsa terakhir adalah salah satu pelajaran mahal dari kegagalan pengelolaan ekonomi yang hanya mengacu pada pencapaian ketiga prinsip dasar tersebut di atas.

Pada tingkat kehidupan sosial, sasaran mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim akan bersinggungan dengan cara berpikir publik (*public mind-set*) sampai dengan pola hidup (*life-style patterns*). Rekayasa sosial dalam kesiapan masyarakat menuju cara berpikir dan pola hidup yang sesuai dengan dampak perubahan iklim perlu dikembangkan secara sistematis dan terencana.

Dengan demikian, sasaran-sasaran mitigasi sektor-sektor ekonomi prioritas, yaitu sektor energi, industri (termasuk UKM), kehutanan, pertanian-perikanan, infrastruktur; harus dirumuskan strategi pencapaiannya serta pilihan skenarionya, bukan saja lewat optimasi internal masing-masing sektor, melainkan juga dengan mempertimbangkan kerangka pertimbangan yang bisa disebut sebagai "wilayah mitigasi sosial ekologis", yaitu perbaikan dalam ketiga prinsip dasar (keselamatan manusia/alam, produktivitas, dan kelangsungan layanan alam). Wilayah mitigasi sosial ekologis ini, meskipun secara formal bersifat sekunder dalam konteks komitmen Indonesia pada Konvensi Kerangka Perubahan Iklim dan Protokol Kyoto, tetap merupakan bagian strategis dari tujuan pembangunan nasional yang juga sangat berperan dalam menjamin pencapaian sasaran mitigasi perubahan iklim.

2.2.2. Agenda Adaptasi

Adaptasi terhadap perubahan iklim merupakan aspek kunci yang harus menjadi agenda pembangunan nasional dalam rangka mengembangkan pola pembangunan yang tahan terhadap dampak perubahan iklim dan gangguan anomali cuaca yang terjadi saat ini danantisipasi dampaknya ke depan. Tujuan jangka panjang dari agenda adaptasi perubahan iklim di Indonesia adalah terintegrasinya adaptasi perubahan iklim ke dalam perencanaan pembangunan nasional.

Saat ini, Indonesia yang sudah rentan terhadap resiko bencana alam, seperti banjir, longsor, erosi, badai tropis, dan kekeringan, akan menghadapi resiko yang lebih besar lagi ke depan akibat perubahan iklim. Apabila langkah-langkah penanganan yang konkret tidak segera dilaksanakan, maka target-target Pembangunan Milenium (*Millennium Development Goals*) untuk bidang-bidang yang berkaitan dengan kemiskinan, kelaparan, dan kesehatan akan sulit dicapai. Bahkan, ada kemungkinan, target-target pembangunan yang telah tercapai selama puluhan tahun ini, juga terancam

Oleh karena itu, agenda adaptasi perubahan iklim harus diimplementasikan dalam kerangka pembangunan berkelanjutan dengan mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan ekologi. Pembangunan yang hanya mementingkan pencapaian tujuan ekonomi semata tanpa memperhatikan kelestarian alam akan menambah kerentanan Indonesia terhadap perubahan iklim. Pelaksanaan kegiatan adaptasi juga harus berjalan bersamaan dengan usaha pemberantasan kemiskinan dan kegiatan pembangunan ekonomi karena masyarakat miskin merupakan golongan masyarakat yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim.

Pembangunan kemampuan adaptasi terhadap perubahan iklim di masa depan harus didasarkan pengalaman dan kemampuan yang dibangun dalam mengatasi resiko iklim saat ini. Dengan demikian, penyusunan agenda adaptasi terhadap perubahan iklim harus dikaitkan dengan Rencana Aksi Nasional Pengurangan Resiko Bencana (RAN-PRB). RAN-PRB yang telah disusun oleh Pemerintah Indonesia merupakan bentuk komitmen terhadap Resolusi PBB 63/1999. RAN-PRB bertujuan untuk mengurangi faktor-faktor penyebab resiko bencana termasuk yang berkaitan dengan lingkungan hidup dan sumber daya alam seperti perubahan iklim.

Upaya adaptasi harus dilakukan melalui beberapa pendekatan: 1) mengintegrasikan agenda adaptasi perubahan iklim ke dalam rencana pembangunan nasional seperti Rencana Pembangunan Jangka Menengah dan Jangka Panjang, 2) meninjau kembali dan menyesuaikan

inisiatif atau program yang ada sehingga menjadi tahan (*resilience*) terhadap perubahan iklim, 3) melembagakan pemanfaatan informasi iklim sehingga mampu mengelola resiko iklim, 4) mendorong daerah otonom untuk mengintegrasikan pertimbangan resiko iklim ke dalam perencanaan pembangunan daerah, 5) memperkuat informasi dan pengetahuan untuk mengurangi resiko iklim sekarang dan masa yang akan datang, 6) memastikan tersedianya sumber daya dan pendanaan yang berasal dari dalam negeri untuk kegiatan adaptasi serta memanfaatkan semaksimal mungkin bantuan pendanaan internasional, 7) memilih opsi *no-regrets* (tanpa penyesalan), yakni mengambil tindakan adaptasi, meski misalnya perubahan iklim tidak terjadi, sehingga manfaat yang diperoleh selain dapat mengurangi kerentanan terhadap perubahan iklim sekaligus mendatangkan manfaat bagi pembangunan nasional, dan 8) mendorong terbentuknya dialog nasional sehingga dapat mempercepat proses pengimplementasian agenda adaptasi perubahan iklim di Indonesia.

2.3 Prinsip Pengelolaan Pembangunan Nasional

Untuk mencapai tujuan dan manfaat ganda tersebut di atas, RAN harus terus-menerus dipantau dan diperbaiki ketaatannya pada asas kebijakan/ketentuan publik pembangunan nasional sebagai berikut:

Pertama, penyelarasan semua instrumen kebijakan dan hukum agar perluasan kegiatan ekonomi dan pemeliharaan daya saing dari sistem-sistem produksi utama taat pada ketiga syarat kelayakan sosial ekologis pembangunan berkelanjutan (keselamatan manusia/alam, produktivitas, dan kelangsungan layanan alam).

Kedua, instrumen utama dari kepatuhan tersebut adalah integrasi dan penyelarasan penggunaan ruang beserta penggunaan sumber-sumberdaya publik, untuk mengatasi "status quo" ego sektoral yang menjadi penghambat cita-cita pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

Ketiga, pencapaian sasaran-sasaran mitigasi perubahan iklim beserta sasaran-sasaran sosial ekologis yang menyertainya, harus dilakukan lewat penyesuaian pola konsumsi dan produksi berkelanjutan dari segenap pelaku perubahan.

Keempat, integrasi setiap sasaran mitigasi dan adaptasi dengan aspek-aspek sosial budaya melalui persiapan sosial dan rekayasa sosial yang dilakukan berbasiskan pada kekhasan masyarakat dan lingkungan setempat.

2.4 Kerangka Waktu Strategi dan Pelaksanaan Rencana Aksi Nasional

AKSI SEGERA : 2007 - 2009

Dalam kurun waktu yang pendek, harus dapat dicapai syarat kelengkapan instrumentasi pelaksanaan serta dukungan kelembagaan dari rencana aksi nasional dalam menghadapi perubahan iklim (RAN-PI), beserta cakupan penyelarasan antar sektor dan wilayah-wilayah kelola prioritasnya. Di samping itu, harus telah dicapai syarat kelengkapan infrastruktur informatik minimal yang diperlukan berbagai pelaku kunci dalam proses kolaborasi. Informasi yang perlu dihimpun termasuk pemetaan sosial yang terkini agar dapat diikuti perkembangannya dari waktu ke waktu. Pemetaan sosial dapat digunakan sebagai basis kebijakan yang mengintegrasikan dinamika kependudukan (kualitas, kuantitas dan mobilitas) dengan perubahan iklim.

AKSI JANGKA PENDEK : 2009 - 2012

Sampai dengan batas waktu berakhirnya masa komitmen pertama dari penerapan Protokol Kyoto di tahun 2012, penerapan RAN di setiap sektor mitigasi dan adaptasi prioritas, khususnya sektor energi, kehutanan, pertanian, pertambangan, infrastruktur, dan kesehatan, harus mencapai sasaran reduksi mandiri (sukarela atas prakarsa Indonesia sendiri), untuk mengantisipasi berlakunya rejim pengelolaan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim yang baru. Pembaruan modalitas tata-kelola urusan publik harus dapat diukur terutama dalam kinerja pengembangan investasi dan perluasan ekonomi yang bisa memperbaiki kondisi sosial ekologis di seluruh negeri, serta bisa mempertahankan produktivitas dari sistem-sistem produksi vital seperti pangan dan barang kebutuhan pokok rakyat lainnya. Tingkat capaian pemulihan kerusakan tersebut akan sangat menentukan daya capai usaha mitigasi Indonesia untuk perubahan iklim, karena kondisi sosial-ekologis Indonesia tersebut di atas.

Dari sisi sosial, diharapkan pula telah terbentuk pembauran basis-basis rekayasa sosial budaya menuju pola hidup baru terutama pada sektor-sektor mitigasi dan adaptasi di sektor kehutanan, pertanian dan kesehatan yang akan sangat berpengaruh dalam kehidupan masyarakat. Pembauran aspek sosial terhadap sektor-sektor mitigasi dan adaptasi perubahan iklim diarahkan pada integrasi dinamika sosial/kependudukan yaitu kuantitas (pertumbuhan, kelahiran/kematian), kualitas (derajat kesehatan, produktifitas dan kohesivitas) dan mobilitas (distribusi/migrasi) dengan faktor lingkungan (ketersediaan sumber daya/tingkat kerusakan dan pencemaran).

AKSI JANGKA MENENGAH : 2012 - 2025

Kinerja penerapan RAN jangka pendek yang berakhir pada tahun 2012 beserta seluruh hasil evaluasinya akan menjadi salah-satu pertimbangan

utama untuk pemrograman dan penerapan rencana aksi jangka-menengah. Dalam masa penerapan jangka menengah tersebut, pencapaian sasaran-sasaran mitigasi dari sektor-sektor prioritas harus disertai dengan pencapaian sasaran-sasaran adaptasi segenap sektor kehidupan rakyat terhadap potensi dampak negatif perubahan iklim pada sistem-sistem pendukung kehidupan dan kelangsungan layanan alam di seluruh kepulauan Indonesia. Selain itu, pada aksi jangka menengah sudah harus terbentuk basis-basis sosial budaya yang sesuai dengan antisipasi kejadian perubahan iklim dalam kurun waktu jangka panjang. Secara spesifik harus dapat dicapai sasaran reduksi resiko bencana yang dapat diukur dengan lugas, tercermin antara lain dalam pengetahuan dan kesadaran warga negara tentang modalitas kehidupan beresiko dalam perubahan iklim, serta ketersediaan infrastruktur pendukung kehidupan dan sistem-sistem produksi vital beserta instrumen prosedural untuk pengelolaan dan pemanfaatannya.

AKSI JANGKA PANJANG : 2025-2050

Proses belajar jangka panjang untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, yang mencakup kurun waktu satu generasi sampai dengan 2050, bukan saja harus bisa menjamin ketahanan dan daya hidup bangsa Indonesia, tetapi juga harus bisa memperbaiki ketiga syarat sosial ekologis tersebut di atas secara berkelanjutan.

2.5 Strategi Spesifik untuk Wilayah Kebijakan Kunci

Pedoman prinsip pembangunan nasional yang terutama hendak dicapai dengan penerapan RAN, harus bisa dijalankan dan tercermin dalam wilayah-wilayah kebijakan kunci yang selama ini justru menjadi wilayah bermasalah dalam penyelarasan tujuan-tujuan pengelolaan kinerja ekonomi dengan tujuan-tujuan perbaikan sosial-ekologis nasional. Wilayah-wilayah tersebut adalah sebagai berikut:

- A. Pembaruan protokol tata-laksana penyelenggaraan pengelolaan urusan publik serta penyelarasan peran fungsi dan tugas kelembagaan lembaga-lembaga publik secara umum.
- B. Pembaruan kebijakan fiskal, moneter, dan anggaran untuk menjadikan ketiga wilayah kebijakan tersebut sebagai pendukung utama dari proses mitigasi dan adaptasi perubahan iklim beserta sasaran sosial-ekologis yang menyertainya. Secara khusus, ketiga kebijakan tersebut harus semaksimal mungkin mengekspresikan biaya-biaya sosial-ekologis dari segenap sektor produksi dan konsumsi.
- C. Pembaruan kebijakan investasi dan penciptaan pelaku investasi-investasi baru yang berpusat pada perbaikan sosial ekologis dan mitigasi serta adaptasi perubahan iklim, untuk mendorong perluasan ekonomi yang fleksibel dan responsif terhadap perubahan iklim.

- D. Vitalisasi kebijakan pengembangan dan penapisan teknologi untuk menjamin pencapaian sasaran-sasaran mitigasi dan adaptasi perubahan iklim serta sasaran-sasaran perbaikan sosial-ekologis di seluruh wilayah Indonesia.
- E. Penerapan kewilayahan dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumber-sumber-daya publik, termasuk sumber daya alam dan sumber daya buatan, dengan kepekaan pada pertimbangan migrasi serta perubahan kependudukan karena proses perubahan, maupun sebagai akibat dari perubahan iklim. Integrasi sektor-sektor pembangunan harus berdasarkan pada rencana tata ruang yang sesuai dengan tuntutan pemulihan kerusakan lingkungan dan pengayaan sumber daya alam.
- F. Dua wilayah kebijakan terpenting dalam mitigasi (sektor energi dan LULUCF) dan adaptasi harus mentaati pedoman pembangunan di atas, dan harus dilakukan integrasi kebijakan dalam sektor LULUCF, yang sampai saat ini masih terfragmentasi dalam 5 portfolio kebijakan (pertanian, kehutanan, infrastruktur, pertanahan, dan tata ruang).
- G. Pemodelan informasi pembangunan yang memadukan semua langkah, tujuan, sasaran dan kebijakan di seluruh sektor
- H. Menitikberatkan arah pembangunan untuk pemulihan kualitas lingkungan yang diselaraskan dengan strategi tiga jalur (*pro-poor, pro-growth, pro-employment*) yang berbasis pembangunan berkelanjutan.
- I. Transformasi sosial budaya dalam menghadapi perubahan iklim dengan melakukan kesiapan sosial dan rekayasa sosial (*social engineering*) yang bersifat lokal dan sesuai dengan ekosistem setempat
- J. Menerapkan kebijakan pembangunan yang membatasi eksploitasi sumberdaya alam, dan lebih mendorong upaya pengayaan sumberdaya alam & sumber daya manusia (*natural & human resources enrichment*).

2.6 Sektor-Sektor Produksi dan Pelayanan Kepentingan Umum

Sektor-sektor ekonomi prioritas yang diselaraskan dengan upaya perlindungan lingkungan dan pembangunan sumber daya manusia yaitu:

- a. Pertanian
- b. Kehutanan
- c. Sumber Daya Air
- d. Kelautan dan Perikanan
- e. Energi
- f. Pertambangan
- g. Pengolahan & Manufaktur
- h. Infrastruktur
- i. Pariwisata
- j. Kependudukan (kuantitas, kualitas, dan mobilisasi penyebaran)

Pada sisi penaksiran dampak perubahan iklim serta adaptasi terhadapnya, RAN harus bisa mendorong integrasi serta penajaman tujuan-tujuan, sasaran, dan instrumentasi kebijakan dalam wilayah-kebijakan sebagai berikut:

- a. Kesehatan
- b. Pendidikan
- c. Ketenagakerjaan
- d. Kependudukan
- e. Pengelolaan wilayah dan pemukiman, tata ruang
- f. Pengembangan kapasitas ilmu dan teknologi
- g. Pengembangan kapasitas pengelolaan dampak bencana

Dalam hal ini, RAN sebagai sebuah instrumen kebijakan dinamis yang secara berkala dievaluasi, diperbarui dan diperbaiki, secara bertahap akan mensyaratkan integrasi kebijakan dari sektor-sektor mitigasi dan adaptasi prioritas dalam implementasinya, sampai dengan periode jangka menengah (2025).

2.7 Kondisi keterbatasan waktu dan skala ruang dari RAN

Tidak tersedia banyak waktu untuk menerapkan strategi pembangunan berkelanjutan lewat pelaksanaan RAN. Dengan demikian RAN harus dilaksanakan dengan komitmen politik penuh dari pemerintah Republik Indonesia dan segenap pelaku perubahan utama lainnya.

Tindakan mitigasi serta adaptasi untuk perubahan iklim, terutama yang menyangkut wilayah kebijakan tata-guna lahan, air dan sumber-sumber energi hayati, pertanian pangan, dan kehutanan, juga sangat peka akan skala ruang atau wilayah. Optimasi untuk beberapa agenda kebijakan tersebut acapkali hanya efektif untuk skala yang melampaui batas-batas kewenangan sebuah wilayah administratif, seperti misalnya sebuah daerah aliran sungai, sebuah segmen wilayah pesisir yang peka perubahan iklim, atau wilayah pertanian produksi pangan utama di satu pulau. RAN mensyaratkan kesediaan pemerintah daerah yang saling berdekatan secara kewilayahan atau berkaitan sektor kebijakannya untuk bekerja-sama, dan bila dibutuhkan, melakukan re-negosiasi batas-batas kewenangan yang ada.

BAB III

RENCANA AKSI NASIONAL MITIGASI DAN ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Sebagai respon terhadap perubahan iklim yang sedang dan diperkirakan akan terus terjadi, Rencana Aksi Nasional terfokus pada usaha mitigasi dan adaptasi. Mitigasi pada dasarnya merupakan usaha penanggulangan untuk mencegah terjadinya perubahan iklim yang semakin buruk, sedangkan adaptasi merupakan upaya penyesuaian pola hidup dan sarananya terhadap perubahan iklim.

Secara umum, untuk menunjang pelaksanaan kegiatan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, maka diperlukan penegakan hukum yang tegas, tata pemerintahan yang baik (*Good Governance*), persiapan dan rekayasa sosial, serta sosialisasi dan pendidikan yang intensif.

3.1 MITIGASI

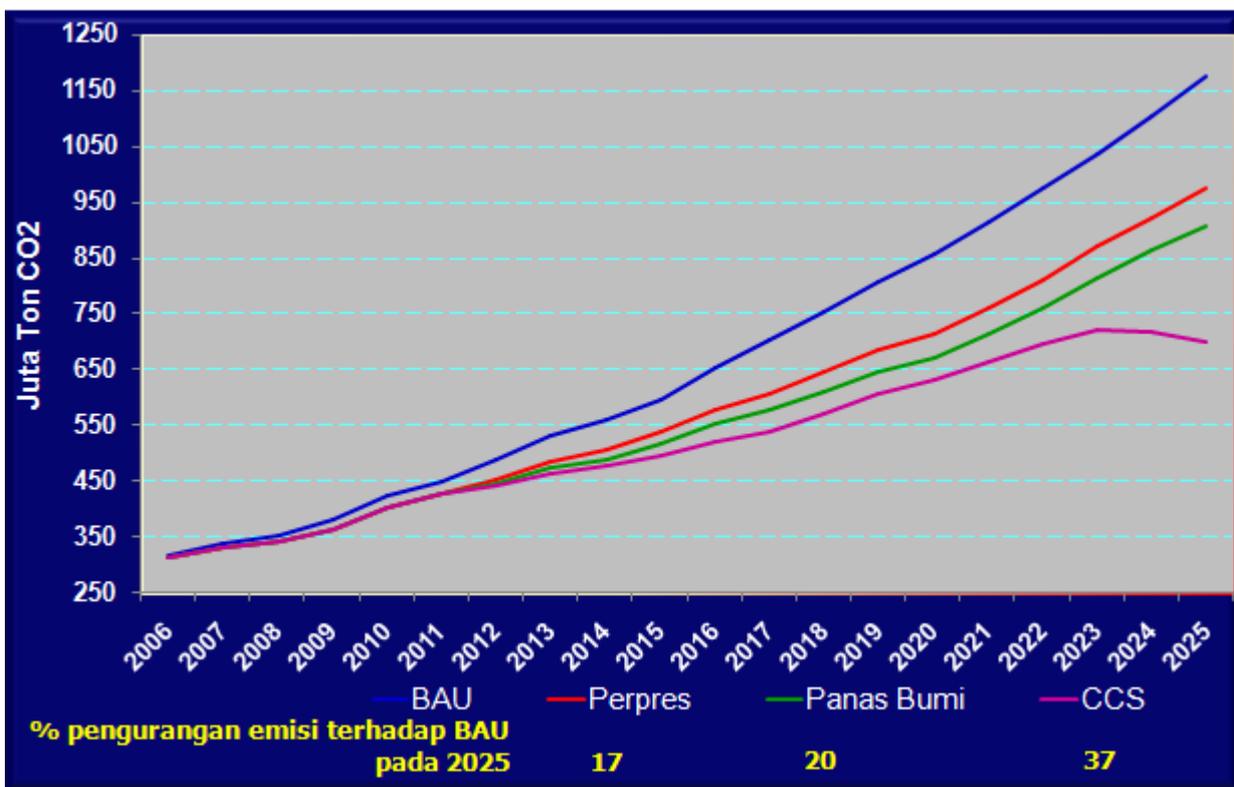
Upaya mitigasi bertujuan untuk menurunkan laju emisi Gas Rumah Kaca (GRK) global sehingga konsentrasi GRK di atmosfer masih berada dalam tingkatan yang dapat ditolerir. Walaupun Indonesia belum berkewajiban menurunkan emisi GRK, tetapi karena sangat rentan terhadap perubahan iklim maka dirasa perlu untuk turut melakukan mitigasi khususnya pada sektor energi dan LULUCF. Seiring dengan semakin lengkapnya data, tidak tertutup kemungkinan dimasukkannya beberapa sektor yang lain dalam upaya mitigasi.

Untuk mengukur efektifitas pelaksanaan kegiatan mitigasi pada berbagai sektor, pengembangan kemampuan dan sistem kelembagaan dalam penyusunan inventarisasi gas rumah kaca akan mendapatkan perhatian yang khusus.

3.1.1 SEKTOR ENERGI

Pada tahun 2003 komposisi konsumsi energi Indonesia terdiri dari minyak bumi sebesar 54,4%, gas bumi 26,5%, batu bara 14,1%, PLTA 3,4%, panas bumi 1,4%, dan energi baru terbarukan lainnya sebesar 0,2%. Pada tahun tersebut, emisi CO₂ dari sektor energi mencapai 258,67 juta ton. Krisis energi yang dipicu naiknya harga minyak dunia hingga menembus level US\$ 70 per-barrel pada Agustus 2005 memaksa Pemerintah menaikkan harga Bahan Bakar Minyak pada 1 Oktober 2005. Pada awal tahun 2006, pemerintah mengeluarkan PERPRES No 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Dalam PERPRES tersebut, diharapkan terjadi peningkatan prosentase penggunaan energi baru dan terbarukan serta upaya konservasi energi.

Komposisi bauran energi (*mix energy*) yang diharapkan bisa tercapai pada tahun 2025 sesuai dengan PERPRES tersebut adalah sebagai berikut: minyak bumi 20%, batu bara 33%, gas alam 30%, bahan bakar nabati (*biofuel*) 5%, panas bumi 5%, sumber energi baru terbarukan lainnya 5%, dan batu bara yang dicairkan (*liquefed coal*) sebesar 2%. **Gambar 6** di bawah ini menunjukkan upaya penurunan emisi CO₂ melalui berbagai program, yakni diversifikasi dan konservasi (sesuai PERPRES 5 tahun 2006), pembangunan pembangkit listrik Geotermal (di luar target PERPRES 5 tahun 2006), dan penerapan teknologi *Carbon Capture and Storage* – CCS.



Gambar 6. Upaya penurunan emisi CO₂ di sektor energi melalui berbagai program, diversifikasi dan konservasi (PERPRES), pembangkit listrik tenaga Geotermal, dan penerapan CCS

Tanpa melakukan upaya penurunan emisi, diperkirakan emisi CO₂ dari sektor energi di Indonesia bisa mencapai 1.200 juta Ton pada tahun 2025. Dengan melakukan upaya diversifikasi sumber energi (dengan target penggunaan energi baru dan terbarukan sebesar 17% dari komposisi energi nasional) dan upaya konservasi, maka emisi CO₂ ditargetkan bisa turun hingga 17% terhadap skenario *Business as Usual* (BAU). Bila dilakukan maksimalisasi panas bumi hingga mencapai 8,4% dari energi nasional (melebihi target PERPRES yang sebesar 2%) emisi CO₂ akan turun lebih jauh menjadi 20%. Sedangkan penerapan teknologi *Carbon Capture and*

Storage (CCS) pada sektor pembangkit listrik akan mampu menekan emisi CO₂ hingga 37% pada tahun 2025.

Untuk mendukung upaya mitigasi di sektor energi dan mencapai bauran energi seperti yang direncanakan, maka harus dilakukan tiga hal pokok, yaitu:

- Diversifikasi energi
- Konservasi energi
- Penerapan teknologi bersih (seperti *Carbon Capture and Storage - CCS*)

Melihat dan memperhatikan hal-hal tersebut di atas beberapa pemecahan permasalahan yang perlu segera diambil sebagai kebijakan di sektor energi antara lain:

1. Diversifikasi energi

- a. Melakukan pemetaan potensi, penelitian, dan pengembangan energi baru dan terbarukan yang sesuai dengan karakteristik Indonesia.
- b. Memberikan insentif terhadap pengembangan dan penggunaan energi baru dan terbarukan.
- c. Mendorong penetapan harga-harga (barang, teknologi, dan bahan bakar) secara lebih rasional, dengan menghitung dan memasukkan biaya-biaya sosial dan biaya lingkungan (*internalizing the external costs*) dalam biaya produksi dan/atau harga jual produk & teknologi tsb. Sebagai contoh, Nordhaus (2007) menyarankan besaran carbon tax sebesar US\$ 30 per-ton emisi CO₂.
- d. Peningkatan peran serta daerah dalam pengembangan energi terbarukan
- e. Mendorong pertumbuhan ekonomi yang berbasis pada pertumbuhan energi rendah polusi dengan cara meningkatkan penggunaan energi baru dan terbarukan, disertai dengan menghilangkan subsidi bahan bakar fosil secara bertahap.
- f. Melakukan pembangkitan energi yang terdesentralisasi (*decentralised energy system*), diantaranya melalui "*island space grid system*" dimana sistem pembangkitan, transmisi dan distribusi tenaga listrik dilakukan tidak lagi seluruhnya terpusat, tapi diatur berdasarkan jaringan per-pulau dengan memanfaatkan jaringan lokal (*local grid system*). Pembangkitan energi terdesentralisasi ini harus diupayakan untuk menggunakan sumber energi baru dan terbarukan khususnya yang tersedia secara lokal.
- g. Membangun lebih banyak infrastruktur untuk teknologi rendah emisi

2. Konservasi Energi

- a. Penyebaran informasi tentang konservasi energi pada pengguna energi
- b. Insentif dan disinsentif melalui mekanisme finansial
- c. Regulasi untuk implementasi konservasi energi pada semua sektor pengguna dan penerapan standar hemat energi
- d. Menurunkan intensitas energi (*energy intensity*), diantaranya dengan menerapkan "*carbon labelling*" dalam pembuatan produk industri.
- e. Menggunakan sains dan teknologi untuk mengembangkan produk ringan (*light-weight products*), fungsional, efisien, dan berkualitas.
- f. Membuat dan menerapkan standarisasi bangunan hemat energi.

Implementasi program di atas membutuhkan komitmen yang kuat, program realisasi nyata disertai dengan perangkat hukumnya. Untuk itu diperlukan keikutsertaan negara-negara maju untuk membantu negara-negara berkembang dalam hal transfer teknologi energi yang diperlukan berikut pendanaannya. Dalam hal ini salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan memanfaatkan program *Clean Development Mechanism* (CDM).

Dengan memperhatikan kekuatan-kelemahan dan peluang-tantangan yang ada, maka pencapaian program pengembangan teknologi energi harus didasarkan pada posisi geografis, pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, gaya dan standar hidup, dan isu lingkungan serta aspek penting lainnya, yang semuanya itu perlu dituangkan dalam bentuk perencanaan energi jangka panjang yang dilakukan secara arif dan bijaksana. Selain itu, faktor kesiapan sosial akan menentukan antisipasi penggunaan energi menghadapi perubahan iklim. Kesiapan masyarakat untuk mengubah pola penggunaan energi penting dilakukan dalam setiap langkah kebijakan energi. Basis rumah tangga sebagai unit analisis sosial dalam perubahan kebijakan energi nasional yang antisipatif terhadap perubahan iklim perlu dipertimbangkan sebagai salah satu pendekatan strategis.

Dengan keterbatasan sumber energi tak terbarukan, maka untuk memenuhi kebutuhan energi di masa mendatang, harus diterapkan penggunaan bauran energi (*energy mix*) yang terpadu dan optimal serta harus lebih mengarah kepada energi berbasis teknologi ramah lingkungan, dibandingkan dengan energi berbasis sumber daya (*resource base*) yang bersifat tidak terbarukan. Untuk itu, peningkatan teknologi dan transfer pengetahuan di bidang energi menjadi sangat penting untuk dikembangkan.

Memperhatikan uraian tersebut di atas maka rencana kerja mitigasi untuk sektor energi adalah sebagai berikut:

KONSERVASI ENERGI

Bagian dari sasaran utama penerapan rencana aksi nasional untuk perubahan iklim adalah penurunan intensitas energi, melalui upaya peningkatan efisiensi dan penerapan teknologi bersih serta optimasi manfaat sosial ekologis dari investasi di seluruh sistem-sistem produksi prioritas.

Dengan telah diterbitkannya Instruksi Presiden Republik Indonesia No. 10 tahun 2005 tentang Penghematan Energi dan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 0031 tahun 2005 tentang Tata Cara Pelaksanaan Penghematan Energi, maka kegiatan konservasi energi lebih mudah dilaksanakan sejak tahun 2006. Sebagai contoh pelaksanaan upaya penghematan energi di daerah, Pemda Yogyakarta telah melakukan penggantian bola lampu jalan dengan lampu hemat energi dan memasang meteran listrik untuk setiap 10 lampu jalan. Kegiatan tersebut berdampak pada penurunan biaya listrik secara signifikan (mencapai Rp. 500 juta/bulan). Kegiatan yang berdampak pada penurunan emisi gas rumah kaca dari kegiatan penghematan energi semacam ini perlu disosialisasikan kepada pemda dan dapat diusulkan sebagai programatik CDM.

Pemerintah, melalui Kementerian Lingkungan Hidup, akan menyiapkan pedoman inventarisasi dan penetapan target pengurangan emisi gas rumah kaca. Pedoman tersebut akan digunakan oleh pemerintah daerah propinsi dan kabupaten kota sehingga mereka dapat melakukan penghematan energi dari berbagai kegiatan, misalnya dari kegiatan rumah tangga, perkantoran, hotel, penerangan jalan, dan lainnya. Pada saat ini lampu hemat energi dan peralatan lain yang terkait dengan penghematan energi masih mahal harga jualnya, sehingga agar dapat bersaing dengan teknologi yang tidak hemat energi perlu diberikan pemberian insentif dan keringanan fiskal sesuai dengan Pasal 6 PERPRES No. 5 tahun 2006.

Pentingnya gaya hidup hemat energi perlu dikampanyekan secara terus menerus kepada seluruh lapisan masyarakat. Selain menggunakan berbagai jenis media dan sarana, pendidikan hemat energi ini juga perlu masuk dalam kegiatan pendidikan, mulai dari tingkat taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.

Implementasi konservasi energi dan energi terbarukan juga didorong oleh kenaikan harga energi dunia pada tahun 2005. Sektor-sektor pengguna

mulai melakukan konservasi energi dan menggunakan energi terbarukan walau menghadapi beberapa kendala, yaitu:

- Kurangnya informasi metode, teknologi konservasi, dan energi terbarukan yang benar.
- Masalah permodalan.
- Terbatasnya pola insentif yang mendukung implementasi.
- Belum dimasukkannya biaya *externalities* dari dampak lingkungan pada harga bahan bakar fosil, sehingga harga energi baru dan terbarukan masih belum kompetitif terhadap bahan bakar fosil.

Berdasarkan Rencana Induk Konservasi Energi Nasional (RIKEN), masih banyak terdapat peluang penghematan energi yang bisa dilakukan. Peluang penghematan energi di berbagai sektor tersebut adalah sebagai berikut:

Sektor industri	: 15-30%
Sektor transportasi	: 25 %
Sektor rumah tangga dan bangunan komersial	: 10-30%.

Konservasi energi adalah hal pertama yang dapat dilakukan dengan segera dan dengan hasil yang jelas untuk penurunan emisi. Upaya berikutnya adalah pemanfaatan energi baru dan terbarukan serta *fuel switching* (mengganti sumber energi menjadi lebih rendah emisi CO₂). Salah satu kendala optimalisasi konservasi energi dan energi terbarukan adalah harga energi fosil yang masih disubsidi.

Hal yang harus segera dilakukan dalam jangka pendek untuk konservasi energi adalah sebagai berikut:

- Diseminasi informasi konservasi energi mulai dari teknik sampai dengan perubahan gaya hidup ke seluruh sektor pengguna
- Standarisasi peralatan hemat energi dan pemberlakuan insentif pada peralatan hemat energi, termasuk penerapan mekanisme fiskal terkait
- Penerapan regulasi terkait, contohnya untuk audit energi dan penerapan manajemen energi pada industri dan fasilitas berskala tertentu

Bila berbagai program penghematan energi ini berhasil dilakukan dengan baik, diperkirakan Indonesia dapat melakukan penghematan energi sebesar 10-30%. Dengan demikian, *demand side management* yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran pengguna energi kepada konservasi dan efisiensi energi perlu mendapat prioritas dalam pengelolaan energi secara nasional.

Transportasi

Penurunan emisi GRK sektor transportasi bisa dicapai melalui penerapan standard emisi, inspeksi dan perawatan, dan sistem transportasi berkelanjutan (*environmentally sustainable transport*). Pembangunan transportasi massal yang ramah lingkungan, seperti kereta listrik ataupun bus ber-bahan bakar gas, sangat mendesak untuk dikembangkan di berbagai wilayah guna mengurangi emisi gas rumah kaca (baik yang ditimbulkan oleh kendaraan pribadi ataupun peningkatan emisi akibat kemacetan lalu lintas karena kepadatan kendaraan pribadi dan umum). Guna menekan emisi gas rumah kaca di sektor transportasi, perlu dibudayakan gerakan jalan kaki untuk jarak tempuh yang pendek. Sebagai contoh, jalan kaki sejauh 1 km bisa menekan emisi CO₂ sekitar 222 gram dibandingkan dengan menggunakan mobil. Oleh karena itu, perlu dibangun sarana untuk pejalan kaki. Selain itu, perlu dibangun fasilitas jalan sepeda dan sepeda motor elektrik serta fasilitas pengisian baterainya di kota-kota metropolitan. Perlu diberikan insentif dan kebijakan fiskal agar investor mau melakukan pembuatan kendaraan elektrik. Mobil hibrida juga merupakan salah satu solusi untuk menekan konsumsi energi.

Industri

Menerapkan penghematan energi, teknologi bersih, dan prinsip 5R (*rethink, reduce, recycle, recovery, dan reuse*) pada sektor industri yang berpotensi mengemisikan CO₂ dalam jumlah besar, seperti industri semen, baja, tekstil, pulp dan kertas, pupuk, keramik, minyak goreng, dan gula rafinasi. Hal yang sama juga harus dilakukan di sektor pembangkit energi. Perlu dilakukan pengembangan dan penerapan teknologi *waste to energy* di berbagai industri yang menghasilkan limbah organik yang dapat dijadikan listrik, misalnya pada industri tapioka dan minyak kelapa sawit. Di samping itu, perlu diupayakan agar penggunaan energi diarahkan pada energi bersih dan energi baru terbarukan.

Hal yang sama juga perlu diterapkan pada Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM). Hal ini disebabkan karena berdasarkan data statistik 2007, terdapat sekitar 225.000 UMKM di Indonesia yang keseluruhannya berpotensi mengemisikan CO₂.

Pembangkit listrik

Di sektor pembangkit listrik, penerapan penghematan energi dan teknologi ramah lingkungan harus ditingkatkan. Untuk mendorong hal tersebut perlu diberikan berbagai insentif pada proses pembelian teknologi hemat energi/ramah lingkungan, misalnya dengan tidak dikenakannya pajak impor dan mendorong negara pengekspor untuk tidak menggunakan

pajak ekspor, sehingga upaya alih teknologi dapat dilaksanakan. Sumber energi baru dan terbarukan harus dijadikan sebagai sumber energi prioritas bagi pembangkit-pembangkit listrik baru yang hendak dibangun.

Rumah tangga dan Komersial

Jepang memperkirakan bahwa dari penghematan energi di sektor rumah tangga saja, masyarakatnya mampu menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 1 kg CO₂/orang/hari. Bila teknik perhitungan yang sama diterapkan untuk kondisi Indonesia, maka potensi penurunan emisi CO₂ oleh penduduk kota-kota di Indonesia bisa mencapai 13,29 juta ton CO₂ (atau sekitar 4,4% dari emisi CO₂ sektor energi Indonesia tahun 2007). Penurunan emisi sebesar itu bisa dicapai bila masyarakat mau berpartisipasi dalam penurunan emisi CO₂ dengan melakukan hal-hal sebagai berikut: mengatur temperatur AC minimal 25°C, hemat dalam penggunaan air, membeli produk yang ramah lingkungan, mengurangi jumlah jam mengemudi dalam sehari, mengurangi penggunaan kemasan plastik dalam berbelanja dengan cara membawa tas belanja dari rumah, dan memisahkan sampah rumah tangga agar memudahkan pengelolaan selanjutnya.

Penghematan energi yang cukup signifikan di sektor rumah tangga dan komersial bisa juga dicapai dengan penggunaan AC yang hemat energi (misalnya dengan menggunakan refrigeran hidrokarbon) dan lampu hemat energi. Untuk itu perlu diberikan insentif bagi penggunaan peralatan-peralatan listrik yang hemat energi.

Di sektor pendidikan, perlu diupayakan agar pendidikan yang terkait dengan sektor energi bisa mendukung program penghematan energi tersebut, misalnya di Jurusan Teknik Arsitektur dan Teknik Sipil, mata kuliah "bangunan hemat energi" perlu diajarkan pada peserta didik.

DIVERSIFIKASI ENERGI

Penggunaan energi baru terbarukan sesuai dengan Peraturan Presiden (PERPRES) No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional belum berjalan dengan baik saat ini, hal ini dikarenakan harga jual yang tidak bersaing. Oleh karena itu, perlu dilaksanakan kebijakan pemberian insentif dan keringanan fiskal sesuai dengan PERPRES No. 5 tahun 2006 Pasal 6 ayat 2 dan 3. Sesuai dengan PERPRES No 5 tahun 2006, ditargetkan penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT) mencapai 17% terhadap konsumsi energi nasional pada tahun 2025. Lebih jauh lagi, diharapkan rasio EBT terhadap keseluruhan konsumsi energi nasional bisa mencapai 30% pada tahun 2050. Perlu diperhatikan bahwa pengembangan bahan bakar nabati tidak boleh berbenturan dengan kepentingan pangan. Oleh

karena itu, pengembangan bahan bakar nabati harus menggunakan tanaman non-pangan (seperti jarak pagar) dan diarahkan untuk dibudidayakan pada lahan-lahan kritis (bukan lahan pangan).

Pembangkit Energi

Surya merupakan energi terbarukan yang sangat besar potensinya di Indonesia. Menurut Mulyo Widodo, energi sinar matahari per- m^2 di Indonesia bisa mencapai 900 hingga 1000 watt, sedangkan menurut Wilson Wenas, intensitas sinar matahari per- m^2 bisa mencapai 4500 watt-jam [Yuliarto, 2006]. Oleh karena itu, riset dan pengembangan pemanfaatan energi surya merupakan salah satu hal yang mendesak untuk segera dilakukan.

Indonesia memiliki potensi gas metana dari penimbunan sampah sebesar 404 juta m^3 pertahun yang bisa menghasilkan 79 MW listrik dari 70 kota besar di Indonesia. Pada saat ini banyak investor proyek CDM yang tertarik untuk melaksanakan program tersebut. Namun hal tersebut masih terkendala dengan adanya peraturan yang mengharuskan adanya lelang untuk investor di bidang pengelolaan limbah domestik. Untuk itu perlu dilakukan peninjauan kembali terhadap pelaksanaan PERPRES No. 67 tahun 2005 tentang Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha dalam Penyediaan Infrastruktur terhadap proyek-proyek CDM pemerintah. Selain itu perlu dilakukan peninjauan kembali terhadap beberapa hal guna meningkatkan proyek CDM di Indonesia, yakni: (i). Kendala administratif (ii). Pembuatan proposal proyek yang baik (iii). Masalah pendanaan.

Potensi angin di Indonesia adalah sekitar 9,29 GW [Blue Print Energi Nasional, 2005] dan investasinya cukup rendah dibandingkan dengan biomassa, yaitu 1.000 US\$ per kW. Daerah yang mempunyai kecepatan angin yang memadai untuk pembangkit energi angin berada di lokasi selatan Pulau Jawa, NTT, NTB, dan di beberapa lokasi di wilayah barat Papua. Diharapkan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Angin tersebut sudah bisa segera dibangun di beberapa wilayah tersebut.

Potensi energi panas bumi di Indonesia adalah sebesar 27 GW, sementara kapasitas terpasang saat ini baru sebesar 817 MW. Semenjak tahun 1994 tidak ada pengembangan energi panas bumi untuk lokasi-lokasi yang baru, terkecuali pengembangan pada lokasi yang sama. Pemanfaatan energi panas bumi tidak boleh berbenturan dengan kepentingan konservasi kawasan lindung. Untuk itu perlu dilakukan pemetaan energi panas bumi yang di *overlay* dengan kawasan lindung. Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi harus diupayakan berada di luar kawasan lindung dan atau menggunakan teknologi ramah lingkungan yang tidak merusak kawasan lindung.

Pelaksanaan kebijakan bauran energi perlu memperhatikan potensi masing-masing daerah, misalnya untuk daerah yang memiliki potensi energi angin yang cukup besar maka pembangkit listrik tenaga angin harus mendapatkan prioritas di daerah tersebut. Pada tahun 2025 penduduk Indonesia yang mendapatkan aliran listrik ditargetkan bisa mencapai 100% dengan mengutamakan pembangunan pembangkit listrik yang berasal dari energi baru dan terbarukan seperti tenaga surya, angin, biomassa, dan bahan bakar nabati.

Penerapan teknologi ramah lingkungan pada penggunaan energi fosil di pembangkit listrik harus dilakukan, misalnya gasifikasi dan pencairan batubara serta penggunaan teknologi *carbon capture and storage*. Guna mendorong diterapkannya hal tersebut maka pemerintah perlu memberikan insentif dan kemudahan lainnya.

Perusahaan pembangkit listrik yang saat ini masih menggunakan sumber energi yang mengemisikan CO₂ dalam jumlah besar, perlu diarahkan agar mengganti bahan bakarnya menggunakan gas alam. Selain lebih rendah emisi, ketersediaan gas alam Indonesia diharapkan mampu menjaga stabilitas harga jual listrik kepada konsumen.

Berbagai upaya penghematan energi dan penurunan emisi di atas juga perlu diupayakan agar dapat dimasukkan dalam program CDM, sehingga bisa mendapatkan pendanaan dari penjualan karbon. Perlu diupayakan agar jumlah industri yang mendapatkan pendanaan melalui mekanisme CDM bisa mengalami peningkatan minimal sebesar 400% pada tahun 2009 dengan baseline yang sudah disetujui oleh DNA sebesar 24 proyek. Dalam hal pemanfaatan *gas flare*, perlu dilakukan penyesuaian regulasi untuk pemanfaatan *gas flare* menjadi energi listrik sehingga bidang ini dapat berkontribusi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca.

Rumah tangga dan Komersial

Sampah yang dihasilkan dari rumah tangga dan gedung-gedung komersial harus dikelola dengan baik sehingga meminimalkan terlepasnya gas rumah kaca ke udara. Prinsip pengelolaan sampah "*waste to energy*" perlu mendapat dukungan, karena merupakan bentuk energi baru terbarukan yang dapat berperan dalam membantu pemenuhan energi untuk masyarakat. Pengelolaan sampah rumah tangga dan komersial harus didasarkan pada prinsip 3R (*reduce, recycle, dan reuse*); demikian pula dengan UKM yang masih banyak dikelola sebagai bagian dari kegiatan rumah tangga. Pemilahan sampah harus dilaksanakan secara terintegrasi mulai dari rumah tangga, pengangkutan, dan pengelolaan akhir. Untuk daerah miskin (*slum area*), perlu diberikan insentif kepada

masyarakat setempat agar mau melaksanakan pengelolaan sampah yang berwawasan lingkungan.

Dukungan bagi penggunaan gas untuk keperluan rumah tangga perlu ditingkatkan, misalnya dengan membangun pipa gas ke rumah tangga dan atau pembuatan tabung gas serta kompor yang harganya dapat terjangkau oleh masyarakat. Perlu diberikan kemudahan bagi investor yang bergerak dalam distribusi gas. Sosialisasi perubahan penggunaan kompor minyak tanah ke kompor gas perlu dilakukan secara sistematis dan meluas.

Transportasi

Program penyediaan bahan bakar nabati (*biofuel*) bagi sektor transportasi harus dipertahankan dan ditingkatkan. Jumlah fasilitas pengisian bahan bakar nabati harus ditingkatkan. Industri otomotif nasional perlu didorong untuk mengembangkan kendaraan yang kompatibel dengan bahan bakar nabati.

Dukungan bagi penggunaan bahan bakar gas di sektor transportasi perlu ditingkatkan, misalnya dengan memperbanyak pembangunan fasilitas pengisian bahan bakar gas untuk kendaraan. Selain itu perlu diberikan dukungan terhadap penggunaan mobil dan motor listrik dalam bentuk penyediaan fasilitas untuk *charging* baterai di berbagai lokasi.

Industri

Penggunaan energi baru dan terbarukan (seperti bahan bakar nabati dan pemanfaatan limbah/sampah menjadi energi) harus terus digalakkan di sektor industri, terutama pada bidang-bidang yang selama ini mengemisikan gas rumah kaca dalam jumlah besar. Peralihan dari bahan bakar yang tinggi emisi ke bahan bakar yang lebih rendah emisi CO₂ (seperti gas alam) perlu dilakukan oleh kalangan industri. Perlu diberikan insentif untuk penerapan teknologi bersih dan disinsentif untuk teknologi yang tidak ramah lingkungan.

3.1.2 SEKTOR LULUCF

Berdasarkan data Departemen Kehutanan, luas kawasan hutan pada tahun 2007 adalah 120,35 juta ha dengan komposisi: Hutan Produksi 48%, Hutan Konservasi 17%, Hutan Lindung 28%, Hutan Produksi Konversi 7%. Dari luasan tersebut, 53,9 juta ha diantaranya terdegradasi dengan berbagai tingkatan yang tersebar pada Hutan Konservasi (11,4 juta ha), Hutan Lindung (17,9 juta ha), dan Hutan Produksi (24,6 juta ha).

Kawasan hutan yang telah dikonversi untuk penggunaan lain dan areal hutan seluas 53,9 juta ha yang terdegradasi tersebut diperkirakan menyebabkan hilangnya potensi serapan karbon sebesar 2,1 Gt CO₂e per tahun pada tahun 2005. Sedangkan *carbon stocks* yang ada saat ini dari hutan alam (konservasi, hutan lindung, hutan produksi) baik yang primer maupun *logged over area* atau yang terdegradasi sebesar 115 Gton CO₂e pada tahun 2005.

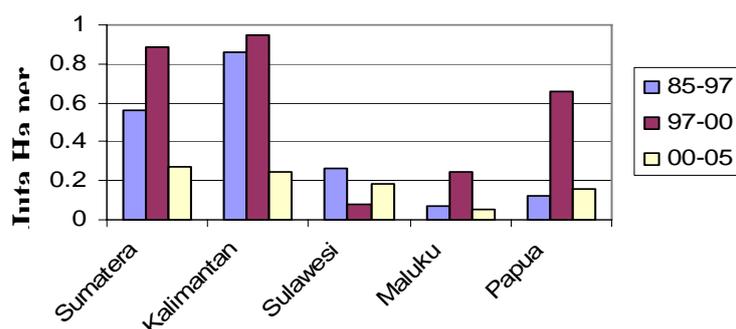
Penutupan vegetasi hutan yang terus menurun dari waktu ke waktu adalah akibat konversi lahan hutan untuk penggunaan lainnya (pengembangan kabupaten baru, pertanian, perkebunan, pembangunan pemukiman, dan prasarana wilayah), perambahan, *over cutting*, *illegal logging*, dan kebakaran hutan. Konversi lahan tersebut menyebabkan terjadinya deforestasi, sedangkan perambahan dan lain-lain menyebabkan degradasi (penurunan kualitas) hutan. Penurunan penutupan vegetasi hutan memberikan kontribusi terhadap rendahnya penyerapan dan penyimpanan Gas Rumah Kaca (GRK). Data lengkap tentang penurunan luas hutan dari 144 juta ha sampai luas saat ini tidak tersedia, namun kecenderungan selama 6 tahun mulai 1999-2005 dapat dilihat pada **Gambar 6** di bawah ini.



Gambar 6. Perubahan luas total hutan tetap Indonesia tahun 1999-2005

Pengurangan luas penutupan vegetasi hutan di atas terjadi di 8 pulau besar yaitu di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Papua, Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Perubahan penutupan vegetasi di 5 pulau dapat dilihat pada **Gambar 7** berikut.

Perubahan Penutupan Vegetasi



Gambar 7. Laju perubahan penutupan vegetasi hutan pada tiga periode tahun 1985,1997, 1997-2000, dan 2000-2005 di lima pulau besar di Indonesia

Selama kurun waktu 2005-2009 upaya mitigasi sektor kehutanan difokuskan pada 5 kebijakan prioritas sebagai berikut:

1. **Penanggulangan *illegal logging***, yang akan berkontribusi dalam penurunan konsentrasi CO₂ di udara.
2. **Rehabilitasi hutan dan lahan, serta konservasi** akan meningkatkan kapasitas penyerapan carbon (*sink enhancement*) dan mempertahankan stok karbon (*carbon conservation*). Konservasi hutan juga berkontribusi pada ketahanan dan adaptabilitas terhadap kejadian terkait iklim ekstrim.
3. **Restrukturisasi sektor kehutanan** terutama industri dan percepatan pembangunan hutan tanaman (HTI dan HTR) berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas hutan dalam penyerapan carbon
4. **Pemberdayaan masyarakat di sekitar hutan**, berkontribusi dalam peningkatan kepedulian terhadap isu perubahan iklim dan kemampuan beradaptasi terhadap kejadian terkait iklim.
5. **Pemantapan kawasan hutan**, dengan kejelasan tentang status dan batas kawasan hutan serta kelembagaannya, maka aktivitas ilegal bisa diturunkan yang pada akhirnya berkontribusi dalam pengurangan emisi dan konservasi karbon

Di samping itu upaya mitigasi dalam hal reduksi emisi diperkuat dengan implementasi kebijakan berikut ini:

1. **Mekanisme insentif dan disinsentif bagi pemerintah daerah melalui program MIH** dalam hal peningkatan penutupan vegetasi hutan, yang disertai monitoring dan evaluasi.
2. **Penanggulangan dan pencegahan kebakaran hutan.**
3. **Pengelolaan lahan gambut berkelanjutan (*Sustainable Peat land Management*).**

Untuk mendukung upaya mitigasi di sektor kehutanan, maka harus dilakukan 3 (tiga) hal pokok, yaitu:

A. PENURUNAN EMISI DAN PENINGKATAN KAPASITAS PENYERAPAN KARBON

Penurunan Emisi

Dalam lingkup nasional, pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi lahan dilakukan melalui PHAL (seperti pemberantasan *illegal logging*, pencegahan kebakaran hutan, pelaksanaan *environmentally logging practice*), dan penguatan pengelolaan kawasan konservasi. Dalam lingkup internasional dilakukan penyusunan Road Map penanganan REDD di Indonesia dengan tahap pelaksanaan studi dan persiapan COP-13, pelaksanaan *pilot activities, testing, dan lesson learnt*, serta implementasi penuh dalam jangka panjang.

Di sektor pertanian, penggunaan pupuk organik dan pestisida ramah lingkungan yang mengacu pada *Intergrated Pest Management* (IPM) serta penggunaan mesin yang efisien perlu terus digalakkan. Selain itu, perlu dilakukan penurunan tinggi genangan air, karena selain bisa menghemat air juga bisa mengurangi aktifitas bakteri yang menghasilkan gas metan. Sisa tanaman sebaiknya ditanam ke dalam tanah untuk menambah bahan organik tanah serta mengurangi produksi gas metan. Perlu dikembangkan sistem irigasi ramah lingkungan, yakni sistem irigasi yang tidak menggunakan energi penggerak berbahan bakar fosil. Limbah pertanian dan agroindustri dapat diolah menjadi kompos guna mengurangi emisi GRK. Dalam kaitannya dengan pemupukan, perlu dilakukan efisiensi pemupukan dan penggunaan varietas yang responsif terhadap pupuk N (Nitrogen). Selain itu, program diversifikasi pangan juga perlu kembali dibudayakan.

Di bidang peternakan, perlu diterapkan teknologi biogas untuk memanfaatkan limbah peternakan sebagai energi alternatif, sekaligus dalam rangka menurunkan emisi CH₄.

Peningkatan Kapasitas Penyerapan Karbon

Menurut *Marakech Accord* (2001), aforestasi adalah konversi lahan bukan hutan menjadi lahan hutan melalui kegiatan penanaman (penghijauan) dengan menggunakan jenis tanaman asli (*native*) atau tanaman dari luar (*introduce*) yang dilakukan pada kawasan yang 50 tahun sebelumnya merupakan kawasan bukan hutan, sedangkan reforestasi adalah penanaman yang dilakukan pada lahan hutan yang rusak sebelum 31 Desember 1989.

Dalam lingkup nasional, upaya peningkatan kapasitas hutan dalam penyerapan karbon dilakukan melalui pengembangan hutan tanaman (HTI-Hutan Tanaman Industri, HTR-Hutan Tanaman Rakyat, dan HR-Hutan Rakyat), serta rehabilitasi hutan dan lahan kritis. Sedangkan dalam lingkup internasional, dalam kerangka waktu 2007-2009 harus dilakukan penyempurnaan aturan, prosedur, dan modalitas *Small Scale A/R CDM (Aforestation/ Reforestation Clean Development Mechanism)*.

Menurut Departemen Kehutanan (2007) dari luas 53,9 juta ha hutan yang terdegradasi, ditargetkan untuk dapat direhabilitasi sebesar 36,31 juta ha sampai tahun 2025 dengan tiga periode rehabilitasi sebagai berikut: target rehabilitasi seluas 11,2 juta ha pada periode 2007-2009, lahan seluas 8,4 juta ha pada tahun 2009-2012, serta 16,71 juta ha pada periode 2012-2025. Sedangkan sisanya ditargetkan untuk direhabilitasi sampai tahun 2050.

Upaya pengurangan deforestasi dan degradasi untuk penurunan emisi ditargetkan seluas 23,63 juta ha pada periode 2007-2009, 6,15 juta ha pada tahun 2009-2012, serta seluas 10 juta ha pada periode 2012-2025. Selain upaya tersebut, akan dilakukan pula upaya pemberantasan *illegal logging*, pencegahan kebakaran hutan, dan *environmentally logging practice* pada lahan hutan seluas 23,12 juta ha secara terus menerus untuk periode 2007-2025.

Untuk mencapai target tersebut di atas, perlu didukung oleh berbagai skema pendanaan nasional dan internasional seperti A/R CDM, REDD serta skema bilateral dan multilateral lainnya. Tanpa dana internasional, target ini akan sulit untuk dicapai.

Kegiatan penanaman pohon oleh masyarakat perlu terus didorong dan difasilitasi serta dengan melibatkan pemerintah daerah setempat. Oleh karena itu perlu pengaturan tentang kewajiban penduduk Indonesia untuk menanam satu pohon per orang per tahun. Untuk penebangan pohon yang berdiameter di atas 10 cm wajib mendapatkan izin pemerintah dan pihak penebang memiliki kewajiban untuk menanam 2 pohon untuk mengganti 1 pohon yang ditebang.

Indonesia akan dapat melaksanakan peningkatan penyerapan karbon melalui pengembangan hutan tanaman dan pengelolaan hutan berkelanjutan. Disamping itu diupayakan untuk mencegah terjadinya kebakaran hutan dan lahan dengan melaksanakan Rencana Aksi Nasional Pencegahan Kebakaran Hutan dan Strategi Nasional Pengelolaan Gambut Secara Berkelanjutan dengan target di tahun 2009 50 % titik api dapat diturunkan dibandingkan tahun 2006, 75% pada 2012, dan 95% pada 2025.

Di bidang pertanian, upaya peningkatan serapan karbon dilakukan dengan mengembangkan sistem wanatani (*agroforestry*) untuk mereduksi konsentrasi CO₂ di atmosfer. Selain itu, lahan-lahan bekas pertambangan perlu dimanfaatkan menjadi lahan produktif sehingga bisa berperan dalam penyerapan karbon. Penyerapan karbon dari sektor perkebunan, yang meliputi perkebunan sawit, karet, dan kakao, pada tahun 2025 diperkirakan mencapai 217 Juta ton CO₂.

B. PENERAPAN MEKANISME INSENTIF

Program Menuju Indonesia Hijau (MIH) perlu terus dilaksanakan sebagai upaya untuk memberikan penghargaan terhadap kabupaten yang dapat mempertahankan vegetasinya di kawasan lindung dan menambah tutupan lahan di daerahnya. Insentif untuk kabupaten tersebut hendaknya tidak hanya terbatas pada dana alokasi lingkungan, tetapi juga ditambah pendanaan program pengentasan kemiskinan, pendidikan dan kesehatan, serta sarana-prasarana lainnya. Dengan mengintegrasikan berbagai program yang memberikan insentif pada kabupaten yang vegetasinya masih baik, maka daerah-daerah tersebut akan terdorong untuk mempertahankan kawasan lindung yang bervegetasi secara berkelanjutan. Berbagai mekanisme insentif untuk peningkatan partisipasi masyarakat dalam upaya menurunkan emisi, meningkatkan serapan dan konservasi karbon akan terus dikembangkan.

Pengelolaan lahan gambut harus dilakukan secara berkelanjutan dengan menggunakan peta yang telah diketahui karakteristiknya. Untuk itu, perlu dibuat tata ruang pengelolaan lahan gambut secara menyeluruh per pulau, sehingga ijin pembukaan kebun dan aktifitas lainnya hanya dapat diberikan oleh bupati dan atau gubernur dan atau menteri berdasarkan tata ruang region per-pulau, bukan tata ruang per-propinsi. Hal tersebut dikarenakan ekosistem gambut tidak dapat dipisahkan secara administrasi.

Program MIH yang terintegrasi dengan program GERHAN dan program lainnya yang menunjang untuk pemberian insentif harus dilanjutkan dan ditingkatkan pelaksanaannya. Sosialisasi serta pendidikan tentang penanaman dan pengenalan ekosistem harus terus dijalankan dan diharapkan meluas. Program menanam oleh masyarakat perlu terus dilakukan dan diupayakan untuk masuk ke dalam program CDM .

Pelaksanaan upaya preventif perlu terus diupayakan karena tidak mudah untuk mengubah pola bertani dengan membakar yang secara

tradisional telah dilakukan. Penyuluh pertanian, khususnya pada lahan gambut, perlu dibekali pengetahuan untuk hal tersebut. Sistem insentif bagi petani yang membuka lahan tanpa membakar perlu terus di lanjutkan.

Dalam kerangka waktu 2009-2012, mekanisme insentif dalam pengelolaan sektor kehutanan diharapkan telah dapat diimplementasikan, terutama dalam kaitannya dengan pencegahan deforestasi. Mengatur mekanisme insentif dan disinsentif untuk lahan-lahan tidur yang kepemilikannya dikuasai oleh perorangan, juga melakukan pencabutan Hak Guna Usaha (HGU) pada lahan tidur di sektor pertanian dan kehutanan.

C. KEBIJAKAN PENDUKUNG

Tata Ruang Sebagai Dasar Pelaksanaan LULUCF

Penataan ruang yang didasarkan pada keseimbangan ekosistem dan daya dukung serta daya tampung lingkungan perlu segera dilaksanakan dengan tertib. Dengan demikian tidak ada kegiatan-kegiatan yang saling tumpang tindih dan mendesak fungsi kawasan hutan. Konsistensi terhadap penataan ruang yang telah disepakati bersama tersebut, perlu dijaga dan diawasi oleh segenap pemangku kepentingan.

Perlu dilakukan penyerasian peta kawasan hutan dengan rencana pengembangan wilayah, rencana perluasan lahan pertanian dengan BPN, serta dengan memperhatikan kriteria kawasan lindung menurut Peraturan Pemerintah Nomor 47/1997 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional dan undang-undang tentang tata ruang yang mengatur kawasan lindung dan kawasan budidaya, Undang-undang No 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, serta pemekaran wilayah, demikian juga dengan pengembangan pertambangan dan perluasan lahan pertanian. Dengan demikian tidak terjadi tumpang tindih peraturan yang menyebabkan terdesaknya kawasan hutan untuk berbagai kepentingan.

Perlu dilakukan pemetaan geohidrologis, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan penentuan kriteria daya dukung dan daya tampung lingkungan dalam penataruangan.

Pada periode 2009-2012 diharapkan sudah muncul keserasian dalam pelaksanaan pengaturan kegiatan pertambangan, pertanian, dan pengembangan wilayah yang didasarkan pada kriteria tata ruang. Selain untuk perlindungan flora, fauna, dan ekosistemnya, hal tersebut

juga dimaksudkan untuk mencegah terjadinya bencana lingkungan seperti banjir, longsor maupun dampak lainnya.

Penegakan Hukum

Penegakan hukum harus diterapkan secara adil dan tanpa pandang bulu, baik bagi pemberi ijin ataupun peminta ijin pada semua aktifitas yang melanggar peraturan tata ruang wilayah ekosistem, maupun pembuatan tata ruang daerah yang tidak mengacu pada kriteria tata ruang nasional. Penegakan hukum juga harus diterapkan secara tegas untuk kasus-kasus yang menyebabkan kebakaran hutan.

Pengentasan Kemiskinan

Ecotourism perlu dikembangkan di berbagai kawasan Indonesia, sebagai salah satu mata pencaharian dan upaya peningkatan pendapatan penduduk setempat. Program rehabilitasi lingkungan secara terpadu yang sekaligus berfungsi sebagai upaya pengentasan kemiskinan perlu dilakukan, misalnya dengan pendekatan pemulihan kualitas air sungai DAS terpadu, pesisir dan laut, program Gerhan yang dimodifikasi dengan peningkatan peran masyarakat, program MIH, dan insentif untuk peningkatan pendapatan penduduk setempat.

Program yang terkait dengan kegiatan ini adalah pelaksanaan program keluarga berencana sehingga pertumbuhan penduduk di Indonesia tidak mendesak perubahan fungsi kawasan hutan menjadi pemukiman dan sarana penunjang lainnya.

Pemberian pendidikan bagi seluruh masyarakat perlu terus dilanjutkan. Dengan demikian, masyarakat tidak semata-mata bertumpu pada pengelolaan sumber daya alam saja, tetapi bisa mengembangkan mata pencaharian pada bidang-bidang jasa dan ataupun pengelolaan sumber daya alam yang lebih efisien yang tidak mengganggu keseimbangan fungsi lingkungan hidup yang berkelanjutan.

Riset dan Pengembangan, serta Peningkatan Kapasitas

Diperlukan kerjasama dengan negara maju untuk melakukan penelitian-penelitian di sektor LULUCF guna penurunan emisi GRK dan peningkatan serapan CO₂, serta kerjasama riset dan pengembangan teknologi pada sektor kelautan untuk meningkatkan penyerapan CO₂ pada laut Indonesia.

Persiapan dan Rekayasa Sosial

Dalam perspektif sosial, perubahan iklim perlu diarahkan pada langkah kesiapan individu maupun masyarakat secara luas dalam menghadapi perubahan iklim. Pada tingkat individu, perubahan perilaku yang kondusif terhadap mitigasi dan adaptasi perubahan lingkungan harus dilakukan melalui berbagai media (pendidikan, sistem insentif/disinsentif, rekayasa infrastruktur, dsb). Pada tingkat masyarakat, usaha integratif melalui pendekatan berbasis masyarakat (*community based approach*) perlu diterapkan secara sistematis. Oleh karenanya, Rencana Aksi Nasional dalam Menghadapi Perubahan Iklim merupakan landasan yang strategis dalam membangun masyarakat yang lebih pro-lingkungan dan memiliki kesiapan untuk menghadapi era-baru pasca abad 20.

Mengingat kesiapan sosial memerlukan waktu yang relatif panjang, maka pada kurun waktu 2007 – 2009, pemetaan kawasan-kawasan yang diperkirakan akan terkena dampak perubahan iklim dan implikasinya pada faktor sosial sudah harus dilakukan. Secara sosial ekologis, kawasan rentan yang berimplikasi sosial adalah kawasan pesisir dan pantai, kawasan sumber daya air, kawasan hutan dan wilayah perkotaan. Secara demografis, diperkirakan jumlah penduduk yang akan terkena dampak langsung maupun tidak langsung mencapai 120 juta orang.

Untuk mengantisipasi perubahan ekologis pada kurun waktu 2009 – 2025, perlu dipersiapkan kebijakan yang mengatur pola migrasi ekologis. Perpindahan penduduk di kawasan-kawasan rentan perubahan iklim harus diantisipasi dengan menyesuaikan pola migrasi penduduk dan kebijakan lainnya seperti penataan ruang dan pembangunan wilayah.

Pertambahan jumlah penduduk yang diperkirakan mencapai sekitar 315 juta orang akan mengisi ruang-ruang yang rawan terhadap dampak perubahan iklim. Secara sosial pertambahan penduduk dan perubahan iklim akan mempengaruhi basis sosial budaya masyarakat. Perubahan sistem sosial yang bersifat agraris ke non-agraris akan semakin cepat. Oleh karenanya, diperlukan pertimbangan kebijakan peningkatan kualitas sosial yang disesuaikan dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan.

Selain itu, prediksi berubahnya pola migrasi dari wilayah-wilayah hulu ke hilir menjadi hilir ke hulu perlu diantisipasi. Perubahan tersebut akan semakin meningkat bila prediksi pola iklim dan ketersediaan sumber daya air benar-benar terjadi. Meningkatnya jumlah penduduk di

kawasan hulu akan mengubah tidak saja pola interaksi sosial namun juga daya tampung lingkungan kawasan-kawasan hulu. Untuk itu, diperlukan kebijakan strategis yang memberikan kesempatan dan peluang mengembangkan sentra-sentra non-agraris di kawasan hilir yang diperkirakan akan terkena dampak perubahan iklim.

Secara empiris, berbagai penelitian menemukan bahwa korelasi antara dinamika sosial/kependudukan dan faktor-faktor lingkungan di Indonesia sangat berhubungan dengan:

1. Masalah air, udara, dan pencemaran tanah;
2. Hilangnya keanekaragaman hayati; dan
3. Deforestasi.

Untuk mengantisipasi meningkatnya dampak kerusakan dan pencemaran yang berkaitan dengan dinamika sosial/kependudukan, perlu dilakukan pendugaan (*assessment*) dinamika sosial/kependudukan berdasarkan antisipasi dampak perubahan iklim

3.1.3 SEKTOR KELAUTAN DAN PERIKANAN

Laut berfungsi sebagai *carbon sink*. Masing-masing tumbuhan dan biota laut memiliki kemampuan menyerap karbon yang berbeda-beda. Untuk wilayah laut Indonesia, perkiraan jumlah karbon (C) yang kemudian dikonversi menjadi jumlah CO₂ equivalent yang dapat diserap, tertera pada **Tabel 2**.

Total jumlah karbon murni yang diserap setiap tahun adalah sekitar 67 juta ton karbon per-tahun atau setara dengan 245,6 juta ton CO₂ per-tahun. Adapun rinciannya, meliputi terumbu karang jenis tertentu mampu menyerap karbon sekitar 20 juta ton karbon per-tahun yang setara dengan 73,5 juta ton CO₂ per-tahun dan mangrove menyerap 20,6 juta ton karbon setiap tahunnya yang setara dengan 75,4 juta ton CO₂ per-tahun. Sedangkan karbon yang diserap fitoplankton di laut sekitar 11 juta ton per-tahun yang setara dengan 40,4 juta ton CO₂ per-tahun, dan dari ekosistem padang lamun (*seagrass*) diperkirakan sekitar 15,3 juta ton atau setara dengan 56,3 juta ton CO₂ per-tahun.

Perubahan iklim memberikan dampak kepada ekosistem pesisir khususnya yang terkait dengan:

- kenaikan paras muka laut
- perubahan suhu permukaan laut
- perubahan kadar keasaman air laut, dan
- meningkatnya frekuensi dan intensitas kejadian ekstrim berupa badai tropis dan gelombang tinggi.

Dampak susulannya berupa penggenangan kawasan budidaya, kehilangan aset ekonomi dan infrastuktur, meningkatnya erosi dan rusaknya situs budaya di wilayah pesisir serta keanekaragaman hayati

	Ekosistem	Luas Area (Km ²)	Penyerapan Carbon (Juta ton C /thn)	Penyerapan CO ₂ (Juta ton CO ₂ /thn)
1	Terumbu Karang	61,000	20.0	73.5
2	Mangrove	93,000	20.6	75.4
3	Padang Lamun	30,000	15.3	56.3
4	Laut (<i>open sea</i>)	5,800,000	11.0	40.4
	Total		66.9	245.6

pesisir dan pulau-pulau kecil.

Tabel 2. Perkiraan total CO₂e yang diserap oleh ekosistem laut dan pantai di Indonesia

Kerugian akan diderita oleh masyarakat pesisir dan nelayan tangkap serta pembudidaya dalam bentuk:

- menurunnya kualitas lingkungan pesisir dan pulau-pulau kecil akibat erosi pantai, intrusi air laut, dan pencemaran
- berkurangnya produktifitas perikanan karena rusaknya ekosistem mangrove dan terumbu karang akibat naiknya suhu permukaan air laut dan perubahan rezim air tanah
- nelayan memerlukan waktu dan biaya yang lebih besar untuk melaut karena migrasi maupun rusaknya habitat perikanan dan *fishing ground*
- kerusakan lahan budidaya perikanan akibat penggenangan oleh air laut maupun banjir yang disebabkan oleh kenaikan paras muka air laut
- kerusakan rumah dan potensi kehilangan jiwa akibat kejadian ekstrim berupa badai tropis dan gelombang tinggi

Saat ini Indonesia memiliki sekitar 400 ribu ha lahan budidaya tambak dan berbagai infrastuktur perikanan. Adanya dampak perubahan iklim terhadap sebagian lahan tersebut, misalnya penggenangan, akan mengganggu produksi hasil perikanan terutama udang yang merupakan

komoditas ekspor strategis. Selain itu dampak perubahan iklim akan memperburuk kondisi sosial-ekonomi dari sekitar 8.000 desa pesisir dengan populasi kurang lebih 16 juta jiwa.

Selain itu, peningkatan erosi akan mengancam 12 dari 92 pulau kecil terluar yang berfungsi sebagai penentu batas titik terluar wilayah NKRI. Kehilangan pulau-pulau tersebut, maupun penurunan sumberdaya serta kondisi sosial-ekonomi masyarakatnya akan berpengaruh pada keamanan dan ketahanan nasional.

Program Departemen Kelautan dan Perikanan terkait dengan perubahan iklim serta dampaknya di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil ditujukan untuk meningkatkan kapasitas ekosistem pesisir dan pulau-pulau kecil dalam penyerapan karbon dan fungsi alami laut untuk beradaptasi terhadap perubahan iklim.

Upaya peningkatan penyerapan emisi karbon yang dapat dilakukan oleh sektor kelautan meliputi:

- a. Penanaman mangrove dan vegetasi pantai dengan melibatkan masyarakat dan sekaligus meningkatkan pendapatannya.
- b. Rehabilitasi terumbu karang melalui transplantasi dan terumbu buatan
- c. Menambah luas wilayah konservasi laut (MPA). Pada tahun 2007 luas wilayah konservasi laut Indonesia adalah 8.3 juta ha. Ditargetkan, pada tahun 2010 luas wilayah MPA Indonesia akan mencapai 10 juta ha, dan pada tahun 2020 menjadi 20 juta ha.

Strategi penanganan hutan, lahan pertanian dan laut diperkirakan akan menghasilkan peningkatan penyerapan netto CO₂e pada tahun 2025 sebesar 947 juta ton.

3.2 ADAPTASI

Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa adalah negara yang sangat rentan terhadap terjadinya perubahan iklim. Beberapa bencana terkait perubahan iklim seperti banjir, longsor, erosi, badai tropis, dan kekeringan akan mengancam ketersediaan pangan, energi, air dan keamanan sosial masyarakat. Berbagai studi (Schreider dkk, 2000; Zhou, 2002; Barnett dkk, 2006; Kitoh dkk, 2006) menunjukkan dengan jelas cakupan serta besaran dampak perubahan iklim pada wilayah-wilayah hidup dan mata pencaharian yang paling sensitif terhadap dampak perubahan iklim, termasuk pusat-pusat pemukiman/perkotaan, wilayah pertanian produksi pangan, kawasan sabuk pesisir dan pulau-pulau kecil, serta wilayah-wilayah geografis di kepulauan Indonesia yang berdasarkan pemodelan perubahan keadaan iklim sampai dengan pelipatan dua konsentrasi

karbon atmosferik akan mengalami perubahan sangat penting dalam suhu udara, curah serta lama hari hujan.

Keberhasilan penerapan agenda adaptasi juga sangat ditentukan oleh watak dari kerangka adaptasi: apakah ia tergolong ke dalam apa yang disebut sebagai "adaptasi reaktif" yang dipandu oleh munculnya perubahan-perubahan mutakhir dalam variabel iklim atau non-iklim/sosial, atau "adaptasi antisipatif", yang berpedoman kepada sebuah perkiraan ambang-batas kritis/genting dari perubahan-perubahan kedua jenis variabel tersebut di atas yang masih bisa ditanggung oleh kemampuan sosial ekologis serta kelembagaan pengurusan publik setempat. Penting bagi semua pihak pelaku adaptasi untuk juga mempertimbangkan kemungkinan munculnya distorsi kompetitif didalam penggunaan sumber-sumber daya publik termasuk ruang/lahan untuk keperluan mitigasi di satu pihak dengan tuntutan adaptasi.

Pembangunan nasional dengan agenda adaptasi terhadap dampak perubahan iklim memiliki tujuan untuk menciptakan sistem pembangunan yang tahan (*resilience*) terhadap goncangan variabilitas iklim saat ini (*anomali iklim*) dan antisipasi dampak perubahan iklim di masa depan.

Agenda adaptasi perubahan iklim difokuskan pada area yang rentan terhadap perubahan iklim, yakni: sumber daya air, pertanian, perikanan, pesisir dan laut, infrastruktur dan pemukiman, kesehatan, dan kehutanan. Untuk mencapai pembangunan yang tahan terhadap resiko iklim, pada masing-masing area fokus perlu untuk diketahui: 1) tujuan agenda perubahan iklim yang ingin dicapai terkait erat dengan tujuan pembangunan nasional, yang dapat juga diselaraskan dengan pencapaian *Millenium Development Goals (MDGs)* Indonesia; 2) kondisi yang ada pada masing-masing area fokus saat ini baik biofisik, program dan inisiatif yang ada serta institusi yang bertanggung jawab terhadap dampak perubahan iklim; 3) perubahan kunci yang diperlukan pada program, investasi atau rencana yang sudah ada; dan 4) investasi dan kegiatan tambahan atau baru yang diperlukan.

Empat isu yang harus menjadi perhatian pada setiap fokus area adalah: 1) usaha penanggulangan kemiskinan, 2) pembangunan ekonomi dan sosial, 3) investasi, 4) perencanaan tata ruang.

Berdasarkan tujuan pembangunan, maka agenda adaptasi dalam strategi pembangunan perlu disusun dalam tiga rentang waktu yaitu:

A. Yang bersifat segera:

Membangun kemampuan dan ketahanan dalam menghadapi anomali iklim atau variabilitas iklim saat ini, antara lain dengan cara :

1. Program pengurangan resiko bencana terkait iklim melalui program penghutanan kembali, penghijauan terutama di kawasan

hutan/lahan yang kritis, baik di hulu maupun di hilir (kawasan pesisir) dengan keterlibatan masyarakat;

2. Peningkatan kesadaran dan penyebarluasan informasi perubahan iklim dan informasi adaptasi pada berbagai tingkat masyarakat terutama untuk masyarakat yang rentan sebagai tindakan kesiapsiagaan dini dan peningkatan kesadaran tentang bencana iklim yang semakin meningkat;
3. Peningkatan kapasitas pengkajian ilmiah tentang perubahan iklim dan dampaknya serta upaya pengendaliannya serta mengembangkan model proyeksi perubahan iklim jangka pendek, menengah dan panjang untuk skala lokal atau regional yang diperlukan untuk menilai kerentanan dan dampak iklim serta menyusun rencana dan strategi kebijakan adaptasi terhadap perubahan iklim untuk jangka pendek, menengah dan panjang.
4. Peninjauan kembali kebijakan-kebijakan inti yang secara langsung maupun tidak langsung akan dipengaruhi oleh perubahan iklim. Kemudian mengidentifikasi penyesuaian seperti apa yang harus dilakukan terhadap program-program yang didesain dengan kebijakan-kebijakan itu dengan mempertimbangkan arah perubahan iklim dan kenaikan muka air laut serta perubahan kondisi sosial-ekonomi untuk mendapatkan kebijakan dan program yang lebih tahan terhadap perubahan iklim.
5. Peningkatan kapasitas untuk mengintegrasikan perubahan iklim dengan pengarus-utamaan adaptasi perubahan iklim kedalam perencanaan, perancangan infrastruktur, pengelolaan konflik, dan pembagian kawasan air tanah untuk institusi pengelolaan air;
6. Pengarus-utamaan adaptasi perubahan iklim kedalam kebijakan dan program di berbagai sektor (dengan fokus pada penanggulangan bencana, pengelolaan sumberdaya air, pertanian, kesehatan dan industri);
7. Pengembangan isu perubahan iklim dalam kurikulum sekolah menengah dan perguruan tinggi;
8. Pengembangan sistem pengamatan cuaca, iklim dan hidrologi khususnya di luar Jawa dan peningkatan kapasitas BMG dalam membuat ramalan cuaca dan iklim yang lebih akurat mencakup seluruh Indonesia.

B. Jangka menengah dan panjang:

Pengembangan sistem infrastruktur dan tata-ruang serta sektor-sektor yang tahan dan tanggap terhadap goncangan dan perubahan iklim, dan pengembangan serta penataan kembali tata ruang wilayah, khususnya pada kawasan pantai.

RENCANA AKSI

3.2.1 Sektor Sumberdaya Air:

Pada sektor sumberdaya air, tujuan yang ingin dicapai dalam agenda adaptasi terhadap perubahan iklim adalah mendukung pencapaian visi air Indonesia yakni “Menuju Terwujudnya Kemanfaatan Air yang Mantap, Berdayaguna, Berhasilguna dan Berkelanjutan bagi Kesejahteraan Seluruh Rakyat.”

Saat ini permintaan air bersih terutama di Pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara Timur telah melebihi suplai air bersih. Hal ini diakibatkan oleh tingginya pertumbuhan populasi, industrialisasi, urbanisasi serta rendahnya suplai air bersih di beberapa lokasi dan penggunaannya yang berlebihan. Mengingat semakin kritisnya sumber daya air di Indonesia, pada Hari Air Sedunia XII tahun 2004, dicanangkan komitmen pemerintah dalam pengelolaan sumber daya air dengan ditandatanganinya “Deklarasi Nasional Pengelolaan Air yang Efektif dalam Penanggulangan Bencana” oleh 11 Menteri dalam koordinasi Kementerian Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat. Deklarasi ini kemudian ditindaklanjuti dengan pencanangan Gerakan Nasional Kemitraan Penyelamatan Air (GN-KPA) oleh Presiden pada 28 April 2005 yang pada intinya memuat 6 komponen strategis, yakni (1) Penataan Ruang, pembangunan fisik, pertanahan dan kependudukan; (2) Rehabilitasi hutan dan lahan serta Konservasi sumber daya air; (3) Pengendalian daya rusak air; (4) Pengelolaan kualitas dan pengendalian pencemaran air; (5) Penghematan penggunaan dan pengelolaan permintaan air; dan (6) Pendayagunaan sumber daya air secara adil, efisien dan berkelanjutan.

Dengan berubahnya iklim, kejadian kekeringan akan bertambah parah, air tanah akan semakin berkurang serta kenaikan air laut akan memicu intrusi air laut ke daratan sehingga mencemari kualitas sumber-sumber air untuk keperluan air bersih dan irigasi. Aksi strategis yang disebutkan di atas telah secara langsung maupun tidak langsung berkaitan dengan adaptasi perubahan iklim. Untuk memperkuat program dan inisiatif yang telah ada sehingga menjadi tahan terhadap perubahan iklim, rencana aksi yang perlu diimplementasikan antara lain:

- Mengadakan inventarisasi tempat pengambilan air baku untuk air minum di sungai (*intake*) dan daerah irigasi yang akan terkena dampak kenaikan muka air laut dan mengidentifikasi upaya-upaya penanganannya;
- Memperbaiki jaringan hidrologi di tiap wilayah sungai sebagai pendeteksi perubahan ketersediaan air maupun sebagai perangkat pengelolaan air dan sumber air;

- Mengadakan inventarisasi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang mengalami pencemaran namun tingkat penggunaan airnya sangat tinggi di Jawa untuk dapat ditentukan prioritas penanganannya;
- Melaksanakan program pembangunan situ, embung dan waduk di wilayah Pulau Jawa, Sumatera, Sulawesi, Maluku, Bali, NTB, dan NTT seperti yang telah diprogramkan dalam RKP 2008. Tempat-tempat penampungan air tersebut dapat dipergunakan sebagai sarana penyimpanan air di musim hujan sehingga bisa dimanfaatkan airnya di musim kemarau;
- Melanjutkan gerakan hemat air untuk segala keperluan, seperti untuk air minum dan domestik, pertanian, industri, pembangkit listrik, dan sebagainya;
- Meningkatkan daya dukung DAS dengan mencegah kerusakan dan memperbaiki daerah tangkapan air sebagai daerah resapan air melalui upaya konservasi lahan, baik dengan metode mekanis (misal: pembuatan terasering dan sumur resapan) maupun vegetatif;
- Mengembangkan teknologi dam parit yang dibangun pada alur sungai untuk menambah kapasitas tampung sungai, memperlambat laju aliran dan meresapkan air ke dalam tanah (*recharging*). Teknologi ini dianggap efektif karena secara teknis dapat menampung volume air dalam jumlah relatif besar dan mengairi areal yang relatif luas karena dapat dibangun berseri (*cascade series*);
- Mengingat pada musim hujan terjadi banjir dan pada musim kemarau terjadi kekeringan, serta kualitas air yang sudah tercemar, maka perlu dilakukan upaya pemulihan secara bertahap daerah aliran sungai dengan memperhatikan kualitas air sungai secara terpadu antar kabupaten, propinsi, dan instansi terkait. Hal ini juga perlu dikaitkan dengan pengembangan wilayah pesisir pantai, sebagai contoh daerah aliran sungai Ciliwung sampai Teluk Jakarta. Dalam hal ini sudah disiapkan konsep Peraturan Presiden tentang Pemulihan Kualitas Lingkungan Daerah Sungai Ciliwung sampai Teluk Jakarta.
- Melembagakan pemanfaatan informasi prakiraan cuaca dan iklim secara efektif dalam melaksanakan operasi dan pengelolaan air waduk/dam sehingga dapat menekan resiko kekeringan dan banjir lebih efektif.
- Mengadakan perubahan pola operasi dan pemeliharaan waduk dan bangunan pelengkap/penunjangnya untuk menyesuaikan dengan adanya peningkatan intensitas hujan dan berkurangnya curah hujan sebagai dampak adanya perubahan iklim.
- Melakukan penelitian geohidrologi untuk mengetahui cekungan-cekungan air tanah, sehingga dapat dibangun dan dipertahankan situ-situ, danau-danau, dan pembangunan resapan air serta penampungan air, baik di gedung-gedung maupun di dalam tanah. Perlu dilakukan pengawasan terhadap kewajiban pemilik gedung untuk membuat resapan air dan penampungan air.

- Perlu dikembangkan teknologi yang dapat memanfaatkan air laut menjadi air yang dapat diminum. Upaya daur ulang air juga perlu dilaksanakan.
- Perlu perencanaan dan pelaksanaan strategi nasional pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan.
- Melakukan inventarisasi daerah lahan gambut sesuai dengan karakteristiknya dan perlu dibuat penataan ruang lahan gambut sesuai karakteristik tersebut.
- Melakukan rehabilitasi pengelolaan air di daerah lahan gambut pada kanal-kanal terbuka dengan membangun sistem buka tutup pada kanal tersebut untuk menjaga kestabilan muka air tanah.

3.2.2 Sektor Pertanian:

Pada sektor pertanian, tujuan yang ingin dicapai dalam agenda adaptasi terhadap perubahan iklim adalah mendukung tercapainya visi Indonesia pada sektor pertanian yakni "terwujudnya sistem pertanian industrial berkelanjutan yang berdayasaing dan mampu menjamin ketahanan pangan dan kesejahteraan petani." Agenda pembangunan nasional telah memprioritaskan agenda "revitalisasi pertanian" sebagai salah satu prioritas dari pembangunan ekonomi 2005-2009. Program Pembangunan Pertanian tersebut dirumuskan dalam tiga program utama, yakni: 1) program peningkatan ketahanan pangan; 2) program pengembangan agribisnis, dan 3) Program peningkatan kesejahteraan petani.

Dampak dari kejadian iklim ekstrem yang dipengaruhi oleh perubahan iklim mengakibatkan gagal panen, terutama pada saat kekeringan dan banjir. Pada periode 1981-1990, kegagalan panen mencapai 100,000 ton per-kabupaten, sementara pada periode 1991-2000, meningkat menjadi 300,000 ton per-kabupaten (Boer dan Las, 2003). Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap pencapaian tujuan pembangunan pertanian di Indonesia. Dengan meningkatnya ancaman dari perubahan iklim, beberapa rencana aksi yang perlu diimplementasikan untuk memperkuat ketahanan sektor pertanian terhadap perubahan iklim antara lain:

a. Manajemen Data dan Informasi

- Meningkatkan pemanfaatan peta wilayah rawan kekeringan sebagai informasi awal dalam memantau kekeringan.
- Mengembangkan sistem deteksi dini kekeringan (*early detection system for draught*) secara spasial dan temporal, dengan memanfaatkan stasiun iklim otomatis dan sarana telekomunikasi.
- Melembagakan pemanfaatan informasi iklim termasuk prakiraan cuaca dan iklim dalam meningkatkan efektifitas pengelolaan sistem usahatani, kelembagaan usahatani dan kemitraan untuk mendukung usaha agribisnis.

b. Manajemen Usahatani

- Melakukan usaha tani hemat air dengan mengurangi tinggi genangan pada lahan sawah.
- Membenamkan sisa tanaman ke tanah sebagai penambah bahan organik tanah untuk meningkatkan kesuburan.
- Melakukan percepatan tanam dengan teknologi tepat guna antara lain pengolahan tanah minimum (TOT/Tanpa Olah Tanah) atau Tabur Benih Langsung (TABELA).
- Mengembangkan *System Rice Intensification* (SRI) dan pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) dalam rangka usaha tani hemat air.
- Mensosialisasikan teknologi hemat air melalui sistem irigasi: *Sprinkle Irrigation, Trickle Irrigation, Intermitten Irrigation* dsb.
- Mengembangkan teknologi hemat air dengan mengintensifkan lahan basah saat El Niño dan lahan kering saat La Niña.
- Menerapkan *good agricultural practices* (GAP) guna revitalisasi sistem usaha tani yang berorientasi pada konservasi fungsi lingkungan hidup.

c. Manajemen Sarana dan Prasarana Irigasi

- Melaksanakan rehabilitasi dan peningkatan jaringan irigasi dengan tujuan untuk meningkatkan *cropping intensity* dan efisiensi penggunaan air (seperti yang telah diprogramkan dalam RKP 2008). Perbaikan dan peningkatan jaringan irigasi tersebut juga dapat memperluas areal tanaman pangan dengan memperhatikan ketersediaan air dan kesediaan pemilik tanah untuk melakukan konversi lahan menjadi areal tanaman pangan;
- Pembangunan saluran irigasi (untuk tambak dan sawah pasang surut) harus disesuaikan dengan pengembangan wilayah atau tata ruang secara regional, termasuk dengan prediksi kenaikan permukaan air laut.
- Meningkatkan pemanfaatan potensi sumber daya air alternatif baik air permukaan maupun air tanah dengan teknologi pompa air untuk meningkatkan Intensitas Pertanaman (IP).
- Mobilisasi pompa dengan gerakan partisipatif bagi daerah yang masih tersedia sumber air.
- Mengoptimalkan sistem gilir-giring dalam distribusi air irigasi.
- Rancang bangun penyesuaian sistem jaringan irigasi dan infrastruktur

d. Manajemen Kelembagaan

- Pembentukan kelompok kerja anomali dan perubahan iklim Departemen Pertanian dan memfasilitasi proses pelebagaan pemanfaatan informasi iklim di daerah
- Pembentukan Pos Komando pengendalian bencana banjir dan kekeringan Departemen Pertanian

- Memberdayakan kelembagaan P3A sehingga mampu melakukan pengelolaan air secara efisien dalam rangka upaya-upaya antisipasi dampak perubahan iklim.
- Penguatan kelembagaan petani pemakai air.
- Memberdayakan kelompok tani dalam mengatur jadwal tanam dan menentukan awal musim tanam

e. Penelitian

- Melakukan analisis dampak anomali iklim terhadap pergeseran musim untuk menentukan awal musim tanam
- Perlu kerjasama antara BPPT, LIPI, perguruan tinggi, dan Departemen Pertanian untuk melakukan penelitian tentang bibit unggul yang tahan terhadap perubahan iklim dan memiliki produktivitas yang tinggi untuk luas lahan yang tetap. Dengan demikian tidak terjadi perubahan fungsi tutupan vegetasi atau kawasan hutan menjadi lahan pertanian.
- Pengembangan galur ternak adaptif terhadap cekaman cuaca dan iklim
- Re-identifikasi dan penyusunan ulang wilayah rawan kekeringan dan banjir
- Program penelitian konsorsium "kebijakan dan strategi pemerintah menghadapi perubahan iklim di sektor pertanian"

f. Sosialisasi dan Advokasi

- Advokasi dan sosialisasi untuk membangun pemahaman yang benar terhadap perubahan iklim dan dampaknya pada sektor pertanian serta kebijakan pemerintah dalam upaya mitigasi dan adaptasi
- Sosialisasi, apresiasi dan implementasi Atlas Kalender Tanam untuk Penyesuaian Pola Tanam Tanaman Pangan dengan kondisi iklim dan "Blue Print" Antisipasi Kekeringan dan Banjir kepada masyarakat, terutama petani.
- Sosialisasi terhadap peraturan dan perundang-undangan, yang menyangkut ketentuan tentang pelestarian lingkungan (yang terdapat dalam Undang-Undang No. 23/1997 tentang Lingkungan Hidup, Undang-Undang No. 18/2004 tentang Perkebunan, Peraturan Menteri Pertanian No. 26 tahun 2007 tentang Pedoman Perizinan Usaha Perkebunan, dan lain-lain) untuk mencegah terjadinya deforestasi dan degradasi hutan dan lahan pertanian. Sosialisasi terutama ditujukan kepada Aparat Pemerintah Daerah agar lebih bijaksana dalam menetapkan izin lokasi pembukaan lahan pertanian di daerah-daerah kawasan hutan, dan kawasan yang tidak diperuntukkan pertanian.

- Membangun sistem informasi untuk mencegah kerugian akibat kebakaran hutan/lahan, antara lain dengan membentuk Tim POKJA Pencegahan kebakaran lahan dan kebun serta bertugas untuk meneruskan/menyebarkan informasi tentang *hotspot* (yang bersumber atau diterima melalui Website LAPAN, Dephut, KLH dan institusi terkait) kepada Kepala Dinas Kabupaten serta masyarakat pekebun/petani.
- Pengembangan jaringan dan sistem informasi iklim (JSII) pertanian di berbagai tingkat dan daerah, termasuk pengembangan Sekolah Lapang Pertanian (SLP), sebagai pengembangan dari SLPHT dan SLI (Sekolah Lapang Iklim).

g. Lain-lain

- Pengembangan kebijakan diversifikasi pangan. Daerah, yang penduduknya memakan sagu, jagung, atau beras sebagai makanan pokoknya, perlu melakukan intensifikasi pertanian terhadap jenis makanan pokok tersebut.
- Perlu perencanaan penyediaan air untuk kegiatan pertanian. Pada musim kemarau, terjadi kekeringan di Jawa sehingga perlu dilaksanakan dan terus ditingkatkan upaya pemulihan DAS secara terpadu, baik dengan instansi sektoral dan pemda yang terkait. Tolok ukur upaya pemulihan DAS didasarkan kepada parameter air sungai yang melampaui standar.
- Dibuat perencanaan yang mendetail tentang kebijakan pengembangan pertanian, dengan memperhatikan kelestarian ekosistem agar dapat dilaksanakan pertanian yang berkelanjutan. Untuk itu perlu dibahas bersama dengan Departemen Pertanian, Departemen Kehutanan, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Pertanahan Nasional, Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Departemen Dalam Negeri, dan Bappenas. Dengan demikian pengembangan pertanian dapat direncanakan dan dilaksanakan secara terpadu.
- Pengembangan program peningkatan pendapatan petani dan upaya pemasaran produk pertanian. Hal tersebut bisa dilakukan dengan memberikan kemudahan terhadap informasi harga pasar, kemudahan kredit, dan tersedianya akses transportasi.
- Advokasi dan sosialisasi perubahan iklim dan prakiraan dampak.
- Re-evaluasi/perkiraan SDL terkena dampak (penciutan lahan)
- Penyusunan sistem produksi terutama produksi pangan dalam konteks ketahanan pangan

3.2.3 Sektor Kelautan, Pesisir, dan Perikanan:

Pada sektor perikanan, tujuan yang ingin dicapai dalam agenda adaptasi terhadap perubahan iklim adalah mendukung tercapainya visi dalam pengelolaan perikanan di Indonesia, yakni "Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan yang Lestari dan Bertanggung Jawab bagi Kesatuan dan Kesejahteraan Anak Bangsa." Visi ini akan dicapai dengan: 1) Peningkatan kesejahteraan masyarakat nelayan, pembudidaya ikan dan masyarakat pesisir lainnya; 2) Peningkatan peran sektor kelautan dan perikanan sebagai sumber pertumbuhan ekonomi; 3) Pemeliharaan dan peningkatan daya dukung serta kualitas lingkungan perairan tawar, pesisir, pulau-pulau kecil dan lautan; 4) Peningkatan kecerdasan dan kesehatan bangsa melalui peningkatan konsumsi ikan; 5) Peningkatan peran laut sebagai pemersatu bangsa dan peningkatan budaya bahari bangsa Indonesia.

Sekitar 140 juta atau 60% dari total populasi Indonesia tinggal pada radius 50 Km dari garis pantai yang tersebar di 42 kota dan 182 kabupaten. Sekitar 48 juta atau 23% dari populasi tersebut hidup di bawah garis kemiskinan. Kenaikan permukaan air laut satu meter saja dapat menenggelamkan 405.000 ha wilayah pesisir dan menenggelamkan 2.000 pulau yang terletak dekat permukaan laut beserta kawasan terumbu karang. Perubahan iklim juga akan meningkatkan temperatur air laut, mengubah pola arus laut, angin, serta pola turun hujan. Air laut yang lebih hangat dapat mencegah berkembangbiakan plankton dan mengurangi ketersediaan makanan ikan. Beberapa spesies ikan kemungkinan akan bermigrasi ke wilayah lain yang memiliki kondisi suhu dan makanan yang lebih baik. Hal ini tentunya akan berdampak kepada pencapaian tujuan pembangunan pada sektor perikanan.

Agenda adaptasi terhadap perubahan iklim diharapkan mampu untuk memastikan daerah pesisir menjadi daerah yang aman untuk tempat tinggal serta bekerja. Beberapa rencana aksi untuk membangun ketahanan pada sektor ini antara lain:

- Melakukan inventarisasi terhadap seluruh bangunan-bangunan yang berada di kawasan pesisir guna mengantisipasi dampak kenaikan air laut dan gelombang pasang yang bisa menimpa bangunan tersebut, serta melakukan perencanaan upaya penataan pantai pesisir yang mempunyai resiko besar terhadap dampak kenaikan muka air laut. Jika perlu, dilakukan rekonstruksi terhadap bangunan-bangunan yang berada di pantai dengan memperhatikan kenaikan muka air laut dan terjadinya gelombang pasang. Perlu diperhatikan bahwa kenaikan muka air laut rata-rata di Indonesia adalah 0,8 mm/tahun dan area

sejauh 100 -130 m kali gelombang tertinggi merupakan kawasan lindung.

- Melakukan penanaman mangrove atau tanaman pantai lainnya di daerah pesisir. Hal ini dilakukan dengan melibatkan penduduk pesisir pantai atau nelayan. Sebagai contoh, di pantai Kabupaten Batang Pekalongan telah dilakukan kegiatan penanaman mangrove oleh nelayan (yang meliputi penyediaan bibit, penanaman, dan pemeliharaan). Di tempat tersebut sekaligus ditebarkan bibit kepiting, sehingga nelayan rajin memelihara mangrove sekaligus kepiting. Setelah mangrove tumbuh baik, jumlah ikan juga meningkat sehingga nelayan tidak perlu melaut terlalu jauh.
- Melaksanakan *Integrated Coastal Management* (ICM) terkait dengan pemulihan kualitas lingkungan DAS yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat. Dalam perencanaan dan pelaksanaan ICM ini, perlu dilibatkan pemerintah daerah yang terkait dengan wilayah pesisir dan DAS.
- Perlu bimbingan dan pemahaman kepada nelayan dan masyarakat pesisir pada umumnya tentang sistem peringatan dini atas perubahan iklim yang terjadi dan pemanfaatan informasi cuaca untuk kegiatan melaut.
- Perlu dikembangkan sarana penangkapan (yakni kapal) yang tahan terhadap perubahan cuaca dan besarnya ombak, serta alat tangkap yang ramah lingkungan.
- Perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh perubahan iklim terhadap budidaya ikan. Diperkirakan bahwa perubahan iklim bisa mengurangi jenis ikan 20-30%. Di sisi lain, perlu juga dikembangkan spesies-spesies ikan yang tahan dan adaptif terhadap perubahan iklim.
- Perlu dibangun pemukiman nelayan yang desainnya telah mengantisipasi kenaikan muka air laut (termasuk sistem sanitasi dan air bersih). Perlu dibangun sistem peringatan dini dan tempat evakuasi bilamana terjadi kenaikan air laut dan gelombang pasang yang tinggi.
- Diperlukan penelitian nasional untuk mengkaji potensi dan peningkatan penyerapan emisi CO₂ dari sektor kelautan menggunakan plankton, terumbu karang, rumput laut, dll.
- Penyusunan rencana strategi mitigasi bencana (terkait dengan *extreme events* seperti badai tropis dan gelombang tinggi/ *wave climate*)
- Pemetaan dan penguatan data dan informasi kerentanan dan resiko wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil terhadap perubahan iklim

3.2.4 Sektor Infrastruktur:

Infrastruktur merupakan bagian integral dari pembangunan nasional. Infrastruktur merupakan roda penggerak pertumbuhan ekonomi. Kegiatan sektor transportasi merupakan tulang punggung pola distribusi, baik

barang maupun penumpang. Infrastruktur lainnya seperti kelistrikan dan telekomunikasi terkait dengan upaya modernisasi bangsa dan penyediaannya merupakan salah satu aspek terpenting untuk meningkatkan produktivitas sektor industri. Ketersediaan sarana pemukiman, antara lain air minum dan sanitasi, secara luas dan merata, serta pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan akan menentukan tingkat kesejahteraan masyarakat.

Perubahan iklim mengharuskan infrastruktur lebih tahan terhadap kejadian iklim ekstrim. Faktor adaptasi perubahan iklim harus dimasukkan dalam proses perencanaan pembangunan infrastruktur. Informasi perubahan iklim seperti kenaikan temperatur, perubahan proses penguapan, kelembaban, dan kadar air harus terintegrasi dalam desain, kode, dan standard infrastruktur fisik.

Rencana aksi pada Sektor Infrastruktur antara lain:

- Perlu perubahan kriteria standar perencanaan, pelaksanaan dan operasi, serta pemeliharaan infrastruktur dengan adanya peningkatan intensitas hujan dan berkurangnya curah hujan dimusim kemarau, seperti perubahan modul drainase, standar pemberian air irigasi, dan pola operasi waduk.
- Guna mengantisipasi intensitas hujan yang tinggi, maka pembuatan jalan perlu dibarengi dengan pembuatan sistem drainase dan sumur resapan dan atau tampungan air di bawah badan jalan.
- Perlu dibangun jalan-jalan untuk pejalan kaki dan sepeda serta penanaman jalan dengan tanaman peneduh sehingga mendorong masyarakat untuk menggunakan sepeda ataupun berjalan kaki.
- Desain gedung perlu memperhatikan ketahanan terhadap badai tropis, intensitas hujan yang tinggi, kekeringan, dan temperatur yang meningkat.
- Membangun pemukiman penduduk dengan sistem rumah susun (vertikal) khususnya di kota-kota di Pulau Jawa untuk menanggulangi masalah keterbatasan lahan.
- Pembangunan jalan perlu memperhatikan tata ruang dan prediksi kenaikan permukaan air laut. Pembangunan akses jalan tersebut perlu dibahas oleh Departemen Perhubungan bersama dengan Departemen Kehutanan, serta Departemen Kelautan dan Perikanan.

3.2.5 Sektor Kesehatan:

Dengan visi pembangunan kesehatan “Indonesia Sehat 2010”, diharapkan pada tahun 2010 masyarakat Indonesia akan mencapai tingkat kesehatan tertentu yang ditandai oleh penduduk yang: 1) hidup dalam lingkungan yang sehat, 2) mempraktikkan perilaku hidup bersih dan sehat, serta 3)

mampu menyediakan dan memanfaatkan (menjangkau) pelayanan kesehatan yang bermutu, sehingga 4) memiliki derajat kesehatan yang tinggi. Untuk mencapai Indonesia Sehat 2010, terdapat enam program pembangunan kesehatan, yakni: 1) program lingkungan sehat, perilaku sehat, dan pemberdayaan masyarakat, 2) program upaya kesehatan, 3) program perbaikan gizi masyarakat, 4) program sumber daya kesehatan, 5) program obat, makanan, dan bahan berbahaya, dan 6) program kebijakan dan manajemen pembangunan kesehatan.

Dengan meningkatnya resiko kesehatan akibat perubahan iklim terhadap kesehatan manusia, seperti penyebaran penyakit malaria, demam berdarah, diare, kolera, dan penyakit akibat vektor lainnya, maka pertimbangan perubahan iklim ke dalam pembangunan kesehatan di Indonesia penting untuk diintegrasikan. Rencana aksi pada Sektor Kesehatan antara lain:

- Perlu dilakukan penyuluhan kesehatan untuk seluruh masyarakat khususnya upaya preventif untuk perbaikan sanitasi lingkungan. Dengan demikian berbagai penyakit terkait dengan dampak perubahan iklim, seperti malaria, DBD, dan penyakit tropis lain yang tersebar melalui pergerakan angin dapat diantisipasi.
- Melakukan penelitian untuk mengidentifikasi jenis-jenis penyakit yang bisa ditimbulkan sebagai dampak perubahan iklim. Perlu juga dilakukan penelitian yang mampu menghasilkan obat-obatan yang menggunakan bahan baku dalam negeri (memanfaatkan keanekaragaman hayati) sehingga penyakit-penyakit yang diakibatkan oleh perubahan iklim telah disiapkan lebih awal pengobatannya.
- Memperkuat surveilans penyakit dan perlindungan kesehatan.
- Memperkuat kesiapsiagaan sistem kesehatan.
- Meningkatkan pengendalian vektor penular penyakit.
- Meningkatkan komunikasi, informasi, dan edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat.
- Mengembangkan sistem peringatan dini dan melaksanakan respon yang efektif akibat bencana dan kejadian luar biasa.

3.2.6 Sektor Kehutanan dan Keanekaragaman Hayati:

Sebagaimana yang telah dirumuskan dalam Strategi dan Rencana Aksi Keanekaragaman Hayati Indonesia, visi dari pengelolaan keanekaragaman hayati Indonesia adalah "terwujudnya masyarakat Indonesia yang peduli, berdaya, mandiri dan cerdas dalam melestarikan dan memanfaatkan keanekaragaman hayati secara optimal, adil dan berkelanjutan melalui pengelolaan yang bertanggung jawab untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat." Rencana aksi pengelolaan keanekaragaman hayati untuk tahun 2003-2020 dijabarkan ke dalam lima tema utama yaitu: (1) pembangunan kapasitas manusia dan masyarakat

dalam pengelolaan keanekaragaman hayati; (2) pengembangan sumber daya, teknologi dan kearifan lokal; (3) peningkatan konservasi dan rehabilitasi keanekaragaman hayati; (4) peningkatan kapasitas kelembagaan dan pranata kebijakan; (5) peningkatan kapasitas penyelesaian konflik. Dalam setiap tema diajukan program-program beserta indikator kinerja keberhasilan dan usulan lembaga yang melakukan. Semua ini dimaksudkan menjadi langkah-langkah untuk mengatasi krisis keanekaragaman hayati dan mengembalikan perannya sebagai aset bangsa.

Perubahan iklim akan mempengaruhi ekosistem yang ada sehingga berdampak langsung terhadap kelestarian keanekaragaman hayati. Hal ini tentunya akan menjadi tantangan bagi Indonesia untuk dapat mencapai visi pengelolaan keanekaragaman hayati. Agenda adaptasi terhadap perubahan iklim diharapkan mampu mengurangi tekanan terhadap ekosistem, seperti polusi dan penggunaan sumber daya secara berlebih, sehingga dapat mengurangi kerusakan sistem dan kepunahan spesies. Rencana aksi sektor Kehutanan dan Keanekaragaman Hayati termasuk:

- Hutan berfungsi mengatur iklim mikro dan memberikan layanan lingkungan (alam) seperti air kepada masyarakat dan pengguna jasa alam di hilir, tempat hidup berbagai aneka ragam hayati, dan memberikan kekayaan hasil hutan berupa kayu dan produk non-kayu seperti damar, rotan, madu, dan bahan obat-obatan yang menjadi mata pencarian penduduk di sekitar hutan. Perubahan iklim dapat memberikan dampak serius terhadap layanan alam maupun kerusakan hutan (seperti kebakaran) jika hutan tidak dikelola dengan baik. Usaha perlindungan terhadap ekosistem hutan dengan peran penting dalam memberikan hasil kekayaan hutan dan jasa lingkungan perlu terus dilakukan.
- Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Perubahan iklim bisa berdampak serius terhadap keanekaragaman hayati tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan inventarisasi keanekaragaman hayati di Indonesia. Perlu dibuat bank genetik berbagai spesies tumbuhan yang ada di tanah air. Dengan demikian kekayaan hayati tersebut dapat dijaga untuk memberikan manfaat bagi bangsa.

3.2.7 Lintas Sektor:

- Peningkatan kapasitas institusi penyedia data dan informasi cuaca dan iklim (seperti BMG) serta teknologi sehingga dapat memprediksi cuaca/iklim secara akurat.
- Penyediaan peta informasi rawan bencana dan penyiapan sistem peringatan dini berikut Prosedur Operasi Standard yang mengatur

respon masyarakat dan aparat apabila terjadi bencana akibat perubahan iklim.

3.3. Peningkatan Kapasitas Kelembagaan dan Aksi untuk Pengembangan dan Pelaksanaan Program Mitigasi dan Adaptasi

Masalah jangka panjang bagi Indonesia yang harus segera mulai dijawab adalah dibutuhkannya sebuah kerangka pokok kebijakan atau ketentuan pengelolaan pembangunan jangka panjang yang berkelanjutan, dan menjamin perbaikan kondisi sosial ekologis. Agenda mitigasi dan adaptasi perubahan iklim sendiri harus menjadi bagian terpadu dari kerangka kebijakan tersebut, bukan program temporer atau parsial tanpa kaitan dengan sektor-sektor pemerintahan dan pelayanan lainnya. Pada pokoknya, sebagai tindakan yang paralel dengan upaya mitigasi dan adaptasi yang sifatnya langsung, Indonesia harus melakukan investasi sungguh-sungguh untuk melakukan penyelarasan sektor-sektor pengelolaan pembangunan kunci. Termasuk di dalamnya adalah keuangan publik, industri dan cabang-cabang produksi vital lainnya, serta sektor-sektor kesejahteraan rakyat yang akan membutuhkan penguatan dengan antisipasi berbagai dampak serta kerentanan akibat perubahan iklim.

3.3.1 Penyelarasan dan Pembaruan Kerangka Kebijakan dan Peraturan untuk Pengelolaan Pembangunan Berkelanjutan

Kerangka aksi mitigasi dan adaptasi pada pokoknya tidak bisa diperlakukan sebagai dua cabang kegiatan yang terpisah satu sama lain. Di sektor-sektor ekonomi yang peka terhadap dampak perubahan iklim seperti pertanian, jasa-jasa pelayanan vital serta industri energi, kualitas dan keberlanjutan aksi mitigasi akan sangat bergantung pada cukup tidaknya kesiapan adaptasi baik pada tingkat pemerintah pusat maupun pemerintah daerah/setempat. Penapisan jenis-jenis teknologi baru yang responsif terhadap perubahan iklim dan dampaknya juga harus menjadi pemandu dari proses pengembangan serta alih teknologi untuk mitigasi dan adaptasi. Strategi pendanaan jangka panjang untuk proses berskala besar tersebut terlebih dahulu harus menyandarkan diri pada model keuangan publik yang sudah diselaraskan dengan tuntutan pemulihan kerusakan sosial ekologis serta penanggulangan dan penyiapan kemampuan adaptif masyarakat dalam menghadapi kerentanan dan dampak dari perubahan iklim. Pembaruan fiskal dan keuangan yang memudahkan pengurus sektor publik khususnya pada tingkat pemerintah daerah dan lokal untuk bertindak dalam masa genting akan sangat dibutuhkan. Peran serta seluruh pelaku ekonomik dalam model pembangunan adaptif tersebut harus dipandu dan dijamin dengan

kesiapan kelembagaan instrumen kebijakan dan kesiapan implementasi dari seluruh jenjang pemerintahan.

Mengantisipasi rejim pengelolaan mitigasi dan adaptasi setelah berakhirnya masa komitmen pertama terhadap Protokol Kyoto pada tahun 2012, pelaksanaan RAN-PI dalam tiga tahun kedepan (2008-2011) harus sekaligus merupakan tindakan peningkatan kapasitas untuk menjaga kompatibilitas dari model dan sistem informasi dan data yang digunakan oleh cabang-cabang pemerintahan kunci dengan model yang digunakan oleh akuntansi global untuk para-pihak Konvensi dan Protokol.

Kualitas kinerja pelaksanaan RAN-PI juga ditentukan oleh konsistensi sistem pengelolaan pengetahuan tentang permasalahan yang hendak dijawab lewat mitigasi dan adaptasi, yang mensyaratkan kesiapan kelembagaan sebagai berikut:

- a. Pemaduan sistem pengetahuan tentang cakupan agenda mitigasi dan adaptasi dari portfolio cabang-cabang pemerintahan kunci.
- b. Pemaduan model akuntansi-sosial yang digunakan untuk mengukur perubahan yang menyangkut variabel-variabel iklimik dan non-iklimik, sebagai penyempurnaan dan pembaruan dari model penaksiran dan pemotretan perubahan sosial ekonomik dan keuangan yang digunakan sekarang.
- c. Adanya mekanisme penyelaras (*clearing-house mechanism*) dalam penentuan dan pengukuran berbagai variabel iklimik dan non-iklimik dalam tujuan, sasaran dan kinerja pelaksanaan program dari setiap portfolio badan resmi yang bertanggung-jawab. Mekanisme penyelaras tersebut baru akan efektif apabila dikaitkan dengan kapasitas koordinasi dari kompartemen Ekonomi Keuangan dan Industri serta kompartemen Kesejahteraan Rakyat, lewat instrumen kebijakan dan instrumen ekonomik yang jitu.
- d. Adanya mekanisme fiskal dan pendanaan bagi tindakan mitigasi dan adaptasi yang terpadu dalam struktur dan daur anggaran keuangan publik.
- e. Dimungkinkannya cara berpartisipasi secara penuh dan kreatif dari masyarakat, khususnya pada tataran komunitas dan wilayah, dalam daur-daur adaptasi serta mitigasi, melampaui praktek kelembagaan dan sosial yang selama ini telah atau pernah dijalankan. Hanya dengan model partisipasi yang melibatkan warga secara penuh, proses belajar lewat RAN-PI akan menghasilkan kesiapan adaptasi menghadapi resiko dari dampak dan kerentanan akibat perubahan iklim, serta tingkat capaian mitigasi yang memadai.

Kegiatan-kegiatan yang sekaligus mendukung upaya mitigasi dan adaptasi dalam rangka mengantisipasi perubahan iklim adalah sebagai berikut:

- Pembuatan berbagai peraturan yang membentuk dan mendukung budaya ramah lingkungan, dan penegakan hukum.
- Diterapkannya mekanisme teguran dan penalti terhadap pemerintah daerah yang mengabaikan peraturan-peraturan nasional mengenai konservasi lingkungan hidup (termasuk konversi lahan).
- Memasukkan pendidikan pelestarian lingkungan hidup dan sumber daya alam ke dalam kurikulum pendidikan nasional.
- Himbauan kepada perusahaan-perusahaan asing yang menanamkan modal di Indonesia agar menghindari polusi yang dapat mencemari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.
- Pemantauan emisi yang dihasilkan dari kegiatan penggunaan energi dan LULUCF.
- Pengembangan kelembagaan untuk penyusunan inventarisasi gas rumah kaca di tingkat daerah dan nasional.
- Pemantauan perubahan temperatur, kenaikan muka air laut, erosi air laut, tinggi gelombang dan kondisi-kondisi iklim ekstrim.
- Penguatan kapasitas pemantauan yang sudah dimiliki oleh Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (LAPAN) dan Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG).
- Transfer teknologi bersih termasuk *low carbon technology* dan teknologi adaptasi yang sesuai dengan kondisi dan karakteristik iklim Indonesia.

Memperhatikan bahwa pada saat ini sektor kehutanan dan sektor energi (bahan bakar fosil) merupakan sumber utama devisa negara sekaligus penghasil emisi GRK utama, maka kegiatan di kedua sektor tersebut harus dilakukan dengan memperhatikan dampak lingkungan yang ditimbulkannya. Di sektor energi, pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan harus mendapatkan prioritas, sedangkan di sektor kehutanan, pemanfaatan hutan dan hasil hutan tidak boleh menyebabkan kerusakan kawasan hutan; misalnya dengan mengembangkan ekonomi masyarakat ke arah industri pariwisata (*ecotourism*).

3.3.2 Teknologi

Upaya mitigasi dan adaptasi dalam rangka menghadapi perubahan iklim memerlukan penggunaan teknologi. Penurunan emisi GRK di sektor energi membutuhkan teknologi yang hemat energi dan rendah emisi dalam sektor pembangkit listrik, industri, transportasi, serta rumah tangga dan komersial. Pengendalian kebakaran hutan membutuhkan teknologi monitoring yang bersifat *real time* serta teknologi pemadaman api yang handal. Penurunan emisi GRK dari sektor pertanian juga memerlukan

teknologi pertanian (bibit, pemupukan, pengairan) yang secara keseluruhan menghasilkan emisi GRK yang lebih rendah.

Guna meningkatkan kesiapan berbagai pihak dalam menghadapi kondisi cuaca ekstrim, diperlukan teknologi prediksi cuaca yang bisa memberikan hasil yang cukup akurat. Dengan teknologi tersebut, nelayan dan petani dapat merencanakan aktivitasnya dengan lebih baik; sehingga bisa menghindarkan mereka dari kerugian yang mungkin dipikul akibat kondisi iklim/cuaca ekstrim (kekeringan, badai, dsb.) Selain itu, perlu juga diterapkan teknologi peringatan dini untuk menghindarkan masyarakat luas terhadap kemungkinan terkena dampak buruk kejadian terkait cuaca ekstrim. Selain itu, untuk keperluan adaptasi di bidang pertanian, diperlukan teknologi pengembangan varietas tanaman yang tahan terhadap dampak perubahan iklim. Teknologi pertanian yang hemat air juga penting diterapkan guna mengantisipasi kelangkaan air pada musim kemarau panjang.

Mengingat kondisi Indonesia yang sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim, dan sebagaimana yang perlu dilakukan oleh negara-negara berkembang, Indonesia perlu membuat suatu daftar kebutuhan *Environmentally Sound Technology* (EST) yang detail dari setiap sektor terkait. Ruang lingkup prioritas teknologi tersebut adalah untuk mendukung upaya mitigasi serta adaptasi terhadap dampak perubahan iklim yang terpadu dengan mempertimbangkan tingkat keekonomiannya (*cost effectiveness*).

Selanjutnya pemutakhiran TNA untuk upaya mitigasi pada beberapa sektor diprioritaskan pada:

- Sektor Energi (Sektor ketenagalistrikan: *clean coal technology & hybrid system, bio-energy*, energi baru terbarukan lainnya: energi surya, energi angin, energi gelombang; Teknologi penghematan energi di gedung dan industri)
- Sektor Transportasi (Kendaraan *hybrid*, penggantian bahan bakar, pengembangan transportasi masal dan cepat)
- Sektor Industri & Manufaktur: i) Padat energi (Semen, *pulp* dan kertas, keramik, pupuk, minyak goreng, gula rafinasi, tekstil dan baja), ii) Agro industri (Tapioka, kelapa sawit)
- Sektor Pertanian dan Peternakan
- Sektor Kehutanan
- Limbah padatan/gas (Pemanfaatan *gas flare*, pengolahan sampah perkotaan, limbah)
- Sektor Kelautan (Sebagai isu baru untuk memperhitungkan adanya daya serap CO₂ dari sektor kelautan, sehingga dapat diperlihatkan

adanya kesetimbangan antara emisi dan penyerapan CO₂ dari berbagai sektor di Indonesia).

Teknologi *carbon capture and storage* (CCS) melalui *geological storage* dapat dipertimbangkan sebagai pilihan mitigasi teknologi yang berskala besar untuk diterapkan pada pembangkitan listrik, sektor migas (hulu dan hilir) dan sektor industri.

Guna menyusun *Technology Need Assessment* (TNA) yang diperlukan dalam upaya Adaptasi Perubahan Iklim, diperlukan kajian lebih lanjut pada sektor-sektor antara lain:

- Sektor Pertanian (Intensifikasi Pertanian) dan Perikanan (*Breeding Technology*),
- Sektor prediksi cuaca (Teknologi Prediksi Cuaca, Teknologi Permodelan)
- Sektor Infrastruktur (Teknologi Pengadaan Air Bersih, Cadangan Air Hujan)
- Sektor Konservasi Energi (Penggantian Chiller, Boiler dan Furnace)
- Sektor Kesehatan (R&D untuk pencegahan penyakit tropis, identifikasi jenis penyakit akibat Perubahan Iklim dan upaya pengobatannya dengan Fitopharmacy)
- Dampak perubahan iklim lokal dan regional, dan pengembangan teknologi adaptasi untuk mengantisipasi variabilitas dan perubahan iklim dan kenaikan muka air laut
- Bidang kemasyarakatan dan pemerintahan dengan tujuan peningkatan kemampuan beradaptasi (*adaptive capacity*) dan pemberdayaan pengetahuan lokal.

Dengan membuat suatu TNA lengkap yang menjelaskan mengenai berapa kebutuhan investasi dalam melakukan alih teknologi berdasarkan pendekatan sektoral dapat diketahui potensi CO₂ yang dapat diturunkan dari setiap sektor.

3.3.3 Pendanaan

Pertimbangan strategis dalam soal pendanaan mencakup dua sisi, yaitu (a) *scoping* atau penentuan cakupan kerangka agenda adaptasi menyeluruh beserta pengkajian dan penaksiran tuntutan kebutuhan, serta (b) perintisan prakarsa-prakarsa utama pengembangan sumber-sumber pendanaan dari ketiga jenis pendanaan, yaitu pembangkitan dana dari sektor keuangan publik lewat mekanisme pembaruan dan penciptaan instrumen fiskal yang didedikasikan secara khusus untuk adaptasi, maupun yang secara tidak langsung akan mendorong penguatan dampak sosial positif dari tindakan-tindakan adaptasi-mitigasi.

a. Indonesia merupakan negara sedang berkembang dengan kemampuan pendanaan yang sangat dibatasi oleh dua hal, yakni kecilnya produk nasional serta masih sangat besarnya porsi belanja keuangan publik yang dialokasikan untuk memenuhi kewajiban pembayaran hutang. Meskipun demikian, keterbatasan ganda ini tidak perlu menjadi pembatas dari apa yang bisa Indonesia lakukan untuk perumusan besaran tuntutan kebutuhan adaptasi yang komprehensif serta berwawasan jangka panjang. Sejak 1999 usaha pemodelan dampak sosial-ekologis dari perubahan iklim telah mendorong pengembangan "kerangka pendugaan terpadu/integrated assessment framework", yang mempertimbangkan kaitan antara dampak perubahan iklim dengan dinamika perubahan sosial-ekonomik dan kebutuhan intervensi sektor publik untuk membantu warga negara beradaptasi terhadap berubahnya keterpenuhan syarat-syarat kehidupan di tingkat lokal. Model pendugaan dampak sosial bencana yang selama ini telah dikembangkan oleh berbagai badan penelitian internasional, seperti ECLAC dan PAHO di Amerika Latin atau UNHCR dan WHO dalam konteks perubahan iklim hendak ditingkatkan kepekaan jangkauan taksirannya dengan melihat "sektor-sektor dampak" secara analitis, sebagai fungsi respons terhadap perubahan iklim (*climate impact response functions*). (Petschel-Held dkk., 1999; Bruckner dkk., 2003a; Toth dkk., 2003)

Model pengelolaan pendanaan adaptasi, termasuk pengembangan dan alih teknologi untuk adaptasi dan mitigasi perubahan iklim dengan demikian semestinya diselaraskan dengan model pendugaan komprehensif tersebut, bukannya diselaraskan dengan seberapa dana segar yang sudah bisa diakses oleh Indonesia. Dengan kekhasan kondisi geografis dan demografis Indonesia, adalah vital bagi para pelaku perubahan ekonomik dan politik utama di Indonesia untuk mendekati soal adaptasi perubahan iklim tidak sebagai sebuah cabang kegiatan yang minor sifatnya, tetapi justru sebagai panduan lintas sektor pengurusan publik. Dalam implementasinya, sektor-sektor ekonomi yang sensitif terhadap perubahan iklim harus mempertimbangkan fungsi-fungsi respons tersebut. Pengelolaan infrastruktur permukiman, transportasi dan industri pertanian pangan, sebagai contoh, sudah sejak sekarang harus mempertimbangkan mata-rantai kecukupan penyediaan air, energi dan pangan yang akan terganggu, baik oleh perubahan dalam variabel-variabel iklimik maupun variabel-variabel sosial/non-iklimik seperti tingkat pendapatan atau ketersediaan sumber nafkah.

b. Di tengah-tengah keterbatasan kemampuan pendanaan melalui anggaran negara, Indonesia perlu mengusahakan berbagai skema pendanaan, baik dari dalam negeri maupun luar negeri, guna mendukung implementasi upaya mitigasi dan adaptasi dalam rangka

mengantisipasi perubahan iklim. Beberapa mekanisme pendanaan yang segera bisa dirintis adalah sebagai berikut:

A. Instrumen Fiskal

Beberapa skema pendanaan yang bisa didapatkan dari kelompok instrumen fiskal adalah:

- Pajak emisi yang meliputi pajak karbon dan pajak lingkungan
- Pajak pengguna yang meliputi pajak atas sumber daya alam dan pajak atas lahan
- Pembebasan pajak untuk pengembangan serta alih teknologi hemat energi dan rendah emisi

B. Instrumen Finansial

Skema pendanaan melalui instrumen finansial meliputi:

- Di bawah Protokol Kyoto: Dana Adaptasi
- Di bawah Konvensi PBB untuk Perubahan Iklim: *Special Climate Change Fund (SCCF)*, *Least Developed Country Fund (LDCF)*, dan *Global Environmental Fund (GEF)*
- Sumber pendanaan lain: *Trust Fund*, Dana Bilateral, dan Dana Multilateral

C. Instrumen Pasar (Market Instrument)

Skema pendanaan melalui instrumen pasar meliputi:

- *International payment for environmental services*
- *No compliance fee*
- *Performance bond*
- Certificate trading system: *Clean Development Mechanism (CDM)* dan Perdagangan Karbon (*Carbon Trade*)
- Beragam model penjaminan asuransi/re-asuransi atas ketetapan ketersediaan layanan alam, atau kelangsungan aliran produk barang dan jasa dengan dampak perubahan iklim

D. Instrumen/sumber pendanaan non-konvensional (bisa merupakan kombinasi dari mekanisme pembaruan fiskal, penciptaan instrumen finansial baru, serta pembangkitan pasar)

- kewajiban pembayaran hutang negara dengan kewajiban mengurus agenda adaptasi dan mitigasi (*debt for adaptation/mitigation swap*)
- Kerja-sama transfer dana adaptasi/mitigasi bilateral, sebagai kompensasi dari penundaan alih teknologi dalam satu cabang industri utama yang melibatkan transaksi kedua negara. Contoh, penundaan pengenalan teknologi rendah karbon/bebas karbon untuk sektor otomotif dari industri

otomotif luar negeri ke Indonesia, karena alasan margin surplus dari pelaku-pelaku utama dalam industri tersebut.

- Pendanaan pengembangan teknologi atau industri silang/kompensatoris. Contoh, pembangkitan dana adaptasi segar untuk sektor pemukiman dan pertanian pangan serta industri dengan pengembangan "pompa air tanpa motor", di mana penghematan ongkos ekonomik dan ekologis dikompensasi dengan dana pengembangan teknologi tersebut dari berbagai sektor konsumennya.

Guna mengefektifkan anggaran pemerintah yang dialokasikan untuk menanggulangi permasalahan lingkungan, perlu dilakukan penyelarasan dan pemaduan program antar departemen dan instansi yang terkait dengan penanggulangan masalah lingkungan, khususnya terkait dengan perubahan iklim. Seperti diuraikan secara ringkas di atas, penyelarasan dan pemaduan tersebut tidak mungkin akan mencapai hasil optimum tanpa adanya kerangka pembaruan menyeluruh yang mencakup perencanaan pengelolaan pembangunan serta pengelolaan keuangan negara sehingga bisa secara memadai mendukung upaya besar ini.

BAB IV KERJASAMA INTERNASIONAL DALAM MENGANTISIPASI PERUBAHAN IKLIM

Indonesia memiliki karakteristik geografis dan geologis yang sangat rentan terhadap perubahan iklim, seperti yang telah diuraikan dalam Sub Bab 1.2.1. Sesuai dengan Konvensi Perubahan Iklim (Pasal 4 Butir 8, 9 dan 10), negara yang memiliki karakteristik-karakteristik tersebut perlu mendapatkan bantuan pendanaan, *insurance* dan alih teknologi untuk memenuhi kebutuhan negara yang bersangkutan dalam mengantisipasi dampak negatif perubahan iklim. Selain itu, Indonesia termasuk dalam negara berpendapatan menengah rendah; sehingga memerlukan dukungan internasional dalam mengantisipasi perubahan iklim.

Berdasarkan kondisi di atas dan mengacu pada prinsip *common but differentiated responsibility*, Indonesia akan berperan aktif dalam upaya pengendalian dampak perubahan iklim secara global menurut posisinya sebagai Negara Non-Annex-I dan mendorong negara maju untuk memimpin upaya penurunan emisi GRK. Dukungan dunia internasional akan sangat berperan dalam pencapaian target rencana aksi nasional ini.

USULAN KERJASAMA INTERNASIONAL

Kebutuhan Indonesia dalam hal alih teknologi dan dukungan lain guna mengurangi emisi GRK serta melakukan adaptasi terhadap perubahan iklim adalah sebagai berikut:

Mitigasi

- Sektor industri padat energi (semen, pulp and paper, keramik, pupuk, minyak goreng, gula rafinasi, tekstil, dan besi dan baja)
- Manajemen lingkungan dan audit lingkungan pada proses industri dan peralatan industri (penggantian chiller, boiler dan furnace).
- Sektor agro industri (pengolahan tapioka dan kelapa sawit),
- Pemanfaatan limbah (pertanian, peternakan, dan limbah kota)
- Pembangkitan listrik (*low pollution coal-burning* dalam teknologi pembangkit listrik, energi baru terbarukan: energi surya, energi angin, energi gelombang, dan *carbon capture and storage - CCS*)
- Sektor transportasi (penggantian bahan bakar, teknologi kendaraan rendah emisi, teknologi transportasi hemat energi)
- Sektor minyak dan gas (*carbon capture and storage - CCS* dan *gas flare*)
- Sektor LULUCF (teknologi untuk pengendalian kebakaran hutan, teknologi penetapan karakteristik lahan gambut untuk pemanfaatan lahan gambut secara berkelanjutan, program terintegrasi dalam penanaman pohon dan pengentasan kemiskinan melalui program MIH)

Adaptasi

- Pengembangan teknologi dan sistem kelembagaan yang mampu memanfaatkan informasi iklim (termasuk prakiraan) secara efektif untuk mengelola resiko iklim saat ini dan mendatang.
- Sektor pertanian (intensifikasi pertanian, *spray and drip irrigation technology* untuk penghematan air) dan perikanan (*breeding technology*)
- Sektor sumber daya air, mencakup antara lain: i) Sistem peringatan dini hujan dan banjir, ii) pengelolaan waduk berbasis *weather forecasting*, iii) pengelolaan kekeringan berbasis citra satelit, iv) peningkatan kapasitas di bidang *hydro climatology*, dan v) peningkatan kapasitas di bidang peningkatan efisiensi penggunaan air.
- Sektor industri (penghematan energi, teknologi penghematan air).
- Sektor teknologi prediksi cuaca dan *pre-warning* terhadap iklim ekstrim, teknologi permodelan.
- Sektor kesehatan (R&D untuk pencegahan penyakit tropis, identifikasi jenis penyakit akibat perubahan iklim, dan upaya pengobatan dengan fitopharmacy).
- Sektor LULUCF (teknologi untuk *recovery* dan rekonstruksi serta pemantauan lahan gambut, mangrove, dan terumbu karang).

Peningkatan kapasitas

Dalam rangka mengantisipasi dampak perubahan iklim maka diperlukan upaya-upaya untuk meningkatkan kapasitas pemerintah pusat dan daerah, lembaga legislatif, masyarakat dan sektor privat. Hal ini dapat dilakukan melalui program pendidikan dan sosialisasi antisipasi perubahan iklim kepada para pemangku kepentingan di atas.

Positif insentif untuk menjaga kelestarian hutan (REDD)

Untuk mempercepat upaya rehabilitasi lahan terdegradasi seluas 53,9 juta ha diperlukan kerjasama internasional melalui program aforestasi dan reforestasi. Berdasarkan evaluasi program MIH terhadap luasan hutan total seluas 120 juta ha, terdapat beberapa kabupaten di Papua dan Papua Barat, Aceh, Sumatera Utara, Jambi, Bengkulu, Sulawesi Tenggara, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Barat yang kondisi hutannya masih baik sebagai penyerap karbon (*carbon sink*). Untuk itu diperlukan insentif positif guna mencegah terjadinya kerusakan hutan di daerah-daerah tersebut. Insentif positif tersebut dihitung berdasarkan *carbon stock* dan atau *carbon flow* dan *opportunity cost* sebagai kompensasi devisa Negara yang mungkin masuk dari pembukaan hutan yang dimanfaatkan untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat dan pertumbuhan ekonomi.

Berdasarkan kajian "Pendanaan Kawasan Konservasi di Indonesia", anggaran yang tersedia dari semua sumber untuk implementasi Deklarasi *Heart of Borneo* adalah US\$ 53,37 juta, sedangkan kebutuhan dana optimal adalah sebesar US\$ 135,51 juta. Untuk menutupi kekurangan dana sebesar US\$ 81,94 juta tersebut diperlukan bantuan pendanaan dari kerjasama bilateral dan multilateral.

BAB V. PELAKSANAAN RENCANA AKSI

5.1. MITIGASI

5.1.1 Sektor LULUCF

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
I Kehutanan									
A	Penurunan Emisi dan Peningkatan Kapasitas Penyerapan Karbon 1. Penurunan Emisi 2. Peningkatan kapasitas penyerapan carbon	Pengembangan hutan tanaman: – HTI 3,6 juta Ha (105,5 juta ton CO ₂ /th) – HTR 3,6 juta Ha (105,5 juta ton CO ₂ /th) – HR 2,0 juta Ha (58,6 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, Pemda	Pengembangan hutan tanaman: – HTI 7,2 juta Ha (210,9 juta ton CO ₂ /th) – HTR 5,4 juta Ha (158,2 juta ton CO ₂ /th) – HR 4 juta Ha (117,2 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, Pemda	Pengembangan hutan tanaman: – HTI 9,31 juta Ha (272,8 juta ton CO ₂ /th) – HTR 9 juta Ha (263,7 juta ton CO ₂ /th) – HR 8 juta Ha (234,4 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, Pemda	Pengembangan hutan tanaman : – HTI 11,62 juta Ha (340,5 juta ton CO ₂ /th) – HTR 12,98 juta Ha (380,3 juta ton CO ₂ /th) – HR 8 juta Ha (234,4 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, Pemda
		Rehabilitasi hutan dan lahan: – Hutan Lindung 0,5 juta Ha – Hutan konservasi 1,5 juta Ha	Dephut, KLH, Pemda	Rehabilitasi hutan dan lahan: – Hutan Lindung 1 juta ha – Hutan konservasi 2 juta Ha	Dephut, KLH, Pemda	Rehabilitasi hutan dan lahan: – Hutan Lindung 5 juta ha – Hutan konservasi 5 juta Ha	Dephut, KLH, Pemda	Rehabilitasi hutan dan lahan: – Hutan Lindung 17,9 – Hutan konservasi 11,4 juta Ha	Dephut, KLH, Pemda
		Pengelolaan hutan lindung: 13,39 juta Ha (19 643,1 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, KLH, Pemda	Pengelolaan hutan lindung: 14,39 juta Ha (21 110,1 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, KLH, Pemda	Pengelolaan hutan lindung: 19,39 juta Ha (28 445,1 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, KLH, Pemda	Pengelolaan hutan lindung: 31,29 juta Ha (45 902,4 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, KLH, Pemda

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
		Pengelolaan hutan konservasi: 10,24 juta ha (15 022,1 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, Pemda	Pengelolaan hutan konservasi: 15,39 juta ha (22 577,1 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, Pemda	Pengelolaan hutan konservasi: 20,39 juta ha (29 912,1 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, Pemda	Pengelolaan hutan konservasi: 21,66 juta ha (31 775,2 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, Pemda
		Penyempurnaan aturan, prosedur, & modalitas <i>Small Scale A/R CDM</i>							
		Pencegahan kebakaran hutan & lahan – 50 % titik api dapat diturunkan dibandingkan tahun 2006 – PHAP: 23,12 juta ha (3,39 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, KLH, Pemda	Pencegahan kebakaran hutan & lahan – 75 % titik api dapat diturunkan dibandingkan tahun 2006 – PHAP: 23,12 juta ha (3,39 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, KLH, Pemda	Pencegahan kebakaran hutan & lahan – 95 % titik api dapat diturunkan dibandingkan tahun 2006 – PHAP: 23,12 juta ha (3,39 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, KLH, Pemda	Pencegahan kebakaran hutan & lahan – Mempertahankan pencegahan kebakaran hutan – PHAP: 23,12 juta Ha (3,39 juta ton CO ₂ /th)	Dephut, KLH, Pemda
		Mengubah pola bertani tanpa membakar/ membuka lahan. Program insentif dengan pemberian pupuk dan bibit gratis kepada		Pengaturan kewajiban penanaman pohon oleh masyarakat		Kontinuitas penerapan kebijakan penanaman pohon oleh masyarakat		Kontinuitas penerapan kebijakan penanaman pohon oleh masyarakat	

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
		petani.							
		Pemetaan bekas lahan gambut sejuta hektar dengan citra SPOT4 Inventarisasi emisi GRK dari sektor pertanian	Dep. Pertanian, KLH, Dephut, Bakosurtanal	Pengaturan tata ruang pengelolaan lahan gambut secara menyeluruh per-pulau	Dep. Pertanian, KLH, Dephut, Bakosurtanal	Kontinuitas pengelolaan lahan gambut berkelanjutan	Dep. Pertanian, KLH, Dephut	Evaluasi dan monitoring pengelolaan lahan gambut berkelanjutan	Dep. Pertanian, KLH, Dephut, Bakosurtanal
B	Penerapan Mekanisme Insentif	Pengembangan mekanisme insentif REDD	Dephut, Depkeu, Bappenas	Kontinuitas implementasi mekanisme insentif (untuk lahan tidur, pencabutan HGU lahan tidur di sektor pertanian dan kehutanan)	Dephut, Depkeu, Bappenas	Evaluasi dan monitoring implementasi dan monitoring mekanisme insentif REDD	Dephut, Depkeu, Bappenas, Bakosurtanal	Evaluasi dan monitoring pelaksanaan pilot project, peningkatan kualitas program insentif REDD	Dephut, Depkeu, Bappenas
		Kontinuitas Program MIH yang terintegrasi dengan GERHAN dan program lain yang menunjang pemberian insentif	KLH, Dephut, Bappenas	Kontinuitas dan evaluasi Program MIH yang terintegrasi dengan GERHAN dan program lain yang menunjang pemberian insentif	KLH, Dephut, Bappenas	Kontinuitas dan evaluasi Program MIH yang terintegrasi dengan Gerhan dan program lain yang menunjang pemberian insentif	KLH, Dephut, Bappenas	Peningkatan kualitas program integrasi MIH-GERHAN-program lain yang menunjang	KLH, Dephut, Bappenas
C	Kebijakan Pendukung	<u>Penataan Ruang</u> : Penyerasian dan/atau pengkajian ulang tata ruang terkait dengan	Bappenas, Dep PU, BPN, Bakosurtanal	Penetapan tata ruang yang mendukung upaya mitigas dan adaptasi	Bappenas, Dep PU, BPN, Bakosurtanal	Evaluasi dan monitoring penerapan peraturan tentang tata ruang	Bappenas, Dep PU, BPN, Bakosurtanal	Pengawasan pelaksanaan peraturan tentang tata ruang	Bappenas, Dep PU, BPN, Bakosurtanal

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
		upaya mitigasi setiap sektor							
		<u>Pengentasan kemiskinan:</u> Penyusunan skema insentif bagi masyarakat sekitar kawasan hutan (misal: ekowisata) Pelaksanaan pilot project peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar kawasan hutan (melalui program MIH, GERHAN, ekowisaya, dan program lainnya)	Bappenas, DepKeu, KLH, Dephut, Deptan	Pelaksanaan pilot project peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar kawasan hutan (melalui program MIH, GERHAN, ekowisaya, dan program lainnya)	Bappenas, DepKeu, KLH, Dephut, Deptan	Evaluasi dan kontinuitas pelaksanaan pilot project peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar kawasan hutan (melalui program MIH, GERHAN, ekowisaya, dan program lainnya)	Bappenas, DepKeu, KLH, Dephut, Deptan	Evaluasi dan kontinuitas pelaksanaan pilot project peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar kawasan hutan (melalui program MIH, GERHAN, ekowisaya, dan program lainnya)	Bappenas, DepKeu, KLH, Dephut, Deptan
		<u>Penegakan hukum:</u> Penanggulangan kebakaran hutan Penanggulangan illegal logging	Kepolisian, Dephut, KLH, Pemda	Penanggulangan kebakaran hutan Penanggulangan illegal logging	Kepolisian, Dephut, KLH, Pemda	Penanggulangan kebakaran hutan Penanggulangan illegal logging Evaluasi program	Kepolisian, Dephut, KLH, Pemda	Penanggulangan kebakaran hutan Penanggulangan illegal logging	Kepolisian, Dephut, KLH, Pemda

5.1.2 Sektor Kelautan

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
1	Peningkatan penyerapan karbon	Penanaman mangrove dan vegetasi pantai	DKP, KLH	Penanaman mangrove dan vegetasi pantai	DKP, KLH	Penanaman mangrove dan vegetasi pantai	DKP, KLH	Penanaman mangrove dan vegetasi pantai	DKP, KLH
		Rehabilitasi terumbu karang melalui transplantasi dan terumbu buatan	DKP, KLH	Rehabilitasi terumbu karang melalui transplantasi dan terumbu buatan	DKP, KLH	Rehabilitasi terumbu karang melalui transplantasi dan terumbu buatan	DKP, KLH	Rehabilitasi terumbu karang melalui transplantasi dan terumbu buatan	DKP, KLH
		Menambah luas wilayah konservasi laut (MPA) menjadi 9,5 juta ha	DKP, KLH	Menambah luas wilayah konservasi laut (MPA) menjadi 12 juta ha	DKP, KLH	Menambah luas wilayah konservasi laut (MPA) menjadi 25 juta ha	DKP, KLH		

5.1.3 Sektor Energi

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
a	Pembangkit Energi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inventarisasi GRK dan potensi penurunannya 2. Pemberian insentif & keringanan fiskal untuk teknologi rendah emisi GRK 3. Inventarisasi potensi panas bumi dan di-<i>overlay</i> dengan kawasan lindung 4. Perencanaan implementasi teknologi CCS 5. Perencanaan pembangunan pembangkit dengan sumber EBT (surya, angin, air, biomassa, geotermal) yang sesuai dengan karakteristik daerah 6. Mengganti sumber energi dengan energi yang lebih rendah emisi (seperti gas alam) 	DESDM, Depkeu, KLH, Pemda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tindak lanjut inventarisasi dan penggunaan teknologi rendah emisi GRK 2. Pembangunan pembangkit listrik dengan sumber EBT yang sesuai dengan karakteristik daerah 3. Pembangunan infrastruktur teknologi CCS 4. Melanjutkan penggantian sumber energi menggunakan energi yang rendah emisi (seperti gas alam) 	DESDM, Depkeu, KLH, Pemda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meneruskan kegiatan di periode sebelumnya 2. Pengoperasian teknologi CCS 3. Target penurunan emisi sebesar 30% terhadap BAU (dengan memanfaatkan teknologi CCS) 	DESDM, Depkeu, KLH, Pemda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meneruskan kegiatan di periode sebelumnya 2. Target penurunan emisi sebesar 50% terhadap BAU 	DESDM, Depkeu, KLH, Pemda

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
b	Transportasi	1. Inventarisasi GRK dan potensi penurunannya 2. Pemberian insentif & keringanan fiskal untuk teknologi rendah emisi GRK 3. Penggunaan EBT 4. Memperbanyak fasilitas pendukung penggunaan bahan bakar nabati 5. Pembangunan fasilitas jalan sepeda dan pejalan kaki 6. Perencanaan sistem transportasi massal yang rendah emisi GRK 7. Pengembangan sarana transportasi rendah emisi GRK	Dephub, DESDM, KLH, Dep PU, Depkeu, Pemda	1. Tindak lanjut inventarisasi dan penggunaan teknologi rendah emisi GRK 2. Pembangunan sistem transportasi massal yang rendah emisi GRK di kota-kota besar 3. Pengembangan kendaraan elektrik dan hibrida 4. Pengembangan kendaraan yang kompatibel dengan bahan bakar nabati	Dephub, DESDM, KLH, Dep PU, Depkeu, Pemda	1. Meneruskan kegiatan di periode sebelumnya 2. Pengoperasian sistem transportasi massal di kota besar dan metropolitan 3. Target penurunan emisi sebesar 30% terhadap BAU	Dephub, DESDM, KLH, Dep PU, Depkeu, Pemda	1. Meneruskan kegiatan di periode sebelumnya 3. Target penurunan emisi sebesar 50% terhadap BAU	Dephub, DESDM, KLH, Dep PU, Depkeu, Pemda
c	Industri	1. Inventarisasi GRK dan potensi penurunannya 2. Melaksanakan audit energi dan penerapan manajemen energi 3. Penerapan teknologi bersih dan prinsip 5R (termasuk untuk UKM)	Depperind, KLH, DESDM, Depkeu	1. Tindak lanjut inventarisasi dan penerapan teknologi hemat energi 2. Peningkatan jumlah proyek CDM hingga 100% terhadap periode sebelumnya 3. Efisiensi	Depperind, KLH, DESDM, Depkeu	1. Meneruskan kegiatan di periode sebelumnya 2. Tercapainya penurunan konsumsi energi sebesar 22% terhadap BAU 3. Peningkatan jumlah proyek CDM hingga 100% terhadap periode sebelumnya	Depperind, KLH, DESDM, Depkeu	1. Meneruskan kegiatan di periode sebelumnya 2. Peningkatan jumlah proyek CDM hingga 100% terhadap periode sebelumnya 3. Target penurunan emisi	Depperind, KLH, DESDM, Depkeu

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
		<p>4. Pemberian insentif & keringanan fiskal untuk teknologi rendah emisi GRK (termasuk untuk UKM)</p> <p>5. Penggunaan sumber energi yang rendah emisi, mis: gas alam (termasuk untuk UKM).</p> <p>6. Penggunaan EBT</p> <p>7. Penerapan waste to energy</p> <p>8. Peningkatan proyek CDM hingga 400% terhadap baseline (20 proyek)</p> <p>9. Industri baru harus berlokasi di dalam kawasan industri</p> <p>10. Pencegahan dan pengendalian pencemaran melalui penerapan sistem Manajer Pencegahan dan Pengendalian Pencemaran</p>		<p>penggunaan air di industri, sehingga pada 2010 mencapai 9,2 trilyun m³</p> <p>4. Peningkatan penggunaan EBT di industri</p> <p>5. Peningkatan penerapan waste to energy di industri</p>		<p>4. Tercapainya target penurunan emisi GRK sebesar 113 juta ton CO₂e dari proyek CDM</p> <p>3. Target penurunan emisi sebesar 30% terhadap BAU</p>		<p>sebesar 50% terhadap BAU</p>	
d	Rumah Tangga dan Komersial	<p>1. Inventarisasi GRK dan potensi penurunannya</p> <p>2. Pemberian insentif & keringanan fiskal untuk</p>	<p>Depperind, DESDM, Depkeu, KLH, Dep PU, Pemda</p>	<p>1. Tindak lanjut inventarisasi dan penerapan teknologi hemat energi (termasuk untuk UKM)</p>	<p>Depperind, DESDM, Depkeu, KLH, Dep PU, Pemda</p>	<p>1. Seluruh gedung pemerintah menggunakan AC dan lampu hemat energi</p> <p>2. Teknologi <i>waste</i></p>	<p>Depperind, DESDM, Depkeu, KLH, Dep PU, Pemda</p>	<p>1. Target penurunan emisi sebesar 50% terhadap BAU</p>	<p>Depperind, DESDM, Depkeu, KLH, Dep PU, Pemda</p>

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
		<p>teknologi hemat energi/rendah emisi GRK</p> <p>3. Penggunaan AC dan lampu hemat energi</p> <p>4. Peningkatan penggunaan energi gas di sektor rumah tangga (termasuk untuk UKM)</p> <p>5. Pembangunan pipa gas untuk rumah tangga</p> <p>6. Pengelolaan sampah yang terintegrasi mulai dari penghasil hingga TPA</p> <p>7. Penerapan teknologi waste to energy</p> <p>8. Mendorong penerapan prinsip 3R (termasuk untuk UKM)</p>		<p>2. Sebanyak 75% gedung pemerintah menggunakan AC dan lampu hemat energi</p> <p>3. Peningkatan penggunaan energi gas di sektor rumah tangga</p> <p>5. Penduduk yang mendapat aliran listrik naik menjadi 70% terutama dari sumber EBT</p> <p>6. Target penurunan emisi sebesar 13 juta ton CO2 oleh penduduk di perkotaan</p>		<p><i>to energy</i> dioperasikan di kota-kota besar</p> <p>3. Penduduk yang mendapat aliran listrik mencapai 100% terutama dari sumber EBT</p> <p>4. Target penurunan emisi sebesar 30% terhadap BAU</p>			
f	Lain-lain	<p>1. Kampanye penghematan energi</p> <p>2. Memasukkan topik hemat energi dalam kurikulum pendidikan</p> <p>3. Peninjauan pelaksanaan Perpres 67 tahun</p>	<p>DESDM, KLH, Bappenas, Depkominfo, Pemda, Depkeu, Depdiknas, Pemda</p>	<p>1. Melanjutkan kegiatan di periode sebelumnya</p> <p>2. Memasukkan biaya externalities (seperti dampak lingkungan) pada harga bahan bakar fosil</p>	<p>DESDM, KLH, Bappenas, Depkominfo, Pemda, Depkeu, Depdiknas, Pemda</p>	<p>1. Melanjutkan kegiatan di periode sebelumnya</p> <p>2. Meningkatkan penggunaan EBT hingga 17% dari total konsumsi energi nasional</p> <p>3. lanjutan Programmatic CDM</p>	<p>DESDM, KLH, Bappenas, Depkominfo, Pemda, Depkeu, Depdiknas, Pemda</p>	<p>1. Melanjutkan kegiatan di periode sebelumnya</p> <p>2. Meningkatkan penggunaan EBT hingga 30% terhadap total konsumsi energi nasional</p>	<p>DESDM, KLH, Bappenas, Depkominfo, Pemda, Depkeu, Depdiknas, Pemda</p>

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
		2005 untuk pelaksanaan CDM 4. Pelaksanaan program penghematan energi di pusat dan daerah (mis: lampu hemat energi untuk penerangan jalan)		3. Peningkatan penggunaan EBT hingga 10% terhadap total konsumsi energi nasional 4. Pelaksanaan Programmatic CDM (Misalnya Adipura, Proper)					

5.2 Adaptasi

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
1	Sumber Daya Air	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inventarisasi tempat pengambilan air baku 2. Memperbaiki jaringan hidrologi 3. Upaya pemulihan DAS secara terpadu 4. Melaksanakan program pembangunan situ, embung dan waduk 5. Gerakan hemat air 6. Melakukan inventarisasi daerah lahan gambut 	KLH, Dept. PU, Dept. Kehutanan, Bakosurtanal, Pemda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Upaya pemulihan DAS secara bertahap 2. perubahan pola operasi dan pemeliharaan waduk dan bangunan pelengkap/penunjangnya untuk menyesuaikan dengan perubahan iklim 3. Melakukan penelitian geohidrologi untuk mengetahui cekungan-cekungan air tanah 4. Gerakan hemat air 5. Melakukan Monitoring tutupan Lahan pada DAS 	KLH, Dept. PU, Kementerian Ristek, Bakosurtanal, Pemda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengembangkan teknologi dam parit 2. Pengembangan teknologi yang dapat memanfaatkan air laut menjadi air yang dapat diminum 3. Melakukan rehabilitasi pengelolaan air di daerah lahan gambut 4. Upaya pemulihan DAS secara bertahap 5. Gerakan hemat air 	KLH, Dept. PU, Dept. Kehutanan, Kementerian Ristek, Pemda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melaksanakan program pembangunan situ, embung dan waduk 2. Upaya pemulihan DAS secara bertahap 3. Gerakan hemat air 	KLH, Dept. PU, Dept. Kehutanan, Kementerian Ristek, Pemda
2	Pertanian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan pemanfaatan peta wilayah rawan kekeringan 2. Melakukan usaha tani hemat air 3. Menerapkan good 	Dept. Pertanian, KLH, Dept. PU, Bakosurtanal, Pemda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengembangkan sistem deteksi dini kekeringan 2. Meningkatkan pemanfaatan potensi sumber daya air 	Dept. Pertanian, Kementerian Ristek, KLH, Dept. PU, Bakosurtanal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan analisis dampak anomali iklim terhadap pergeseran musim untuk menentukan awal musim tanam 	Dept. Pertanian, Kementerian Ristek, KLH, Dept. PU, Pemda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyempurnaan berbagai langkah dan strategi yang telah diterapkan berdasarkan evaluasi 	Dept. Pertanian, Kementerian Ristek, KLH, Dept. PU, Pemda

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
		<p>agricultural practices (GAP)</p> <p>4. Melakukan percepatan tanam dengan teknologi tepat guna</p> <p>5. Melaksanakan rehabilitasi dan peningkatan jaringan irigasi</p> <p>6. Mengoptimalkan sistem gilir-giring dalam distribusi air irigasi</p> <p>7. Pembentukan kelompok kerja anomali dan perubahan iklim Departemen Pertanian</p> <p>8. Pembentukan Pos Komando pengendalian bencana banjir dan kekeringan Departemen Pertanian</p> <p>9. Advokasi dan sosialisasi untuk membangun pemahaman yang benar terhadap perubahan iklim dan dampaknya pada sektor pertanian serta kebijakan</p>		<p>alternatif</p> <p>3. Memberdayakan kelembagaan P3A</p> <p>4. Penguatan kelembagaan petani pemakai air.</p> <p>5. Memberdayakan kelompok tani dalam mengatur jadwal tanam dan menentukan awal musim tanam</p> <p>6. Pengembangan kebijakan diversifikasi pangan</p> <p>7. Pengembangan jaringan dan sistem informasi iklim (JSII) pertanian di berbagai tingkat dan daerah, termasuk pengembangan Sekolah Lapang Pertanian (SLP), sebagai pengembangan dari SLPHT dan SLI (Sekolah Lapang Iklim).</p>	, Pemda	<p>2. melakukan penelitian tentang bibit unggul yang tahan terhadap perubahan iklim</p> <p>3. Pengembangan galur ternak adaptif</p> <p>4. Program penelitian konsorsium "kebijakan dan strategi pemerintah menghadapi perubahan iklim di sektor pertanian"</p> <p>5. Membuat perencanaan yang mendetail tentang kebijakan pengembangan pertanian</p> <p>6. Pengembangan program peningkatan pendapatan petani</p>		<p>terhadap berbagai konsep, strategi, upaya dan teknologi yang telah diterapkan periode sebelumnya.</p> <p>2. Mengembangkan berbagai inovasi teknologi adaptif, terutama varietas unggul adaptif dan teknologi pengelolaan lahan dan air yang dihasilkan pada periode sebelumnya.</p> <p>3. Melanjutkan kebijakan diversifikasi pangan yang telah dievaluasi.</p> <p>4. Peningkatan pendapatan petani minimal setara dengan rata-rata pendapatan karyawan di Indonesia melalui penerapan</p>	

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
		pemerintah dalam upaya mitigasi dan adaptasi						berbagai inovasi teknologi dan kelembagaan dan pengembangan berbagai komoditas komersial.	
3	Kelautan, Pesisir, dan Perikanan	<p>1. Inventarisasi terhadap seluruh bangunan-bangunan yang berada di kawasan pesisir</p> <p>2. Melakukan penanaman mangrove atau tanaman pantai lainnya di daerah pesisir</p> <p>3. Bimbingan dan pemahaman kepada nelayan dan masyarakat pesisir pada umumnya tentang sistem peringatan dini</p> <p>4. Pemasangan alat pemecah ombak</p>	Dept. Kelautan dan Perikanan, KLH, Dept. PU, Pemda	<p>1. Melaksanakan <i>Integrated Coastal Management</i> (ICM)</p> <p>2. Pengembangan sarana penangkapan (yakni kapal) yang tahan terhadap perubahan cuaca dan besarnya ombak</p> <p>3. Penelitian tentang pengaruh perubahan iklim terhadap budidaya ikan</p> <p>4. Melakukan penelitian nasional untuk mengkaji potensi dan peningkatan penyerapan emisi CO₂ dari sektor kelautan</p> <p>5. Pemasangan alat pemecah ombak</p>	Dept. Kelautan dan Perikanan, KLH, Dept. PU, Bakosurtanal, Pemda	1. Pembangunan pemukiman nelayan yang desainnya telah mengantisipasi kenaikan muka air laut	Dept. Kelautan dan Perikanan, KLH, Dept. PU, Pemda		

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
4	Infrastruktur	<p>1. Pembuatan sistem drainase dan sumur resapan dan atau tampungan air di bawah badan jalan</p> <p>2. Pembuatan jalan-jalan untuk pejalan kaki dan sepeda serta penanaman jalan dengan tanaman peneduh</p>	Dept. PU, KLH, Pemda	<p>1. Pembuatan sistem drainase dan sumur resapan dan atau tampungan air di bawah badan jalan</p> <p>2. Pembuatan jalan-jalan untuk pejalan kaki dan sepeda serta penanaman jalan dengan tanaman peneduh</p> <p>3. Membangun pemukiman penduduk dengan sistem rumah susun</p>	Dept. PU, KLH, Kement. Perumahan, Pemda	<p>1. Pembuatan sistem drainase dan sumur resapan dan atau tampungan air di bawah badan jalan</p> <p>2. Pembuatan jalan-jalan untuk pejalan kaki dan sepeda serta penanaman jalan dengan tanaman peneduh</p> <p>3. Membangun pemukiman penduduk dengan sistem rumah susun</p>	Dept. PU, KLH, Kement. Perumahan, Pemda	1. Membangun pemukiman penduduk dengan sistem rumah susun	Dept. PU, KLH, Kement. Perumahan, Pemda
5	Kesehatan	<p>1. Melakukan penyuluhan kesehatan untuk seluruh masyarakat khususnya upaya preventif untuk perbaikan sanitasi lingkungan</p> <p>2. Memperkuat kesiapsiagaan sistem kesehatan</p> <p>3. Meningkatkan komunikasi, informasi, dan edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat</p>	Depkes, KLH, Pemda	<p>1. Melakukan penyuluhan kesehatan untuk seluruh masyarakat khususnya upaya preventif untuk perbaikan sanitasi lingkungan</p> <p>2. Melakukan penelitian untuk mengidentifikasi jenis-jenis penyakit yang bisa ditimbulkan sebagai dampak perubahan iklim</p> <p>3. Meningkatkan pengendalian</p>	Depkes, KLH, Pemda	1. Memperkuat surveilans penyakit dan perlindungan kesehatan	Depkes, KLH, Pemda		

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
				vektor penular penyakit 4. Mengembangkan sistem peringatan dini					
6	Kehutanan dan Keanekaragaman Hayati	1. Inventarisasi keanekaragaman hayati di Indonesia (Bank Genetika) 2. Usaha perlindungan terhadap ekosistem hutan	KLH, Dept. Kehutanan, Bakosurtanal, Pemda	1. Inventarisasi keanekaragaman hayati di Indonesia 2. Usaha perlindungan terhadap ekosistem hutan	KLH, Dept. Kehutanan, Pemda	1. Inventarisasi keanekaragaman hayati di Indonesia 2. Usaha perlindungan terhadap ekosistem hutan	KLH, Dept. Kehutanan, Pemda	Usaha perlindungan terhadap ekosistem hutan	KLH, Dept. Kehutanan, Pemda
7	Lintas Sektor	1. Peningkatan kapasitas institusi penyedia data dan informasi cuaca 2. Pembuatan berbagai peraturan yang membentuk dan mendukung budaya ramah lingkungan, kebersihan, dan penegakan hukum. 3. Diterapkannya mekanisme teguran dan penalti terhadap pemerintah daerah yang mengabaikan peraturan-peraturan nasional mengenai konservasi lingkungan hidup (termasuk konversi lahan).	Kementerian Ristek, Depdagri, KLH, Dept. PU, BMG, LAPAN, Depdiknas, BKPM, BAKORNAS-PB, Bakosurtanal	1. Penyediaan peta informasi rawan bencana 2. Penelitian atau pengkajian kerentanan dan dampak perubahan iklim lokal dan regional 3. Pelaksanaan Strategi Nasional Adaptasi terhadap perubahan iklim	Kementerian Ristek, DESDM, KLH	1. Penelitian dari sisi ilmu kemasyarakatan dan pemerintahan dengan tujuan peningkatan kemampuan beradaptasi (<i>adaptive capacity</i>) 2. Pengembangan sistem peringatan dini	Depdagri, KLH		

No	Kegiatan	Kerangka Waktu							Instansi Penanggung jawab
		2007-2009	Instansi Penanggung jawab	2009-2012	Instansi Penanggung jawab	2012-2025	Instansi Penanggung jawab	2025-2050	
		<p>4. Memasukkan pendidikan pelestarian lingkungan hidup dan sumber daya alam ke dalam kurikulum pendidikan nasional.</p> <p>5. Himbauan kepada perusahaan-perusahaan asing yang menanamkan modal di Indonesia agar menghindari polusi yang dapat mencemari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.</p> <p>6. Pemantauan perubahan temperatur, kenaikan muka air laut, erosi air laut, tinggi gelombang dan kondisi-kondisi iklim ekstrim.</p> <p>7. Pemetaan Daerah rawan bencana</p> <p>8. Penetapan Strategi Nasional Adaptasi terhadap perubahan iklim untuk mengatasi berbagai dampak yang terjadi di Indonesia</p>							

LAMPIRAN

TIM PENGARAH DAN PENYUSUN

LAMPIRAN

Tim Pengarah:

1. Ir. Abu Rizal Bakrie
Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat
2. Ir. Rachmat Witoelar
Menteri Negara Lingkungan Hidup
3. Prof. Dr. Emil Salim

Penanggung Jawab dan Penyusun:

Dra. Masnellyarti Hilman, MSc
*Deputi Bidang Peningkatan Konservasi Sumber Daya Alam dan
Pengendalian Kerusakan Lingkungan, selaku Koordinator Substansi*

Tim Penyusun:

1. Dr. Lobo Balia, Staf Ahli Menteri Bidang Kewilayahan dan Lingkungan, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
2. Dr. Sunaryo, Staf Ahli Menteri Bidang Kemitraan, Departemen Kehutanan
3. Dr. Nur Masripatin, Ketua Sekretariat Balitbang, Departemen Kehutanan
4. Ir. Sulistyowati, MM, Asdep Pengendalian Dampak Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup
5. Prof. Mezak Ratag, Badan Meteorologi dan Geofisika
6. Saleh Abdurrahman, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
7. Drs. Haneda Sri Mulyanto, MAS, Kabid Mitigasi Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup
8. Drs. Dadang Hilman, MA, Kabid Adaptasi Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup
9. Upik Sitti Aslia Kamil, ST, MSc, Kasubbid Mitigasi Sektor Energi, Kementerian Lingkungan Hidup
10. Yulia Suryanti, S.Si, M.Sc, Kasubbid Adaptasi Sektor Kehutanan, Kementerian Lingkungan Hidup
11. Dr. Yuli Setyo Indartono, Konsultan
12. Hendro Sangkoyo, Konsultan
13. Aca Sugandhy, Konsultan
14. Ismid Hadad, Konsultan
15. Lolo Panggabean, Yayasan Bina Usaha Lingkungan
16. Hardiv Situmeang, PT PLN Persero

Tim Pendukung:

Hurizal Chan, Henri Bastaman, Isa Karmisa A, Rifana Erni, Jana Tjahjana Anggadiredja, Umiyatun Hayati, Dwi Suryo Indroyono S, Rizal Malarangeng, Emil Agustiono, Kusuma, Agus Wahyudi, Salman Alfarisi, Utami Andayani, Wahyu Indraningsih, Heddy S. Mukna, Antung Deddy Radiansyah, Karliansyah, Tuti Mintarsih, Imam Hendargo, Haswan Yunaz, Elly Sinaga, Tony Wagey, Irsal Las, Dewi S. Wahab, Syaiful Anwar, Kirsfianti Ginoga, Roni M. Bishry, Gunardi, Sutardi, Noor Adi Wardoyo, Tris Mardiaty, Kurnia, Widiatmini Sih Winanti, Saut Lubis, Rizaldi Boer, Heru Santoso, Yani Wicaksono, Medrilzam, Edwin Aldrian, Amnu Fuady, Hayat Suaiman, Tony Susandy, Armi Susandi, Prasetyadi Utomo, Meuthia Naim, Rendra Kurnia Hasan, Joselito Gellidon, Alfi Rusdiansyah, Sabitah Irwani, Gatot Setiawan, Novrida Masli, Chomsinawati, Fitriani Ardiansyah, Ari Muhammad.

Working Group Perubahan Iklim

1. Working Group Tata Guna Tanah, Perubahan Lahan dan Kehutanan (LULUCF)
2. Working Group Mitigasi
3. Working Group Energi
4. Working Group Adaptasi
5. Working Group Mekanisme Pendanaan
6. Working Group Alih Teknologi
7. Working Group Post-2012

Kontributor:

1. Kementerian Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat
2. Kementerian Negara Lingkungan Hidup
3. Kementerian Negara Riset dan Teknologi
4. Departemen Perindustrian
5. Departemen Kehutanan
6. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
7. Departemen Pertanian
8. Departemen Pekerjaan Umum
9. Departemen Kelautan dan Perikanan
10. Departemen Perhubungan
11. Departemen Perdagangan
12. Departemen Sosial
13. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
14. Badan Meteorologi dan Geofisika
15. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
16. Badan Pertanahan Nasional
17. Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional