

JRL	Vol. 5	No.2	Hal 77-83	Jakarta, Juli 2009	ISSN : 2085-3866
-----	--------	------	-----------	--------------------	------------------

ANALISIS PRODUKSI EMISI CO₂ BERDASARKAN PRAKIRAAN PEMAKAIAN ENERGI 2008-2030 DI INDONESIA TERHADAP DUNIA

Indyah Nurdyastuti

Ahli Peneliti Utama Bidang Perencanaan Energi
Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

An increase on population and income of people will be followed by an increase on the energy utilization. As consequence, the CO₂ emission from the energy utilization also increases that has impact on increasing environmental problem. The increase of CO₂ emission can be reduced by the utilization environment friendly energy source and technology such as using low carbon energy source and increasing the efficiency of energy technology.

In 2008, most of CO₂ emission from energy utilization in the world was contributed from OECD countries. Most of the CO₂ emission from the energy utilization was from electric generation sector. The CO₂ emission from energy source is influenced by carbon content and combustion system that used in the utilization. Total CO₂ emission in the world was almost 33.932 million ton that about 1,3% or 438 million ton was contributed from Indonesia. These emission is estimated to increase in the growth rate of 3,5% per year until 2030.

Key words: CO₂ emission, energy utilization.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang di wilayah Asia dengan perkiraan penduduk pada tahun 2007 sebesar 225,13 juta jiwa [Anonim, BPS 2006]. Pada tahun yang sama Produk Domestik Bruto (PDB) di Indonesia mencapai sebesar 1.963,97 triliun rupiah konstan harga 2000 atau sebesar 3.957.403,9 triliun rupiah nilai rupiah harga berlaku [Anonim, BPS 2007]. Dengan memperhitungkan nilai PDB harga berlaku dan jumlah penduduk di Indonesia pada tahun 2007 tersebut besarnya GDP per kapita di Indonesia adalah sebesar 17.578.305,42 rupiah per kapita (1.850,35 US\$ per kapita), dengan catatan 1 US\$ = Rp 9500. Total konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2007 tersebut adalah sebesar 915,89 juta BOE (127,31 juta TOE [Anonim, Handbook 2007].

Selama lima tahun (2003-2007), PDB nominal (harga berlaku) meningkat rata-rata tiap tahun sebesar 16,35% per tahun dibandingkan PDB riil (harga konstan) yang meningkat rata-rata 5,45% per tahun. Namun PDB per kapita dan konsumsi energi di Indonesia tersebut jauh lebih rendah dibandingkan dengan PDB per kapita di Jepang pada tahun 2006 yang mencapai US\$ 33.100 [Anonim, Encyclopedia 2007] dengan konsumsi energi sebesar 522,3 juta TOE [Anonim, Report 2008]. Pada kedua referensi tersebut di tahun yang sama di wilayah Asia, seperti China Hongkong, Malaysia, dan Singapura juga PDB per kapitanya lebih tinggi dibandingkan Indonesia, namun konsumsi energinya jauh lebih rendah, sehingga negara tersebut memproduksi emisi CO₂ lebih rendah dibandingkan Indonesia. Besarnya PDB per kapita dan konsumsi energi di berbagai negara

di wilayah Asia adalah US\$ 37.300 dan 24,4 juta TOE untuk China Hongkong, US\$ 12.900 dan 15,1 juta TOE untuk Malaysia, dan 31.400 dan 50 juta TOE untuk Singapura. Tingginya PDB di wilayah tersebut menunjukkan bahwa tingkat kemakmuran wilayah tersebut jauh lebih tinggi daripada Indonesia, hal tersebut dipicu dengan lebih rendahnya populasi penduduk di wilayah tersebut dibandingkan Indonesia.

Pada umumnya walaupun konsumsi energi di China Hongkong, Malaysia, dan Singapura lebih rendah dari pada Indonesia, namun pada dasarnya konsumsi BBM masih dominan. Di semua negara di dunia diperkirakan hingga tahun 2030, BBM masih merupakan sumber energi yang dominan, namun di sisi lain cadangan minyak bumi dunia sudah semakin terbatas. Sedangkan dua sumber energi lain di dunia yang dikemudian hari konsumsinya

Diperkirakan akan meningkat adalah batubara dan gas bumi [Hardiv H. S., 2007]. Apabila dimasa mendatang pola pemakaian energi di seluruh dunia termasuk Indonesia masih terus berlanjut mengikuti pola pemakaian energi fosil akan berdampak pada peningkatan emisi CO₂. Hal tersebut disebabkan penggunaan energi fosil akan menghasilkan emisi CO₂, dimana pelepasan gas CO₂ ini ke *atmosphere* dalam jumlah tertentu akan membentuk lapisan pelindung sehingga menimbulkan efek pemanasan bumi.

Indonesia merupakan negara berkembang yang penggunaan energi per kapitanya masih rendah sehingga termasuk negara Non Annex I, sehingga Indonesia belum mempunyai kewajiban untuk menurunkan total emisi CO₂ nya. Namun sesuai dengan Protokol Kyoto diharapkan negara-negara berkembang termasuk Indonesia dapat membantu negara-negara Annex I dalam menurunkan kewajiban emisi melalui program *Clean Development Mechanism* (CDM) [Anonim, 2007]. Hal tersebut terungkap dalam konferensi Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) untuk Perubahan Iklim, *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) yang dilaksanakan di Bali pada Desember 2007. Dalam konferensi tersebut, negara-negara

berkembang berkeinginan untuk mendapatkan transfer teknologi ramah lingkungan agar dapat mensukseskan program *Clean Development Mechanism* (CDM) untuk pengurangan emisi CO₂. Namun pada umumnya negara-negara maju enggan mengabulkan permintaan itu dengan alasan teknologi itu ada pada dunia bisnis yang investasi risetnya telah dilindungi dengan hak paten.

Agar negara-negara berkembang terutama Indonesia dapat membantu negara-negara Annex I dalam menurunkan kewajiban emisi CO₂ diperlukan adanya analisis secara menyeluruh besarnya emisi CO₂ yang ditimbulkan dari sistem energi di Indonesia. Sehingga dengan mengetahui sistem energi di Indonesia dapat dilakukan pengurangan emisi CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran energi fosil dengan meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan, seperti panas bumi, hydro, bio-diesel, bio-ethanol, dan BBBC (*coal liquefaction*).

2. Metodologi Penelitian

Penelitian analisis produksi emisi CO₂ berdasarkan prakiraan penggunaan energi 2008-2030 di Indonesia terhadap dunia dilakukan dengan menggunakan model MARKAL (*Market Allocation*). Koefisien emisi atau emisi faktor carbon dari masing-masing bahan bakar diambil dari IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

Model MARKAL adalah model yang menggunakan linear programming dengan fungsi obyektif meminimumkan biaya sistem energi untuk mendapat strategi penyediaan energi jangka panjang yang optimal dengan memperhatikan pertumbuhan ekonomi dan kebutuhan energi di semua sektor pengguna energi serta mempertimbangkan kendala-kendala tekno-ekonomi terhadap pilihan sumber energi, proses energi, konversi energi, dan teknologi peralatan.

Koefisien emisi (E.F) adalah nilai rata-rata yang berhubungan dengan jumlah emisi dari kegiatan atau proses teknologi energi yang

besarnya dinyatakan dalam satuan berat dari emisi dibagi unit energi yang dikonversi atau diproduksi. Koefisien emisi carbon dari masing-masing bahan bakar dinyatakan dalam kg carbon per GJ atau ton carbon per TJ. Sedangkan besarnya total emisi CO₂ (T.E CO₂) diperhitungkan berdasarkan Persamaan 1 Anonim, IPCC 2006].

Peningkatan kebutuhan energi terbesar di sektor industri di negara-negara non OECD, akan didominasi oleh China dan India atau mungkin ditambah negara-negara di Jazirah Arab. Sedangkan Afrika dan Asia Tenggara termasuk Indonesia kemungkinan besar peningkatan pemakaian energinya masih lebih

$$T.E CO_2 = (44/12) * (tot. kons. BB per sektor * E.Fcarbon - karbon yang tertinggal * fraksi oksidasi) \dots(1)$$

Faktor 44/12 berasal dari berat molekul CO₂ dibagi dengan berat molekul carbon. Pada dasarnya perkiraan total emisi CO₂ yang diperhitungkan dari persamaan 1 tersebut didasarkan pada aktivitas dan emisi faktor, oleh karenanya dengan mengurangi aktivitas yang memanfaatkan energi fosil atau memanfaatkan teknologi yang berefisiensi tinggi dan ramah lingkungan dapat mengurangi total emisi CO₂ yang dihasilkan. Persamaan 2 menunjukkan perkiraan total emisi CO₂ dengan pengurangan aktivitas pemanfaatan energi fosil.

rendah. Namun secara keseluruhan apabila trend kebutuhan industri tidak berkejolak di perkiraan negara-negara kelompok OECD masih akan mendominasi peningkatan pemakaian energi di sektor industri. Sebagai contoh di Japan selama 30 tahun mendatang, diperkirakan separuh dari total kebutuhan energi dimanfaatkan di sektor industri, sedangkan seperempat dari kebutuhan energi dimanfaatkan di sektor transportasi dan sisanya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi di sektor rumah tangga dan komersial [Anonim, Report 2008].

$$Emission = ActivityRate * EmissionFactor * (1 - Emission\ reduction/100) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana *Activity Rate* merupakan aktivitas pemanfaatan energi per unit waktu (1,000 kg sumber energi burned/hour), sedangkan *Emission Factor* merupakan emisi per unit aktivitas (kg C/GJ sumber energi yang dibakar).

Jenis energi yang diperkirakan penggunaannya masih dominan hingga tahun 2030 di seluruh dunia adalah minyak termasuk BBM, kemudian disusul oleh batubara dan gas (gas bumi, LNG, dan LPG). Sedangkan peningkatan pemanfaatan energi nuklir untuk seluruh dunia tersebut terpaksa ditangguhkan. Dominannya pemakaian BBM disebabkan BBM merupakan jenis energi yang pemakaiannya mudah dan praktis. Sepertinya halnya negara-negara di dunia yang memilih batubara dan gas bumi sebagai sumber energi masa depan, Indonesia juga mempunyai pilihan dan trend yang sama.

3. Pembahasan

3.1 Prakiraan Pemanfaatan Energi Dunia dan Indonesia

Menurut *World Oil Outlook*, negara-negara yang tidak tergabung *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (OECD) diperkirakan kebutuhan energinya selama periode 2005-2030 akan meningkat tajam. Dimana kebutuhan energi pada sektor industri dan kebutuhan energi pada sektor transportasi diperkirakan meningkat sangat tajam. Sektor lain seperti rumah tangga dan sektor komersial juga meningkat, namun menurut perkiraan tersebut laju peningkatan kebutuhan energinya tidak terlampaui besar.

Pada tahun 2008, pangsa pemakaian minyak termasuk BBM di Indonesia terhadap dunia mencapai 1,71% dan pada tahun 2030 meningkat menjadi 2,81%. Sedangkan gas dan batubara di Indonesia, pangsa pemakaiannya terhadap total pemakaian dunia meningkat lebih tinggi dibanding BBM, yaitu masing-masing secara berurutan dari 1,15% dan 0,95% pada

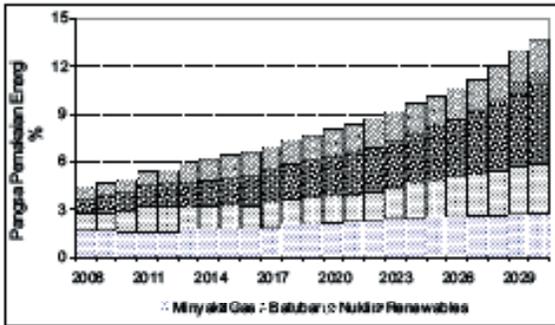
tahun 2008 menjadi 3,13% dan 5,04% pada tahun 2030. Peningkatan pangsa pemakaian BBM di Indonesia terhadap dunia walaupun telah disubsitusi bio-fuel dan bahan bakar batubara cair masih lebih rendah dibandingkan gas dan batubara. Hal tersebut disebabkan subsitusi BBM dengan bahan bakar lainnya di semua sektor sudah berjalan sesuai rencana. Di sektor industri, BBM disubsitusi dengan gas (LNG dan CBM) begitu pula di sektor rumah tangga dengan adanya program konversi MITAN ke LPG menyebabkan pemakaian minyak tanah digantikan LPG. Di sektor transportasi dengan memanfaatkan mass transport yang mensubsitusi BBM dengan BBM sintetis (bio-fuel dan bahan bakar batubara cair), gas, dan listrik. Pemanfaatan BBM sintetis (bio-fuel dan bahan bakar batubara cair), gas, dan listrik di sektor ini menjadi pilihan yang semakin menarik guna mensubsitusi BBM, walaupun begitu pemanfaatan gas pada sektor transportasi merupakan pilihan terakhir setelah sektor industri, rumah tangga, dan pembangkit listrik. Sedangkan pada pembangkit listrik dengan adanya program percepatan 10000 MW, menyebabkan sebagian besar pembangkit listrik yang dibangun adalah PLTU-Batubara. Hal tersebut sangat beralasan mengingat:

- PLTU batubara merupakan jenis pembangkit listrik yang membangkitkan listrik dengan biaya bahan bakar termurah
- Indonesia memiliki cukup banyak cadangan batubara, khususnya batubara dengan nilai kalori yang rendah.
- Ratio antara produksi dan cadangan (P/C) batubara merupakan yang terbesar bila dibandingkan dengan gas maupun minyak bumi

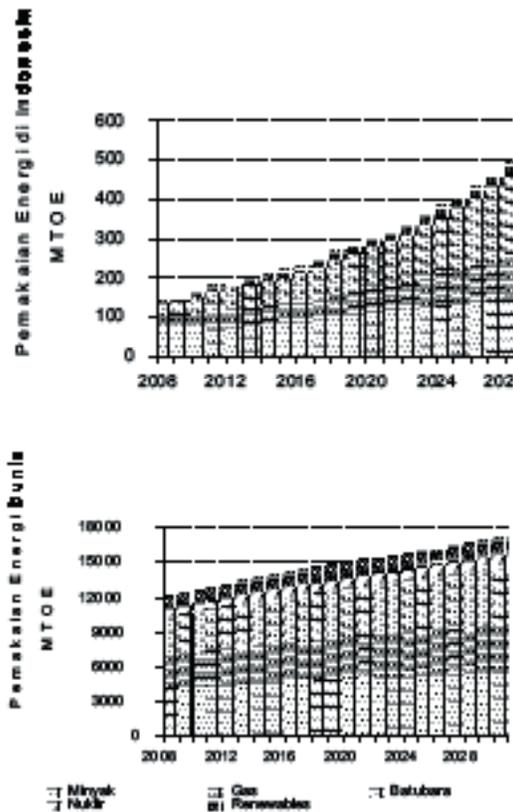
Pemakaian bahan bakar batubara di pembangkit listrik akan berdampak pada peningkatan emisi CO₂, karena kandungan karbon pada batubara relatif tinggi dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Oleh karena itu dimasa datang pemakaian bahan bakar batubara di semua negara diikuti dengan penggunaan teknologi yang hemat energi dan bersih lingkungan dengan tujuan untuk menurunkan emisi CO₂. Peningkatan pasokan batubara terbesar dunia berasal dari negara berkembang

di Asia terutama China & India [Hardiv H. S., 2007]. Di Indonesia pengurangan emisi CO₂ pada sektor pembangkit listrik dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *Integrated Gas Combined Cycle* (IGCC), *Presured Fluidized Bed Combustion* (PFBC), *fuel cell*, *combined cycle* dan *cogeneration*. Seperti halnya batubara, nuklir dan *renewable* seperti panas bumi, hydro termasuk *pump storage*, solar energi, dan tenaga angin di Indonesia juga dimanfaatkan sebagai penghasil listrik dan pemakaiannya dapat mengurangi total emisi CO₂ yang dihasilkan. Sayangnya peningkatan pangsa pemakaian nuklir dan *renewable* di Indonesia terhadap dunia tidak setinggi peningkatan batubara. Peningkatan pangsa pemakaian nuklir dan *renewable* di Indonesia terhadap dunia adalah masing-masing sebesar 0 dan 0,43% pada tahun 2006 menjadi 0,76% dan 1,89% pada tahun 2030. Secara keseluruhan total pemakaian energi Indonesia hanya mencapai 1,15% dari total pemakaian energi dunia pada tahun 2006 dan meningkat menjadi 3,34% dari total pemakaian energi dunia pada tahun 2030.

Pada tahun 2008 total pemakaian energi di Indonesia mencapai 143,34 MTOE dan dunia mencapai 12.140,13 MTOE dan pada 2030 meningkat menjadi 571,78 MTOE untuk Indonesia dan 17.124,36 MTOE untuk dunia. Dari total pemakaian energi tahun 2030 tersebut, pemanfaatan *renewable* termasuk nuklir di Indonesia hanya mencapai 6% dan 14% untuk dunia. Pada tahun 2030 tersebut total pemakaian energi dunia mencapai sekitar 30 kali pemakaian energi di Indonesia atau laju peningkatan pemakaian energi di Indonesia empat kali laju peningkatan pemakaian energi dunia. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian energi di Indonesia terutama pemakaian listrik belum merata di seluruh pelosok tanah air, sehingga selama 22 tahun diperlukan peningkatan pemakaian energi sekitar 6,5% per tahun. Gambaran pangsa pemakaian energi di Indonesia terhadap pemakaian energi dunia dari tahun 2008 sampai dengan 2030 ditunjukkan pada Grafik 1, sedangkan besarnya prakiraan pemakaian energi Indonesia, keluaran Model MARKAL [Anonim, 2009] dan dunia proyeksi



Grafik 1 Pangsa Pemakaian Energi di Indonesia terhadap Pemakaian Energi Dunia 2008-2030



Grafik 2 Prakiraan Pemakaian Energi di Indonesia dan di Dunia 2008-2030 [8], [5]

EIA, 2008 [Anonim, EIA 2008] kurun waktu 2008-2030 ditunjukkan pada Grafik 2.

3.2 Analisis Total Emisi Co2 Dunia dan Indonesia

Sumber energi fosil, seperti minyak termasuk BBM, batubara, dan gas berpotensi untuk menghasilkan emisi. Dari ke-tiga sumber energi fosil tersebut yang mempunyai kandungan karbon tertinggi adalah batubara, dimana kandungan karbon masing-masing bahan bakar serta kualitas pembakaran terkait erat dengan emisi CO₂ yang dihasilkan. Emisi CO₂ bersifat global dan berdampak pada rusaknya lapisan ozon yang selanjutnya akan meningkatkan temperatur permukaan sehingga berpengaruh terhadap ekosistem lingkungan.

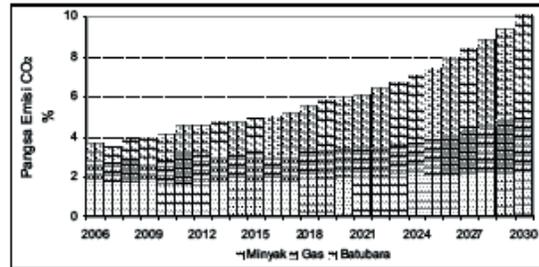
Sesuai kesepakatan dalam *Kyoto-Protocol* tahun 1997 untuk negara-negara Annex I yang tingkat emisinya sudah di atas *level Green House Gases (GHG) emission* (emisi CO₂) tahun 1990, harus menurunkan emisinya hingga mencapai level tahun 1990 [3]. Penurunan emisi hingga emisi CO₂ pada negara-negara tersebut mencapai level tahun 1990 dapat dilakukan dengan *trading GHG emission* yang disebut *Assigned Amount Units (AAUs)* dengan negara-negara non Annex I, seperti Indonesia. Sebagai contoh, selama periode lima tahun (*first five year*) yang dimulai pada tahun 2008, Germany diijinkan untuk menambah emisi CO₂ sebesar 79% dari total emisi CO₂ tahun 1990's, sedangkan Australia pada periode yang sama dapat meningkatkan total emisi CO₂ sebesar 108% dari total emisi CO₂ tahun 1990 [Sven Bode, 2003]. Sedangkan Indonesia pada tahun tersebut total emisi CO₂ masih jauh dibawah ke-dua negara tersebut jadi apabila emisi CO₂ dari ke-dua negara tersebut melebihi batas yang diperbolehkan maka ke-dua negara tersebut dapat melakukan trading emisi CO₂ dengan Indonesia.

Pada tahun 2008 penyumbang emisi CO₂ akibat pemanfaatan sumber energi terbesar di Dunia adalah negara yang tergabung dalam OECD. Pembakaran energi fosil (minyak, gas, dan batubara) berpotensi untuk menghasilkan emisi CO₂ yang bersifat global dan terkait erat dengan

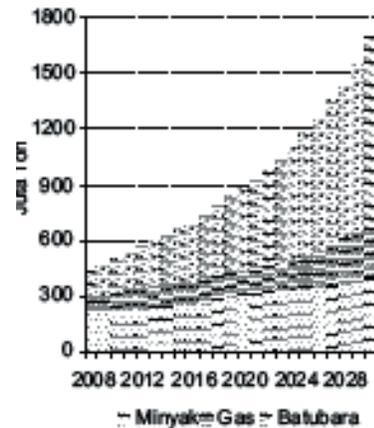
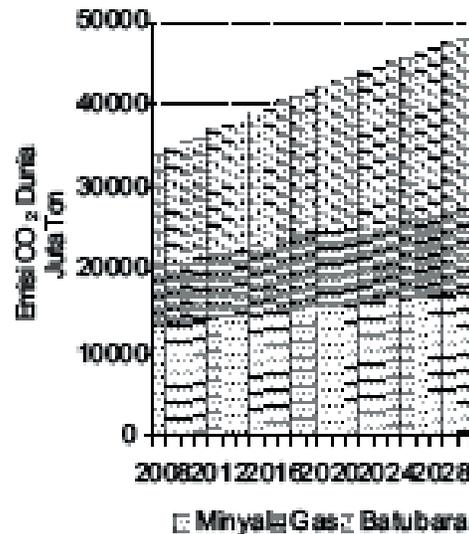
kandungan karbon masing-masing bahan bakar serta kualitas pembakaran. Untuk mengurangi penyebab pemanasan global dapat dilakukan melalui peningkatan efisiensi teknologi energi dan pemanfaatan energi terbarukan dan nuklir, sayangnya hingga tahun 2030 total pemanfaatan energi terbarukan dan nuklir hanya mencapai 6% dari total pemakaian energi nasional.

Pada tahun 2008 tersebut, besarnya total emisi CO₂ dunia mencapai 33.931,76 juta ton (39,6% dihasilkan dari minyak, 21,2% dihasilkan dari gas, dan 39,2% dihasilkan dari batubara). Pada tahun yang sama emisi CO₂ di Indonesia hanya sebesar 438,27 juta ton (52,3% dihasilkan dari minyak, 18,96% dihasilkan dari gas, dan 28,8% dihasilkan dari batubara). Dengan total emisi CO₂ pada tahun 2008 tersebut, menunjukkan bahwa pada tahun tersebut pangsa emisi CO₂ yang diproduksi di Indonesia terhadap dunia hanya mencapai 1,3% dan pada tahun 2030 hanya sedikit meningkat menjadi 3,5%. Pada tahun 2030 besarnya total emisi CO₂ dunia mencapai 48.001,42 juta ton (36,4% dihasilkan dari minyak, 21,4% dihasilkan dari gas, dan 42,2% dihasilkan dari batubara). Pada tahun yang sama emisi CO₂ di Indonesia sebesar 1.698,5 juta ton (23,3% dihasilkan dari minyak, 16,5% dihasilkan dari gas, dan 60,2% dihasilkan dari batubara). Prakiraan besarnya emisi CO₂ tersebut dihasilkan dari prakiraan pemakaian energi per jenis energi yang didasarkan dari besarnya kandungan karbon, dengan asumsi 99% dari kandungan karbon dalam minyak, 98% dari kandungan karbon dalam batubara, dan 99,5% dari kandungan karbon dalam gas berubah menjadi CO₂.

Pada umumnya emisi CO₂ terbesar di seluruh dunia termasuk Indonesia dihasilkan dari pembangkit listrik. Emisi CO₂ yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh jumlah kandungan karbon dalam bahan bakar dan sistem pembakaran yang digunakan. Di Indonesia emisi CO₂ yang dihasilkan batubara meningkat dua kali lipat dibanding tahun 2008 seiring dengan meningkatnya pemakaian batubara di pembangkit listrik. Gambaran pangsa emisi CO₂ yang diproduksi di Indonesia terhadap dunia pada tahun 2008 sampai dengan 2030 ditunjukkan pada Grafik 3. Sedangkan besarnya



Grafik 3 Pangsa Produksi Emisi CO₂ di Indonesia terhadap Dunia 2008 - 2030



Garfik 4 Gambaran Produksi Emisi CO₂ di Dunia dan Indonesia 2008 - 2030

emisi CO₂ yang diproduksi dunia dan Indonesia dari tahun 2008 sampai dengan 2030 ditunjukkan pada Garfik 4.

4. Kesimpulan

1. Pada tahun 2008 total pemakaian energi di Indonesia hanya mencapai 1,2% dari total pemakaian energi dunia atau 85 kali lipat total pemakaian energi di Indonesia. Pada tahun 2030, total pemakaian energi di Indonesia meningkat empat kali laju peningkatan pemakaian energi dunia, sehingga pemakaian energi dunia hanya mencapai sekitar 30 kali pemakaian energi di Indonesia. Dari total pemakaian energi tahun 2030 tersebut, Pemanfaatan energi terbarukan termasuk nuklir di Indonesia pada tahun 2030 hanya 6%, sedangkan pemanfaatan energi terbarukan termasuk nuklir di dunia sudah mencapai 14% .
2. Pada tahun 2030 besarnya total emisi CO₂ dunia mencapai 48.001,42 juta ton, dengan rincian 36,4% dihasilkan dari minyak, 21,4% dihasilkan dari gas, dan 42,2% dihasilkan dari batubara. Pada tahun yang sama emisi CO₂ di Indonesia sebesar 1.698,5 juta ton , dengan rincian 23,3% dihasilkan dari minyak, 16,5% dihasilkan dari gas, dan 60,2% dihasilkan dari batubara. Total emisi CO₂ pada tahun tersebut masih jauh dibawah emisi dunia, sehingga beberapa negara di dunia apabila emisi CO₂ melebihi batas yang diperbolehkan maka negara tersebut dapat melakukan trading emisi CO₂ dengan Indonesia.

Daftar Pustaka

1. Anonim, 2006, *Proyeksi Perkembangan Penduduk Indonesia*, Badan Pusat Statistik (BPS).
<http://www.data.statistik-indonesia.com/>
2. Anonim, 2007, *Perkembangan Indikator Sektor Riil Terpilih*, Badan Pusat Statistik (BPS).

3. Anonim, 2006, *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, IPCC Volume Energy.
4. Anonim, 2007, *Handbook Energy Economy Indonesia*. PUSDATIN DESDM
5. Anonim, 2007, *List of Countries by GDP (PPP) per Capita*, Wikipedia Encyclopedia.
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_%28PPP%29_per_capita
6. Anonim, 2007, *Pemanfaatan Energi Dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan, Pathways to 2025 Energy & Climate Change*, Working Group Energi
7. Anonim, 2008, *Statistical Review Full Report Work Book 2008*.
8. Anonim, 2009, *Hasil Keluaran Model MARKAL Maret 2009*, Tim Perencanaan Energi-BPPT. (Unpublish)
9. Anonim, 2008, *Projection Energy Information Administration (EIA) 2005, World Energy Projection Plus 2008. International Energy Annual 2005 (June-October 2007)*, International Energy Outlook 2008
10. Hardiv H. Situmeang, Dr, 2007, *Carbon Capture and Storage. Pathways to 2025 Energy & Climate Change*.
11. Sven Bode*, 2003, *Abatement Costs vs. Compliance Costs in Multi- Period Emissions Trading – The Firms' Perspective*, HWWA DISCUSSION PAPER 230, June 2003.

<http://www.hwwa.de> *Hamburg Institute of International Economics (HWWA). Neuer Jungfernstieg 21 - 20347 Hamburg, Germany e-mail: hwwa@hwwa.d