

PENERAPAN DAN ANALISIS KECEPATAN PENDINGINAN TERMoeLEKTRIK PADA SISTEM PENDINGIN WATER DISPENSER

Abdurahman¹, Kustiawan²

^{1,2}Universitas Pamulang

^{1,2}Jl. Raya Puspiptek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

dosen00943@unpam.ac.id

kustiawan.kusti@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 17-05-2021
revisi : 30-05-2021
diterima : 29-06-2021
dipublish : 30-06-2021

ABSTRAK

Pada saat ini penggunaan *water* dispenser di masyarakat semakin meningkat. Ada dua jenis *water* dispenser dipasaran yaitu dispenser yang dapat memproduksi air panas dan dispenser yang dapat memproduksi air panas sekaligus air dingin. Mayoritas *water* dispenser yang ada dipasaran memanfaatkan sumber energi listrik dari PLN. Proses membuat air menjadi dingin pada *water* dispenser menyerap daya listrik yang cukup tinggi. Oleh karena itu penulis membuat rancang bangun pendingin air minum pada *water* dispenser dengan memanfaatkan termoelektrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat proses pendinginan *water* dispenser menggunakan termoelektrik agar menjadi salah satu alternatif untuk mendinginkan air yang ada di *water* dispenser.. Metode yang digunakan yaitu dengan menggunakan Termoelektrik tipe n dan tipe p yang merupakan bahan semikonduktor ekstrinsik pada kedua sisi tangki, kemudian dilakukan pengujian dengan 4 tahap yaitu pada pengisian tangga pendingin 1/4 liter, 1/2 liter, 3/4 liter, dan dalam keadaan tangga pendingin penuh 1 liter. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa rata-rata nilai suhu air tangki pendingin pada menit ke 75 adalah 22,5°C, nilai rata-rata *Coefficient Of Performance* (COP) adalah 0,6, penurunan suhu rata-rata dari kondisi awal ke kondisi akhir adalah 8,4°C dan daya listrik rata-rata yang diserap adalah 43,98 Watt. Hal ini membuktikan bahwa sistem pendingin menggunakan termoelektrik dapat menjadi energi alternatif dalam melakukan pendinginan air pada *water* dispenser.

Kata kunci : termoelektrik; semikonduktor; coefficient of performance

ABSTRACT

Nowadays, the use of water dispensers in the community is increasing. There are two types of water dispensers in the market, namely dispensers that can produce hot water and dispensers that can produce hot water as well as cold water. The majority of water dispensers on the market utilize electrical energy sources from PLN. The process of making the water cool in the water dispenser absorbs a fairly high electrical power. Therefore, the author makes a design for a drinking water cooler on a water dispenser by utilizing thermoelectric. The purpose of this study is to make the water dispenser cooling process using thermoelectric so that it becomes an alternative to cool the water in the water dispenser. The method used is to use n-type and p-type thermoelectrics which are extrinsic semiconductor materials on both sides of the tank, then The test was carried out in 4 stages, namely filling the cooling tank 1/4 liter, 1/2 liter, 3/4 liter, and in the 1 liter cooling tank full state. From the results of the study, it was found that the average value of the cooling tank water temperature at the 75th minute was 22.5°C, the average value of COP was 0.6, the average temperature drop from the initial condition to the final condition was 8.4°C and the electric power the average absorbed is 43.98 Watt. This proves that the cooling system using thermoelectric can be an alternative energy in cooling water in the water dispenser.

Keywords : thermoelectric; semiconductor; coefficient of performance

PENDAHULUAN

Pada saat ini penggunaan *water dispenser* di masyarakat semakin meningkat. Ada dua jenis *water dispenser* dipasaran yaitu yang dapat memproduksi air panas dan yang dapat memproduksi air panas sekaligus air dingin. Mayoritas *water dispenser* yang ada dipasaran memanfaatkan sumber energi listrik dari PLN. Proses membuat air menjadi dingin pada *water dispenser* menyerap daya listrik yang cukup tinggi. Oleh karena itu penulis membuat rancang bangun pendingin air minum pada *water dispenser* dengan memanfaatkan termoelektrik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat proses pendinginan *water dispenser* menggunakan termoelektrik agar menjadi salah satu alternatif untuk

mendinginkan air yang ada di *water dispenser*.

Metode yang digunakan yaitu dengan menggunakan Termoelektrik tipe n dan tipe p yang merupakan bahan semikonduktor ekstrinsik pada kedua sisi tangki, kemudian dilakukan pengujian dengan 4 tahap yaitu pada 1/4, 1/2, 3/4, dan dalam keadaan penuh.

Dalam penelitian sebelumnya oleh Samira Pourhedayat, dilakukan upaya untuk menghasilkan aliran air panas dan dingin secara simultan dengan modul termoelektrik (TEM) sebagai pendingin air yang menjanjikan. Aliran air dengan suhu masuk yang ditentukan dialirkan ke dua sisi TEM dan kemudian aliran air hangat dan dingin dikumpulkan di outlet dua sisi TEM dan analisis sensitivitas komprehensif dilakukan.

Pengaruh parameter tersebut pada karakteristik pemanasan/pendinginan diselidiki secara eksperimental untuk memperjelas kelayakan produksi simultan air hangat dan dingin yang mengalir TEM dan juga memperjelas rentang efektif parameter termasuk laju alir minimum, suhu masuk.

Dapat disimpulkan bahwa pengoperasian sistem tersebut (pendingin air tanpa reservoir) benar-benar mungkin jika laju aliran air, suhu air masuk dan jumlah TEM yang digunakan dipilih dengan tepat. Sangat penting untuk menggunakan sejumlah model termoelektrik yang sesuai untuk mengurangi tegangan DC yang dialokasikan dari setiap TEM individu (tanpa mengubah daya listrik input total) yang memberikan nilai COP total yang kompatibel. Temperatur keluar air yang didinginkan secara signifikan dipengaruhi oleh laju aliran samping panas/dingin dan temperatur masuk. Oleh karena itu, penting untuk memilih jumlah yang logis dari parameter tersebut berdasarkan suhu keluaran yang diperlukan dari air minum dingin. Secara umum, sistem yang diusulkan ditemukan sebagai pendingin air baru yang menjanjikan (Pourhedayat, 2018).

Perbedaannya dengan penelitian ini yaitu terletak pada system pendingin air yang laju alirannya memanfaatkan peltier dengan satu sisi saja yaitu sisi dinginnya. sehingga air minum yang diambil dari dispenser dingin, dalam kurun waktu lebih singkat dibanding air dispenser biasa yang ada dipasaran.

TEORI

Sistem *Water* Dispenser

Water dispenser merupakan teknologi buatan manusia yang digunakan sebagai

tempat atau wadah penampung air minum dimana bertujuan untuk membantu manusia dalam *flexybilitas* penempatan maupun pengambilan air minum. Teknologi dispenser yang beredar dipasaran saat ini adalah dispenser *Hot and Cool*, yaitu dispenser yang digunakan dengan pilihan antara panas atau dingin dengan sebelumnya menekan tombol *On* untuk menghidupkan sistem pemanas atau pendingin air yang selanjutnya air minum dapat diambil dengan cara membuka kran dispenser air panas atau air dingin secara manual sesuai dengan yang dikehendaki. Penggunaan dispenser dengan kran manual ini dinilai kurang menguntungkan karena ketika proses pengambilan air minum besar kemungkinan terdapat tumpahan air yang disebabkan air dalam gelas terlalu penuh ataupun karena penempatan gelas pada posisi yang kurang tepat. Oleh karena hal tersebut maka otomasi alat sangat diperlukan sehingga mampu membantu manusia dalam penggunaan dispenser ini (Benny et al., 2015).

Pengenalan Tentang Sistem Termo Elektrik

Termoelektrik adalah suatu alat teknologi yang dapat mengkonversi energy panas menjadi penggati listrik secara langsung, atau sebaliknya, yakni dari pengati listrik menjadi dingin (pendingin). Sistem kerja termoelektrik sendiri bekerja berdasarkan efek *seebeck*.

Dalam penggunaan termoelektrik, bahan yang dipakai umumnya bersifat semi konduktor. Semikonduktor merupakan bahan yang dapat menghantarkan arus listrik namun tidak sempurna. Dalam hal ini, bahan yang digunakan pada termoelektrik adalah tipe n dan tipe p dan merupakan bahan semikonduktor ekstrinsik. Ada 3 hal

yang sangat penting dalam termoelektrik, yakni Koefisien Seebeck (s), Konduktivitas panas (k), Resistivitas (ρ). Ketiga hal ini sangat berperan penting dalam menentukan termoelektrik yang dipakai. Material yang biasanya dipakai adalah : Bi_2Te_3 , PbTe , dan SiGe . Dibeberapa negara, banyak sekali pemanfaatan yang telah dilakukan dengan menggunakan termoelektrik, seperti: pemanfaatan perbedaan panas di dasar laut dan darat, seperti suatu sistem *hybrid* pada kendaraan motor yang memanfaatkan kondisi motor listrik dan juga mesin pembakaran (Santosa, 2015).



Gambar 1. Modul Termoelektrik (Kurniawan, 2019)

Untuk menentukan *Coefficient Of Performance* (COP) adalah sebagai berikut

$$COP = \frac{Q_c}{P} \quad (1)$$

Dengan keterangan :

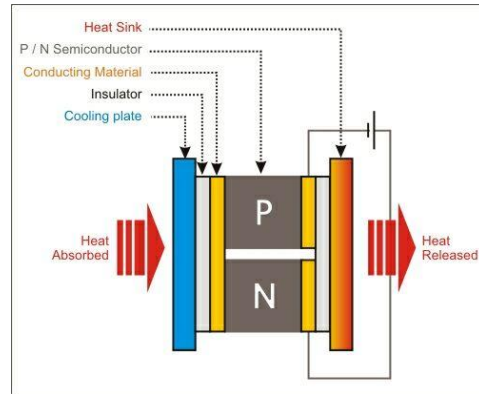
COP = Coefisien Of Performance

Q_c = Daya yang dihasilkan

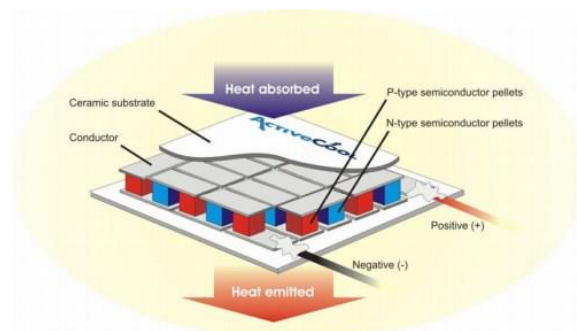
P = Daya maksimum yang dapat dicapai oleh peltier (Watt).

Ujung penghantar dari dua bahan yang berbeda dihubungkan ke sumber tegangan, dengan demikian arus listrik akan mengalir melalui dua buah semikonduktor yang terhubung secara seri. (lihat gambar diatas). Aliran arus DC yang melewati dua semikonduktor tersebut menciptakan perbedaan suhu. Sebagai akibat perbedaan

suhu ini, Peltier pendingin menyebabkan panas yang diserap dari sekitar pelat pendingin akan pindah ke pelat lain (*heatsink*).



Gambar 2. Penampang termoelektrik (Kurniawan, 2019)



Gambar 3. Proses pemindahan panas (Kurniawan, 2019)

Sebuah termoelektrik biasanya akan menghasilkan perbedaan suhu maksimal 70°C antara sisi panas dan dinginnya. Apabila termoelektrik semakin panas maka akan semakin kurang efisiensinya. Karena termoelektrik perlu untuk mengurangi atau menghilangkan panas yang ditimbulkan dari proses pendinginan maupun dari panas yang dihasilkan oleh daya listrik yang diumpankan. Jumlah panas yang ditimbulkan sebanding dengan arus dan waktu.

Spesifikasi sebuah termoelektrik adalah seperti berikut :

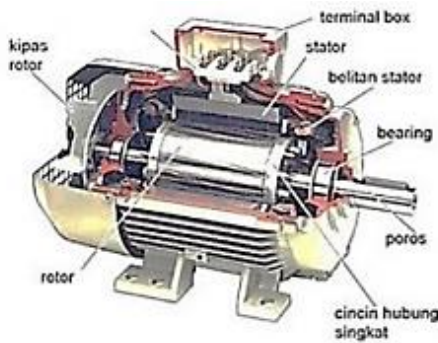
Dimentions : $40 \times 40 \times 3,9\text{mm}$

$I_{\text{max}} - 7\text{A}$

$U_{\text{max}} - 15,4\text{V}$

$Q_{Cmax} - 62,2W$
 $T_{max} - 69^{\circ}C$
 1.7 Ohm resistance
 127 thermocouples
 Max Operating Temp: 180°C
 Min Operating Temp: - 50°C

Motor DC



Gambar 4. Motor DC (Dickson Kho, 2018)

Motor DC memiliki prinsip kerja yang berbeda dengan Motor AC. Pada motor DC jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet disekitar konduktor. Medan magnetnya terjadi disekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.

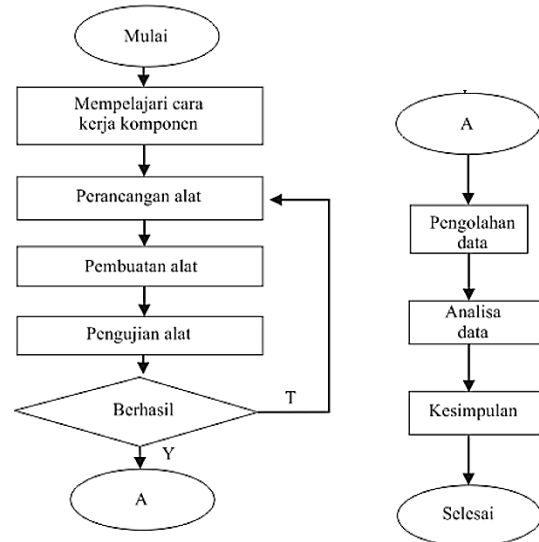
Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor Aturan genggaman tangan kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitarkonduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari akan menunjukkan arah garis fluks (Dickson Kho, 2018).

METODOLOGI

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam melakukan penerapan dan analisis sistem pendingin water dispencer dengan

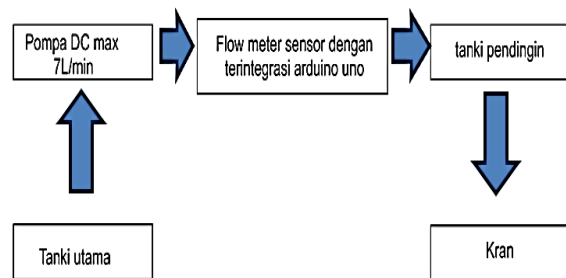
menggunakan termoelektrik (Peltier) dapat dilihat pada flowchart yang ada pada gambar 5.



Gambar 5. Flowchart tahapan penelitian

Diagram Perancangan Perangkat Keras

Untuk penggambaran secara umum dari keseluruhan perangkat keras perlu dibuat blok diagram alat. Berikut ini adalah blok diagram alat pada penelitian ini:



Gambar 6. Diagram perancangan perangkat keras

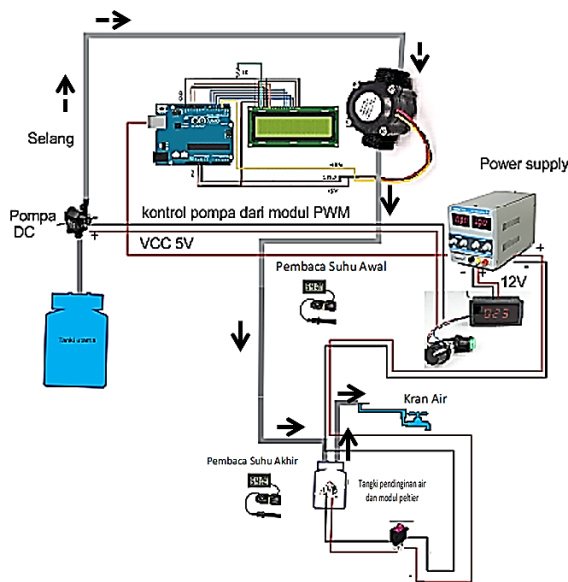
Dari diagram diatas dapat dijelaskan alur sistem kerja alat yang dibuat seperti berikut pompa DC akan menghisap air dari tanki utama menuju tanki pendingin. Proses penghisapan air dari tanki utama ke tanki pendingin akan dideteksi oleh sebuah flowmeter. Flowmeter ini digunakan untuk mengetahui debit aliran air dari tanki utama ke tanki pendingin yang telah dipasang rangkaian pendingin termelektirik (peltier).

Air di tangki pendinginan akan didinginkan oleh termoelektrik (peltier). Untuk mengetahui nilai suhu air pada tangki utama dan nilai suhu air setelah didinginkan di tangki pendinginan digunakan alat ukur thermometer digital. Kran pada water dispenser digunakan untuk mengalirkan air minum yang sudah didinginkan ke gelas untuk diminum oleh manusia.

Peralatan yang digunakan untuk membuat sistem pendingin termoelektrik ini yaitu termoelektrik Cooler TEC1-12706, flowmeter, pompa DC 12V, mikrokontroler Arduino UNO, LCD Display, baterai, exhaust fan, sensor suhu

Rangkaian Alat

Rangkaian sistem pendingin air dengan termoelektrik pada water dispenser diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian sistem pendingin air

Pada gambar 7 diperlihatkan keseluruhan rangkaian sistem pendingin air. Sistem kerja pendingin air dimulai dari dihisapnya air yang ada di tangka utama oleh pompa DC dengan kapasitas 7L/menit, kemudian kecepatan laju aliran air terdeteksi/terbaca oleh flowmeter sensor

yang tersinkronisasi dengan microcontroller arduino Uno dan data dapat terlihat pada display arduino kemudian air mengalir pada tangki pendingin untuk selanjutnya melalui proses pendinginan menggunakan Thermoelektrik Cooler TEC1-12706, lalu air yang telah melalui tahap pendinginan dapat dikeluarkan melalui kran air pada dispenser.

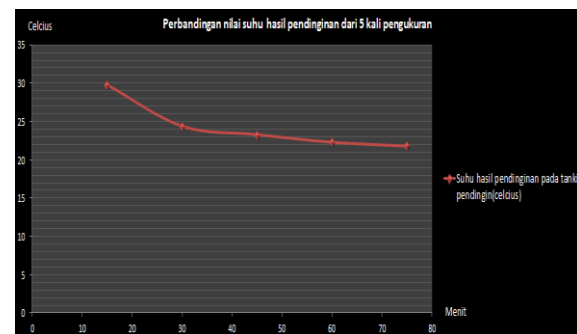
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian termoelektrik dengan cara menghidupkan water dispenser selama 75 menit dan parameter yang diteliti diantaranya Coefficient of Performance (COP), arus listrik, tegangan dan daya listrik.

Pengujian tahap 1

Pada pengujian tahap pertama dilakukan dengan mengisi tangki pendingin ¼ dari keseluruhan volume tangki (1/4 liter) diperoleh hasil pengujian yaitu waktu pemenuhan tangki sekitar 11.7 detik dengan kecepatan aliran air 8 liter/jam dan pada menit ke 15, arus listrik yang dihasilkan sekitar 3,7A, dan tegangan yang dihasilkan sekitar 11,9 VDC. Kemudian daya yang dapat terhitung sekitar 44,03 Watt begitupun untuk menit berikutnya.

Hasil pengujian tahap 1 ini diperlihatkan oleh gambar 8.



Gambar 8. Hasil pendinginan suhu terhadap waktu pada pengujian tahap 1

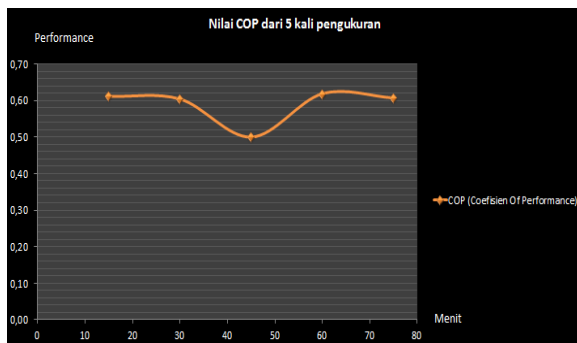
Pada gambar 8 diketahui bahwa Dari menit ke 15 hingga menit ke 75, terjadi

penurunan suhu pada tangki pendingin yaitu dari suhu 29,8°C menjadi 21,9°C.

Daya maksimum yang dapat dicapai oleh peltier saat running adalah 72 watt, maka dapat diketahui nilai *Coeffisien Of Performance* dari alat yang telah dirancang tersebut dengan perhitungan sebagai berikut (pengambilan sampel perhitungan pada menit ke 15) yaitu:

$$COP = \frac{q_c}{P} = \frac{44,03}{72} = 0,61$$

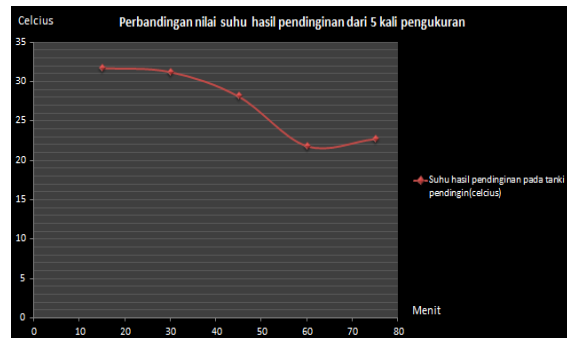
Adapun nilai COP terhadap waktu diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9. Nilai COP terhadap waktu pada pengujian tahap1

Pengujian Tahap 2

Pada pengujian tahap kedua dilakukan dengan mengisi tanki pendingin ½ dari keseluruhan volume tanki (1/2 Liter), selanjutnya setelah dilakukan pengukuran diperoleh hasil pengujian yaitu waktu pemenuhan tanki adalah 31 detik dengan kecepatan aliran air 32 Liter/jam. Pada menit ke 15, arus listrik yang dihasilkan adalah 3,4 Ampere, dan tegangan yang dihasilkan 12,23 VDC, dan daya yang dapat terhitung adalah 41,58 Watt. Pada menit ke 15 diketahui suhunya adalah 31,7°C kemudian pada menit ke 75 terjadi perubahan suhu air pada tangka pendingin menjadi 22,9°C. Grafik perubahan suhu air pada tangki pendingin diperlihatkan pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil perbandingan suhu terhadap waktu pada pengujian tahap 2

Daya maksimum yang dapat dicapai oleh termoelektrik (peltier) saat *running* adalah 72 watt, maka dapat diketahui pada tabel nilai *Coeffisient Of Performance* dari alat yang telah dirancang tersebut dengan perhitungan sebagai berikut (pengambilan sampel perhitungan pada menit ke 15) yaitu

$$COP = \frac{q_c}{P} = \frac{41,58}{72} = 0,57$$

Adapun nilai COP terhadap waktu diperlihatkan pada gambar 11.

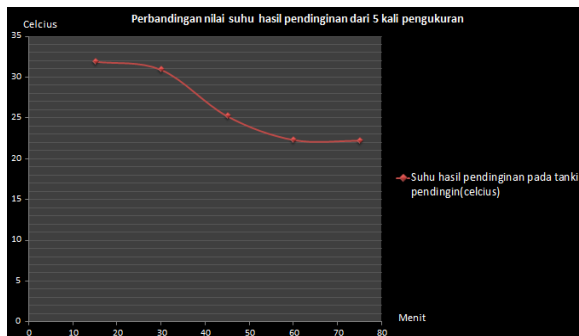


Gambar 11. Nilai COP terhadap waktu pada pengujian tahap 2

Pengujian Tahap 3

Pada pengujian tahap ketiga dilakukan dengan mengisi tanki ¾ dari keseluruhan volume tanki (3/4 Liter), selanjutnya setelah dilakukan pengukuran diperoleh hasil pengujian yaitu waktu pemenuhan tanki adalah 40 detik dengan kecepatan aliran air 32 Liter/jam. Pada menit ke 15, arus listrik yang dihasilkan adalah 3.82 Ampere, dan tegangan yang dihasilkan 12VDC, dan daya

yang dihasilkan 45,84 Watt. Pada menit ke 15 hingga menit ke 75, terjadi penurunan suhu saat proses pendinginan, Pada menit ke 15 diketahui suhunya adalah 31,9°C kemudian pada menit ke 75 terjadi perubahan suhu air pada tangki pendingin menjadi 22,3°C. Grafik perubahan suhu air pada tangki pendingin diperlihatkan pada gambar 12.

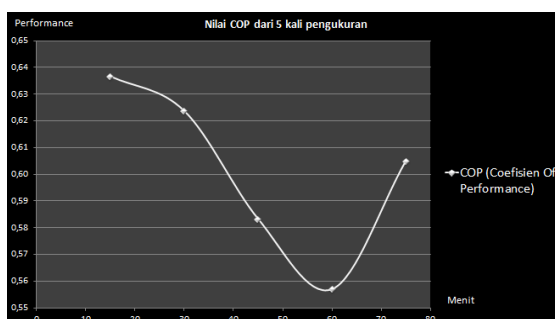


Gambar 12. Hasil perbandingan suhu terhadap waktu pada pengujian tahap 3

Daya maksimum yang dapat dicapai oleh peltier saat *running* adalah 72 watt, maka dapat diketahui pada tabel nilai *Coeffisient Of Performance* dari alat yang telah dirancang tersebut dengan perhitungan pada menit ke 15 yaitu

$$COP = \frac{q_c}{P} = \frac{45,84}{72} = 0,63$$

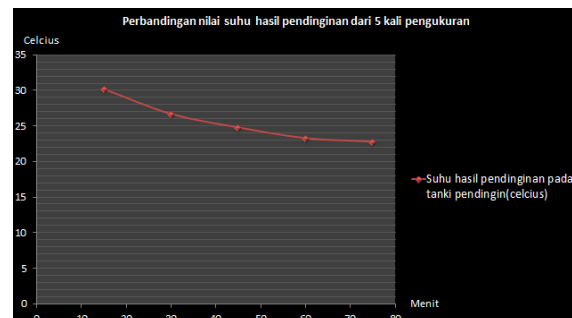
Adapun nilai COP terhadap waktu diperlihatkan pada gambar 13.



Gambar 13. Nilai COP terhadap waktu pada pengujian tahap 3

Pengujian Tahap 4

Pada pengukuran tahap keempat dilakukan dengan mengisi tanki *full* (1 liter) dari keseluruhan volume tanki, selanjutnya setelah dilakukan pengukuran diperoleh hasil pengujian yaitu waktu pemenuhan tanki adalah 45 detik dengan kecepatan aliran air 32 liter/jam. Pada menit ke 15, arus listrik yang dihasilkan adalah 3,72 Ampere, tegangan yang dihasilkan 11,96VDC dan daya adalah 44,49 Watt. Pada menit ke 15 hingga menit ke 75, terjadi penurunan suhu saat proses pendinginan. Pada menit ke 15 diketahui suhunya 30,2°C kemudian pada menit ke 75 terjadi perubahan suhu air pada tangki pendingin menjadi 22,9°C. Grafik perubahan suhu air pada tangki pendingin diperlihatkan pada gambar 14.

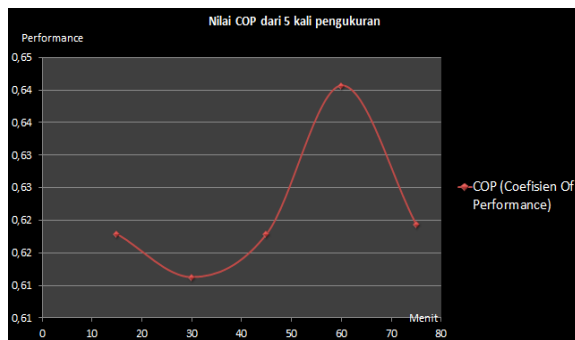


Gambar 14. Hasil perbandingan suhu terhadap waktu pada pengujian tahap 3

Daya maksimum yang dapat dicapai oleh peltier saat *running* adalah 72 watt, maka dapat diketahui nilai *Coeffisient Of Performance* dari alat yang telah dirancang tersebut dengan perhitungan pada menit ke 15 yaitu

$$COP = \frac{q_c}{P} = \frac{44,49}{72} = 0,61$$

Adapun nilai COP terhadap waktu diperlihatkan pada gambar 15.



Gambar 15. Nilai COP terhadap waktu pada pengujian tahap 3

Dari hasil pengujian tahap I sampai tahap 4 dengan volume tanki yang bervariasi. Diketahui bahwa rata-rata nilai suhu air tangki pendingin pada menit ke 75 adalah $22,5^{\circ}\text{C}$, nilai rata-rata COP adalah 0,6, penurunan suhu rata-rata dari kondisi awal ke kondisi akhir adalah $8,4^{\circ}\text{C}$ dan daya listrik rata-rata yang diserap adalah 43,98 Watt.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian tahap I sampai tahap 4 dengan volume tanki yang bervariasi. Diketahui bahwa rata-rata nilai suhu air tangki pendingin pada menit ke 75 adalah $22,5^{\circ}\text{C}$, nilai rata-rata COP adalah 0,6, penurunan suhu rata-rata dari kondisi awal ke kondisi akhir adalah $8,4^{\circ}\text{C}$ dan daya listrik rata-rata yang diserap adalah 43,98 Watt. Hal ini membuktikan bahwa sistem pendingin menggunakan termoelektrik dapat menjadi energi alternatif dalam melakukan pendinginan air pada *water dispenser*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Elektro Universitas Pamulang dan rekan-rekan sejawat yang telah membantu dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terselesaikan

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino.cc. (2020). Arduino Uno Rev3. *Arduino.Cc*, 1.
- Benny, B., Nugraha, B., Ramadhany, D. A., & Abidulloh, I. F. (2015). "Smart Dispenser" Dispenser Pintar Dengan Pengontrol Suhu Dan Penghemat Energi. *Jurnal Poli-Teknologi*, 14(2).
- Darmawan, C. W. (2021). Alat Ukur dan Teknik Pengukuran.
- Dickson Kho. (2018). Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya. In *Dickson Kho* (pp. 1–4).
- Harahap, D. S. 142411032. (2017). Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Aliran Air Menggunakan Sensor Flow Meter Berbasis Arduino Uno 328P. *Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Aliran Air Menggunakan Sensor Flow Meter Berbasis Arduino Uno 328P*, 1–43.
- Kurniawan, W. (2019). *Pemanfaatan Peltier Untuk Kipas Angin Tiga Mode Sebagai Pendingin Ruang Dengan Voice Recognition Berbasis Arduino Mega 2560* (Doctoral dissertation, Universitas Putra Indonesia" YPTK" Padang).
- Pourhedayat, S. (2018). Application of thermoelectric as an instant running-water cooler; experimental study under different operating conditions. *Applied Energy*, 229, 364–374. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.009>
- Putera, A. P., & Toruan, K. L. (2016). Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu, Kelembaban Dan Tekanan Udara Portable Berbasis Mikrokontroler Atmega16. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 3(2), 42–50.
- Santosa, N. B. (2015). *Mengenal Thermo-Electric (Peltier)*. 29 January 2015.



Yudhistira, D. D., Ramadhan, M. D.,
Augusta, N., & Agustini, S. (2015).
Pengenalan Mikrokontroler Arduino
Uno. 1–7.