

Analisa Termoelektrik Generator Dan Motor DC + Kipas Dengan Perbedaan Alas Konduktor Dari Sumber Energi Panas

Ryan Rizaldi¹ Luluk Edahwati²

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email: teknik.mesin@upnjatim.ac.id

ABSTRACT

Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsinya. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyebar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Pembangkitan listrik dari efek termoelektrik adalah proses perubahan energi panas (perubahan suhu) menjadi energi listrik atau sebaliknya dari energi listrik menjadi perbedaan suhu (*temperature differential*). Apabila batang material logam dipanaskan dan didinginkan pada 2 kutub batang material logam. Dari sisi panas ke sisi dingin dan menyebabkan timbulnya medan listrik. Termoelektrik merupakan sebuah teknologi yang berfungsi untuk mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung. Untuk menghasilkan listrik, bahan termoelektrik cukup ditempatkan untuk menghubungkan sisi panas dan sisi dingin sumber. Panas yang dihasilkan dapat digunakan tidak hanya untuk memasak tetapi juga untuk menghasilkan listrik. Prinsip kerja dari termoelektrik adalah berdasarkan efek Seebeck yaitu jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, yang mengkonversi panas (perbedaan suhu) langsung menjadi energi listrik. Faktor-faktor yang mempengaruhi dua peltier terhadap kecepatan perputaran kipas yakni suhu yang semakin dekat dengan sumber panas akan lebih cepat menghantarkan listrik, dan kualitas peltier juga dapat mempengaruhi daya hantar listrik. Hasil percobaan efek seebeck pada ketiga alas penghantar yang digunakan yakni kaleng, seng, dan aluminium. Didapatkan nilai efek seebeck dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut yaitu seng 0,009615 V/K, aluminium 0,005845 V/K, dan kaleng 0,005602 V/K.

Keywords Kipas angin, Termoelektrik, Energi, Efek Seebeck

INTRODUCTION

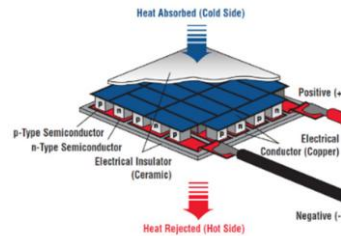
Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsinya. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyebar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Ukuran kipas mulai beragam, ada kipas mini (kipas listrik genggam dengan tenaga baterai). Kipas mencegah suhu udara melebihi batas suhu yang ditetapkan. [1]

Pembangkitan listrik dari efek termoelektrik adalah proses perubahan energi panas (perubahan suhu) menjadi energi listrik atau sebaliknya dari energi listrik menjadi perbedaan suhu (*temperature differential*). Apabila batang material logam dipanaskan dan didinginkan pada 2 kutub batang material logam. Elektron pada sisi panas logam akan bergerak aktif dan memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dibandingkan dengan sisi dingin logam. Maka elektron akan mengalami difusi dari rapat muatan tinggi kerapatan muatan rendah. Dari sisi panas ke sisi dingin dan menyebabkan timbulnya medan listrik. [2] Termoelektrik merupakan sebuah teknologi yang berfungsi untuk mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung. Untuk menghasilkan listrik, bahan termoelektrik cukup ditempatkan untuk menghubungkan sisi panas dan sisi dingin sumber. Serangkaian arus listrik dapat dihasilkan dari mekanisme ini. [3]

Panas yang dihasilkan dapat digunakan tidak hanya untuk memasak tetapi juga untuk menghasilkan listrik. Dengan memanfaatkan efek Seebeck melalui generator termoelektrik atau disebut juga generator Seebeck, yaitu alat pembangkit listrik yang mengkonversi panas (perbedaan suhu) langsung menjadi energi listrik. Prinsip kerja dari termoelektrik adalah berdasarkan efek Seebeck yaitu jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lain. Semakin besar nilai perbedaan suhu, maka listrik yang dihasilkan juga semakin besar. [4] Pada alat ini digunakan motor DC + kipas dengan metode termoelektrik generator dengan alat Peltier TEC1-12706 dari energi kalor.

A. Termoelektrik

Termoelektrik adalah proses konversi langsung dari suatu perbedaan suhu menjadi tegangan listrik atau sebaliknya. Perangkat modul termoelektrik menghasilkan tegangan ketika ada suhu yang berbeda di setiap sisi. Sebaliknya, jika tegangan listrik disuplai ke elemen termoelektrik, perbedaan suhu akan muncul. [3] Termoelektrik itu sendiri umumnya menggunakan bahan yang bersifat semikonduktor atau dengan kata lain menggunakan *solid-state technology*. Adapun struktur dari termoelektrik dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar tersebut ditunjukkan struktur termoelektrik yang terdiri dari suatu susunan elemen tipe-P, yakni material yang kekurangan elektron, dan terdiri juga dari susunan elemen tipe-N, yakni material yang kelebihan elektron. Panas masuk pada salah satu sisi dan dibuang dari sisi lainnya. Transfer panas tersebut menghasilkan suatu tegangan yang melewati sambungan termoelektrik dan besarnya tegangan listrik yang dihasilkan sebanding dengan gradien suhu. [5]

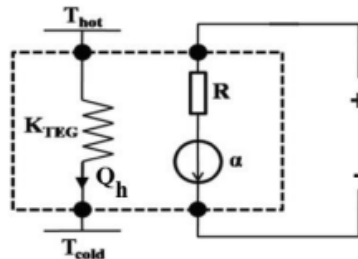


Gambar 1. Struktur termoelektrik

Kemudian elektron berdifusi dari kerapatan muatan tinggi ke kerapatan muatan rendah. Dari sisi panas ke sisi dingin dan menciptakan medan listrik.aka elektron akan mengalami difusi dari rapatan muatan tinggi kerapatan muatan rendah. Dari sisi panas ke sisi dingin dan menyebabkan timbulnya medan listrik. Perubahan EMF sehubungan dengan perubahan temperatur disebut dengan koefisien Seebeck. Efek peltier merupakan kebalikan dari efek Seebeck yang memberikan perbedaan temperatur dengan memberikan EMF. [2]

B. Elemen Termoelektrik

Elemen termoelektrik terdiri dari semikonduktor tipe N dan tipe P yang bagian atas dan bawah dilapisi dengan konduktor tembaga sebagai penghubung satu sama lain antara tipe N dan tipe P. Konduktor tembaga pada termoelektrik membantu perpindahan electron-elektron untuk dapat bergerak bebas. Apabila batang logam dipanaskan dan didinginkan pada dua kutub batang logam tersebut, electron pada sisi panas logam akan bergerak aktif dan memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dibandingkan pada sisi bagian dingin logam.

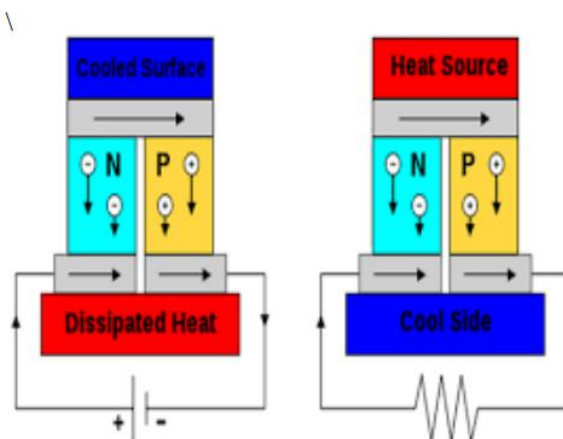


Gambar 2. Rangkaian Ekivalen Termoelektrik

Seperti yang terlihat pada gambar diatas, sebuah termoelektrik diwakili oleh rangkaian thermo-listrik dimana generator (TEG) diletakkan diantara 2 reservoir suhu yaitu sisi panas (TH) dan sisi dingin (TC). Kedua suhu ini (ΔT) berpengaruh pada besaran energi panas (QH) yang diserap oleh termoelektrik serta besaran tegangan dan arus yang akan dihasilkan. Sebuah TEG dikarakteristikan dengan adanya hambatan listrik isothermal (R), konduktansi termal (K) dan koefisien seebeck (S). [3]

C. Efek Seebeck

Konsep Seebeck sebagai efek dari dua buah material logam yang tersambung berada di lingkungan dengan dua temperatur berbeda, maka di material tersebut akan mengalir arus listrik atau gaya gerak listrik. Sedangkan efek termoelektrik adalah kebalikan dari efek seebeck apabila dua buah logam direkatkan kemudian dialirkan listrik maka di antara kedua sisi logam tersebut terjadi perbedaan temperatur. [6]



Gambar 3. Skema ilustrasi efek Seebeck

Sumber: (Ginanjar, 2019) [7]

Prinsip ini lah yang digunakan termoelektrik sebagai generator (pembangkit listrik). Koefisien Seebeck disimbolkan dengan huruf dengan α . maka koefisien Seebeck dituliskan:

$$\alpha \frac{V}{\Delta T} \dots \dots \dots (1)$$

D. Sistem Konversi Energi Panas dengan Termoelektrik

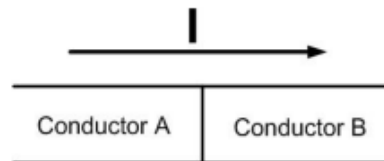
Kalor mengalir dengan sendirinya dari suatu benda yang temperaturnya lebih tinggi ke benda lain dengan temperatur yang lebih rendah. Perpindahan panas pada termoelektrik terjadi secara konduksi dan konveksi.

- Perpindahan Panas Konduksi Konduksi merupakan proses perpindahan panas yang terjadi pada media padat tak tembus cahaya
- Perpindahan Panas Konveksi Konveksi merupakan perpindahan kalor yang disertai dengan perpindahan massa medianya, dan media konveksi adalah fluida. Konveksi terjadi karena adanya perbedaan kecepatan fluida bila suhunya berbeda. [4]

E. Efek Peltier

Pada saat arus mengalir melalui *thermocouple*, temperature junction akan berubah dan panas akan diserap pada satu permukaan, sementara permukaan yang lainnya akan membuang panas. Jika sumber arus dibalik, maka permukaan yang panas akan menjadi dingin dan begitu juga sebaliknya. Gejala ini disebut efek peltier yang merupakan dasar pendinginan termoelektrik. Dari percobaan diketahui bahwa perpindahan panas sebanding terhadap arus yang mengalir. [7]

Pada gambar 4, nilai bisa positif ataupun negatif. Nilai negatif menandakan pendinginan dari junction. Berlawanan dengan pemanasan joule, efek peltier sifatnya reversibel dan tergantung dari arah arus listrik.



Gambar 4. Pengaturan untuk mengamati efek peltier

Efek peltier tercipta karena adanya arus listrik yang mengalirkan kalor pada penghantar homogen yang terjadi walaupun temperaturnya konstan. Laju aliran bergantung pada energi elektron penghantar. [8]

F. Motor DC

Motor DC adalah suatu alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerak. Motor DC memiliki dua sambungan dan membutuhkan tegangan searah yaitu arus searah, oleh karena itu motor arus searah juga sering disebut dengan motor arus searah. Motor DC menghasilkan sejumlah putaran per menit atau sering disebut dengan istilah Revolution Per Minute (RPM) dan dapat diubah arah putaran searah jarum jam ataupun sebaliknya apabila polaritas listrik yang diberikan pada motor DC tersebut dibalikkan. Jika tegangan yang diberikan pada motor DC lebih rendah dari tegangan operasinya, maka dapat memperlambat putaran motor, sedangkan tegangan yang lebih tinggi akan mempercepat putaran motor DC. [9]

G. Termoelektrik Generator

Termoelektrik generator adalah (juga disebut Seebeck generator) adalah perangkat generator listrik yang mengkonversi energi panas (perbedaan temperatur) langsung menjadi energi listrik, menggunakan fenomena yang disebut efek Seebeck (bentuk efek termoelektrik). [10] Aplikasi termoelektrik generator dapat digunakan secara luas, terutama pada pembangkit listrik yang membutuhkan energi panas sebagai sumber energi utama yang akan digunakan nantinya ubah menjadi energi listrik. Menggunakan generator termoelektrik ini juga cocok untuk digunakan pada pabrik dengan pembuangan panas yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pembangkit listrik. [3]

H. Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah ilmu memprediksi perpindahan energi, berupa panas, yang akan terjadi karena perbedaan suhu antara benda atau bahan. Dalam proses perpindahan energi, secara alami terjadi laju perpindahan panas, yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai proses perpindahan energi (kalor) dari satu area ke area lain karena adanya perbedaan suhu di area tersebut. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. [11]

a. Konduksi

Perpindahan panas konduksi dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu konduksi keadaan tunak (*steady state*) dan konduksi keadaan tak tunak (*unsteady state*). Konduksi tunak adalah proses konduksi dimana nilai panas (kalor) sama terhadap waktu, sedangkan konduksi keadaan tak tunak adalah proses konduksi yang nilai panasnya berubah terhadap waktu. [12]

b. Konveksi

Perpindahan panas konveksi dikategorikan menjadi dua yaitu konveksi bebas dan konveksi paksa, aliran fluida pada konveksi bebas disebabkan oleh adanya variasi masa jenis yang selalu diikuti dengan adanya perbedaan temperatur fluida, sedangkan aliran fluida konveksi paksa disebabkan beberapa cara yang berasal dari luar misalnya menggunakan fan, pompa ataupun tiupan angin. [13]

c. Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi dijelaskan bahwa panas yang berpindah dari suatu benda ke benda lain dipancarkan melalui gelombang elektromagnetik sehingga dalam proses perpindahannya tidak memerlukan medium sama sekali. Bahkan jika kedua benda tersebut dipisahkan oleh ruang hampa, panas akan tetap berpindah melalui pancaran gelombang elektromagnetik. [14]

I. Karakteristik Kaleng

Karakteristik kaleng adalah aluminium yang berasal limbah kaleng minuman. Pemanfaatan alas kaleng karena memiliki kadar aluminium sebesar 12,63 %. Aluminium merupakan salah satu bahan penghantar panas yang baik, dilihat dari nilai konduktivitas termalnya sebesar 237 W/m. [15]

J. Karakteristik Seng

Karakteristik seng yaitu murah, ringan, dan tahan lama. Pemurnian diperoleh secara elektrolisis dari bahan oksidasi seng (Zn). Penemuan mencapai kadar 97,75% Zn. Warnanya abu-abu muda dengan titik cair 419°C dan titik didih 906°C. dalam teknik listrik seng banyak dipakai untuk bahan selongsong element kering (kutub negative), batang-batang (elektroda) element galvani. Tahanan jenisnya 0,12 ohmm³/m. dalam penjualan, seng sering kali dijual dalam bentuk pelat yang rata atau bergelombang, dan juga dalam bentuk kawat dan tuangan dalam bentuk balok.

K. Karakteristik Aluminium

Karakteristik aluminium mempunyai masa jenis 2,7 kg/cm³, titik leleh lebih dari 658°C dan tidak korosif. Daya hantar aluminium sebesar 35 m/ohm mm³ atau kira-kira 61,4% dari daya hantar tembaga, tahanan listriknya sebesar 64,94% hantaran listrik koefisien temperature yaitu 0,0042 per °C. Aluminium mudah dibentuk karena lunak, kekuatan tariknya hanya 9km/mm³. untuk itu jika aluminium digunakan sebagai penghantar yang dimensinya cukup besar, selalu diperkuat dengan baja atau paduan aluminium. [16]

L. Spesifikasi Termoelektrik TEC1-12706

Termoelektrik Peltier TEC1 12706 yang dipergunakan dalam penelitian ini. Skema modul termoelektrik dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7. Berikut ini spesifikasi termoelektrik Peltier TEC1 12706:

- Ukuran sisi 40 mm x 40 mm dengan tebal 3.8 mm.
- Perbedaan temperature sisi panas dengan sisi dingin maksimal (ΔT_{max}) sebesar 66 °C.
- Arus listrik maksimal yang mengalir (I_{max}) sebesar 6 Ampere.
- Tegangan listrik maksimal yang diperbolehkan (V_{max}) sebesar 14,4 volt.
- Material keramik Electrical Insulator yang dipergunakan adalah Alumina (Al_2O_3).
- Temperatur maksimal dalam penggunaannya sebesar 138 °C. [3]

METHOD

A. Alat dan Bahan

Pada percobaan ini alat dan bahan yang digunakan yaitu: dua buah Peltier TEC1-12706 sebagai sumber energi, multimeter sebagai mengukur tegangan Peltier TEC1-12706, sterno sebagai sumber panas, korek api untuk menyalakan api sterno, motor DC + kipas sebagai penggerak dari sumber peltier, kayu kecil sebagai pondasi untuk peltier dan motor DC + kipas, triplek sebagai alas penelitian ini, lem sebagai perekat, es batu sebagai pendingin petier agar tidak *overheat*, wadah kecil dari kaleng bekas untuk menampung es batu dan kaleng penghantar yang baik, timah sebagai bahan untuk menyambungkan kabel, solder untuk alat menyambungkan kabel, lakban sebagai menutup kabel sambungan dari solder, pyrometer sebagai alat pengukur suhu bahan, dan stopwatch sebagai penghitung waktu pemanasan bahan yang diuji. Sedangkan bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah satu buah kaleng dengan P (panjang) = 11 cm dan L (lebar) = 9 cm, satu buah seng dengan P (panjang) = 11 cm dan L (lebar) = 9 cm, dan satu buah aluminium dengan P (panjang) = 11 cm dan L (lebar) = 9 cm sebagai media penghantar panas sebagai objek percobaan penelitian ini. Masing-masing memiliki ketebalan yang berbeda.





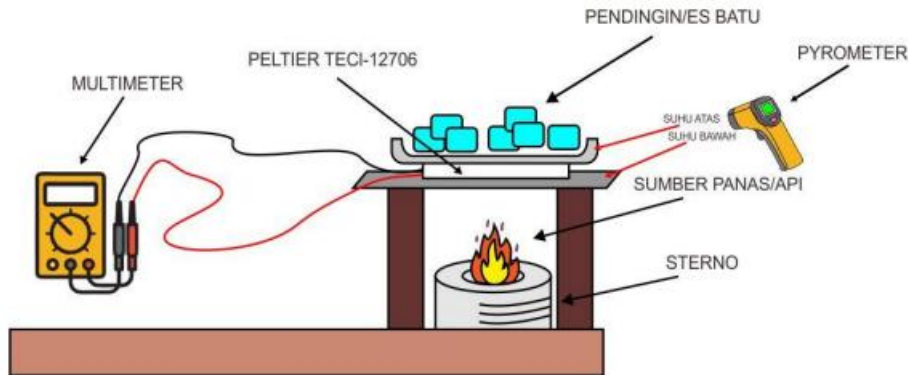
Gambar 5. Alat dan bahan (peltier TEC1 12706, motor DC + kipas, alumunium, kaleng, seng)

B. Skema

Alat Uji

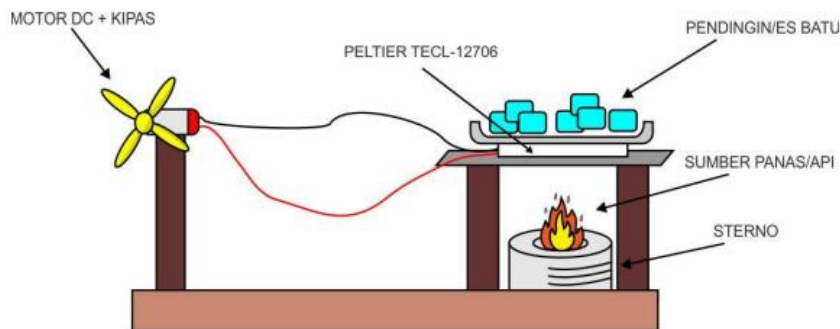
Skema alat dan bahan pada percobaan ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

- Mengukur tegangan Peltier TEC1-12 menggunakan multimeter dan mengukur suhu menggunakan pyrometer.



Gambar 6. Rangkaian mengukur tegangan Peltier TEC1-12706

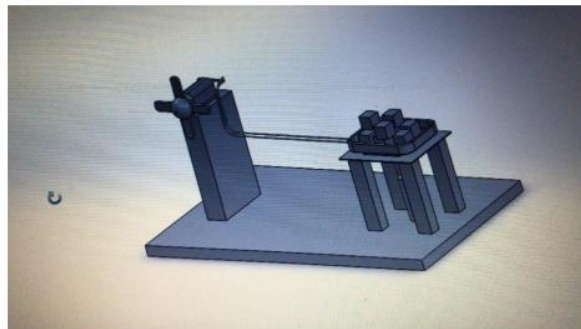
- Percobaan alat Termoelektrik Generator.



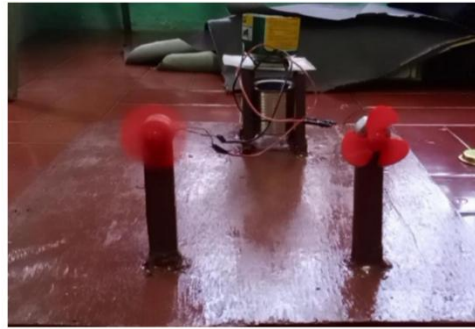
Gambar 7. Rangkaian alat Termoelektrik Generator percobaan

C. Desain Kipas Mini Termoelektrik Generator

Desain kipas mini menggunakan peltier TEC1-12706 ditunjukkan pada desain Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Desain Proyek 3D menggunakan Solidwork



Gambar 9. Rangkaian alat Termoelektrik Generator dengan 2 peltier dan 2 motor DC + Kipas

DISCUSSION

A. Analisa Data

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapatkan data seperti pada tabel berikut, dengan material uji yang digunakan yaitu kaleng, seng, dan aluminium sebagai penghantar. Percobaan ini pyrometer diarahkan ke atas peltier (suhu wadah pendingin) dan bawah (material uji).

Tabel 1. Data hasil penelitian dengan material uji

No	Bahan	P (CM)	L (CM)	Percobaan Ke	Atas (K)	Bawah (K)	Selisih (K)	Volt (V)
1	Kaleng	11	9	1	304,8	422,7	390,9	2
				2	302,9	422,3	392,4	2,2
				3	302,8	424,7	394,9	2,4
				Rata-rata			392,733	2,2
2	Seng	11	9	1	306	403	370	3
				2	303	401	371	3,4
				3	299,1	408,4	382,3	4,4
				Rata-rata			374,433	3,6
3	Aluminium	11	9	1	299	401,2	375,2	1,8
				2	297,4	400,8	376,4	2,2
				3	301,5	406	377,5	2,6
				Rata-rata			376,367	2,2

B. Perhitungan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dilakukan perhitungan untuk mendapatkan efek seebeck untuk masing-masing material uji (kaleng, seng, dan aluminium). Berikut merupakan perhitungan efek seebeck:

- Kaleng $\alpha \frac{V}{\Delta T} = \alpha \frac{2,2}{392,733} = 0,005602 \text{ V/K}$
- Seng $\alpha \frac{V}{\Delta T} = \alpha \frac{3,6}{374,433} = 0,009615 \text{ V/K}$
- Aluminium $\alpha \frac{V}{\Delta T} = \alpha \frac{2,2}{376,367} = 0,005845 \text{ V/K}$

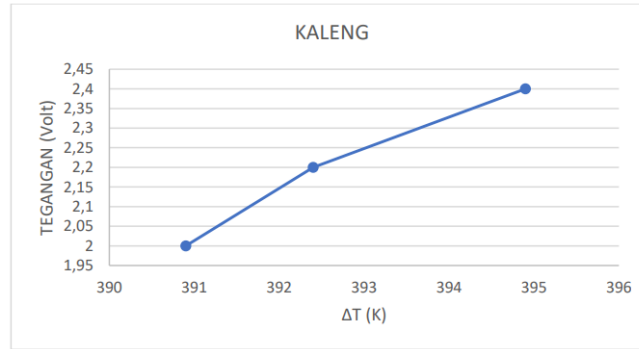
Nilai efek seebeck dari material uji kaleng, seng, dan aluminium sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai efek Seebeck

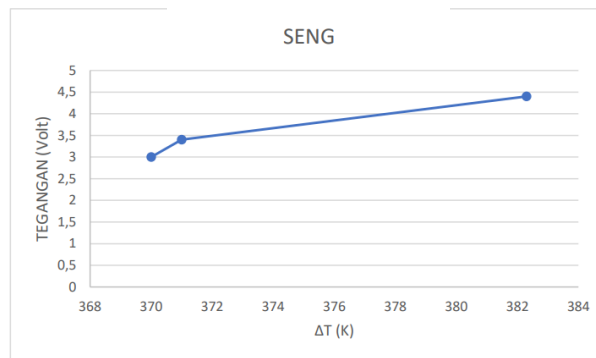
Bahan	Nilai efek seebeck (V/K)
Kaleng	0,005602
Seng	0,009615
Aluminium	0,005845

C. Perhitungan

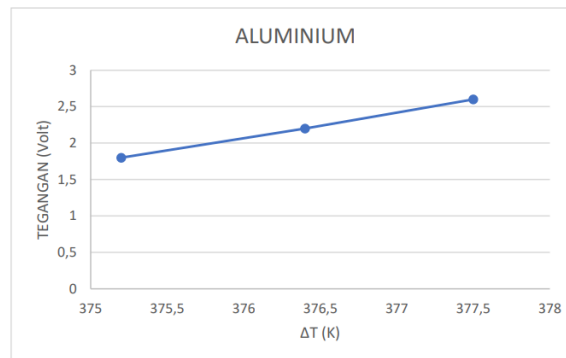
Dari hasil perhitungan material uji kaleng di dapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik kaleng



Gambar 11. Grafik seng



Gambar 12. Grafik aluminium

D. Pembahasan

Percobaan ini dilakukan dengan tiga percobaan berbeda pada kaleng, seng, dan aluminium memiliki tujuan yang pertama untuk mengukur uji tegangan peltier menggunakan multimeter dan mengukur suhu menggunakan pyrometer. Kedua menguji kecepatan perputaran kipas terhadap pengaruh perbedaan alas penghantar yang dihasilkan. Ketiga penelitian menguji pengaruh dua peltier.

Percobaan pertama menggunakan prinsip perpindahan panas secara konduksi maupun konveksi. Metode singkat dari percobaan ini adalah dengan mengalirkan panas pada material uji yang telah diletakkan diatas sterno yang menyala. Kemudian suhu pada masing-masing diukur diatas peltier (suhu wadah pendingin) dan bawah (material uji) dengan menggunakan pyrometer. Secara konveksi Peltier TEC1-12706 menghasilkan energi listrik dari sumber panas (sterno). Multimeter untuk mengukur tegangan peltier sesuaikan dengan warna kabel masing-masing. Percobaan dilakukan dengan melakukan pengambilan data suhu (K) dan tegangan (V) pada masing-masing material uji.

Dari data yang didapatkan, tampak terukur nilai suhu (K) atas dan bawah yang berbeda-beda dan tegangan (V) pada masing-masing material uji. Hal ini termasuk pengaruh dari bahan yang digunakan. Tampak bahwa kadar alir energi kalor adalah berbeda. Hal ini disebabkan karena susunan molekul dan juga atom di dalam setiap bahan adalah berbeda. Pada saat dipanaskan maka didalam bahan akan timbul getaran kisi (fonon) sekaligus adanya elektron bebas yang saling menumbuk elektron-elektron didekatnya sehingga terjadi transfer energi dalam bentuk panas. Namun perhitungan kami maupun data, dan grafik sudah benar, semua material uji sesuai dengan literatur yang kami gunakan. Menurut kami berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan dari ketiga alas penghantar yang digunakan seng menghasilkan tegangan yang paling tinggi,

diikuti dengan aluminium dan kaleng. Walaupun seng dan aluminium penghantar yang baik tetapi seng dan aluminium memiliki sedikit ketebalan yang berbeda itu sebabnya seng lebih baik dibandingkan aluminium. Dan kaleng tidak termasuk penghantar yang baik menurut literatur yang kami gunakan. Maka pada percobaan kedua Peltier TECI-12706 diletakkan diatas material uji yang sudah tersambung dengan motor DC + Kipas, percobaan ini menguji kecepatan perputaran kipas terhadap pengaruh perbedaan alas penghantar yang dihasilkan sehingga kipas lebih cepat menyala jika menggunakan alas penghantar seng dibandingkan yang lainnya.

Berdasarkan hasil percobaan pada ketiga material uji yang digunakan yakni kaleng, seng, dan aluminium. Didapatkan nilai efek seebeck dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut yaitu seng 0,009615 V/K, aluminium 0,005845 V/K, dan kaleng 0,005602 V/K. Perbedaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, perbedaan kepadatan masing-masing material, kandungan uap air, dan kalor jenis benda. Nilai efek seebeck yang tinggi mengartikan bahwa semakin besar panas yang dapat diterima oleh material uji tersebut sehingga bisa disebut konduktor panas yang baik dan semakin besar panas, tegangan listrik dari peltier semakin tinggi, begitu pula sebaliknya semakin rendah nilai efek seebeck maka semakin sedikit panas yang dapat diterima bahan tersebut dan semakin sedikit panas, tegangan listrik dari peltier semakin rendah.

Dalam percobaan ketiga hampir sama seperti percobaan kedua menggunakan prinsip perpindahan panas secara konduksi maupun konveksi. Tetapi menggunakan dua Peltier TECI-12706 secara menumpuk yang tersambung motor DC + Kipas Percobaan ini kita menggunakan seng untuk penghantar panas, dikarenakan dari data kami peroleh seng memiliki konduktor yang baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi dua peltier terhadap kecepatan perputaran kipas yakni suhu yang semakin dekat dengan sumber panas akan lebih cepat menghantarkan listrik, dan kualitas peltier juga dapat mempengaruhi daya hantar listrik. Perlu diketahui pada percobaan ketiga ini memiliki pengaruh negative terhadap dua Peltier TECI-12706 jika secara menumpuk. Dikarenakan peltier ini membutuhkan pendingin agar tidak terjadinya *overheat* atau terlalu panas. Maka pada peltier yang paling bawah tidak mendapatkan pendingin sehingga dapat mengakibatkan peltier tidak berfungsi atau rusak.

CONCLUSION

Efek Seebeck dihasilkan oleh termoelektrik generator dari Peltier TECI-12706 dengan variasi alas penghantar yang berbeda mendapat hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hubungan suhu terhadap tegangan yang dihasilkan yaitu berbanding lurus, jika semakin besar perbedaan suhu, maka akan besar pula tegangan yang dihasilkan, dan sebaliknya.
2. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan perbedaan alas dapat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan dari ketiga alas penghantar yang digunakan seng menghasilkan tegangan yang paling tinggi, diikuti dengan aluminium dan kaleng.
3. Hasil percobaan efek seebeck pada ketiga alas penghantar yang digunakan yakni kaleng, seng, dan aluminium. Didapatkan nilai efek Seebeck dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut yaitu seng 0,009615 V/K, aluminium 0,005845 V/K, dan kaleng 0,005602 V/K.
4. Faktor-faktor yang mempengaruhi dua peltier terhadap kecepatan perputaran kipas yakni suhu yang semakin dekat dengan sumber panas akan lebih cepat menghantarkan listrik, dan kualitas peltier juga dapat mempengaruhi daya hantar listrik.

ACKNOWLEDGMENT

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu penelitian ini, Terutama kepada Pak Hassan sebagai pembimbing jurnal penelitian ini.

REFERENCES

- REFERENCES
- [1] Arifin, J., Dewanti, I. E., and Kurnianto, D., "Prototipe Pendingin Perangkat Telekomunikasi Sumber Arus DC menggunakan Smartphone," *Media Elektrika*, vol. 10, no. 1, pp. 13–29, 2017.
 - [2] Bustomy, P. L. and Widyartono, M., "Generator Termoelektrik Dengan Memanfaatkan Panas Yang Terbuang Dari Api Pembakaran Untuk Pengisian Baterai Handphone," *Jurna Teknik Elektro*, vol. 09, no. 02, pp. 451–457, 2020.
 - [3] Khalid, M., Syukri, M., and Gapy, M., "Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik," vol. 1, no. 3, pp. 57–62, 2016.
 - [4] Sulino, Haris, E., Rachmatullah., and Zulfah, S., "Karakteristik Unjuk Kerja Panas Pada Generator Termoelektrik dengan Pengaturan Jarak Secara Centroid," *Seminar Nasional Edusainstek*, pp. 262–271, 2019.
 - [5] Ryanuargo, Anwar, S., and Sari, S. P., "Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 10, no. 4, pp. 180–185, 2013.
 - [6] Rafika, H., Mainil, R. I., and Aziz, A., "Kaji Eksperimental Pembangkit Listrik Berbasis Thermoelectric Generator (Teg) Dengan Pendinginan Menggunakan Udara," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 15, no. 1, pp. 7–11, 2017.
 - [7] Ginanjar, Hiendro, A., and Suryadi, D., "Perancangan dan Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Termoelektrik dengan Menggunakan Kompor Surya sebagai Media Pemusat Panas," *Jurnal Teknik Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2019.
 - [8] Nurdinawati, V., "Studi Termoelektrik Generator Tipe Teg Sp1848 27145 Sa," *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, vol. 6, no. 1, pp. 33–41, 2017.
 - [9] Budiyo, A., Pramudita, G. B., and Adinandra, S., "Kontrol Relay dan Kecepatan Kipas Angin Direct Current (DC) dengan Sensor Suhu LM35 Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 19, no. 01, pp. 43–54, 2020.
 - [10] Sumarjo, J., Santosa, A., and Permana, M. I., "Pemanfaatan Sumber Panas Pada Kompor Menggunakan 10 Termoelektrik Generator Dirangkai

- Secara Seri Untuk Aplikasi Lampu Penerangan,” *Jurnal Mesin Teknologi (SINTEK Jurnal)*, vol. 11, no. 2, pp. 123–128, 2017.
- [11] E. S. A. Putra and W. Rhamadhani, “Pengaruh Jumlah Sirip Pendingin Heatsink dan Level Indikator Pendingin Kulkas terhadap Daya Output yang dihasilkan dari Termoelektrik Generator TEC 12706 yang menjadikan Kompresor Kulkas sebagai Sumber Energi Panas,” *Publ. Online Mhs. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2018.
 - [12] B. Prasetya, E., Arifin, Z., and S. Joko, T., “SIMULASI PERPINDAHAN PANAS KONDUKSI PADA PENGELASAN LOGAM TAK SEJENIS ANTARA BAJA TAHAN KARAT AISI 304 DAN BAJA KARBON RENDAH SS 400 DENGAN METODE BEDA HINGGA,” *Mekanika*, vol. 9, no. 1, pp. 262–267, 2010.
 - [13] Harja, H. B. and Saksono, N., “Experimental Study on Vortex Tubeas Coolingof Machine Panel,” *Jurnal Mechanical.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–5, 2014.
 - [14] Naryanto, R. F., Setiarso, R., and Ramelan, “Pengembangan Media Pembelajaran Perpindahan Panas Secara Radiasi Dengan Variasi Material Spesimen Uji,” *Journal of Mechanical Engineering Learning*, vol. 3, no. 2, pp. 143–155, 2014.
 - [15] Amala, A. K., Setiono, A., Zulkarnain, R., Tarisa., Ridwan, K. A., Amin M. J. E., and Tahdid, “Prototype Alat Solar Water Heater Ditinjau dari Laju Alir Air dan Sudut Kemiringan Panel terhadap Perpindahan Panas Konveksi Program Studi Teknik Energi, ” *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, vol. 2, no. 11, pp. 461–467, 2022.
 - [16] Pradana, A. M. and Widyartono, M., “PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TERMOELEKTRIK GENERATOR MENGGUNAKAN PENGHANTAR PANAS ALUMUNIUM, KUNINGAN DAN SENG,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 09, no. 02, pp. 251–258, 2020.