

KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN MODUL THERMOELEKTRIK TIPE TEC1-12706 UNTUK PENDINGINAN JOK MOBIL

I Dewa Made Susila dan I Wayan Adi Subagia
Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, P.O Box 1064 Tuban, Badung-Bali Tlp.(0361)701981
e-mail : susila.idewamade59@gmail.com

ABSTRAK: Pemanfaatan modul termoelektrik sebagai pendingin saat ini terus dikembangkan, walaupun masih terbatas untuk beban pendinginan yang kecil dengan rentang penurunan temperatur yang tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan oleh sistem pendingin dengan modul termoelektrik memiliki keunggulan ramah lingkungan, murah, desain lebih kompak dan tidak bising. Kenyamanan pengemudi saat berkendara sudah menjadi suatu kebutuhan yang harus diperhatikan, salah satu kelengkapan mobil yang sangat berpengaruh terhadap kenyamanan pengemudi adalah tempat duduk/jok mobil. Umumnya ketidaknyamanan bagi pengemudi sangat dirasakan saat berkendara dengan timbul rasa panas di bagian tubuh yang bersentuhan dalam waktu lama dengan jok mobil, kondisi ini akan menyebabkan kelelahan bagi pengemudi dan sangat membahayakan. Sebagai alternatif solusi untuk menyelesaikan masalah ini dengan memberikan hembusan udara dingin ke dalam jok mobil, agar permukaan jok mobil menjadi dingin sehingga dapat membuat nyaman bagi pengemudi pada saat duduk di atas jok mobil tersebut. Untuk melakukan pendinginan pada permukaan jok mobil, dirancang dengan memanfaatkan modul termoelektrik. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan profil distribusi temperatur pada *ducting*, spon dan permukaan jok.
Kata Kunci : Termoelektrik, jok mobil, profil temperatur

EXPERIMENTAL STUDY USING THERMOELECTRIC MODULE TYPE TEC1-12 706 FOR CAR SEAT COOLING

ABSTRACT: Utilization of thermoelectric as cooling modules are currently continuously developed, although it is still limited to a small cooling load with a range of temperature decrease that is not too big. This is due to the cooling system has the advantage thermoelectric module environmentally friendly, cheaper, more compact design and lower noise. Driver comfort while driving has become a necessity that must be considered, one of the most influential car completeness to the comfort of the driver is the seat / car seat. General discomfort is felt for the driver while driving with a burning sensation arises in the body that prolonged contact with the car seat, this condition will cause fatigue to the driver and extremely dangerous. As an alternative solution to solve this problem by providing a blast of cold air into the car seat, in order to cool the surface of the car seat so as to make it convenient for the driver at the time sitting on the car seat. To perform cooling on the surface of the car seat, designed to take advantage of thermoelectric module. The purpose of this study is to obtain the temperature distribution profile of the ducting, the sponge and the surface of the seat.
Keyword: thermoelectric, car seat, profile temperature

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan modul termoelektrik sebagai pendingin saat ini terus dikembangkan, hal ini dikarenakan kemudahan dalam aplikasi dan bersifat ramah lingkungan karena tidak menggunakan refrigeran sebagai fluida kerja sehingga tidak mempunyai efek terhadap pemanasan global maupun penipisan lapisan ozon. Di lain sisi, perkembangan material semikonduktor dengan teknologi nano menjanjikan peningkatan performansi dari modul termoelektrik.

Pendinginan menggunakan modul termoelektrik dengan memanfaatkan efek *peltier* telah digunakan pada peralatan di bidang kesehatan [1], teknologi sensor [6,3], pendingin rangkaian

elektronik[5], *box portable* pendingin minuman, makanan dan pendingin ruang skala kecil [4].

Performansi pendinginan termoelektrik masih lebih rendah jika dibandingkan dengan peralatan refrigerasi lainnya [7], namun kemudahan dalam aplikasinya menyebabkan perkembangannya semakin luas. Pemanfaatan modul termoelektrik sebagai pendingin memang masih terbatas untuk beban pendinginan yang tidak terlalu besar dengan rentang penurunan temperatur yang tidak terlalu besar. Di sisi lain jika dibandingkan dengan pendingin yang menggunakan sistem kompresi, pemanfaatan modul termoelektrik membutuhkan biaya lebih rendah, desain lebih kompak dan tidak bising sehingga akan memberikan keuntungan secara ekonomi dan estetika bagi

pengguna [8]. Menurut G. Qiu (2004), pendingin ruangan yang berbasis thermoelektrik memberikan rentang konsumsi daya dari 15 - 560 watts. Konsumsi daya ini lebih rendah jika dibandingkan dengan konsumsi daya AC yang berbasis siklus kompresi uap. Dengan memilih beban pendinginan ruangan yang sesuai maka pendingin ruangan yang berbasis thermoelektrik akan dapat memberikan kepuasan penggunaannya.

Kenyamanan saat berkendara sudah menjadi suatu kebutuhan, yang secara periodik terus ditingkatkan. Walaupun sudah terus dilakukan penyempurnaan untuk meningkatkan kenyamanan saat berkendara, namun untuk saat ini masih ada yang perlu mendapatkan perhatian khususnya pada tempat duduk/jok mobil bagi pengemudi. Kelengkapan mobil yang sangat berpengaruh terhadap kenyamanan pengemudi adalah jok mobil, karena sebagian besar tubuh manusia berada di sini dan disamping itu pengemudi akan duduk lama di atasnya oleh karena itu jok mobil ini harus nyaman sehingga tidak menyebabkan kelelahan bagi pengemudi yang akhirnya akan menurunkan daya tahan dan konsentrasi pengemudi hingga kecenderungan terjadinya kecelakaan menjadi lebih besar.

Ketidaknyamanan bagi pengemudi dirasakan saat berkendara timbul rasa panas di bagian tubuh yang bersentuhan dalam waktu lama pada jok mobil, ketidaknyamanan ini akan sangat dirasakan oleh pengemudi yang mengendarai kendaraan tanpa pendingin udara pada kabin mobil. Sebagai alternatif solusi untuk menyelesaikan masalah ini dengan memberikan hembusan udara dingin ke dalam jok mobil, agar permukaan jok mobil menjadi dingin sehingga dapat membuat nyaman bagi pengemudi pada saat duduk di atas jok mobil tersebut.

Untuk melakukan pendinginan pada permukaan jok mobil, dirancang dengan memanfaatkan modul thermoelektrik. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan profil distribusi temperatur pada *ducting*, *spon* dan permukaan jok.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Deskripsi Modul Thermoelektrik TEC1-12706

Pada pengujian ini modul thermoelektrik yang digunakan adalah tipe TEC1-12706, berikut adalah unjuk kerja dari modul tersebut;

Tabel 2.1
Unjuk Kerja Modul thermoelektrik

Hot Side Temperature (°C)	25°C	50°C
Q max (Watts)	50	57
Delta Tmax (°C)	66	75
I max (Amps)	6.4	6.4
V max (Volts)	14.4	16.4
Module Resistance (Ohms)	1.98	2.30

2.2 Bahan dan Alat Pengujian

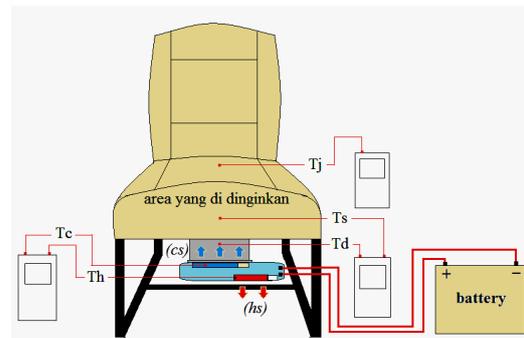
Pengujian dilakukan dengan menggunakan 1 unit alat uji berupa jok depan mobil yang dirancang dengan memanfaatkan satu set refrigerasi thermoelektrik merk “mobicool S25” dengan spesifikasi :

- Model : 525 DC / AC
- Seri No : 08015396
- Input Voltage : DC 12 V.

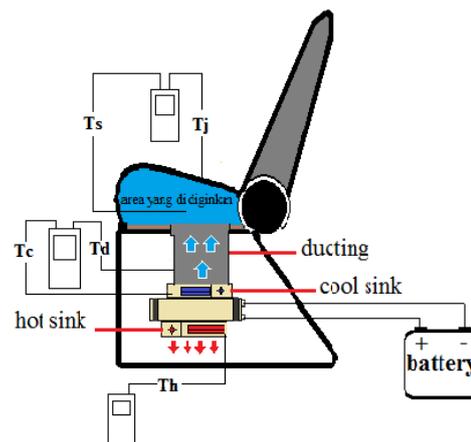
Dengan sumber arus menggunakan 1 unit ACCU mobil 12 V,40Ah.

Pada alat uji dilengkapi dengan sensor thermokopel untuk mengukur temperatur *cool sink* (T_c), *heat sink* (T_h), *ducting* (T_d), *spon* (T_s) dan permukaan jok mobil (T_j) yang di dinginkan. Disamping itu dilengkapi juga dengan ampere meter untuk mengukur arus dan *stop watch* untuk mengukur waktu pengukuran.

Adapun rancangan dari alat uji seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Jok mobil dengan modul thermoelektrik (tampak depan)



Gambar 2.2 Jok mobil dengan modul thermoelektrik (tampak samping)

Keterangan :

1. (T_c) : temperatur *cool sink*
2. (T_h) : temperatur *heat sink*
3. (T_j) :temperatur jok mobil
4. (T_s) : temperatur *spon*
5. (T_d) : temperatur *ducting*
6. (C_s) : *Cool sink*

7. (Hs) : Heat sink

2.3 Analisis Data

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pengukuran langsung pada alat uji, pengambilan data dilakukan sebagai berikut :

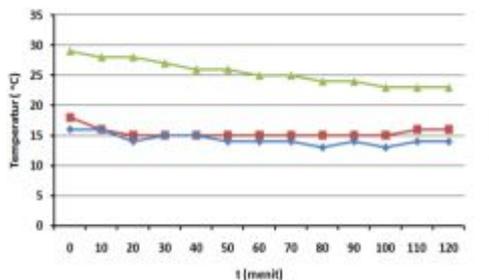
1. Pengambilan data pada saat sistem pendingin tidak bekerja untuk mendapatkan data arus (A), temperatur cool sink (T_c), heat sink (T_h), ducting (T_d), spon (T_s) dan permukaan jok mobil (T_j) pada saat tidak digunakan dan digunakan yang dilakukan setiap 10 menit selama 120 menit.
 2. Pengambilan data pada saat sistem pendingin bekerja untuk mendapatkan data arus (A), temperatur cool sink (T_c), heat sink (T_h), ducting (T_d), spon (T_s) dan permukaan jok mobil (T_j) pada saat jok tidak digunakan dan digunakan dilakukan setiap 10 menit selama 120 menit.
- Data hasil pengujian akan dituangkan dalam grafik profil temperatur ducting (T_d), temperatur spon (T_s) dan temperatur permukaan jok mobil (T_j) terhadap waktu. Di samping itu, juga akan dihitung performansi dari sistem pendingin thermoelektrik sesuai dengan kondisi di atas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian didapat temperatur rata-rata pada permukaan jok, spon jok dan ducting, disamping itu juga dilakukan perhitungan COP dari sistem pendingin tersebut sebagai berikut :

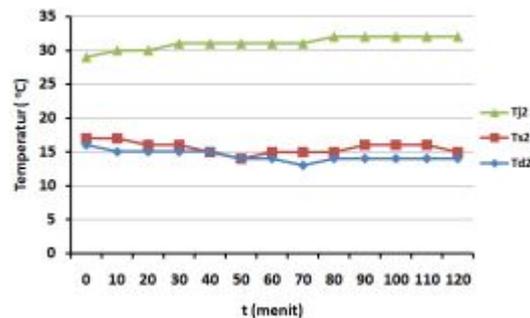
- a. Hasil pengukuran temperatur pada saat sistem pendingin thermoelektrik tidak bekerja.
Pengukuran temperatur yang dilakukan pada saat sistem pendingin tidak bekerja, didapat temperatur rata-rata permukaan Jok (T_j) sebesar $29,85\text{ }^\circ\text{C}$ pada kondisi jok tidak diduduki sedangkan pada kondisi jok diduduki didapat temperatur rata-rata permukaan Jok (T_j) sebesar $33,15\text{ }^\circ\text{C}$.
 - b. Hasil pengukuran temperatur yang didapat pada saat sistem pendingin bekerja.
Hasil pengukuran pada saat sistem pendingin thermoelektrik bekerja, dituangkan dalam bentuk grafik adalah sebagai berikut.
1. Hubungan waktu dan temperatur permukaan jok, temperatur spon dan ducting pada saat jok tidak diduduki.



Gambar 3.1 Profil temperatur jok pada saat tidak diduduki

Pada pengukuran yang dilakukan setiap 10 menit pada saat jok tidak diduduki, didapat profil temperatur seperti pada gambar 3.1, bahwa awal pengukuran temperatur permukaan jok sebesar $29\text{ }^\circ\text{C}$ dan berfluktuasi selama pengukuran sampai dengan 120 menit. Temperatur terendah yang dapat dicapai sebesar $23\text{ }^\circ\text{C}$, dan rata-rata temperatur permukaan jok pada saat tidak diduduki sebesar $25,46\text{ }^\circ\text{C}$. Sedangkan rata-rata temperatur pada ducting sebesar $14,31\text{ }^\circ\text{C}$ dan temperatur spon jok sebesar $15,46\text{ }^\circ\text{C}$.

2. Hubungan waktu dan temperatur permukaan jok, spon dan ducting pada saat jok diduduki.



Gambar 3.2 Profil temperatur jok pada saat diduduki

Dengan metode pengukuran yang sama pada saat jok diduduki, didapat profil temperatur seperti pada gambar 3.2. Pada awal pengukuran temperatur permukaan jok sebesar $29\text{ }^\circ\text{C}$ dan berfluktuasi meningkat selama pengukuran 120 menit, dan rata-rata temperatur jok pada saat diduduki sebesar $31,08\text{ }^\circ\text{C}$, Sedangkan rata-rata temperatur pada ducting sebesar $14,38\text{ }^\circ\text{C}$ dan temperatur spon jok sebesar $15,62\text{ }^\circ\text{C}$.

3.2 Pembahasan

Profil temperatur dari setiap pengujian seperti yang ditampilkan pada gambar 3.1 dan 3.2, memberikan gambaran perubahan temperatur selama proses pendinginan pada saat jok tidak diduduki dan pada saat jok diduduki. Adapun profil temperatur pada tiga titik yaitu : temperatur ducting (T_d), temperatur spon (T_s) dan temperatur permukaan Jok (T_j) adalah sebagai berikut :

a. Profil temperatur udara pada ducting

Dari gambar 3.1. dan 3.2. selama proses pendinginan temperatur pada ducting (T_d), menunjukkan temperatur yang paling rendah. Hal ini disebabkan karena udara dingin dari permukaan plat dingin modul thermoelektrik, mengalir pada ducting menuju spon jok kemudian kepermukaan jok melalui pembukus jok. Temperatur rata-rata dan profil temperatur pada bagian ducting pada saat jok tidak diduduki dan diduduki terlihat hampir sama, hal ini menunjukkan bahwa profil temperatur pada

ducting sangat dipengaruhi oleh kapasitas modul termoelektrik yang digunakan [9].

b. Profil temperatur pada spon jok

Besar temperatur rata-rata pada saat jok diduduki sedikit lebih besar sekitar 0,15 °C, dibandingkan pada saat jok tidak diduduki. Hal ini disebabkan karena pada saat jok diduduki spon akan tertekan sehingga lebih padat yang menyebabkan aliran udara dingin dari *ducting* juga akan terhambat dan disamping itu juga adanya beban panas dari badan pengemudi. Demikian pula untuk profil temperatur pada bagian spon jok selama proses pendinginan jika dibandingkan pada saat jok tidak diduduki dan diduduki seperti pada gambar 3.1 dan 3.2, menunjukkan profil temperatur yang hampir berhimpit dengan temperatur udara pada *ducting*. Hal ini menunjukkan bahwa aliran udara dingin di dalam *ducting* menuju kepermukaan spon bagian bawah cukup baik tidak mengalami hambatan yang dapat menyebabkan temperaturnya naik.

c. Profil temperatur pada permukaan jok

Dari gambar 3.1 dan 3.2 jika dibandingkan temperatur permukaan jok yang tidak diduduki pada saat sistem pendingin termoelektrik tidak bekerja dan bekerja, didapat penurunan temperatur permukaan jok sebesar 4,39 °C. Sedangkan jika jika dibandingkan temperatur permukaan jok yang diduduki pada saat sistem pendingin termoelektrik tidak bekerja dan bekerja, didapat penurunan temperatur permukaan jok sebesar 2,07 °C. Dari hasil diatas menunjukkan bahwa sistem pendingin termoelektrik yang digunakan dapat berfungsi menurunkan temperatur permukaan jok, walaupun masih sangat kecil. Pada saat jok diduduki penurunan temperatur relatif kecil, dibandingkan pada saat jok tidak diduduki. Hal ini dapat disebabkan karena pada saat jok diduduki beban pendinginan yang harus diterima oleh sistem pendingin termoelektrik cukup besar yang berasal dari panas tubuh pengemudi.

Di sisi lain besar temperatur rata-rata spon pada bagian bawah cukup rendah jika dibandingkan dengan temperatur rata-rata permukaan jok, besar selisih temperatur rata-rata 10 °C jika jok diduduki dan 10,46 °C jika jok tidak diduduki. Perbedaan selisih temperatur yang cukup besar ini menunjukkan bahwa udara dingin yang mengalir dari bagian bawah spon menuju permukaan jok mendapat hambatan yang cukup besar, sehingga menyebabkan udara dingin tidak dapat menyerap panas pada permukaan jok secara maksimal. Kondisi ini dapat disebabkan karena material spon yang padat sehingga pori-pori spon sangat kecil yang menyebabkan aliran udara dingin terhambat.

III. SIMPULAN DAN SARAN

3.1 Simpulan

Dari kajian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Temperatur udara pada *ducting* yang mampu dicapai sangat tergantung pada kemampuan dari modul termoelektrik.
2. Pencapaian temperatur rata-rata permukaan jok belum sesuai dengan yang diharapkan, hal ini dapat disebabkan karena kepadatan spon jok sehingga menghambat laju aliran udara dingin dari *ducting* menuju permukaan jok.

3.2 Saran

1. Untuk rancangan ini masih perlu dilakukan kajian dengan menggunakan modul termoelektrik bertingkat dengan kapasitas pendinginan yang lebih besar.
2. Untuk rancangan ini masih perlu dilakukan kajian dengan menggunakan tipe spon jok dengan pori-pori yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] C. Alaoui, Z. Salameh, "Solid State Heater Cooler: Design and Evaluation", *Large Engineering Systems Conference on Power Engineering*, July 2001.
- [2.] Guoquan Qiu dan S.B. Riffat, "Comparative investigation of thermoelectric air-conditioners versus vapour compression and absorption air-conditioners," *Applied Thermal Engineering*, vol. 4, pp. 1979–1993, 2004.
- [3.] H. Stachowiak, S. Lassue, "A thermoelectric sensor for fluid flow measurement. Principles, calibration and solution for self temperature compensation". *Flow, measurement and instrumentation* 9 (1998) pp. 135-141.
- [4.] M. Awasthi dan K.V Mali, Design and Development of Thermoelectric refrigerator, *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, Vol.1 No.03, Okt 2012.
- [5.] N.Y.A. Shammass, dkk, "Thermoelectric cooling of microelectronic circuits and waste heat electrical power generation in a desktop personal computer," *Materials Science and Engineering*, vol. 174, no. 4, pp. 316-325, 2011.
- [6.] P. Ancey, M. Gshwind, "New concept of integrated Peltier cooling device for the preventive detection of water condensation", *Sensors and Actuators B* 26-27 (1995) pp. 303-307.
- [7.] S.S Verma, "Eco-Friendly Alternative Refrigeration Systems," 2009.
- [8.] M.S Raut dan P.V Walke, "Thermoelectric Air Cooling For Car" *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, vol. 4 No.05, May 2012.
- [9.] S.B. Riffat dan X. Ma, "Thermoelectric: a Review of Present and Potential Applications" *Applied Thermal Engineering* 23 pp. 913-935, 2003.