

STUDI PENENTUAN KONSENTRASI CO₂ DAN GAS RUMAH KACA (GRK) LAINNYA DI WILAYAH INDONESIA

Trismidianto, Eddy Hermawan, Toni Samiaji, Martono, Mugni Hadi,
Asri Indrawati dan Romdhon Hamdan

Ringkasan Eksekutif

Perubahan iklim merupakan tantangan paling serius yang dihadapi dunia pada saat ini. Sejumlah bukti baru dan kuat yang muncul dalam studi mutakhir memperlihatkan bahwa masalah pemanasan yang terjadi 50 tahun terakhir disebabkan oleh tindakan manusia yang mana temperatur di bumi telah naik secara cepat, perubahan iklim juga dipengaruhi oleh aktivitas matahari dan ozon serta kegiatan vulkanik dan sulfat. Namun sejak tahun 1960-an, penyebab utama naiknya temperatur bumi adalah akibat efek rumah kaca yang menurut sebagian ahli disebabkan oleh meningkatnya kandungan gas karbon dioksida dan partikel polutan lainnya di atmosfer bumi. Efek rumah kaca disebabkan karena naiknya konsentrasi gas-gas rumah kaca. Gas rumah kaca adalah gas-gas di atmosfer yang memiliki kemampuan untuk dapat menyerap radiasi matahari yang dipantulkan oleh bumi, sehingga menyebabkan suhu dipermukaan bumi menjadi hangat. Menurut konvensi PBB mengenai Perubahan Iklim (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC), ada 6 jenis gas yang digolongkan sebagai GRK, yaitu: karbondioksida (CO₂), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), sulfurheksaflorida (SF₆), perflorokarbon (PFCs), dan hidroflokarbon (HFCs). Gas rumah kaca berbeda dengan polutan dari segi jangka waktu dampak. Polutan secara langsung berdampak pada makhluk hidup, sedangkan gas rumah kaca berdampak tidak langsung. Melalui perantara proses di dalam lingkungan biogeokimia, gas-gas rumah kaca baru berdampak pada makhluk hidup dan memiliki life time yang relatif lama.

Sifat gas rumah kaca adalah menaikkan suhu bumi dengan cara menangkap radiasi gelombang pendek dari matahari dan memantulkannya ke bumi. Gas rumah kaca juga memantulkan radiasi gelombang panjang ke bumi, sehingga bumi seakan-akan mendapatkan pemanasan dua kali. Dampak dari gas rumah kaca adalah pemanasan global dan efek rumah kaca. Sedangkan dampak turunan dari pemanasan global salah satunya adalah perubahan iklim. Naiknya suhu rata-rata bumi adalah salah satu bukti telah terjadi perubahan iklim. Pemanasan global ini pun mendapatkan radiasi matahari tambahan lagi karena terdapatnya lubang ozon. Penipisan ozon mengakibatkan radiasi sinar ultraviolet dari matahari yang masuk ke bumi semakin besar intensitasnya.

Gas rumah kaca dari emisi antropogenik berasal dari beberapa sumber dilihat dari beberapa sektor, yaitu *sektor energi*: pemanfaatan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas secara berlebihan dalam berbagai kegiatan merupakan penyebab utama dilepaskannya emisi gas rumah kaca ke atmosfer. Pembangkitan listrik, penggunaan alat-alat elektronik seperti AC, TV, komputer, penggunaan kendaraan bermotor dan kegiatan industri merupakan contoh kegiatan manusia yang meningkatkan emisi GRK di atmosfer. *Sektor kehutanan* : kegiatan pengrusakan hutan, penebangan hutan, perubahan kawasan hutan menjadi bukan hutan, menyebabkan lepasnya sejumlah emisi GRK yang sebelumnya disimpan di dalam pohon. *Sektor pertanian dan peternakan* : Dari sektor pertanian, emisi GRK terutama metana dihasilkan dari sawah yang tergenang, pemanfaatan pupuk, pembakaran padang sabana, dan pembusukan sisa-sisa pertanian. Dan dari sektor peternakan, emisi GRK berupa gas metana (CH₄) dilepaskan dari kotoran ternak yang membusuk. GRK berupa metana juga dihasilkan dari sampah.

Menurut IPCC (*Intergovernmental On Panel Climate Change*) menyatakan jika laju emisi gas rumah kaca ini dibiarkan terus tanpa terdapat tindakan untuk menguranginya, maka suhu global rata-rata akan meningkat dengan laju 0.3°C setiap 10 tahun. Suhu global rata-rata tahun 1890 adalah 14.5°C dan pada tahun 1980 naik menjadi $15,2^{\circ}\text{C}$. Menurut Rataq *et al* (1998) menyatakan untuk Indonesia kenaikan suhu hanya sekitar 0 sampai 1 derajat. Sementara skenario dari Peter Whetton (1993) dengan menggunakan model GCM untuk wilayah Indonesia dihasilkan adanya peningkatan suhu sekitar $0.1^{\circ}\text{C} - 0.5^{\circ}\text{C}$ pada tahun 2010 dan tahun 2070 sekitar $0.4^{\circ}\text{C} - 3.0^{\circ}\text{C}$. Indonesia pernah dikejutkan oleh sebuah hasil penelitian Wetlands Internasional, organisasi yang bergerak di bidang pelestarian dan pengelolaan lahan basah di dunia, serta Laboratorium Hidrolika di Delft, Belanda yang menyatakan bahwa Indonesia sebagai negara penghasil emisi karbondioksida (CO_2) terbesar ketiga didunia setelah Amerika Serikat dan Cina dengan kuantitas emisi yang dihasilkan mencapai dua miliar ton karbondioksida pertahunnya atau menyumbang sepuluh persen dari emisi karbondioksida di dunia yang mana salah satu penyumbang terbesarnya adalah kebakaran hutan dan lahan. Namun hasil penelitian ini banyak digugat oleh peneliti di Indonesia, salah satunya adalah Sri Woro B harijono (Kepala BMG) menyatakan bahwa “penelitian itu tidak didukung oleh penilaian ilmiah yang memadai, hasil pemantauan BMG hingga tahun 2007, emisi karbon dioksida Indonesia secara perkapita masih dibawah standar kapita global, sampai saat ini fakta ilmiah yang menyebutkan Indonesia sebagai emitter ketiga terbesar didunia sangatlah lemah, pemantauan di stasiun pengamat dirgantara kototabang, sumatera barat menunjukkan kenaikan tapi masih dibawah standar dunia yang mengacu pada stasiun pantau di kepulauan hawaii”.

Berdasarkan analisis dan penelitian di atas maka kami sebagai tim dalam penelitian ini sangat tertarik untuk dapat mengkaji dan menentukan emisi dan konsentrasi gas rumah kaca khususnya di wilayah Indonesia yang mana belum banyak dilakukan oleh peneliti di Indonesia. Penelitian kami ini bertujuan untuk mengkaji dan menentukan emisi dan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) serta proyeksinya di beberapa wilayah di Indonesia berbasis model/perumusan IPCC, khususnya CO_2 di Indonesia sehingga diperolehnya besar emisi dan konsentrasi gas rumah kaca, khususnya CO_2 di wilayah Indonesia dan model/program perhitungan GRK berbasis perumusan atau metode IPCC.

Dalam penelitian ini kami menggunakan berbagai data dari beberapa sumber, antara lain adalah; data statistik energi Indonesia, data statistik kehutanan indonesia dan dunia, data statistik industri di Indonesia, data jumlah dan proyeksi penduduk di indonesia, data emisi CO_2 global sektor energi di indonesia dari cdiaac pada tahun 1971 – 2004, data statistik peternakan dan perhubungan di indonesia, data konsentrasi GRK dari GAW (*Global Atmospheric Watch*) di Kototabang dan seluruh stasiun GAW di dunia, dan data lain-lain yang menunjang penelitian ini. Data-data yang ada diolah/diestimasi untuk menentukan nilai emisi gas rumah kaca menggunakan metode IPCC 1996, lalu nilai tersebut di analisis. Begitu juga nilai data konsentersasi gas rumah kaca dari GAW di plot grafiknya per bulan dan per tahun kemudian grafiknya di analisis.

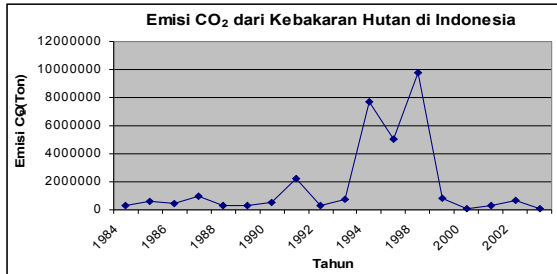
Pada penelitian ini, kami sudah melakukan pengolahan data dan perhitungan emisi gas rumah kaca (CO_2 , N_2O dan CH_4) di Indonesia dari sektor energi. Data konsumsi energi diperoleh dari buku statistik energi Indonesia yang dikeluarkan PEUI (Pengkajian Energi Universitas Indonesia) dan Handbook statistik ekonomi dan energi di Indonesia yang dikeluarkan oleh DESDM (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral) pada tahun 2006. Jadi perhitungan emisinya sampai tahun 2005 sesuai data yang tersedia yaitu sampai tahun 2005. Emisi dihitung dengan menggunakan perumusan IPCC yaitu emisi x (CO_2 atau N_2O atau CH_4) = konsumsi energi dikalikan dengan faktor emisi x (CO_2 atau N_2O atau CH_4). Yang mana hasilnya bahwa emisi CO_2 dari bahan bakar petroleum lebih besar di dibandingkan bahan bakar lain (batubara, gas dan biomassa). Rata-rata emisi CO_2 dari bahan bakar tersebut

mengalami kenaikan baik sampai sekarang ataupun proyeksi kedepannya. Hal ini karena di proyeksikan konsumsi bahan bakar kedepan semakin meningkat. Berbeda dengan emisi N_2O yang menyatakan bahwa emisi N_2O dari bahan bakar batubara lebih besar di bandingkan bahan bakar lainnya, dan emisinya juga cenderung meningkat. Sedangkan emisi CH_4 menunjukkan bahwa emisi CH_4 dari biomassa lebih tinggi di bandingkan bahan bakar lainnya. Emisi dari bahan bakar lainnya tidak terlalu mengalami kenaikan.

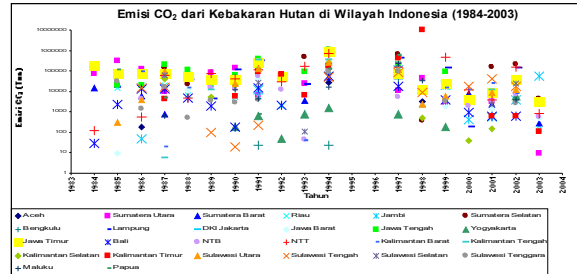
Dari hasil penelitian ini juga memperlihatkan perbandingan antara gas CO_2 , CH_4 dan N_2O , dimana walaupun nilai GWP (*Global Warming Potential*) atau indeks pemanasan global CO_2 dan N_2O lebih besar dibandingkan dengan CO_2 namun nilai emisinya masih jauh lebih kecil dibawah CO_2 . GWP CH_4 adalah 21 artinya 1 CH_4 indeks pemanasannya sama dengan 21 kali CO_2 dan GWP N_2O adalah 310 artinya 1 N_2O indeks pemanasannya sama dengan 310 kali CO_2 . Rata-rata pertumbuhan emisi CO_2 adalah sekitar 4.67%/tahun, dan rata-rata pertumbuhan emisi N_2O dan CH_4 adalah 3.32%/tahun dan 1.76%/tahun seperti terlihat pada gambar 6, tahun 1997 ke 1998 emisi gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , dan N_2O) mengalami penurunan, hal ini dikarenakan pada tahun 1998 di Indonesia terjadi krisis moneter yang cukup besar sehingga pemakaian energi pada tahun tersebut berkurang. Namun pada tahun 1998 ke 1999 dan tahun 2004 ke 2005, emisi CO_2 mengalami kenaikan yang cukup besar yaitu 7.26% dan 7.88%, hal ini dikarenakan pemakaian energi yang cukup besar pada tahun-tahun tersebut. N_2O dan CH_4 juga mengalami kenaikan yang cukup besar yaitu pada tahun 2000, berturut-turut sebesar 5.94% dan 3.07%.

Penelitian ini juga menghitung emisi dari sektor hutan dan kebakaran hutan dengan menggunakan data statistik kehutanan Indonesia yang dihitung dengan menggunakan metode IPCC, dimana jumlah luas kebakaran hutan dikalikan dengan faktor emisinya. Dari estimasi yang dilakukan diperoleh bahwa tahun 1995-1998 emisi CO_2 akibat kebakaran hutan di Indonesia cukup tinggi mencapai 10 jutaan ton dan terjadi penurunan pada tahun 2000 mencapai 57 ribuan ton seperti terlihat pada gambar 1. Fluktuasi penurunan dan kenaikan emisi CO_2 sama juga dengan emisi CH_4 dan N_2O . Gambar 2 menunjukkan emisi dari kebakaran hutan perwilayah di Indonesia, dari gambar terlihat bahwa daerah kalimantan timur cukup sering terjadi kebakaran hutan yang membuat emisinya juga cukup besar, bahkan mencapai 10 jutaan ton. Dari perhitungan, rata-rata emisi N_2O dari hutan di setiap propinsi di Indonesia pada tahun 2000 dan 2005, dimana daerah Irian Jaya sangat besar emisinya mencapai 250.486 ton pada tahun 2000 dan sekitar 150 ribuan ton pada tahun 2005, kemudian diikuti oleh Kalimantan Timur mencapai 63.019 ton pada tahun 2000 dan 60 ribuan ton pada tahun 2005. Hal ini ditaksir memang terjadi karena daerah tersebut masih banyak hutannya, dan setiap tahun hampir selalu terjadi deforestasi dan kebakaran hutan. Emisi N_2O dari total hutan di Indonesia pada tahun 1997 menurun tajam berkisar 60.000 ton dan kemudian meningkat lagi sampai mencapai 140 ribu ton pada tahun 2005, seperti terlihat pada gambar 3. Laju kebakaran hutan per tahun di wilayah Indonesia yang dihitung dari tahun 1984-2003, menunjukkan bahwa daerah yang sering terjadi kebakaran hutan adalah wilayah Kalimantan Timur mencapai 30.476 hektar per tahun, lalu wilayah Sumatera Selatan sekitar 8.302 hektar dan wilayah jawa tengah berkisar 6.735 hektar per tahun, sedangkan wilayah yang hampir tidak ada kebakaran hutan adalah wilayah DKI Jakarta, hal ini memang bisa terjadi karena di wilayah DKI Jakarta hampir tidak ditemukan adanya hutan. Total keseluruhan laju kebakaran hutan per tahun di Indonesia mencapai 90.805 hektar per tahun. Laju kebakaran hutan berbanding lurus dengan laju emisi gas rumah kaca, semakin besar jumlah kawasan hutan yang terbakar maka akan semakin besar juga emisi gas rumah kacanya, Sehingga laju emisi gas rumah kaca ketiga terbesar adalah wilayah Kalimantan Timur, Sumatera Selatan dan Jawa Tengah. Dimana nilai laju emisinya adalah; Kalimantan Timur ($CO_2=5.778.432$ ton per tahun, $CH_4=5.485$ ton per tahun, $N_2O=173$ ton per tahun), Sumatera Selatan ($CO_2=157.409$ ton per tahun, $CH_4=1.494$ ton per tahun, $N_2O=47$ ton per

tahun), dan Jawa Tengah ($\text{CO}_2=127.709$ ton per tahun, $\text{CH}_4=1.212$ ton per tahun, $\text{N}_2\text{O}=38$ ton per tahun). Laju emisi gas rumah kaca dari kebakaran hutan per tahun di Indonesia adalah; CO_2 sebesar 1.721.664 ton per tahun, CH_4 berkisar 16.344 ton per tahun dan N_2O sebesar 517 ton per tahun.



Gambar 1. Emisi CO_2 dari Kebakaran hutan di Indonesia (1984-2003)



Gambar 2. Emisi CH_4 dari Kebakaran hutan di Indonesia (1984-2003)



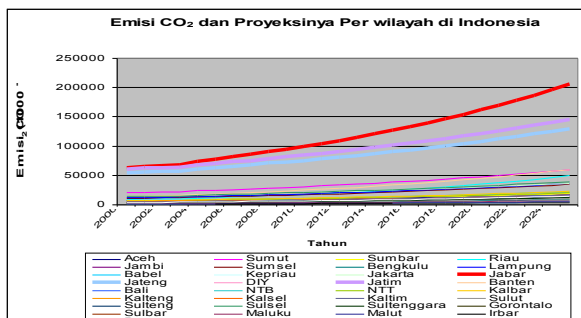
Gambar 3. Emisi N_2O total dari hutan di Indonesia (1983-2005)

Penelitian ini juga telah mengestimasi gas CO_2 , CH_4 dan N_2O yang diemisikan dari penggunaan energi oleh industri, jadi bukan dari proses industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari tahun 1990 sampai 2003 emisi gas CO_2 yang terbesar berasal dari konsumsi kayu bakar, sedangkan yang terkecil adalah dari konsumsi LPG. Ini bisa terjadi karena konsumsi LPG termasuk yang paling kecil dibanding energi lain sehingga emisi gas CO_2 dari konsumsi LPG adalah yang paling kecil. Sedangkan koefisien emisi CO_2 dari kayu bakar adalah yang terbesar sehingga emisi gas CO_2 dari konsumsi kayu bakar adalah yang terbesar. Emisi metan (CH_4) pada sektor industri dari konsumsi energi menunjukkan bahwa emisi CH_4 yang terbesar berasal dari konsumsi kayu bakar, sedangkan yang terkecil berasal dari konsumsi LPG. Ini bisa terjadi karena koefisien emisi metan dari LPG termasuk yang paling kecil dibanding energi lain, selain itu konsumsi LPG termasuk yang paling kecil dibanding energi lain, sehingga emisi gas metan dari konsumsi LPG adalah yang paling kecil. Sedangkan koefisien emisi metan dari kayu bakar adalah yang terbesar sehingga emisi gas metan dari konsumsi kayu bakar adalah yang terbesar. Dari hasil perhitungan emisi gas N_2O pada sektor industri dari konsumsi energi menunjukkan bahwa emisi gas N_2O yang terbesar berasal dari konsumsi kayu bakar, sedangkan yang terkecil berasal dari konsumsi LPG. Ini bisa terjadi karena koefisien emisi N_2O dari LPG termasuk yang paling kecil dibanding energi lain, selain itu konsumsi LPG termasuk yang paling kecil dibanding energi lain, sehingga emisi gas N_2O dari konsumsi LPG adalah yang paling kecil. Sedangkan koefisien emisi N_2O dari kayu bakar adalah yang terbesar sehingga emisi gas N_2O dari konsumsi kayu bakar adalah yang terbesar.

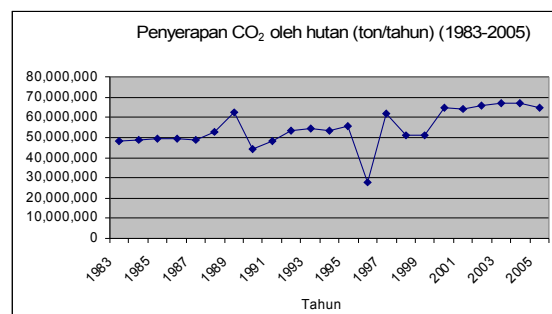
Hasil perhitungan emisi CO_2 dari sampah yang terurai di kota-kota besar di Indonesia nampak bahwa emisi gas CO_2 yang terbesar adalah dari kota Jakarta, sedangkan yang terkecil adalah dari Yogyakarta. Emisi gas metan dari sampah di kota-kota besar di Indonesia

yang terbesar adalah dari kota Jakarta, sedangkan yang terkecil adalah dari kota Yogyakarta. Emisi metan dan CO₂ dari sampah di kota Jakarta menunjukkan bahwa emisi metan lebih besar dari pada CO₂, dan dari tahun ke tahun emisi kedua GRK tersebut berfluktuasi. emisi metan dan CO₂ dari sampah di kota Bandung menunjukkan bahwa emisi metan lebih besar dari pada CO₂, dan dari tahun ke tahun emisi kedua GRK tersebut berfluktuasi. emisi gas CO₂ dan metan dari kota Jakarta-lah yang terbesar diantara Bandung, Medan, Surabaya, Semarang dan Yogyakarta. Ini mengapa bisa terjadi demikian? Hal ini dikarenakan perkiraan produksi sampah di Jakarta dibanding kota-kota lainnya adalah yang terbesar, maka emisi gas CO₂ dan metan-pun yang terbesar.

Emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄ dan N₂O) per kapita cenderung meningkat. Emisi CO₂ dan N₂O per GDP juga cenderung meningkat, namun emisi CH₄ per GDP nya mengalami penurunan. Berdasarkan sektor energi dan jumlah penduduk, Emisi CO₂ dapat dihitung per wilayah di Indonesia, berdasarkan jumlah penduduk di setiap propinsi. Seperti terlihat pada gambar 4 di bawah ini. Emisi per wilayah berdasarkan per kapita cenderung meningkat setiap wilayah dan diproyeksikan akan terus meningkat sampai tahun 2025, hal ini dikarenakan jumlah penduduk setiap wilayah diproyeksikan terus meningkat setiap tahun.



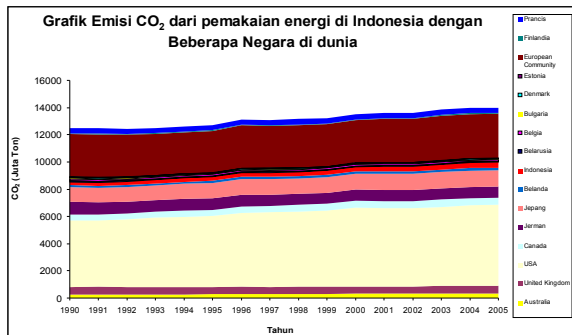
Gambar 4. Emisi CO₂ dan Proyeksinya per wilayah di Indonesia



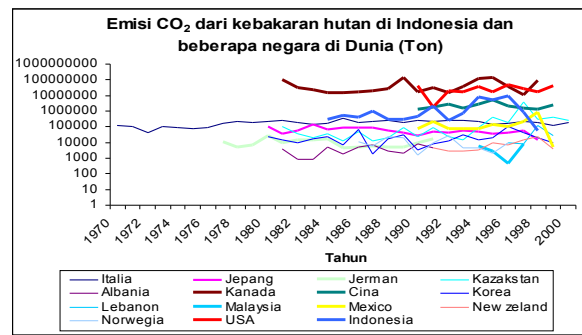
Gambar 5. Penyerapan CO₂ oleh hutan di Indonesia

Penelitian ini juga mengkaji penyerapan karbon oleh hutan dan laut di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara di dunia dengan luas hutan terbesar, yaitu 120,3 juta hektar (FWI/GFW, 2001). Sekitar 17 % luasan tersebut adalah hutan konversi dan 23 % hutan lindung, sementara sisanya adalah hutan produksi (FWI/GFW, 2001). Menurut *Forest Watch Indonesia (FWI)*, laju kerusakan hutan pada tahun 1985-1997 telah mencapai sebesar 2.2 juta per tahun (FWI, 2001). Salah satu fungsi hutan adalah sebagai penyerap emisi CO₂. Hutan dapat menyerap dan mengubah karbon dioksida, salah satu jenis GRK, menjadi oksigen yang merupakan kebutuhan utama bagi makhluk hidup. Menurut penelitian ini, jumlah CO₂ yang telah diserap oleh hutan Indonesia pada tahun 1990 adalah sebesar 44.293.927 ton CO₂, sedangkan tahun 1996 hanya menyerap sekitar 27.549.426 ton CO₂, jadi dalam waktu 6 tahun, hutan Indonesia sudah berhasil melepaskan emisi ke atmosfer sebesar 16.744.501 ton CO₂. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5. Dari perbandingan emisi CO₂ perkapita Indonesia dengan negara lain, ternyata emisi CO₂ perkapita Indonesia masih jauh di bawah negara-negara lain, walaupun jumlah penduduk Indonesia no 4 di dunia. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan energi di Indonesia masih lebih sedikit dibanding negara lain. Nilai emisi perkapita tersebut juga masih dibawah rata-rata dunia yaitu 3.5. Dari perbandingan terhadap emisi CO₂ per GDP, nilai emisi CO₂ per GDP Indonesia juga masih jauh dibawah Negara-negara lain. Perbandingan emisi CO₂ Indonesia dari sektor kebakaran hutan menunjukkan hampir semua nilai emisinya berfluktuasi turun naik, karena tidak setiap tahun terjadi kebakaran hutan seperti terlihat pada gambar 7 terlihat bahwa emisi terbesar terjadi pada Negara Kanada, kemudian diikuti oleh USA dan Cina, Namun Indonesia pada sekitar tahun 1996-1998 mengalami peningkatan emisi yang disebabkan adanya kebakaran

hutan yang cukup besar dibanding tahun-tahun sebelumnya. Begitu juga dengan perbandingan dengan emisi dari sektor energi negara lain, ternyata emisi CO₂ Indonesia masih di bawah negara-negara lain seperti terlihat pada gambar 6.



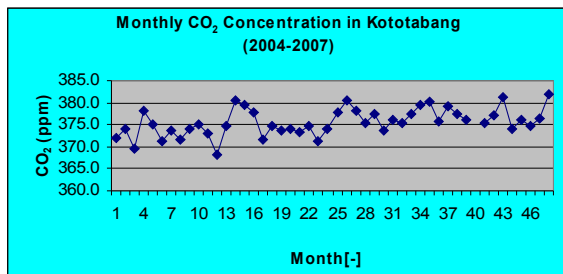
Gambar 6. Perbandingan emisi CO₂ perkapita Indonesia dengan negara lain



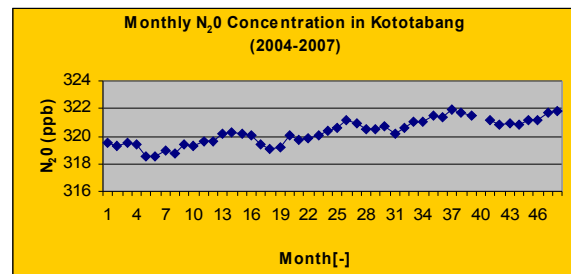
Gambar 7. Perbandingan emisi CO₂ Indonesia dari kebakaran hutan dengan negara lain.

Pada penelitian ini juga dilakukan kajian model proyeksi emisi CO₂ di Indonesia dari sektor pemakaian energi, dari kajian diperoleh bahwa emisi CO₂ di Indonesia dari pemakaian energi dan proyeksinya cenderung meningkat dengan rata-rata kenaikan sekitar 4% pertahun. Trend emisi dan proyeksinya mendekati kesamaan. Berdasarkan penelitian ini, diprediksikan emisi CO₂ di Indonesia tahun ini (2008) sekitar 504,35 juta ton dan pada tahun 2025 sekitar 1097,32 juta ton. Proyeksi emisi ini juga dibandingkan dengan model INOSYD dari PEUI yang cara penentuan emisinya dengan memproyeksikan konsumsinya. Ternyata hasilnya juga mempunyai kesamaan trend, korelasi atau keterkaitan kedua model tersebut mendekati 1 atau R² adalah 0.951 yang menandakan bahwa kedua model tersebut mendekati sama atau errornya kecil.

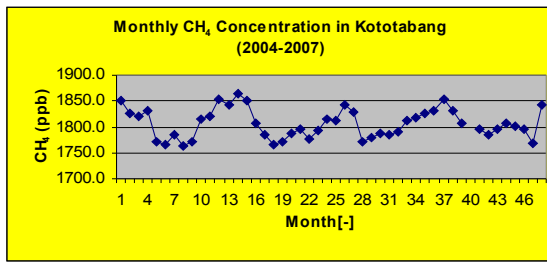
Berdasarkan data bulanan konsentrasi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, dan N₂O) yang di dapat dari *Global Atmospheric Watch* (GAW) Kototabang dari tahun 2004 – 2007. seperti terlihat pada gambar 8-10, terlihat bahwa secara bulanan konsentersasi CO₂ mengalami fluktuasi naik turun namun cenderung meningkat. Namun analisa pada konsentersasi bulanan CH₄ dan N₂O terlihat bahwa konsentersasinya cenderung menurun pada akhir bulan dan meningkat pada awal-awal bulan. Secara tahunan konsentersasi CO₂ cenderung meningkat tiap tahun walaupun pada tahun 2007 ada sedikit keraguan pada grafik CO₂ apakah konsentersasinya akan meningkat atau menurun. Sedangkan untuk konsentersasi gas CH₄ dan N₂O juga cenderung meningkat.



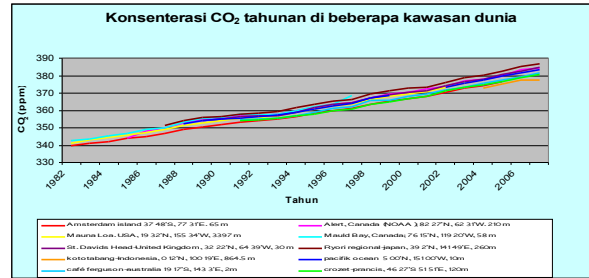
Gambar 8. Konsentrasi bulanan CO₂ di kototabang



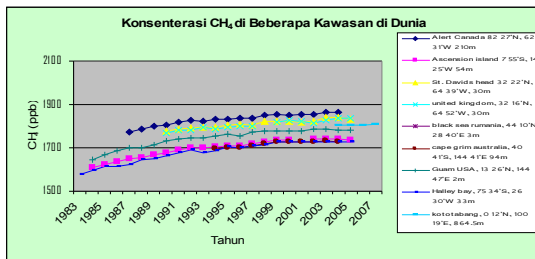
Gambar 9. Konsentrasi bulanan N₂O di kototabang



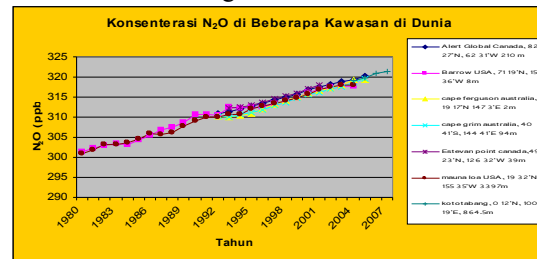
Gambar 10. Konsentrasi bulanan CH₄ di kototabang



Gambar 11. Konsentrasi CO₂ tahunan di beberapa negara di dunia



Gambar 12. Konsentrasi CH₄ tahunan di beberapa negara di dunia



Gambar 13. Konsentrasi N₂O tahunan di beberapa negara di dunia

Pada penelitian ini, kami juga telah melakukan kajian terhadap data-data konsentrasi GAW di seluruh dunia yang di download dari <http://gaw2.kishou.go.jp/wdceg.html>. Dari beberapa titik atau lokasi stasiun yang kami olah, menunjukkan bahwa konsentrasi gas rumah kaca di lintang utara lebih besar daripada di equator dan lintang selatan. Konsentrasi gas CO₂ Kototabang, Sumatera Barat, masih dibawah nilai konsentrasi beberapa wilayah equator lainnya namun konsentrasi CH₄ nya lebih tinggi dibanding wilayah lain di bandung barat. Konsentrasi CO₂ di setiap kawasan rata-rata meningkat namun pada kawasan lintang tinggi terjadi fluktuasi dimana terjadi penurunan pada setiap bulan kedua dan ketiga serta terjadi kenaikan pada bulan ketujuh dan kedelapan. Berbeda dengan Konsentrasi CH₄, kondisi tersebut terjadi pada kawasan lintang rendah. Data konsentrasi tahunan menunjukkan adanya kesamaan trend dan nilai kisaran konsentrasi CO₂, seperti terlihat pada gambar 11. Nilai konsentrasinya berkisar dari 330 – 370. lokasi yang diambil mempunyai lintang yang berbeda, hal ini menjadi pertanyaan bagi kami, apakah nilai konsentrasi itu tidak berpengaruh terhadap lokasi atau lintang yang artinya apakah pada keadaan *quasi equilibrium*, konsentrasi secara global itu sama. Gambar 11 menunjukkan bahwa konsentrasi CO₂ tahunan sejak tahun 1982 di Kototabang dan beberapa kawasan trendnya sama cenderung meningkat dan mempunyai nilai yang hampir sama dan nilai konsentrasi CO₂ di Kototabang masih dibawah nilai ambien yaitu mauna loa. Laju pertumbuhan konsentrasi CO₂ pertahun adalah sekitar 0,47% sehingga menurut IPCC diperkirakan CO₂ akan sampai 560 ppm pada tahun 2100, 2 kali lipat dari nilai sebelum pra industri. Trend konsentrasi CH₄ dan N₂O juga hampir sama di beberapa kawasan seperti terlihat pada gambar 12 dan 13, namun nilai konsentrasi CH₄ dan N₂O lebih tinggi dari nilai ambien. Laju peningkatan konsentrasi CH₄ dan N₂O berturut-turut sekitar 0,70% per tahun dan 0,3% per tahun. Jika sama ada kemungkinan konsentrasi di setiap wilayah di Indonesia ini sama, dalam arti kata menunjukkan konsentrasi global Indonesia dan mungkin juga bisa diwakilkan dari konsentrasi CO₂ di atas Kototabang.

Penelitian ini juga mengkaji proyeksi konsentrasi CO₂ secara global. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan formulasi yang ada pada data dan metodologi sebagai model pendekatan eksponensial untuk menentukan proyeksi konsentrasi CO₂ global, diperoleh nilai proyeksi konsentrasi CO₂ secara global dari tahun 1900 sampai 2100 bahwa konsentrasi CO₂ secara global cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Tahun 1970 konsentrasi CO₂ global berkisar 354.17 ppm, tahun 1990 sekitar 378.59 ppm, tahun 2000

sebesar 391.42 ppm, tahun 2008 sebesar 402 ppm dan tahun 2050 konsentrasinya sebesar 462.41 ppm serta 2100 mempunyai nilai sebesar 546.27 ppm. Jika dibandingkan dengan beberapa model atau skenario IPCC terlihat bahwa kecenderungan konsentrasi CO₂ dengan model pendekatan eksponensial pada penelitian ini hampir sama dengan beberapa model dan skenario tersebut. Hampir semua model dan skenario memprediksikan konsentrasi CO₂ cenderung meningkat tiap tahun.

Secara umum dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, emisi gas CO₂ dari pemakaian energi di Indonesia tahun 2005 berkisar 437,25 juta ton dan menurut proyeksinya, emisi CO₂ dari sektor energi kedepan akan cenderung meningkat, diproyeksikan emisi CO₂ di Indonesia tahun ini (2008) sekitar 504,35 juta ton dan pada tahun 2025 sekitar 109,73 juta ton. Emisi CO₂ dari sektor energi di Indonesia masih dibawah negara lain, Emisi CO₂ dari sektor energi dan per kapita masih lebih besar dibandingkan emisi N₂O dan CH₄. Diproyeksikan emisi CO₂ perkapita sampai tahun 2020an masih dibawah emisi perkapita rata-rata dunia yaitu sekitar 3.8 ton/kapita. Emisi CO₂ tiap propinsi dari tahun 2000 sampai 2015 adalah cenderung meningkat, propinsi yang paling banyak mengemisikan CO₂ adalah Jawa Barat, ini dikarenakan Jawa Barat adalah propinsi yang paling banyak penduduknya. Emisi CO₂, CH₄ dan N₂O dari pemakaian energi di Indonesia, cenderung meningkat tiap tahun dengan kenaikan rata-rata 4.35% per tahun untuk CO₂, 3.32% per tahun untuk N₂O dan 1.76% per tahun untuk CH₄. Tahun 1995-1998 emisi CO₂ akibat kebakaran hutan di Indonesia cukup tinggi mencapai 10 jutaan ton dan terjadi penurunan pada tahun 2000 mencapai 57 ribuan ton. Emisi dari kebakaran hutan perwilayah di Indonesia menunjukkan bahwa daerah kalimantan timur cukup sering terjadi kebakaran hutan yang membuat emisinya juga cukup besar, bahkan mencapai 10 jutaan ton. Perbandingan emisi CO₂ Indonesia dari sektor kebakaran hutan, hampir semua nilai emisinya berfluktuasi turun naik, karena tidak setiap tahun terjadi kebakaran hutan. emisi terbesar terjadi pada Negara Kanada, kemudian diikuti oleh USA dan Cina, Namun Indonesia pada sekitar tahun 1996-1998 mengalami peningkatan emisi yang disebabkan adanya kebakaran hutan yang cukup besar dibanding tahun-tahun sebelumnya. Konsentrasi Global cenderung meningkat dari tahun ke tahun dan konsentrasi CO₂ di setiap kawasan rata-rata meningkat namun pada kawasan lintang tinggi terjadi fluktuasi dimana terjadi penurunan pada setiap bulan kedua dan ketiga serta terjadi kenaikan pada bulan ketujuh dan kedelapan. Berbeda dengan Konsentrasi CH₄, kondisi tersebut terjadi pada kawasan lintang rendah. Konsentrasi pada kawasan lintang utara lebih tinggi di banding kawasan lain. Nilai konsentrasi CO₂ Kototabang masih dibawah mauna loa sebagai nilai ambien, tetapi nilai konsentrasi CH₄ dan N₂O koto tabang lebih besar dari nilai ambien. Laju peningkatan konsentrasi CO₂, CH₄ dan N₂O tersebut berturut-turut sekitar 0,47 % per tahun, 0,70% per tahun dan 0,3% per tahun. Konsentrasi di beberapa titik atau lokasi stasiun di dunia termasuk kototabang menunjukkan adanya kesamaan trend dan nilai kisaran konsentrasi CO₂ tahun 1980-2005 berkisar dari 340 – 370. Proyeksi konsentrasi CO₂ global menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan konsentrasi.

Daftar Makalah Penelitian dan Review serta Layanan Informasi:

A. Makalah Penelitian:

1. Trismidianto, Toni Samiaji, Eddy Hermawan, Martono, dan Mugni Hadi. Model Proyeksi Emisi CO₂ Indonesia (Studi Kasus Pemakaian Energi). Sudah dipublikasikan di SMART (*Seminar on Application and Research in Industrial Technology*) 2008 Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM Yogyakarta, 27 Agustus 2008.
2. Toni Samiaji, Trismidianto, Eddy Hermawan, Martono, dan Mugni Hadi. Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Industri dari Pemakaian Energi. Sudah dipublikasikan di SMART (*Seminar on Application and Research in Industrial*

Technology) 2008 Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM Yogyakarta, 27 Agustus 2008.

3. Eddy Hermawan, Trismidianto, dan Martono. *Review of Scientific Question Related to the Ozon Depletion Based on The Global Monitoring Division*. Sudah dipublikasikan di Seminar Pengkajian Ozon dan Polusi Udara (22 Oktober 2008 LAPAN Bandung).
4. Trismidianto. Analisis Laju Kenaikan Konsentrasi CO₂, CH₄ dan N₂O Bulanan dan Tahunan di Kototabang dan Beberapa Wilayah di Dunia. Sudah di seminarkan di Workshop Aplikasi Sains Atmosfer (1 Desember 2008. LAPAN Bandung).
5. Trismidianto, Toni Samiaji. Analisis Estimasi Emisi CO₂, CH₄ dan N₂O per kapita dan per Wilayah Serta Proyeksinya di Indonesia. Sudah di seminarkan di Workshop Aplikasi Sains Atmosfer (1 Desember 2008. LAPAN Bandung).

B. Makalah Review:

1. Trismidianto, Toni Samiaji, Eddy Hermawan. Analisis Trend Emisi CO₂, CH₄, N₂O di wilayah Indonesia (Studi Kasus Pemakaian Energi (1990-2005)). Sudah dipublikasikan di Seminar Pengkajian Ozon dan Polusi Udara (22 Oktober 2008 LAPAN Bandung).
2. Toni Samiaji, Martono dan Mugni Hadi. Beban Pencemaran Metan dan CO₂ dari Sampah di Kota-kota di Indonesia. Sudah dipublikasikan di Seminar Pengkajian Ozon dan Polusi Udara (22 Oktober 2008 LAPAN Bandung).
3. Eddy Hermawan, Trismidianto, dan Toni Samiaji. Perilaku Curah Hujan di Atas Beberapa Kawasan Indonesia Pada Saat Emisi Karbondioksida (CO₂) Meningkat Secara Drastis. Sudah dipublikasikan di Seminar Pengkajian Ozon dan Polusi Udara (22 Oktober 2008 LAPAN Bandung).
4. Trismidianto, Martono, dan Mugni Hadi. Kajian Model Proyeksi Konsentrasi CO₂ Global. Sudah dipublikasikan di Seminar Pengkajian Ozon dan Polusi Udara (22 Oktober 2008 LAPAN Bandung).
5. Eddy Hermawan dan Trismidianto. Analisis Laju Peningkatan CO₂ Terhadap Perilaku Radiasi Gelombang Panjang di atas Wilayah Indonesia.
6. Martono. Kontribusi Peningkatan CO₂ di Atmosfer Oleh Aktivitas Ekonomi, Intensitas Karbon dan Efisiensi Penyerap Karbon.

C. Layanan Informasi:

1. Eddy Hermawan. SPD LAPAN Kototabang VS Pemanasan Global.
2. Eddy Hermanan dan Trismidianto. Indonesia Penyumbang Emisi CO₂ Ketiga di Dunia Pro dan Kontra.
3. Trismidianto dan Toni Samiaji. Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia dari Sektor Hutan dan Kebakaran Hutan
4. Trismidianto. Gas Rumah Kaca (GRK) Sebagai Salah Satu Pemicu Perubahan Iklim
5. Trismidianto. Ayo Kita Kurangi Gas Rumah Kaca Sekarang Sebelum Terlambat !!