

## STUDI EKSPERIMENTAL PENDINGIN UDARA (AIR COOLER) DENGAN THERMO-ELECTRIC PADA KABIN MOBIL

Gaga Putra Setiawan<sup>1,\*</sup>, Oktavi Barkah Lukmana<sup>1</sup>, David Prayogo<sup>1</sup>, Muji Setiyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang

Jl.Mayjend Bambang Soengeng Km.05 Mertoyudan Magelang

\*E-mail: [gagaputrasetiawan87@gmail.com](mailto:gagaputrasetiawan87@gmail.com)

Diterima: 6 Juli 2018

Direvisi: 10 Oktober 2018

Disetujui: 7 Desember 2018

### ABSTRAK

Temperatur berlebihan dalam kabin mobil selama parkir dibawah sinar matahari telah menjadi kekhawatiran banyak peneliti karena mempercepat kerusakan kompartemen interior mobil dan berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, penelitian ini membahas prototipe pendingin udara untuk sistem pendingin kabin mobil dengan *thermo-electric* yang didukung oleh sel surya. Prototipe sistem pendingin berbasis *thermo-electric* dibuat menggunakan 2 buah TEC tipe TEC1-12706. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe sistem pendingin mampu menghasilkan daya pendinginan sebesar 339 Watt dan menurunkan temperatur kabin sebesar 10 °C.

**Kata kunci:** Temperatur kabin mobil, *thermo-electric*, daya pendinginan.

### ABSTRACT

*Excessive temperatures in the car cabin during parking under the sun has been the concern of many researchers as it accelerates the damage to the car's interior compartment and is harmful to health. Therefore, this study discusses the prototype of air cooler for the car cabin cooling system with thermo-electric which is supported by a solar cell. The prototype of the thermo-electric cooling system was made using 2 TEC type TEC1-12706. The test results showed that the prototype of the thermo-electric cooling system was able to produce the cooling power of 271 Watt and lower the cabin temperature by 8 oC.*

**Keywords:** Car cabin temperature, *thermo-electric*, cooling power.

### PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia, kebutuhan akan transportasi semakin meningkat. Jumlah kenaikan kendaraan bermotor khususnya mobil mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Data Badan Pusat Statistik menyebutkan dari 8,89 juta unit pada tahun 2010 menjadi 13,48 juta unit pada tahun 2015. Namun pertumbuhan jumlah kendaraan ini berbanding terbalik

dengan ketersediaan lahan parkir. Fakta yang sering kita jumpai saat ini, bahu jalan dan lapangan-lapangan terbuka beralih sebagai tempat parkir akibat terbatasnya lahan parkir yang tertutup (Radar, 2017).

Saat kita memarkir mobil di tempat yang terbuka dibawah sinar matahari langsung, temperatur dalam kabin mobil akan naik secara drastis karena panas yang terperangkap dan

tidak ada sirkulasi di dalam kabin mobil (Ferdian, 2014). Dalam studi ini, ketika sebuah mobil yang diparkir terpapar panas matahari yang lama, kabin mobil akan terasa sangat panas sehingga memerlukan waktu beberapa saat bagi pengendara mobil, untuk mencapai kenyamanan.

Temperatur kabin mobil saat diparkir dapat mencapai 50-60°C seperti yang terlihat pada Gambar 1. Kondisi tersebut tidak hanya membahayakan penumpang, tetapi juga dapat merusak peralatan panel-panel aksesoris yang terpasang pada interior mobil (Anonim, 2016). Selain itu, tidak adanya sirkulasi udara pada kabin mobil terhadap udara lingkungan juga menyebabkan bertambahnya beban temperatur panas (Priyambada, 2012).



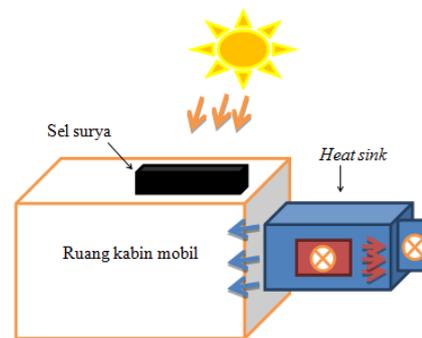
**Gambar 1.** Temperatur di dalam Kabin Mobil Setelah Terpapar Sinar Matahari (Priyambada, 2012)

Beberapa penelitian tentang *thermoelectric* sebagai media pendingin sudah dilakukan, diantaranya pembuatan pendingin kotak minuman dengan menggunakan *thermoelectric*, hasil yang dicapai temperatur kotak minuman mencapai 14,3 °C tanpa beban pendingin dan 16,4 °C dengan beban pendingin air sebanyak 1 liter (Aziz, 2015). Selain itu, hasil penelitian Nulhakim (2017) menyatakan pendingin ruangan dengan menggunakan *thermoelectric* mampu menghasilkan temperatur dingin hingga 20 °C, dimana kecepatan aliran udaranya 1 m/s dengan waktu selama 30 menit. Penelitian pendingin berbasis *thermoelectric* menarik untuk dilakukan, dimana pemanfaatan teknologi *thermoelectric* sebagai media pendingin khususnya pada bidang otomotif belum banyak dilakukan, dengan penelitian ini diharapkan kedepannya dapat menggantikan pendingin konvensional.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Studi Eksperimental ini dilakukan di sebuah mobil penumpang Hyundai Atoz. Sebuah thermo-electric dirakit dan ditempatkan dalam bagasi belakang dengan sumber energi yang disuplai dari panel surya yang ditempatkan di atap kabin. Desain eksperimennya disajikan dalam Gambar 2 sebagai berikut.



**Gambar 2.** Prototipe thermo-electric

Prototipe sistem pendingin berbasis *thermo-electric* dibuat menggunakan 2 buah TEC tipe TEC1-12706. Rangkaian sambungan untuk dua buah *thermo-electric* menggunakan sambungan paralel untuk menjaga tegangan suplay. Sel surya dipasang sebagai sumber tenaga listrik. *Heatsink* dan fan dipasang pada bagian sisi dingin dan panas dengan menggunakan pasta sebagai perekat sekaligus media perambatan panas. *Heatsink* bagian sisi panas ukurannya lebih besar dari pada sisi dingin, diharapkan dapat lebih cepat menyerap panas yang dikeluarkan oleh *thermo-electric*, panas yang diserap akan dibuang oleh fan. *Heatsink* extrude dipilih karena memiliki kinerja lebih baik daripada model *heatsink* slot. Penggunaan kipas untuk membuang panas pada *heatsink* sisi panas dan dingin pada sisi dingin TEC. Isolator yang digunakan berbahan *styrofoam*, penggunaan isolator ini untuk mengurangi perambatan panas antara sisi dingin dan panas pada dinding.

### Desain Pengambilan Data

Dalam studi ini, 3 buah thermokopel dipasang di dalam kabin masing masing di bagian depan, tengah, dan belakang serta 1 buah thermokopel yang dipasang pada sisi luar mobil untuk mengukur temperatur lingkungan. Penempatan thermo-electric dan thermokopel disajikan dalam Gambar 3 sebagai berikut.



**Gambar 3.** Penempatan thermo-electric dan termokopel

Data temperatur dari termokopel direkam dengan 4 buah thermo-controller. Data diambil dari jam 09.00 sampai jam 13.00 WIB yang mewakili kondisi panas di siang hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Daya Pendinginan

Sebelum diaplikasikan pada kendaraan, prototipe sistem pendingin diuji dahulu diluar kabin. Dari hasil pengujian kinerja tersebut, diperoleh daya pendinginan oleh prototipe sebagai berikut:

$$q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (1)$$

Dimana  $q$  adalah daya pendinginan (Watt),  $\dot{m}$  adalah laju aliran massa udara (kg/s),  $C_p$  adalah kalor jenis udara (J/kg °C), dan  $\Delta T$

adalah perbedaan temperatur sisi masuk dan sisi keluar heat sink. Dalam studi ini, laju aliran massa udara dihitung dengan mengalikan kapasitas aliran udara ( $Q$ ) dengan densitas udara ( $\rho$ ). Sementara kapasitas aliran udara ( $Q$ ) dihitung dengan mengalikan antara luasan aliran flow meter Lutron LM-8010 dengan kecepatan udara yang terbaca di flow meter (m/s).

Dengan kecepatan udara 34 m/s dan luasan flow meter sebesar 814 mm<sup>2</sup> (0,000814 m<sup>2</sup>), densitas udara 1,225 kg/m<sup>3</sup>,  $\Delta T$  udara sebesar 10 °C, serta nilai kalor jenis udara sebesar 1000 J/kg °C, maka daya pendinginan yang dihasilkan oleh prototipe adalah sebesar:

$$q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$q = \rho VA \cdot C_p \cdot \Delta T \quad [\text{Watt}]$$

$$q = 1,225 \times 34 \times 0,000814 \times 1000 \times 10$$

$$q = 339 \text{ Watt}$$

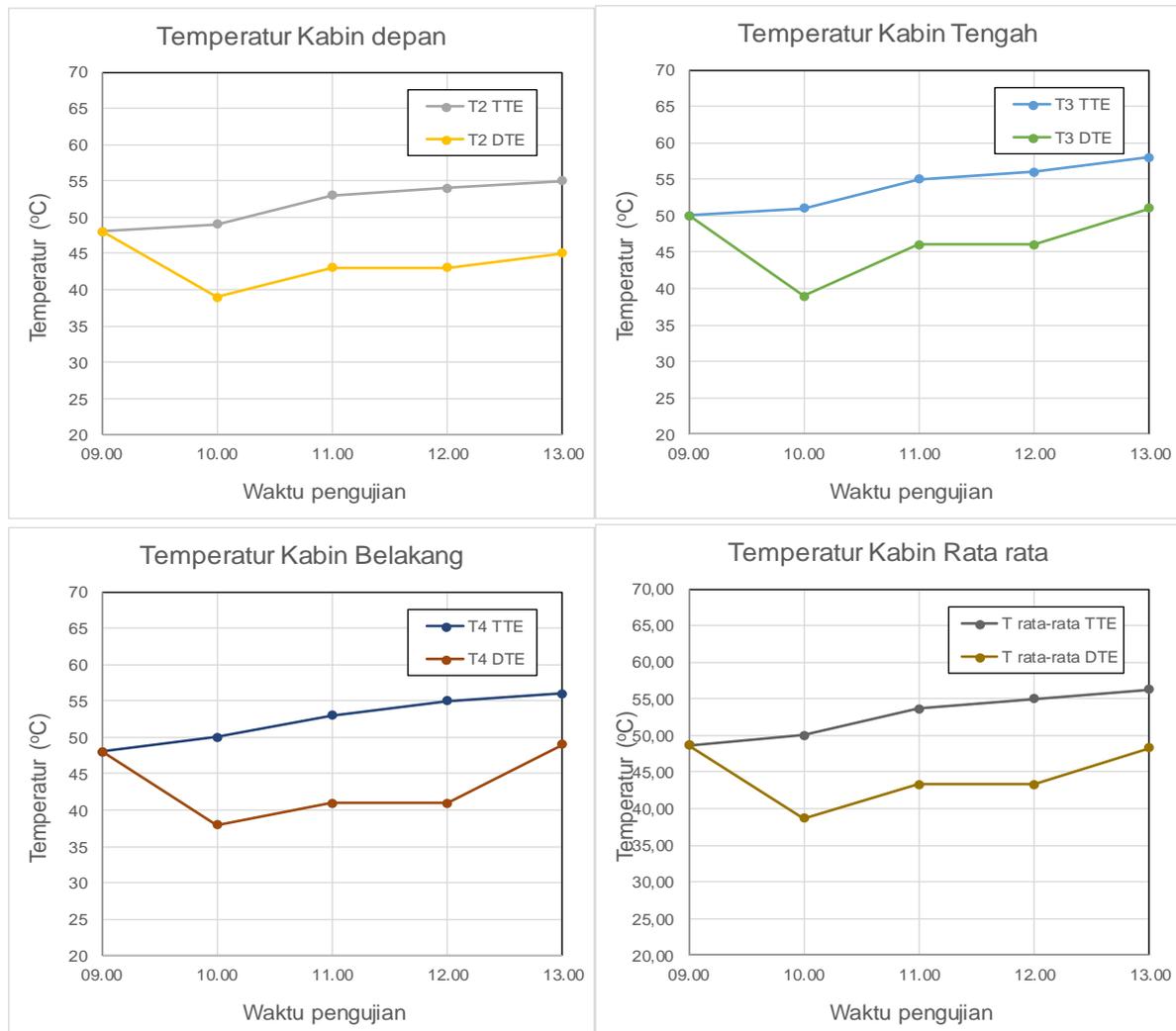
### Hasil Pengujian

Dari desain yang dibuat, telah dilaksanakan pengujian prototipe pada dua kondisi yang berbeda, yaitu tanpa thermo electric (TTE) dan dengan thermo electric (DTE). Pengujian dilaksanakan dari jam 09.00 sampai jam 13.00 yang mewakili kondisi panas pada siang hari. Temperatur lingkungan saat pengujian disajikan dalam Tabel 1. sebagai berikut.

**Tabel 1.** Temperatur lingkungan saat pengujian

Pukul	09	10	11	12	13
TL TTE	34	34	34	35	35
TL DTE	34	34	34	35	35

Hasil pengujian pada 3 titik pengambilan data (kabin depan, kabin tengah, dan kabin belakang) serta rata ratanya disajikan dalam Gambar 4. sebagai berikut.



**Gambar 4.** Hasil pengujian kinerja sistem pendingin kabin dengan thermo-electric (TTE: Tanpa Thermo-electric; DTE: Dengan Thermo-electric)

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, sistem pendingin kabin dengan thermo-electric bersumber daya dari solar cell mampu menurunkan temperatur kabin rata rata sebesar 10 °C dengan pendinginan yang dibangkitkan thermo-electric sebesar 339 Watt. Hasil pengujian prototipe ini menunjukkan bahwa sistem pendingin kabin dengan thermo-electric sangat menjanjikan untuk menurunkan temperatur berlebih dalam kabin mobil saat parkir dibawah sinar matahari secara langsung, sehingga kerusakan kompartemen interior mobil dapat dikurangi.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Belmawa Kemenristekdikti melalui hibah PKM-P tahun 2018 dan dilaksanakan di Laboratorium

otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang. Untuk itu diucapkan terimakasih pada kedua institusi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. *Ini Bahaya yang Dapat Timbul bila Mobil Sering Dijemur*. <http://daihatsu.co.id/kokgituya/article/otomotif/ini-bahaya-yang-dapat-timbul-bila-mobil-sering-dijemur> diakses pada 21 November 2017
- Aziz, Azridjal., dkk. 2015. *Aplikasi Modul Pendingin Termoelektrik Sebagai Media Pendingin Kotak Minuman*. Jurnal Rekayasa Mesin Polines. Vol 10, pp 32-38.
- Ferdian, Azwar. 2014. *Inilah Efek Buruk Panas Matahari pada Mobil*. Artikel.

- <http://otomotif.kompas.com/read/2014/10/08/125909215/Inilah.Efek.Buruk.Panas.Matahari.pada.Mobil> diakses pada 21 November 2017
- Jansen, T.J. 1995. *Teknologi Rekayasa Sel Surya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Kurniawan, A. 2014, *Pengembangan Semikonduktor Tipe-P Untuk Modul Thermoelectric Berbasis Material ZnO*.
- Lorenzo, Eduardo. 1994. *Solar Electricity, Engineering of Photovoltaic Systems*. Polytechnic University of Madrid: Institute of Solar Energy
- Nulhakim, Lukman. 2017. *Uji Unjuk Kerja Pendingin Ruangan Berbasis Thermo Electric Cooling*. Jurnal SIMETRIS, Vol 8 No 1, pp 85-90
- Paulke, Stefan, et al. 2007. *Air Conditioning Cabin Simulation with Local Comfort Rating of Passengers*. P+Z Engineering GmbH
- Priyambada, Sandya. 2012. *Pendingin Kabin Berbasis Thermoelectric*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia
- Radar. 2017. *Bahu Jalan Masih jadi Lahan Parkir*. <http://radarselatan.fajar.co.id/2017/01/19/bahu-jalan-masih-jadi-lahan-parkir/> diakses pada 21 November 2017
- Rohman, A. 2014. *Rancang Bangun Sistem Pendingin Pada Kaca Depan Kendaraan Menggunakan Termoelektrik Pendingin*.
- Rusminto, Tjatur W. 2003. *Solar Cell Sumber Energi masa depan yang ramah lingkungan*. Jakarta: Berita Iptek.

