

STUDI EKSPERIMENTAL PROTOTIPE THERMOELEKTRIK-AC BERTENAGA SURYA UNTUK APLIKASI DI AREA PARKIR TERBUKA

Sutoyo, Putri Rachmawati, Muhammad Rafly Reynaldy Pramuditha

Teknologi Rekayasa Otomotif, Program vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
Bantul,

Indonesia, 55183

Email : sutoyo@umy.ac.id

ABSTRAK

Kondisi mobil parkir di area terbuka yang terik, umumnya akan diantisipasi menggunakan AC dan mesin mobil akan dihidupkan, hal ini berdampak pemborosan bahan bakar. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini memiliki tujuan untuk membuat dan menguji sistem AC bertenaga surya memanfaatkan konsep *Cooler Peltier* sehingga tidak perlu menyalakan mesin. Metode dilakukan dengan tahapan proses perakitan 4 buah *Thermoelectric Cooler (TEC)* dengan Tipe TEC1-12706 agar tegangan tercapai secara maksimal. Tahap pengujian dilakukan pada simulasi ruangan dengan volume 11.298 cm³, pada siang hari jam 11.00 – 11.20 WIB di area terbuka saat terik. Hasil diperoleh melalui data alat ukur, suhu ruang simulasi 33,7°C (tanpa sistem pendingin), selanjutnya sistem dinyalakan dan setelah 5 menit suhu ruang turun pada 33,4°C, setelah 10 menit turun menjadi 33°C, setelah 15 menit suhu menjadi 32,2°C, dan setelah 20 menit pendingin dinyalakan suhu ruang turun pada 29,3°C. Indikasinya bahwa konsep rekayasa ini berpengaruh positif pada upaya pendinginan ruang kabin.

Kata Kunci: *Thermoelectric*, AC, Kabin, Tenaga Surya

A. PENDAHULUAN

Penggunaan *Air Conditioner (AC)* pada kendaraan dan transportasi umum kini sudah menjadi hal yang lumrah. Praktis pada setiap kendaraan roda empat dapat ditemukan pemanfaatan pendingin sebagai bagian yang mendukung kenyamanan berkendara. Kemampuan sistem sistem AC pada mobil setara dengan sama dengan fungsi AC pada umumnya yaitu sebagai pengatur suhu, kelembaban udara dan kebersihan pada kabin mobil. Apabila mobil parkir di area terbuka dan kondisi di cuaca panas maka ruang kabinnya itu akan sangat panas. Umumnya mobil-mobil sekarang menyalakan AC dan mesin juga dihidupkan membuat boros bahan bakar. Dengan demikian perlu segera ditemukan sebuah solusi untuk penghematan energi agar ruang kabin dapat dikondisikan lebih dingin saat parkir tanpa menyalakan mesin mobil dan AC utama.

Sebenarnya sudah dikenal sebuah peralatan yang berpotensi menjadi salah satu solusi, yaitu *thermoelectric*. Beberapa penelitian tentang *thermoelectric*

cooling telah dilakukan, diantaranya digunakan untuk menghilangkan embun kaca depan pada kendaraan, berdasar penelitian ini diketahui penurunan temperatur ruang hingga 22,4 °C (Rohman, 2014). Dalam studi mereka, Aziz dkk. (2015) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah modul termoelektrik dan penggunaan kipas, semakin baik pendinginan yang dihasilkan. Selain itu sebuah percobaan aplikasi termoelektrik adalah dengan pembuatan *cool box* kapasitas 7,04 liter dengan total beban pendinginan sebesar 0.09168 kW (Purwoko, 2014). Penelitian yang serupa berupa pendingin kotak minuman dengan aplikasi 3 buah *thermoelectric cooling*, dimana temperatur capaian pada 14,3 °C tanpa beban pendingin dan 16,4 °C dengan beban pendingin air sebanyak 1 liter (Aziz dkk, 2015).

Berdasarkan kinerja termoelektrik yang menggunakan listrik DC sangat tepat jika disandingkan dengan konsep listrik dari panel surya. Panel Surya adalah alat untuk mengkonversikan tenaga matahari menjadi energi listrik (Salam dkk, 2010). *Photovoltaic* atau PV adalah teknologi pada sel surya yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung (Junior dkk, 2014). PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Aplikasi listrik tenaga surya dilakukan melalui tahapan menentukan ukuran sel fotovoltaik, baterai, dan *solar charge controller* (SCC) untuk sebuah sistem tenaga surya (Sutoyo dkk, 2023).

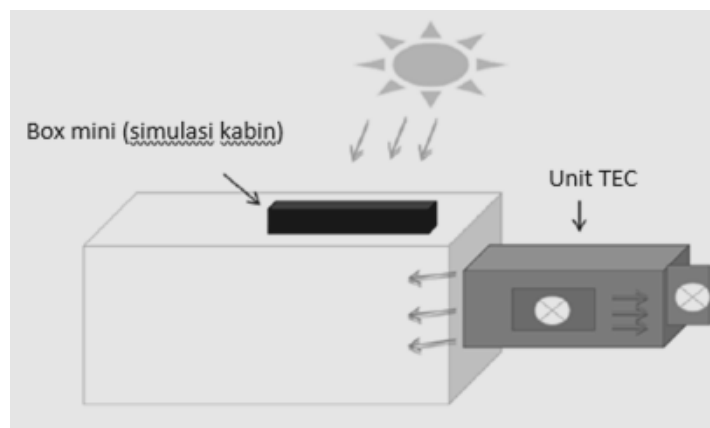
Dalam aplikasinya kinerja sel PV dapat sepenuhnya dicirikan menggunakan seperangkat alat pengukur listrik, optik dan alat ukur mekanik (Meyer, 2004) untuk mendeteksi kemungkinan kegagalan fungsi, atau dengan berdasarkan kondisi luar ruangan, seperti, debu dan bayangan pada panel (Ibrahim, 2011). Atau dengan memasang *solar cell* dalam posisi miring pada sudut kemiringan optimal dari lokasi penelitian (Elminir dkk, 2006), di luar ruangan. Dalam aplikasinya intensitas cahaya adalah salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi sel surya (Magrissa, 2022).

Potensi pendingin termoelektrik yang menggunakan energi matahari sebagai sumber energi listrik adalah aplikasi yang dapat dikembangkan. Dalam hal ini perlu dilakukan eksperimen pemanfaatan energi surya untuk mendukung kinerja termoelektrik.

B. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun sistem pendingin kabin mobil berbasis peltier dengan memanfaatkan sel surya. Desain eksperimen dengan simulasi miniatur ruang kabin berupa box dari plat besi dengan ukuran panjang 41,5 cm, lebar 16,5 cm dan tinggi 16,5 cm, dengan total volume 11.298 cm³ (Gb.1).

Proses perakitan *Air Conditioner* bertenaga Surya dengan *Cooler Peltier* dilakukan menggunakan 4 buah TEC dengan Tipe TEC1-12706. Dengan rangkaian sambungan untuk 4 peltier, agar tegangan tercapai secara maksimal. Panel surya dipasang sebagai sumber tenaga listrik. *Heatsink*, *Coldsink* dan *fan* (kipas angin) dipasang pada bagian sisi dingin dan panas. *Heatsink* pada bagian sisi panas dengan ukuran lebih besar dari pada *Coldsink* sisi dingin, diharapkan bisa lebih cepat menyerap panas yang dikeluarkan oleh peltier, panas yang diserap akan dibuang dengan fan. *Heatsink extrude* dipilih lantaran memiliki kinerja yang lebih baik daripada model *heatsink slot*.



Gambar 1. Box mini untuk pengujian.

Pada tahapan pengujian, box akan diletakkan di tempat terbuka saat terik kisaran pukul 11.00-11.20 dan dilakukan selama 3 hari. Data akan dicatat mulai tanpa rekayasa hingga peralatan difungsikan. Hasilnya akan dicatat dan diambil rerata untuk mengetahui efek termoelektrik-AC dan rekomendasinya untuk aplikasi sesungguhnya.

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Prinsip Kerja prototipe (Gb.2) yang dibuat adalah jika *Air Conditioner (AC)* dengan *cooler peltier* daya listrik 24.9 Watt dialiri listrik dari baterai dengan tegangan 12 V-32 Ah, maka keempat peltier akan menimbulkan sisi dingin dan sisi panas.

Sisi dingin pada peltier akan merambat ke *coldsink*, dan dengan dukungan *fan* DC di depan *box* akan menghembuskan udara ke dalam *box* agar lebih dingin. Sebaliknya sisi panas pada peltier akan merambat ke *heatsink* lalu di bantu mengeluarkan suhu panas dengan ke 4 *fan* DC.



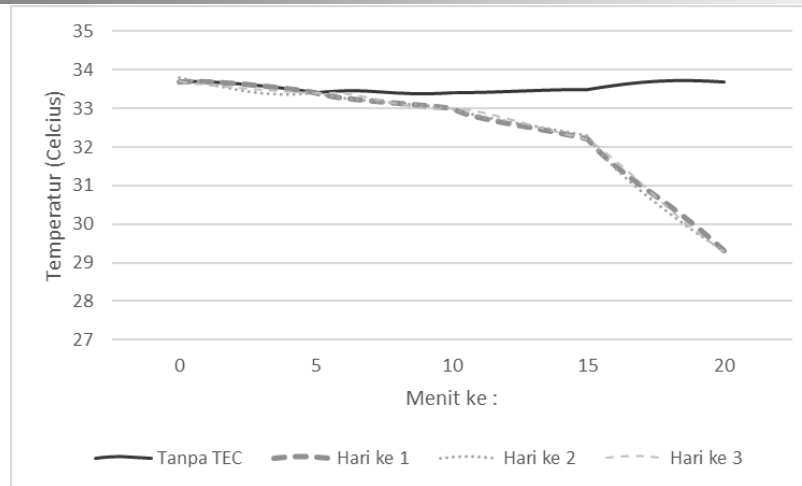
Gambar 2. Prototipe Thermoelektrik-AC

Panel surya *monocrystalline* 20 WP disambungkan ke *Solar Charge Controller (SCC)* tipe *Pulse Width Modulation (PWM)* 50 A. SCC PWM digunakan untuk mengatur pengisian yang berlebih (*overcharging*) dan kelebihan voltase dari panel surya agar aki tidak rusak.

Tabel 1. Penurunan nilai temperatur dalam box uji.

WAKTU PENCATATAN (WIB)	TEMPERATUR (CELCIUS)			RERATA TEMPERATUR (CELCIUS)
	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	
0	33,7	33,8	33,7	33,7
11.00-11.05	33,4	33,4	33,4	33,4
11.05-11.10	33	33	33	33
11.10-11.15	32,2	32,3	32,2	32,2
11.15-11.20	29,3	29,3	29,3	29,3

Hasil pengukuran selama 3 hari dengan pencatatan temperatur masing-masing selama 20 menit dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut diketahui kecenderungan penurunan temperatur ruangan dari dampak pemasangan thermoelektrik yang dipasang. Gambar 3 menunjukkan perbedaan temperatur ruangan tanpa pengaruh TEC dan dengan pengaruh TEC. Namun demikian untuk aplikasi sesungguhnya pada kabin kendaraan perlu dipertimbangkan kapasitas daya thermoelektrik yang akan digunakan.



Gambar 3. Perbedaan dampak pemasangan TEC-AC pada ruang box uji.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada *air conditioner* bertenaga surya dengan *cooler peltier* pada ruangan dengan volume 11.298 cm³ adalah bahwa sistem ini mampu memberikan dampak pendinginan ruangan hingga 4,4 derajat celcius selama 20 menit. Meskipun nilainya kecil, penurunan temperatur dapat memberikan rekomendasi untuk aplikasi sesungguhnya pada kabin kendaraan. Dapat diasumsikan jika seluruh atap mobil merupakan bagian TEC-AC, dengan sumber listrik gratis dari matahari maka ini akan memberikan dampak positif yang besar. Setidaknya pengurangan pembakaran BBM dari mesin mobil dapat mereduksi emisi udara.

Saran yang direkomendasikan adalah prototipe ini harus dikembangkan pada riset selanjutnya, yaitu aplikasi pada kendaraan. Konsep inovasi ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran khususnya bidang rekayasa otomotif.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Ibrahim (2011) Effect of Shadow and Dust on the Perform-ance of Silicon Solar Cell, *Journal of Basic and Applied Sciences Research*, ISSN 2090-424X, Vol. 1, No. 3, pp. 222-230.
- Aziz. A., Subroto. J., dan Silpana. V. (2015), Aplikasi Modul Pendingin Termoelektrik Sebagai Media Pendingin Kotak Minuman, *Jurnal Rekayasa Mesin Polines*, Vol 10, pp 32-38.
- E. L Meyer (2004) Assessing the Reliability and Degradation of Photovoltaic Module Performance Parameters, *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. 53, No. 1, 2004, pp. 83-92. doi:10.1109/TR.2004.824831

- H. K. Elminir, A. E. Ghitas, F. El-Hussainy, R. Hamid, M. M. Beheary and K. M. Abdel-Moneim (2006) Optimum So-lar Flat-plate Collector Slope: Case Study for Helwan, Egypt, *Energy Conversion & Management*, Vol. 47, No. 5, pp. 624-637.
- J. Milanezi Junior, R. S. Ferreira Junior, J. P. C. L. da Costa, M. A. M. Marinho, R. A. Shayani and R. T. de Sousa Junior (2014) Energy harvesting photovoltaic system to charge a cell phone in indoor environments, 2014 International Conference on Composite Materials & Renewable Energy Applications (ICCMREA), Sousse, Tunisia, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCMREA.2014.6843788.
- Magrissa, R. (2022). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Sel Solar pada Mono-Crystalline Silikon Sel Solar. <https://Adoc.Tips/Pengaruh-Intensitas-Cahayaterhadap-Efisiensi-Sel-Solar-Pada.Html> .Retrieved November 20, 2022.
- Purwoko. Y. P. (2014), Perancangan Portable Cool Box Berbasis Termolektrik &Heatsink Fan.
- Rohman. A. (2014), Rancang Bangun Sistem Pendingin Pada Kaca Depan Kendaraan Menggunakan Termoelektrik Pendingin.
- Salam, Z., Ishaque, K., & Taheri, H. (2010). An improved two-diode photovoltaic (PV) model for PV system. *2010 Joint International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems & 2010 Power India*, 1–5.
- Sutoyo, Y Ferriawan. (2023) Supporting Secluded Farm Electricity Using Solar-Powered Hut: Electrifying Agriculture Preparation in Gunungkidul. *E3S Web Conf.*, 425 -04006. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342504006>.