

UJI EFEK RUMAH KACA GAS CO₂, CH₄, N₂O, O₃ DAN H₂O

Toni Samiaji dan Emanuel Adetya

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer – LAPAN, Gedung LAPAN, Jl. Dr.
Junjunan 133 Bandung – Indonesia
Email : tonisamiaji@gmail.com; toni_s@bdg.lapan.go.id

ABSTRACT

Because there are some scientists who denied that global warming is not caused by human activities especially by CO₂ gas, so it needs to be proven whether it is true or not that CO₂ and CH₄ gas is gas which has the effect of greenhouse. In this study besides that gases, also O₃, N₂O and H₂O will be proved it is true or not if those gases have greenhouse effect. The data used in this study is total solar radiation irradiance in 2003 - 2013 from Sorce (Solar Radiation and Climate Experiment), surface albedo in 2002-2013 from MERRA, mid-tropospheric CO₂, CH₄ at an altitude of 160.5 hPa, 260 hPa and 359 hPa, water vapor concentration at each height level, surface temperature from September 2002 to Februari 2013 from Airs, daily tropospheric O₃ from 2004 until 2010 from TES, tropospheric N₂O from MLS. As a methodology, first we calculated effective temperature of the atmosphere and greenhouse effect. Then we plotted CH₄, water vapor, tropospheric O₃, CO₂ and N₂O versus greenhouse effect. In conclusion, the study showed that water vapor and CO₂ was including greenhouse gases, methane gas is suggested to be included whereas ozone and N₂O gas was excluding greenhouse gases.

Keywords: CO₂, CH₄, N₂O, O₃, H₂O and the greenhouse effect

ABSTRAK

Oleh karena ada beberapa ilmuwan yang menyangkal bahwa pemanasan global bukan akibat ulah manusia apalagi oleh gas CO₂, maka perlu dibuktikan apakah memang benar atau tidak gas CO₂ dan CH₄ (metan) adalah termasuk gas yang mempunyai efek rumah kaca. Pada penelitian ini selain kedua gas tersebut, juga O₃, N₂O dan H₂O akan dibuktikan apakah memang benar atau tidak gas-gas tersebut termasuk gas yang mempunyai efek rumah kaca. Data yang dipakai adalah data radiasi matahari total harian dari 25 Februari 2003 hingga 17 Juni 2013 dari SORCE, data albedo permukaan 2002 – 2013 dari MERRA, data CO₂ pertengahan troposfer, CH₄ pada ketinggian 160.5 hPa, 260 hPa dan 359 hPa dan data konsentrasi uap air tiap level

ketinggian, suhu permukaan bulanan dari September 2002 hingga Februari 2013 dari Airst, data harian O_3 troposfer dari TES, data N_2O troposfer dari MLS. Sebagai metodologi, pertama dihitung suhu efektif atmosfer dan efek rumah kaca. Selanjutnya diplot CO_2 pertengahan troposfer, CH_4 , N_2O , uap air tiap ketinggian, kolom O_3 troposfer terhadap efek rumah kaca. Sebagai kesimpulan pada penelitian diperoleh bahwa uap air dan gas CO_2 adalah termasuk gas rumah kaca, sedangkan ozon dan gas N_2O tidak termasuk gas rumah kaca dan CH_4 diduga termasuk gas rumah kaca.

Kata Kunci: CO_2 , CH_4 , N_2O , O_3 , H_2O dan efek rumah kaca

1. PENDAHULUAN

Dari laporan IPCC tahun 2001 yang menyatakan bahwa pemanasan global diakibatkan oleh ulah manusia terutama emisi gas rumah kaca CO_2 dan metan. Tetapi akhir-akhir ini ada beberapa ilmuwan yang menyangkal bahwa pemanasan global bukan akibat ulah manusia apalagi oleh gas CO_2 . Hal ini membuat bingung masyarakat, oleh karena itu perlu dibuktikan apakah memang benar gas CO_2 dan CH_4 adalah termasuk gas yang mempunyai efek rumah kaca. Pada penelitian ini selain kedua gas tersebut, juga O_3 , N_2O dan H_2O akan dibuktikan apakah memang benar gas-gas tersebut termasuk gas yang mempunyai efek rumah kaca.

Sebelumnya oleh F Rakoczi dan Z. Ivanyi, tahun 1999 di Amerika telah dibuktikan bahwa kandungan air pada troposfer mempunyai korelasi yang positif dengan efek rumah kaca. Artinya masa air pada suatu kolom di troposfer dari permukaan hingga ketinggian 300 hPa mempunyai efek rumah kaca [F Rakoczi dan Z. Ivanyi, 1999]. Lalu bagaimana bila dalam keadaan gas (uap air) di Indonesia pada ketinggian-ketinggian tertentu apakah mempunyai efek yang sama? Pada dasarnya sifat kimiawi dan fisika gas itu sama bila pada suhu dan tekanan yang sama, tetapi apabila suhu dan tekanan yang berbeda sifatnya bisa berubah. Demikian juga kondisi Amerika dan Indonesia adalah berbeda, kemudian di Amerika dalam bentuk kolom total sedangkan di Indonesia dalam bentuk uap air pada ketinggian tertentu diduga memberikan kuantitas efek yang berbeda terhadap suhu, oleh karena itu apakah gas-gas H_2O , CO_2 ,

metan menimbulkan efek rumah kaca yang akan menyebabkan pemanasan bumi Indonesia? Ini perlu dibuktikan secara ilmiah.

Sebagai hipotesis diduga uap air menimbulkan efek rumah kaca, akan tetapi bagi gas CO₂, CH₄ dan O₃ masih tanda tanya, karena hasil penelitian yang berkembang di dunia ilmiah akhir-akhir ini menyatakan bahwa emisi gas CO₂ tidak menaikkan suhu permukaan [G.Vincent, 2008].

Mengingat Indonesia dan Amerika mempunyai tekanan dan suhu yang berbeda juga mempunyai kandungan gas yang berbeda, maka tujuan penelitian ini adalah membuktikan apakah ada efek rumah kaca yang ditimbulkan oleh gas CO₂, CH₄, O₃ dan H₂O di Indonesia, dengan kata lain apakah memang benar seperti yang diisukan bahwa gas-gas tersebut adalah gas rumah kaca.

Jadi sasaran penelitiannya adalah untuk menghitung besarnya efek rumah kaca dari gas-gas tersebut dalam periode tertentu yang ditandai dengan mengetahuinya koefisien regresi linear dan koefisien korelasi antara gas rumah kaca dan efek rumah kaca, sehingga dengan diketahuinya koefisien regresi maka akan diketahui pula hubungannya dengan efek rumah kaca.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sudah banyak dikenal bahwa gas CO₂, CH₄, O₃ dan H₂O sebagai gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global. Gas rumah kaca adalah gas yang menimbulkan efek rumah kaca. Atau dengan kata lain pertambahan gas-gas tersebut mempunyai korelasi positif dengan efek rumah kaca yang ditimbulkan. Efek rumah kaca adalah selisih suhu permukaan dengan suhu efektif atmosfer [F Rakoczi dan Z. Ivanyi, 1999]. Sedangkan suhu efektif atmosfer berbanding lurus dengan konstanta matahari dan albedo.

Dari hasil penelitian F Rakoczi dan Z. Ivanyi, 1999, di Amerika Serikat ditemukan hubungan logaritmik yang bersifat positif antara efek rumah kaca dengan kandungan uap air seperti rumus di bawah ini.

$$T_g - T_e = 14,817 \ln (W_c) - 4,7318 \dots\dots\dots (2.1)$$

di mana T_g adalah suhu permukaan dan T_e adalah suhu efektif di mana T_g adalah suhu permukaan dan T_e adalah suhu efektif, sedangkan $T_g - T_e$ adalah efek rumah kaca dan W_c adalah kandungan uap air. Artinya uap air (gas H_2O) adalah termasuk gas rumah kaca.

Menurut laporan IPCC tahun 2001 pemanasan global diakibatkan oleh ulah manusia dalam bentuk gas rumah kaca CO_2 dan metan [IPCC, 2001]. Namun menurut Vincent R. Gray sekarang ini tidak terjadi pemanasan global, dan juga pemanasan global bukan karena pertambahan gas CO_2 [G., Vincent, 2008]. Demikian juga menurut Khabibullo Abdusamatov yang menyatakan bahwa pemanasan global bukan dari emisi gas rumah kaca akan tetapi dari radiasi matahari yang mengalami peningkatan intensitasnya dalam jangka waktu yang lama, sedangkan pemanasan yang dialami gas rumah kaca hanya akan menyebabkan gas rumah kaca tersebut menjadi lebih ringan kemudian naik ke atmosfer yang lebih tinggi dan hanya menyerap panas saja [K. Abdusamatov, 2006 & 2007].

3. DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan di sini adalah data konstanta matahari yang diwakili dengan data radiasi matahari pada puncak atmosfer tahun 2003 – 2013 dari *SORCE (Solar Radiation & Climate Experiment)*, data albedo permukaan dari tahun 2002 hingga tahun 2013 dari *MERRA (Modern Era Retrospective-Analysis for research and Applications)*, data CO_2 pertengahan troposfer, CH_4 pada ketinggian 160.5 hPa, 260 hPa dan 359 hPa dan data konsentrasi uap air tiap level ketinggian, suhu permukaan bulanan untuk siang dan malam hari dari September 2002 hingga Februari 2013 dari *AIRS*, data harian O_3 troposfer dari 3 September 2004 hingga 22 Desember 2010 dari *TES*, data harian profil N_2O troposfer diunduh dari *MLS* dari 8 Agustus 2004 hingga 31 Maret 2010.

Pertama diunduh data-data tersebut dari web site satelitnya, kemudian dihitung rata-rata suhu permukaan siang dan malamnya tiap bulannya, setelah itu dihitung suhu efektif atmosfer dengan menggunakan rumus

$$T_e = [S(1 - \alpha) / 4\sigma]^{1/4} \dots\dots\dots(3.1)$$

[F Rakoczi dan Z. Ivanyi, 1999].

Dimana S adalah konstanta matahari dengan satuan W/m², α adalah albedo total sky tanpa satuan, σ adalah tetapan Stefan-Boltzman yang besarnya 5,76 x 10⁻⁸ W/m². Setelah itu dihitung efek rumah kaca yang besarnya sama dengan suhu permukaan dikurangi suhu efektif atau T_g-T_e, kemudian data CH₄ dan uap air seluruh Indonesia tiap level dirata-ratakan untuk siang dan malam untuk setiap bulan, sedangkan data O₃ dirata-ratakan setiap bulannya. Untuk data N₂O dirata-ratakan tiap bulannya seluruh Indonesia per level. Selanjutnya diplot N₂O, CO₂ pertengahan troposfer, uap air tiap ketinggian dan kolom O₃ troposfer terhadap efek rumah kaca.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

Dari hasil plot hubungan gas CO₂, CH₄, O₃ dan uap air terhadap efek rumah kaca (T_g-T_e) diperoleh persamaan regresi dan koefisien korelasi seperti ditampilkan tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hubungan gas CO₂, CH₄, O₃ dan uap air dengan efek rumah kaca

Gas	Ketinggian [hPa]	Persamaan regresi	Rentang data
Uap air	150	y = 5,237x + 19,61 R ² = 0,371	Sep 2002 –Feb 2013
	200	y = 3,243x + 18,27 R ² = 0,311	Sep 2002 –Feb 2013
	250	y = 2,357x + 18,21 R ² = 0,189	Sep 2002 –Feb 2013
	300	y = 1,724x + 19,15 R ² = 0,134	Sep 2002 –Feb 2013
	400	y = 1,201x + 20,56 R ² = 0,117	Sep 2002 –Feb 2013
	500	y = 1,469x + 17,37 R ² = 0,162	Sep 2002 –Feb 2013
	600	y = 2,164x + 10,75 R ² = 0,204	Sep 2002 –Feb 2013
	700	y = 3,499x - 1,433 R ² = 0,385	Sep 2002 –Feb 2013
	850	y = 4,501x - 12,29 R ² = 0,519	Sep 2002 –Feb 2013
	925	y = 8,258x - 50,34	Sep 2002 –Feb 2013

		$R^2 = 0,658$	
CH ₄	160.5	$y = 10,36x + 23,00$ $R^2 = 0,011$	Sep 2002 –Feb 2013
	260	$y = 11,95x + 22,01$ $R^2 = 0,008$	Sep 2002 –Feb 2013
	359	$y = -0,361x + 28,73$ $R^2 = 4E-06$	Sep 2002 –Feb 2013
CO ₂ troposfer	Dari tropopause hingga permukaan	$y = 13,19x - 49,95$ $R^2 = 0,092$	Sep 2002 –Feb 2012
Kolom O ₃ troposfer	Dari tropopause hingga permukaan	$y = -0,662x + 55,74$ $R^2 = 0,015$	Sep 2004 –Des 2010
N ₂ O	146.8	$y = -22,28x + 155,6$ $R^2 = 0,075$	Agt 2004 – Mar 2010
	215.44	$y = -160,9x + 956,4$ $R^2 = 0,036$	
	316.23	$y = -168,9x + 1003$ $R^2 = 0,040$	Agt 2004 – Mar 2010
	464.16	$y = -177,8x + 1054,$ $R^2 = 0,046$	Agt 2004 – Mar 2010
	681.29	$y = -192,7x + 1139,$ $R^2 = 0,053$	Agt 2004 – Mar 2010

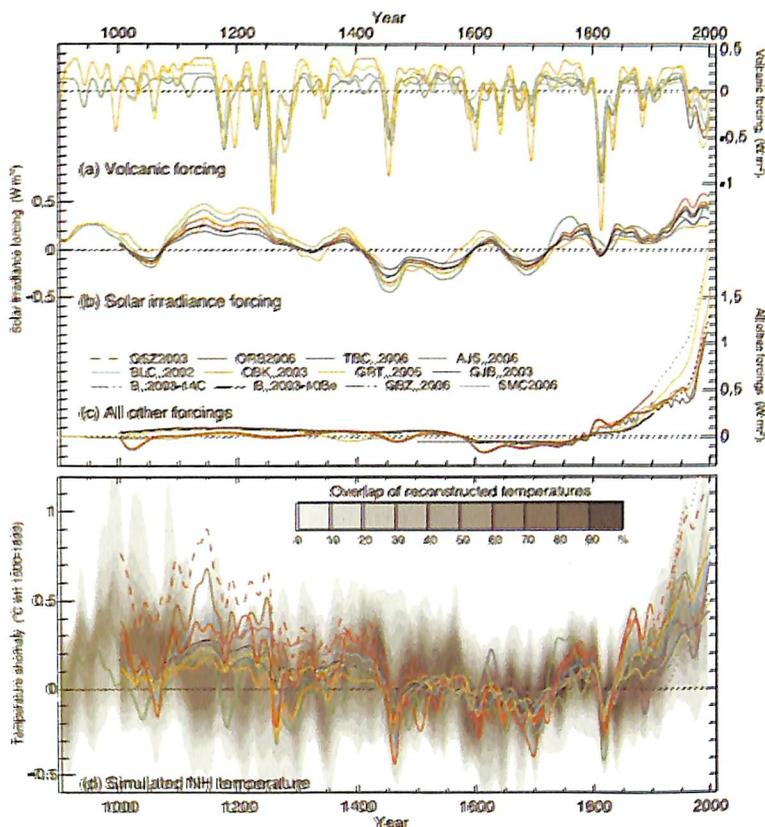
Di mana y pada tabel tersebut adalah efek rumah kaca ($T_g - T_e$) sedangkan x tergantung baris pada tabel tersebut. Pada baris uap air maka x menunjukkan $\ln H_2O$, sedangkan pada baris CH₄ maka menunjukkan $\ln CH_4$ dan seterusnya.

4.2 PEMBAHASAN

Dari laporan IPCC tahun 2001 yang mengatakan bahwa pemanasan global diakibatkan oleh ulah manusia terutama emisi gas rumah kaca CO₂ dan metan pada lapisan troposfer (ketinggian antara 1000 – 100 hPa). Tetapi akhir-akhir ini ada beberapa ilmuwan yang menyangkal bahwa pemanasan global bukan akibat ulah manusia apalagi oleh gas CO₂. Hal ini membuat bingung masyarakat, oleh karena itu perlu dibuktikan apakah memang benar gas CO₂ dan CH₄ (metan) adalah termasuk gas yang mempunyai efek rumah kaca. Pada penelitian ini selain kedua gas tersebut, juga O₃, N₂O dan H₂O akan dibuktikan apakah memang benar gas-gas tersebut termasuk gas yang mempunyai efek rumah kaca. Dari tabel 1 kita bisa melihat bahwa koefisien regresi logaritma natural uap air terhadap efek rumah kaca dari 925 hPa hingga 150 hPa yang mana lapisan ini

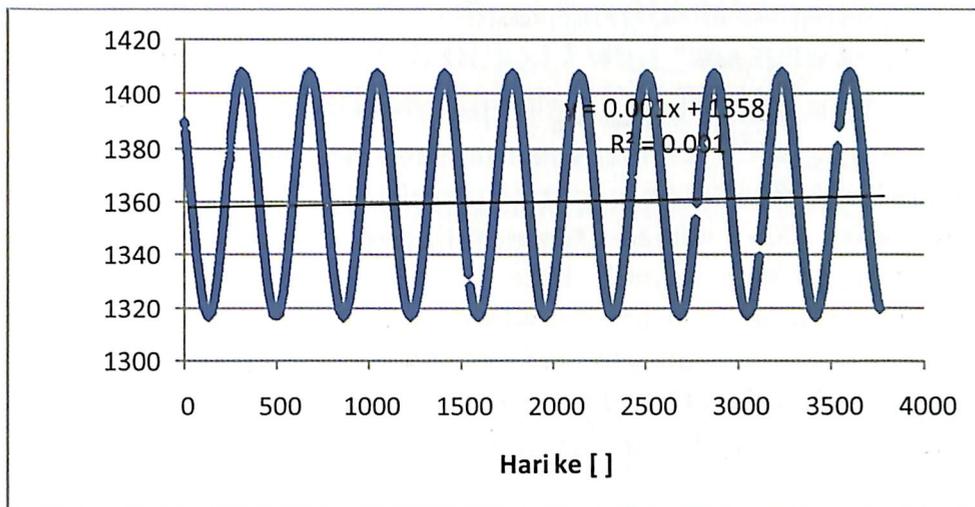
merupakan lapisan troposfer mempunyai nilai yang positif. Ini artinya uap air mempunyai efek rumah kaca. Ini adalah sesuai dengan penelitian sebelumnya. Sedangkan CH₄ hanya pada ketinggian 359 hPa saja mempunyai koefisien regresi yang negatif, sedangkan yang lainnya mempunyai koefisien regresi yang positif. Di sini CH₄ yang mempunyai koefisien regresi yang negatif mempunyai korelasi yang kecil sekali yakni -0.002 (akar dari 4E-06) adalah yang paling kecil dibanding yang lainnya, jadi hampir dikata CH₄ tidak mempunyai efek rumah kaca adapun bila mempunyai seperti pada ketinggian 160,5 dan 260 hPa pengaruhnya kecil sekali terhadap efek rumah kaca (tidak seperti uap air pengaruhnya cukup besar). Kemudian menurut tabel 1 gas CO₂ mempunyai koefisien regresi yang positif, jadi sebenarnya gas CO₂ adalah gas rumah kaca, ini tidak bertolak belakang dengan penelitian-penelitian sebelumnya yakni IPCC yang menyatakan gas CO₂ adalah gas rumah kaca. Sedangkan O₃ dan N₂O menurut tabel 1 menunjukkan koefisien regresi yang negatif, artinya O₃ dan N₂O tidak mempunyai efek rumah kaca. Ini sesuai dengan pendapat Gray, Vincent, demikian juga menurut Khabibullo Abdusamatov yang menyatakan bahwa pemanasan global bukan dari emisi gas rumah kaca akan tetapi dari radiasi matahari yang mengalami peningkatan intensitasnya dalam jangka waktu yang lama [Gray, Vincent, 2008; K. Abdusamatov, 2006 & 2007]. Berkenaan dengan hal ini, dari gambar 4.1 diperlihatkan perubahan anomali suhu permukaan berkenaan dengan perubahan radiasi matahari dalam jangka waktu yang lama. Gambar 4.1 adalah hasil beberapa model, dari gambar ini terlihat bahwa perubahan anomali suhu permukaan (gambar d) seirama dengan perubahan radiasi matahari (gambar b), kemudian pengaruh gunung api (gambar a) pun cukup mempunyai kontribusi yang dominan terhadap turun naiknya anomaly suhu permukaan, sedangkan pengaruh gas rumah kaca dan yang lainnya (gambar c) dari tahun 1000 hingga 1800 nampaknya tidak berpengaruh, akan tetapi setelah tahun 1850 nampak mengikuti pola anomaly suhu, sedangkan radiasi matahari dari awal tahun sampai akhir tahun tetap mengikuti pola anomaly suhu. Jadi disini jelas kontribusi radiasi matahari adalah paling dominan dalam menentukan suhu permukaan di bumi, diikuti dengan pengaruh gunung berapi, sedangkan

pengaruh gas rumah kaca hampir tak terlihat, meskipun setelah tahun 1850 sangat berkontribusi tetapi antara tahun 1050 dengan tahun 1250 tidak terlihat kontribusinya padahal perubahan anomaly suhu permukaan sangat besar. Jadi di sini kontribusi gas rumah kaca terhadap perubahan suhu diragukan. Lebih jelas lagi kalau melihat gambar 4.2 yang memperlihatkan tren radiasi matahari total harian dari 25 Februari 2003 hingga 17 Juni 2013 yang mengalami peningkatan diikuti peningkatan suhu permukaan di Indonesia dari September 2002 hingga Februari 2013 yang ditunjukkan gambar 4.3. Gambar 4.2 merupakan hasil pengolahan data dari *SORCE* dengan alamat http://lasp.colorado.edu/sorce/data/tsi_data.htm, sedangkan Gambar 4.3 merupakan hasil pengolahan data dari *AIRS*.

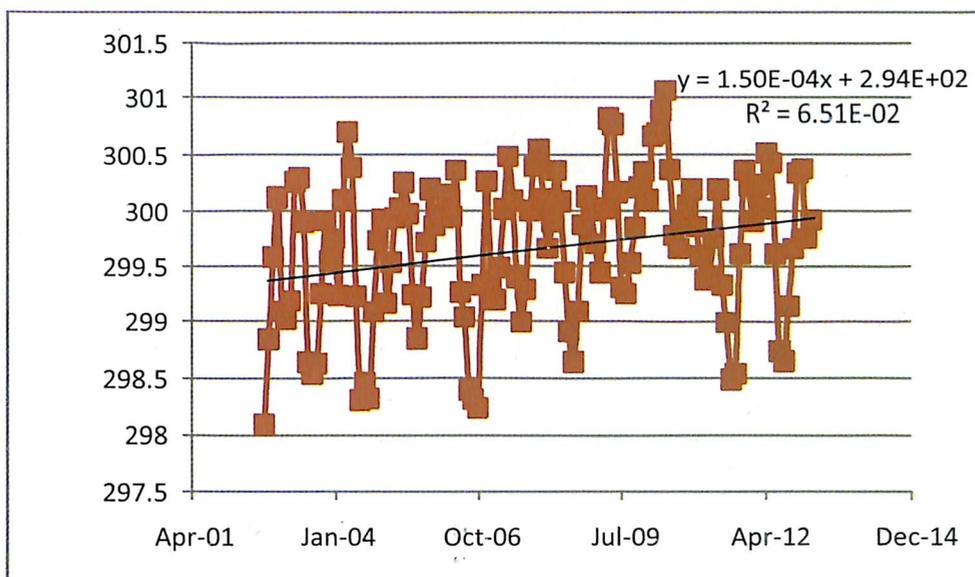


Gambar 4.1 Perubahan anomaly suhu permukaan berkenaan dengan perubahan radiasi matahari dan yang lainnya

Sumber : NOAA, 2013, National Climatic data center, NOAA Paleoclimatology dalam <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/pubs/ipcc2007/fig613.html>



Gambar 4.2 Tren radiasi matahari total harian dari 25 Februari 2003 hingga 17 Juni 2013



Gambar 4.3 Tren suhu permukaan Indonesia dari September 2002 hingga Februari 2013

Di sini pengujian gas-gas di atas masuk tidaknya ke dalam gas rumah kaca yaitu dengan menguji apakah gas-gas tersebut mempunyai efek rumah kaca atau tidak, sesuai yang dilakukan oleh F Rakoczi dan Z. Ivanyi, 1999. Jika mempunyai efek rumah kaca maka ketika efek rumah kaca dikorelasikan dengan

logaritmik natural gas-gas tersebut, maka akan diperoleh koefisien regresi linear yang positif.

5. KESIMPULAN

Meskipun ada beberapa beberapa ilmuwan yang menyangkal IPCC tentang pemanasan global dan gas rumah kaca, tetapi hasil penelitian ini antara mereka dan IPCC karena uap air dan gas CO₂ adalah termasuk gas rumah kaca karena mempunyai efek rumah kaca (ini sesuai dengan pernyataan IPCC), sedangkan ozon dan gas N₂O tidak termasuk gas rumah kaca karena tidak mempunyai efek rumah kaca (ini bertentangan dengan IPCC) dan CH₄ diduga termasuk gas rumah kaca karena diduga mempunyai efek rumah kaca (ini pun sesuai dengan IPCC).

DAFTAR RUJUKAN

- F Rakoczi and Z. Ivanyi, 1999. Water vapour and greenhouse effect, *Geofizika* vol 16-17, 1999-2000, Budapest, 9 August 2000.
- G. Vincent (2008-03-09). "**Support for call for review of UN IPCC**". New Zealand Climate Science Coalition. Retrieved 2010-08-15.
- IPCC, 2001. *Climate Change 2001: working Group I: The Scientific Basis* p. 7.
- K. Abdusamatov, 2006. Russian scientist issues global cooling warning *Russian News & Information Agency* August 2006.
- K. Abdusamatov, 2007. Russian academic says CO₂ not to blame for global warming *Russian News & Information Agency*, January 2007.
- NOAA, 2013, National Climatic data center, NOAA Paleoclimatology diambil dari <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/pubs/ipcc2007/fig613.html>.
- UNFCCC, 1995. Diambil dari http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php.
- SORCE, 2013. Diambil dari http://lasp.colorado.edu/sorce/data/tsi_data.htm