

Evaluasi Penggunaan Energi dan Kelayakan Pemanas Air Dual System dari Hotel dengan Golongan B-2/TR di Bandung

Ronald Rendra Graha dan Jooned Hendrarsakti*

Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa 10, Bandung 40132

*Phone: 08121200309 E-mail: jooned@termo.pauir.itb.ac.id

Abstrak

Biaya kebutuhan energi merupakan biaya dengan persentase yang cukup besar dalam operasional hotel, sedangkan hotel banyak menggunakan peralatan pengonsumsi energi dan banyak energi yang terbuang dari peralatan tersebut, padahal seharusnya energi tersebut bisa dihemat atau dimanfaatkan kembali untuk dijadikan sebagai sumber energi bagi peralatan atau proses lainnya. Kajian penggunaan energi hotel dilakukan dengan prosedur audit energi sekilas dan audit energi diagnosis rinci. Audit energi sekilas adalah proses menaksir penggunaan energi dan biaya-biaya penggunaan energi berdasarkan data rekening pembayaran dan penelitian singkat di lapangan, sedangkan audit energi diagnosis rinci adalah kegiatan audit yang dilakukan supaya dapat diketahui peralatan pengguna energi yang cukup besar. Setelah audit energi sekilas dan diagnosis rinci dilakukan, maka akan dievaluasi potensi konservasi energinya. Hasil audit energi pada sebuah hotel Golongan B-2/TR Bandung menunjukkan bahwa distribusi penggunaan energi hotel adalah 55% listrik dan 45% gas, sedangkan distribusi penggunaan listrik adalah penerangan 6%, penyimpanan *food&beverage* 8%, pemanasan skala kecil 24%, pengondisian udara 40%, dan peralatan lain 22%. Penghematan energi listrik bisa diaplikasikan pada sektor penerangan dan sektor penyimpanan *food&beverage* dengan nilai penghematan masing-masing sebesar Rp 208.656,00 per bulan dan Rp 1.086.326,00 per bulan. Penggunaan sistem integrasi AC sebagai pemanas air layak diimplementasikan karena dapat menghemat biaya operasional hotel hingga Rp 5.000.000,00 per bulan dengan nilai manfaat AC yang meningkat tanpa mengurangi kenyamanan para tamu hotel.

Kata kunci: energi, audit energi, intensitas konsumsi energi, AC, pemanas air

Pendahuluan

Biaya kebutuhan energi merupakan biaya dengan persentase yang cukup besar dalam operasional hotel, sedangkan hotel banyak menggunakan peralatan pengonsumsi energi dan banyak energi yang terbuang dari peralatan-peralatan tersebut, padahal seharusnya energi tersebut bisa dihemat atau dimanfaatkan kembali untuk dijadikan sebagai sumber energi bagi peralatan atau proses lainnya.

Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas konsumsi energi adalah pembagian antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung. Intensitas konsumsi energi (IKE) per m² per tahun dapat dihitung menggunakan Persamaan (1) [1].

$$IKE = \frac{W}{(P \times AR) + (ANR)} \quad (1)$$

dimana

P : tingkat hunian rata-rata hotel dalam satu tahun (fraksi)

W : total daya ekuivalen yang digunakan (kWh/tahun)

AR : total luas area ruangan hotel (m²)

ANR : total luas area non-ruangan hotel (m²)

Penghematan Energi

Penghematan energi adalah hasil yang diperoleh dari usaha penghematan energi dan biasanya dinyatakan dalam harga suatu mata uang, misal rupiah. Setelah menghitung intensitas konsumsi energi, maka akan diketahui sektor apa yang mempunyai distribusi konsumsi energi yang besar dalam suatu bangunan, dan dari informasi tersebut, dapat diperkirakan solusi penghematan energi untuk sektor tertentu yang bisa dilakukan dengan mengganti peralatan lama dengan peralatan baru yang konsumsi energinya lebih rendah atau mengurangi total waktu pemakaian alat tiap harinya. Nilai penghematan energy (S) dalam rupiah dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) untuk penggantian peralatan dan Persamaan (3) untuk pengurangan waktu pemakaian alat per harinya.

$$S = n \times \Delta P \times t \times R \quad (2)$$

$$S = n \times P \times \Delta t \times R \quad (3)$$

dimana

n : jumlah alat (buah)

ΔP : selisih daya alat lama dan daya alat baru (watt)

t : waktu pemakaian alat (jam)

P : daya alat (watt)

Δt : selisih waktu pemakaian alat (jam)

R : tarif listrik yang diberlakukan PLN (Rp/kWh)

Simple Payback Period

Payback period adalah waktu yang diperlukan untuk mengembalikan sejumlah investasi modal dari penghematan yang dicapai. Payback period ditentukan dengan membagi harga investasi suatu alat dengan nilai penghematan energi. Payback period dihitung dengan menggunakan Persamaan (4) [2].

$$PP = 1/S \tag{4}$$

Metoda Penelitian & Fasilitas Yang Digunakan

Komposisi Area Hotel

Secara umum, hotel dengan Golongan B-2/TR ini yang berada di Bandung ini, mempunyai luas tanah tempat usaha kurang lebih 1100 m² dan komposisi luas bangunan untuk penggunaan ruangan-ruangan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Luas Area Bangunan Hotel

Area	Luas Room Area (m ²)	Luas Non Room Area (m ²)
Lobby Hotel	0	52,20
Lantai 1 (3 kamar)	95,20	447,75
Lantai 2 (12 kamar)	364,10	231,05
Lantai 3 (6 kamar)	167,02	428,13
Luas Total	626,32	1159,13

Hasil dan Pembahasan

Intensitas Konsumsi Energi Historis

Bagian ini menyajikan data pemakaian dan pembayaran listrik dan gas per bulan beserta tingkat hunian hotel pada tahun 2011. Untuk listrik, data tersebut menunjukkan jumlah pemakaian dalam kWh yang digunakan hotel untuk operasionalnya dan biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan listrik. Golongan B-2/TR memiliki daya listrik terpasang sebesar 41.500 VA dan termasuk dalam golongan B-2/TR dalam penggolongan tarif PLN. Golongan B-2/TR artinya daya terpasang berada dalam rentang 6600 VA sampai dengan 200 kVA dengan suplai tegangan rendah dari PLN. Untuk gas, data dalam tabel menunjukkan jumlah pembelian gas tabung ukuran 50 kg dengan harga Rp 375.000 per tabungnya. Di hotel ini, gas digunakan untuk sumber energi bagi *water heater* dan keperluan dapur. Data tingkat hunian hotel disajikan supaya dapat diketahui seberapa besar tingkat penggunaan energi hotel yang bersangkutan, sedangkan deviasi tingkat hunian merupakan perbedaan antara tingkat hunian per bulan terhadap tingkat hunian rata-rata tahun 2011. Data-data tersebut ditampilkan dalam Tabel 2. Dalam Tabel 2 juga disajikan kebutuhan ekivalen gas dalam kWh dengan faktor konversi 1 kg LPG = 13,83 kWh [3].

Tabel 2 Data Rekening Listrik, Gas, dan Tingkat Hunian Tahun 2011

	Listrik kWh	Gas Tabung	Gas (kWh)	Pembayaran (juta Rupiah)		Tingkat Hunian (%)	Deviasi Tingkat Hunian (%)
				Listrik	Gas		
Jan	16990	28	19362	15.3	10.5	61	-23,59
Feb	17777	18	12447	16.0	6.8	77	-3,55
Mar	20560	18	12447	18.5	6.8	74	-7,30
Apr	19066	23	15904	17.2	8.6	77	-3,55
Mei	19449	22	15213	17.5	8.2	80	0,21
Juni	18918	18	12447	17.0	6.8	88	10,23
Juli	21915	21	14521	19.7	7.9	95	19,00
Agus	16713	26	17979	15.0	9.8	68	-14,82
Sept	22702	22	15213	20.4	8.2	83	3,97
Okt	20995	30	20745	18.9	11.2	81	1,47
Nov	19833	27	18670	17.9	10.1	82	2,72
Des	21652	26	17979	19.5	9.8	92	15,24
Rata-rata	19714	23	16077	17.7	8.7	79	

Berdasarkan konsumsi listrik dan gas pada bangunan hotel tahun 2011 dalam Tabel 2, nilai intensitas konsumsi energi adalah:

$$IKE_{listrik} = \frac{226570 \text{ kWh/tahun}}{(0,7983 \times 626,32 \text{ m}^2) + (1159,13 \text{ m}^2)} = 142,59 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{tahun}}$$

$$IKE_{listrik\&gas} = \frac{(226570 + 192928) \text{ kWh/tahun}}{(0,7983 \times 626,32 \text{ m}^2) + (1159,13 \text{ m}^2)} = 258,87 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{tahun}}$$

Nilai IKE yang didapat pada perhitungan di atas kemudian dibandingkan dengan nilai hasil penelitian ASEAN-USAID tahun 1987 yang kemudian dijadikan standar untuk Indonesia oleh Direktorat Pengembangan Energi, yaitu:

1. IKE untuk perkantoran (komersial) : 240 kWh/m² per tahun
2. IKE untuk pusat belanja : 330 kWh/m² per tahun
3. IKE untuk hotel atau apartemen : 300 kWh/m² per tahun
4. IKE untuk rumah sakit : 380 kWh/m² per tahun

IKE_{listrik} adalah besar energi listrik yang digunakan oleh hotel dalam satu tahun, sedangkan IKE_{listrik&gas} besar energi listrik dan gas yang digunakan oleh hotel dalam satu tahun. Nilai IKE_{listrik} dan IKE_{listrik&gas} hotel ini tahun 2011 adalah 142,59 kWh/m² per tahun dan 258,87 kWh/m² per tahun, sedangkan nilai standar IKE untuk hotel adalah 300 kWh/m² per tahun, hasil ini menyimpulkan bahwa tingkat konsumsi energi hotel ini masih dalam batas yang direkomendasikan.

Intensitas Konsumsi Energi Estimasi

Dengan didapatnya data pemakaian listrik bulan April 2012 dan tingkat hunian dari bulan Januari 2012 sampai dengan April 2012 dari pihak hotel, maka pemakaian listrik untuk bulan-bulan lainnya dapat

diperkirakan dengan menggunakan pendekatan tingkat hunian hotel berdasarkan periode liburan tahun 2012 dan data bahwa deviasi tingkat hunian dari Tabel 3 tidak berubah terlalu signifikan tiap bulannya.

Tabel 3 Estimasi Data Konsumsi Energi Listrik Tahun 2012

Bulan	Tingkat Hunian (%)	Pemakaian Listrik (kWh)
Jan	86	14909
Feb	86	14909
Mar	80	13869
Apr	80	13869
Mei	83	14389
Juni	91	15775
Juli	95	16469
Agus	86	14909
Sept	71	12308
Okt	80	13869
Nov	83	14389
Des	95	16469
Rata-rata	84,67	14678

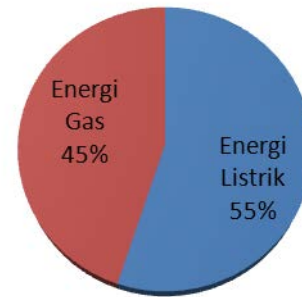
Nilai $IKE_{listrik}$ estimasi berdasarkan data tingkat hunian dan estimasi pemakaian listrik tahun 2012 adalah:

$$IKE_{listrik} = \frac{176133 \text{ kWh/tahun}}{(0,8467 \times 626,32 \text{ m}^2) + (1159,13 \text{ m}^2)} = 104,26 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{tahun}}$$

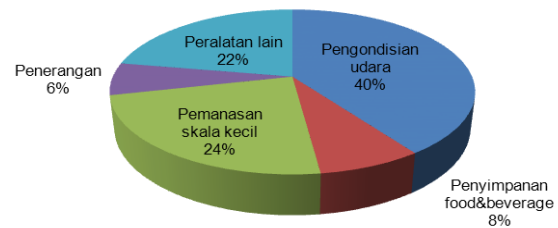
Estimasi nilai $IKE_{listrik}$ hotel ini tahun 2012 adalah 104,26 kWh/m² per tahun dan nilai standar IKE untuk hotel adalah 300 kWh/m² per tahun, hasil ini menyimpulkan bahwa estimasi tingkat konsumsi energi masih tetap dalam batas yang direkomendasikan.

Distribusi Energi Hotel

Neraca energi untuk hotel ini dibedakan menjadi dua, yaitu energi listrik dan energi gas, sedangkan neraca listrik dibedakan menjadi beberapa sektor, yaitu pengondisian udara, penyimpanan *food&beverage*, pemanasan skala kecil, penerangan, dan peralatan lain. Peralatan yang termasuk dalam sektor pengondisian udara terdiri atas AC dan *exhaust fan*. Peralatan yang termasuk dalam sektor penyimpanan *food&beverage* terdiri atas minibar tiap kamar, kulkas, *showcase* kafe, dan *chiller-chiller* penyimpan di dapur. Peralatan yang termasuk dalam sektor pemanasan skala kecil terdiri atas *water heater* di tiap kamar, *dispenser*, *microwave*, dan *magic jar* di dapur. Sektor penerangan hanya terdiri atas berbagai jenis lampu, mulai dari lampu tabung, lampu neon kompak, dan lampu LED, sedangkan sektor peralatan lain terdiri atas berbagai alat yang fungsinya selain dari empat fungsi utama tersebut. Dari perhitungan neraca energi untuk keseluruhan peralatan, dapat diketahui distribusi penggunaan energinya. Distribusi penggunaan energi tersebut ditunjukkan dalam Gambar 1, sedangkan distribusi energi listrik ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 1. Distribusi penggunaan energi.



Gambar 2. Distribusi penggunaan listrik.

Tabel 4 Penghematan Sektor Penerangan

Ruangan	Daya Lampu Tabung (W)	Penerangan Neon Daya	Waktu Pemakaian (jam/bulan)	Kuantitas	Penghematan (ribu Rp per bulan)
Ruang Pertemuan Siliwangi & Tamansari	23	18	2	4	1,1
Rest Room Lantai 1	13	8	24	4	13,0
The Citrus Beauty Spa	18	8	24	1	6,5
Dapur	40	15	24	7	113,4
Service Store & Locker Room	18	8	16	2	8,6
Ruang Chef & Ruang Marketing	20	8	12	1	3,9
Taman, Lahan Parkir, dan Pos Keamanan	20	8	12	4	15,6
Ruang Engineering & Ruang Genset	20	8	24	4	31,1
Housekeeping	20	8	24	2	15,6
Total				29	208,7

Penghematan Sektor Penerangan

Potensi penghematan sektor penerangan dilakukan dengan mengganti lampu tabung yang ada di beberapa ruangan tertentu menjadi lampu neon kompak dengan daya listrik yang lebih rendah tetapi memiliki efikasi yang lebih tinggi. Perhitungan potensi penghematan dihitung dengan tarif listrik rata-rata Rp 900,00 per kWh karena waktu pemakaian masing-masing lampu yang berbeda dan nilai masing-masing ditunjukkan dalam Tabel 4.

Secara keseluruhan, dibutuhkan 18 buah lampu neon kompak 8 watt, 7 buah lampu neon kompak 15 watt,

dan 4 buah lampu neon kompak 18 watt untuk menggantikan lampu-lampu tabung yang masih terdapat di bangunan hotel. Perhitungan total penghematan dan *payback period* adaah sebagai berikut:

- Total penghematan = Rp 208.656,00 per bulan
- Investasi awal = (18 x Rp 31.500,00) + (7 x Rp 42.900,00) + (4 x Rp 48.900,00) = Rp 1.062.900,00
- *Payback period* = $\frac{Rp\ 1.062.900,00}{Rp\ 208.656,00\ per\ bulan} \approx 5$ bulan

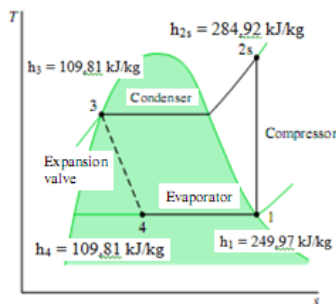
Penghematan Sektor Penyimpanan Food&Beverage
 Untuk sektor penyimpanan *food&beverage*, penghematan dilakukan dengan menyalakan minibar hanya saat ada tamu yang menempati kamar hotel, yaitu berdasar tingkat hunian rata-rata bulanan di tahun 2011.

- Kuantitas = 21 buah
- Asumsi waktu pemakaian = 79,83% x 24 jam x 30 hari = 574,776 jam/bulan
- Penghematan = 21 x 100 watt x 574,776 jam/bulan = 1.207.029,6 watt-jam/bulan
- Total penghematan = 1207,0296 kWh/bulan x Rp 900,00/kWh \approx Rp 1.086.326,00 per bulan

Evaluasi Potensi AC dan Studi Kelayakan Dual System

Pada bagian ini akan ditunjukkan perhitungan potensi panas buang kondenser AC yang dapat dimanfaatkan sebagai pemanas air. AC yang digunakan di hotel ini adalah AC kapasitas 1,5 PK merk Daikin jenis split dengan *indoor unit* tipe FTK15JEVM dan *outdoor unit* tipe RK15JEVM yang menggunakan refrijeran R-22. Kondisi dan spesifikasi kerja AC didapat dari *name plate* AC. Gambar skematik diberikan pada Gambar 3

Diketahui: Tekanan kerja evaporator, $P_e = 5$ bar
 Tekanan kerja kondenser, $P_k = 20$ bar
 Daya kompresor = 600 watt
 Kapasitas pendinginan = 1470 watt



Gambar 3. Diagram T-s siklus refrijerasi [4].

Perhitungan: Laju aliran massa refrijeran

$$\dot{m} = \frac{\text{kapasitas pendinginan}}{\text{efek pendinginan}} = \frac{1470 \text{ watt}}{(249,97 - 109,81) \text{ kJ/kg}} = 0,0105 \text{ kg/s}$$

Panas buang condenser
 $Q_{\text{kondenser}} = \dot{m} (h_{2s} - h_2) = 0,0105 \text{ kg/s} \times (284,92 - 109,81) \text{ kJ/kg} = 1,839 \text{ kW}$

Pemanas Air Utama (Water Heater)

Pemanas air utama hotel menggunakan gas sebagai sumber energi utamanya. Elemen pemanas berada di bagian paling bawah tangki berupa pelat datar yang dipanaskan menggunakan LPG. Untuk mengurangi rugi-rugi panas ke lingkungan, digunakan insulasi berupa *glass wool* dengan ketebalan 2 inch. Dinding luar dan dinding dalam dari pemanas air utama ini merupakan logam *stainless steel* dengan ketebalan masing-masing 1 mm dan 2 mm. Pemanas ini hanya digunakan untuk menyediakan kebutuhan air panas kamar mandi tiap kamar saja. Pemanas ini berkapasitas 92 galon amerika atau setara dengan 350 liter air. Terdapat sensor yang mengontrol jalannya proses pemanasan air. Proses pemanasan air dari gas berjalan hingga temperatur air mencapai 70 °C dan saat temperatur air dalam tangki pemanas turun menjadi 68 °C, maka sensor akan kembali menyalakan pemanas. Pada bagian ini akan ditampilkan perhitungan waktu yang diperlukan untuk memanaskan 350 liter air dingin dari temperatur ruang menjadi temperatur 70 °C dengan menggunakan pemanas yang terdapat di hotel ini.

Diketahui: Diameter pemanas = 0,67 m
 Tinggi pemanas = 1,80 m
 Jenis isolasi *glass wool* adalah R-3.5 per inch

Waktu yang diperlukan pemanas untuk memanaskan air dari 26 °C hingga mencapai 70 °C adalah:

$$t = \frac{\rho V C}{q - q_{\text{rugi}}} \int_{T_1}^{T_2} dT \tag{5}$$

$$t = \frac{\rho V C}{q - q_{\text{rugi}}} (T - T_i)$$

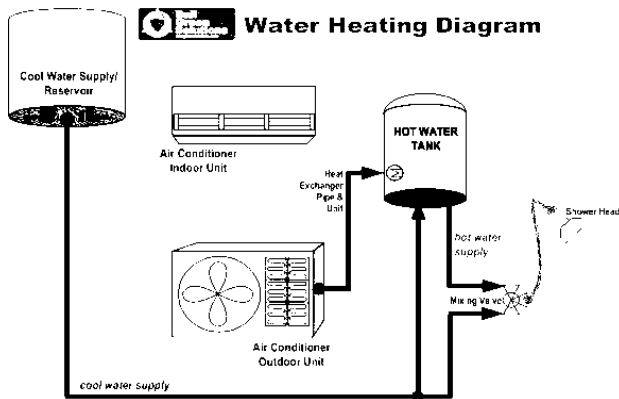
$$t = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,35 \text{ m}^3 \times 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}{(58570,7 - 11382) \text{ W}} (70 - 26) ^\circ\text{C}$$

$$t = 1101,19 \text{ detik} = 18,35 \text{ menit} \approx 19 \text{ menit}$$

Potensi AC sebagai Pemanas Air

Evaluasi potensi pemanfaatan AC sebagai pemanas air dilakukan supaya dengan adanya potensi ini, kebutuhan gas hotel untuk pemanas akan berkurang dan konservasi energi dapat dicapai. Penggunaan AC sebagai pemanas air merupakan sistem terintegrasi yang memanfaatkan panas buang dari kondenser AC

untuk memanaskan air dingin yang tersimpan dalam suatu media penyimpanan berupa tangki. Pada sistem ini, uap superpanas refrijeran dari kompresor dibelokkan ke dalam media penyimpanan yang berisi air dingin, kemudian air dingin akan menyerap panas dari refrijeran tersebut, dan refrijeran tersebut akan menurun temperaturnya sebelum masuk ke dalam kondenser. Skema sistem ini ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4 Skema pemanas air dari AC [5].

Diketahui: Diameter tangki = 0,4 m

 Tinggi tangki = 0,8 m

 Material tangki adalah *stainless steel* 1 mm dengan isolasi luar berupa *urethane* 3 mm

Waktu yang diperlukan kondenser AC untuk memanaskan air dari 26 °C hingga mencapai 54 °C adalah:

$$t = \frac{\rho V C}{q - q_{m,gr}} \int_{T_i}^T dT \tag{4.1}$$

$$t = \frac{\rho V C}{q - q_{m,gr}} (T - T_i)$$

$$t = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,1 \text{ m}^3 \times 4180 \text{ J/kg} \cdot \text{K}}{(1839 - 185,71) \text{ W}} (54 - 26) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t = 7079,22 \text{ detik} \approx 118 \text{ menit}$$

Biaya investasi yang diperlukan untuk sistem ini adalah:

Biaya tangki *stainless steel* 1 mm = Rp 310.000,00 (*)

Biaya *urethane* 3 mm = Rp 535.000,00 (*)

Biaya pipa tembaga ¼ inch = Rp 262.500,00 (*)

Biaya manufaktur, pemipaan, dan instalasi = Rp 130.000,00 (*)

Total biaya investasi per unit AC = Rp 1.237.500,00

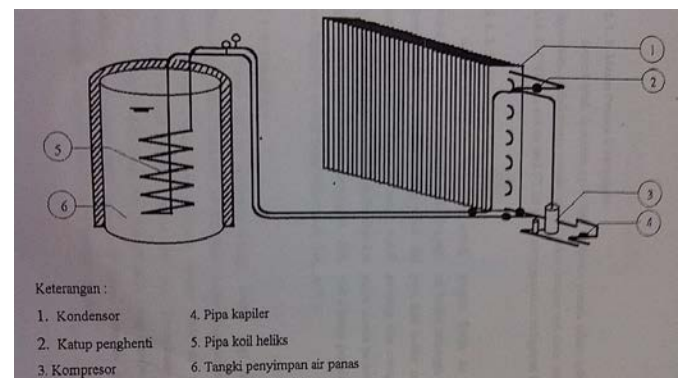
*Note: Biaya-biaya di atas merupakan harga rata-rata di Bandung per Mei 2012.

Rencana Konstruksi dan Performa Sistem

Untuk dapat menukarkan panas dari refrijeran ke air dingin dalam tangki penyimpan, diperlukan suatu penukar panas dengan konstruksi tertentu. Konstruksi penukar panas ini adalah sedemikian rupa sehingga jika diintegrasikan dengan sistem AC, penukar panas tidak mengganggu operasi AC. Jenis penukar panas yang direncanakan adalah penukar panas pipa koil heliks material tembaga dengan diameter ¼ inch karena jenis ini memiliki luas permukaan per unit volume yang besar dibandingkan pipa konus atau pipa multi-U. Pipa koil heliks ditunjukkan dalam Gambar 5 dan skema perencanaan konstruksi ditunjukkan dalam Gambar 6.



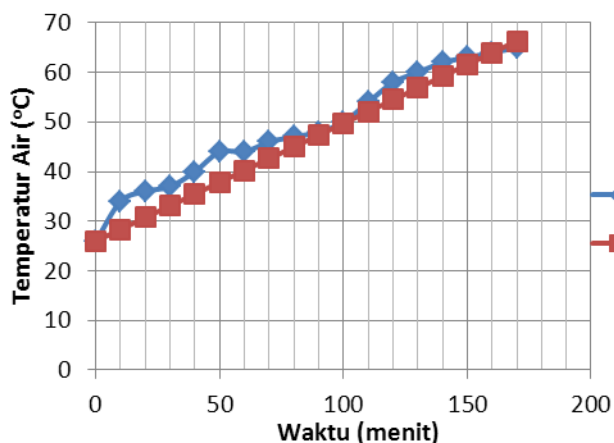
Gambar 5. Pipa koil heliks [6].



Gambar 6. Skema rencana konstruksi penukar panas [7].

Waktu kenaikan temperatur air perlu dipertimbangkan untuk mengetahui berapa lama air panas bisa dihasilkan bila menggunakan sistem AC integrasi pemanas air ini. Berdasarkan pada hasil rancangan, waktu yang diperlukan untuk memanaskan air dingin dari 26 °C hingga mencapai 54 °C adalah 118 menit. Hasil ini proporsional dengan hasil pengujian yang dilakukan oleh Ika Yuliani tahun 2010 [6] untuk pipa koil heliks, yaitu 100 menit untuk memanaskan air dari 26 °C hingga mencapai 50 °C, 120 menit untuk memanaskan air dari 26 °C hingga mencapai 60 °C, dan 165 menit untuk memanaskan air dari 26 °C hingga mencapai 65 °C. Grafik hubungan temperatur air hasil pengujian dan hasil perhitungan terhadap waktu untuk penukar panas jenis pipa koil heliks ditunjukkan dalam Gambar 4.5.

Gambar 7 menunjukkan bahwa kenaikan temperatur air hasil perhitungan memiliki pola yang linier, sedangkan kenaikan temperatur air hasil pengujian Ika Yuliani tahun 2010 [8] tidak linier. Akan tetapi, hasil perhitungan dan hasil pengujian cukup proporsional, dalam arti bahwa hasil perhitungan pemanfaatan panas AC untuk menaikkan temperatur air memang mendekati hasil yang didapat dari pengujian dengan pemasangan koil heliks pada sistem AC.



Gambar 7. Grafik temperatur air pada sistem integrasi [8]

Studi Kelayakan Pemanas Air Dual System

Studi kelayakan pemanas air *dual system* ini dievaluasi pada beberapa kondisi harian dan dilakukan analisis pada waktu pemanasan, biaya penggunaan listrik atau gas, nilai penghematan gas, serta syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk ketercapaian kondisi tersebut. Beberapa kondisi dalam analisis *dual system* antara lain yang pertama, AC dinyalakan 18 jam dilanjutkan dengan pemanas utama (WH) pada 6 jam berikutnya; yang kedua, AC dinyalakan 12 jam dilanjutkan dengan pemanas utama (WH) pada 12 jam berikutnya; yang ketiga, AC dinyalakan 6 jam dilanjutkan dengan penggunaan pemanas utama (WH) 18 jam berikutnya; dan kondisi-kondisi lainnya. Ringkasan studi kelayakan tersebut disajikan secara ringkas dalam Tabel 5.

Dari hasil studi kelayakan yang disajikan dalam Tabel 5, terlihat bahwa dengan memanfaatkan AC sebagai pendingin ruangan sekaligus pemanas air akan menghemat biaya operasional hotel sampai dengan Rp 5.000.000,00 tiap bulannya. Selain itu, biaya listrik AC yang dibayarkan tiap bulan akan bermanfaat ganda, yaitu untuk mengondisikan ruangan dan memanaskan air. Pertimbangan yang lain adalah dengan mengurangi penggunaan gas sebagai pemanas air, akan mengurangi resiko kerja karena penggunaan gas rawan terjadi ledakan. Penggunaan AC sebagai

sistem terintegrasi bukan berarti tanpa resiko, tetapi resiko kerja sistem integrasi ini relatif kecil dibanding dengan penggunaan gas.

Tabel 5. Studi Kelayakan Pemanas Air *Dual System*

Kondisi	Syarat	Waktu Pemanasan (menit)	Biaya Listrik/Gas (Rp juta per bulan)	Penghematan Gas (Rp juta per bulan)	Payback Period (bulan)
1 AC 100%	AC nyala 24 jam	118	13,5	5,0	5
2 AC 75% WH 25%	AC nyala 18 jam & WH nyala 6 jam	118 (AC) 19 (WH)	9,3 (AC) 1,3 (WH)	3,8	7
3 AC 50% & WH 50%	AC nyala 12 jam & WH nyala 12 jam	118 (AC) 19 (WH)	6,7 (AC) 2,5 (WH)	2,5	10
4 AC 25% & WH 75%	AC nyala 6 jam & WH nyala 18 jam	118 (AC) 19 (WH)	3,1 (AC) 3,8 (WH)	1,3	21
5 WH 100%	WH nyala 24 jam	19	5,0	0	--

Dari beberapa kondisi yang disajikan dalam Tabel 5 dan rekening energi pada Tabel 2, kondisi yang memungkinkan untuk diterapkan pada hotel ini adalah kondisi ketiga dalam Tabel 5, yaitu AC dinyalakan selama 12 jam mulai pukul 20.00 sampai pukul 08.00 keesokan harinya dan pemanas air dinyalakan juga selama 12 jam mulai pukul 08.00 sampai pukul 20.00. Dengan direkomendasikannya kondisi ketiga untuk operasional hotel Golongan B-2/TR di Bandung, maka saat masing-masing 12 jam penyalaan AC maupun pemanas air utama (WH), AC dan WH harus siap untuk penyediaan air panas apabila diperlukan oleh para tamu hotel. Dengan melihat waktu mandi orang-orang pada umumnya, yaitu antara pukul 06.00 sampai 09.00 pada pagi hari dan pukul 16.00 sampai 19.00 pada sore hari, maka sistem kondisi ketiga ini bisa dibilang siap untuk penyediaan air panas. WH dinyalakan dari pukul 08.00 sampai 20.00 dan rentang waktu ini mencakup waktu mandi sore secara umum dengan waktu pemanasan 19 menit, sedangkan AC dinyalakan dari pukul 20.00 sampai 08.00 dengan waktu pemanasan selama 118 menit masih layak untuk penyediaan air panas apabila orang-orang mandi antara pukul 06.00 sampai 09.00 tiap pagi.

Jika terdapat perubahan perilaku tamu, misalnya akibat cuaca di Bandung menjadi sangat panas pada siang hari bahkan malam hari sehingga AC dinyalakan terus-menerus selama 24 jam, maka kondisi yang berbeda dapat diterapkan pada hotel Golongan B-2/TR di Bandung. Jika AC dinyalakan terus selama 24 jam oleh para tamu di masing-masing kamar yang terisi,

maka kondisi pertama dalam Tabel 5 yang cocok diterapkan di hotel ini. Air panas untuk masing-masing kamar akan tersedia terus tanpa perlu menyalakan pemanas air utama, penghematan gas akan maksimal, *payback period* hanya 5 bulan, tetapi konsekuensinya adalah biaya listrik hotel akan naik akibat penggunaan AC nonstop. Demikian pula untuk perubahan perilaku tamu atau kondisi cuaca yang lain, kondisi yang diterapkan di hotel fleksibel untuk berubah, tetapi untuk saat ini, berdasarkan data yang ada di lapangan, kondisi ketiga merupakan kondisi yang paling cocok untuk diterapkan dalam operasional hotel.

Simpulan

Simpulan-simpulan yang bisa ditarik dari penelitian yang dilakukan dan data yang diperoleh adalah:

1. Konsumsi energi hotel dengan Golongan B-2/TR di Bandung masih dalam batas yang direkomendasikan, berdasarkan pada nilai intensitas konsumsi energi historis dan estimasinya.
2. Distribusi penggunaan energi di adalah 55% berasal dari listrik dan 45% lainnya berasal dari gas.
3. Distribusi penggunaan adalah 6% sektor penerangan, 24% sektor pemanasan skala kecil, 8% sektor penyimpanan *food&beverage*, 40% sektor pengondisian udara, dan 22% sektor peralatan lain.
4. Penghematan energi listrik bisa diaplikasikan pada sektor penerangan dan sektor penyimpanan *food&beverage* dengan nilai penghematan masing-masing sebesar Rp 208.656,00 per bulan dan Rp 1.086.326,00 per bulan.
5. Penggunaan sistem integrasi AC sebagai pemanas air layak diimplementasikan karena dapat

menghemat biaya operasional hotel dengan nilai manfaat AC yang meningkat tanpa mengurangi kenyamanan para tamu hotel.

Daftar Pustaka

1. Febryansyah, *Evaluasi Efisiensi Penggunaan Energi Hotel Geulis Bandung dan Pengembangan Perangkat Lunak Audit Energi*, Tugas Sarjana, Teknik Mesin FTMD ITB, Bandung, 2010.
2. A. Thumann dan W. J. Younger, *Handbook of Energy Audits*, 7th edition, The Fairmont Press, Inc., Lilburn, 2008.
3. Calor Gas Ltd, LPGenius from CALOR, 2010 (<http://www.calor.co.uk/customer-services/faqs/general/>, diakses 10 Mei 2012).
4. Michael J. Moran dan Howard N. Saphiro, *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, 5th edition, John Wiley & Sons, New York, 2000.
5. M. Ichwan, Air conditioner VS Water Heater, 2012 (<http://iwanservice.blogspot.com/2012/02/air-conditioner-vs-water-heater.html>, diakses 5 Mei 2012).
6. I. Yuliani, Abdurrachim, dan J. Hendrarsakti, Experimental Study of Utilization of Air Conditioner as Water Heater, dipresentasikan pada *The 5th International Conference on Cooling and Heating Technologies*, Bandung, 9-11 Desember 2010.
7. J. B. Sinaga, *Buku Kerja Audit Energi untuk Hotel dan Motel dan Pemanfaatan dari Kondensor untuk Pemanasan Air*, Tesis, Teknik Mesin FTMD ITB, Bandung, 2000.
8. Ika Yuliyani, *Kaji Eksperimental Pemanfaatan Ganda Mesin Pengkondisian Udara sebagai Pendingin dan Pemanas Air*, Tesis, Teknik Mesin FTMD ITB, Bandung, 2010.