

Model Manajemen Hemat Energi: Sistem Tata Udara pada Kamar Hunian Hotel

Nasrullah¹, Awaluddin Hamdy¹, *Muhammad Tayeb²

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa, Indonesia

²Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Indonesia, Indonesia

Alamat Email: nasrullah@universitasbosowa.ac.id; awaluddin.hamdy@universitasbosowa.ac.id; m.tayebmustamin@unkhair.ac.id

*Penulis korespondensi, Masuk: 26 Feb. 2024, Direvisi: 12 Maret. 2024, Diterima 26 Maret. 2024

ABSTRAK: Tujuan penelitian untuk menghitung pemakaian AC hemat energi pada kamar hotel sesuai tipe kamar, performansi AC dan peralatan AC yang digunakan. Penelitian ini untuk menemukan model sistem tata udara pada kamar hotel yang hemat energi. Pendekatan yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif, subjek penelitian adalah pihak manajemen yang menggunakan hemat energi dan objek penelitian adalah tipe kamar, performansi dan penggunaan alat AC. Sumber data primer dan data sekunder Data primer diperoleh dengan observasi langsung pada tipe kamar yang menggunakan AC sesuai sesuai dengan sistem peralatan AC yang digunakan. Data sekunder dalam penelitian ini literatur atau referensi yang relevan dengan penggunaan sistem tata udara hotel. Teknik analisis yang digunakan yaitu perhitungan IKE, REI, potensi penghematan dan konsumsi kWh per hari serta biaya pemakaian listrik per bulan. Hasil penelitian menemukan model hemat energi sistem tata udara pada kamar hotel menggunakan AC berorientasi pada hemat tempat, hemat daya listrik dan hemat energi. AC hemat tempat yaitu penggunaan 1 unit AC untuk kebutuhan beberapa ruang kamar (seperti AC multi S). AC hemat daya listrik yaitu penggunaan 1 unit listrik sesuai dengan besarnya kapasitas pk (paard kracht) atas perubahan nyala, mati dan setting. AC hemat energi yaitu menggunakan teknologi inverter untuk penghematan biaya energi yang digunakan. Perpaduan hemat energi sistem tata udara dalam suatu kamar hotel menjadi pertimbangan untuk menggunakan AC sensor hemat energi. Suatu sistem penggunaan AC yang memanfaatkan teknologi sensor untuk mendeteksi kebutuhan udara dalam suatu ruangan sesuai dengan kinerja AC yang diatur sesuai aktivitas penghuni, sehingga energi yang digunakan hemat dalam pembiayaan.

Kata kunci: Kamar Hotel, Performansi AC, Peralatan AC, Sensor Hemat Energi

ABSTRAK: The purpose of the study is to calculate the energy-saving air conditioner (AC) usage in hotel rooms based on room types, AC performance, and the type of AC equipment used. This research aims to find an energy-saving air conditioning system model for hotel rooms. The approach used is a quantitative descriptive method. The research subjects are the management parties using energy-saving methods, and the research objects are room types, AC performance, and AC equipment usage. Primary data sources and secondary data are used in this study. Primary data is obtained through direct observation of room types using AC according to the AC equipment system used. Secondary data in this research consists of literature or references relevant to the hotel's air conditioning system usage. The analysis technique used includes the calculation of IKE (Indeks Konsumsi Energi), REI (Rasio Efisiensi Energi), potential savings, daily kWh consumption, and monthly electricity usage costs. The research results found an energy-saving model of the hotel room air conditioning system that focuses on space-saving, power-saving, and energy-saving. Space-saving AC means using one AC unit for multiple room spaces (such as multi-S AC). Power-saving AC refers to using one electricity unit according to the horsepower (pk) capacity for turning on, off, and setting adjustments. Energy-saving AC uses inverter technology to save on the energy costs used. The combination of energy-saving air conditioning systems in a hotel room is a consideration for using energy-saving sensor AC. A system that utilizes AC technology with sensors to detect air needs in a room based on AC performance adjusted to the occupants' activities, thus saving energy in financing.

Keywords: Hotel Rooms, AC Performance, AC Equipment, Energy Saving Sensors

1. PENDAHULUAN

Era revolusi industri 4.0 menjadi momentum persaingan global dengan terampil untuk berpikir tinggi (*Higher Order Thinking Skill* – HOTS) secara cerdas termasuk menerapkan “*Smart Energy*” yang berorientasi pada model manajemen hemat energi sistem tata udara yang digunakan pada kamar hunian hotel. Industri perhotelan merupakan sektor usaha yang membutuhkan ketersediaan energi dalam jumlah besar untuk menjalankan operasionalnya [1].

Penggunaan ventilasi alami sering terhambat oleh kebisingan lalu lintas dan polusi udara luar, sehingga penggunaan jendela yang dapat dibuka menjadi sulit dilakukan. Detail mengenai aplikasi sistem pendingin udara, termasuk kriteria dan aspek desainnya [2]. Studi mendalam mengenai kenyamanan termal [3-5] dan memperkenalkan sebuah metode untuk menghitung Prediksi Responden Rata-Rata (*Predicted Mean Vote* atau PMV) para penghuni bangunan terkait dengan kenyamanan termal mereka pada skala -3 hingga +3, di mana nol menunjukkan kondisi kenyamanan yang seimbang. Dari nilai ini, dapat ditentukan Persentase Prediksi Ketidakpuasan (*Predicted Percentage Dissatisfied* atau PPD). Telah dikembangkan sebuah alat untuk mengukur faktor-faktor yang relevan, mengintegrasikan dampaknya terhadap kenyamanan penghuni, dan menghasilkan pembacaan PMV dan PPD [6].

Aspek lain yang dikelola oleh sistem HVAC melibatkan pemeliharaan kebersihan, kesehatan, dan kebebasan aroma yang tidak diinginkan di dalam ruangan. Hal-hal ini sering kali disebut sebagai kualitas udara dalam ruangan atau IAQ. Untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan yang baik, perlu dilakukan pengendalian terhadap kontaminan gas dan partikel agar tetap berada di bawah level yang dapat diterima [7]. *The Chartered Institution of Building Services Engineers* (CIBSE) di Inggris dan *American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) di Amerika Serikat menerbitkan rekomendasi untuk mencapai kenyamanan dalam bangunan [8, 9].

Selain panas, ada kebutuhan untuk mengevaluasi keuntungan panas laten berdasarkan kelembaban yang dihasilkan dari penghuni, ventilasi, dan kelembapan proses apa pun yang dihasilkan dalam ruangan. CIBSE (1986), CIBSE (1986a), dan Bab 26 ASHRAE (1993) memberikan metode perhitungan terperinci untuk estimasi peningkatan panas. Metode-metode tersebut serta yang lainnya sudah diintegrasikan ke dalam sistem

komputer, memungkinkan analisa peningkatan panas umumnya dilaksanakan menggunakan perangkat lunak komputer atau simulasi [10, 11].

Secara umum, hotel bertaraf internasional mengadopsi teknologi hemat energi berdasarkan orientasi bangunan. Kota Makassar menampilkan pertumbuhan industri hotel yang signifikan. Hotel-hotel yang baru dibangun di kota ini menerapkan konsep *smart energy* sebagai strategi untuk menghemat energi dan bersaing dengan hotel-hotel lain yang menawarkan layanan akomodasi kelas atas.

Penghematan energi sangat penting di era saat ini untuk memastikan penggunaan energi yang efisien tanpa mengorbankan kenyamanan dan produktivitas. Berdasarkan Instruksi Presiden No. 10 Tahun 2005 mengenai penghematan energi, pengawasan penggunaan fasilitas harus dilakukan dengan melaporkan setiap 6 bulan sekali [12]. Intensitas konsumsi energi di bangunan/gedung didefinisikan dalam besaran energi per satuan luas area pada bangunan yang dilayani oleh energi [13]. Desain arsitektur terbaru telah diterapkan oleh manajemen hotel untuk menghemat energi pada sistem pendinginan udara. Sebagian besar, sekitar 50 hingga 70 persen dari total area bangunan hotel, menggunakan sistem pendinginan. Keputusan untuk menerapkan *Smart Energy* didasari oleh model pengelolaan energi [14].

Model manajemen hemat energi sistem tata udara berorientasi *Air Conditioning* (AC) ditentukan oleh tiga kepentingan yaitu tipe kamar, performansi AC dan peralatan AC yang digunakan. Tipe kamar menentukan kebutuhan penghawaan yang berorientasi pada penggunaan energi sesuai tingkat kenyamanan termal. Performansi AC ditentukan perubahan waktu nyala AC, perubahan jam mati AC dan *setting* temperatur AC [15].

Berdasarkan model manajemen hemat energi diperlukan tiga wujud penghematan yaitu hemat tempat, hemat daya listrik dan hemat energi dengan solusi menggunakan AC yang hemat, misalnya merek Daikin dengan yang memiliki VRV (*Variable Refrigerant Volume*), VRT (*Variable Refrigerat Temperature*), VAV (*Variable Air Volume*) dan *Multi-S air conditioning system*.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menilai konsumsi AC berdasarkan tipe kamar, penggunaan energi listrik,

serta jenis peralatan hemat energi di kamar hotel. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Pengembangan yang dilakukan bertujuan untuk menyusun model sistem tata udara hemat energi yang lebih canggih untuk kamar hunian hotel.

Subjek dari penelitian ini adalah manajemen hotel yang menerapkan model manajemen hemat energi. Objek penelitian meliputi tipe kamar, performansi AC, dan penggunaan alat AC. Data primer diperoleh melalui observasi langsung pada tipe kamar yang dilengkapi dengan AC sesuai dengan sistem peralatan yang digunakan. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari literatur atau referensi yang berkaitan dengan penggunaan sistem tata udara hotel.

Analisis data dalam penelitian ini yaitu menghitung: intensitas konsumsi energi (IKE) [16], *room energy intensity* (REI), potensi penghematan [17], konsumsi kWh per hari dan biaya pemakaian listrik per bulan dengan formulasi sebagai berikut:

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) [18]

$$IKE = \frac{\text{konsumsi energi (kWh) dlm 1 thn}}{\text{luas bangunan terkondisi(m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Room Energy Intensity (REI)

$$REI = \frac{\text{konsumsi energi (kWh) dlm 1 thn}}{\text{jumlah kamar} \times \text{tingkat okupansi}} \quad (2)$$

$$\text{Potensi penghematan} = \frac{IKE \times \text{tarif listrik}}{12 \text{ bulan/thn}} \quad (3)$$

$$\text{Konsumsi kWh/hari} = \frac{\Sigma \text{watt} \times \text{jam/hari}}{1000} \quad (4)$$

$$\text{Biaya listrik/bulan} = (\text{kWh} \times \text{TDL}) \times 30 \text{ hari} \quad (5)$$

Setelah periode implementasi berakhir, perlu dilakukan evaluasi untuk menilai apakah target penghematan telah atau belum tercapai [19].

Tabel 1. Klasifikasi nilai IKE bangunan ber AC Permen ESDM no.03 2012, [20]

Kriteria	IKE (kWh/m ² /bulan)
Sangat Efisien	IKE < 8,5
Efisien	8,5 < IKE < 14
Cukup efisien	14 < IKE < 18,5
Boros	18,5 < IKE

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Konservasi Energi Sistem Tata Udara

Konservasi energi sistem tata udara ditentukan oleh seberapa besar konsumsi energi dari bangunan

hotel berdasarkan konsumsi listrik (kWh) dan harga per kWh. Berikut ditunjukkan hasil perhitungan konsumsi energi listrik dilihat dari Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan *Room Energy Intensity* (REI) pada masing-masing bangunan gedung hotel.

Tabel 2. Data Jumlah Kamar, Tingkat Okupansi, Konsumsi Listrik.

Hotel	Jumlah Kamar (unit)	Rata-rata Tingkat Okupansi (%)	Konsumsi Listrik (kWh)
Grand Clarion	533	71.00	14.840
Aryaduta	224	65.62	3.536
Sahid Jaya	204	71.25	2.306
Swiss Bell	296	57.47	2.889
Aston	177	76.96	3.088

Tabel 3. Data Jumlah, Konsumsi Listrik, IKE dan REI untuk Bangunan Gedung Hotel dalam Setahun

Hotel	Rata-rata Konsumsi Listrik per Kamar (kWh)	Rata-rata IKE	Rata-rata REI
Grand Clarion	6.675	40.977	151.992
Aryaduta	6.579	39.049	143.685
Sahid Jaya	7.063	39.227	84.447
Swiss Bell	294	41.767	126.054
Aston	5.238	40.785	128.994

Tabel 1 dan tabel 2 menginformasikan dari lima hotel yang diamati, jumlah kamar hotel yang paling banyak adalah Hotel Grand Clarion sesuai dengan peruntukan bangunan, dan yang paling sedikit adalah Hotel Aston. Rata-rata singkat okupansi yang tinggi adalah Hotel Aston karena jumlah kamar yang sedikit. Konsumsi listrik yang paling besar adalah Hotel Clarion sesuai orientasi bangunan dengan rata-rata konsumsi listrik per kamar yang besar ada pada Hotel Sahid Jaya, sehingga rata-rata IKE tertinggi dari hotel yang diamati adalah Hotel Swissbell dan rata-rata REI yang tertinggi adalah Hotel Grand Clarion.

3.1. Manajemen Hemat Energi

Menghitung manajemen hemat energi sistem tata udara kamar hotel di analisa berdasarkan penghitungan beban pendinginan meliputi beban

panas eksternal dan beban panas internal. Beban panas eksternal dilihat dari *room sensible heat gain* (RSHG) berdasarkan luas dari atap, dinding dan kaca, partisi, langit dan lantai serta kaca. Sedangkan beban panas internal berdasarkan *room latent heat gain* (RLHG) dari penghuni, RSHG dari penghuni, lampu dan peralatan elektrik. Kedua perhitungan tersebut diketahui kapasitas pendinginan (TR) yang digunakan setiap kamar hotel.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Analisis Beban Pendinginan Kamar Hotel Internasional

Analisis Beban Pendinginan	Hotel Claro	Hotel Aryaduta	Hotel Sahid Jaya	Hotel Swissbell	Hotel Aston
Beban Panas Eksternal (Btu/h)					
RSHG Atap, Dinding, Kaca	2110.09	1597.76	1563.80	1649.86	2573.09
RSHG Partisi, Langit, Lantai	3431.38	1849.06	1780.40	2246.54	2236.70
Kaca	2957.16	1228.92	336.23	8172.49	10963.90
Beban Panas Internal (Btu/h)					
RLHG Penghuni	736.25	426.25	465.00	568.33	496.00
RSHG Penghuni	1163.75	673.75	735.00	898.33	784.00
RSHG Lampu	501.0538	307.08	382.14	337.11	489.69
RSHG Peralatan	3875.875	1850.00	1933.33	2330.00	2468.00
TR	1.23	0.66	0.60	1.35	1.67

Tabel 3 menginformasikan manajemen hemat energi sistem tata udara pada ruang kamar hunian untuk analisis beban panas eksternal tertinggi yaitu Hotel Aston dan beban panas internal yang tertinggi adalah Hotel Grand Clarion, sehingga perolehan TR diketahui yang paling besar adalah Hotel Aston.

3.2. Model Manajemen Energi Sistem Tata Udara

Model manajemen energi sistem tata udara di terapkan melalui strategi *saving* energi pada kamar hunian lima hotel standar internasional di Kota Makassar.

Tabel 4 Strategi *Saving* Energi Bangunan Gedung Hotel di Kota Makassar

Hotel	Strategi Saving Energi
Grand Clarion	<ul style="list-style-type: none"> - AC Non sentral <i>Multy V</i> - <i>System control</i> pusat - Blok save per lantai - Menyalakan AC kamar 30 menit sebelum cek in - Mengurangi penggunaan AC pada jam 23.00-05.00 setting manual

Aryaduta	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Setting thermostat</i> pada suhu 25°C - Efisiensi peralatan listrik jam 17.00-23.00 - Efisiensi energy dengan system berkala - Mesin genset saat pemadaman listrik PLN - AC split untuk kamar hunian dan AC Koppel system ducting 10 PK - Menyalakan AC kamar 30 menit sebelum cek in - Pengaturan suhu ruangan 20°C AC mati dan suhu 25°C AC menyala - Pada tingkat ocupansi 60% menggunakan AC sentral, dan dibawah 60 % menggunakan AC split - Mengurangi penggunaan AC pada jam 23.00 – 05.00 - Efisiensi peralatan listrik jam 18.00-21.00 - Control efisiensi energy dengan system berkala - Mesin genset saat pemadaman listrik PLN
Sahid Jaya	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan AC split dan AC sentral, serta AC standing Floor - Menyalakan AC kamar 30 menit sebelum cek in - Suhu ruangan, suhu 20°C AC mati dan suhu 25°C AC menyala - Tingkat ocupansi 60 % lebih menggunakan AC sentral, dan dibawah 60 % menggunakan AC split - Mengurangi penggunaan AC pada jam 22.00 – 05.00
Swissbell	<ul style="list-style-type: none"> - Efisiensi peralatan listrik jam 18.00-23.00 - Control efisiensi energy dengan system berkala - Menggunakan AC Non sentral Multy V, system control pusat - Setting on/off AC kamar pada suhu 29°C - AC Split Dac kapasitas 10 PK 14 unit untuk daerah public - Blok save per lantai - Mengurangi penggunaan AC pada jam 23.00-05.00 setting manual - <i>Setting thermostat</i> pada suhu 22°C untuk area publik - Efisiensi peralatan listrik pada beban puncak jam 17.00-23.00 - Control efisiensi energy dengan system berkala
Aston	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin genset saat pemadaman listrik PLN - System AC sentral dan peralatan yg menggunakan air hangat - Menyalakan AC kamar 30 menit sebelum cek in - Pengaturan suhu ruangan, suhu 18°C AC mati dan suhu 25°C AC menyala - Mengurangi penggunaan AC pada jam 23.00 – 05.00 - Efisiensi peralatan listrik jam 18.00-21.00 - Control efisiensi energy dengan system berkala - Audit energy menyeluruh secara berkala - Penggunaan mesin genset saat pemadaman listrik PLN

Masing-masing hotel menggunakan tipe AC yang berbeda. Ada yang menggunakan AC sentral, non sentral *multy V*, AC split untuk kamar hunian, AC *koppel system ducting* 10 pk, dan AC *standing floor* untuk area publik. Ini menunjukkan masih terdapat hotel yang menggunakan AC yang tidak hemat energi. Penghematan energi sistem tata udara

harus memilih AC yang hemat energi antara lain yang memiliki VRV (*Variable Refrigerant Volume*), VRT (*Variable Refrigerat Temperature*), VAV (*Variable Air Volume*) dan *Multi-S air conditioning system* yang lazim digunakan.

AC VRV memiliki satu *outdoor* dan beberapa unit *indoor* dengan berbagai tipe mirip dengan sistem AC *split wall*. VRV merupakan teknologi yang telah dilengkapi CPU sentra kompresor *inverter*. Selain itu sudah terbukti mampu menghemat energi, tahan lama dan melebihi sistem AC lainnya. VRV menggunakan satu unit *outdoor* untuk 2 unit *indoor* secara bersamaan.

Diketahui bahwa langkah konservasi pada sistem tata udara lainnya, yaitu dengan cara mengatur temperatur AC di 24 °C. Setiap kenaikan temperatur 1 °C akan menghemat penggunaan energi pada AC sebesar 1–6%. Apabila pengaturan temperatur awal diubah menjadi 24 °C, diasumsikan terjadi penurunan konsumsi paling kurang sebesar 6%. Usaha tersebut patut dipertimbangkan mengingat tidak mengeluarkan biaya sama sekali, namun mengurangi konsumsi energi serta menghasilkan penghematan biaya.

Tabel 5. Performansi AC Bangunan Gedung Hotel di Kota Makassar

Hotel	Konsumsi (Daya/kW)	REI (kWh)	TR	Kondisi
Grand Clarion	60.911	2.431	1.23	> standar
Aryaduta	15.250	1.149	0.66	< standar
Sahid Jaya	6.080	253	0.60	< standar
Swissbell	14.474	756	1.35	> standar
Aston	12.848	644	1.67	> standar

Tabel 5 menunjukkan performansi AC bangunan gedung hotel dilihat dari konsumsi daya/kW dan REI tertinggi adalah Hotel Grand Clarion dengan perolehan TR yang berada di atas standar (> 1.00). Selanjutnya konsumsi daya/kW dan REI yang terendah adalah Hotel Sahid Jaya dengan perolehan TR di bawah standar (<1.00). Standar yang dimaksud adalah perolehan ton *of refrigeration* dari kamar hunian hotel.

Data mengenai peluang konservasi energi sistem tata udara melalui pengurangan waktu nyala AC, perubahan jam mati AC dan *setting* temperatur AC di 25°C ditunjukkan sebagai berikut Tabel 6:

Tabel 6 menunjukkan performansi AC pada pengurangan waktu nyala sesuai daya AC kamar

hotel yang berbeda berdasarkan lama operasi masing-masing 1 jam memiliki konsumsi energi total dengan rata-rata biaya per bulan dan persentase estimasi penghematan serta penghematan biaya listrik per tahun yang berbeda.

Tabel 6. Performansi AC Pengurangan Waktu Nyala AC pada Kamar Hotel Kota Makassar

Pengurangan Waktu Nyala AC	Grand Clarion	Aryaduta	Sahid Jaya
Daya AC pukul 01.00-24.00 (kW)	60.911	15.250	6.080
Lama Operasi (jam)	1	1	1
Konsumsi Energi Total (kWh/bulan)	14.8 juta	3.5 juta	2.3 juta
Rata-rata Biaya Listrik (Rp/bulan)	1.237 milyar	389 juta	189 juta
Estimasi Penghematan (%)	100	100	100
Penghematan Biaya Listrik (Rp/tahun)	14.602 milyar	4.677 milyar	2.271 milyar

Pengurangan Waktu Nyala AC	Swissbell	Aston
Daya AC pukul 01.00-24.00 (kW)	14.474	12.848
Lama Operasi (jam)	1	1
Konsumsi Energi Total (kWh/bulan)	2.8 juta	3.1 juta
Rata-rata Biaya Listrik (Rp/bulan)	265 juta	327 juta
Estimasi Penghematan (%)	100	100
Penghematan Biaya Listrik (Rp/tahun)	3.186 milyar	3.9 juta

Ini menunjukkan peluang hemat energi tercapai apabila pihak pengelola hotel menggunakan AC sesuai dengan performansi kinerja pengurangan waktu nyala AC. Sebagai masukan agar AC sentral diistirahatkan selama 1 jam sebelum dinyalakan dan dinyalakan 1 jam kemudian. Cara tersebut dapat menurunkan jumlah penggunaan energi secara signifikan.

Selanjutnya ditunjukkan data mengenai performansi AC melalui perubahan jam mati AC sebagai berikut Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa perubahan jam mati AC dengan lama operasi selama 12 jam dari

masing-masing hotel dalam penggunaan daya AC. Ini menunjukkan jam mati AC diterapkan apabila penghuni tidak berada di kamar atau sudah meninggalkan kamar (*check out*), sehingga AC yang terdapat dalam kamar hotel dimatikan sampai ada yang menghuni kembali kamar tersebut. Estimasi penghematan yang dilakukan pada lima hotel yang diamati adalah 100% dengan penghematan biaya listrik untuk semua hotel berbeda.

Tabel 7. Performansi AC melalui Perubahan Jam Mati AC pada Kamar Hotel Kota Makassar

Perubahan Jam Mati AC	Grand Clarion	Aryaduta	Sahid Jaya
Daya AC pukul 01.00-24.00 (kW)	60.911	15.250	6.080
Lama Operasi (jam)	12	12	12
Konsumsi Energi Total (kWh/bulan)	7.4 juta	1.7 juta	1.2 juta
Rata-rata Biaya Listrik (Rp/bulan)	1.237 milyar	389 juta	189 juta
Estimasi Penghematan (%)	100	100	100
Penghematan Biaya Listrik (Rp/tahun)	7.301 milyar	2.338 milyar	1.135 milyar

Perubahan Jam Mati AC	Swissbell	Aston
Daya AC pukul 01.00-24.00 (kW)	14.474	12.848
Lama Operasi (jam)	12	12
Konsumsi Energi Total (kWh/bulan)	1.4 juta	1.5 juta
Rata-rata Biaya Listrik (Rp/bulan)	265 juta	327 juta
Estimasi Penghematan (%)	100	100
Penghematan Biaya Listrik (Rp/tahun)	1.593 milyar	1.9 juta

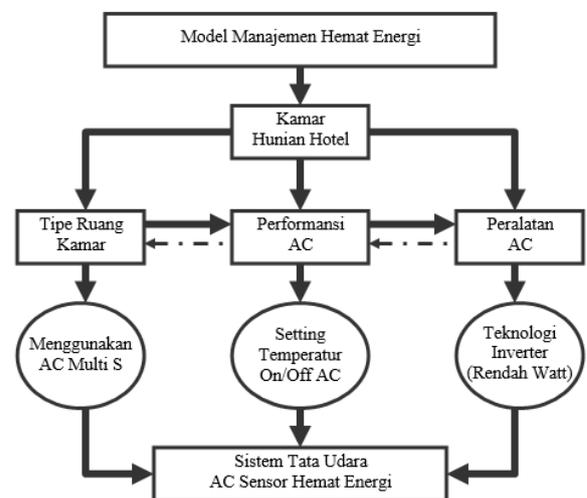
Berikut data peluang konservasi energi sistem tata udara melalui *setting* temperatur AC di 25°C ditunjukkan sebagai berikut Tabel 8:

Tabel 8 merupakan performansi AC melalui *setting* temperatur AC dimatikan 30 menit sebelum waktu *check out* berakhir. Selain itu untuk menghemat konsumsi energi, dapat dilakukan *setting* temperatur AC dengan estimasi penghematan sebesar 10%, yang menunjukkan penghematan biaya listrik pada masing-masing hotel berbeda.

Tabel 8. Performansi melalui Setting Temperatur AC pada Kamar Hotel Kota Makassar

Setting Temperatur AC	Grand Clarion	Aryaduta	Sahid Jaya
Daya AC pukul 01.00-24.00 (kW)	60.911	15.250	6.080
Lama Operasi (jam)	24	24	24
Setting Temperatur AC (menit)	30	30	30
Konsumsi Energi Total (kWh/bulan)	14.8 juta	3.5 juta	2.3 juta
Rata-rata Biaya Listrik (Rp/bulan)	1.237 milyar	389 juta	189 juta
Estimasi Penghematan (%)	10	10	10
Penghematan Biaya Listrik (Rp/tahun)	14.602 milyar	4.677 milyar	2.271 milyar

Setting Temperatur AC	Swissbell	Aston
Daya AC pukul 01.00-24.00 (kW)	14.474	12.848
Lama Operasi (jam)	24	24
Setting Temperatur AC (menit)	30	30
Konsumsi Energi Total (kWh/bulan)	2.8 juta	3.1 juta
Rata-rata Biaya Listrik (Rp/bulan)	265 juta	327 juta
Estimasi Penghematan (%)	10	10
Penghematan Biaya Listrik (Rp/tahun)	3.186 milyar	3.9 juta



Gambar 1. Model Manajemen Hemat Energi Sistem Tata Udara Kamar Hotel

Uraian di atas, menemukan model manajemen hemat energi sistem tata udara untuk kamar hotel dengan tiga proposisi temuan sebagai pernyataan yang menjelaskan kebenaran hubungan yang saling terkait secara logis sebagai sebuah pengamatan ilmiah yaitu:

- Hemat tempat dengan menggunakan 1 unit multi AC untuk kebutuhan beberapa ruang kamar.
- Hemat daya listrik sesuai performansi perubahan nyala, mati dan *setting* temperatur AC yang digunakan.
- Hemat energi sesuai penggunaan tipe AC, yang berteknologi *inverter* (rendah watt)

Wujud dari ketiga penghematan teknologi AC ini dipadukan dalam satu sistem teknologi AC sensor hemat energi. Seperti ditunjukkan model manajemen hemat energi yang menjadi temuan peneliti pada Gambar 1.

KESIMPULAN

Model hemat energi sistem tata udara pada kamar hotel menggunakan AC berorientasi pada

hemat tempat, hemat daya listrik dan hemat energi. AC hemat tempat yaitu penggunaan 1 unit AC untuk kebutuhan beberapa ruang kamar (seperti AC multi S). AC hemat daya listrik yaitu penggunaan 1 unit listrik sesuai dengan besarnya kapasitas pk (*paard kracht*) atas perubahan nyala, mati dan *setting*. AC hemat energi yaitu menggunakan teknologi *inverter* untuk penghematan biaya energi yang digunakan.

Perpaduan hemat energi sistem tata udara dalam suatu kamar hotel menjadi pertimbangan untuk menggunakan AC sensor hemat energi. Suatu sistem penggunaan AC yang memanfaatkan teknologi sensor untuk mendeteksi kebutuhan udara dalam suatu ruangan sesuai dengan kinerja AC yang diatur sesuai aktivitas penghuni, sehingga energi yang digunakan hemat dalam pembiayaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Apriyanto and C. Udisubakti, "Audit Energi dan Analisis Pemilihan Alternatif Manajemen Energi Hotel dengan Pendekatan metode MCDM-Promethee (Studi Kasus: Surabaya Plaza Hotel)," *Surabaya: Jurusan Teknik Industri ITS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2011.
- [2] M. Amerine, H. Berg, and W. V. Cruess, "American Society of Refrigerating and Air Conditioning Engineers. ASHRAE handbook," *Guide to Sources for Agricultural and Biological Research*, vol. 462, 2021.
- [3] M. T. Mustamin, A. Alauddin, and S. Quraisy, "Thermal comfort relation to air temperature data characteristics in Ternate," in *AIP Conference Proceedings*, 2024, vol. 2838, no. 1: AIP Publishing.
- [4] M. T. Mustamin, S. Quraisy, and A. Alauddin, "PENGARUH LUAS VENTILASI TERHADAP KENYAMANAN TERMAL PADA RUANG KELAS," *JURNAL SIPIL SAINS*, vol. 12, no. 1, 2022.
- [5] M. Tayeb and S. Quraisy, "Identification of Good Opening Area During the Pandemic Classroom at the Faculty of Engineering Khairun University in Ternate," in *MATEC Web of Conferences*, 2022, vol. 372: EDP Sciences, p. 06005.
- [6] J. Van Hoof, "Forty years of Fanger's model of thermal comfort: comfort for all?," *Indoor air*, vol. 18, no. 3, 2008.
- [7] F. C. McQuiston, J. D. Parker, J. D. Spitler, and H. Taherian, *Heating, ventilating, and air conditioning: analysis and design*. John Wiley & Sons, 2023.
- [8] I. Agustí-Juan and G. Habert, "Environmental design guidelines for digital fabrication," *Journal of cleaner production*, vol. 142, pp. 2780-2791, 2017.
- [9] D. Li, C. C. Menassa, and V. R. Kamat, "Personalized human comfort in indoor building environments under diverse conditioning modes," *Building and Environment*, vol. 126, pp. 304-317, 2017.
- [10] B. Ning and Y. Chen, "A radiant and convective time series method for cooling load calculation of radiant ceiling panel system," *Building and Environment*, vol. 188, p. 107411, 2021.
- [11] J. Clauß and L. Georges, "Model complexity of heat pump systems to investigate the building energy flexibility and guidelines for model implementation," *Applied Energy*, vol. 255, p. 113847, 2019.
- [12] P. R. Indonesia, "Instruksi presiden republik indonesia nomor 1 tahun 2017 tentang gerakan masyarakat hidup sehat," *Jakarta: Sekretariat Kabinet Republik Indonesia*, 2017.
- [13] A. W. Biantoro and D. S. Permana, "Analisis audit energi untuk pencapaian efisiensi energi di gedung ab, kabupaten tangerang, banten," *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, vol. 6, no. 2, pp. 85-93, 2017.
- [14] A. A. Revi, "AUDIT ENERGI DAN ANALISA PELUANG PENGHEMATAN PADA KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI GRAGE SANGKAN HOTEL KUNINGAN JAWA BARAT," Universitas Siliwangi, 2023.
- [15] S. N. Sari and F. K. Sari, "Gaya Kepemimpinan Situasional Di Perpustakaan Jaringan Dokumentasi Dan Informasi Hukum Kabupaten Sleman," *Jurnal Pustaka Ilmiah*, vol. 6, no. 1, pp. 987-993, 2020.
- [16] F. Baskoro, A. Prastyawan, A. I. Agung, S. I. Haryudo, and A. C. Hermawan, "Analisis Audit Energi Listrik Pada Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 237-243, 2021.

- [17] S. A. Kartika, "Analisis konsumsi energi dan program konservasi energi (studi kasus: gedung perkantoran dan kompleks perumahan TI)," *Sebatik*, vol. 22, no. 2, pp. 41-50, 2018.
- [18] D. Despa, G. F. Nama, T. Septiana, and M. B. Saputra, "Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran Dan Monitoring Besaran Listrik Pada Gedung A Fakultas Teknik Unila," *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 1, pp. 33-38, 2021.
- [19] G. S. Fahmi and D. Suhardi, "Analisis Audit dan Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan dan Air Conditioning (AC) Di Gedung Kantor BPJS Daerah Kota Malang dengan pendekatan AHP," *SinarFe7*, vol. 4, no. 1, pp. 335-343, 2021.
- [20] R. Indonesia, "Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik," *Jakarta: Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia*, 2012.



© 2024 the Author(s), licensee Jurnal LINEARS. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>)