

SIMULASI DISPENSER *HOT AND COOL UNIT*

Ahmad Khoiri, Nur Afni Sari, Vivi Noviyanti

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sains Al-Qur'an Jawa Tengah di Wonosobo

Noviyantivivi91@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh: (1) variasi tegangan terhadap waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan suhu dingin tetap pada peltier; (2) variasi tegangan terhadap suhu air dingin yang dihasilkan; (3) perbedaan waktu terhadap suhu air panas yang dihasilkan; (4) variasi bahan terhadap suhu yang dihasilkan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen berulang. Analisis yang digunakan pada penelitian adalah analisis regresi.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) terdapat pengaruh yang signifikan variasi tegangan terhadap suhu dingin pada peltier; (2) terdapat pengaruh yang signifikan variasi tegangan terhadap suhu air dingin; (3) terdapat pengaruh yang signifikan perbedaan waktu terhadap perubahan suhu air panas; (4) terdapat pengaruh yang signifikan variasi bahan terhadap suhu air panas.

Kata kunci : tegangan, waktu, medium, suhu.

PENDAHULUAN

Termodinamika memainkan peran penting dalam analisis sistem dan piranti yang ada di dalamnya terjadi perpindahan formasi energi. Implikasi termodinamika bercakupan jauh, dan penerapannya membentang ke seluruh kegiatan manusia. Bersamaan dengan sejarah teknologi kita, perkembangan sains telah memperkaya kemampuan kita untuk memanfaatkan energi dan menggunakan energi tersebut untuk kebutuhan masyarakat. Kebanyakan kegiatan kita melibatkan perpindahan energi dan perubahan energi.¹

Termodinamika merupakan ilmu tentang energi, yang secara spesifik

membahas tentang hubungan antara energi panas dengan kerja.² Seperti telah diketahui bahwa energi di dalam alam dapat terwujud dalam berbagai bentuk, selain energi panas dan kerja, yaitu energi kimia, energi listrik, energi nuklir, energi gelombang elektromagnetik, energi akibat gaya magnet, dan lain-lain. Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain, baik secara alami maupun hasil rekayasa teknologi. Selain itu energi di alam semesta bersifat kekal, tidak dapat dibangkitkan atau dihilangkan, yang terjadi adalah perubahan energi dari satu bentuk menjadi bentuk lain tanpa ada pengurangan atau penambahan. Prinsip ini disebut sebagai prinsip konservasi atau kekekalan energi.

¹ Ahmad Abu Hamid, *Kalor dan Termodinamika*. (Universitas Negeri Yogyakarta, 2007), hal. 13

² Zemansky, Mark W dan Richard H Dittman, *Kalor dan Termodinamika*. (Bandung: Penerbit ITB, 1986), hal. 193

Alat elektronika dalam kehidupan sehari-hari yang menggunakan prinsip dari Hukum Termodinamika salah satunya adalah *dispenser*. *Dispenser* adalah salah satu alat rumah tangga yang menggunakan listrik untuk dapat memanaskan elemen pemanas dan menjalankan mesin pendinginnya.³ Cara penggunaan *dispenser* ini sangatlah praktis yaitu dengan menyediakan air yang sudah steril atau air yang sudah layak untuk diminum, air panas maupun dingin segera bisa dinikmati, karena pada dasarnya dispenser hanya dirancang untuk pemanas dan pendingin saja, tidak untuk memasak atau membuat es seperti pada alat pemanas dan pendingin lainnya. *Dispenser* hanya menggunakan tabung atau tangki tempat penampungan air yang akan dipanaskan dan didinginkan.

Ide *Simulasi Dispenser Hot and Cool Unit* ini menggunakan peltier sebagai pendingin air dan elemen pemanas sebagai pemanas air. Prinsip kerja peltier itu sendiri adalah dapat menghasilkan suhu dingin ketika suhu panas pada peltier dibuang secara maksimal dan dapat bekerja optimal pada arus 3 sampai 7 ampere dengan tegangan berkisar antara 5 sampai 12 volt, namun pada kenyataannya suhu dingin yang dihasilkan pun tidak sesuai dengan yang diharapkan, sehingga diperlukan bahan lain untuk memaksimalkan kerja peltier. Sedangkan pada sistem pemanasan air digunakan elemen pemanas pada penghangat nasi. Elemen tersebut dapat bekerja pada arus AC dengan

tegangan 220 volt, untuk lebih memaksimalkan kerja elemen pemanas tersebut kami menggabungkan rangkaian elemen pemanas penghangat nasi dengan elemen pada setrika bekas.

Simulasi Dispenser Hot and Cool Unit dibuat dengan latar belakang tersebut. Peneliti berkeinginan melakukan penelitian serta mencoba untuk membuat rancangan simulasi dari *dispenser* pemanas dan pendingin dengan memanfaatkan komponen-komponen yang ada. Selain itu agar kita dapat lebih memahami penerapan dari Hukum Termodinamika pada kehidupan sehari-hari.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fisika lantai 2 Gedung Al Muna Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Sains Al-Qur'an. Jalan Raya Kalibebek km. 03 Wonosobo. Adapun waktu dalam penelitian ini mulai dari pembuatan alat hingga pembuatan laporan penelitian dimulai dari bulan November tahun 2015 sampai dengan bulan Januari tahun 2016. Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen.

Rancangan penelitian dalam penelitian ini disusun sesuai dengan variabel-variabel yang diteliti. Rangkaian *Dispenser Hot and Cool Unit* ini menggunakan Peltier sebagai pendingin dan elemen pada setrika sebagai pemanas. Selain kedua komponen tersebut, pada rangkaian ini juga menggunakan komponen-komponen elektronika lainnya, seperti termostat, trafo, LED, resistor, dan dioda.

³ Muhammad Ishaq, *Menguak Rahasia Alam dengan Fisika*. (Bandung: PT Alfabeta, 2008), hal. 54

Peltier digunakan sebagai elemen pendingin (sekaligus sebagai pemanas) yang dipakai pada dispenser. Alat ini bekerja dengan menyerap panas pada salah satu sisi dan memindahkan panas pada sisi yang lain, sehingga apabila alat ini dialiri arus listrik salah satu sisi akan menjadi dingin dan sisi lainnya menjadi panas. Untuk mengoptimalkan suhu dingin yang dihasilkan, sisi panas pada peltier harus dibuang secara maksimal. Elemen peltier telah banyak digunakan sebagai aplikasi pendinginan. Berbentuk solid artinya alat ini tidak menggunakan refrigeran sebagai media perpindahan kalor, oleh karena itu termoelektrik memiliki bentuk yang ringkas dan ramah lingkungan. Prinsip kerja termoelektrik ini adalah berdasarkan pada efek Peltier. Pada efek ini disebutkan bahwa dari dua kawat material berbeda (kawat termokopel) di mana masing-masing ujung kawat material membentuk sambungan satu sama lainnya yang apabila diberi perbedaan tegangan, akan menghasilkan perbedaan temperatur. Perbedaan temperature yang dihasilkan ini sebanding dengan jumlah arus searah yang dialirkan sehingga nantinya akan ada sambungan yang menyerap kalor dan ada sambungan yang melepaskan kalor.

Prinsip pemanas air yang terjadi pada alat pemanas air adalah ketika alat pemanas dihubungkan ke sumber listrik dan dihidupkan, maka arus listrik akan mengalir melalui elemen pemanas. Elemen pemanas ini mengubah energi listrik yang melaluinya menjadi energi panas. Panas yang dihasilkan elemen ini memanaskan air yang ada dalam tabung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi tegangan terhadap waktu.

Variasi tegangan pada rangkaian dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perubahan tegangan terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tetap peltier. Dengan menggunakan variasi tegangan 6 Volt, 9 Volt, dan 12 Volt dan suhu yang ditetapkan 18°C didapatkan hasil seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh variasi tegangan terhadap waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan suhu dingin pada peltier

T (°C)	V (volt)	t (sekon)		
		Perc. 1	Perc. 2	Perc. 3
18	6	36	35	37
	9	28	25	31
	12	25	24	22

Variasi tegangan terhadap suhu.

Variasi tegangan pada rangkaian dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perubahan tegangan terhadap suhu yang dihasilkan. Dengan menggunakan variasi tegangan 6 Volt, 9 Volt, dan 12 Volt dan waktu yang ditetapkan 45 menit didapatkan hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh variasi tegangan terhadap suhu air dingin yang dihasilkan

t (s)	V (volt)	T (°C)		
		Perc. 1	Perc. 2	Perc. 3
2700	6	23,0	23,0	23,0
	9	22,5	22,5	22,5
	12	22,0	22,0	22,0

Perbedaan lama waktu terhadap suhu.

Perbedaan lamanya waktu dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan waktu terhadap suhu yang

dihasilkan. Dengan menggunakan variasi waktu 30 s, 60s, 90s, 120s pada berbagai macam bahan. Didapatkan hasil seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh perbedaan waktu terhadap suhu air yang dihasilkan

V (V)	t (s)	T (°C)								
		Alumunium			Kaca			Seng		
		P.1	P.2	P.3	P.1	P.2	P.3	P.1	P.2	P.3
220	30	27	28	26	24	24	24	24	25	24
	60	29	29	28	24	25	25	25	26	25
	90	34	35	32	25	25	25	26	27	27
	120	40	40	37	26	26	26	28	29	29

Variasi bahan terhadap suhu.

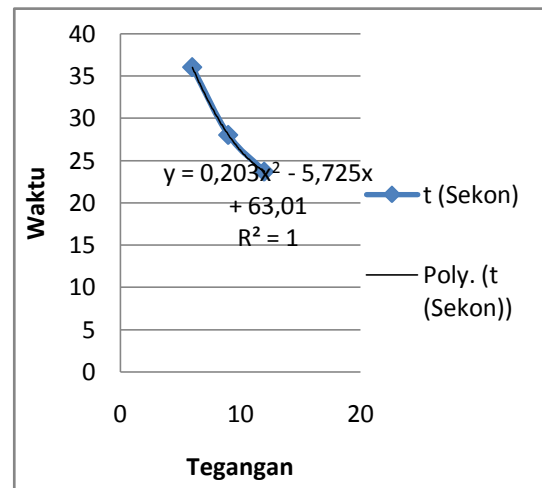
Variasi bahan pada rangkaian dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perubahan bahan terhadap suhu yang dihasilkan. Dengan menggunakan variasi bahan alumunium, kaca, dan seng didapatkan hasil seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh variasi bahan terhadap suhu air yang dihasilkan

t (s)	Bahan	Perc.	Perc.	Perc.
		1	2	3
120	Alumunium	40	40	37
	Kaca	26	26	26
	Seng	28	29	29

Berdasarkan data percobaan pada tabel 1, 2, 3, dan 4, dilakukan analisis grafik untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tegangan terhadap waktu, pengaruh tegangan terhadap suhu, pengaruh waktu terhadap suhu, dan pengaruh bahan terhadap suhu.

Pengaruh variasi tegangan terhadap waktu



Gambar 1. Grafik pengaruh variasi tegangan terhadap waktu

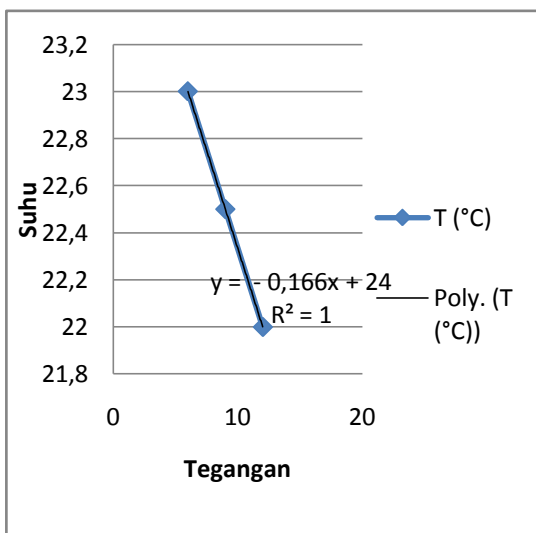
Dari analisis regresi berdasarkan gambar. 1 diperoleh nilai $y = 0.203x^2 - 5.725x + 63.01$ tegangan dinyatakan dalam X dan waktu dinyatakan dalam Y. nilai $R^2 = 1$, berarti hubungan antara tegangan dengan waktu adalah 100%.Semakin besar tegangan maka waktu yang dibutuhkan semakin kecil. Sebaliknya semakin kecil tegangan maka waktu yang dibutuhkan semakin lama.

Pada percobaan ini diperoleh hasil bahwa adanya pengaruh tegangan terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tetap, dibuktikan dengan adanya perbedaan waktu yang diamati pada variasi tegangan yang berbeda. Hal ini sesuai dengan teori dari efek peltier bahwa jika mengambil termokopel dan menerapkan tegangan, ini menyebabkan perbedaan suhu pada persimpangan. Jika menggunakan elemen peltier, heatsink digunakan dengan harus jauh lebih kuat daripada heatsink yang digunakan untuk mendinginkan sumber panas tanpa elemen peltier. Disini alat yang digunakan untuk mengoptimalkan kerja heatsink digunakan kipas 12 V, jadi ketika kipas diberikan tegangan di bawah dari tegangan

kipas kerjanya akan terhambat jadi mempengaruhi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 18°C.

Pendingin pada penelitian ini juga sesuai dengan hukum II Termodinamika yaitu pada konsep mesin pendingin. Mesin pendingin merupakan mesin yang dapat mengambil sejumlah kalor dari suatu benda, selanjutnya memindahkan kalor tersebut ke lingkungan sehingga benda yang telah diambil kalornya akan mengalami penurunan temperatur.

Pengaruh variasi tegangan terhadap suhu



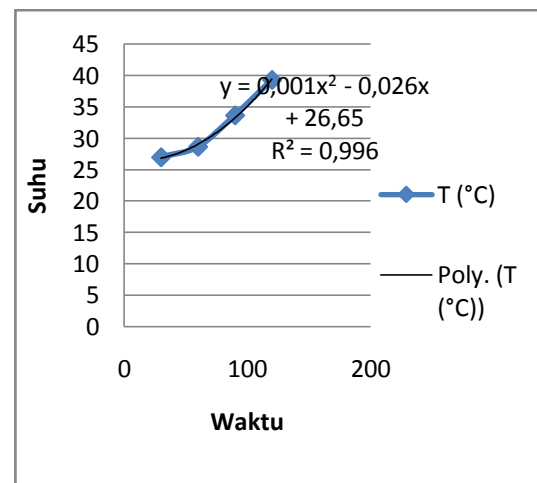
Gambar 2. Grafik pengaruh variasi tegangan terhadap suhu

Dari analisis regresi berdasarkan gambar. 2 diperoleh nilai $y = - 0.166x + 24$ tegangan dinyatakan dalam X dan suhu dinyatakan dalam Y. nilai $R^2 = 1$, berarti hubungan antara tegangan dengan suhu adalah 100%.Semakin besar tegangan maka suhu yang dihasilkan semakin kecil.

Sebaliknya semakin kecil tegangan suhu yang dihasilkan semakin besar.

Pada percobaan ini diperoleh hasil bahwa adanya pengaruh tegangan terhadap suhuyang dihasilkan dalam waktu yang telah ditentukan, dibuktikan dengan adanya perbedaan suhu yang diamati pada variasi tegangan yang berbeda. Percobaan kedua ini sama dengan prinsip pada percobaan yang pertama yaitu sesuai dengan teori efek peltier dan hukum II Termodinamika, yang membedakan yaitu pada percobaan pertama pengukuran dilakukan pada peltier langsung sedangkan pada percobaan kedua pengukuran dilakukan pada air yang didinginkan. Pada air yang didinginkan ini membutuhkan waktu yang lama untuk menurunkan suhu karena terpengaruh oleh suhu ruangan.

Pengaruh variasi waktu terhadap suhu pada bahan alumunium



Gambar 3. Grafik pengaruh variasi waktu terhadap suhu pada bahan alumunium

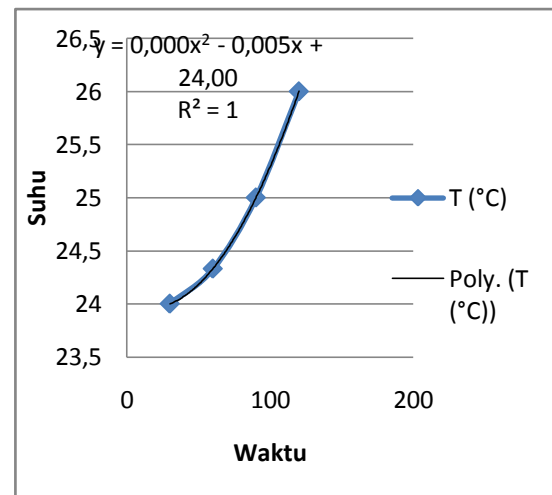
Dari analisis regresi berdasarkan gambar. 3 diperoleh nilai untuk bahan alumunium nilai $y = 0.001x^2 - 0.026x + 26.65$ waktu dinyatakan dalam X dan suhu

dinyatakan dalam Y. nilai $R^2 = 0,996$ berarti hubungan antara waktu dengan suhu adalah 99,60%. Semakin lama waktu yang dibutuhkan maka akan semakin tinggi suhu yang dihasilkan. Sebaliknya semakin sedikit waktu maka semakin rendah suhu yang dihasilkan.

Pada percobaan ini diperoleh hasil bahwa adanya pengaruh waktu terhadap suhu air yang dihasilkan pada bahan alumunium dibuktikan dengan adanya perbedaan suhu yang diamati pada variasi waktu yang berbeda.

Percobaan ini sesuai teori pada kalor yaitu ketika memanaskan air semakin lama waktunya semakin tinggi kenaikan suhunya dan semakin tinggi suhunya semakin banyak pula energi kalor yang diperlukannya. Dengan demikian perubahan suhu berpengaruh terhadap banyaknya energi kalor yang diperlukan. Pada percobaan ini perpindahan kalor yang terjadi yaitu secara konveksi, bagian fluida yang menerima kalor memuai dan masa jenisnya menjadi lebih kecil, sehingga bergerak ke atas. Tempatnya digantikan oleh bagian fluida dingin yang jatuh ke bawah karena massa jenisnya lebih besar.

Pengaruh variasi waktu terhadap suhu pada bahan kaca



Gambar 4. Grafik pengaruh variasi waktu terhadap suhu pada bahan kaca

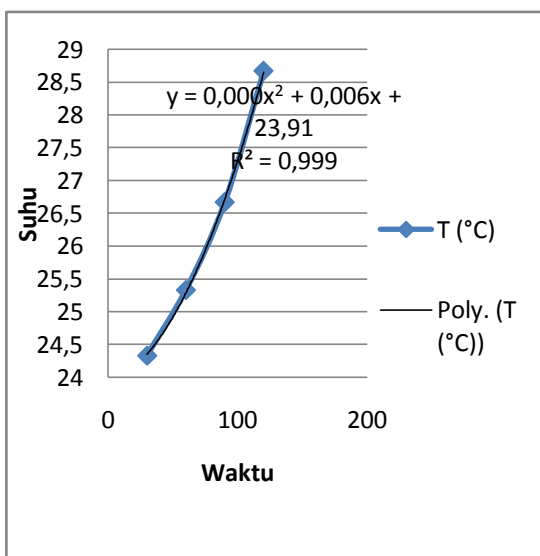
Dari analisis regresi berdasarkan gambar. 4 diperoleh nilai untuk bahan kaca nilai $y = 0.000x^2 - 0.005x + 24.00$ waktu dinyatakan dalam X dan suhu dinyatakan dalam Y. nilai $R^2 = 1$ berarti hubungan antara waktu dengan suhu adalah 100%. Semakin lama waktu yang dibutuhkan maka akan semakin tinggi suhu yang dihasilkan. Sebaliknya semakin sedikit waktu maka semakin rendah suhu yang dihasilkan.

Pada percobaan ini diperoleh hasil bahwa adanya pengaruh waktu terhadap suhu air yang dihasilkan pada bahan kaca, dibuktikan dengan adanya perbedaan suhu yang diamati pada variasi waktu yang berbeda.

Percobaan ini sesuai teori pada kalor yaitu ketika memanaskan air semakin lama waktunya semakin tinggi kenaikan suhunya dan semakin tinggi suhunya semakin banyak pula energi kalor yang diperlukannya. Dengan demikian perubahan suhu berpengaruh terhadap banyaknya energi kalor yang diperlukan. Pada percobaan ini

perpindahan kalor yang terjadi yaitu secara konveksi, bagian fluida yang menerima kalor memuai dan masa jenisnya menjadi lebih kecil, sehingga bergerak ke atas. Tempatnya digantikan oleh bagian fluida dingin yang jatuh ke bawah karena massa jenisnya lebih besar.

Pengaruh variasi waktu terhadap suhu pada bahan seng



Gambar 5. Grafik pengaruh variasi waktu terhadap suhu pada bahan seng

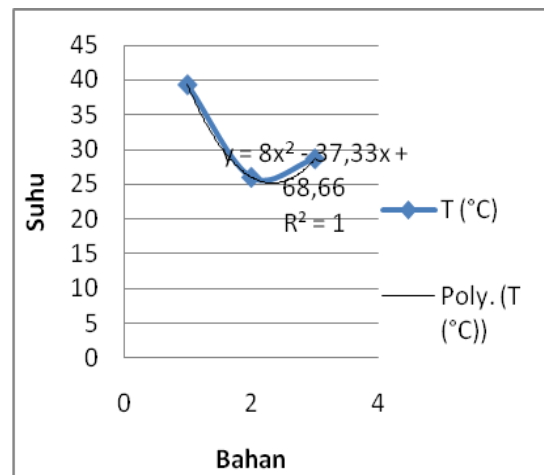
Dari analisis regresi berdasarkan gambar. 5 diperoleh nilai untuk bahan seng nilai $y = 0.000x^2 + 0.006x + 23.91$ waktu dinyatakan dalam X dan suhu dinyatakan dalam Y nilai $R^2 = 0,999$ berarti hubungan antara waktu dengan suhu adalah 99,90%. Semakin lama waktu yang dibutuhkan maka akan semakin tinggi suhu yang dihasilkan. Sebaliknya semakin sedikit waktu maka semakin rendah suhu yang dihasilkan.

Pada percobaan ini diperoleh hasil bahwa adanya pengaruh waktu terhadap suhu air yang dihasilkan pada bahan seng,

dibuktikan dengan adanya perbedaan suhu pada variasi waktu yang berbeda.

Percobaan ini sesuai teori pada kalor yaitu ketika memanaskan air semakin lama waktunya semakin tinggi kenaikan suhunya dan semakin tinggi suhunya semakin banyak pula energi kalor yang diperlukannya. Dengan demikian perubahan suhu berpengaruh terhadap banyaknya energi kalor yang diperlukan. Pada percobaan ini perpindahan kalor yang terjadi yaitu secara konveksi, bagian fluida yang menerima kalor memuai dan masa jenisnya menjadi lebih kecil, sehingga bergerak ke atas. Tempatnya digantikan oleh fluida dingin yang jatuh ke bawah karena massa jenisnya lebih besar.

Pengaruh variasi bahan terhadap suhu



Gambar 6. Grafik pengaruh variasi bahan terhadap suhu

Dari analisis regresi berdasarkan gambar. 6 diperoleh nilai $y = 8x^2 - 37.33x + 68.66$ bahan dinyatakan dalam X dan suhu dinyatakan dalam Y. Nilai $R^2 = 1$ berarti hubungan antara waktu dengan suhu adalah 100%.

Pada percobaan ini diperoleh hasil bahwa adanya pengaruh variasi bahan

terhadap suhu yang dihasilkan, dibuktikan dengan adanya perbedaan suhu yang diamati pada masing-masing variasi bahan. Variasi bahan yang diuji pada pemanasan air adalah alumunium, kaca, dan seng.

Variasi bahan yang diuji pada pemanasan air adalah alumunium, kaca, dan seng. Disini menunjukkan bahwa alumunium memberikan laju perpindahan kalor yang sangat baik pada kinerja simulasi *dispenser*. Hal penting yang perlu diketahui adalah nilai konduktivitas termal aluminium lebih besar dibandingkan dengan kaca dan seng dan ini memiliki pengaruh yang sangat signifikan pada kinerja pemanasan air.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat di simpulkan sebagai berikut.

1. Percobaan pengaruh variasi tegangan terhadap waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan suhu dingin tetap pada peltier diperoleh nilai $y = 0.203x^2 - 5.725x + 63.01$ tegangan dinyatakan dalam X dan waktu dinyatakan dalam Y. nilai $R^2 = 1$, berarti hubungan antara tegangan dengan waktu adalah 100%. Semakin besar tegangan maka waktu yang dibutuhkan semakin kecil karena pada percobaan menggunakan kipas 12 volt, jadi ketika tegangan yang kecil maka kerja kipas tidak maksimal sehingga untuk mencapai suhu yang diinginkan membutuhkan waktu yang lebih lama. Keterbatasan pada percobaan ini kami hanya menggunakan tiga titik data, jadi percobaan yang dilakukan adalah percobaan sederhana.
2. Percobaan pengaruh variasi tegangan terhadap suhu air dingin yang dihasilkan diperoleh nilai $y = -0.166x + 24$ tegangan dinyatakan dalam X dan suhu dinyatakan dalam Y. nilai $R^2 = 1$, berarti hubungan antara tegangan dengan suhu adalah 100%. Semakin besar tegangan maka suhu yang dihasilkan semakin kecil, karena pada percobaan menggunakan kipas 12 volt sehingga ketika tegangan yang digunakan kurang dari 12 volt kerja kipas tidak maksimal hal ini menyebabkan pembuangan sisi panas pada peltier juga tidak optimal jadi penurunan suhu lebih kecil. Keterbatasan pada percobaan ini kami hanya menggunakan tiga titik data, jadi percobaan yang dilakukan adalah percobaan sederhana.
3. Percobaan Pengaruh perbedaan waktu terhadap perubahan suhu air yang dihasilkan untuk mengetahui bahan yang lebih cepat menghantarkan panas diperoleh nilai untuk masing-masing bahan yaitu untuk bahan alumunium nilai $y = 0.001x^2 - 0.026x + 26.65$ waktu dinyatakan dalam X dan suhu dinyatakan dalam Y. nilai $R^2 = 0,996$ berarti hubungan antara waktu dengan suhu adalah 99,60%, untuk bahan kaca nilai $y = 0.000x^2 - 0.005x + 24.00$ waktu dinyatakan dalam X dan suhu dinyatakan dalam Y. nilai $R^2 = 1$ berarti hubungan antara waktu dengan suhu adalah 100%, dan untuk bahan seng nilai $y = 0.000x^2 + 0.006x + 23.91$ waktu dinyatakan dalam X dan suhu dinyatakan dalam Y nilai $R^2 = 0,999$ berarti hubungan antara waktu dengan suhu adalah 99,90%. Semakin lama

- waktu yang dibutuhkan maka suhu yang dihasilkan semakin besar, karena ketika kita memanaskan air jika waktu yang diberikan semakin lama maka air yang dihasilkanpun akan semakin panas.
4. Percobaan pengaruh variasi bahan terhadap suhu yang dihasilkan diperoleh nilai $y = 8x^2 - 37.33x + 68.66$ bahan dinyatakan dalam X dan suhu dinyatakan dalam Y. nilai $R^2 = 1$ berarti hubungan antara waktu dengan suhu adalah 100%. Dan pada bahan alumunium lebih cepat menghantarkan panas dibandingkan dengan bahan seng atau kaca, karena konduktivitas alumunium lebih besar dibandingkan kedua bahan lainnya.

KETERBATASAN HASIL PENELITIAN

Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu hanya memiliki tiga titik variasi percobaan jadi percobaan yang dilakukan adalah percobaan sederhana.

SARAN

1. Pembahasan materi elektronika dan termodinamika dalam pembelajaran fisika sebaiknya lebih diperluas lagi, terutama mengenai penerapan ilmu fisika dalam suatu rangkaian alat elektronika, sehingga mahasiswa mempunyai pengetahuan yang lebih luas mengenai materi yang berhubungan dengan fisika.
2. Sebelum merangkai suatu komponen elektronika, terlebih dahulu harus memahami fungsi dan prinsip kerja masing-masing komponen elektron.

3. Sebelum melakukan suatu pengukuran, maka terlebih dahulu harus memahami batas ketelitian dan cara kerja alat ukur.
4. Bagi insan peneliti selanjutnya diharapkan lebih mengembangkan penelitian mengenai rangkaian elektronika.
5. Bagi insan peneliti selanjutnya diharapkan sebaiknya saat melakukan penelitian tidak hanya mengambil tiga titik percobaan melainkan lebih dari tiga. Karena semakin banyak mengambil titik percobaan maka akan semakin baik.
6. Untuk mahasiswa, sebelum membuat alat laboratorium fisika, perlu diperhatikan bagaimana fungsi dan manfaat alat yang akan dibuat dalam kehidupan sehari-hari, teliti dalam menggunakan alat ukur, dan teliti dalam melakukan percobaan dari alat yang dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Gugun. 2013. *Materi Dispenser*. <http://elektrounj.blogspot.co.id/2013/09/materi-dispenser-kelas-x-tl-2.html>
- Hamid, Ahmad Abu. 2007. *Kalor dan Termodinamika*. Universitas Negeri Yogyakarta
- Ishaq, Muhammad. 2008. *Menguak Rahasia Alam dengan Fisika*. Bandung: PT Albama
- Kanginan, Marthen. 2002. *Fisika untuk SMA Kelas X 1B*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Kanginan, Marthen. 2002. *Fisika untuk SMA Kelas XI 2B*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- NN. TT. *Jurnal Skripsi Kulkas Pendingin dan Pemanas*. http://digilib.mercubuana.ac.id/file_skripsi

Satriawan, Mirza. 2012. *Fisika Dasar*. Buku Sekolah Elektronik

Sugiyono. 2007. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta

Yuda, I Gusti Ngurah Hari. TT. *Materi Website Pembelajaran Fisika Termodinamika*. <http://www.fisedukasi.com>

Zemansky, Mark W dan Richard H Dittman. 1986. *Kalor dan Termodinamika*. Bandung: Penerbit ITB