

INDUSTRI SEMEN DAN EMISI CARBON DIOXIDE (CO₂) DI PULAU JAWA

Oleh:

I Gde Dharma Atmaja

Dosen PNS dpk pada Universitas Nusa Tenggara Barat

Abstrak: Industri semen di Indonesia berkembang dengan pesat, hal ini terlihat dari data produksi semen yang meningkat dari 141 kg ditahun 2007 menjadi mencapai 200 kg per kapita ditahun 2011. Pulau Jawa dengan jumlah penduduk tertinggi menyerap 55,2% dari kebutuhan semen di Indonesia. Tingginya kebutuhan semen di Pulau Jawa menyebabkan sebagian besar industri semen mendirikan pabrik di Pulau Jawa. Karbon dioksida dihasilkan melalui proses pembuatan semen. Ada tiga sumber utama sebagai penghasil terbesar emisi karbon dioksida yaitu, proses kalsinasi, pembakaran bahan bakar fosil, dan penggunaan energi listrik. Karbon dioksida yang dihasilkan oleh industri semen di lepaskan ke alam dan merupakan salah satu penyebab dari pemanasan global. Secara alami karbon dioksida dapat terserap melalui tiga cara yaitu fotosintesis, karstifikasi, dan oleh lautan. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa hutan memiliki kemampuan menyerap karbon dioksida sebesar 524,172 ton CO₂/ha/th, dan karst menurut penelitian sebelumnya memiliki kemampuan serap 50,91 m³/th/km². Total produksi selama tahun 2012 menghasilkan 26.921.591 ton CO₂, atau 0,77 ton CO₂/ton semen yang diproduksi

Kata kunci: Industri Semen, Emisi, (CO₂), Pulau Jawa

PENDAHULUAN

Industri semen merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia. Hal ini tidak terlepas dari pembangunan diberbagai sektor yang terjadi di Indonesia. Sektor industri semen merupakan salah satu penyumbang emisi karbon dioksida. Gas karbon dioksida pada industri semen, selain dihasilkan melalui pembakaran bahan bakar juga akibat reaksi kimia pada proses pembuatan klinker. Industri semen menduduki peringkat pertama dari sektor industri yang memberikan dampak pada peningkatan emisi GRK yang berasal dari 2 sumber yaitu penggunaan energi dan proses kalsinasi dalam produksinya dan merupakan sumber emisi terbesar ke 10 dari sumber emisi GRK di Indonesia. Secara umum industri semen di Indonesia mempunyai intensitas emisi GRK sebesar 0,833 ton CO₂/ton semen. Lebih dari 50% kebutuhan semen terserap di Pulau Jawa dan sisanya secara berurutan Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan lainnya. Semakin tinggi kebutuhan akan semen, mendorong pertumbuhan industri semen di Indonesia. Hal ini menjadikan juga industri semen sebagai salah satu penyumbang emisi gas karbon dioksida di Indonesia khususnya di Pulau Jawa.

Karbon dioksida di alam dapat diserap dengan melalui berbagai cara. Fotosintesis oleh tumbuhan dalam ekosistem hutan diharapkan mampu untuk menjadi penyeimbang gas karbon dioksida di udara. Kemampuan ini tentunya dipengaruhi oleh jumlah luasan hutan yang terus

berkurang. Selain fotosintesis oleh ekosistem hutan, karbon dioksida juga diserap pada proses sequestrasi oleh ekosistem karst. Hujan asam dengan kepekatan tinggi apabila jatuh pada daerah batugamping, akan mengakibatkan pelarutan yang selanjutnya dapat mengkristal dan membentuk karst. Proses ini dikenal dengan istilah karstifikasi.

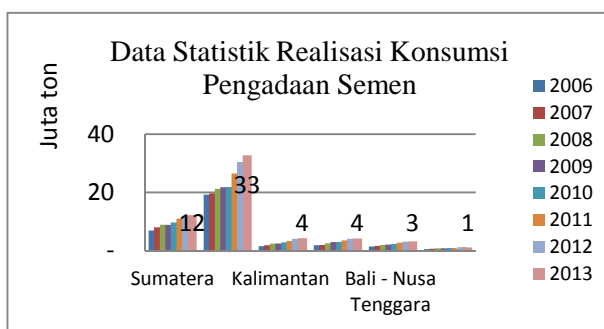
Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah emisi karbon dioksida yang dihasilkan oleh pabrik semen di Pulau Jawa

METODE PENELITIAN

Beberapa faktor yang menjadi acuan dan pedoman dalam penelitian ini adalah emisi karbon dioksida yang dihasilkan oleh pabrik semen, luas hutan dan luas cadangan yang ada di Pulau Jawa. Keduanya merupakan hal yang berpengaruh terhadap jumlah karbon dioksida di udara. Karbon dioksida di udara akan diserap oleh tumbuhan sebagai bahan untuk fotosintesis, sedangkan melalui karst melalui proses karstifikasi. Faktor lain yang diperhitungkan adalah emisi karbon dioksida yang dihasilkan oleh pabrik semen. Emisi ini di hasilkan melalui beberapa proses, diantaranya adalah proses pembakaran bahan bakar fosil untuk sumber energi ataupun transportasi dan proses kalsinasi. Emisi karbon dioksida dihitung berdasarkan produksi masing-masing pabrik yang berkaitan dengan kebutuhan bahan bakar, jumlah semen yang dihasilkan dan proses kalsinasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN**a. Keadaan Penduduk dan Kebutuhan Semen**

Pulau Jawa dengan luas 129.438 km² merupakan pulau terbesar ke lima di Indonesia, namun demikian dari segi jumlahnya lebih dari separuh penduduk Indonesia ada di Pulau Jawa. Penyebaran penduduk di Pulau Jawa tidak merata, DKI Jakarta dengan luas daratan paling kecil memiliki tingkat kepadatan penduduk paling tinggi dibandingkan dengan provinsi lainnya sedangkan Provinsi Jawa Timur yang terluas, tingkat kepadatan penduduknya paling kecil. Tingginya jumlah penduduk di Pulau Jawa yang mencapai 57,5 persen dari total penduduk Indonesia menyebabkan pembangunan yang dilakukan melebihi pembangunan di wilayah lainnya.



Sumber : Pusat Pembinaan Sumber Daya Industri, 2013

Gambar 1. Grafik Realisasi Konsumsi Pengadaan Semen

Asosiasi Semen Indonesia (2013) menyampaikan konsumsi semen perkapita didalam negeri terus meningkat dalam 5 tahun terakhir, pada tahun 2007 kebutuhan semen perkapita sebesar 141 kg dan meningkat menjadi 200 kg pada tahun 2011 dengan Pulau Jawa menyerap sebesar 55,2 %. Pertumbuhan konsumsi semen secara umum ditetapkan sebesar 12% walaupun pada kenyataannya bisa sampai 17,7% pada tahun 2011 dan turun menjadi 15% di tahun 2012.

b. Emisi Karbon Dioksida pada Industri Semen di Pulau Jawa**1. Kalsinasi**

Pada proses kalsinasi dari masing masing pabrik semen perhitungan emisi karbon dioksida digunakan pendekatan jumlah klinker yang diproduksi oleh masing-masing pabrik. Jumlah emisi tersebut dihitung dengan persamaan :

$$\text{Emisi CO}_2 (\text{klinker}) = \text{Jumlah klinker}_{(\text{ton})} \times \text{faktor emisi}_{(\text{klinker})}$$

Jumlah klinker yang dihasilkan jika dibandingkan dengan produksi semen selama satu tahun akan diperoleh nilai koefisien klinker sebesar 0,798 atau 798 kg/ton semen. Emisi yang

dihasilkan dari proses kalsinasi total 14.451.513 ton CO₂ atau 0,407 ton CO₂ per ton semen produksi. semakin jumlah klinker yang diproduksi akan semakin banyak jumlah CO₂ yang dilepaskan di udara.

2. Penggunaan Bahan Bakar

Penggunaan bahan bakar berupa Batubara, Industrial Diesel Oil, ataupun Bahan Bakar Alternatif dimaksudkan untuk menciptakan energi panas untuk pembakaran klinker. Nilai emisi dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Emisi CO}_2(\text{BB}) = \text{Energi BB}_{(J)} \times \text{faktor emisi}_{(\text{BB})}$$

Jumlah emisi yang dihasilkan dari pemakaian bahan bakar baik berupa batubara, *Industrial Diesel Oil*, ataupun bahan bakar alternatif adalah 10.077.812,47 ton CO₂. Jika dibuat perbandingan dengan menggunakan klinker yang di hasilkan maka nilai emisi dari sumber bahan bakar menjadi 0,355 ton CO₂/ton klinker

3. Emisi oleh Penggunaan Listrik

Perhitungan emisi menggunakan faktor koefisien yang ditetapkan dalam IPPC sebesar 0.725 kg CO₂/kWh. Perhitungan emisi CO₂ dari sumber pemakaian listrik diperoleh dari persamaan berikut:

$$\text{Emisi CO}_2(\text{listrik}) = \text{konsumsi listrik}_{(\text{kWh})} \times \text{faktor emisi}_{(\text{listrik})}$$

Total emisi dari sumber pemakaian listrik adalah sebesar 2.392.266,55 ton CO₂ atau 0,084 ton CO₂/ton klinker.

Dalam periode tahun 2012 pabrik semen di Pulau Jawa memberikan kontribusi emisi karbon dioksida sebesar 26.921.591 ton dari total 35.500.000 ton semen yang diproduksi atau rata-rata 0,77 ton CO₂ per ton semen yang di produksi.

PEMBAHASAN

Jumlah emisi gas karbon dioksida yang dapat dihasilkan dari pabrik semen di Pulau Jawa selama tahun 2012 sebesar 26.921.591 ton CO₂. Jumlah tersebut didapat dari produksi semen sebesar 35.500.00 ton atau dengan kata lain emisi karbon dioksida yang dihasilkan sebesar 0,77 ton CO₂ per ton semen yang di produksi. Penyebab emisi karbon dioksida pada proses pembuatan semen diantaranya diperoleh dari proses kalsinasi sebesar 0,407 ton CO₂ /ton semen, proses pembakaran bahan bakar 0,355 ton CO₂/ton klinker dan pemakaian listrik 0,084 ton CO₂/ton klinker. Nilai 0,77 di dukung juga oleh beberapa penelitian sebelumnya seperti yang di sampaikan Marchal, 2001 dalam Anand, et al, 2006 bahwa setiap ton

klinker yang diproduksi akan menghasilkan emisi 0,97 ton CO₂, yang terdiri dari 0,54 ton dari kalsinasi, penggunaan bahan bakar fosil dan batubara sebesar 0,34 ton dan konsumsi listrik 0,09 ton. Menurut International Energy Agency, 1999; McCaffery, 2001 rata-rata emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 0,873 ton per ton cement. Penelitian lainnya juga disampaikan bahwa 900 kg emisi CO₂ dilepaskan ke udara selama proses produksi semen sejumlah satu ton. (Benheal, et al, 2013). Hasil yang lebih kecil dari penelitian sebelumnya disebabkan koefisien klinker yang digunakan oleh pabrik di Pulau Jawa sudah lebih kecil yaitu sebesar 0,77 sedangkan penelitian sebelumnya masih menggunakan faktor klinker 0,9. Faktor klinker yang lebih kecil merupakan akibat dari digunakannya beberapa bahan pengganti klinker seperti *fly ash*.

PENUTUP

Faktor penyebab utama emisi karbon dioksida pada pabrik semen adalah proses kalsinasi 0,407 ton CO₂ /ton semen, proses pembakaran bahan bakar 0,355 ton CO₂/ton klinker dan pemakaian listrik 0,084 ton CO₂/ton klinker. Besarnya emisi karbon dioksida sebanding dengan produksi semen yang dihasilkan rata-rata 0,77 ton CO₂ per ton semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali M.B., Saidur R., Hossain M.S., 2011, *A Review on Emission Analysis in Cement Industries*, Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, Elsevier.
- Anand S., Vrat P., Dahiya R.P, 2005, *Application of System Dynamics Approach for Assessment and Mitigation of CO₂ Emissions from The Cement Industry*, Journal of Environmental Management, Elsevier.
- Burkhard B, Kroll F, Muller F, Windhorst W, 2009, *Landscape Capacities to Provide Ecosystem Service – a Concept for Land Cover Based Assessments*, Journal Landcapae Online
- Cagiao J, at.al., 2011, *Calculation of the corporate carbon footprint of the cement industry by the application of MC3 methodology*, Journal Ecological Indicators 11 1526–1540.
- CEMBUREAU, 1999, “*Best Available Techniques*” for The Cement Industry, The European Cement Association. www.cembureau.be
- Gibbs, M.J, Syoka P., Connely D., *CO₂ Emissions From Cement Production*, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in Nasional Greenhouse Gas Inventories
- Grant, A. Clarke, P. and Lynch, S. (2010). *Landscape capacity studies in Scotland – a review and guide to good practice*. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No.385
- Gorte RW, 2009, *Carbon Sequestration in Forest*, Congressional Research Service. www.crs.gov
- Haryono E, Adji TN, Widyastuti M, Trijuni S, 2009, *Atmospheric Carbon Dioxide Sequestration Trough Karst Denudation Process Preliminary Estimation from Gunung Sewu Karst*, Karst Research Group, Fac. of Geography, GMU
- Haryono E, 2011, *Atmospheric Carbon Dioxide Sequestration Trough Karst Denudation Processes Estimated from Indonesian Karst Region*, Karst Research Group, Fac. of Geography, GMU
- Huntzinger D.N., Eatmon T.D, 2009 *A Life-cycle Assessment of Portland Cement Manufacturing : Comparing The Traditional Process With Alternative Technologies*, Journal of Cleaner Production 17, 668-675.
- IPPC, 2001, *Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries*, Cement and Lime Manufacturing Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission
- Yunus, H.S., 2010, *Metodologi Penelitian Wilayah Kontemporer*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- , 2004., *A Guidance Manual for Estimating Greenhouse Gas Emissions From Fuel Combustion and Process-related Sources for Cement Production*, Green Gas Division Environment Canada.