

PERHITUNGAN DAN ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN AIR CONDITIONER PADA GEDUNG KULIAH BHAKTI PERSADA UNIVERSITAS MA CHUNG

¹Yohannes Yuan Hendy Soegiono, ²Yuswono Hadi

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Ma Chung, Villa Puncak Tidar N-01 Karangwidoro, Dau, Malang
e-mail: yohanes_yuan@yahoo.com

Abstrak

Pembangunan berkelanjutan secara umum didefinisikan sebagai pembangunan untuk memenuhi kebutuhan di masa sekarang dengan tidak mengabaikan kemampuan generasi masa depan dalam memenuhi kebutuhan mereka. Untuk tercapainya perkembangan berkelanjutan diperlukan aksi global untuk menyampaikan aspirasi terhadap kemajuan sosial dan ekonomi, kebutuhan pertumbuhan dan lapangan pekerjaan, dan pada waktu yang sama menguatkan ketahanan lingkungan. Universitas Ma Chung merupakan instansi pendidikan yang dalam kegiatan perkuliahannya menggunakan Air Conditioner (AC) dan penggunaan AC tersebut menimbulkan pengeluaran biaya dari penggunaan energi listrik. Pada penelitian ini, Peneliti menganalisis efisiensi dari segi penggunaan energi listrik dan biaya yang dikeluarkan serta pembuatan skenario usulan untuk mengurangi biaya yang ditimbulkan tersebut. Setelah ditentukan skenario usulan, terbukti skenario usulan dapat mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan dan berhasil mengurangi biaya yang dikeluarkan sehingga dapat meningkatkan efisiensi sebesar 6,41%.

Kata kunci : *Sustainability*; efisiensi; *Air Conditioner (AC)*

PENDAHULUAN

Krisis energi telah menjadi hal yang sering diperbincangkan di dunia terutama di Indonesia. Defisit energi di Indonesia terjadi karena konsumsi energi fosil masih tinggi dan upaya untuk memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan belum dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan. Tingginya konsumsi masyarakat disebabkan karena adanya subsidi energi yang dikeluarkan pemerintah (Menteri ESDM, 2014). Energi listrik yang dihasilkan oleh sebuah rumah, salah satu yang terbesar berasal dari penggunaan AC (*Air Conditioner*) sebesar 24,7% dari semua alat rumah tangga yang menggunakan listrik (Batih, 2013). Penggunaan AC dalam jangka waktu yang lama tentu saja akan banyak memakan energi listrik, dimana energi listrik untuk menghidupkan AC juga membawa dampak bagi kesehatan manusia dan global karena adanya pembakaran bahan bakar fosil seperti batubara.

Universitas Ma Chung merupakan instansi pendidikan yang terdapat di Kota Malang dan memiliki beberapa gedung yang digunakan untuk perkuliahan dan administrasi. Gedung-gedung tersebut memiliki ruang di dalamnya dan terdapat *Air Conditioner (AC)* untuk membuat nyaman orang yang sedang beraktivitas dalam ruangan tersebut. Tidak semua AC dalam Universitas Ma Chung beroperasi dengan lancar. Beberapa AC mengalami gangguan seperti tidak dapat memenuhi suhu yang diinginkan oleh pengguna, sehingga pengguna merasa tidak nyaman dan energi yang dikeluarkan juga semakin banyak. Selain itu beberapa ruang yang tidak digunakan, AC yang ada di ruangan tersebut tetap dinyalakan. Maka dari itu, perlu analisis efisiensi penggunaan AC di Universitas Ma Chung, terutama di gedung perkuliahan mahasiswa yaitu gedung Bakti Persada.

METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Prosedur Penelitian

Diagram alir penelitian menunjukkan alur pengerjaan penelitian mulai dari awal hingga akhir dengan alur sebagai berikut: Mulai – Identifikasi Masalah – Studi Literatur – Menentukan Tujuan Penelitian – Pengumpulan Data – Perhitungan Energi Listrik dari Penggunaan AC pada Skenario Awal – Perancangan Skenario - Perhitungan Energi Listrik dari Penggunaan AC pada Skenario Baru – Analisis dan Pemilihan Skenario Terbaik – Kesimpulan dan Saran.

B. Identifikasi Masalah

Universitas Ma Chung merupakan institusi pendidikan yang memiliki beberapa gedung perkuliahan. Gedung Bakti Persada merupakan gedung perkuliahan yang disetiap ruang kelasnya memiliki pendingin ruangan berupa AC. Masalah utama yang akan diidentifikasi adalah aktivitas penggunaan AC pada Gedung Bakti Persada yang berpotensi menghasilkan pemborosan listrik.

C. Studi Literatur

Studi literatur yang didapat digunakan untuk membantu penelitian yang akan dilakukan, seperti data-data yang dibutuhkan dalam penghitungan, cara perhitungan pengambilan sampel untuk melakukan survey untuk menemukan skenario baru, dan cara menganalisis data yang telah ditemukan. Selain itu juga dikumpulkan studi literatur berupa cara perhitungan beban pendingin dalam setiap ruangan sehingga dapat ditentukan berapa jumlah *Air Conditioner* yang seharusnya dipakai dalam setiap ruangan.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengupayakan peningkatan efisiensi penggunaan AC di Gedung Bakti Persada Universitas Ma Chung. Upaya peningkatan efisiensi penggunaan AC dilakukan dengan menghitung energi listrik yang dikeluarkan oleh penggunaan AC pada skenario awal dan dibandingkan dengan energi listrik yang dikeluarkan oleh penggunaan AC pada skenario baru yang dipilih nanti.

E. Pengumpulan Data

Sumber data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data Primer

Pada penelitian ini, data primer akan didapatkan dengan cara observasi, wawancara langsung dan melakukan eksperimen di Universitas Ma Chung untuk mendapatkan data.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan semua data yang didapatkan dari Universitas Ma Chung.

Data-data yang dibutuhkan pada penelitian kali ini adalah:

1. Kondisi awal ruangan gedung Bakti Persada yang diteliti (dimensi setiap ruangan yang diteliti, rata-rata mahasiswa yang menggunakan setiap ruangan yang diteliti) yang diambil dengan pengamatan langsung di gedung Bakti Persada.
2. Kondisi penggunaan AC setiap ruangan di gedung Bakti Persada
3. Data yang dibutuhkan untuk perhitungan beban pendingin sebagai dasar penentuan jumlah AC yang seharusnya dipasang di ruangan gedung Bakti Persada.
4. Energi listrik dari penggunaan AC pada skenario awal di gedung Bakti Persada.

F. Perhitungan Energi Listrik dari Penggunaan AC Pada Skenario Awal

Perhitungan energi listrik yang dibutuhkan dari penggunaan AC dilakukan dengan observasi pada setiap satu merek AC yang digunakan di gedung Bakti Persada yang selanjutnya dikalikan dengan jumlah AC sesuai dengan kebutuhan energi listrik setiap merek AC.

G. Perancangan Skenario Baru

Perancangan skenario baru didasarkan pada pembuatan survey/angket yang menunjukkan tingkat kenyamanan para civitas akademik terhadap ruangan pada gedung Bakti Persada Universitas Ma Chung. Hasil survey tersebut menentukan untuk menentukan pilihan skenario yang terbaik dari skenario awal/kondisi awal dari penggunaan AC di gedung Bakti Persada. Selain itu pemilihan skenario baru ditentukan dengan menghitung jumlah kebutuhan AC setiap ruangan berdasarkan total beban kalor dan juga rumus *British Thermal Units* (BTU).

H. Perhitungan Energi Listrik dari Penggunaan AC Pada Skenario Baru

Langkah yang terdapat pada subbab ini sama dengan langkah subbab F, perbedaannya terdapat pada skenario yang digunakan dalam penggunaan AC di gedung Bhakti Persada.

I. Analisis dan Pemilihan Skenario Terbaik

Dasar pemilihan skenario terbaik adalah dengan menentukan penggunaan energi listrik yang lebih baik dari kedua skenario tersebut namun dengan tidak melupakan rasa nyaman para mahasiswa dalam mengikuti proses perkuliahan di Universitas Ma Chung.

J. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran akan diberikan sesuai dengan hasil perbandingan skenario awal dan baru, analisis dari hasil perbandingan tersebut serta tujuan dilaksanakannya penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Profil Gedung Bhakti Persada Universitas Ma Chung

Universitas Ma Chung resmi dibuka pada tanggal 7 juli 2007 setelah dilakukan pembangunan yang memakan waktu sekitar 2 tahun. Salah satu gedung yang telah ada sejak awal berdirinya Universitas Ma Chung adalah Bhakti Persada yang merupakan tempat mahasiswa dan dosen melakukan proses perkuliahan. Pada dasarnya, gedung Bhakti Persada didesain agar angin dari luar bisa masuk dengan mudah disetiap ruangan Bhakti Persada untuk membuat nyaman para civitas akademik Universitas Ma Chung dalam mengikuti proses perkuliahan, namun akibat suhu luar ruangan yang tidak menentu, maka setiap ruangan di gedung Bhakti Persada dilakukan instalasi AC agar civitas akademik Universitas Ma Chung tetap merasa nyaman meskipun udara di luar terasa sangat panas.

B. Kondisi Awal Ruangan Gedung Bhakti Persada

Penelitian dilakukan di seluruh ruangan dan laboratorium yang digunakan dalam proses perkuliahan pada lantai 2 dan 3 gedung Bhakti Persada Universitas Ma Chung dengan total 37 ruangan kelas dan laboratorium. Setiap ruangan memiliki dimensi seperti panjang, lebar, tinggi, luas, dan volume yang berbeda-beda. Selain itu pada penelitian ini juga dilakukan observasi untuk mengetahui jenis, usia dan PK AC yang

C. Penggunaan Energi Listrik AC Per-Bulan Pada Skenario Awal di Gedung Bhakti Persada

Untuk menghitung penggunaan energi listrik dari AC pada gedung Bhakti persada Universitas Ma Chung, dilakukan pengamatan langsung dengan memasang kWh meter pada panel listrik dan didapatkan hasil untuk 1 AC merk Panasonic dalam 1 hari pemakaiannya menggunakan energi listrik sebesar 15,3 kWh dan untuk 1 AC merk Changhong dan General dalam 1 hari pemakaiannya menggunakan energi listrik sebesar 18 kWh. Jadi jika dikalikan dengan jumlah penggunaan di ruangan dan dikalikan 1 bulan (20 hari) perkuliahan didapatkan hasil untuk penggunaan listrik AC merk Panasonic sebesar 7398 kWh dan untuk AC merk General dan Changhong sebesar 6120 kWh dan dapat diketahui total keseluruhan penggunaan listrik AC di gedung Bhakti Persada dalam 1 bulan (20 hari) adalah sebesar 13518 kWh.

D. Tingkat kepuasan Civitas Akademik Terhadap Suhu Ruangan di Gedung Bhakti Persada

Sebelum dilakukan penyebaran survei tersebut, perlu ditentukan jumlah sampel yang akan diambil untuk mengisi survei tersebut. Penentuan jumlah sampel tersebut dihitung dengan rumus 2.25, dan hasil dari perhitungan adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1+N.e^2} \tag{1}$$

$$n = \frac{1115}{1 + 1115.0,08^2}$$

$$n = \frac{1115}{8,136}$$

$$n = 137,04 \approx 137$$

Maka dibutuhkan sampel sejumlah 137 orang dari total populasi mahasiswa dan dosen Universitas Ma Chung berjumlah 1115 orang. Hasil kuesioner menyatakan bahwa sebagian besar responden merasa puas dengan 36 ruangan dari total 37 ruangan. Ruangang Bacteriochlorophyl berdasarkan jawaban responden merupakan satu-satunya kelas yang membuat responden merasa tidak nyaman saat mengikuti proses perkuliahan. Dari hasil kuesioner dapat disimpulkan bahwa suhu ruangan Bacteriochlorophyl, 27,1 derajat *Celcius*, merupakan suhu ruangan yang membuat civitas akademik Universitas Ma Chung merasa tidak nyaman dan suhu rata-rata 24,8 derajat *celcius* merupakan suhu ruangan yang membuat civitas akademik Universitas Ma Chung merasa nyaman saat mengikuti proses perkuliahan.

E. Perhitungan Kondisi Termal Bangunan

Perhitungan beban pendingin ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan jumlah AC yang perlu dipasang dalam setiap ruangan kelas yang diteliti pada gedung Bhakti Persada. Perhitungan yang dilakukan sesuai dengan rumus-rumus yang telah dijelaskan pada bab 2, dan semua perhitungan tersebut dilakukan terhadap semua kelas yang dijadikan objek penelitian kali ini. Hasil perhitungan beban pendingin dapat dilihat pada lampiran. Namun, terdapat keterbatasan dalam perhitungan dan keterbatasan waktu penelitian sehingga dibuat beberapa asumsi dalam perhitungan beban pendingin sebagai berikut:

1. Pada perhitungan kalor radiasi matahari digunakan asumsi faktor bayangan seperti itunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Asumsi Faktor Bayangan

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Timur	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	0	0	0	0
Barat	0	0	0	0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,25

2. Pada perhitungan kalor sensibel infiltrasi digunakan asumsi bahwa jendela yang terdapat pada setiap ruangan kelas dan laboratorium dapat dianggap sebagai ventilasi karena seringnya terbuka dan tertutup saat proses perkuliahan.
3. Pada perhitungan kalor sensibel atap digunakan asumsi bahwa untuk perhitungan lantai 2 dan 3 dianggap sama karena tidak didapatkannya teori yang menjelaskan perbedaan beban kalor atap pada ruangan lantai paling atas dan bawah.
4. Pada perhitungan kalor sensibel dan laten manusia digunakan asumsi bahwa jumlah orang yang digunakan sebagai perhitungan adalah jumlah maksimal penghuni untuk setiap kelas dan bahan dari meja dan kursi tidak dimasukkan dalam perhitungan.

F. Perhitungan Kebutuhan AC Berdasarkan Rumus BTU

Perhitungan kebutuhan AC dalam ruangan dengan metode BTU membutuhkan data berupa panjang, lebar, tinggi ruangan dalam satuan *feet* (1 m = 3,28 feet), besaran I dengan melihat apakah ruangan tersebut berada di lantai atas atau di lantai bawah dan berhimpit, besaran E dengan melihat dinding terpanjang pada ruangan menghadap ke utara, barat, selatan, ataupun timur. Berikut merupakan contoh perhitungan kebutuhan AC pada ruangan Spheroidene dengan menggunakan metode BTU:

$$BTU = \frac{W \times H \times I \times L \times E}{60} \quad (2)$$

$$BTU = \frac{27,65 \times 10,53 \times 10 \times 13,78 \times 16}{60}$$

$$BTU = 10694,79$$

Setelah diketahui kebutuhan BTU pada ruangan Spheroidene, langkah selanjutnya adalah dengan membagi kebutuhan BTU tersebut dengan kapasitas AC pada setiap PK AC dengan perhitungan sebagai berikut:

1. AC ½ PK

$$\text{Jumlah AC} = \frac{10694,79}{5000} = 2,139 \approx 3 \text{ unit AC}$$

2. AC ¾ PK

$$\text{Jumlah AC} = \frac{10694,79}{7000} = 1,528 \approx 2 \text{ unit AC}$$

3. AC 1 PK

$$\text{Jumlah AC} = \frac{10694,79}{9000} = 1,189 \approx 2 \text{ unit AC}$$

4. AC 1 ½ PK

$$\text{Jumlah AC} = \frac{10694,79}{12000} = 0,891 \approx 1 \text{ unit AC}$$

5. AC ½ PK

$$\text{Jumlah AC} = \frac{10694,79}{18000} = 0,594 \approx 1 \text{ unit AC}$$

G. Skenario Baru untuk Penggunaan AC di Gedung Bhakti Persada Universitas Ma Chung

Pada skenario awal penggunaan AC, diketahui bahwa dengan men-*setting* AC hingga suhu 16°C suhu pada ruangan tidak dapat mencapai suhu yang diinginkan karena kurangnya jumlah AC pada setiap ruangan berdasarkan perhitungan beban pendingin sebelumnya. Maka dari itu ditentukan skenario baru/usulan dengan men-*setting* AC pada suhu 24°C dengan acuan pada hasil kuesioner, meskipun rata-rata dari 36 kelas hasil kuesioner berada pada suhu 24,8°C. Pemilihan suhu 24°C ini diambil karena dianggap AC dapat bekerja hingga ruangan mencapai suhu yang diinginkan tersebut dengan lebih cepat daripada jika harus men-*setting* AC pada suhu 16°C dimana ruangan tidak dapat mencapai suhu tersebut. Selain itu, AC yang digunakan tetap menggunakan 1 AC karena penggunaan 2 AC sesuai dengan perhitungan beban pendingin dapat meningkatkan energi listrik yang dibutuhkan dan juga dampak lingkungan yang ditimbulkan.

H. Penggunaan Energi Listrik AC Per-Bulan Pada Skenario Baru di Gedung Bhakti Persada

Berdasarkan observasi dan perhitungan pada penggunaan AC skenario baru, maka didapatkan hasil untuk 1 AC merk Panasonic skenario baru dalam 1 hari pemakaiannya menggunakan energi listrik sebesar 14,2 kWh dan untuk 1 AC merk Changhong dan General dalam 1 hari pemakaiannya menggunakan energi listrik sebesar 17 kWh. Jadi jika dikalikan dengan jumlah penggunaan di ruangan dan dikalikan 1 bulan (20 hari) perkuliahan didapatkan hasil untuk penggunaan listrik AC merk Panasonic sebesar 6532 kWh dan untuk AC merk General dan Changhong sebesar 6120 kWh. Maka, total keseluruhan penggunaan listrik AC di gedung Bhakti Persada dalam 1 bulan (20 hari) adalah sebesar 12652 kWh.

I. Analisis Upaya Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik AC

Setelah dilakukan observasi dan perhitungan total kebutuhan energi listrik setiap ruangan dari penggunaan AC skenario awal dan skenario baru, didapatkan hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perbandingan dan Persentase Efisiensi Penggunaan Energi Listrik

Skenario	Penggunaan Energi Listrik dalam 1 Bulan
Skenario Awal	13518 kWh
Skenario Baru	12652 kWh
Selisih	866 kWh
Persentase Efisiensi	6,41%

Tabel 2 menunjukkan bahwa kebutuhan energi listrik penggunaan AC pada skenario baru lebih sedikit daripada skenario awal dengan jumlah selisih sebesar 866 kWh. Hal ini membuktikan bahwa dengan men-*setting* AC pada suhu 24° C membutuhkan energi listrik lebih rendah dibandingkan dengan men-*setting* AC pada suhu 16° C.

Biaya yang harus dikeluarkan dari energi listrik penggunaan AC di gedung Bhakti Persada adalah dengan mengalikan kebutuhan energi listrik 1 bulan dengan biaya yang telah ditetapkan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Biaya yang telah ditetapkan oleh PLN telah dibagi menjadi beberapa golongan tarif, pada gedung Bhakti Persada ini menggunakan golongan tarif B-3/TM batas daya diatas 200 kVa dengan tarif sebesar Rp. 1035,78/kWh. Berikut merupakan perhitungan biaya yang harus dikeluarkan dari penggunaan energi listrik AC skenario awal maupun skenario baru, sehingga dapat dilihat berapa persentase efisiensi antara skenario awal dan skenario baru, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perbandingan dan Persentase Efisiensi Biaya Energi Listrik

Skenario	Biaya Energi Listrik dalam 1 Bulan
Skenario Awal	Rp 13.991.130
Skenario Baru	Rp 13.094.820
Selisih	Rp 896.310
Persentase Efisiensi	6,41%

SIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi dan perhitungan terhadap skenario awal penggunaan AC di gedung Bakti Persada, diketahui penggunaan listrik kurang lebih sebesar 13.518 kWh dalam satu bulan pemakaian. Pemakaian listrik tersebut mengakibatkan biaya yang harus dikeluarkan oleh Universitas Ma Chung sebesar Rp 13.991.130,-. Skenario baru dipilih berdasarkan pembagian survey tingkat kenyamanan civitas akademik terhadap suhu ruangan di gedung Bakti Persada dan juga perhitungan jumlah kebutuhan AC setiap ruangan berdasarkan beban kalor dan *British Thermal Units* (BTU). Setelah dilakukan perhitungan maka skenario baru yang ditentukan adalah men-*setting* AC pada suhu 24°C. Skenario baru ini dipilih karena hasil survei menyatakan responden merasa puas dengan 36 ruangan dari total 37 ruangan yang dijadikan bahan penelitian. Seluruh ruangan tersebut memiliki suhu rata-rata sebesar 24,8°C pada saat perkuliahan. Berdasarkan hasil skenario baru didapatkan energi listrik yang dibutuhkan lebih sedikit daripada skenario awal yaitu sebesar 12.652 kWh atau menurun sebesar 866 kWh setiap bulannya dengan peningkatan efisiensi sebesar 6,41%.

DAFTAR PUSTAKA

- Coelli, T. J. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Edisi 2. Queensland: Springer.
- Department of Economic and Social Affairs. (2013). *Sustainable Development Challenges*. New York: United Nations Publication.
- Elliot, J. A. (2006). *An Introduction to Sustainable Development*. New York: Routledge.
- Idawati, P. (2009). *Perancangan Sistem Efisiensi Air Conditioner Pada Bangunan dengan Menggunakan Pendekatan Life Cycle Cost dan Life Cycle Assessment Studi Kasus Gedung Kuliah Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya*. Pertama ed. Surabaya: ITS Library.
- McQuiston, F. C., Parker, J. D. (1994). *Heating, Ventilating, and Air Conditioning*. Edisi 4. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Siriwichai, C. (2014). The Influence of Japanese Customer's Demographic on Their Perceptions of Cooperative Agri-food Retailers: The Case of Konohana Garten. *Ritsumeikan Journal of Asia Pacific Studies*, 33,1-13.

