

# Analisis Ekonomi *Solar Water Heater* (SWH) Pada Bangunan Gedung Studi Kasus : Hotel Dangau Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya

Abu Bakar

Program Magister Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak,  
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak  
e-mail : a\_bukatek@yahoo.co.id

**Abstract**– Based on NASA satellite observations of daily insolation in 2013 at the location of hotel Dangau latitude  $u = 0.0$ , longitude  $t = 109.3$ , an average of  $5.0816 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{day}$ . The high profile solar insolation in this location compared to the national average of  $4.80 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{day}$ . This suggests a potential source of solar energy as a source of thermal energy which can be used to produce hot water by using the tool Solar Water Heater (SWH) or PATS. By using the means already PATS utilizing renewable energy sources. This thesis examines the economic analysis in the installation of a solar water heater in buildings Dangau hotel. The use Solar Water Heater are commonly used for both residential dwelling, hospital, swimming pool, hotel. From the analysis of the economic feasibility of investment by using the method of calculation of Net Present Value (NPV), the result is greater than one, while the value of Discounted Payback Period (DPP) is smaller than the life of the investment for 20 years, and the Internal Rate of Return (IRR) more greater than the Minimum Attractive Rate of Return (MARR). Investment by comparing energy prices and tariffs PLN show satisfactory results, with rates of Rp.1.352 PLN / kWh (industrial tariffs B2 / TR) produces Discounted Payback Period (DPP) 12 years and 6 months. Assuming PLN rate increase every year 5%, then the value obtained during the DPP for 8 years and 11 months of the project's life for 20 years. These results indicate that investment in hotel Dangau Solar Water Heater installation is feasible.

**Keywords**– SWH, NPV, DPP, IRR, NASA, PLN rate.

## 1. Pendahuluan

Penggunaan Pemanas Air Tenaga Surya (PATS)/Solar Water Heater (SWH) di dunia saat ini berkembang sangat pesat. Cina adalah negara produsen dan pengguna sistem PATS terbesar di dunia, sejak tahun 80-an pasar PATS tumbuh dengan pesat, terutama berfokus pada penggunaan untuk rumah tangga di kota-kota kecil dan kota-kota besar. Saat ini, daerah pemasangan kolektor pemanas air di Cina mencapai 100 juta meter persegi . Itu hampir 80 % dari kapasitas PATS yang terpasang di seluruh dunia. Besarnya penggunaan PATS di Cina tak lepas dari kondisi cuaca

dan keadaan insolasi matahari didaratan Cina. Negara Cina sebenarnya memiliki insolasi rata-rata (3-3,9) kWh/m<sup>2</sup>/hari, setara dengan 1394 kWh/m<sup>2</sup>/tahun <sup>[1]</sup>, masih di bawah dari insolasi rata-rata di Indonesia yaitu 4,80 kWh/m<sup>2</sup>/hari, setara dengan 1845 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. <sup>[2]</sup>. Potensi energi panas matahari di Indonesia sekitar 4,8 Kilo Watt hour/meter persegi (KWh/m<sup>2</sup>) atau setara dengan 112 ribu Giga Watt peak (GWp). Namun saat ini energi matahari yang sudah dimanfaatkan hanya sekitar 10 Mega Watt peak (MWp). Ini berarti, potensi energi matahari yang sudah dimanfaatkan masih jauh dari angka 1%. <sup>[3]</sup>.

Dalam penelitian ini akan membahas tentang kelayakan ekonomis penggunaan Pemanas Air Tenaga Matahari (PATS) atau lebih dikenal dengan Solar Water Heater (SWH) pada lokasi hotel Dangau yang berlokasi di wilayah Kabupaten Kubu Raya, Propinsi Kalimantan Barat, pada lokasi ini berdasarkan pengamatan satelit NASA <sup>[4]</sup>, didapat insolasi harian rata-rata 5,0816 kWh/m<sup>2</sup>/hari, nilai ini ternyata lebih besar dari rata-rata Nasional yaitu sebesar 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari.

## 2 Teori Dasar

### 2.1 Persamaan Keseimbangan Energi Pada Kolektor Pelat Datar <sup>[5, 6, 7, 8, 9]</sup>

Untuk melakukan analisis energi pada kolektor pelat datar adalah kesetimbangan energi. Kesetimbangan energi ini menunjukkan adanya energi matahari yang diterima menjadi energi yang berguna, dengan rugi-rugi energi thermal dan energi optik. Dengan asumsi kolektor beroperasi dalam keadaan tunak /steady state , energi panas yang dikumpulkan ( $Q_u$ ) sama dengan energi yang diserap ( $Q_i$ ) dikurangi dengan energi rugi-rugi sekeliling  $Q_o$  :

$$Q_u = Q_i - Q_o \dots\dots\dots (1)$$

Energi panas yang diserap sebanding dengan perkalian radiasi matahari yang diserap kolektor (S), dengan luas kolektor (A) ;

$$Q_i = S \cdot A \dots\dots\dots (2)$$

Radiasi matahari yang diserap oleh kolektor sebanding dengan perkalian antara nilai koefisien penyerapan transmisi rata-rata (*transmission absorption coefficient*)  $\tau\alpha$  dengan radiasi matahari yang datang I :

$S = \tau\alpha \cdot I$  ..... (3)  
 Energi thermal yang hilang dari kolektor ke sekeliling dengan konduksi, konveksi, dan radisi infra merah dapat diwakili dengan koefisien kehilangan panas  $U_L$ , dan perbedaan antara temperatur rata-rata pelat absorber (collector average temperature)  $t_c$ , dan temperature lingkungan (ambient)  $t_a$ . Persamaan rugi-rugi thermal didefinisikan sebagai berikut [5,7] ;

$$Q_o = U_L A (t_c - t_a) \dots\dots\dots (4)$$

Maka didapat besarnya energi yang berguna  $Q_u$  ;

$$Q_u = Q_i - Q_o = I \cdot \tau\alpha \cdot A - U_L A (t_c - t_a) \\ = A [I \cdot \tau\alpha - U_L (t_c - t_a)] \dots\dots\dots (5)$$

Secara umum, dalam kondisi steady state, panas berguna yang diberikan oleh kolektor surya adalah sama dengan energi yang diserap oleh cairan perpindahan panas atau kerugian panas tidak langsung dari permukaan ke lingkungan. Energi berguna yang dikumpulkan dari kolektor dapat diperoleh dari rumus berikut :

$$Q_u = A [I \cdot \tau\alpha - U_L (t_c - t_a)] = m \cdot C_p (t_o - t_i)$$

Daya berguna yang diberikan kolektor surya ke air dapat dihitung dari rumus :

$$Q_u = m \cdot C_p (t_o - t_i) \dots\dots\dots (6)$$

Karena massa jenis air  $\rho_{H_2O} = 0,994$  kg/liter, persamaan (6) dapat ditulis ;

$$Q_u = m \cdot C_p (t_o - t_i) \cdot \rho_{H_2O} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana ;

- I = intensitas radiasi matahari, Watt/m<sup>2</sup>
- A = luas kolektor m<sup>2</sup>
- $t_i$  = temperatur fluida yang masuk °C
- $t_o$  = temperatur keluar °C
- $Q_i$  = energi input panas kolektor, Watt
- $Q_u$  = energi berguna/yang dikumpulkan/yang didapat, Watt
- $Q_o$  = rugi panas/panas yang hilang, Watt
- m = volume air (liter).
- $C_p$  = kapasitas panas jenis air = 4,184 (kJ/kg °C)
- $\tau\alpha$  = koefisien penyerapan transmisi (*Transmission absorption coefficient*)
- $t_o$  = suhu air keluar (60°C)
- $t_1$  = suhu air masuk (°C)

**2.2. Heat Removal Factor ( $F_R$ )**

Heat removal factor / factor pemindahan panas, didefinisikan sebagai besaran yang menghubungkan penerimaan energi berguna dari kolektor dengan penerimaan energi berguna jika seluruh permukaan kolektor berada pada temperature fluida masuk. Faktor pemindahan panas kolektor,  $F_R$  secara matematis ditulis dengan;

$$F_R = \frac{m c_p (t_o - t_i)}{A [I \tau\alpha - U_L (t_c - t_a)]} \dots\dots\dots (8)$$

Penerimaan energi berguna maksimum yang ada dalam kolektor terjadi ketika seluruh kolektor berada pada temperature fluida masuk. Energi aktual yang dihasilkan merupakan perkalian dari faktor pemindahan panas dikalikan dengan hasil perolehan energi berguna maksimum,

$$Q_u = F_R A [I \tau\alpha - U_L (t_c - t_a)] \dots\dots\dots (9)$$

Untuk kolektor plat datar persamaan (Duffie dan Beckman) [5] :

$$Q_u = F_R A [I \tau\alpha - U_L \Delta T] \dots\dots\dots (10)$$

Dimana ;

- $F_R$  = faktor pemindah panas kolektor (*collector's heat removal factor*)
- $U_L$  = koefisien kehilangan panas kolektor (w/m<sup>2</sup>/°C)
- $\Delta T$  = perbedaan antara temperatur rata-rata pelat absorber (*collector average temperature*)  $t_c$ , dan temperature lingkungan (*ambient*)  $t_a$ .

**2.3. Efisiensi Kolektor**

Ukuran kinerja kolektor plat datar adalah efisiensi kolektor ( $\eta$ ) didefinisikan sebagai rasio dari energi yang berguna ( $Q_u$ ) terhadap radiasi matahari yang diterima oleh kolektor pada satuan luas ( $AI$ ) yang terjadi selama periode waktu tertentu:

$$\eta = \frac{\int Q_u dt}{A \int I dt} \dots\dots\dots (11)$$

Efisiensi thermal sesaat dari kolektor adalah :

$$\eta = \frac{Q_u}{AI} \dots\dots\dots (12)$$

Substitusi ke persamaan (9) diperoleh :

$$\eta = F_R (\tau\alpha) - F_R U_L \left( \frac{t_c - t_a}{I} \right) \dots\dots\dots (13)$$

Jika dianggap  $F_R, \tau\alpha, U_L$  adalah konstan, maka efisiensi fungsi liner dari tiga parameter :

- I = intensitas radiasi matahari, watt/m<sup>2</sup>.
  - $t_c$  = suhu kolektor rata-rata merupakan penjumlahan dari suhu minimum dan suhu maksimum dibagi dua [8].
  - $t_a$  = Suhu ambient .
- Menurut Retscreen International [9], untuk kolektor flat datar nilai :

$$F_R (\tau\alpha) = 0.68 \\ F_R (U_L) = 4.90 (W/m^2)/°C \\ \text{persamaa (13) menjadi :} \\ \eta = 0,68 - 4,90 \left( \frac{t_c - t_a}{I} \right) \dots\dots\dots (14)$$

**2.4 Analisis Ekonomi**

**2.4.1 Biaya Siklus Hidup (Life Cycle Cost/LCC) <sup>[11, 12]</sup>**

Biaya siklus hidup suatu sistem adalah semua biaya yang dikeluarkan oleh suatu sistem selama kehidupannya. Pada sistem PATS, biaya siklus hidup (LCC) ditentukan oleh nilai sekarang dari biaya total sistem PATS, yang terdiri dari biaya investasi awal, biaya jangka panjang untuk pemeliharaan dan operasional serta biaya penggantian komponen. Biaya siklus hidup (LCC), (Kolhe dkk., 2002 ; Foster dkk., 2010), diperhitungkan dengan rumus sbb <sup>[12]</sup> ;

$$LCC = C + M_{op} + M_{pk} \dots\dots\dots (15)$$

Dimana ;

LCC = Biaya siklus hidup (LCC).

C = Biaya investasi awal adalah biaya awal yang dikeluarkan untuk pembelian komponen-komponen PATS, biaya instalasi dan biaya lainnya.

$M_{op}$  = Biaya nilai sekarang untuk total biaya pemeliharaan dan operasional selama n tahun atau selama umur proyek.

$M_{pk}$  = Biaya nilai sekarang untuk biaya penggantian yang harus dikeluarkan selama umur proyek. Contoh biaya penggantian komponen.

Nilai sekarang biaya tahunan yang akan dikeluarkan beberapa waktu mendatang (selama umur proyek) dengan jumlah pengeluaran yang tetap dihitung dengan rumus sebagai berikut <sup>[13]</sup> :

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \dots\dots\dots (16)$$

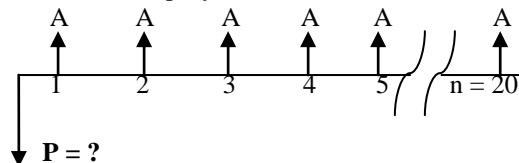
Dimana :

P = Nilai sekarang biaya tahunan selama umur proyek.

A = Biaya tahunan.

i = Tingkat diskonto

n = Umur proyek.



Gambar. 1. Aliran kas

**2.4.2 Faktor Diskonto <sup>[13, 14]</sup>**

Faktor diskonto adalah faktor yang menerjemahkan keuntungan finansial yang diharapkan atau biaya pada suatu tahun di masa yang akan datang ke dalam nilai sekarang, adapun rumus faktor diskonto adalah sebagai berikut :

$$D_F = \frac{1}{(1+i)^n} \dots\dots\dots (17)$$

Dimana :

$D_F$  = faktor diskonto

i = tingkat diskonto/tingkat bunga.

n = periode dalam tahun (jumlah tahun dari tanggal awal program atau kegiatan sampai tahun tertentu di masa depan).

**2.4.3 Faktor Pemulihan Modal**

Nilai tahunan (A) bila diketahui nilai sekarang (Pi) tingkat suku bunga (i) dan periode (n), disebut juga pemasukan kembali modal (capital recovery).

$$A = Pi \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = Pi \text{ CRF}$$

Faktor bunganya disebut dengan *uniform series capital recovery factor* (CRF) ;

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots (18)$$

Dimana :

CRF = Faktor pemulihan modal/ *capital recovery factor* (CRF).

i = tingkat diskonto.

n = periode dalam tahun (umur investasi).

**2.4.4 Biaya Energi (Cost Of Energy/COE)**

Biaya energi dari PATS diperhitungkan dengan rumus seperti berikut :

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{A \text{ kWh}} \dots\dots\dots (19)$$

Dimana ;

COE = *Cost of energy* atau biaya energi (Rp/kWh).

CRF = faktor pemulihan modal.

LCC = total biaya investasi dan biaya operasi dan pemeliharaan.

A kWh = energi yang dihasilkan tahunan (kWh/tahun).

**2.4.5 Analisa Kelayakan Investasi <sup>[12, 13]</sup>**

**2.4.5.1 Net Present Value**

Untuk menghitung Net Present Value digunakan rumus sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCFt}{(1+i)^t} - C \dots\dots\dots (20)$$

Dimana :

NCFt = Net Cash Flow periode tahun ke -1 sampai tahun ke -n

C = Investai awal

i = tingkat diskonto

n = periode dalam tahun (umur investasi).

**2.4.5.2 Discounted Payback Period (DPP) <sup>[13, 14]</sup>**

Rumus dari *Discounted Payback Period* adalah :

$$DPP = n + [ (a-b)/c ] \times 12 \text{ bulan} \dots\dots\dots (21)$$

Dimana :

n = tahun terakhir dimana arus kas belum bisa menutup *initial investment*

a = jumlah *initial investment* (total investasi)

b = jumlah kumulatif arus kas bersih yang telah di kalikan df sampai tahun ke-n.

$c$  = jumlah arus kas bersih yang telah di kalikan diskon faktor tahun ke-  $n+1$ .

**2.4.5.3 Tingkat Pengembalian Internal (Internal Rate of Return/IRR)**

$$IRR = i_1 + \left( \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) \times (i_2 - i_1) \dots\dots(22)$$

Dimana ;

IRR = Internal rate of return (%)

$NPV_1$  = Net Present Value dengan tingkat bunga rendah (Rp).

$NPV_2$  = Net Present Value dengan tingkat bunga tinggi (Rp).

$i_1$  = tingkat bunga pertama (%)

$i_2$  = tingkat bunga kedua (%).

**3 Hasil Penelitian**

**3.1 Kebutuhan Energi Untuk Suplai Air Panas**

Total air panas pada suhu 60 °C yang digunakan dalam satu hari pada di hotel Dangau = 16.410 liter/hari, jika asumsi hunian 70 % dari jumlah total kamar , maka kebutuhan air panas dalam satu hari menjadi 70% x 16.410 liter/hari = 6601,516 liter/hari. Energi thermal yang dibutuhkan untuk mensuplay air panas untuk kebutuhan selama satu tahun, sebesar ;  
 $Q_u = 240.698.588,35$  Kj/tahun, dikonversi ke dalam watt menjadi  $66.860,72$  kWh/tahun.

**3.2 Menghitung Energi Thermal yang Dihasilkan Dari PATS**

Energi thermal yang dihasilkan oleh PATS tergantung dari besarnya efisiensi dari kolektor, Energi yang disuplai oleh kolektor merupakan hasil dari perkalian efisiensi dengan besarnya insolasi matahari, seperti pada rumus (14), hasil perhitungan selama setahun besar energi yang disuplay oleh kolektor  $1.261,0387$  kWh/m<sup>2</sup>/tahun.

**3.3 Menghitung Jumlah Panel Kolektor PATS**

Berdasarkan perhitungan yang didapat bahwa kebutuhan energi untuk suplai air panas selama satu tahun adalah 66.860,72 kWh/tahun, sementara energi yang dibangkitkan oleh kolektor selama setahun adalah: 1.261,0387 kWh/m<sup>2</sup>/tahun, dari hasil tersebut dapat dicari luas kolektor yang harus dipasang :

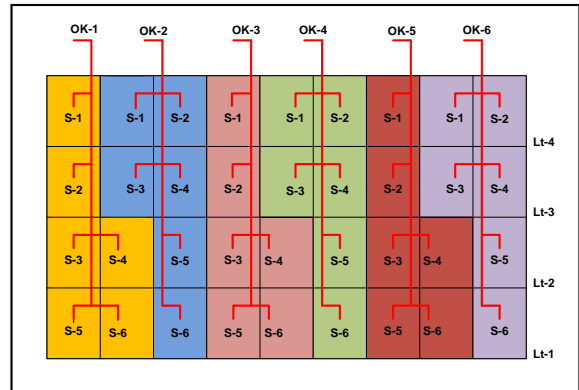
$$A = \frac{66.860,72 \text{ kWh/tahun}}{1.261,0387 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{tahun}}} = 53,02 \text{ m}^2$$

Jika luas satu unit kolektor = 2 m<sup>2</sup>, maka jumlah kolektor yang dibutuhkan adalah ;

$$N = \frac{53,02 \text{ m}^2}{2 \text{ m}^2} = 26,51 \text{ unit} = 27 \text{ unit}$$

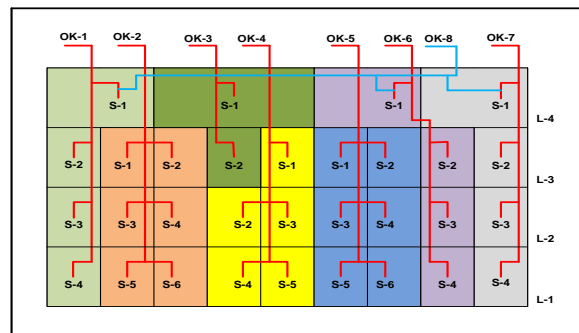
Total luas kolektor 27 unit x 2 m<sup>2</sup> = 54 m<sup>2</sup>  
 Jumlah tabung dengan kapasitas 300 liter dibutuhkan 13 unit, masing-masing tabung dipasang dua unit panel kolektor, tabung dengan kapasitas 150 liter dibutuhkan

satu unit panel kolektor, dengan demikian total panel kolektor yang dibutuhkan 27 unit. Pemasangan instalasi PATS direncanakan seperti pada gambar 2 dan gambar 3.



Sumber : Hasil Penelitian.

Gambar 2. Instalasi pemipaan PATS kamar sayap kiri.



Sumber : Hasil Penelitian.

Gambar 3. Instalasi pemipaan PATS kamar sayap kanan.

**3.4 Menghitung kWh Produksi PATS**

Dari perhitungan telah diketahui bahwa kWh produksi tahunan dari PATS adalah 1.261,0387 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Dengan menggunakan panel kolektor sebanyak 27 unit atau setara dengan 27 x 2 m<sup>2</sup> = 54 m<sup>2</sup>, maka kWh produksi PATS menjadi ;  
 $1.261,0387 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{tahun} \times 54 \text{ m}^2 = 68.096,0898 \text{ kWh/tahun}$ .

**3.5 Menghitung Biaya Siklus Hidup (Life Cycle Cost/LCC)**

Biaya investasi awal PATS meliputi biaya-biaya, antara lain [15] ;

- Biaya untuk pembelian panel kolektor
  - Biaya pembelian tabung
  - Biaya pembelian pompa
  - Rak penyangga panel
  - Instalasi pemipaan untuk air panas dan air dingin.
- Total biaya investasi berdasarkan harga material pada saat penelitian = Rp. 553.986.820,00

Besarnya biaya pemeliharaan dan operasional ( $M_{op}$ ) per tahun dari PATS dapat dihitung sebagai berikut ;

$$M_{op} = 2\% \times \text{Total biaya investasi (C)} \\
= 0,02 \times \text{Rp. } 553.986.820,00/\text{tahun} \\
= \text{Rp. } 11.079.736,40/\text{tahun}$$

Besarnya biaya penggantian komponen ( $M_{pk}$ ) per tahun dari PATS dapat dihitung sebagai berikut ;

$$\begin{aligned} M_{pk} &= 2\% \times \text{Total biaya investas (C)} \\ &= 0,02 \times \text{Rp. } 553.986.820,00/\text{tahun} \\ &= \text{Rp. } 11.079.736,40/\text{tahun}. \end{aligned}$$

Total biaya perawatan, operasional dan penggantian komponen menjadi ;

$$\begin{aligned} &\text{Rp. } 11.079.736,40 + \text{Rp. } 11.079.736,40 \\ &= \text{Rp. } 22.159.472,80/\text{tahun}. \end{aligned}$$

Total biaya operasional dan pemeliharaan  $M_{op}$  dan biaya penggantian komponen  $M_{pk}$ , biaya tahunannya (A) adalah = Rp. Rp. 22.159.472,80/tahun, dengan tingkat diskonto, (i) = 7,5 % dan umur proyek n = 20 tahun, maka dapat dihitung nilai sekarang (P) untuk biaya operasional dan pemeliharaan  $M_{op}$  dan biaya penggantian komponen  $M_{pk}$ , dihitung dengan rumus (16) menjadi ;

$$P = \text{Rp. } 22.159.472,80 \left[ \frac{1 - (1 + 0,075)^{-20}}{0,075} \right] + 0,075^{20}$$

$$P = \text{Rp. } 22.159.472,80 \times 10,1945$$

$$P = \text{Rp. } 225.904.745,5.$$

Jadi nilai sekarang (P) untuk biaya operasional dan pemeliharaan  $M_{op}$  serta biaya penggantian komponen  $M_{pk}$  ;  $M_{op} + M_{pk} = \text{Rp. } 225.904.745,5$

Sehingga biaya siklus hidup (LCC) PATS pada penelitian ini menjadi ;

$$LCC = C + M_{op} + M_{pk}$$

$$LCC = \text{Rp. } 553.986.820,00 + \text{Rp. } 225.904.745,5.$$

$$LCC = \text{Rp. } 779.891.565,5$$

### 3.6 Menghitung Biaya Energi PATS (Cost Of Energy/COE)

Faktor pemulihan modal (CRF) untuk mengkonversikan semua arus kas biaya siklus hidup (LCC) menjadi serangkaian biaya tahunan, diperhitungkan dengan rumus (2-27) sebagai berikut ;

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$CRF = \frac{0,075(1+0,075)^{20}}{(1+0,075)^{20} - 1}$$

$$CRF = 0,098093$$

Energi yang dihasilkan oleh kolektor adalah 1.261,0387 kWh/m<sup>2</sup>.tahun, sedangkan kolektor yang digunakan sebanyak 27 unit atau setara dengan 54 m<sup>2</sup>, dengan demikian energi yang dihasilkan oleh kolektor selama setahun = 1.261,0387Wh/m<sup>2</sup>.tahun x 54 m<sup>2</sup> = 68.096,0898 kWh/tahun.

AkWh produksi tahunan = 68.096,089 kWh/tahun.

Berdasarkan hasil perhitungan LCC, CRF, dan produksi AkWh tahunan maka besar biaya energi (COE) untuk PATS yang akan dipasang di hotel Dangau adalah sebagai berikut :

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{AkWh}$$

$$COE = \frac{\text{Rp. } \frac{779.891.565,5}{\text{tahun}} \times 0,098093}{68.096,089 \text{ kWh /tahun}}$$

$$COE = \text{Rp. } 1.123,44/\text{kWh}.$$

Jadi biaya energi PATS (Cost Of Energy/COE) = Rp. 1.123,44/kWh.

### 3.7 Analisa Kelayakan Investasi PATS

Arus kas masuk tahunan PATS yang akan

dikembangkan di hotel Dangau dihitung dengan dua cara, yaitu ;

1. Dengan kWh produksi tahunan PATS sebesar 68.096,0898 kWh/tahun, dan biaya energi sebesar Rp. 1.123,44/kWh, maka besar arus kas masuk tahunan adalah ;

$$\text{Rp. } 1.123,44/\text{kWh} \times 68.096,0898 \text{ kWh/tahun} = \text{Rp. } 76.501.871,12 /\text{tahun}.$$

2. Dengan mengalikan kWh produksi PATS dan tarif listrik PLN Rp.1352/kWh, , maka besar arus kas masuk tahunan dengan kWh produksi tahunan PATS sebesar 68.096,089 kWh/tahun, adalah ;

$$\text{Rp. } 1.352/\text{kWh} \times 68.096,089 \text{ kWh/tahun} = \text{Rp. } 92.065.913,41/\text{tahun}.$$

#### 3. 3.7.1 Net Present Value (NPV)

Hasil perhitungan NPV menunjukkan hasil yang positif ( $NPV > I$ ). Dari hasil ini bahwa pemasangan PATS di hotel Dangau layak untuk dilakukan.

#### 3.7.2. DPP Berdasarkan Biaya per unit Energi dan Biaya Tarif PLN<sup>[12, 13]</sup>

Biaya per unit energi dari hasil hitungan didapat DPP selama 19 tahun 12 bulan = 20 tahun, sedangkan berdasarkan tarif PLN dengan harga Rp.1352/kWh, didapat DPP selama 12 tahun 6 bulan. Dengan mengasumsikan kenaikan tarif PLN setiap tahun sebesar 5 % dari harga kWh sebesar Rp.1.352/kWh, maka didapat DPP 8 tahun 11 bulan.

#### 3.7.3 Internal Rate of Return (IRR)

Dengan metode perhitungan coba-coba (trial and error) guna mendapat nilai IRR, dengan interpolasi antara suku bunga 7,5 % dan 12 %, dan didapat suku bunga 11,248 %. Maka didapat  $IRR = 11,248\% > MARR = 7,5\%$ . Dengan hasil ini, pemasangan PATS sangat layak.

## 4. Kesimpulan

1. Dengan insolasi sebesar 5,0816 kWh/m<sup>2</sup>/hari, atau setara dengan 1845 kWh/m<sup>2</sup>/tahun, maka penggunaan PATS sangat memungkinkan.
2. Energi thermal yang dihasilkan dari PATS yang terpasang di hotel Dangau sebesar 68.096,0898 kWh/tahun, biaya energi dari PATS (Cost Of Energy /COE) sebesar Rp. 1.123,44/kWh, dari analisa ekonomis didapat Discount Payback Periode (DPP) selama 20 tahun. Dengan harga kWh PLN berdasarkan tarif industry (B2/TR) sebesar Rp. 1.352/kWh didapatkan Discount Payback Periode (DPP) selama 12 tahun 6 bulan, dengan mengasumsikan kenaikan tarif PLN setiap tahun sebesar 5 % dari harga kWh sebesar Rp.1.352/kWh, maka didapat Discount Payback Periode (DPP) selama 8 tahun 11 bulan.

3. Penggunaan *Solar Water Heater* yang bersumberkan dari energi thermal matahari dapat menggantikan *Electric Water Heater* yang bersumber dari energi listrik PLN, yang berbasiskan bahan bakarnya dari fosil yang semakin langka dan mahal.

#### Referensi :

- [1] Li Hua Programme advisor Novem, Swentiboldstraat, *China's solar thermal industry : Threat or opportunity for European companies?*, Annual report 2000: China Solar Water Heater industry Development.
- [2] [http://www.altestore.com/howto/Solar-Electric Power/Reference- Materials/Solar-Insolation-Map-World/a43/](http://www.altestore.com/howto/Solar-Electric-Power/Reference-Materials/Solar-Insolation-Map-World/a43/)(diakses tgl 22-05-2014).
- [3] Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral-ESDM- Magazine Edisi 04-2012.
- [4] <http://www.retscreen.net/ang/home.php>
- [5] Duffie, J.A. and Beckman, W.A., *Solar Engineering of Thermal Processes, 4<sup>th</sup> Edition*, John Wiley & Sons, 2013.
- [6] Owura Kofi Amoabeng, *Assessing The Feasibility Of A Solar Water Heating System Based On Performance And Economic Analysis*, A Thesis submitted to The School of Graduate Studies Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, In partial fulfilment of the requirements for the Degree Master Of Science in Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering College of Engineering, August, 2012, Ghana.
- [7] Fabio Struckmann, *Analysis of a Flat-plate Solar Collector*, Dept. of Energy Sciences, Faculty of Engineering, Lund University, 2008, Sweden.
- [8] Soteris A. Kalogirou, *Solar thermal collectors and applications*, Department of Mechanical Engineering, Higher Technical Institute, P.O. Box 20423, Nicosia 2152, Cyprus, Received 18 June 2003; accepted 10 February 2004.
- [9] Clean Energy Project Analysis : *Retscreen®Engineering & Cases Textbook*, Chapter ; Solar Water Heating Project Analysis. ISBN: 0-622-35674-8 , PDF ©Minister of Natural Resources, 2001 – 2004, Canada.
- [10] Gary Leonard Fahy, *An analysis of the feasibility of using a Solar Water Heating system in a Hotel: A Case Study*, Dissertation towards partial fulfilment of the Degree of Master of Science in Sustainable Energy Engineering, University of Cape Town, 2010.
- [11] Bassam Ahmed A.Abdel-Ghani, *TECHNO-ECONOMIC EVALUATION OF ELECTRIFICATION OF SMALL VILLAGES IN PALESTINE BY CENTRALIZED AND DECENTRALIZED PV SYSTEM*, , Faculty of Graduate Studies, at An-Najah National University, Nablus, Palestine. 2008
- [12] I Dewa Ayu Sri Santiari, *Studi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Tambahan Pada Industri Perhotelan Di Nusa Lembongan Bali*, Program Magister Studi Teknik Elektro, Program Pasca Sarjana Universitas Udayana Denpasar, 2011.

- [13] Kodoatie, Robert J, (1994), *Analisa Ekonomi Teknik Elektro*, Program Pasca Sarjana Universitas Udayana Denpasar, 2011.Teknik, Edisi 1, Biro Penerbit Fakultas Teknik, UNDIP, Semarang.

- [14] I Nyoman Pujawan, *Ekonomi Teknik*, Cetakan kedua 2009, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, , Penerbit Guna Widya.

- [15] <http://www.wikawaterheatercenter.com>

- [16] SNI 03-7065-2005, Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*.

#### Biografi :

**Abu Bakar**, lahir di Pontianak pada tanggal 28 April 1962. Menempuh pendidikan SDN 4 Pontianak, SLTPN 6 Pontianak, SMUN 3 Pontianak, S-1 Teknik Listrik di Universitas Tanjungpura Pontianak, dan lulus *Prodi Manajemen Energi, Magister Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak tahun 2016*. Sejak tahun 1994 sampai sekarang bekerja sebagai Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak.

