

Analisis Pengurangan Emisi CO₂ Melalui Manajemen Penggunaan Listrik dan Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau di Gedung Perkantoran Pemerintah Kota Surabaya

Widhi Asta Kartika Pratiwi, dan Joni Hermana

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: hermana@enviro.its.ac.id

Abstrak—Penggunaan listrik pada aktivitas dalam gedung dapat menyumbang emisi gas rumah kaca khususnya CO₂. Pada penelitian ini dikaji pengurangan emisi CO₂ melalui manajemen penggunaan listrik dan ketersediaan ruang terbuka hijau (RTH) di Gedung Jimerto Pemerintah Kota Surabaya. Sampling penggunaan listrik dilakukan dengan mengukur penerangan *indoor*, penggunaan AC, dan komputer pada ruang yang sama. Metode *BEE Code of Lighting* digunakan untuk pengukuran penerangan, sedangkan metode observasi langsung dilakukan untuk manajemen penggunaan listrik dan RTH eksisting. Emisi CO₂ dari penggunaan daya listrik dihitung dengan faktor emisi sesuai dengan ketentuan Surat Kementerian ESDM Dirjen Ketenagalistrikan Nomor 1281/05/600.4/2012. Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi yang dihasilkan sebesar 1.966,266 ton CO₂/tahun. Pengurangan emisi dengan manajemen penggunaan listrik eksisting diperkirakan dapat mengurangi emisi sebesar 31,302 ton CO₂/tahun. Apabila dilakukan penggantian peralatan listrik pengurangan emisinya menjadi 251,271 ton CO₂/tahun. Sedangkan RTH yang dibutuhkan untuk memenuhi ketentuan minimal adalah sebesar 325,3 m² dan ini sebanding dengan penyerapan CO₂ sebesar 1,789 ton CO₂/tahun.

Kata Kunci— *emisi CO₂, penggunaan listrik, RTH.*

I. PENDAHULUAN

SEKTOR energi merupakan penyumbang terbesar gas rumah kaca khususnya CO₂ dibandingkan sektor lain seperti transportasi dan industri ^[1]. Emisi CO₂ terbesar dari penggunaan energi listrik berasal dari aktivitas dalam gedung, yaitu sebesar 70% ^[2]. Kontribusi utama berasal dari aktivitas dalam gedung yang difungsikan secara komersial seperti perkantoran, pusat perbelanjaan, apartemen, dan hotel ^[3]. Kondisi saat ini adalah area terbangun semakin luas serta penggunaan bahan bakar minyak dan gas sebagai sumber emisi CO₂ terus bertambah. Akan tetapi kondisi ini tidak diimbangi dengan luasan ruang terbuka hijau (RTH). Sehingga penambahan RTH diperlukan untuk menyerap CO₂ ^[4].

Penelitian ini bertujuan mengkaji emisi CO₂ yang dihasilkan dari penggunaan listrik serta upaya-upaya yang dapat dilakukan melalui manajemen penggunaan listrik beserta efisiensinya dan ketersediaan RTH untuk mengurangi emisi CO₂ di Gedung Jimerto Pemerintah Kota Surabaya. Emisi CO₂ yang dihitung merupakan emisi sekunder

berdasarkan penggunaan daya listrik. Penggunaan daya listrik ini dibatasi pada penggunaan lampu, air conditioner (AC), dan komputer (desktop PC dan laptop). Ketersediaan RTH dihitung dengan variabel luasan tutupan vegetasi dan jenis pohon pelindung.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

A. Pengumpulan Data Sekunder

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data sekunder meliputi denah gedung Jimerto, denah instalasi listrik, data jumlah lampu, jumlah AC, jumlah komputer, jumlah pegawai, dan manajemen penggunaan listrik eksisting.

B. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan observasi langsung atau survey manajemen penggunaan listrik dan ketersediaan RTH. Sampling dilakukan dengan mengukur penerangan (penggunaan lampu), penggunaan AC dan komputer serta jumlah pegawai pada ruang yang sama. Pengukuran penerangan dilakukan dengan metode Bureau of Energy Efficiency (BEE) Code of Lighting ^[5]. Sedangkan survey terhadap penggunaan AC dilakukan untuk melihat jumlah dan kapasitas AC yang terpasang, durasi penggunaan per hari, dan range pengaturan suhu. Survey penggunaan komputer dilakukan untuk mengetahui jumlah dan pola penggunaan ketika jam istirahat dan setelah jam kantor selesai. Sedangkan survey RTH dilakukan untuk melihat tutupan vegetasi yang ada di dalam gedung dan di teras gedung.

C. Analisis Data dan Kesimpulan

Analisis dilakukan dengan menghitung penggunaan daya dan emisi dari tiap peralatan listrik. Penggunaan daya listrik untuk penerangan (lampu) dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$P = ILER \times \text{circuit watts} \times \text{durasi} \quad (1)$$

di mana

P = daya (W)

ILER = installed load efficacy ratio

Kebutuhan AC (BTU/hr) dihitung dengan standar luas. Setiap 1 m² membutuhkan 500 BTU/hr. Sehingga kebutuhan

Tabel 1.

Konversi sistem daya AC	
PK	BTU/hr
½	5.000
¾	7.000
1	9.000
1,5	12.000
2	18.000
2,5	24.000
3	28.000

Tabel 2

Total penggunaan daya listrik untuk lampu (W)			
Lokasi	P/hari	P/bulan	P/tahun
Kantor	69.750	1.534.499	17.437.483
Graha Sawunggaling	737	2.949	36.857
Selasar	3.687	81.112	921.724
Toilet	4.413	97.076	1.103.142
P Total	78.587	1.715.635	19.499.206

Tabel 3

Total penggunaan daya listrik untuk AC			
Lantai	P/hari	P/bulan	P/tahun
1	1.683.086	37.027.886	420.771.429
2	2.503.051	55.067.112	625.762.638
3	1.294.681	28.482.989	323.670.330
4	2.071.490	45.572.782	517.872.528
5	1.726.242	37.977.319	431.560.440
6	1.273.262	15.191.561	175.868.793
Total	10.551.811	219.319.649	2.495.506.158

Tabel 4

Total penggunaan daya untuk komputer (W)			
Komputer	P/hari	P/bulan	P/tahun
Desktop PC	527.004	11.594.083	131.750.938
Laptop	26.880	591.360	6.720.000
Total	553.884	12.185.443	138.470.938

AC dihitung dengan mengalikan panjang (P) dengan lebar (L) ruang dan 500 BTU/hr/m² atau seperti yang dinyatakan dalam persamaan (2).

$$\text{Kebutuhan AC} = P \times L \times 500 \tag{2}$$

Kapasitas AC yang terpasang biasanya mengacu pada daya kompresor (PK). Konversi sistem daya AC ditunjukkan pada Tabel 1 [6]. Kapasitas AC tersebut kemudian dikonversikan ke dalam daya listrik dengan 1 BTU/hr = 0,2931 W. Hasil perhitungan ini kemudian dibandingkan dengan kondisi eksisting apakah sudah memenuhi standar atau berlebihan.

Perhitungan penggunaan listrik komputer dilakukan untuk desktop PC dan laptop. Daya listrik desktop PC dihitung dari daya untuk start-up dan durasi pemakaian setelah menyala. Sedangkan laptop hanya dihitung berdasarkan durasi pemakaian karena laptop tidak menggunakan UPS sehingga tidak membutuhkan daya untuk start-up.

Setelah penggunaan daya listrik diperoleh, jumlah emisi CO₂ (EE) dihitung dengan mengalikan penggunaan listrik dengan faktor emisi (EF), yaitu 0,741 ton CO₂/MWh sesuai ketentuan Surat Kementerian ESDM Dirjen Ketenagalistrikan Nomor 1281/05/600.4/2012.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pelaksanaan Survey Manajemen Penggunaan Listrik dan Ruang Terbuka Hijau Eksisting

Survey manajemen penggunaan listrik meliputi jumlah peralatan yang digunakan dan durasi penggunaan rata-rata per hari. Hasil survey menunjukkan bahwa Gedung Jimerto tidak memiliki manajemen atau standar operasional prosedur (SOP)

untuk penggunaan peralatan listrik. Secara umum pola penggunaan di ruang kantor adalah dihidupkan di pagi hari dan dimatikan sore hari ketika jam kantor selesai. Ketika istirahat siang kebanyakan peralatan listrik tetap dibiarkan menyala. Sedangkan ruang pertemuan Graha Sawunggaling (lantai 6), tidak digunakan setiap hari. Penggunaannya sebulan bisa mencapai 4 kali dengan durasi rata-rata 3 jam setiap kali digunakan.

B. Penggunaan Daya Listrik dan Emisi CO₂

Perhitungan daya listrik dibedakan untuk tiap peralatan, yaitu lampu, AC, dan komputer. Perhitungan daya untuk lampu berdasarkan hasil survey. Hasil survey menunjukkan bahwa rata-rata durasi penggunaan lampu adalah 10 jam/hari. Ruang yang memiliki instalasi lampu yang sama, diasumsikan menggunakan daya yang sama dengan ruang yang dijadikan sampel saat survey. Perhitungan penggunaan daya untuk lampu dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan data sekunder, AC yang digunakan di seluruh gedung adalah AC dengan kapasitas 2 PK, kecuali pada Graha Sawunggaling (lantai 6) digunakan AC 5 PK dan 10 PK. Hasil survey menunjukkan bahwa durasi rata-rata penggunaan AC adalah 8,18 jam/hari sedangkan pada Graha Sawunggaling hanya 3 jam/hari (durasi 3 jam setiap digunakan). Perhitungan penggunaan daya untuk AC dapat dilihat pada Tabel 3.

Penggunaan daya komputer dihitung berdasarkan jumlah pegawai, yaitu ratio jumlah komputer dan pegawai. Hasil survey menunjukkan bahwa ratio desktop PC adalah 0,84 desktop PC/pegawai, ratio laptop adalah 0,1 laptop/pegawai, dan total pegawai gedung adalah 634 orang. Dengan demikian terdapat 533 buah desktop PC dan 64 buah laptop.

Penggunaan desktop PC membutuhkan 350 W untuk start-up pada 5 menit pertama dan 70 W/jam untuk penggunaan selanjutnya. Sedangkan laptop tidak membutuhkan daya untuk start-up karena tidak menggunakan UPS, sehingga hanya menghabiskan 48 W/jam. Berdasarkan hasil survey, durasi rata-rata penggunaan desktop PC adalah 9,21 jam/hari sedangkan laptop 8,75 jam/hari. Perhitungan daya komputer selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Penggunaan daya listrik tersebut kemudian dihitung emisinya dengan faktor emisi (EF) yaitu 0,741 ton CO₂/MWh. Perhitungan daya dan emisi per tahun tiap peralatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5

Total penggunaan daya dan emisi CO ₂ per tahun		
Peralatan	Daya (W)	Emisi (ton CO ₂)
Lampu	19.499.206	14,449
AC	2.495.506.158	1.849,170
Desktop PC	131.750.938	97,627
Laptop	6.720.000	4,980
Total	2.653.476.302	1.966,226

C. Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau

Luas tutupan RTH eksisting adalah 7,2 m² pohon dengan daya serap 0,410 ton/tahun dan 50,51 m² semak dengan daya serap 0,278 ton/tahun. Dengan demikian total daya serap CO₂ RTH eksisting sebesar 0,687 ton/tahun. Berdasarkan ketentuan yang berlaku, luas RTH minimal yang harus disediakan adalah 383,01 m². Maka kekurangan RTH yang perlu disediakan adalah 325,3 m² dan ini sebanding dengan penyerapan CO₂ sebesar 1,789 ton/tahun.

D. Analisis Skenario Pengurangan Emisi CO₂

Pengurangan emisi CO₂ dihitung untuk setiap peralatan. Untuk lampu disarankan penggantian lampu eksisting (fluorescent) dengan LED bulb 5 W (40 W) cool daylight dengan color temperature 6500 K dan lumen = 350 lm. Pemilihan lampu ini sudah sesuai dengan yang disyaratkan untuk penerangan kantor dan didesain dengan socket eksisting.

Pengurangan emisi untuk penggunaan AC disarankan dua cara, yaitu pengaturan suhu AC dinaikkan 2⁰C dan penggantian (dan penambahan) AC. Kenaikan suhu AC setiap 1⁰C dapat menghemat daya sebesar 3% daya input yang digunakan dan untuk operasi kompresor dan sebagainya. Sedangkan penggantian AC dilakukan untuk ruang dengan kapasitas AC melebihi kebutuhan standar. Pada ruang dengan kapasitas AC yang kurang memenuhi standar, maka ditambahkan AC dengan kapasitas secukupnya.

Pengurangan emisi CO₂ dari penggunaan komputer ada 2, yaitu dengan mematikan laptop ketika istirahat selama 30 menit dan melakukan penggantian seluruh desktop PC dengan laptop. Desktop PC tidak disarankan untuk dimatikan ketika istirahat karena mengkonsumsi daya lebih banyak dibanding penggunaan eksisting. Konsumsi daya lebih banyak ini karena desktop PC membutuhkan 2 kali start-up. Maka dari itu penggunaan desktop PC tetap seperti eksisting, yaitu dengan dinyalakan di pagi hari, dibiarkan menyala selama istirahat siang, dan dimatikan ketika sore hari (pulang kantor).

Secara umum upaya pengurangan emisi CO₂ yang disarankan meliputi 2 skenario, yaitu:

1) Manajemen penggunaan listrik

Skenario ini dilakukan dengan manajemen penggunaan listrik eksisting, tanpa ada penggantian peralatan sama sekali. Dengan demikian skenario ini dilakukan dengan penggunaan lampu dan desktop PC seperti eksisting, pengaturan suhu AC dinaikkan 2⁰C, dan laptop dimatikan ketika istirahat siang.

2) Penggantian total

Skenario ini dilakukan dengan penggantian seluruh lampu dengan LED, penggantian (dan penambahan) AC, serta penggantian seluruh desktop PC dengan laptop.

Tabel 6

Peralatan	Perbandingan penggunaan daya per tahun tiap peralatan (W)		
	Kondisi		
	Eksisting	Manajemen	Penggantian
Lampu	19.499.206	-	13.715.000
AC	2.495.506.158	2.453.634.774	2.240.161.835
Desktop PC	131.750.938	131.750.938	-
Laptop	6.720.000	6.336.000	65.980.440
Total Komputer	138.470.938	138.086.938	65.980.440

Tabel 7

Peralatan	Perbandingan emisi CO ₂ per tahun tiap peralatan (ton CO ₂)		
	Kondisi		
	Eksisting	Manajemen	Penggantian
Lampu	14,449	-	10,163
AC	1.849,170	1.818,143	1.659,960
Desktop PC	97,627	97,627	-
Laptop	4,980	4,695	48,892
Total Komputer	102,607	102,322	48,892

Tabel 8

Kondisi	Perbandingan kondisi eksisting dan bila dilakukan skenario pengurangan emisi CO ₂		
	Daya (W)	Emisi (ton CO ₂)	Reduksi Emisi (ton CO ₂)
Eksisting	2.663.153.802	1.966,226	-
Skenario 1	2.620.910.418	1.942,095	31,302
Skenario 2	2.324.057.035	1.722,126	251,271

Perbandingan penggunaan daya dan emisi CO₂ per tahun tiap peralatan dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Sedangkan perbandingan kondisi eksisting dan bila dilakukan skenario pengurangan emisi dapat dilihat pada Tabel 8.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa emisi CO₂ dari penggunaan listrik Gedung Jimerto Pemerintah Kota Surabaya adalah 1.966,226 ton CO₂/tahun. Pengurangan emisi dengan manajemen penggunaan listrik dapat mengurangi emisi sebesar 31,302 ton CO₂/tahun. Bila dilakukan penggantian total peralatan listrik, emisi dapat dikurangi sebesar 251,271 ton CO₂/tahun. Sedangkan RTH yang harus disediakan untuk memenuhi ketentuan minimal adalah 325,3 m².

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Bapak Ir. Rachmat Boedisantoso, MT., selaku asisten dosen pembimbing tugas akhir atas segala motivasi, nasehat, ilmu serta bimbingannya. Ibu Susi Agustina Wilujeng, ST., MT., Bapak Welly Herumurti, ST., MSc., dan Bapak Arseto Yekti Bagastyo, ST, MPhil, Ph.D., selaku dosen penguji tugas akhir atas segala informasi dan ilmu yang diberikan saat menguji. Teman-teman persekutuan, partner satu bimbingan, dan teman-teman angkatan 2009 atas dukungan dan kebersamaannya selama ini. Keluarga tersayang yang selalu mendukung baik moral maupun material sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2009. Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Angka.
- [2] Danusastro, Y. 2011. Green Building. Disajikan dalam Wisar Jakarta @Green Artspace: Bangunan Rumah Manusia dan Lingkungan. Jakarta, 23 Juli 2011.
- [3] Green Building Council Indoensia. 2011. The definition in creating Green offices.
- [4] Dahlan, E. N. 2007. Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota Sebagai Sink Gas CO₂ Antropogenik dari Bahan Bakar Minyak dan Gas di Kota Bogor dengan Pendekatan Sistem Dinamik. Disertasi. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- [5] Devki Energy Consultancy Pvt Ltd. 2006. BEE Code of Lighting. Vadodara: R. C Dutt Road.
- [6] Lukmantara. 2012. Cara Menghitung *Kapasitas/Daya AC*. Diunggah pada 27/03/2013 dari <http://aloekmantara.blogspot.com/2012/09/cara-menghitung-kapasitas-daya-ac.html>.