

## KONSERVASI ENERGI SISTEM TATA UDARA BANGUNAN GEDUNG HOTEL BERDASARKAN KONDISI IKLIM MIKRO KOTA MAKASSAR

Nasrullah<sup>1</sup>, Ramli Rahim<sup>2</sup>, Baharuddin Hamzah<sup>3</sup>, Rosady Mulyadi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

<sup>2,3,4</sup>Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik,  
Universitas Hasanuddin

<sup>1</sup> Email : [nasrullah.arsi@gmail.com](mailto:nasrullah.arsi@gmail.com)

Diterima (received): 24 Desember 2018      Disetujui (accepted): 28 Maret 2019

### ABSTRAK

*Keberadaan bangunan gedung hotel di Makassar sangat ditunjang oleh keadaan iklim Kota Makassar yaitu beriklim tropis basah. Terdapat curah hujan yang signifikan di sebahagian bulan dalam setahun. Fungsi selubung bangunan secara eksternal dalam penataan bangunan gedung hotel untuk menentukan kriteria konservasi energi yang menjadi pertimbangan dalam proses desain suatu bangunan hote. Karena itu perlu dipikirkan adanya cara untuk mengurangi beban eksternal seperti mengikuti aturan badan Standar Nasional Indonesia dalam menentukan kriteria desain selubung bangunan yang dinyatakan dalam harga alih termal menyeluruh di mana OTTV yang diperlukan < 45 Watt/m<sup>2</sup>. Pendekatan penelitian ini adalah mix antara metode kualitatif dan metode kuantitatif. Lokasi penelitian di Kota Makassar, dengan alasan di kota ini peneliti menetap dan peneliti mengamati banyaknya bermunculan bangunan gedung hotel yang menjadi daya tarik untuk diamati berkaitan dengan konservasi energi sistem tata udara. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua yaitu analisis deskriptif kualitatif, selubung bangunan gedung, beban pendinginan dan kenyamanan termal. Hasil penelitian menemukan konservasi energi sistem tata udara telah digunakan pada kelima bangunan hotel. Penganalisaan efisiensi kontrol konservasi hemat energi sistem tata udara pada kelima bangunan hotel ditentukan oleh analisa beban pendingin yang digunakan baik beban panas internal maupun eksternal. Efisiensi pengontrolan konservasi hemat energi belum diterapkan dengan baik karena penggunaan energi AC dilakukan setiap hari, hanya bisa diefisienkan penggunaannya sesuai dengan kamar yang terisi. Kenyamanan termal atas penggunaan konservasi energi sistem tata udara dari kamar hunian telah bersesuaian dengan standar SNI 6390:2011.*

**Kata Kunci :** OOTV, iklim, kota

### A. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan perkotaan di Kota Makassar, setiap tahunnya mengalami peningkatan ditandai dengan semakin besarnya pemanfaatan dan penggunaan tata ruang kota. Banyaknya bermunculan jenis bangunan, baik bangunan hotel, kantor, rumah sakit, apartemen dan pusat perbelanjaan, memperlihatkan bahwa Kota Makassar dari waktu ke waktu telah menunjukkan

kemajuan yang pesat dalam kegiatan pembangunan gedung. Hal ini sejalan dengan visi dan misi Kota Makassar. Visinya adalah “Mewujudkan Kota Dunia untuk Semua” dengan misi: 1) merekonstruksi nasib rakyat menjadi masyarakat sejahtera standar dunia; 2) mereformasi tata birokrasi yang tidak efektif menjadi pelayanan publik kelas dunia; dan 3) merestorasi kota yang tidak nyaman menjadi kota nyaman kelas dunia.

Mengingat pentingnya visi dan misi tersebut, maka Pemerintah Kota Makassar memberikan peluang kepada setiap publik untuk ikut melakukan kegiatan pembangunan gedung, seperti halnya para pelaku bisnis hotel yang menjadikan Kota Makassar sebagai kota bisnis untuk Indonesia Timur secara khusus, sehingga Makassar bisa disebut *city hotel*, ditandai dengan banyaknya hotel dengan berbagai status kelas yang ada di kota ini, mulai dari hotel berbintang lima, empat, tiga, dua dan satu, serta melati mudah ditemukan di kota ini.

Keberadaan bangunan gedung hotel di Makassar sangat ditunjang oleh keadaan iklim Kota Makassar yaitu beriklim tropis basah. Terdapat curah hujan yang signifikan di sebahagian besar bulan dalam setahun. Musim kemarau cukup dibandingkan dengan musim penghujan. Iklim Kota Makassar diklasifikasikan sebagai iklim Am berada pada sistem Kopper-Geirger. Suhu rata-rata di Kota Makassar adalah 26.2°C dengan presipitasi rata-rata 2.875 mm. Bulan terkering ada pada bulan Agustus dengan 14 mm curah hujan dengan rata-rata 671 mm, hampir semua persipitasi jatuh pada bulan Januari.

Pesatnya pertumbuhan hotel bisnis mengakibatkan tingkat persaingan antar hotel yang tinggi. Bagi pengusaha hotel kondisi tersebut tidak menjadi kekhawatiran besar sepanjang pangsa pasar (*market share*) masih tersedia dalam memberi peluang atas kegiatan yang menjadikan kota ini sebagai lokasi tujuan penyelenggaraan bisnis, event dan wisata. Makassar saat ini sudah diakui sebagai salah satu kota “*Meeting, Incentive, Convention dan Exhibition*” (MICE) di Indonesia dan menjadi lokasi pertemuan skala nasional dan internasional. Para pengelola hotel harus berusaha sebaik mungkin dalam memanfaatkan pasar dengan memberi kesan (*image*) dan layanan khusus kepada para tamunya, salah satu imej hotel yang sangat menentukan keberhasilan dan keuntungan adalah yang berkaitan dengan konsep hotel hemat energi dalam mewujudkan kenyamanan termal gedung hotel.

Kecenderungan pengguna memilih hotel yang berwawasan lingkungan hidup sesuai konsep hemat energi dan memiliki kenyamanan termal ruangan. Karena itu hotel yang representatif adalah bangunan gedung yang menciptakan ruang-ruang nyaman bagi penghuninya. Salah satu hal penting dari konsep hotel yang representatif adalah pemanfaatan energi yang efisien. Desain, material bangunan serta seluruh perangkat dan peralatan diperlukan teknologi hemat energi sebagai upaya untuk membatasi penggunaan energi yang boros dalam gedung hotel,

Konservasi energi merupakan salah satu upaya untuk mengefisienkan penggunaan energi bangunan, karena itu diperlukan sebuah kemampuan merekayasa atau membuat sistem tata udara yang hemat energi. Hukum kekekalan energi atau biasa disebut Hukum Termodinamika I menyebutkan bahwa “energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain (konversi energi) tetapi tidak

bisa diciptakan atau dimusnahkan” (Mediastika, 2013). Atas dasar ini, diperlukan rekayasa energi dengan menggunakan air conditioning (AC) pada bangunan dengan menggunakan konservasi energi sistem tata udara.

Pendistribusian penggunaan energi dalam suatu hotel dapat diketahui bahwa komponen penggunaan energi yang paling besar adalah sistem pendingin, air conditioning/fan mencapai 50 – 70 persen dari seluruh energi listrik yang digunakan, sedangkan pencahayaan 10 – 25 persen, elevator hanya 2 – 10 persen (USAID-ICED, 2015). Atas penggunaan energi ini perlu pertimbangan untuk melakukan penghematan energi dalam bangunan gedung secara efisien dengan menerapkan perbaikan sistem tata udara. Melalui konvensi energi sistem tata udara ini dapat dilakukan dengan cara memperkecil beban pendingin serta memilih sistem dan kontrol tata udara yang tepat.

Berdasarkan uraian di atas, menunjukkan bahwa bisnis perhotelan merupakan sektor yang berkembang sangat cepat dan menjadi salah satu tujuan wisata dan bisnis terkemuka dunia. Konsumsi energi di sektor ini dapat meningkat secara dramatis, sehingga dibutuhkan peran aktif pelaku usaha dalam meningkatkan efisiensi penggunaan energinya. Perlu diingat bahwa penghematan energi di hotel adalah program yang mendukung tujuan utama bisnis perhotelan yaitu tujuan finansial dengan fokus terhadap kepuasan dan kenyamanan para tamu hotel.

Inisiatif untuk mengembangkan program penghematan energi di hotel merupakan langkah awal terciptanya suatu “Sistem Manajemen Energi (SME)” yang memungkinkan pihak manajemen hotel mengelola penggunaan energi secara rasional dan meningkatkan kinerjanya (efisiensi penggunaan energi) tanpa mempengaruhi kualitas dan kuantitas pelayanan. Inisiatif tersebut dapat muncul dari level Top Manajemen atau maupun dari Chief Engineer yang bertanggung jawab langsung terhadap penggunaan dan pengelolaan energi.

Ada lima hotel yang diteliti yaitu Hotel Grand Clarion, Hotel Aryaduta, Hotel Sahid Jaya, Swiss Belinn Hotel Losari, dan Hotel Aston yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Data observasi awal bangunan hotel bertingkat di Kota Makassar

Data	Hotel				
	Grand Clarion	Aryaduta	Sahid Jaya	Swiss Bell	Aston
Pendirian Hotel	2006	1996	1996	2016	2010
Pemakaian Hotel	10 tahun	20 tahun	20 tahun	5 Bulan	5 Tahun
Lantai Hotel	17	10	12	22	19
Jumlah Kamar	533	224	204	296	177
Type Kamar	17 tipe	13 tipe	4 tipe	6 tipe	5 tipe
Sistem Tata Udara					
-AC Sentral	60 %	60 %	30 %	%	80%
-AC Split	40 %	40 %	70 %	%	20%
-AC Stand Floor/Dak	5 – 10 pk	5 pk	5 pk	10 pk	5 pk
-Temperatur Min	22 °C	22 °C	25.4°C	22 °C	23°C
-Temperatur Mak	26 °C	26 °C	29 °C	26 °C	27°C
- Rata-rata Temperatur	25 °C	25 °C	28.5°C	25 °C	25 °C

**Nasrullah, Ramli Rahim, Baharuddin Hamzah dan Rosady Mulyadi, Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung Hotel Berdasarkan Kondisi Iklim Lingkungan Mikro Kota Makassar**

- Outdoor	33 °C	34 °C	34°C	35 °C	35 °C
- Indoor	25 °C	26 °C	26°C	25,5 °C	24,5 °C
Suhu Ruangan	24 °C	25.°C	26°C	35 °C	26 °C
Kelembaban	60-74%	60-70%	70-82.2%	50-70%	50-70%
Radiasi	1667,16 kWh/m <sup>2</sup>	1667,16 kWh/m <sup>2</sup>	1667,16 kWh/m <sup>2</sup>	1667,16 kWh/m <sup>2</sup>	1667,16 kWh/m <sup>2</sup>
Kenyamanan Thermal	+1	+2	+2	+3	+2
Pemakaian Energi	60%	65%	75%	55%	65%

Sumber: Hasil Observasi, 2016

Kelima hotel berbintang yang diamati di atas, menunjukkan bahwa sistem tata udara yang digunakan pada kamar hunian bangunan hotel sesuai dengan penggunaan beban pendingin. Beban pendingin dari suatu bangunan hotel harus dikondisikan menurut kebutuhan beban internal dan eksternal yang dimiliki oleh hotel. Beban internal yaitu beban yang ditimbulkan oleh hotel dari penggunaan lampu, penghuni serta peralatan lainnya yang menimbulkan panas. Beban eksternal dari hotel yaitu panas yang masuk dalam bangunan akibat radiasi matahari dan konduksi melalui selubung bangunan. Upaya mengatasi beban bangunan hotel, khususnya membatasi beban eksternal, maka perlu ada selubung bangunan, bidang atap sebagai elemen bangunan yang penting untuk diperhitungkan dalam penggunaan energi.

Fungsi selubung bangunan secara eksternal adalah untuk menentukan kriteria konservasi energi yang menjadi pertimbangan dalam proses desain suatu bangunan hotel, khususnya yang menyangkut perancangan bidang eksterior dalam hubungannya dengan penampilan tampak bangunan. Karena itu perlu dipikirkan adanya cara untuk mengurangi beban eksternal seperti mengikuti aturan badan Standar Nasional Indonesia dalam menentukan kriteria desain selubung bangunan yang dinyatakan dalam harga alih termal menyeluruh (*Overall Thermal Transfer Value – OTTV*) di mana OTTV yang diperlukan  $\leq 45 \text{ Watt/m}^2$ . Ketentuan ini diperuntukkan bagi bangunan yang dikondisikan yang dimaksudkan untuk memperoleh desain selubung bangunan untuk mengurangi beban eksternal, sehingga dapat menurunkan beban pendinginan. Penggunaan OTTV ini harus dirancang sebagai elemen pelindung terhadap kondisi lingkungan cuaca luar yang merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan sistem tata udara.

Pentingnya penerapan konservasi energi sistem tata udara bangunan hotel yang dikemukakan di atas, maka kasus penilaian rancangan bangunan hotel ini dinilai berdasarkan bentuk konservasi energi sistem tata udara dilihat dari penggunaan OTTV dengan menilai luas dinding bangunan dan perpindahan termal. Termasuk menganalisa efisiensi kontrol servasi hemat energi sistem tata udara bangunan hotel dari analisa beban pendingin yang digunakan baik berdasarkan beban panas internal dan eksternal.

Kemudian peneliti melanjutkan menganalisa energi sistem tata udara untuk mewujudkan kenyamanan termal bangunan hotel berdasarkan standar SNI 6390:2011 yang didalamnya telah tecakup standar penilaian TTP dan beban pendingin, sehingga dapat dilakukan penilaian kenyamanan termal sesuai dengan indeks temperatur efektif untuk menilai kenyamanan temperatur udara yang efektif, menilai kenyamanan termal sesuai indeks *Predicted Mean Vote (PMV)*

untuk memprediksi suhu ruangan berdasarkan panas tubuh manusia, dan indeks *predicted percentage of dissatisfied* (PPD) untuk memprediksi persentase ketidakpuasan atas kondisi ruangan yang dirasakan.

Berdasarkan kesenjangan antara kondisi empiris yang ditemukan dan kondisi ideal berdasarkan teori, maka ada dua gap yaitu gap secara eksplisit dan gap secara implisit. Gap secara eksplisit menyatakan bahwa penghematan energi menjadi salah satu solusi cerdas untuk diaplikasikan pada bangunan, terutama bangunan hotel yang mengkonsumsi energi 50% sampai 70%. Gap secara implisit menyebutkan bahwa gedung harus dirancang untuk memenuhi prasyarat hemat energi, besarnya nilai OTTV yang dihitung dalam tahap awal perencanaan tidak melebihi nilai dalam standar yang berlaku (SNI 6390:2011) (Bayuaji dkk, 2015).

Berdasarkan kesenjangan (*gap*), maka rumusan masalah adalah: 1) konservasi energi sistem tata udara yang digunakan pada bangunan gedung hotel yang ada di Kota Makassar 2) efisiensi kontrol konservasi hemat energi sistem tata udara dalam perancangan bangunan gedung hotel di Kota Makassar 3) konservasi energi sistem tata udara dalam mewujudkan kenyamanan termal bangunan gedung hotel di Kota Makassar.

## **B. METODE PENELITIAN**

Pendekatan penelitian ini adalah mix antara metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif dalam penelitian ini untuk menjelaskan secara deskriptif mengenai fokus penelitian yang diamati berupa bentuk konservasi energi sistem tata udara, efisiensi kontrol konservasi hemat energi sistem tata udara dan kenyamanan termal pada bangunan gedung hotel. Jenis penelitian yang digunakan adalah studi kasus bangunan gedung hotel bisnis (*city hotel building*), dengan memilih lima Hotel sebagai objek penelitian. Studi kasus yang dimaksud adalah mengkaji berbagai hal yang berakibatkan dengan konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung hotel.

Pengelolaan peran dalam penelitian ini peneliti sebagai instrumen partisipator yaitu peneliti terjun langsung dan hadir dalam melakukan setting penelitian sebagai partisipasi penuh, pengamat partisipasi dan untuk menjaring berbagai informasi data yang ditemukan di lokasi penelitian, melakukan pengukuran langsung dan mengolah data primer dan mencari data sekunder sesuai dengan standar konservasi energi sistem tata udara.

Ciri khas penelitian kualitatif adalah pengamatan langsung dan teknik wawancara. Instrumen penelitian tersebut peneliti berperan dalam menentukan keseluruhan skenarionya. Atau dengan kata lain peneliti itu sendiri sebagai instrumen.

Lokasi penelitian di Kota Makassar, dengan alasan di kota ini peneliti menetap dan peneliti mengamati banyaknya bermunculan bangunan gedung hotel yang menjadi daya tarik untuk diamati berkaitan dengan konservasi energi sistem tata udara untuk melihat penghematan energi dan kenyamanan termal pada bangunan gedung hotel. Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Sumber data primer yaitu sumber data yang diperoleh melalui observasi langsung berdasarkan situasi dan kondisi selama proses penelitian.

Teknik pengumpulan data yang digunakan terdiri atas wawancara mendalam, observasi langsung dan dokumentasi.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua yaitu analisis deskriptif kualitatif, selubung bangunan gedung, beban pendinginan dan kenyamanan termal. Pertama, analisis deskriptif yaitu menjelaskan data-data tentang fokus penelitian yang diamati berupa konservasi energi, sistem tata udara dan kenyamanan termal pada bangunan gedung hotel. Analisis data dalam penelitian kualitatif terdiri dari tiga alur kegiatan yang terjadi secara bersamaan sesuai dengan data yang terkumpul yang selanjutnya melalui reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan (verifikasi). Konsekuensi dari hal tersebut, pengumpulan dan analisis data harus selalu berjalan pada waktu yang bersamaan.

Konsumsi energi pada bangunan hotel melalui perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan *Room Energy Intensity* (REI), analisis selubung bangunan gedung melalui perhitungan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) menurut SNI 6390:2011, analisis beban pendinginan yaitu jumlah total energi panas yang harus dihilangkan dalam satuan waktu dari ruangan yang didinginkan, analisis kenyamanan thermal yaitu batas kenyamanan atas kondisi bangunan gedung hotel yang diamati menurut SNI 6390:2011 untuk melihat temperatur efektif, PMV dan PPD.

Data yang terkumpul dilakukan pengecekan validitas temuan dengan triangulasi, yaitu pemeriksaan keabsahan data yang memanfaatkan sesuatu yang lain di luar data bersangkutan untuk keperluan pengecekan atau sebagai pembanding. Teknik triangulasi yang digunakan adalah triangulasi sumber dan triangulasi metode yang membandingkan dan mengecek balik derajat kepercayaan suatu informasi yang diperoleh melalui waktu dan alat yang berbeda dalam metode kualitatif.

Triangulasi metode berguna untuk mengecek kembali derajat kepercayaan data hasil pengamatan dan wawancara, serta triangulasi sumber untuk membandingkan dan mengecek balik derajat kepercayaan suatu informan yang diperoleh. Hal ini mendukung keabsahan data. Dengan penggunaan triangulasi sumber, dan triangulasi metode diharapkan informasi yang diperoleh dapat diperiksa silang, sehingga akurasi dapat diuji. Pengecekan validitas temuan berupa triangulasi melalui reduksi data, penyajian data dan verifikasi.

## **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Intensitas Konsumsi Energi**

Apabila dilihat dari aspek IKE, penggunaan energi pada lima hotel yang diamati masih tergolong sangat efisien. Hal ini dibuktikan dengan rata-rata IKE 12.45 kWh/m<sup>2</sup>/bulan. Nilai IKE yang ditetapkan oleh SNI 6390:2011 untuk ruangan yang dikondisikan adalah 8.5–14 kWh/m<sup>2</sup>/bulan<sup>2</sup>. Kelima hotel yang diamati termasuk ke dalam kategori gedung hotel hemat energi.

### **2. Profil Beban Energi Harian**

Profil beban energi menunjukkan bahwa terdapat ketidaksesuaian antara jam operasi masing –masing gedung hotel dengan jam operasi yang ditetapkan. Beban energi tergantung pada kondisi menghidupkan dan mematikan AC. Antara jam

masuk hotel dengan jam pengoperasian AC yaitu dengan beban maksimum 1542.600 watt dan beban minimum 1151.300 watt, sehingga dapat meminimalisasi selisih antara jadwal masuk dengan jam nyala AC. Dengan demikian, peluang penghematan energi dengan cara mematikan AC pada saat meninggalkan kamar. Jumlah penghematan tersebut diperoleh dari hasil kali jumlah daya AC yang dipakai rata-rata 275 kW x 30 hari. Jika asumsi harga energi listrik per kWh adalah Rp 880,00, jumlah energi yang bisa dihemat tiap bulan adalah 8.247 kWh x Rp 880,00 = Rp 7.257.360,00 per bulan atau sebesar Rp 87.088.320,00 per tahun.

### 3. Kualitas AC

Untuk melihat profil beban dan kualitas AC telah dilakukan pengukuran terhadap panel listrik yang ada di masing-masing hotel. Pengukuran tersebut dihasilkan nilai  $\cos \phi$  98%, ketidakseimbangan tegangan rata-rata <3%, nilai ketidakseimbangan arus rata-rata <20%, dan frekuensi 49,9–50,6 Hz. Besaran harmonisa tegangan pada tiap fassa dan harmonisasi arus masih dalam batas standar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas AC tergolong baik.

### 4. Konservasi Energi dan Selubung Bangunan

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap sistem selubung bangunan ditemukan hal-hal sebagai berikut. Pertama, kaca jendela, radiasi matahari merupakan beban *thermal* eksternal bagi sistem tata udara sehingga sistem tata udara tidak dapat bekerja maksimal karena temperatur di dalam ruangan tinggi yang diakibatkan oleh radiasi matahari melalui kaca jendela. Untuk mengantisipasi hal tersebut pada kelima hotel yang diamati telah memasang kaca film dan *shading* atau *overhang*. Kedua, *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV). Sistem tata udara pada gedung menggunakan 50–70% energi dari keseluruhan energi listrik yang digunakan dalam sebuah bangunan gedung perhotelan. Beban pendinginan dari suatu bangunan gedung terdiri dari beban internal, yaitu beban yang ditimbulkan oleh lampu, penghuni, serta peralatan lain yang menimbulkan panas, dan beban eksternal, yaitu panas yang masuk dalam bangunan yang diakibatkan oleh radiasi matahari, konduksi dan ventilasi/infiltrasi melalui selubung bangunan. Untuk mengurangi beban eksternal, SNI 6389: 2011 menentukan kriteria desain, yaitu *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) harus lebih kecil dari 35 Watt/m<sup>2</sup>. Nilai OTTV tersebut diperoleh dengan mencari terlebih dahulu *Window to Wall Ratio* (WWR) bangunan gedung, seperti dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai Window to Wall Ratio (WWR)

Orientasi Gedung Hotel	Luas (m <sup>2</sup> )		WWR	SF (Disesuaikan dengan arah sisi bangunan)
	Jendela	Total		
Grand Clarion	879	1836	0.39	342
Aryaduta	594	1836	0.32	160
Sahid Jaya	658	1836	0.24	154
Swiss Bell	547	1836	0.32	132
Aston	563	1836	0.32	101

Sumber: Data setelah diolah, 2016

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai OTTV gedung hotel berbintang sebesar  $29.45 \text{ watt/m}^2$ , nilai OTTV tersebut masih di bawah nilai standar SNI OTTV ( $<35 \text{ watt/m}^2$ ). Hal ini dikarenakan keseluruhan gedung menggunakan kaca film dan juga terdapat *shading* untuk menghalangi pancaran radiasi matahari. Penggunaan kaca film dan *shading* bertujuan untuk mengurangi panas matahari yang masuk ke dalam ruangan tanpa mengurangi cahaya alami. Sistem vegetasi yang ada saat ini juga sudah cukup baik sehingga nilai OTTV masih berada di bawah standar SNI. Sistem vegetasi penting untuk mengurangi temperatur udara pada sekitar gedung. Sistem vegetasi dapat dilakukan dengan cara penanaman tumbuhan dan/atau pembuatan kolam air di sekitar gedung.

## 5. Sistem Tata Udara

Profil daya sistem tata udara dilihat berdasarkan *Air Conditioner* dinyalakan 24 jam per hari dengan sistem pengoperasian unit AC yang menggunakan *remote control* terpusat. Dari hasil pengamatan dan pengukuran, ditemukan bahwa pengoperasian unit AC pada gedung dilakukan dengan mode *cooling* pada *setting* temperatur  $21^\circ\text{C}$ .

Hasil pengukuran profil AC memperlihatkan bahwa pola operasi AC *split* di ruang kerja gedung hotel yang beroperasi dengan daya maksimum 840 Kw. Pengoperasian AC dilakukan secara manual, di mana bagian perawatan menyalakan AC setiap hari dan sistem pemantauan dilakukan secara otomatis dari ruang kendali.

Kualitas kenyamanan *thermal*. Secara umum, sistem tata udara di gedung hotel bertingkat sudah memenuhi standar SNI 6390-2011 dengan temperatur berkisar antara  $24\text{--}26^\circ\text{C}$  dengan kisaran nilai kelembapan  $56\text{--}65\%$ . Tingkat kenyamanan *thermal* pada suatu ruangan sangat penting untuk menunjang fungsi-fungsi ruangan di dalam bangunan gedung hotel. Tingkat kenyamanan yang dimaksud merupakan ekspresi dari kondisi *thermal* udara yang diwakili oleh setidaknya dua properti udara yang ada pada ruangan tersebut, yaitu temperatur dan kelembapan. Sementara itu, tingkat kenyamanan temperatur ruangan di dalam gedung hotel adalah  $25,5^\circ\text{C} \pm 1,5^\circ\text{C}$  ( $24\text{--}27^\circ\text{C}$ ) dan kelembapan udara  $60\% \pm 5\%$  ( $55\text{--}65\%$ ).

Sistem dan kapasitas terpasang. Kapasitas peralatan *Air Conditioner* yang terpasang pada bangunan gedung rata-rata  $37,85 \text{ Watt/m}^2$ . Kapasitas peralatan yang dinilai konservatif untuk melayani suatu ruangan pada bangunan gedung dapat didefinisikan sebagai kebutuhan energi *input* sistem pengondisian udara per satuan luas ruangan yang dilayani oleh peralatan tersebut. Berdasarkan SNI, kapasitas peralatan yang terpasang yang dapat melayani suatu beban *thermal* pada ruangan yang dikondisikan dalam penilaian konservatif haruslah berada pada  $<50 \text{ Watt/m}^2$ .

Performansi *air conditioner* (AC). Faktor lainnya yang dijadikan suatu analisis terhadap peralatan pengondisian udara untuk menunjang kondisi kenyamanan *thermal*, yaitu penilaian unjuk kerja AC. Secara umum, COP sistem AC pada gedung hotel rata-rata berada pada kondisi optimal, meskipun sudah berada di bawah *name plate*. Hal ini disebabkan oleh perawatan yang teratur, yaitu tiga kali dalam setahun. Suatu peralatan pengondisian udara berlaku sama dengan peralatan-peralatan lain. Faktor usia pakai sangat mempengaruhi unjuk kerja



peralatan tersebut di mana umumnya beriring dengan waktu operasinya sehingga terjadi *derating* atau *fouling* yang menyebabkan peralatan tersebut tidak dapat memberikan efek yang sama seperti keadaan sebelumnya, kecuali jika dilakukan perawatan secara berkala dan terus-menerus dan/atau modifikasi. Lebih jelasnya ditunjukkan tabel 3 di bawah ini:

**Tabel 3.** Performansi AC

No	Nama Beban	Konsumsi Cooling			COP		
		Daya (kW)	Efek (kW)	Eksisting	Name Plate	Eksisting	Name Plate
1	Chiller 1 Cap 150 TR	144.10	482.81	3.66	4.00	0.96	0.88
2	Chiller 2 Cap 150 TR	152.81	455.27	3.45	4.00	1.02	0.88
	Kesimpulan	296.91	938.08	3.56	4.00	0.99	0.88

Sumber: Data setelah diolah

## 6. Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Udara

Profil penggunaan energi menunjukkan bahwa terdapat kelebihan penggunaan jam pemakaian AC, yaitu dihidupkan dua jam sebelum waktu kunjungan tamu meningkat dan pada kondisi tamu kamar berkurang. Oleh karena itu, sebaiknya *chiller* dihidupkan setiap saat, dengan mematikan AC kamar yang tidak dipesan tamu, agar nilai penghematan yang dapat diperoleh dengan cara tersebut cukup besar. Tabel 4 menunjukkan simulasi perhitungan peluang konservasi energi yang bisa diperoleh melalui langkah 1.

**Tabel 4.** Peluang konservasi energi melalui pengurangan waktu penggunaan AC

Keterangan	Nilai	Satuan
Daua AC rata-rata setiap jam	696	kW
Lama operasi	1	Jam
Konsumsi energi total	15.311	kWh/bulan
Biaya listrik	13.580.443,00	Rp/bulan
Mengubah jam mati AC		
Estimasi penghematan (%)	100	%
Penghematan energi	15.311	kWh/bulan
Penghematan biaya listrik (bulan)	13.580.443	Rp/bulan
Penghematan biaya listrik (tahun)	162.965.316,00	Rp/tahun

Sumber: Data setelah diolah

Peluang konservasi ini dapat tercapai apabila penghuni di masing-masing ruang kamar turut bekerja sama dalam menggunakan AC sesuai dengan kebutuhan dan waktu yang telah disepakati. Anjuran dari ESDM (2012) untuk bangunan gedung hotel adalah himbauan agar AC sentral dinyalakan setiap hari dan unit *fan* AC dinyalakan sesuai kebutuhan dan waktu menginap tamu. Cara tersebut dapat menurunkan jumlah penggunaan energi secara signifikan. Hal tersebut karena komponen terbesar dalam penggunaan energi di gedung 50–70%

adalah *Air Conditioner*. Tabel 5 merupakan peluang konservasi yang dapat diperoleh apabila AC atau *chiller* dimatikan oleh tamu setiap meninggalkan ruang kamarnya.

**Tabel 5.** Peluang konservasi energi melalui perubahan jam mati AC

Keterangan	Nilai	Satuan
Daya AC rata-rata setiap jam	630	kW
Lama operasi	0,5	Jam
Konsumsi energi total	6.927	kWh/bulan
Biaya listrik	6.143.983,00	Rp/bulan
Mengubah jam mati AC		
Estimasi penghematan (%)	100	%
Penghematan energi	6.927	kWh/bulan
Penghematan biaya listrik (bulan)	6.143.983,00	Rp/bulan
Penghematan biaya listrik (tahun)	73.727.796,00	Rp/tahun

Sumber: Data setelah diolah

#### D. KESIMPULAN

Hasil penelitian menemukan bahwa konservasi energi sistem tata udara telah digunakan pada kelima bangunan hotel menunjukkan penggunaan energi sistem tata udara menggunakan AC pada ruang kamar hunian, sangat dipengaruhi oleh OTTV sesuai dengan luas dinding dan perpindahan termal yang terjadi. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penganalisaan efisiensi kontrol konservasi hemat energi sistem tata udara pada kelima bangunan hotel, untuk sebuah kamar sangat ditentukan oleh analisa beban pendingin yang digunakan, khususnya berkaitan dengan beban panas internal dan eksternal. Hasil penelitian menemukan bahwa efisiensi pengontrolan konservasi hemat energi belum diterapkan dengan baik karena penggunaan energi AC dilakukan setiap hari, hanya bisa diefisienkan penggunaannya sesuai dengan kamar yang terisi. Hasil penelitian menemukan bahwa untuk mewujudkan kenyamanan thermal atas penggunaan konservasi energi sistem tata udara dari kamar hunian harus bersesuaian dengan standar SNI 6390:2011 guna mendeteksi aspek kenyamanan berdasarkan indeks temperatur efektif, indeks *predictive mean vote* (PMV) dan indeks *predicted percentage of dissatisfied* (PPD), di mana hasil analisis dari kelima bangunan hotel pengamanan memenuhi syarat kenyamanan thermal bangunan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ardy Willyanto Tanod, Ir. Hans Tumaliang, dan Lily S. Patras, 2015. *Konservasi Energi Listrik di Hotel Santika Palu*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer. Vol. 4 No. 4 ISSN: 2301.8402.
- Arga Praditya Yunanto, Kukup Adiutomo, Supriyo dan Nugroho Hartono, 2009. *Analisis Konsumsi Energi pada Penggunaan Pendingin Udara Kamar di Patra Jasa Convention Hotel Semarang*. Politeknik Negeri Semarang.
- ASHRAE, 1993. *Handbook Fundamentals*, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta.

- ASHRAE, 2010. ASHRAE standard 55-2010: Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 228
- ASHRAE. 2010. ASHRAE standard 62.2-2010: Ventilation for acceptable indoor air quality in low-rise buildings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. 2010. ASHRAE standard 90.1-2010: Energy standard for buildings except low-rise residential buildings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Ehrlich, dan Holden, Frank, 2007. Climate change impacts on building heating and cooling energy demand in Switzerland. *Energy and Buildings* 37 (2005) pp 1175-1185
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung. SNI 6390:2011 Jakarta Indonesia.
- Banyuaji Kencana, Imas Agustina, Richard Panjaitan dan Totok Sulistiyanto, 2015. *Panduan Praktis Penghematan Energi di Hotel*. United States Agency for International Development.
- Benedictus Biatma Syanjayanta, Victor Sampebulu, Baharuddin Hamzah, 2002. *Kondisi Termal Ruang pada Bangunan Tinggi*.
- Birrer, W. A. (1984). Structural storage as a part of a total system for energy efficient office buildings: Two examples. *Proceedings First E.C., Conference Solar Heating*, Amsterdam.
- Boubekri Mohamed, 1990. *Thermal Performance, Glare Control and Occupant Appraisal of an Office Window in a Direct Gain Passive Solar Strategy*.
- Fanger, P. O. 1982. Thermal comfort. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Ghozali, Imam, dan Harianto, 2002. "Aplikasi Analisis Multivariate dan Model Persamaan Struktural Dengan Program SPSS dan AMOS". Badan penerbit Universitas Diponegoro, Semarang. Hal 96-105.
- Gibbs, J. (1978). Architectural design methodology for tall office buildings based on ecology. CTBUH World Congress, Seoul, Korea.
- Glenn, B. A. 1980. Effect of interior mass surfaces on the space heating and cooling load of a single-family residence. *Proceedings of the Ashrae/DOE/BTEC Conference—Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings III*,
- Helena Bulow-Hube (2009) The Effect of Glazing Type and Size on Annual Heating and Cooling Demand for Swedish Offices. (Lund University, Institute of Technology, Dept. Of Building Science, Email: [helena.bulow-hube@bkl.lth.se](mailto:helena.bulow-hube@bkl.lth.se)).
- Hong Sheng Huang, Chung Hwei Su, Cheng Bang Li, Ching Yuan Lin dan Chun Chou Lin, 2016. *Enhancement of Fire Safety of an Existing Green Building Due to Natural Ventilation*. [www.mdpi.com/journal/energies](http://www.mdpi.com/journal/energies).
- Hoppes, Henderson, G., 2004. Cooling degree days, communication per E-Mail, 12. Juni.
- Humphreys, Mayer 1981. *Effects of Street Design on Outdoor Thermal Comfort*. (Meteorological Institute, University of Freiburg. Werderring 10, D-79085 Freiburg, Germany. Email: [fazia.alitoudert@meteo.uni-freiburg.de](mailto:fazia.alitoudert@meteo.uni-freiburg.de))
- Jenks, Szokolay, 2009. Structural mass cooling in a commercial building using hollow core concrete plank. *Proceeding National Solar Conference*, Amherst, Mass.

- Ji Eun Kang dkk (2015) *Assessment of Passive vs. Active Strategies for a School Building Design*. (Sustainability 2015, 7, 15136-15151; doi:10.3390/su71115136, ISSN 2071-1050, [www.mdpi.com/journal/sustainability](http://www.mdpi.com/journal/sustainability)).
- Joseph, Balaras, C. A. 2009. The role of thermal mass on the cooling load of buildings. an overview of computational methods. *Energy and Buildings*, 24(1), 1-10. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0378-7788(95)00956-6
- Kamil, B. 2012. Options and applications of passive cooling. *Energy and Buildings*, 7(4), 297-300. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0378-7788(84)90075-6
- Karyono, Tri Harso, 2013. *Arsitektur dan Kota Tropis Dunia Ketiga*. Penerbit Rajawali Press, Jakarta.
- Kurokawa, Grace Kwok, 2007. *Thermal Comfort in Naturally-Ventilated and Air Conditioned Classroom in the Topics*. Dissertation University of California at Berkeley.
- Latifah, Halawa, E., & Van Hoof, J. 2013. The adaptive approach to thermal comfort: A critical overview. *Energy and Buildings*, 51, 101-110. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.04.011
- Lawson, Mwale Ogoli, 2010. *Energy – Efficiency and Comfort Conditions through Thermal Mass in Passive Solar Buildings at Equatorial High Altitudes*.
- Lechner, Norbert, 2007. *Heating, Cooling, Lighting. Metode Desain untuk Arsitektur*. Edisi Kedua. Perpustakaan Nasional. ISBN 978-979-769-127-1. PT. Rajagrafindo Persada, Jakarta.
- Lippsmeier, Pluss, 2009. *Energy Efficiency, Costs and Comfort in Buildings of the Service Sector – A Comprehensive Cost and Benefit Evaluation*. Proceedings of the Conference Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings (IEECB'06), 26 - 27 April 2006, Frankfurt.
- Loekita, S. Analisis Konservasi Energi melalui Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung Perkantoran di Jakarta. Tesis No. 01000082/MTS/2005. Program Pascasarjana Teknik Sipil UK Petra Surabaya, 2005.
- Mediastika, Christina E, 2013. *Hemat Energi dan Lestari Lingkungan melalui Bangunan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Mitchell Steinman, 2001. *Improved Thermal Comfort Design of Panel and Convection Heating in Rooms Where Radiant Heat Exchange is of Primary Consideration*. Dissertation The Pennsylvania State University.
- Meier, TH. (2008). A theoretical study of the thermal performance of the TermoDeck hollow core slab system. *Applied Thermal Engineering*, 22(13), 1485-1499. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S1359-4311(02)00059-5 229
- Neria Novinda Saputro, 2014. *Hotel Resort di Pantai Teleng Ria Pacitan*. *Jurnal eDimensi Arsitektur* Vol. II No. 1 (2014), 251-256.
- Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, 34(6), 563-572. 233
- Olesen, R. 1982. Thermal comfort in practice. *Indoor Air*, 14, 32-39. doi:10.1111/j.1600-0668.2004.00270.x 230

- Paulina Bohdanowicz, Angela Churie-Kallhauge, Ivo Martinac, 2001. *Energy-Efficiency and Conservation in Hotels – towards Sustainable Tourism*. International Symposium on Asia Pasific Architecture, Hawaii.
- Paulina Bohdanowicz, 2002. *Thermal Comfort and Energy Saving in the Hotel Industry*. Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Philip C.H.Yu, 2001. *A Study of Energy use for Ventilation and Air Conditioning Systems in Hongkong*.
- Reshma Sucheren, 2014. *Energy Conservation Measures in the Hotel Sector in Kwa-Zulu Natal, South Africa*. African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure Vol. 4 (2) Special Edition ISSN: 2223-814.
- Ruben Baetens dan Dirk Saelens (2010) *Integrating Occupant Behavior in the Simulation of Coupled Electric and Thermal Systems in Buildings*. (Building Physics Section, Department of Civil Engineering, K.U.Leuven. Belgium. [Ruben.baetens@bwk.kuleuven.be](mailto:Ruben.baetens@bwk.kuleuven.be).)
- Saliya, Reeve, C. 2010. The effect of thermal mass on night temperature setback savings. ASHRAE Transactions, 90(2A), 184-206.
- Sangkertadi, 2013. *Kenyamanan Termis di Ruang Luar Beriklim Tropis Lembab*. Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Sarwono, W. Sarlito.1992. Psikologi Lingkungan. Grasindo, Jakarta.
- Shaviv, E., Yezioro, A., & Capeluto, I. G. (2001). Thermal mass and night ventilation as passive cooling design strategy. *Renewable Energy*, 24(3–4), 445-452. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0960-1481\(01\)00027-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0960-1481(01)00027-1)
- Siwi, Samsu Hendra. (2000). *Behaviorisme dalam Arsitektur : Sebuah pengamatan terhadap Perubahan Wajah Kota*. Kalang, Vol. II, No.1, Jakarta.
- Soegijanto, 1993. Standar Tata Cara Perancangan Konservasi Energi pada Bangunan Gedung. Seminar Hemat Energi dalam Bangunan, FT. Arsitektur UK Petra Surabaya.
- Steffen Lehman (2011) *Energy-Efficient Building Design: Towards Climate-Responsive Architecture* (Encyclopedia of Life Support System-EOLSS, Sustainable Built Environment).
- Sugiyatmo, 2010. *Arsitektur Rancang Bangun: Perilaku Pengembang Perumahan*. Penerbit Bina Arch Persada, Jakarta.
- Sukanda, 2009. *Arsitektur Post Modern*. Penerbit Grassindo, Jakarta.
- Sumantri, (2000). Karakter Fisik dan Sosial Realestate dalam Tinjauan Gerakan New Urbanism. *Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol. 29, No. 1. Jurusan Arsitektur, Universitas Petra, Surabaya.
- Sumendap J. 2002. Analisis Beban Pendinginan untuk Perancangan Sistem Air Conditioning pada Bangunan Perkantoran di Jakarta. Tesis No. 045/MTS Program Pascasarjana UK Petra Surabaya.
- Suk Bong Kim, 1998. *The Analysis of Factors Affecting Energy Consumption of Duplex Residences in College Station, Texas*. Dissertation Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University.
- Mustafa, Mohamad.(2007). *Metode Riset untuk Teknik Arsitektur*. Ghalia Indonesia Jakarta.
- Tecky Hendarto, M. Rachman S, Okky Sulastio dan Dodi Afrinaldi, 2012. *Kajian Proporsi Ruang Dalam Bangunan Baru Hotel Concordia Bandung*. Reka Karsa, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. Jurusan Arsitektur Itenas No. I Vol. I, Juli 2012.

**Nasrullah, Ramli Rahim, Baharuddin Hamzah dan Rosady Mulyadi, Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung Hotel Berdasarkan Kondisi Iklim Lingkungan Mikro Kota Makassar**

- Tengfang Xu, 1998. *Evaporative Cooling: Thermal Comfort and Its Energy Implications in California Climates*. Dissertation University of California, Berkeley.
- Thomas, Bahadori, M. N. 2008. Passive cooling systems in Iranian architecture. *Scientific American*, 238(2), 144-154.
- Tianzhen Hong dan Hung Wen Lin (2013) *Occupant Behavior: Impact on Energy Use of Private Officers* (Corresponding author email: [thong@lbl.gov](mailto:thong@lbl.gov)).
- Wagner Augusto Andreasi dan Roberto Lamberts, 2006. *Thermal Comfort in Buildings Located in Regions of Hot and Humid Climate of Brazil*.
- Wagner Augusto Andreasi dan Roberto Lamberts, 2006. *Thermal history and Comfort in a Brazilian Subtropical Climate: a “cool” addiction hypothesis*.
- Wirawan, Arkus. (2010). *Perancangan Kota Secara Terpadu : Teori Perancangan Kota dan penerapannya*. Seri Strategi Arsitektur 2. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Yahya Lavafpour (2012) *Towards New Approaches for Integrating Principles of Precedent Architecture into Energy Efficient Buildings in Hot-Dry Climate*. (Original Scientific Article Approval Date 14-05-2012, Energy Efficiency Natural Energy Vernacular Principles Architectural Design Strategy).
- Ying Feng Pang (2005) *Assessment of Thermal Behavior and Development of Thermal Design Guidelines for Integrated Power Electronics Modules* (Mechanical Engineering, Blacksburg University, Virginia).