



Analisis Perbandingan Performansi AC *Split* Konvensional dengan AC *Split* Tenaga Surya

Yudhy Kurniawan¹, Bobi Khoerun², Sikaayatur Rohma³
^{1,2,3}Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu
¹yudhy@polindra.ac.id ²bobikhoerun@polindra.ac.id ³sikaayatur@gmail.com

Abstract

Currently, the world's energy needs are still dominated by depleting fossil fuels, where the largest consumption produced from these fossils is electrical energy. For tropical country conditions, on average, every house and in city buildings use split AC as a tool to condition the room so that it feels comfortable for its residents. Where about 60% utilize electrical energy. In this study, split AC uses solar power as an alternative to electrical energy by using a solar photovoltage (PV) system as a medium for absorbing solar radiation to be converted into electrical energy in split AC. The goal is that the use of solar radiation is able to reduce the use of electricity from PLN, which so far requires a large amount of money. The research method begins by making a model of a device that is modified by an electric panel on a split AC connected to an inverter to convert DC to AC current from the PV cell. From the use of solar cells as electrical energy then the test results are compared with conventional split AC. The results obtained from the conventional split AC test can be seen that the efficiency is 85% while the solar-powered split AC has an efficiency of 73%, but for the use of electrical power that operates for 2 hours on a solar-powered split AC, it is more efficient with a power of 376 Wh per day.

Keywords: performance, energi savings, *split AC*, solar energi

Abstrak

Saat ini kebutuhan energi di dunia masih didominasi bahan bakar fosil yang semakin menipis, dimana konsumsi terbesar yang dihasilkan dari fosil ini adalah energi listrik. Untuk kondisi negara tropis rata-rata setiap rumah maupun di gedung-gedung kota banyak menggunakan AC *split* sebagai alat untuk mengkondisikan ruangan agar terasa nyaman bagi penghuninya. Dimana sekitar 60% memanfaatkan energi listrik. Dalam penelitian ini AC *split* menggunakan tenaga surya sebagai alternatif energi listrik dengan menggunakan *solar photovoltage* (PV) system sebagai media penyerap sinar matahari untuk dikonversikan menjadi energi listrik pada AC *split*. Tujuannya agar pemanfaatan radiasi matahari mampu mereduksi penggunaan energi listrik dari PLN yang selama ini membutuhkan biaya yang besar. Metode penelitian diawali dengan membuat model alat yang dimodifikasi panel listrik pada AC *split* yang dihubungkan pada inverter untuk mengubah arus DC menjadi AC dari PV *cell*. Dari penggunaan *solar cell* sebagai energi listrik kemudian dibandingkan hasil pengujiannya dengan AC *split* konvensional. Hasil yang diperoleh dari pengujian AC *split* konvensional dapat diketahui efisiensi sebesar 85% sedangkan AC *split* tenaga surya diperoleh efisiensi sebesar 73%, namun untuk pemakaian daya listrik yang beroperasi selama 2 jam pada AC *split* tenaga surya lebih hemat dengan daya 376 Wh perhari.

Kata kunci: Performansi, penghematan energi, AC *split*, energi surya

1. Pendahuluan

Saat ini, alat pengkondisian udara (*air conditioner* /AC) sudah menjadi kebutuhan primer bagi sebagian besar penduduk perkotaan sudah menjadi barang perabot umum pada rumah tangga perkotaan. Alat pengkondisian udara banyak diperlukan karena Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dimana kondisi udara cenderung panas dan lembab, sehingga tidak nyaman untuk beraktivitas.

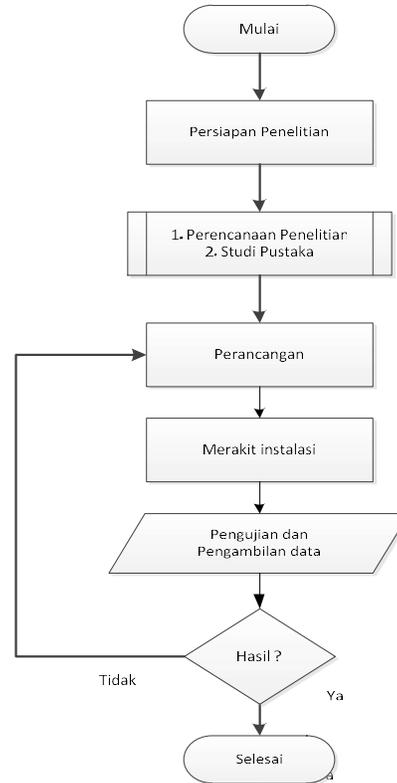
Pengkondisi udara umumnya mengkonsumsi energi listrik untuk beroperasi yang besarnya tergantung dari kapasitas pendinginannya. Pada kondisi yang lain perlu disadari bahwa kebutuhan akan bahan bakar fosil semakin besar sementara ketersediaannya semakin menipis, sehingga jika tidak dilakukan inovasi tentang energi alternatif akan mengancam generasi yang akan datang, dan untuk saat ini konsumsi terbesar sekitar 42,5 % ada pada total konsumsi listrik, sedangkan kebutuhan energi listrik

terbesar ada pada penggunaan pengkondisian udara (AC *split*) [1]. Dengan alasan ini pula menjadi perhatian penelitian terhadap pemanfaatan energi terbarukan seperti energi matahari sebagai energi listrik pada AC *split* yang diharapkan dapat menghemat biaya listrik. Pemanfaatan energi terbarukan diantaranya dengan memanfaatkan tenaga radiasi matahari dengan menggunakan sel surya sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik, untuk pemanfaatan sumber energi alternatif [3].

Pada saat ini, lebih dari 10% energi listrik dikonsumsi dalam bentuk DC dan diperkirakan dimasa yang akan datang banyak peralatan elektronik menggunakan sumber arus DC [4]. Sedangkan pada *Air Conditioning* kerja kompresor menggunakan arus AC, sehingga dibutuhkan inverter untuk mengubah menjadi arus AC. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis seberapa besar performansi dari system AC *split* yang dimodifikasi dengan tenaga surya, dibandingkan dengan AC *split* konvensional, serta seberapa besar penghematan biaya yang dihasilkan dari pemanfaatan energi matahari ini. Sehingga tujuan penelitian dapat menjadi referensi untuk pengembangan teknologi AC *split* dengan pemanfaatan energi alternatif khususnya tenaga surya.

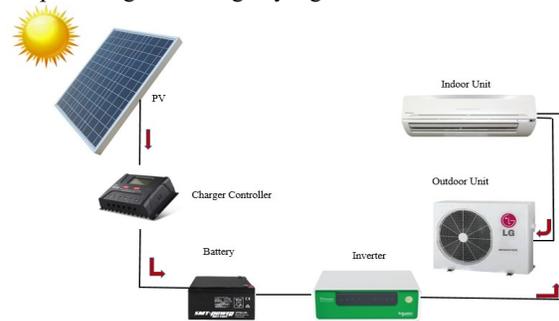
2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah secara teoritis dan eksperimental. Metode secara teoritis menggunakan parameter rancangan dari system AC *split* yang sudah dimodifikasi dengan system *solar cell*, sedangkan metode secara eksperimental dilakukan setelah prototipe alat beroperasi dengan baik kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui perbandingan analisis performansi system AC *split* yang sudah dimodifikasi tersebut dengan AC *split* konvensional. Tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram alir (*flowchart*) penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 1.



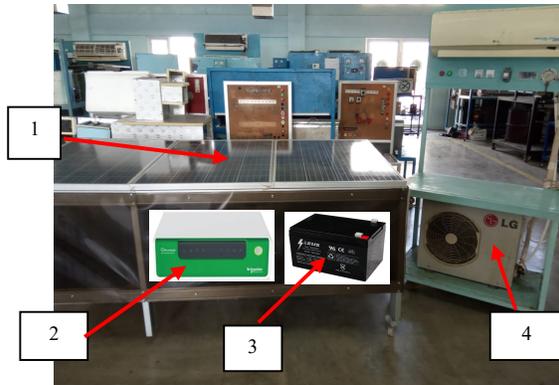
Gambar 1. Diagram alir penelitian

1. Tahapan Persiapan Penelitian
 Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan materi mengenai pendahuluan, tinjauan pustaka, data-data atau informasi sebagai bahan acuan dalam melakukan pengujian. Perencanaan dilakukan agar tidak terjadi banyak kesalahan pada saat proses pembuatan alat.
2. Tahapan Perancangan Penelitian
 Tahapan ini merupakan tahapan awal mendesain sistem yang akan kita buat. Dalam tahapan ini data rancangan awal sistem yang dibuat. Perancangan desain *solar cell*, kemudian sistem instalasi dari AC *split* yang dihubungkan dengan *Photovoltaic* (PV) system seperti pada skema rancangan system pada Gambar 2. Setelah itu memilih material dan komponen yang akan digunakan sesuai perhitungan rancangan yang dihasilkan



Gambar 2. Skema rancangan AC *split* tenaga surya

3. Tahapan Pembuatan Prototipe
 Setelah desain rancangan selesai dibuat, selanjutnya membuat prototipe AC split tenaga surya. Untuk AC *split* ini menggunakan *refrigerant* R22. Kemudian menambahkan beberapa alat yang diperlukan sebagai pelengkap dari instalasi PV modul dan AC split seperti inverter, *battery*, *charge controller*. Dalam pembuatan instalasi ini perlu disesuaikan pemilihan alat-alat berdasarkan perancangan yang sudah dilakukan.



Gambar 3. Sistem AC *split* tenaga surya
 (Keterangan: 1. Panel surya; 2. Inverter+charge controller; 3. Baterai; 4. AC split 1/2 PK)

Dari sistem di atas dapat dijelaskan panas radiasi yang diserap oleh modul PV dihasilkan arus listrik yang kemudian dikendalikan oleh *charge controller* sekaligus diubah dari arus DC menjadi arus AC yang kemudian disimpan pada baterai untuk digunakan pada beban AC *split*.

4. Tahapan Pengujian dan Pengambilan Data
 Pengujian terhadap sistem dilakukan setelah proses pembuatan dan instalasi sistem selesai, dimana pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah beroperasi dengan baik atau tidak. Jika alat tidak berfungsi sebagaimana mestinya maka dilakukan analisa untuk memperbaiki kekurangan dari alat tersebut agar dapat berfungsi dengan baik. Setelah dipastikan sistem berjalan dengan baik, kemudian tahapan selanjutnya adalah melakukan pengambilan data, pada tahap ini akan diambil beberapa data dengan menggunakan alat ukur seperti: *solar power meter*, *volt meter*, *tang ampere*, *stopwatch*, *power meter*. Pengambilan data dilakukan selama 2 hari, dengan waktu pengambilan data selama 8 jam dengan rentang 10 menit sekali pada sistem AC tenaga surya, maupun konvensional. Data yang diambil diantaranya intensitas cahaya matahari, tegangan keluaran solar panel, arus keluaran solar panel.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data dilakukan pada saat sistem AC *split* beroperasi, dimana dilakukan selama 2 jam (120 menit) dengan interval durasi pengambilan data selama 10 menit sekali. Pengambilan data selama 2 jam dilakukan mengingat hasil penyerapan radiasi matahari selama 12 jam yang diperoleh cukup untuk mengoperasikan AC *split* selama 2 jam.

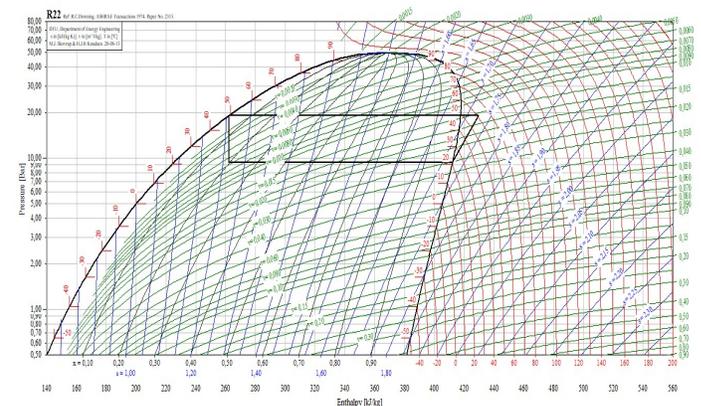
3.1 Perbandingan Performansi AC split konvensional dan AC *split* tenaga surya

Dalam perhitungan performansi AC *split*, menggunakan plot diagram p-h dengan data *refrigerant* R22 untuk mencari nilai COP (*Coefficient of performance*) dan nilai efisiensi refrigerasi dimana tahapan perhitungannya adalah sebagai berikut [2] :

Diketahui dari data pengujian :

- Temperatur *in* kondensor (T_c) = $49,4^\circ\text{C} + 273 = 322,4\text{K}$
- Temperatur *in* evaporator (T_e) = $20,9^\circ\text{C} + 273 = 293,9\text{K}$

Nilai tersebut di atas, diplotkan pada diagram p-h dengan bantuan *software coolpack*, sehingga dicari nilai entalpi (h).



Gambar 4. Plot diagram p-h untuk AC konvensional

Data di *input* ke diagram P-h, didapatkan plot nilai entalpi (h) yaitu:

$$h_1 = 412 \text{ kJ/kg} \qquad h_2 = 429 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 = h_4 = 262 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Kapasitas pendinginan (} Q_w \text{)} = V \times I = 220\text{V} \times 1,3\text{A}$$

$$= 286 \text{ Watt}$$

$$= 0,286 \text{ kW}$$

- a. Menghitung kerja kompresi (q_w) menggunakan persamaan :

$$q_w = h_2 - h_1 \dots\dots\dots(1)$$

$$= 17 \text{ kJ/kg}$$

- b. Menghitung laju aliran massa *refrigerant* (\dot{m}) menggunakan persamaan:

$$\dot{m} = \frac{Q_w}{q_w} \dots\dots\dots(2)$$

$$= 0,016 \text{ kg/s}$$

- c. Menghitung kalor yang dilepas (q_c) menggunakan persamaan:

$$q_c = h_2 - h_3 \dots\dots\dots(3)$$

$$= 167 \text{ kJ/kg}$$

d. Menghitung efek pendinginan (q_c) menggunakan persamaan :

$$q_e = h_1 - h_4 \dots\dots\dots(4)$$

$$= 150 \text{ kJ/kg}$$

e. Menghitung nilai COP (*Coefficient of Performance*) terbagi menjadi:

$$\text{COP}_{\text{actual}} = \frac{q_e}{q_w} \dots\dots\dots(5)$$

$$= 8,82$$

$$\text{COP}_{\text{carnot}} = \frac{T_e}{T_c - T_e} \dots\dots\dots(6)$$

$$= 10,31$$

f. Menghitung nilai efisiensi refrigerasi (η) dengan persamaan:

$$\eta = \frac{\text{COP}_{\text{actual}}}{\text{COP}_{\text{carnot}}} \times 100 \% \dots\dots\dots(7)$$

$$= 85\%$$

Untuk perhitungan dan efisiensi refrigerasi pada AC split tenaga surya dapat menggunakan cara dan persamaan-persamaan seperti di atas, sehingga diperoleh hasil nilai sebagai berikut :

Diketahui data pengujian sebagai berikut :

- Temperatur *in* kondensor (T_c) = $50,6^\circ\text{C} + 273$
 $= 323,6\text{K}$
- Temperatur *in* evaporator (T_e) = $19,2^\circ\text{C} + 273$
 $= 292,2\text{K}$
- kapasitas pendinginan (Q_w) = $V \times I$
 $= 196\text{V} \times 1,2\text{A}$
 $= 235 \text{ Watt}$
 $= 0,235 \text{ kW}$

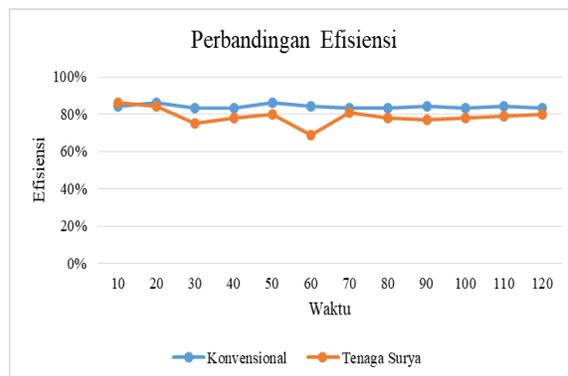
Diperoleh nilai COP sebagai berikut:

$$\text{COP}_{\text{actual}} = \frac{q_e}{q_w} = 6,85$$

$$\text{COP}_{\text{carnot}} = \frac{T_e}{T_c - T_e} = 9,30$$

Sedangkan nilai efisiensi refrigerasi adalah:

$$\eta = \frac{\text{COP}_{\text{actual}}}{\text{COP}_{\text{carnot}}} \times 100 \% = 73 \%$$



Gambar 6. Grafik Perbandingan Efisiensi selama 2 jam

Dari hasil analisis serta pengolahan data berdasarkan grafik perbandingan efisiensi di atas, efisiensi dari AC *split* konvensional didapatkan nilai rata-rata yaitu 85% sedangkan untuk efisiensi AC *split* tenaga surya

didapatkan rata-rata yaitu 73% (Gambar 6). Dari angka tersebut menunjukkan bahwa efisiensi AC *split* konvensional lebih tinggi dibandingkan dengan efisiensi AC *split* tenaga surya. Hal ini dipengaruhi daya yang dikonsumsi untuk mengoperasikan AC *split* dengan tenaga surya lebih kecil dibandingkan dengan AC *split* konvensional.

3.2 Perbandingan daya dan estimasi penghematan AC *split* konvensional dan AC *split* tenaga Surya

Untuk pemakaian AC *Split* biasanya konsumsi daya tergantung dari daya AC *Split* konvensional yang dinyalakan selama 2 jam sehingga untuk menghitung daya yang dipakai adalah :

$$P = V \times I \times \text{Cos}\mu \dots\dots\dots(8)$$

Diketahui : $V = 220 \text{ Volt}$

$$I = 1,3 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos}\mu = 0,8$$

Sehingga diperoleh daya (P) sebesar 228,8 watt

Konsumsi Pemakaian perhari: ($P/1000$) x waktu pemakaian selama 2 jam

Diperoleh penghematan daya perhari sebesar 0.457kWh

Sedangkan untuk pemakaian AC *split* tenaga surya selama 2 jam diperoleh penghematan daya sebagai berikut:

Diketahui : $V = 196 \text{ Volt}$

$$I = 1,2 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos}\mu = 0,8$$

Dengan menggunakan persamaan (8) diperoleh daya (P) sebesar 188,16 watt

Konsumsi Pemakaian per hari: ($P/1000$) x waktu pemakaian selama 2 jam

Diperoleh penghematan daya perhari sebesar 0.376kWh

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis Perbandingan performansi AC *split* konvensional dan AC *Split* tenaga surya nilai efisiensi pada AC *split* konvensional lebih tinggi yaitu dengan rata-rata 85% dibandingkan dengan AC *split* tenaga surya yaitu dengan rata-rata 73%.
2. Dari hasil analisis penghematan daya AC *split* konvensional dibandingkan dengan daya AC *Split* tenaga surya. Daya AC *split* konvensional untuk pengoperasian selama 2 jam membutuhkan daya 457Wh, sedangkan AC *Split* tenaga surya untuk pengoperasian selama 2 jam membutuhkan daya 376Wh. Jadi penghematan dalam penggunaan AC *Split* lebih hemat menggunakan tenaga surya.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada lembaga Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Indramayu yang telah

membayai penelitian ini melalui skema penelitian tahun 2020. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Direktur Politeknik Negeri Indramayu;
2. Kepala P3M Politeknik Negeri Indramayu;
3. Semua pihak yang telah membantu penulisan jurnal ini.

Daftar Rujukan

- [1] Kurniawan, Y. 2019. Development of hot water storage in hybrid-solar thermal air conditioning system. *Journal of*

Physics: Conference Series, 1511 (2020) 012123 IOP Publishing

- [2] Kurniawan, Y. 2018. Prototipe Sistem Hibrid-Pemanfaatan Panas AC Split dan Radiasi Panas Matahari Untuk Pemanas Air. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, hal. 190, ISBN: 978-602-61545-0-7.
- [3] Arian, D. P., Nasrun, H., Syahrial. 2015. *Perancangan Modifikasi Air Conditioner dan Penerapan PLTS sebagai Sumber Catu Daya*. *Jurnal Reka Elkomika, ITENAS*, hal. 42
- [4] Ismail A.R., T., Hariyanto, N., Waluyo. 2015. Perancangan dan Realisasi Alat Penetas Telur Dengan Catu Daya Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Arduino Uno R3, *Jurnal Reka Elkomika* 2337-439X, Vol. 3, No. 1, Institut Teknologi Nasional