

Rancang Bangun Pendingin *Portable* Dengan Menggunakan Konsumsi Daya Rendah

Nurul Iman¹, Heri Haryanto²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jln. Jenderal Sudirman Km 3 Cilegon- Banten 42435
iman_ariel@gmail.com¹, Heri.Haryanto@untirta.ac.id²

Abstrak – Kebutuhan pendingin ruangan saat ini semakin meningkat penggunaannya, apalagi dengan pemanasan global yang terjadi pada setiap daerah. Namun masih banyak sekali yang memperhitungkan penggunaan daya listrik/ energi listrik yang dibutuhkan untuk alat pendingin ruangan ini. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dirancang sebuah alat pendingin menggunakan elemen peltier/ termoelektrik dengan penggunaan daya listrik/ energi listrik yang rendah dengan menggunakan 8 buah elemen peltier yang akan dikombinasikan secara seri-paralel untuk mencapai daya listrik yang lebih efisien. Berdasarkan hasil dari kombinasi seri-paralel telah didapatkan daya listrik 27,87 watt. Pada alat penelitian ini lebih efektif untuk jarak jauh dalam hal ini yaitu dua meter.

Kata kunci: Elemen peltier, Konsumsi energi, Daya listrik, Pendingin

1. Pendahuluan

Penghematan energi atau konservasi energi adalah tindakan untuk mengurangi jumlah penggunaan energi. Penghematan energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit, ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi. Penghematan energi dapat menyebabkan berkurangnya biaya, serta meningkatnya nilai lingkungan, keamanan negara, keamanan pribadi, serta kenyamanan. Organisasi-organisasi serta perseorangan dapat menghemat biaya dengan melakukan penghematan energi, sedangkan pengguna komersial dan industri dapat meningkatkan efisiensi dan keuntungan dengan melakukan penghematan energi[11].

Pendingin ruangan atau pengkondisi udara adalah sistem/ mesin yang dirancang untuk menstabilkan suhu udara dan kelembaban suatu area yang digunakan untuk pendinginan maupun pemanasan tergantung pada sifat udara pada waktu tertentu. Pemakaian alat pendingin ruangan saat ini semakin meningkat apalagi dengan kondisi sekarang pemanasan global yang terjadi diberbagai daerah[14]. Oleh karena itu pendingin ruangan berperan penting dalam kegiatan dan aktivitas manusia, karena suhu yang ada disekitar ruangan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kehidupan manusia, baik dalam segi kegiatan maupun kesehatan[13].

Pada sisi lain penggunaan sistem pendinginan yang menggunakan freon sebagai refrigeran (media pendingin) mulai dikurangi, karena menyebabkan penipisan lapisan ozon. Dewasa ini mulai dikembangkan sistem pendinginan yang lebih baik dari pada AC, salah satunya ialah penggunaan elemen peltier atau pendingin termoelektrik. Disamping relatif lebih ramah lingkungan, pendingin termoelektrik ini lebih tahan lama dan fleksibel[1].

Ada beberapa penelitian yang berhubungan dengan peltier. penelitian yang pertama pendingin ruangan kabin pada BTS (Base Transceiver Station) menggunakan delapan modul peltier dengan dengan variasi pengujian dengan *heatsink extrude casing pendek dan fan besar*, *heatsink extrude casing panjang dan fan besar*, *heatsink extrude casing pendek dan heatsink extrude casing panjang dan fan kecil*, *heatsink slot casing pendek dan fan besar* [1]. Dari hasil

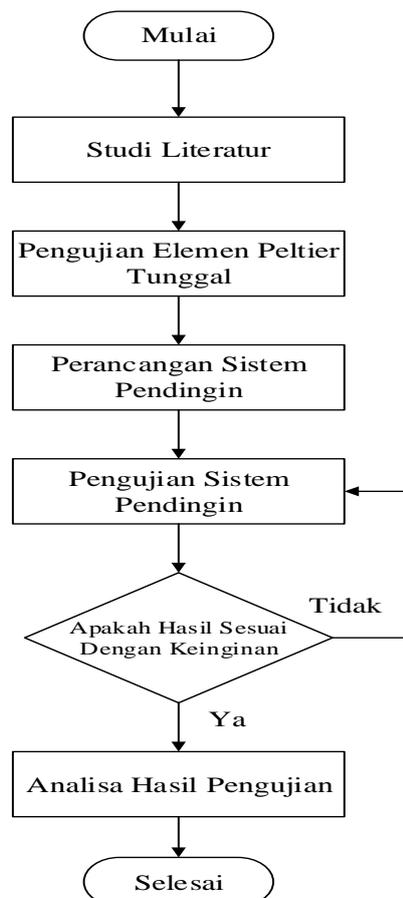
berbagai pengujian menunjukkan bahwa dengan delapan modul yang disuplai tegangan dc 48 V, kinerja pendinginan kabin paling baik didapatkan pada prototipe dengan *heatsink extrude* yang memakai casing panjang yang menutupi seluruh permukaan 22.62 °C dengan daya 155.232 watt [1]. Selanjutnya ada juga yang meneliti tentang pendingin termoelektrik dengan air sebagai bebannya, dari hasil yang dilakukan selama 60 menit untuk masing-masing sampel pengujian. Suhu minimum yang dapat dicapai sistem pendingin bergantung pada beban yang diberikan, dimana saat kosong suhu minimum adalah 19 °C, dengan air bermassa 100 gr suhu minimum adalah 22 °C, dengan air bermassa 200 gr suhu minimum adalah 23 °C, dengan air bermassa 500 gr adalah 23 °C [15].

Dalam penelitian ini juga dirancang suatu pendingin ruangan termoelektrik dengan memanfaatkan maksimal 8 buah susunan elemen peltier dengan tipe TEC1-12705 untuk mengetahui penggunaan maksimal 8 buah termoelektrik dalam mendinginkan ruangan melalui pengujian dan juga mengetahui konsumsi daya yang serap oleh suatu sistem pendingin ruangan termoelektrik.

Pada perancangan sistem pendingin ruangan termoelektrik ini juga menggunakan *heatsink* sebagai pelepasan sisi panas elemen peltier dan *coldsink* sebagai penyerapan sisi dingin elemen peltier, dan juga ditambahkan *fan* kipas untuk mempercepat pembuangan suhu panas pada *heatsink* dan penyebaran suhu dingin pada *coldsink*.

2. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan beberapa tahapan-tahapan metode yang dilakukan dalam penelitian. Metode tersebut dapat dilihat dalam bentuk *Flowchart* pada Gambar 1 berikut ini.



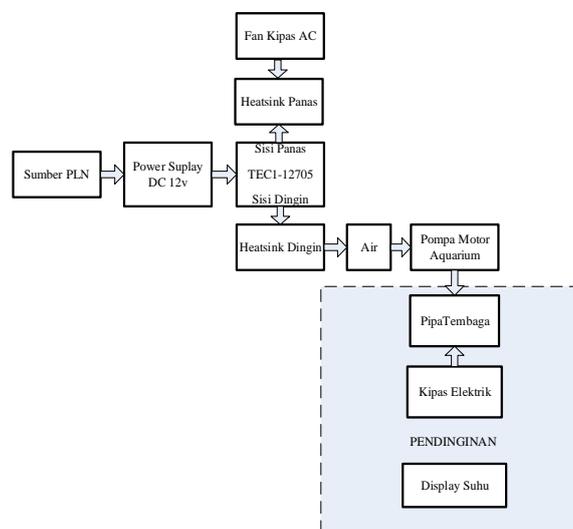
Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

2.1. Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan instrumen berupa *hardware* (perangkat keras) yang dapat mendukung perancangan sistem pada penelitian.

2.1.1. Hardware

Instrumen *hardware* yang digunakan pada penelitian ini adalah *hardware* yang disesuaikan dalam perancangan penelitian serta alat ukur yang dibutuhkan untuk pengujian alat. Berikut merupakan *hardware* yang digunakan dalam penelitian adalah termoelektrik (elemen peltier), *heatsink* (sisi bagian panas), *coldsink* (sisi bagian dingin), *AC fan* (kipas arus bolak-balik), *power supply*, isolator (papan), *thermal* pasta, multimeter, amperemeter, termokopel, termometer ruangan, termometer digital, motor pompa air aquarium, kipas elektrik dengan lilitan pipa tembaga (pipa kapiler).



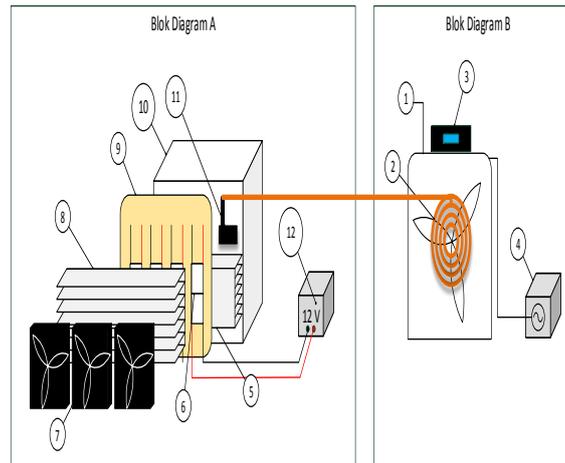
Gambar 2. Diagram Blok Pendingin Ruang Termoelektrik

2.2. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem pendingin ini ada komponen-komponen yang harus digunakan untuk mengoptimalkan sistem kerja pendinginan termoelektrik, komponen tersebut yaitu fan dan *heatsink*. Perancangan sistem pendingin ini, *heatsink* dan *fan* memiliki peran yang sangat penting dan tidak bisa dipisahkan. Adapun hubungan *fan*, *heatsink* dan komponen lainnya pada perancangan sistem pendingin termoelektrik ini dapat ditunjukkan pada blok diagram gambar 2.

2.2.1. Perancangan (Hardware)

Pada perancangan *hardware* sistem pendingin ruangan termoelektrik ini dibuat menjadi dua sistem yang saling berkaitan, yaitu sistem *outdoor* (luar ruangan) dan sistem *indoor* (dalam ruangan). Adapun untuk skema perancangan *hardware* sistem pendingin ruangan termoelektrik dapat terlihat pada gambar 3.



Keterangan :

1. Kipas Elektrik 2. Pipa Tembaga 3. *Display* Suhu 4. *Source AC* 5. *Coldsink* 6. Termoelektrik 7. Fan Kipas 8. *Heatsink* Panas 9. Papan Isolator 10. Sterofom 11. Pompa Motor Aquarium 12. *Power Supplay* DC 12 Volt

Gambar 3. Skema Perancangan Pendingin Termoelektrik

3. Hasil Dan Analisa

Pendingin termoelektrik yang telah dirancang pada penelitian ini menggunakan elemen peltier tipe TEC1-12705. Perancangan pada sistem pendingin ini terdiri dari beberapa bagian yaitu, papan isolator yang diberi beberapa celah untuk meletakkan elemen peltier, selanjutnya *heatsink*, pipa kapiler dan kipas. Hasil sistem pendingin termoelektrik yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



- (a) *Indoor* Sistem Pendingin
 (b) *Outdoor* Sistem Pendingin

Gambar 4. Sistem Pendingin Ruang Termoelektrik

3.1. Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah mengamati perubahan tegangan masuk, arus masuk pada sistem pendingin dan menghitung konsumsi daya listrik serta temperature dingin yang dihasilkan oleh sistem pendingin dari berbagai variasi pemasangan seri-paralel elemen peltier.

3.2. Pengujian Step 1 Mengukur Suhu *Coldsink*, *Heatsink* dan Daya

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 1-8 buah termoelektrik dengan berbagai variasi susunan seri-paralel, hal ini bertujuan untuk menentukan pendinginan yang optimal pada *coldsink* dan mengetahui daya yang terukur pada sistem. Untuk mengetahui daya yang terukur pada sistem oleh karena itu dilakukan pengukuran terhadap tegangan dan arus dengan berbagai variasi susunan dari 1-8 buah termoelektrik. Untuk pengukuran tegangan, arus dan temperatur pada sisi *coldsink* dan *heatsink* dilakukan menggunakan beberapa alat ukur yaitu voltmeter untuk mengukur tegangan, *clamp* meter untuk mengukur arus dan juga termokopel tipe K untuk mengukur temperatur pada *coldsink* dan *heatsink*. Untuk pengujian pada *step* 1 terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Pengujian dengan Mengukur Suhu *Heatsink* (*Step* 1)

Pada tahap pengujian ini percobaan dilakukan dalam jangka waktu masing-masing 10 menit pada setiap percobaan. Pada tahap percobaan ini dilakukan berbagai variasi susunan seri-paralel dari 1-8 buah termoelektrik, untuk seluruh percobaan berjumlah 30 percobaan dari semua variasi susunan seri-paralel termoelektrik yang masing-masing mendapatkan bentuk data berbeda-beda dari tiap percobaan. Percobaan pada tahap ini, seluruh data yang telah diambil kemudian dicari 5 data percobaan yang memiliki suhu *coldsink* yang memiliki suhu dingin yang optimal dan memiliki suplay daya yang efisien (rendah).

3.2.1. Pengujian Step 2 Mengukur Suhu Ruangan

Pengambilan data suhu ruangan dibagi menjadi empat tahap pengujian yang akan dibandingkan, yaitu data suhu ruangan tanpa alat pendingin (elemen peltier *off*), data suhu ruangan menggunakan alat pendingin dengan variasi rangkaian susunan elemen peltier pada 5 (lima) percobaan yang telah dipilih pada pengujian step 1, data suhu ruangan dengan cooler, dan data suhu ruangan dengan kipas angin. Hal ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi dari alat pendingin thermoelektrik pada penelitian ini. Untuk mengetahui penurunan suhu ruangan tersebut, pengambilan data pada pengujian ini menggunakan termometer ruangan yang diletakkan pada jarak 1 meter dan 2 meter dari alat pendingin, yang masing-masing diujikan selama dua jam (120 menit).

Pada pengujian pengambilan data suhu ruangan dengan alat pendingin pada penelitian ini, menggunakan air sebagai media perpindahan temperature dingin pada *coldsink* yang terlihat pada gambar 6 di bawah ini.

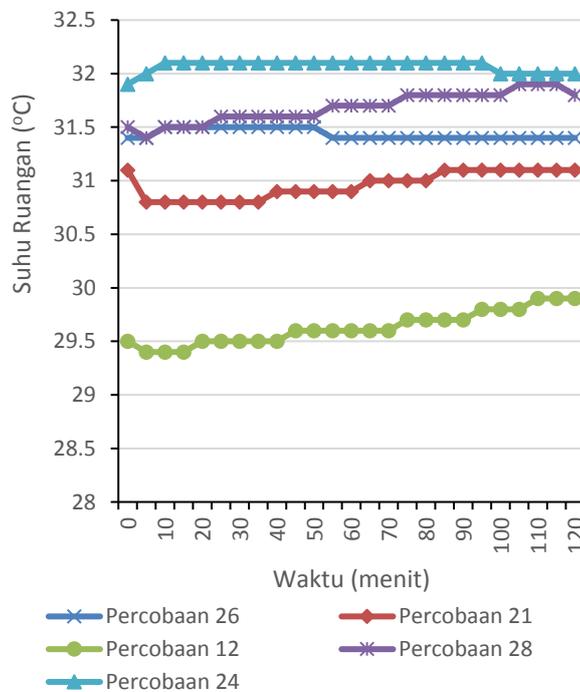


Gambar 6. Air Sebagai Media Penyalur Temperatur Dingin Dari Coldsink

Pada gambar 6 adalah air yang digunakan sebagai media penyalur temperatur dingin *coldsink*. Air yang digunakan untuk pengambilan data suhu ruangan untuk alat pendingin pada penelitian sebanyak 3,6 liter air yang disirkulasikan dengan pompa motor aquarium melalui pipa kapiler yang sudah dijelaskan pada sebelumnya.

3.2.2. Hasil Pengujian Step 2

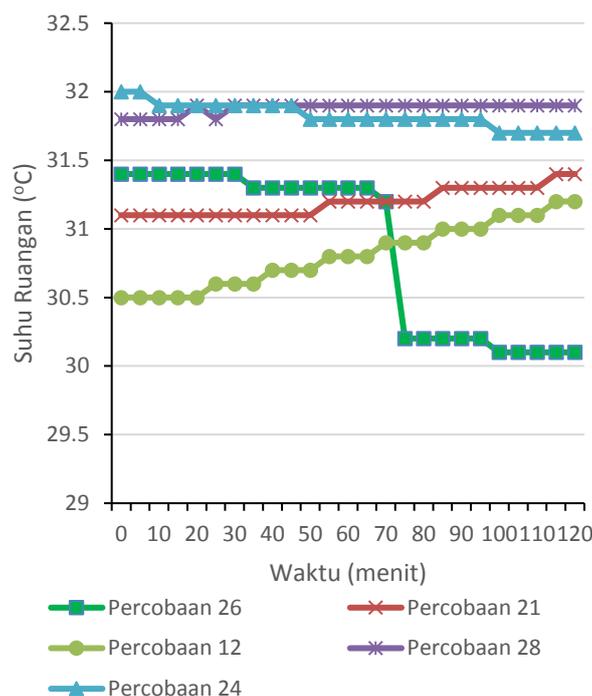
Pengambilan data dilakukan di ruangan 3x2 meter pada ruangan tertutup dan kedap udara. Berdasarkan data-data dari ke lima percobaan maka dapat diplotkan dalam grafik perbandingan untuk kenaikan dan penurunan temperature ruangan untuk yang 1 meter (Gambar 7) dan 2 meter (Gambar 8).



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Perubahan Suhu Ruangan dengan Jarak 1 Meter Terhadap Waktu

Pada Gambar 7 merupakan pengujian perubahan suhu ruangan dengan jarak 1 meter, dapat dilihat pada grafik perubahan penurunan temperature terjadi hanya beberapa waktu tertentu setelah itu temperature ruangan mengalami kenaikan.

Pada Gambar 8 merupakan pengujian perubahan suhu ruangan dengan jarak 2 meter, terlihat bahwa penurunan temperature (ΔT) terjadi pada percobaan 26 dan percobaan 24. Pada percobaan 26 penurunan temperature hingga 1,3 °C dari titik awal sampai titik akhir pengujian, sedangkan untuk percobaan 24 penurunannya hanya 0,3 °C. Mengingat konsumsi daya pada percobaan 26 begitu besar maka percobaan yang akan dipilih adalah percobaan 24.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Perubahan Suhu Ruangan dengan Jarak 2 Meter Terhadap Waktu

3.2.3. Pengujian Step 3 Mengukur Suhu Ruangan menggunakan Cooler dan Kipas Angin

Pengujian selanjutnya adalah mengukur suhu ruangan menggunakan alat konvesional lainnya dalam hal ini yaitu cooler dan kipas angin. Pada pengujian menggunakan cooler dan kipas angin juga dilakukan sama halnya seperti pengujian pada alat pendingin pada penelitian yaitu pengambilan data menggunakan termometer ruangan yang diletakkan pada jarak 1 meter dan 2 meter dari alat pendingin, yang masing-masing diujikan selama dua jam (120 menit). Pengujian cooler dan kipas angin ini kemudian akan dibandingkan dengan alat pendingin pada penelitian, dalam hal ini yang akan dibandingkan yaitu untuk penggunaan dayanya dan juga performa pendinginannya untuk yang jarak 1 meter dan 2 meter. Berikut merupakan data pengujian cooler dan kipas angin.

Pengujian pada cooler data temperatur ruangan untuk jarak yang 1 meter mengalami perubahan penurunan temperatur (ΔT) sebesar 0.3 °C, sedangkan untuk jarak yang 2 meter tidak ada perubahan temperatur (ΔT) untuk awal waktu pengujian hingga akhir waktu pengujian.

Untuk pengujian kipas angin bahwa menghasilkan temperatur ruangan untuk jarak yang 1 meter mengalami perubahan kenaikan temperatur (ΔT) sebesar 0.1 °C, sedangkan untuk jarak yang 2 meter meter mengalami perubahan penurunan temperatur (ΔT) sebesar 0.2 °C dari waktu awal pengujian hingga akhir waktu pengujian.

3.3. Perbandingan Performa Temperatur Antara Alat Penelitian Yang Telah Dipilih dengan Kipas Angin dan Cooler.

Setelah melakukan proses pengujian pada alat penelitian yang telah dipilih dan juga melakukan pengujian pada alat lain seperti kipas angin dan cooler kemudian dilakukan perbandingan antara ketiga alat tersebut yaitu untuk alat penelitian, kipas angin, dan cooler pada masing-masing percobaan untuk yang 1 meter dan 2 meter untuk mengetahui performa temperatur yang lebih efektif. Berikut adalah tabel perbandingannya yang telah ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Pada tabel 1 adalah perbandingan alat pendingin penelitian, cooler, dan kipas angin dengan jarak 1 meter. Percobaan ini dilakukan dengan membandingkan ketiganya dalam waktu yang berbeda. Pengambilan data pada ketiga alat tersebut tidak pada waktu yang sama bekerjanya. Pada kipas angin temperature percobaan suhu ruangan awal (t_0) adalah $29.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan suhu ruangan akhir (t_{24}) $29.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, cooler suhu ruangan awal (t_0) adalah $30.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan suhu akhir (t_{24}) $30.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, alat penelitian (percobaan 24) suhu ruangan awal (t_0) adalah $31.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan suhu akhir (t_{24}) $32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ketiga alat tersebut dilakukan pengujian masing-masing selama 120 menit. Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa pengujian suhu ruangan pada cooler yang hanya mengalami penurunan temperature dari t_0 (suhu awal) sampai t_{24} (suhu akhir), sedangkan untuk suhu ruangan pada kipas angin dan alat penelitian (percobaan 24) mengalami kenaikan temperature dari pengujian t_0 sampai t_{24} .

Tabel 1. Perbandingan Alat pendingin Penelitian, Cooler, dan Kipas Angin dengan Jarak 1 Meter

Ket. Temp	Kipas Angin ($^{\circ}\text{C}$)	Cooler ($^{\circ}\text{C}$)	Alat penelitian Percobaan 24 ($^{\circ}\text{C}$)
t0	29.7	30.7	31.9
t1	29.6	30.7	32
t2	29.7	30.6	32.1
t3	29.7	30.6	32.1
t4	29.7	30.6	32.1
t5	29.7	30.6	32.1
t6	29.8	30.6	32.1
t7	29.8	30.6	32.1
t8	29.8	30.6	32.1
t9	29.8	30.6	32.1
t10	29.8	30.6	32.1
t11	29.8	30.7	32.1
t12	29.8	30.7	32.1
t13	29.8	30.7	32.1
t14	29.8	30.7	32.1
t15	29.8	30.7	32.1
t16	29.8	30.7	32.1
t17	29.8	30.6	32.1
t18	29.7	30.7	32.1
t19	29.7	30.7	32.1
t20	29.8	30.7	32
t21	29.8	30.6	32
t22	29.8	30.5	32
t23	29.8	30.5	32
t24	29.8	30.4	32

Pada tabel 2 adalah perbandingan alat pendingin penelitian, cooler, dan kipas angin dengan jarak 2 meter. Percobaan ini sama seperti tabel 1 hanya saja percobaan ini dilakukan dengan jarak 2 meter dari alat pengukuran. Pada kipas angin temperature percobaan suhu ruangan awal (t_0)

adalah 29,8 °C dan suhu ruangan akhir (t24) 29,6 °C , cooler suhu ruangan awal (t0) adalah 30,4 °C dan suhu akhir (t24) 30.4 °C, alat penelitian (percobaan 24) suhu ruangan awal (t0) adalah 32°C dan suhu akhir (t24) 31,7 °C. Pada tabel di atas terlihat bahwa pengujian suhu ruangan pada alat penelitian (percobaan 24) mengalami penurunan temperature dari t0 (suhu awal) sampai t24 (suhu akhir) sebesar 0,3 °C, untuk suhu ruangan pada kipas angin mengalami penurunan temperature sebesar 0,2 °C sedangkan cooler suhu awal (t0) sampai suhu akhir (t24) tidak mengalami perubahan temperature.

Tabel 2. Perbandingan Alat pendingin Penelitian, Cooler, dan Kipas Angin dengan Jarak 2 Meter

Ket. Temp	Kipas Angin (°C)	Cooler (°C)	Alat penelitian Percobaan 24 (°C)
t0	29.8	30.4	32
t1	29.8	30.4	32
t2	29.7	30.5	31.9
t3	29.7	30.5	31.9
t4	29.7	30.4	31.9
t5	29.7	30.5	31.9
t6	29.7	30.5	31.9
t7	29.7	30.5	31.9
t8	29.7	30.5	31.9
t9	29.7	30.5	31.9
t10	29.7	30.5	31.8
t11	29.7	30.5	31.8
t12	29.6	30.5	31.8
t13	29.6	30.4	31.8
t14	29.6	30.4	31.8
t15	29.6	30.4	31.8
t16	29.6	30.4	31.8
t17	29.6	30.3	31.8
t18	29.6	30.4	31.8
t19	29.6	30.4	31.8
t20	29.6	30.4	31.7
t21	29.6	30.4	31.7
t22	29.6	30.4	31.7
t23	29.6	30.4	31.7
t24	29.6	30.4	31.7

3.4. Perhitungan Energi Listrik

Pada penelitian ini akan dihitung energi listrik pada rangkaian percobaan 24 yang telah dipilih pada penelitian ini, kemudian akan dibandingkan dengan alat lain seperti kipas angin dan cooler yang sudah dilakukan pengujian seperti alat penelitian. Perhitungan energi listrik ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi energi listrik pada alat penelitian yang telah dibuat. Untuk menghitung energi listrik yang dibutuhkan, dalam penelitian ini menggunakan persamaan 2.21 dengan data-data yang telah diketahui di bawah ini.

1. Alat Penelitian (percobaan 24)

Diketahui : $P = 27,8775 \text{ Watt}$
 $t = 120 \text{ Menit} = 2 \text{ Hours}$

Jarak 1 meter $\Delta T = 31,9 \text{ }^\circ\text{C} - 32 \text{ }^\circ\text{C} = -0.1 \text{ }^\circ\text{C}$

Jarak 2 meter $\Delta T = 32 \text{ }^\circ\text{C} - 31.7 \text{ }^\circ\text{C} = 0.3 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned}
 W &= P \times t \\
 &= 27,8775 \text{ Watt} \times 2 \text{ Hours} \\
 &= 55.755 \text{ Wh} \\
 &= 0.055755 \text{ Kwh}
 \end{aligned}$$

2. Kipas Angin

Diketahui : $P = 45 \text{ Watt}$
 $t = 120 \text{ Menit} = 2 \text{ Hours}$

Jarak 1 meter $\Delta T = 29,7 \text{ }^\circ\text{C} - 29,8 \text{ }^\circ\text{C} = -0.1 \text{ }^\circ\text{C}$
 Jarak 2 meter $\Delta T = 29.8 \text{ }^\circ\text{C} - 29.6 \text{ }^\circ\text{C} = 0.2 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned}
 W &= P \times t \\
 &= 45 \text{ Watt} \times 2 \text{ Hours} \\
 &= 90 \text{ Wh} \\
 &= 0.09 \text{ Kwh}
 \end{aligned}$$

3. Cooler

Diketahui : $P = 75 \text{ Watt}$
 $t = 120 \text{ Menit} = 2 \text{ Hours}$

Jarak 1 meter $\Delta T = 30,7 \text{ }^\circ\text{C} - 30,4 \text{ }^\circ\text{C} = 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$
 Jarak 2 meter $\Delta T = 30.4 \text{ }^\circ\text{C} - 30.4 \text{ }^\circ\text{C} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned}
 W &= P \times t \\
 &= 75 \text{ Watt} \times 2 \text{ Hours} \\
 &= 150 \text{ Wh} \\
 &= 0.15 \text{ Kwh}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas telah diketahui bahwa konsumsi energi listrik pada alat penelitian lebih efisien di bandingkan kipas angin dan cooler dalam waktu masing-masing 2 jam. Untuk penurunan temperatur ΔT pada alat penelitian juga memiliki penurunan temperature yang lebih baik dibandingkan kipas angin dan cooler untuk jarak yang 2 meter, sedangkan untuk jarak yang 1 meter yang memiliki penurunan temperature ΔT lebih baik adalah cooler.

3.4. Analisa Data

Setelah melakukan pengambilan data kemudian dilakukan analisa terhadap suatu objek ruangan yang didinginkan, bahwa Peningkatan suhu pada ruangan dari temperature awal hingga temperature akhir pengujian, itu dipengaruhi dari suhu lingkungan yang berubah terhadap intensitas matahari dan udara terhadap lingkungan disekitar. Selain itu temperatur pada *coldsink* juga semakin lama akan semakin naik hal ini dikarenakan akibat tidak terjaganya temperatur sisi panas pada *heatsink* yang juga semakin meningkat temperatur panasnya. Hal ini merupakan salah satu yang menyebabkan tidak tercapainya suhu awal yang diinginkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Dari hasil pengujian, percobaan 24 dengan rangkaian 7 Elemen Peltier disusun seri-paralel ($P1+P2+P3+P4//P5+P6+P7$) menunjukkan bahwa rangkaian kombinasi paralel-seri ini menghasilkan daya yang lebih rendah dibandingkan dengan 4 rangkaian lainnya. Daya yang diserap adalah 27,87 Watt dengan $\Delta T = -0.1 \text{ }^\circ\text{C}$ untuk jarak 1 meter dan $\Delta T = 0.3 \text{ }^\circ\text{C}$. Pada rancangan ini (percobaan 24) lebih efektif pendinginannya dengan jarak 2 meter, karena ΔT yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan jarak yang 1 meter.
2. Pada kelima percobaan rangkaian yang dipilih telah menghasilkan daya dan ΔT yang berbeda-beda. Pada kombinasi percobaan 26 menghasilkan daya 306,7 watt dengan $\Delta T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ untuk yang 1 meter dan $\Delta T = 1,3 \text{ }^\circ\text{C}$ untuk yang 2 meter, kombinasi percobaan 21 menghasilkan daya 278,4 watt dengan $\Delta T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ untuk yang 1 meter dan $\Delta T = -0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ untuk yang 2 meter,

percobaan 12 menghasilkan daya 210,73 watt dengan $\Delta T = -0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk yang 1 meter dan $\Delta T = -0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk yang 2 meter, percobaan 28 menghasilkan daya 31,47 watt dengan $\Delta T = -0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk yang 1 meter dan $\Delta T = -0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk yang 2 meter, dan percobaan 24 menghasilkan daya 27,87 watt dengan $\Delta T = -0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk yang 1 meter dan $\Delta T = 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk yang 2 meter.

Daftar Pustaka

- [1] Eko Poetro, Joessianto. 2011. “Analisis Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah (DC Cooler) Sebagai Upaya Konservasi Energi Pada BTS (Base Transceiver Station)”. Thesis. Universitas Indonesia: Depok
- [2] Tulak, Alden. 2013. “TEG Dengan 7 Termoelektrik Rangkaian Seri Untuk Charger Handphone”. Skripsi. Fakultas Sains Dan Teknologi, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
- [3] Grup riset fisika magnetik dan fotonik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITB. 2011. “Penelitian Bahan Termoelektrik Bagi Aplikasi Konversi Energi Di Masa Mendatang”. Jurnal Material dan Energi Indonesia.1, (01), 58-70: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran
- [4] Oktorina, Dwi Handayani. 2006. “Kajian Karakteristik Modul Termoelektrik Untuk Sistem Penyimpanan Dingin”. Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- [5] Nam, Wai.Yip. 2012. “Thermoelectric Materials and Device”. City University of Hongkong: Hong Kong
- [6] DH, Shepta. 2012. “Rancang Bangun Sistem Pengukur Efisiensi Sel Peltier Berbasis Mikrokontroler”. Skripsi. Universitas Indonesia: Depok
- [7] Makhsum, M. Rifa. 2014. “Perancangan Modul Termoelektrik Generator Menggunakan Peltier”. Skripsi. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa: Cilegon
- [8] Custom Thermoelectric. “How to Tell What Kind of Peltier Module You Have”. Diakses 28 Januari 2016 (00.25) www.customthermoelectric.com
- [9] Incopera, Frank P., Dewitt, David P., *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, New York, Fifth Edition: John Wiley and Sons, 2002
- [10] <http://www.pengertianku.net/2015/07/pengertian-suhu-dan-termometer-serta-jenis-jenisnya.html> (dikunjungi 28 Januari 2016 ; 00.37)
- [11] https://id.wikipedia.org/wiki/Penghematan_energi (dikunjungi 12 Februari 2016 ; 10.48)
- [12] https://id.wikipedia.org/wiki/Penyejuk_udara (dikunjungi 12 Februari 2016 ; 11.03)
- [13] Widiotomo, Dony. “Pengontrol temperature ruangan berbasis microcontroller AT89S51”. Universitas Gunadarma. 2004
- [14] Tarigan, Pilipus. “Sistem Pengendali Pendingin Ruangan Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535”. Dosen Tetap STMIK Budi Darma Medan. 2013
- [15] Umboh, R. 2011. *Perancangan Alat Pendingin Portable Menggunakan Elemen Peltier*. UNSRAT.
- [16] Priyambada, Sandya. 2012. “Pendingin Kabin Mobil Berbasis Termoelektrik”. Skripsi. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Indonesia.