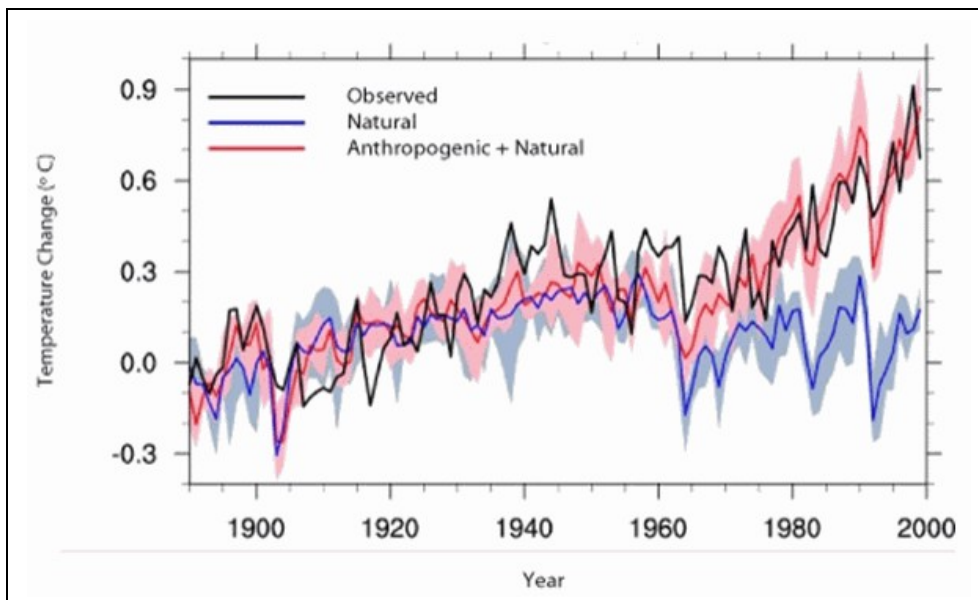


## Kajian dan Sosialisasi Perubahan Iklim serta Antisipasi Dampaknya

Sartono Marpaung, Didi Satiadi, Nurzaman Adikusumah,  
Dadang Subarna, Suaydhi, Juniarti Visa, Dicky Kusnandar

### Ringkasan Eksekutif

Meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer mengakibatkan rata-rata temperatur permukaan bumi meningkat. Peningkatan temperatur permukaan bumi diakibatkan oleh dua faktor yaitu faktor alami dan faktor antropogenik atau aktifitas manusia. Faktor alami terdiri dari faktor sirkulasi lautan, gunung meletus dan faktor radiasi matahari yaitu radiasi gelombang panjang yang terperangkap di atmosfer oleh gas rumah kaca. Sedangkan faktor antropogenik terdiri dari aktifitas manusia dalam konsumsi energi terutama yang berasal dari bahan bakar fosil dan perubahan tata guna lahan seperti pembukaan hutan untuk lahan perkebunan, pertanian dan pemukiman yang mengemisikan gas rumah kaca ke atmosfer.

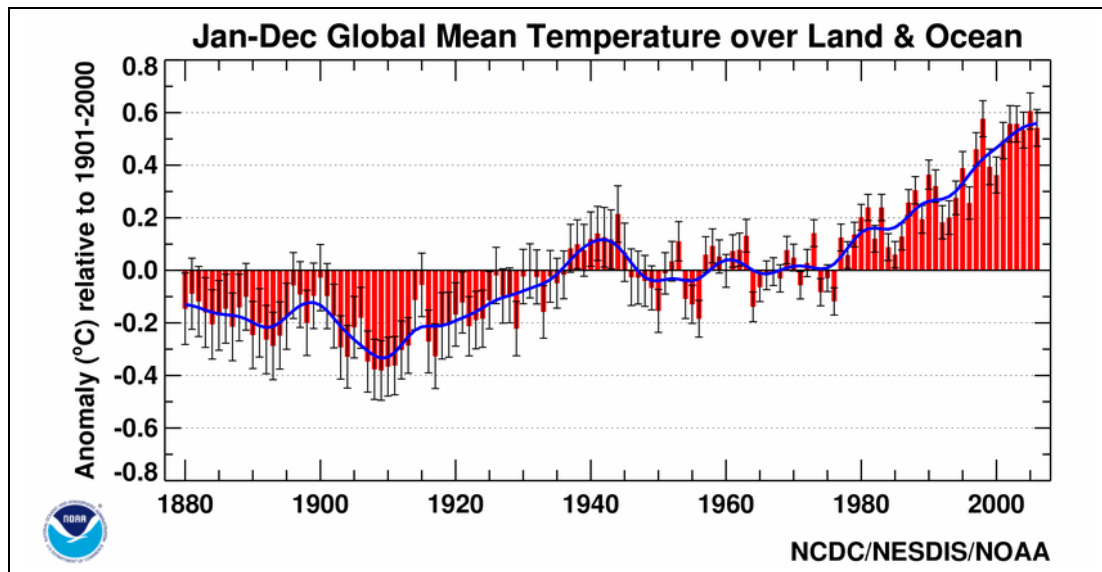


Sumber: Meehl, G A at al 2004

Gambar 1. Perbandingan perubahan temperatur antara observasi, natural dan (natural + antropogenik)

Dari gambar 1. perubahan temperatur yang teramati, sebelum tahun 1960 faktor natural lebih dominan atau besar pengaruhnya terhadap perubahan temperatur. Sesudah tahun 1960 pengaruh antropogenik mulai meningkat terhadap perubahan temperatur. Setelah dikombinasikan faktor natural dan antropogenik menghasilkan perubahan temperatur yang hampir sama dengan perubahan temperatur dari data pengamatan.

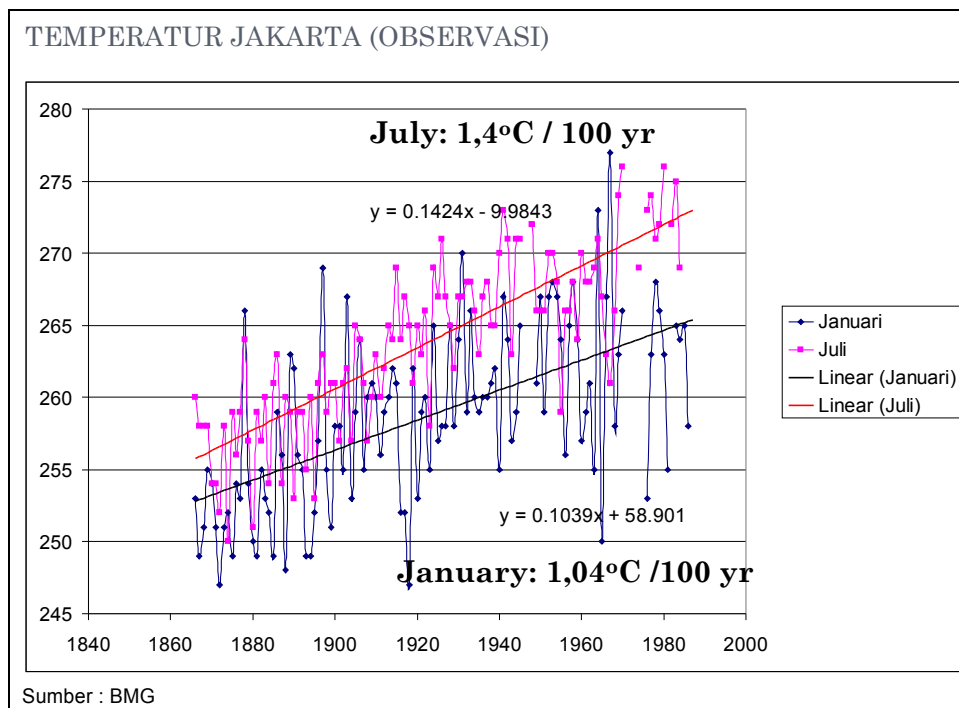
Dengan meningkatnya suhu rata-rata global (pemanasan global) hal ini menjadi pemicu terjadinya perubahan iklim atau perubahan iklim dengan dampak yang lebih besar. Dari data observasi yang telah teramati perubahan yang signifikan telah terjadi peningkatan rata-rata temperatur global (anomali rata-rata temperatur permukaan global) seperti pada gambar berikut :



Gambar 2. Anomali rata-rata tahunan temperatur permukaan global

Gambar 2. menunjukkan bahwa sejak tahun 1880 sampai tahun 2007 terjadi peningkatan rata-rata temperatur global (tren meningkat) dan tahun 1998 (El Nino terjadi) merupakan tahun terpanas selama periode pengamatan 1880-2007.

Untuk wilayah Indonesia, dari data pengamatan sudah terdeteksi adanya peningkatan temperatur permukaan yang signifikan terutama daerah perkotaan seperti : Jakarta, Cilacap, Medan dan Surabaya (Sumber, BMKG). Gambar berikut ini menampilkan perubahan temperatur untuk kota Jakarta :



Gambar 3. Perubahan temperatur Jakarta selama 100 tahun

Gambar 3. menunjukkan bahwa suhu Jakarta telah mengalami peningkatan sebesar 1.4°C pada bulan Juli (bulan kering) dan 1.04°C pada bulan Januari (bulan basah) selama 100 tahun pengamatan.

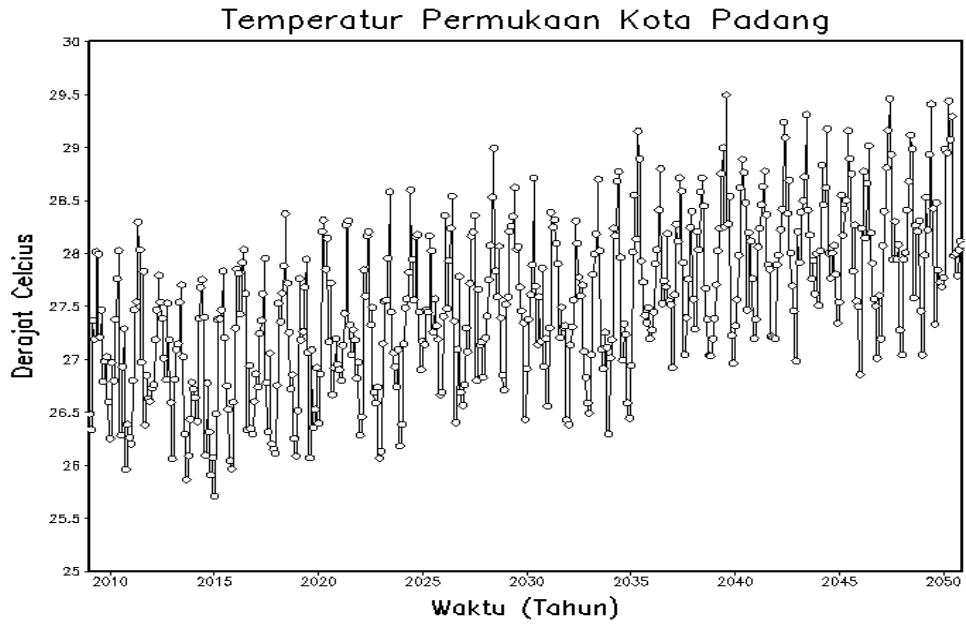
Perubahan unsur iklim yang pasti adalah peningkatan suhu, peningkatan tersebut sangat logis karena jumlah penduduk yang bertambah dengan pesat dan aktifitas manusia yang menghasilkan emisi gas rumah kaca ke atmosfer juga semakin meningkat. Perubahan unsur iklim yang tidak pasti adalah pola perubahan curah hujan serta pengaruh El-Nino pada iklim di Indonesia. Meningkatnya suhu akan menyebabkan meningkatnya penguapan, tetapi karena pengaruh dari sirkulasi udara global dan sangat kompleks sehingga peningkatan curah hujan tidak selalu terjadi pada lokasi yang sama dengan kejadian penguapan (Hidayati, 2001).

Untuk pendugaan iklim yang akan datang hanya mungkin dilakukan dengan menggunakan model iklim. Model iklim sangat berguna sebagai alat untuk memahami iklim melalui simulasinya dan membuat skenario perubahan iklim masa yang akan datang. Model iklim yang digunakan bisa berupa model iklim global atau GCM (Global Circulation Model) dan model iklim regional atau RCM (Regional Climate Model). Salah satu teknik untuk mendapatkan informasi iklim dalam resolusi yang lebih halus adalah dengan mensimulasikan iklim dalam suatu area terbatas menggunakan model iklim area terbatas (RCM) yang mengambil sumber dari hasil simulasi model sirkulasi global, biasa disebut dengan istilah nesting. Dalam nesting tersebut model iklim regional (RCM) perlu didorong dengan besaran-besaran skala besar yang bergantung terhadap waktu, seperti suhu, angin, uap air, dan tekanan permukaan. Besaran-besaran pendorong ini bisa berasal dari analisis pengamatan/data reanalisis atau dari hasil simulasi model iklim global.

Dalam pemilihan resolusi horizontal dari sebuah model iklim harus mempertimbangkan 4 faktor (Giorgi dan Mearns, 1999) : Pertama, model harus mempunyai resolusi yang cukup halus untuk menangkap pengaruh-pengaruh lokal. Kedua, resolusi harus memungkinkan model untuk menghasilkan informasi yang diharapkan dari eksperimen yang dijalankan. Ketiga, resolusi model harus sesuai dengan skala pergerakan yang relevan. Keempat, pemilihan resolusi model dapat bergantung pada ketersediaan parameterisasi fisis dan dinamis model itu sendiri.

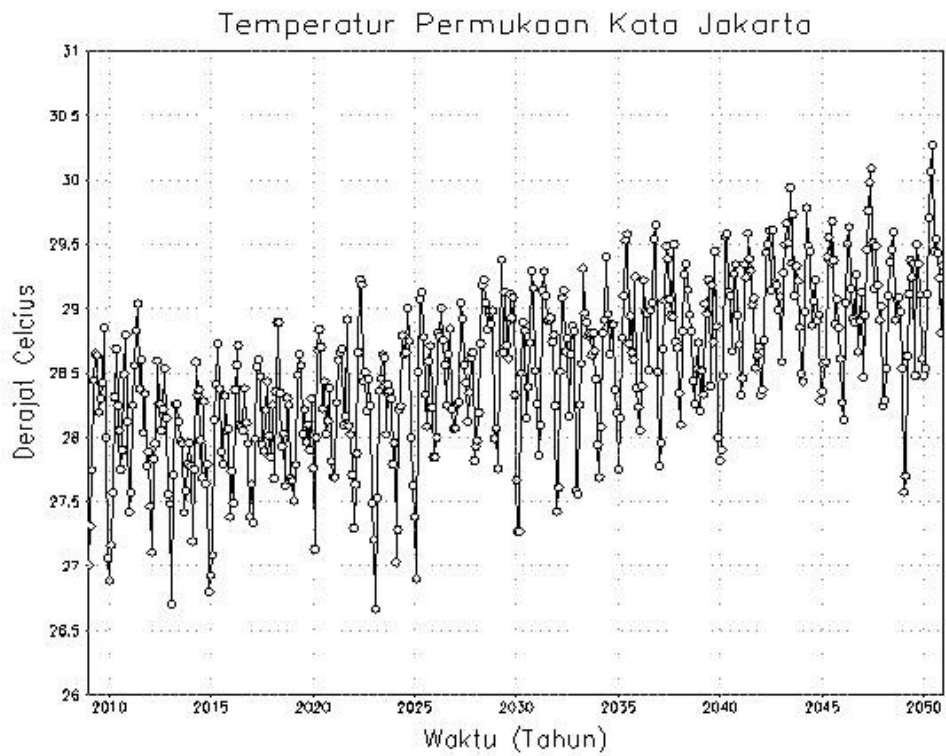
Pada umumnya daerah perkotaan mempunyai temperatur permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah disekitarnya. Hal ini diakibatkan oleh jumlah populasi penduduk dan juga faktor antropogenik atau aktifitas manusia terutama yang berkaitan dengan konsumsi energi yang jauh lebih tinggi diperkotaan. Peningkatan temperatur udara permukaan akan berimplikasi terhadap unsur iklim lainnya seperti curah hujan dan angin. Demikian juga dengan pemanasan lokal, dengan meningkatnya temperatur udara permukaan dikawasan tersebut mengakibatkan ketidakstabilan atmosfer dimana tingkat penguapan akan semakin tinggi yang akan berpengaruh terhadap curah hujan dan pergerakan angin.

Untuk melihat proyeksi temperatur permukaan pada masa yang akan datang di Indonesia digunakan data model iklim. Dipilih 28 kota sebagai lokasi kajian yaitu : Banda Aceh, Medan, Pekanbaru, Padang, Jambi, Palembang, Bengkulu, Bandar Lampung, Jakarta, Bandung, Serang, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Pontianak, Palangkaraya, Banjarmasin, Samarinda, Manado, Palu, Makasar, Kendari, Denpasar, Mataram, Kupang, Sorong, Jayapura dan Merauke. Berdasarkan analisis data model iklim MIROC3.2 Hires (Model for Interdisciplinary Research On Climate High resolution, Japan) skenario A1B, model iklim global dengan resolusi  $1.1^{\circ} \times 1.1^{\circ}$  dan merupakan salah satu model iklim dari 23 model iklim global yang digunakan IPCC dalam skenario perubahan iklim, proyeksi temperatur permukaan untuk 28 lokasi kajian di Indonesia dari tahun 2009 sampai dengan 2050 pada umumnya menunjukkan peningkatan temperatur untuk semua lokasi kajian. Berikut ini adalah contoh proyeksi temperatur permukaan untuk tahun 2009-2050.



Sumber : Hasil perhitungan

Gambar 4 : Proyeksi temperatur permukaan 2009-2050 kota Padang



Sumber : Hasil perhitungan

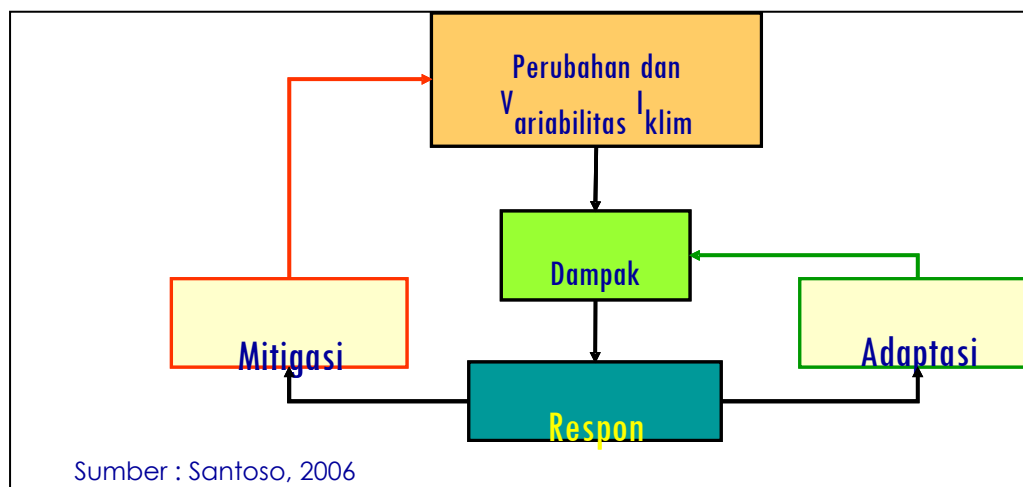
Gambar 5 : Proyeksi temperatur permukaan 2009-2050 kota Jakarta

Perubahan iklim mempunyai dampak yang cukup besar bagi Indonesia. Banyak peristiwa yang sudah terjadi di Indonesia sebagai akibat dari perubahan iklim dan pemanasan global seperti : perubahan pola dan distribusi curah hujan. meningkatnya kejadian kekeringan, banjir dan tanah longsor. menurunnya produksi pertanian /gagal panen, meningkatnya kejadian kebakaran hutan, meningkatnya suhu di daerah perkotaan, naiknya permukaan air laut.

Pola dan distribusi curah hujan yang terjadi mempunyai kecenderungan bahwa daerah kering menjadi makin kering dan daerah basah menjadi makin basah yang mengakibatkan kelestarian sumber daya air menjadi terganggu. Kejadian-kejadian ekstrim seperti turunnya hujan dengan intensitas yang cukup tinggi tapi dalam waktu singkat mengakibatkan terjadinya banjir dan tanah longsor. Di sisi lain terjadinya musim kemarau berkepanjangan mengakibatkan kekeringan dan terjadinya krisis air serta memicu terjadinya kebakaran hutan. Ketidakstabilan hujan yang terjadi seperti datangnya awal musim yang terlambat dan berakhirnya lebih cepat membawa dampak pada sektor pertanian yaitu menurunnya produktifitas pertanian bahkan ada yang sampai gagal panen.

Meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi berdampak pada naiknya permukaan laut. Permukaan laut naik akibat es di kutub mencair dan mengembangnya volume air laut akibat pemanasan yang terjadi diperkirakan kenaikan muka laut sebesar 1.1 meter pada tahun 2100 dan akan mengakibatkan tenggelamnya 115 pulau di Indonesia.

Untuk menghadapi dampak yang telah terjadi atau untuk mengurangi dampak yang akan terjadi dari perubahan iklim dapat dilakukan dengan upaya adaptasi dan mitigasi seperti diilustrasikan dalam gambar berikut :



Gambar 6. Kaitan perubahan iklim, dampak, adaptasi dan mitigasi

Adaptasi adalah berbagai tindakan penyesuaian diri terhadap kondisi atau dampak perubahan iklim yang terjadi. Menyesuaikan kegiatan ekonomi pada sektor-sektor yang rentan sehingga mendukung pembangunan berkelanjutan. Hingga saat ini, kegiatan adaptasi difokuskan pada area-area yang dianggap rentan terhadap perubahan iklim yaitu daerah pantai, sumber daya air, pertanian, kesehatan manusia dan infrastruktur. Adaptasi terhadap perubahan iklim merupakan hal yang sangat penting dan harus segera dilakukan, mengingat rentannya Indonesia terhadap dampak perubahan iklim dan rendahnya kapasitas dalam beradaptasi. Strategi adaptasi terhadap perubahan iklim harus segera disusun dan diadopsi dalam strategi pembangunan nasional. Rancangan tersebut memerlukan pengarus-utamaan

(*mainstreaming*) dalam kerangka tujuan pembangunan berkelanjutan yang bersifat lintas sektoral (antar departemen). Arah dan kegiatan adaptasi memerlukan konsistensi dari seluruh jenjang lembaga pemerintah yang terkait.

Kegiatan adaptasi di Indonesia dalam skala nasional yang dapat dilakukan untuk menghadapi dampak perubahan iklim adalah : Pemetaan pola dan proyeksi perubahan iklim, reforestasi dan aforestasi pada lahan-lahan kritis, pengelolaan pengairan dan saluran irigasi, penyesuaian pola tanam dan penggunaan bibit pilihan, penanaman bakau (mangrove) sebagai *seaawall* di daerah pantai, rehabilitasi terumbu karang untuk meningkatkan penyerapan CO<sub>2</sub> di laut, penyesuaian perencanaan infrastruktur, pemahaman perubahan cuaca ekstrim dan perubahan iklim untuk masyarakat umum.

Upaya adaptasi yang dapat dilakukan untuk berbagai sektor terhadap dampak perubahan iklim di Indonesia diuraikan dalam kajian ini (lebih jelasnya baca makalahnya)

Mitigasi adalah berbagai tindakan aktif untuk mencegah atau memperlambat terjadinya perubahan iklim/pemanasan global dan mengurangi dampak perubahan iklim/pemanasan global (melalui upaya penurunan emisi gas rumah kaca, peningkatan penyerapan gas rumah kaca).

Upaya mitigasi di Indonesia dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Pengurangan emisi karbon
2. Meningkatkan penyerapan karbon

Pengurangan emisi dapat dilakukan dengan penghematan energi, penggunaan energi rendah emisi atau penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Sedangkan peningkatan penyerapan karbon dapat dilakukan dengan reforestasi, mencegah kerusakan hutan dan rehabilitasi terumbu karang yang telah rusak.

Pelaku mitigasi terdiri dari pemerintah, masyarakat dan industri dalam berbagai kegiatan untuk mengurangi atau menurunkan konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer. Aksi mitigasi yang dapat dilakukan oleh masyarakat secara umum sebagai berikut : mengurangi konsumsi listrik misalnya melalui penggunaan lampu hemat energi, mematikan peralatan elektronik yang tidak digunakan, mengurangi penggunaan kendaraan pribadi, meningkatkan penggunaan transportasi massal, bersepeda atau berjalan kaki untuk jarak dekat dan menanam pohon di sekitar tempat tinggal.

Kebijakan internasional terkait dengan perubahan iklim adalah dibentuknya IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) atau Panel Antar Pemerintah tentang Perubahan Iklim tahun 1988 yang bertugas untuk melakukan kajian (assessment) secara berkala tentang aspek ilmiah dan dampak perubahan iklim serta cara-cara mengatasinya. Konferensi Tingkat Tinggi di Rio de Janeiro tahun 1992 tentang pembangunan berkelanjutan, yaitu sebuah program aksi yang menyeluruh dan luas yang menuntut adanya cara-cara baru dalam melaksanakan pembangunan sehingga pada abad 21 di seluruh dunia pembangunan akan bersifat berkelanjutan. Protokol Kyoto tahun 1997, adalah sebuah amandemen terhadap [Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim](#). Nama resmi persetujuan ini adalah Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (Protokol Kyoto mengenai Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim). Protokol Kyoto adalah sebuah persetujuan internasional di mana negara-negara industri akan mengurangi rata-rata emisi dari enam gas rumah kaca sebesar 5.2% dari emisi tahun 1990, yang dihitung sebagai rata-rata selama masa lima tahun antara 2008-12. Bali Action Plan 2007 yang dilaksanakan di Bali menyepakati tentang : aksi untuk melakukan kegiatan adaptasi terhadap

dampak negatif perubahan iklim (misalnya [banjir](#) dan kekeringan). mengurangi emisi gas rumah kaca melalui REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation), pengembangan dan pemanfaatan teknologi yang bersahabat dengan iklim (alih teknologi) serta pendanaan untuk mitigasi dan adaptasi.

Kebijakan nasional untuk mengkoordinasikan pelaksanaan pengendalian perubahan iklim dan untuk memperkuat posisi Indonesia di forum internasional dalam pengendalian perubahan iklim, pemerintah Republik Indonesia membentuk Dewan Nasional Perubahan Iklim (DNPI) dan disahkan dengan Perpres no. 46 tahun 2008. Tugas dari DNPI adalah :

- a. merumuskan kebijakan nasional, strategi, program dan kegiatan pengendalian perubahan iklim
- b. mengkoordinasikan kegiatan dalam pelaksanaan tugas pengendalian perubahan iklim yang meliputi kegiatan adaptasi, mitigasi, alih teknologi dan pendanaan
- c. merumuskan kebijakan pengaturan mekanisme dan tata cara perdagangan karbon
- d. melaksanakan pemantauan dan evaluasi implementasi kebijakan, tentang pengendalian perubahan iklim
- e. memperkuat posisi Indonesia untuk mendorong negara-negara maju untuk lebih bertanggung jawab dalam pengendalian perubahan iklim.

Kebijakan skala internasional maupun skala nasional merupakan suatu indikator bahwa masalah perubahan iklim merupakan masalah serius yang harus segera ditangani bersama agar terhindar dari dampak yang lebih buruk, sehingga kita tidak mengalami hal-hal yang merugikan kita semua. Kebijakan tersebut merupakan perangkat yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mencari solusi yang tepat dalam mengatasi masalah perubahan iklim.

## LAMPIRAN

### 1. MAKALAH PENELITIAN

No	Penulis	Judul Makalah	Publikasi di
1	Sartono Marpaung	Kajian Perubahan Iklim dan Antisipasi Dampaknya	JSD (rencana)
2	Sartono Marpaung	Proyeksi Temperatur Permukaan Beberapa Kota di Pulau Jawa	Prosiding Workshop Aplikasi Sains Atmosfer di LAPAN Bandung

### 2. MAKALAH REVIEW

No	Penulis	Judul Makalah	Rencana Publikasi di
1	Sartono Marpaung	Perubahan Iklim di Indonesia	MSTD
2	Didi Satiadi	Pengaruh Perubahan Iklim Pada Air dan Siklus Hidrologi	MSTD
3	Dadang Subarna	Pembelajaran Perubahan Iklim dan Pemanasan Global Berbasis Simulasi Komputer	MSTD
4	Suaydhi	Pemodelan Iklim Regional dan Permasalahannya	MSTD
5	Nurzaman Adikusumah	Kajian Dampak Perubahan Iklim Pada Fenomena Atmosfer	MSTD

### 3. LAYANAN INFORMASI

#### A. Modul Sosialisasi Perubahan Iklim, format Power Point