

Perancangan Sistem Pendingin Air Menggunakan Elemen Peltier Berbasis Mikrokontroler ATmega8535

Frima Gandi*, Meqorry Yusfi

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

*frimagandi@rocketmail.com

ABSTRAK

Perancangan sistem pendingin air menggunakan elemen Peltier berbasis mikrokontroler ATmega8535 telah dilakukan. Sisi dingin elemen Peltier dimanfaatkan sebagai pendingin air. Kemampuan elemen Peltier untuk memompa panas dari sistem ke lingkungan diuji dengan bervariasi massa air yaitu 50 g, 100 g, 150 g, 300 g dan 500 g. Panas dari sistem diserap melalui *heatsink* bagian bawah kemudian panas dilepaskan ke lingkungan pada *heatsink* bagian atas. *Fan* AC digunakan untuk mempercepat pelepasan panas dari *heatsink* ke udara sehingga pemindahan panas dari sistem ke lingkungan berjalan lebih cepat. Sensor LM35 digunakan sebagai pendeteksi perubahan temperatur. Mikrokontroler ATmega8535 memproses keluaran sensor LM35 dan menampilkannya di LCD. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan elemen Peltier menurun seiring bertambahnya massa air dan meningkat dengan bertambahnya tegangan dan arus. Pada tegangan 12 V/3 A, elemen Peltier mampu menurunkan temperatur air bermassa 50 g hingga 5,7 °C, sedangkan untuk air bermassa 500 g elemen Peltier hanya mampu menurunkan temperatur air hingga 14,2 °C.

Kata kunci : elemen Peltier, LM35

ABSTRACT

The design of water cooling system using a Peltier element based on microcontroller ATmega8535 has been conducted. The cold side of a Peltier element is used as water cooler. Peltier element's ability to pump heat from the system to the environments is tested by varying mass of water that is 50 g, 100 g, 150 g, 300 g and 500 g. Heat of the system is absorbed by bottom heatsink then the heat is released into the environment by upper heatsink. AC fan is used to accelerate the releasing of heat from the heatsink into the air so that the heat transfer from the system to the environment quicker. LM35 sensor used as a detector of any change of temperature. Microcontroller ATmega8535 process LM35 sensor output and display on the LCD. The results show the ability of a Peltier element decreases with the increasing of the mass of water and increases with the increasing the voltage and current. At a voltage of 12 V / 3 A, Peltier elements are able to lower the temperature of the water mass of 50 g up to 5.7 °C, while for the water mass of 500 g Peltier element is only able to reduce the water temperature to 14.2 °C.

Keywords: Peltier element, LM35

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya, mesin pendingin menggunakan *freon* sebagai pendingin dalam siklus kerjanya. *Freon* merupakan salah satu *syntetic refrigerant* atau pendingin buatan. *Syntetic refrigerant* memiliki nilai *Global Warming Potential (GWP)* yang sangat tinggi, yaitu 510 kali dibandingkan CO₂. Jika terurai ke udara, bahan ini dapat merusak struktur lapisan ozon (O₃). Selain *GWP* yang tinggi, *syntetic refrigerant* juga memiliki *Atmosphere Life Time (ALT)* 15, artinya gas *syntetic refrigerant* akan bertahan di atmosfer 15 tahun sebelum terurai (PERTAMINA, 2013).

Ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan banyak solusi bagi permasalahan. Sebagai alternatif lain, dapat menggunakan modul termoelektrik atau lebih dikenal sebagai elemen Peltier sebagai media pendingin. Elemen Peltier berwujud padat yang terdiri dari bahan semikonduktor tipis dilapisi konduktor serta keramik dibagian luarnya. Pada prinsipnya, apabila bahan ini dialiri arus listrik bisa memompa panas dari satu sisi ke sisi lain (Binder, 2013). Bahan inilah yang akan dimanfaatkan sebagai pendingin air.

Nieswand, (2012) menggunakan elemen Peltier untuk menurunkan temperatur SiPM (*silicon photomultipliers*). SiPM ini berupa bahan padat berbentuk balok. Dengan pemberian arus 8,5 A, temperatur minimal yang dapat dicapai adalah -8 °C dan kecepatan pendinginan untuk bahan padat ini -2,4 K/s. Kuscü dan Kahveci (2012) memperoleh hasil bahwa waktu pendinginan air menggunakan elemen Peltier akan semakin efisien jika perbandingan antara luas permukaan dan ketinggian gelas yang kecil. Dalam hal ini, Kuscü dan Kahveci mendapatkan waktu pendinginan yang berbeda antara dua gelas yang memiliki perbandingan luas permukaan

dan ketinggian berbeda. Penelitian dari Putra (2014), elemen Peltier bisa digunakan sebagai pendingin ruang di dalam box berukuran $(50 \times 15 \times 25) \text{ cm}^3$. Temperatur dideteksi oleh sensor SHT11 dan dikontrol dengan kontrol PID pada temperatur $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, dilakukan penelitian merancang suatu sistem pendingin temperatur untuk mendinginkan air menggunakan elemen Peltier. Penelitian ini menguji satu buah elemen Peltier untuk memompa kalor dalam air yang langsung dikonduksikan lewat *heatsink* dan dibuang ke udara oleh kipas AC. Dengan bervariasi massa air, maka akan diketahui kesanggupan maksimal elemen Peltier dalam menurunkan temperatur. Selanjutnya data hasil penelitian bisa digunakan untuk perancangan lanjutan.

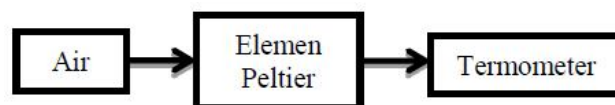
II. METODE

2.1 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam perancangan ini yaitu LM35, ATmega8535, LCD 2×16 , elemen Peltier, multimeter, termometer, *Personal Computer* (PC), *heatsink*, *fan AC* dan *keypad*. LM35 digunakan sebagai pendeteksi temperatur, ATmega8535 digunakan untuk memproses keluaran sensor, LCD 2×16 digunakan sebagai penampil nilai temperatur, elemen Peltier digunakan sebagai pendingin air. *Heatsink* dan *fan AC* digunakan untuk membantu elemen Peltier dalam proses pendinginan. Multimeter digunakan sebagai alat ukur tegangan dan termometer digunakan sebagai alat ukur temperatur.

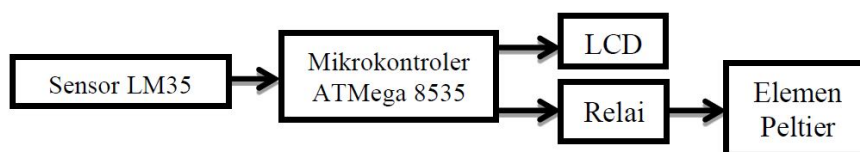
2.2 Perancangan Diagram Blok

Gambar 1 merupakan diagram blok pengujian elemen Peltier dengan bervariasi beban atau massa air. Variasi massa yang digunakan yaitu 50 g, 100 g, 150 g, 300 g dan 500 g. Pengujian dilakukan selama 60 menit untuk setiap variasi.



Gambar 1 Skema pengujian elemen Peltier

Setelah pengujian elemen Peltier, dilakukan pembacaan temperatur dengan sensor LM35 dan ditampilkan oleh LCD. Gambar 2 merupakan diagram blok pendeteksian dan penampilan temperatur.



Gambar 2 Diagram blok pendeteksian dan penampilan temperatur

2.3 Perancangan dan Pengujian Sensor

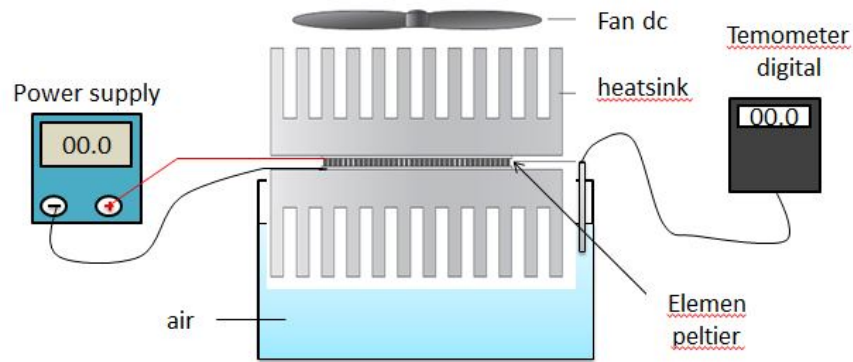
Perancangan LM35 dilakukan agar sensor dapat berfungsi di dalam air. Bahan yang dipakai untuk perancangan LM35 yaitu pipa plastik, lakban dan lem silikon. Proses pembuatan LM35 agar dapat berfungsi dalam air yaitu dengan memasukkan LM35 yang telah dihubungkan dengan kabel ke dalam pipa sampai kepala LM35 keluar sebagian atau separuhnya. Lem silikon disuntikkan ke dalam pipa plastik hingga memenuhi pipa. Setelah lem silikon yang berada di dalam pipa keras, lakban dibalutkan di luar pipa dari ujung pipa ke pangkal pipa hingga melebihi sampai menutupi sedikit kabelnya.

Pengujian LM35 dilakukan dengan melihat hubungan antara keluaran sensor berupa tegangan terhadap temperatur air. LM35 diberi sumber tegangan sebesar +5V. Keluaran sensor diukur dengan voltmeter DC dan temperatur diukur menggunakan termometer digital. Dari hasil pengukuran dilihat kelinearan antara tegangan keluaran terhadap temperatur.

2.4 Pengujian Elemen Peltier TEC1-12706

Pengujian elemen Peltier bertujuan untuk mengetahui temperatur minimum dan beban maksimal yang mampu didinginkan oleh satu buah elemen Peltier. Massa air divariasikan masing-masing 50 gram, 100 gram, 150 gram, 300 gram dan 500 gram. Namun sebelum elemen Peltier diuji dengan air, terlebih dahulu diuji tanpa beban atau langsung diukur pada sisi dinginnya. Untuk setiap beban, diambil data hubungan antara temperatur dan waktu. Temperatur dicatat setiap 5 menit selama selang satu jam. Tegangan dan arus divariasikan yaitu 11V/2A dan 12V/3A.

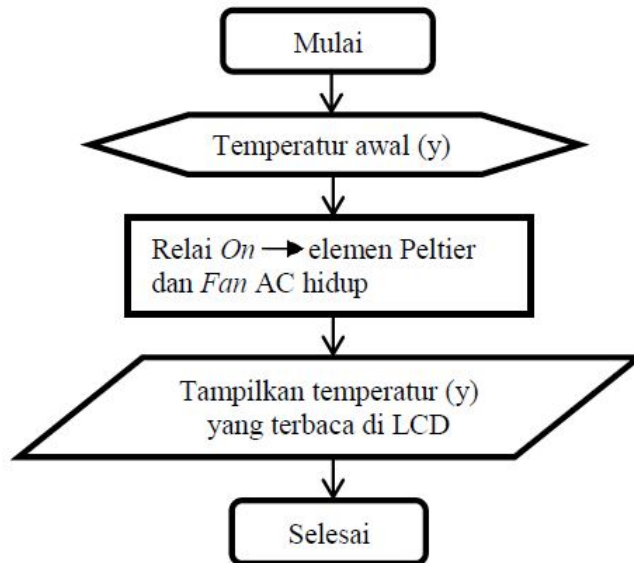
Pengujian elemen Peltier dilakukan dengan kondisi elemen Peltier terpasang dengan logam aluminium pada kedua sisi seperti yang terlihat pada Gambar 3. Logam pada bagian bawah elemen Peltier yang berukuran 6 cm x 6 cm x 3 cm berguna sebagai pengonduksi elemen Peltier ke air. Logam bagian atas berukuran 15 cm x 12 cm x 3 cm akan menyerap panas pada sisi panas elemen Peltier. Pada bagian atas, elemen Peltier juga dilengkapi dengan kipas AC 220 V untuk mempercepat pembuangan panas ke lingkungan. Dengan cara ini diharapkan proses pendinginan cepat terjadi dan bisa mencapai temperatur minimum dengan beban maksimal.



Gambar 3 Rangkaian pengujian elemen Peltier

2.5 Perancangan Program

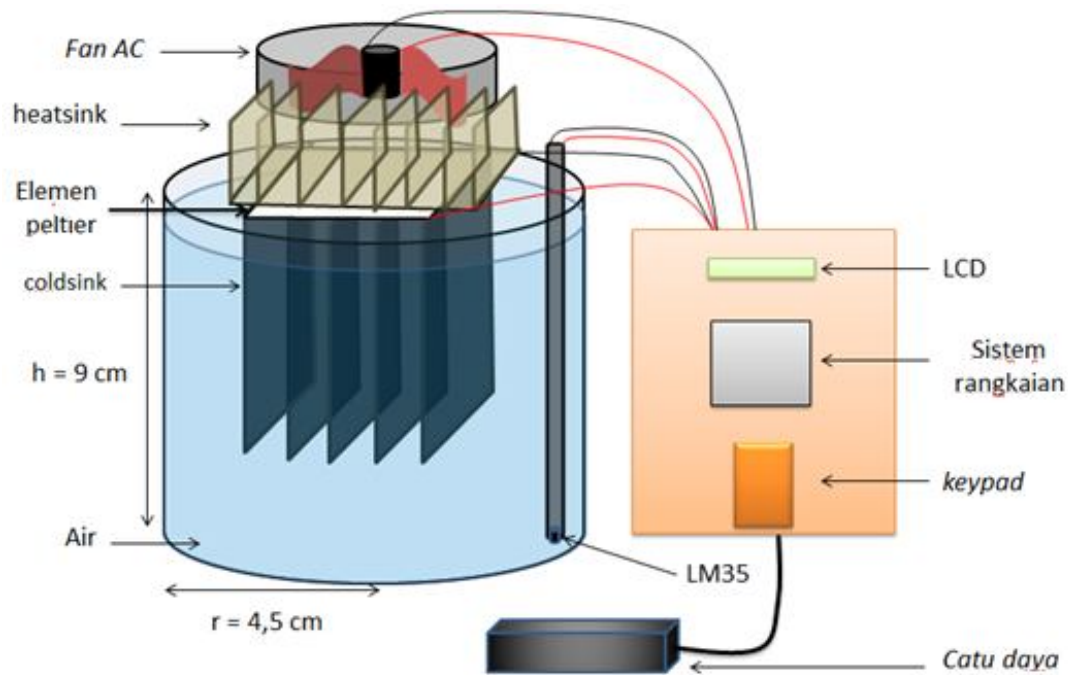
Perancangan program dibuat dengan menggunakan aplikasi BASCOM AVR. Program akan ditanamkan ke mikrokontroler sebagai instruksi yang akan dilaksanakan oleh elemen Peltier dan LCD. Diagram alir program ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram alir sistem pendingin

2.6 Perancangan Bentuk Fisik alat

Bentuk fisik alat secara keseluruhan ditunjukkan oleh Gambar 5. Volume tabung air adalah $572,3 \text{ cm}^3$. Elemen Peltier, *heatsink*, *coldsink* dan *fan AC* diletakkan dibagian atas tabung. Posisi ini merupakan posisi yang paling baik dalam melepaskan panas. Sensor LM35 diletakkan di dasar tabung agar temperatur air yang jauh dari *coldsink* bisa dideteksi. *Keypad*, LCD dan sistem rangkaian diletakkan pada satu tempat.



Gambar 5 Bentuk fisik alat secara keseluruhan

III. HASIL DAN DISKUSI

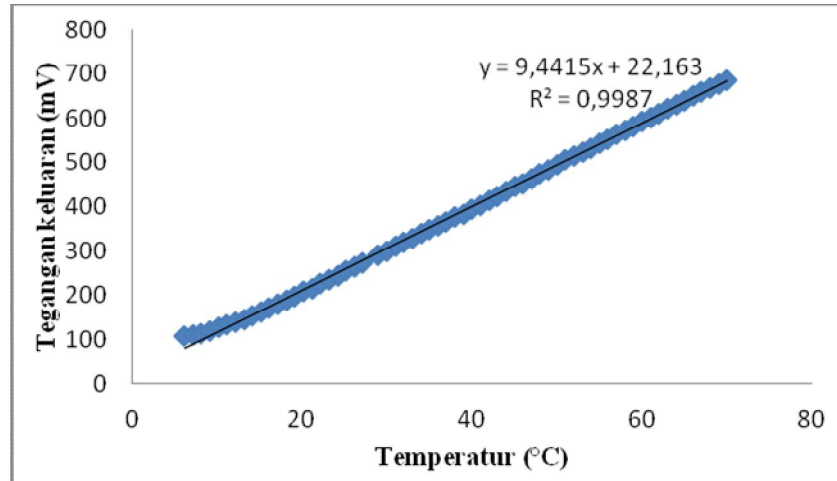
3.1 Hasil Perancangan dan Pengujian Sistem Sensor

Sensor LM35 dirancang untuk dapat digunakan di dalam air. Konduktor LM35 dilindungi oleh lem silikon dan pipa. Sebagian kepala LM35 dikeluarkan untuk mendeteksi temperatur. Hasil perancangan sensor LM35 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Bentuk perancangan LM35 water proof

Grafik pada Gambar 7 memperlihatkan hubungan antara temperatur dengan tegangan keluaran sensor. Dari hubungan itu diperoleh fungsi transfer $y = 9,4415x + 22,163$. Dari fungsi transfer ini, didapatkan bahwa setiap perubahan temperatur sebesar $1 \text{ }^\circ\text{C}$ mengakibatkan perubahan tegangan sebesar $9,4415 \text{ mV}$. Sensor memiliki nilai gelinciran sebesar $22,163$. Nilai ini menyatakan bahwa nilai awal sensor pada saat temperatur bernilai nol adalah $22,163 \text{ mV}$.



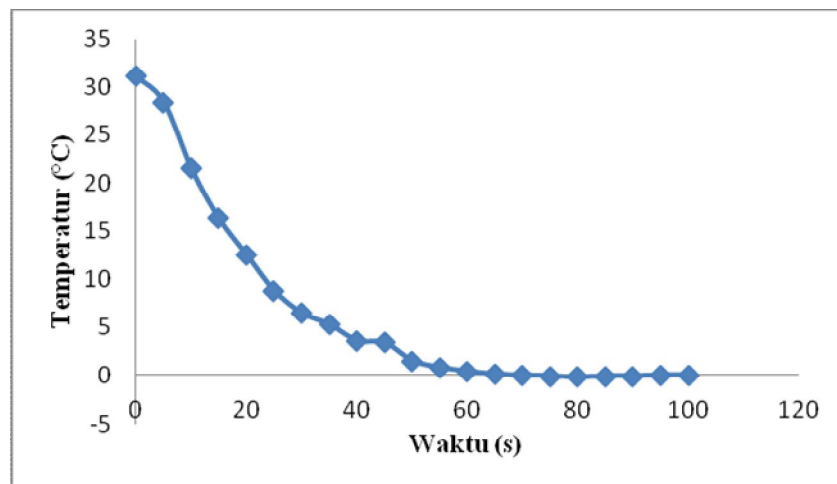
Gambar 7 Hubungan temperatur dengan tegangan keluaran sensor LM35

Berdasarkan *data sheet*, tegangan keluaran sensor akan berubah sebesar 10 mV setiap perubahan temperatur 1 C. Hasil menunjukkan bahwa tegangan keluaran sensor berubah sebesar 9,4415 mV setiap perubahan temperatur 1 C. Selain itu nilai regresi diperoleh hampir mendekati 1 yaitu sebesar 0,9987. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa sensor berfungsi dengan baik dan dapat digunakan sebagai alat ukur temperatur air.

3.2 Pengujian Elemen Peltier TEC1-12706

Setelah dilakukan pengujian elemen Peltier TEC1-12706 sebagai pendingin, diperoleh hasil kemampuan elemen Peltier seperti ditampilkan oleh grafik pada Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10. Dari grafik itu, dapat dilihat kemampuan elemen peltier tanpa beban dan kemampuan mendinginkan beban dengan massa yang divariasikan.

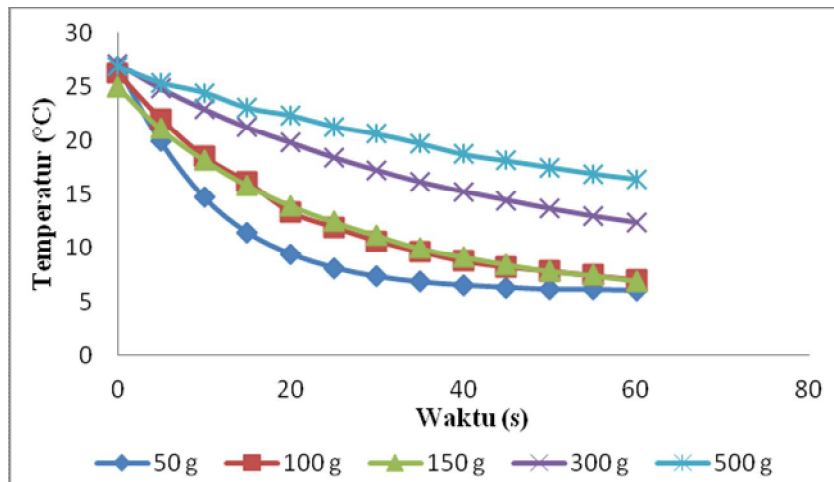
Gambar 8 menunjukkan penurunan temperatur pada bagian sisi dingin elemen Peltier ketika tanpa beban. Hanya membutuhkan waktu 70 s untuk berubah dari temperatur 31,1 °C ketemperatur 0 °C. Temperatur minimal yang dapat dicapai adalah -2 °C. Dari hasil pengujian ini, terlihat bahwa elemen Peltier dapat menurunkan temperatur pada bagian sisi dinginnya yang selanjutnya akan digunakan untuk mendinginkan air.



Gambar 8 Pengujian elemen Peltier tanpa beban pada tegangan 12 V

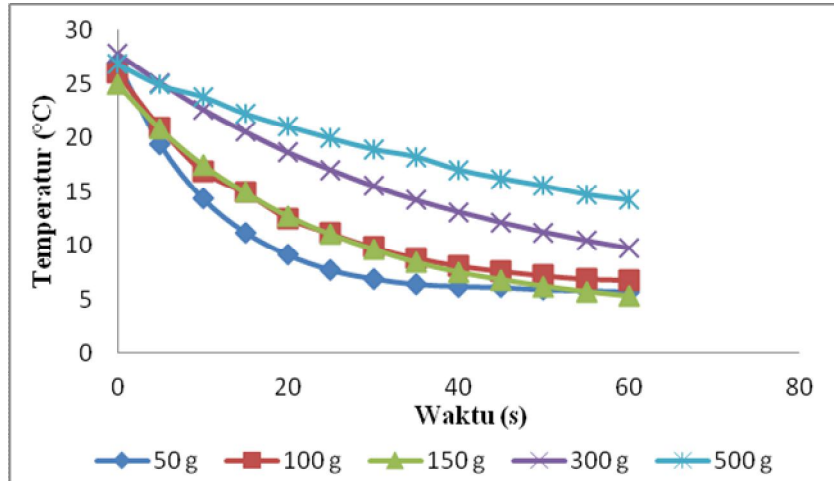
Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 9, dapat dilihat perbandingan setiap massa beban atau air yang didinginkan oleh pendingin. Beban dengan massa 50 g yang merupakan beban paling kecil memiliki temperatur yang lebih rendah dibanding beban lain. Kemampuan pendingin pada beban ini sangat baik. Begitu juga untuk beban berikutnya yaitu 100 g dan 150 g. Untuk beban 300 g, kemampuan pendingin sudah mulai berkurang. Hal ini

terlihat dari temperatur minimum yang dapat dicapai oleh pendingin cukup tinggi. Begitu juga untuk beban 500 g, pendingin masih mampu mendinginkan air tapi kemampuan pendingin sangat lemah.



Gambar 9 Grafik pengujian pendingin dengan tegangan catu 11 V/ 2 A

Sama dengan kemampuan pada tegangan 11 V/2 A, kemampuan pendingin pada pemberian tegangan 12 V/3 A berkurang dengan pertambahan massa beban. Seperti yang terlihat pada Gambar 10, kemampuan pendingin sangat baik pada beban 50 g, 100 g dan 150 g. Pada beban 300 g dan 500 g, kemampuan pendingin mulai berkurang. Akan tetapi pendingin masih mampu mendinginkan pada beban 500 g hanya saja temperatur minimum yang dapat dicapai tinggi.



Gambar 10 Grafik pengujian pendingin dengan tegangan catu 12 V/ 3 A

Kemampuan pendingin berkurang dengan bertambahnya massa beban. Namun pada beban yang bermassa 150 g terlihat grafiknya hampir sama dengan grafik pada beban bermassa 100 g. Pada pemberian tegangan 12 V/3 A yang terlihat pada Gambar 10, temperatur minimum yang dapat dicapai dalam waktu 60 menit bahkan lebih rendah dibanding beban bermassa 100 g. Pengecualian ini terjadi dikarenakan oleh temperatur ruangan yang berbeda. Perbedaan ini terlihat pada temperatur awal yang berbeda. Temperatur awal beban 150 g lebih rendah dibandingkan temperatur awal beban 100 g sehingga kemampuan pendingin lebih baik pada beban 150 g. Temperatur ruangan mempengaruhi kemampuan pendingin dalam mendinginkan air.

Dari kedua grafik pada Gambar 10 dan Gambar 11, terlihat perbedaan bahwa perubahan tegangan dan arus mempengaruhi kemampuan pendingin. Perubahan tegangan dan arus menyebabkan temperatur minimum yang dapat dicapai oleh pendingin berubah. Jika

dibandingkan antara temperatur minimum yang dapat dicapai oleh pendingin pada tegangan 11 V dengan pendingin pada tegangan 12 V, maka pendingin pada tegangan 12 V memiliki temperatur minimum yang lebih rendah. Selain itu, kecepatan pendingin pada saat mendinginkan beban juga berubah. Semakin besar tegangan dan arus yang diberikan pada pendingin, semakin besar pula kecepatan pendingin dalam memindahkan panas.

IV. KESIMPULAN

Hasil perancangan dan pengujian sensor LM35 untuk dapat digunakan di dalam air telah berhasil dengan nilai regresi sebesar 0,9987. Hasil pengujian elemen Peltier menunjukkan semakin besar massa air semakin berkurang kemampuannya untuk menurunkan temperatur. Selanjutnya semakin besar tegangan dan arus yang diberikan semakin besar pula kemampuan elemen Peltier untuk menurunkan temperatur air. Pada tegangan 12 V / 3 A, elemen Peltier mampu menurunkan temperatur air bermassa 50 g hingga 5,7 °C, sedangkan untuk air bermassa 500 g elemen Peltier hanya mampu menurunkan hingga 14,2 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Binder, 2013, *White Peaper Peltiertechnik*, Tuttlingen, Germany.
- Kuscu, H., dan Kahveci, K., 2012, Cooling Time of Water in a Glass on a Thermoelectric Cooler, Vol.6, No.1, Bulgaria.
- Nieswand, S., 2012, A Peltier Cooling System for SiPM Temperature Stabilization, *Thesis*, Fakultas Matematika, Ilmu Komputer dan Pengetahuan Alam, The Institute of Physics A.
- PERTAMINA, 2013, Musicool, <http://www.pertamina.com/en/our-business/downstream/marketing-and-trading/product-and-service/business-solution/gas-products/musicool/>, diakses Januari 2015.
- Putra, W., 2014, Perancangan dan Implementasi Kontrol Temperatur pada Proses Pendinginan Menggunakan Termoelektrik, *Skripsi*, FTI, UNAND, Padang.