

PENINGKATAN EFISIENSI ENERGI SEBAGAI UPAYA MENGATASI DAMPAK PENGGUNAAN ENERGI PADA LINGKUNGAN

Endang Suarna

Peneliti di Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

As the energy consumption continues to increase, pollutants and greenhouse gases emissions from the energy utilization also increases. The increase of those emissions has impacts on environmental problems that harmful for the ecosystem and the population. Program action needed to reduce the energy consumption. Improving the efficiency of energy use is the most effective way to address simultaneously several national issues. It is not only can reduce the energy consumption, but also it can reduce the pollutant and greenhouse gases emissions. The program also can strengthen the national energy security. The energy efficiency program has been implemented in some countries, but Japan is the most advance country on energy efficiency.

Key words: *energy efficiency, pollutant emission, greenhouse gases emissio.*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia meningkat terus dari tahun ke tahun. Kebutuhan tersebut dipenuhi dari sumber-sumber energi biomasa (kayubakar dan limbah pertanian), batubara, LPG, gas alam, listrik, serta BBM (Bahan Bakar Minyak) seperti premium, ADO (*Automotive Diesel Oil*), IDO (*Industrial Diesel Oil*), minyak tanah atau kerosen, dan minyak bakar (FO atau *Fuel Oil*)¹⁾. Namun sebagian besar kebutuhan tersebut dipenuhi BBM. Semakin meningkatnya kebutuhan energi tersebut diperkirakan dapat menyebabkan semakin meningkat pula emisi gas buang, dari penggunaan energi tersebut terutama sumber fosil seperti batubara, BBM, dan gas²⁾.

Emisi gas buang dari penggunaan energi tersebut antara lain emisi pollutant

SOx, NOx, dan partikel debu, serta emisi gas CO₂ dan CH₄. Semakin meningkatnya emisi polusi udara tersebut diperkirakan dapat berdampak merugikan bagi ekosistem tanaman, air, dan tanah, seperti hujan asam dan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Selain itu polutan tersebut dapat pula mengganggu kesehatan manusia, seperti penyakit pernafasan. Sementara itu semakin meningkatnya emisi gas CO₂ dan CH₄, terutama CO₂ diperkirakan akan menyebabkan terjadinya efek rumah kaca yang berdampak pada terjadinya pemanasan global yang mengakibatkan terjadinya peningkatan permukaan air laut, terjadinya banjir, dan curah hujan yang berlebihan.

Oleh karena itu diperlukan usaha untuk mengurangi semakin meningkatnya konsumsi energi. Penerapan teknologi energi yang berefisiensi tinggi diperkirakan

merupakan salah satu cara yang efektif dalam menghambat lajunya konsumsi energi. Jepang adalah sebuah negara yang dapat dijadikan contoh dalam penerapan konservasi energi melalui peningkatan efisiensi energi. Program tersebut sangat berguna bagi Indonesia yang sumberdaya energinya terutama sumber energi fosil semakin terbatas. Selain itu peningkatan efisiensi energi juga dapat berdampak terhadap pengurangan emisi gas buang dari penggunaan energi.

2. PERKEMBANGAN KEBUTUHAN ENERGI

Kebutuhan energi untuk memenuhi sektor-sektor industri, transportasi, rumahtangga, dan komersial di Indonesia

dari konsumsi tersebut dipenuhi oleh BBM, sedangkan sisanya dipenuhi oleh biomasa, batubara, gas, dan listrik. BBM merupakan bahan bakar yang paling banyak digunakan pada semua sektor, namun sebagian besar atau sekitar 44 sampai dengan 55 persen dari konsumsi BBM dipergunakan oleh sektor transportasi, bahkan semua kebutuhan energi pada sektor transportasi dipenuhi oleh BBM. Sektor pengguna BBM terbesar kedua adalah sektor industri, diikuti oleh sektor rumahtangga dan komersia.¹⁾

Konsumsi energi tersebut diperkirakan akan terus meningkat sesuai dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi. Besarnya konsumsi sumber energi fosil seperti BBM, batubara, dan gas perlu mendapat perhatian, karena sumber energi fosil terutama batubara merupakan

Tabel 1. Konsumsi Energi menurut Jenis 2000 - 2006 (PJ)

JENIS ENERGI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Biomasa	1601	1600	1608	1618	1617	1613	1644
Batubara	215	221	231	191	330	392	531
Gas Alam	521	503	393	546	533	539	561
BBM	1881	1950	1935	1912	2108	2011	1889
LPG	49	49	52	52	55	50	56
Listrik	289	308	318	330	365	391	420
Total	4555	4632	4536	4650	5008	4995	5080

Sumber¹⁾

Keterangan : 1 PJ = 74070 ton biomasa = 1928000 barel bensin = 180600 barel minyak tanah = 174700 barel ADO = 162700 barel FO=21410 ton LPG = 39262 ton batubara = 969,5 MMSCF gas alam (natural gas).

dapat dipenuhi oleh sumber-sumber energi batubara, biomasa, gas alam, minyak dalam bentuk bahan bakar minyak (BBM) seperti premium, diesel, minyak tanah, minyak bakar, avtur, dan avgas. Kebutuhan tersebut meningkat terus dari tahun ke tahun seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Pertumbuhan rata-rata konsumsi energi di Indonesia mencapai 1,83%/tahun, sehingga konsumsi tersebut meningkat dari 4555 PJ (10^{15} Joule) pada tahun 2000 menjadi 5080 PJ pada tahun 2006. Sebagian besar

penghasil emisi SO_2 , NO_x , hydrocarbon dan partikel debu, serta gas rumahkaca CO_2 , sehingga semakin meningkatnya sumber-sumber energi fosil tersebut akan berdampak pada semakin meningkatnya emisi bahan pencemar dan gas rumahkaca. Besarnya emisi polutant dari penggunaan energi tersebut, selain bergantung pada jumlah energi yang dipergunakan juga bergantung pada teknologi peralatan energi, yang dapat direpresentasikan sebagai emission factor (faktor emisi).

3. EMISSION FACTOR (FAKTOR EMISI)

Emission factor (faktor emisi) disebut pula sebagai *emission coefficient* atau *specific emission* adalah nilai rata-rata yang berhubungan dengan jumlah polutan dengan aktivitas dari teknologi energi, biasanya diekspresikan sebagai berat polutan (bahan pencemar) dibagi oleh unit energi yang dikonversi atau diproduksi; oleh unit jarak yang ditempuh atau oleh unit barang yang diproduksi. Faktor emisi tersebut digunakan untuk memperkirakan jumlah dari polusi udara dari berbagai sumber. Total emisi suatu polutan dari suatu sumber diperoleh dengan mengalikan koefisien emisi dan sumber aktifitas yang mengeluarkan polutan.

Tingkat emisi polutan sangat bervariasi bergantung pada sifat bahan bakar, teknologi dan kondisi rancang bangun, pengoperasian, jenis teknologi dan parameter lain. Sebagai contoh faktor emisi dari boiler dan tungku (*furnace*) pada sektor industri dapat dilihat pada Tabel 2.

Faktor emisi dari boiler dan tungku pada sektor industri didasarkan pada panas yang dikeluarkan. Pada prinsipnya faktor emisi tersebut adalah termasuk emisi dari proses pembakaran bahan bakar yang digunakan untuk mengkuantifikasi jumlah polutan yang dikeluarkan dari sebagian besar industri besar dan menengah. Faktor emisi tersebut dapat dipergunakan pada industri-industri besi dan baja, semen, serta pupuk. Contoh lainnya adalah faktor emisi atau koefisien emisi pada sektor rumah tangga yang diperlihatkan pada Tabel 3.

Faktor emisi pada peralatan rumah tangga yang terdiri atas kompor atau tungku untuk memasak dan lampu untuk penerangan didasarkan pada input bahan bakar, sehingga semakin efisien kompor atau lampu yang dipergunakan, semakin kecil pula emisi polutan yang dikeluarkan dari penggunaan energi tersebut.

Emisi gas buang lainnya dari penggunaan energi yang perlu dipertimbangkan adalah emisi CO₂. Jumlah emisi CO₂ dari penggunaan energi dapat dihitung berdasarkan *Carbon Emission*

Tabel 2. Faktor dari Boiler dan Tungku pada Sektor Industri

JENIS PABRIK	FAKTOR EMISI (ton/PJ)			
	SO4	NO2	SPM	VHC
Boiler Industri				
- Biomasa	1	142	839	92
- Minyak Bakar	1500	168	52	6
- Batubara	570	335	474	64
- Gas	0	51	2	3
Tungku Industri				
- Biomasa	1	149	839	92
- Minyak bakar	1530	176	52	6
- Batubara	557	352	454	61
- Gas	0	54	2	3

Sumber¹⁾

Tabel 3. Faktor Emisi pada Peralatan Rumah Tangga

PERALATAN RUMAH TANGGA	FAKTOR EMISI (kg/PJ)			
	SO ₄	NO ₂	SPM	VHC
Memasak				
- Kompor Minyak tanah	44,1	2,2	5,6	27,0
- Kompor Gas	0,5	54,0	0,0	25,0
- Kompor LPG	0,5	90,5	0,0	25,0
- Tungku biomasa	10,0	50,0	600,0	100,0
Penerangan				
- Lampu Minyak Tanah	46,4	3,1	5,6	27,0

Sumber:²⁾

Tabel 4. Carbon Emission Factor dari beberapa Sumber Energi

JENIS ENERGI	CEF (TON C/TJ)
Bensin/premium	18,9
Diesel	20,2
Minyak tanah	19,6
Minyak Bakar	21,1
LPG	17,2
Gas Alam	15,3
Anthrasit	26,8
Batubara Bituminus	26,2
Lignit	27,6
Biomasa	29,9

Factor (CEF) setiap jenis bahan bakar, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4. Angka CEF pada tabel tersebut menunjukkan jumlah karbon (C) yang dikeluarkan dari penggunaan setiap TJ (10^{12} Joule) energi yang dipergunakan.

4. DAMPAK LINGKUNGAN

Emisi SO₂ dan NO_x yang mengendap di permukaan tanah diperkirakan dapat menyebabkan terjadinya formasi asam pada tanah. Bila proses pengendapan

polutant tersebut terjadi terus menerus dalam jangka panjang, tanah tersebut akan menjadi asam, sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Resiko pengasaman tanah pada suatu tempat bergantung pada; jumlah agen pembentuk asam yang mengendap pada tanah, sifat kimia tanah, dan toleransi tanaman terhadap asam.

Emisi SO₂ dan NO_x juga diduga sebagai penyebab terjadinya hujan asam yang mengakibatkan rusaknya stomata daun. Sementara itu NO_x dalam bentuk NO₂ juga, sebagaimana SO₂ dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Sumber utama dari NO₂ tersebut adalah emisi dari kendaraan bermotor. Pada tingkat tertentu, SO₂ maupun NO_x dapat pula mengganggu kesehatan manusia, terutama penyakit yang berhubungan dengan pernafasan, seperti bronchitis dan iritasi paru-paru²⁾.

Sementara itu dampak partikel debu terhadap lingkungan bergantung pada jumlah dan komposisi kimia dalam partikel tersebut. Kedua faktor tersebut berhubungan dengan dua dampak yang berbeda; yaitu dampak secara fisik dan dampak secara kimia. Secara fisik lapisan debu dapat mengurangi fotosintesa tanaman, namun secara kimia bergantung pada komposisi

kimia dari debu tersebut. Namun dampak yang lebih merugikan apabila debu tersebut mengandung logam berat, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya kontaminasi terhadap tanaman pangan dan dapat mengganggu kesehatan manusia, seperti penyakit pernafasan²).

Emisi lainnya dari penggunaan energi tersebut adalah CO₂ yang dapat mengakibatkan terjadinya efek gas rumah kaca yang membawa akibat terjadinya pemanasan global (*global warming*). Dampak serius akibat pemanasan global tersebut melelehnya es di kutub yang berakibat pada naiknya permukaan laut dan banjir yang mengakibatkan berkurangnya luas daratan. Pemanasan global juga dipersalahkan sebagai penyebab terjadinya perubahan iklim, seperti meningkatnya curah hujan sehingga menjadi banjir.

Negara kepulauan seperti Indonesia diperkirakan akan mengalami dampak yang lebih parah, seperti menyusutnya luas pulau akibat bergesernya garis pantai. Bahkan dalam 10 tahun terakhir, puluhan pulau tak berpenghuni di Indonesia tenggelam akibat pemanasan global⁴). Pulau lain yang berpenghuni pun dikhawatirkan akan mengalami hal yang sama, seperti terjadinya gelombang pasang yang mengakibatkan banjir rob di Jakarta Utara⁵). Naiknya permukaan air laut tersebut pernah pula terjadi di Pulau Tegua, Vanuatu di Pasifik, sehingga penduduk Lateu di pulau tersebut berpindah ke pulau yang lebih tinggi.

5. PROGRAM PENINGKATAN EFISIENSI ENERGI

Peningkatan efisiensi energi adalah suatu cara yang efektif untuk mengurangi konsumsi energi yang dapat berdampak bukan saja terhadap pengurangan emisi gas buang dari pemanfaatan energi, tetapi juga dapat memperkuat ketahanan energi nasional. Jepang merupakan negara yang paling maju dalam program

konservasi energi. Jepang adalah sebuah negara dengan pertumbuhan ekonomi dan kebutuhan energi yang tinggi, tetapi minim dengan sumberdaya alam, dipilih sebagai contoh dalam pencapaian peningkatan efisiensi. Kebijakan energi Jepang mempunyai filosofi 3 E's secara simultan, yaitu mencapai *Economy growth, Energy security, dan Environmental protection*⁵).

Tindakan khusus yang dilakukan Jepang untuk mengurangi pertumbuhan konsumsi energi sampai nol mulai tahun 2000 adalah sebelumnya dilakukan pada sektor-sektor industri, rumahtangga dan komersial, serta transportasi adalah melalui peningkatan efisiensi energi⁷). Secara rinci tindakan yang dilakukan dalam peningkatan efisiensi energi adalah sebagai berikut.

- Pada sektor industri, target secara kuantitatif diperkenalkan untuk mengurangi konsumsi energi pada pabrik atau perusahaan di Jepang. Target tersebut adalah rata-rata pengurangan intensitas energi (konsumsi energi per unit produksi) sebesar 1% setiap tahun. Perusahaan yang tak sanggup memenuhi target dapat dikenai hukuman termasuk denda (satu juta Yen atau kurang) dan didaftar hitamkan oleh Pemerintah. Pemerintah menawarkan audit energi kepada perusahaan-perusahaan yang tak dapat memenuhi target tersebut untuk membantu mereka mengidentifikasi peluang penghematan energi.
- Program standarisasi dan kode energi untuk bangunan dan peralatan diperkenalkan pada sektor rumahtangga dan komersial. Program tersebut menerapkan standar insulasi bagi rumah-rumah baru; dan memberlakukan standar konservasi energi secara lebih tegas untuk peralatan rumahtangga; dan mendorong pengadopsian peralatan rumahtangga yang berefisiensi tinggi dengan cara memberi subsidi

kepada pembeli unit yang berefisiensi tinggi tersebut. Pemerintah juga memperkenalkan secara aktif mengenai konservasi energi *daylight saving time* (penghematan energi melalui memperlambat penyalakan lampu dan mensegerakan mematikan lampu) di Jepang.

- Jepang juga memperkenalkan “Top Runner” program, yaitu suatu program yang menentukan standar efisiensi bahan bakar lebih tinggi daripada unjuk kerja dari produk yang paling baik di antara produk yang sekarang tersedia. Program tersebut diterapkan pada sektor transportasi untuk menentukan standar efisiensi bahan bakar dari mobil. Program tersebut mensyaratkan semua kendaraan yang akan datang mempunyai efisiensi bahan bakar paling sedikit sama seperti efisiensi bahan bakar yang paling tinggi dari kendaraan sekarang.

Pada 8 September 1998, Parlemen Jepang sudah meloloskan undang-undang yang mensyaratkan pemerintah pusat, pemerintah propinsi, dan pemerintah lokal untuk mengambil tindakan untuk mengurangi gas rumahkaca, sesuai dengan kewajiban Jepang pada Kyoto Protocol. Aspek yang berarti dalam *action plan* (rencana tindak) tersebut adalah perbaikan efisiensi pada gedung-gedung milik pemerintah dan pembelian kendaraan dengan emisi rendah untuk armada kendaraan milik pemerintah⁸⁾.

Sesuai dengan Undang-undang Konservasi Energy 2005, Jepang juga mewajibkan ke perusahaan-perusahaan untuk; a). melaksanakan konservasi energi sesuai standar yang ditentukan; b). menunjuk manager energi; c) menyerahkan laporan secara periodik (setiap tahun); dan d) merancang serta menyerahkan laporan rencana jangka menengah dan panjang untuk konservasi energi (setiap tahun).⁸⁾

Jepang juga mempunyai kebijakan untuk mempromosikan sumber energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan untuk pembangkit listrik seperti berikut.

- Pemerintah mewajibkan setiap perusahaan pembangkit listrik untuk menggunakan sumber energi terbarukan untuk pembangkit listriknya yang ditentukan berdasarkan jumlah listrik yang terjual.
- Perusahaan pembangkit listrik dapat memilih cara yang paling menguntungkan di antara kewajiban-kewajiban antara lain; membangkitkan listrik dengan sumber energi baru oleh mereka sendiri, atau membeli listrik dengan sumber energi baru dari perusahaan lainnya.
- Pemerintah memverifikasi setiap perusahaan pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi terbarukan setiap tahun fiscal.

6. KESIMPULAN

Peningkatan efisiensi energi adalah suatu cara yang paling efektif untuk mencapai berbagai tujuan nasional, antara lain untuk mengurangi konsumsi energi yang dapat berdampak bagi mempertinggi keamanan energi (*enhances energy security*), atau memperpanjang ketersediaan energi nasional, dan mengurangi emisi gas buang, baik emisi bahan pencemar, maupun emisi gas rumah kaca. Indonesia dapat belajar dari Jepang mengenai pelaksanaan program konservasi energi melalui peningkatan efisiensi energi.

Program konservasi energi di Jepang bukan saja melibatkan Pemerintah, tetapi juga melibatkan perusahaan, dan konsumen. Pemerintah aktif mempromosikan konservasi energi, seperti memberikan subsidi kepada pembeli unit peralatan rumahtangga yang berefisiensi tinggi. Pemerintah juga mengenakan hukuman denda bagi perusahaan yang tak mencapai target konservasi, tetapi memberikan bantuan

mengidentifikasi peluang penghematan energi bagi perusahaan yang tak dapat memenuhi target tersebut.

Jepang juga memperkenalkan program "Top Runner", yaitu program peningkatan efisiensi energi pada sektor transportasi dengan menentukan standar efisiensi bahan bakar bagi mobil. Program tersebut mensyaratkan semua kendaraan yang akan datang mempunyai efisiensi bahan bakar paling sedikit sama dengan efisiensi bahan bakar yang paling tinggi sekarang. Pemerintah Jepang juga memberi contoh dengan dengan perbaikan efisiensi energi pada gedung gedung pemerintah, serta pembelian kendaraan beremisi rendah oleh Pemerintah.

Promosi penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan untuk pembangkit listrik dengan mewajibkan penggunaan sumber energi terbarukan juga dilakukan Pemerintah Jepang. Perusahaan listrik diberi pilihan cara yang paling menguntungkan untuk melaksanakan kewajiban tersebut, antara lain membangkitkan listrik dengan energi terbarukan sendiri, atau membeli listrik bersumber dari energi terbarukan dari perusahaan listrik lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. ———. 2007. *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2007*. Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources, Ministry for Energy and Mineral Resources.
2. ———. 1993. *Environmental Impacts of Energy Strategies for Indonesia*. Final Summary Report, BPPT-KFA. May 1993.
3. ———. 1996. *Greenhouse Gas Inventory Workbook*. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2.
4. ———. 2007. *Puluhan Pulau tak Berpenghuni Tenggelam akibat Pemanasan Global*. ANTARA News. Banda Aceh 15/11/2007.
5. ———. 2007. *Jakarta terancam tenggelam?* BBC Indonesia.com, 11/12/2007.
6. ———. 2005. *Penduduk Pasifik Pindah Pulau*. KOMPAS Cyber Media, 11/12/2005.
7. ———. 2007. *Japan's Energy Conservation Policy & New and Renewable Energy Policy*. 3rd ASEAN+3 New and Renewable Energy and Energy Efficiency & Conservation Forum. The Institute of Energy Economics, Japan.
8. Kawano, S. 2007. *Managers Accreditation Program and Energy Audit Activities in Japan*. ASEAN Business Forum 2007. Energy 22-24 August 2007. Singapore.