

ANALISIS KELISTRIKAN AKIBAT PERBEDAAN TEMPERATUR SAMBUNGAN KAWAT LOGAM TEMBAGA DAN SENG UNTUK PERAGA TERMOELEKTRIK

Lailatul Nuzul Syam *, Eko Suyanto, Wayan Suana

Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

*Email:lailatulnuzulsyam@gmail.com

Abstrack: *Electrical analysis due to the difference of copper metal and zinc temperature for the thermoelectric props. This study aimed to determine the effect of temperature on the connection of copper and zinc wire to electricity generated. Research with Experimental Research Design using copper wire and zinc metal pair with 6cm long. The tip of the wire is inserted into a container of hot and cold water then raises the temperature in hot water and sets the temperature on cold water that is 0°C. the temperature of the hot water from 20,0°C up to 100,0°C within each experiment 2,0°C. The seebeck voltage obtained at the connection of the copper and zinc wire is 0.1mV-0.83mV with the relative error of each measurement below 10%. The inner resistance generated by these visual aids is relatively fixed at 4999,978 Ω. The resulting seebeck coefficient of 0.011mV/°C. This tool can be used to show the phenomenon of change of heat energy into electric energy*

Keyword: Electrical, Seebeck Coefficient,, and Termoelektrik.

Abstrak: **Analisis kelistrikan akibat perbedaan temperatur sambungan kawat logam tembaga dan seng untuk peraga termoelektrik.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperature pada sambungan kawat logam tembaga dan seng terhadap besaran kelistrikan yang dihasilkan. Penelitian ini bersifat *Experimental Research Design* menggunakan pasangan kawat logam tembaga dengan seng dengan panjang lilitan 6cm. Ujung kawat tersebut dimasukan ke dalam wadah air panas dan dingin serta menaikkan suhu pada air panas dan menetapkan suhu pada air dingin yaitu 0°C. suhu air panas dimulai 20,0°C sampai dengan 100,0°C dengan selisih setiap percobaan 2,0°C. Tegangan seebeck yang diperoleh pada sambungan kawat tembaga dan seng adalah 0,1mV-1,03mV dengan kesalahan relatif tiap pengukuran dibawah 10%. Besar hambatan dalam alat peraga ini relative tetap yaitu sebesar 4999,978 Ω. koefisien seebeck yang dihasilkan sebesar 0,011 mV/°C. Alat ini dapat digunakan untuk menunjukkan fenomena perubahan energi panas menjadi energi listrik.

Kata Kunci: Kelistrikan, Koefisien Seebeck, dan Termoelektrik.

PENDAHULUAN

Fisika merupakan bagian dari sains yang mempelajari fenomena dan gejala alam secara empiris, logis, sistematis dan rasional yang melibatkan proses dan sikap ilmiah. Fatonah (2014: 43) menyatakan bahwa fisika sebagai bagian dari IPA mengkaji perilaku, struktur dan interaksi benda secara empirik, oleh sebab itu dalam pembelajaran fisika seharusnya dimulai dengan pengamatan

yang melibatkan fenomena dan gejala alam yang berkaitan dengan materi fisika yang akan diajarkan. Akan tetapi, masih ada pembelajaran fisika dilakukan dengan cara tekstual, dengan meminta siswa menghafal rumus-rumus yang ada di dalam buku. Hal ini menyebabkan tugas belajar siswa menjadi lebih berat karena menitikberatkan pada konsep dan mengesampingkan fakta.

Akibatnya siswa kehilangan kesempatan untuk memperoleh pengalaman belajar secara empirik, dan pembelajaran fisika menjadi kurang menarik.

Metode praktikum sebagai salah satu strategi dalam pembelajaran yang dapat memberikan pengalaman empirik kepada siswa. Metode praktikum menerapkan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, dengan peran guru lebih sebagai fasilitator daripada mengajar langsung. Keberhasilan penggunaan metode praktikum dalam pembelajaran dipengaruhi dengan tersedianya peralatan praktikum yang memadai. Salah satu cara untuk membuat materi pembelajaran menjadi lebih menarik yaitu dengan menggunakan alat peraga. Prasetyani (2013:7) menyatakan bahwa, alat peraga dapat memperjelas bahan pengajaran yang diberikan guru kepada siswa sehingga siswa lebih mudah memahami materi atau soal yang disajikan guru. Jadi, alat peraga dapat digunakan untuk mempermudah peserta didik dalam memahami suatu konsep dalam pembelajaran. Lestari (2006: 2), alat peraga digunakan sebagai media atau perlengkapan untuk membantu para pelajar. Alat peraga pembelajaran adalah alat atau bahan yang digunakan oleh pelajar untuk: (1) membantu pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan dan pengetahuan pelajar; (2) mengilustrasikan dan memantapkan pesan dan informasi; dan (3) menghilangkan ketegangan dari hambatan dan rasa malas peserta didik. Selain itu Asyhar (2011: 11) mengatakan bahwa alat peraga digunakan oleh guru untuk memberi penekanan pada informasi, memberikan stimulasi perhatian, dan memfasilitasi proses pembelajaran. Alat peraga memiliki spektrum yang cukup luas mulai dari media sederhana hingga

media canggih dalam bentuk aural atau visual. Berdasarkan beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa alat peraga digunakan oleh guru untuk membantu memusatkan perhatian peserta didik dalam pembelajaran sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan efektif.

Salah satu pembelajaran di sekolah yang menggunakan alat peraga yaitu pada materi usaha dan energi pada sub-bab konversi energi panas (energi termal) menjadi energi listrik. Energi termal adalah jenis energi yang berkaitan dengan getaran atomik dan molekular (Culp, 1996: 6). Energi tersebut mengalir dari benda yang satu ke benda yang lain karena perbedaan suhu. Perpindahannya dari benda yang panas ke benda yang dingin. Kedua benda diusahakan saling bersentuhan dan berada dalam keadaan termal yang seimbang (yakni ada perpindahan kalor antara kedua benda), suhu kedua benda haruslah sama. Jika benda pertama dan benda kedua berada dalam keadaan setimbang termal dengan benda ketiga, maka kedua benda pertama berada dalam keadaan seimbang termal. Pernyataan ini sering disebut hukum ke-nol termodinamika (Bueche, 2006:143).

Konversi energi panas ke energi listrik dikaitkan dengan arus dan akumulasi elektron. Energi jenis ini umumnya dinyatakan dalam satuan daya dan waktu, misalnya watt-jam atau kilowatt-jam. Bentuk transisional dari energi listrik adalah aliran elektron, biasanya melalui konduktor dari jenis tertentu (Culp, 1996:4).

Aliran elektron dari energi listrik dapat diubah menjadi berbagai macam energi misalnya, seperti penggunaan lampu pijar yang mengubah energi listrik menjadi energi cahaya dan energi

kalor, penggunaan kipas angin yang mengubah energi listrik menjadi energi angin, dan penggunaan setrika yang mengubah energi listrik menjadi energi panas. Dalam kehidupan sehari-hari, energi listrik sangat dominan digunakan dalam berbagai aktifitas kehidupan manusia (Pujiyanto,dkk., 2016:197).

Berdasarkan pendapat ahli diatas, energi listrik merupakan bentuk energi yang dapat di ubah menjadi energi-energi lain. Bentuk transisional dari energi listrik adalah aliran elektron, biasanya melalui konduktor dari jenis tertentu.

Salah satu alat peraga yang digunakan sebagai konversi energi panas menjadi energi listrik adalah termoelektrik. Termoelektrik adalah bahan unik yang dapat mengkonversi energi panas menjadi energi listrik atau sebaliknya (Sutjahja, 2011: 2). Ketika dua buah material logam yang tersambung berada di lingkungan dengan dua temperatur berbeda, maka dimaterial tersebut akan mengalir arus listrik atau gaya gerak listrik (Ramdini, 2014: 3). Sambungan dua buah logam dapat dijadikan konverter energi panas menjadi energi listrik dan disertai petunjuk penggunaan (user manual) yang dapat digunakan untuk mengamati perilaku perubahan energi panas menjadi energi listrik sebagai solusi keterbatasan sumber energi listrik untuk pembelajaran materi sumber energi listrik (Efendi, 2016: 72).

Alat peraga termoelektrik didasarkan pada perbedaan temperatur pada masing-masing sambungan kawat logam. Menurut Giancoli (2001:449) temperatur merupakan ukuran mengenai panas atau dinginnya benda. Banyak sifat zat yang berubah terhadap temperatur, misalnya hambatan suatu

benda dapat berubah akibat temperatur. Akibat adanya perbedaan temperatur tersebut, maka akan dihasilkan sebuah tegangan.

Pada penelitian awal dilakukan pengukuran menggunakan sambungan kawat logam tembaga dan seng, tembaga dengan aluminium dan timbale dengan seng. Sambungan kawat yang digunakan berlilitan sepanjang 5cm dengan temperatur awal 10,0°C. Variasi dilakukan dengan mengubah kenaikan temperatur per 10,0°C. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, sambungan kawat logam tembaga dan seng menunjukkan hasil tegangan yang lebih teratur terhadap perubahan temperatur dari pada sambungan kawat logam lainnya. Sehingga dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat fenomena efek Seebeck secara empirik.

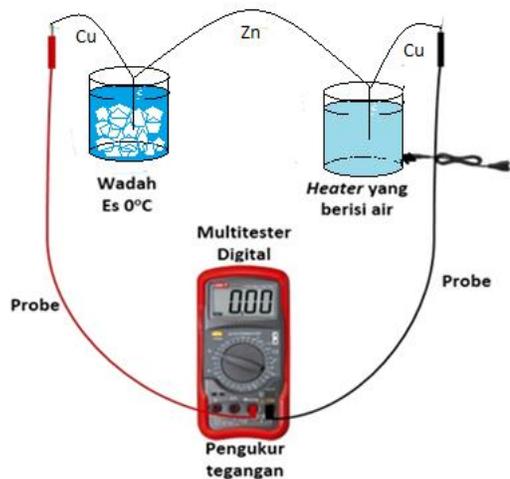
Penelitian yang dilakukan oleh peneliti bertujuan untuk mengetahui pengaruh selisih temperature pada suhu panas terhadap tegangan dan mengetahui besaran koefisien seebeck dan hambatan dalam yang ditimbulkan oleh alat peraga.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *research experimental* atau penelitian eksperimental. Penelitian ini dilakukan dengan membuat rancangan alat peraga berbasis termoelektrik untuk meneliti besaran kelistrikan yang dihasilkan, meliputi besar tegangan Seebeck, hambatan dalam, dan koefisien Seebeck.

Sebelum membuat sampel alat peraga dilakukan kajian teoritis mengenai termoelektrik dan efek Seebeck. Selanjutnya membuat alat

peraga dengan menggunakan beberapa kawat yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar. Lalu melakukan pengukuran terhadap besaran kelistrikan yang dihasilkan sampel alat peraga sekaligus untuk menguji sampel alat peraga. Apabila sampel alat peraga menunjukkan fenomena termoelektrik maka tidak perlu dilakukan pembuatan ulang, sebaliknya jika sampel tersebut tidak menunjukkan fenomena termoelektrik maka perlu dilakukan pembuatan ulang sampel alat peraga. Setelah melakukan pengukuran, dilakukan analisis data untuk menarik kesimpulan penelitian yang dilakukan. Sampel alat peraga terdiri dari sambungan dua kawat logam, yakni Tembaga dan Seng. Skema penelitian yang dilakukan seperti gambar 1.



Gambar 1. Desain Alat Peraga Konversi Energi Panas menjadi Energi Listrik

Sampel alat peraga dibuat dengan memotong kawat tembaga dan seng selanjutnya masing-masing ujung kawat dibersihkan dan dikelupas pelindungnya kemudian dililit sepanjang 6cm. Lilitan

tersebut diolesi silver glue paint. Setelah merekat dengan baik selanjutnya masing-masing ujung sambungan antara kawat tembaga dan seng dilapisi menggunakan carbon. Setelah sampel alat peraga jadi maka selanjutnya adalah pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur secara langsung besar tegangan Seebeck dan hambatan dalam. Sedangkan besar koefisien Seebeck dilakukan dengan analisis regresi linier. Adapun teknik pengumpulan data tegangan dilakukan dengan menyiapkan alat dan bahan, yakni es dalam bejana, air dalam heater, multitester digital, kabel penghubung, jepit buaya dan termometer. Selanjutnya menyusun alat dan bahan seperti Temperatur sisi sambungan I dimasukkan ke dalam bejana yang berisi es mencair dengan temperatur 0°C yang dijadikan sebagai temperatur referensi sedangkan sisi II dimasukkan ke dalam heater berisi air. Temperatur awal pada sambungan II dimulai dari $20,0^{\circ}\text{C}$ dengan mendinginkan air yang ada di dalam heater menggunakan es sampai temperaturnya mencapai angka $20,0^{\circ}\text{C}$ Pengukuran tegangan menggunakan multitester dengan diatur sebagai pengukur tegangan.

Pengukuran tegangan dilakukan dengan menjepit ujung-ujung kawat yang tidak disambungkan menggunakan jepit buaya yang terhubung dengan multitester digital. Batas ukur yang digunakan pada multitester digital yakni 200 mV. Setelah multitester menunjukkan tegangan kemudian dicatat dalam tabel penelitian dan selanjutnya mengulangi langkah percobaan dengan perubahan kenaikan temperatur setiap $2,0^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya adalah pengumpulan data hambatan dalam. Pengukuran hambatan dalam dengan menggunakan

multitester dengan mengatur sebagai ohmmeter. Adapun teknik yang digunakan untuk mengukur hambatan dalam dengan merangkai alat. Skema Pengukuran Hambatan Pengganti pada Rangkaian Sumber Tegangan atau Sampel Alat Peraga

Hambatan geser yang digunakan yaitu potensiometer dengan nilai 10 kΩ. Potensiometer digunakan untuk mengubah tegangan menjadi setengah dari tegangan full yang dihasilkan alat peraga pada temperatur tertentu. Setelah tegangan yang diukur menunjukkan hasil dari setengah tegangan full maka selanjutnya yakni melepas potensiometer dari rangkaian dan mengukur hambatan pada potensiometer dengan menggunakan ohmmeter.

Selanjutnya yaitu menghitung hambatan dalam sampel menggunakan data hambatan yang telah diperoleh dengan persamaan berikut

$$R_0 = R_{\frac{1}{2} \text{potensiometer}} - R_{\text{terukur}}$$

Data yang diperoleh dicatat dalam tabel hasil penelitian. Setelah itu mengulangi percobaan setiap perubahan kenaikan temperatur sebesar 2,0°C. Setelah memperoleh data tegangan Seebeck selanjutnya yaitu menganalisis besar koefisien Seebeck. Data koefisien Seebeck diperoleh dari persamaan berikut :

$$\alpha = \frac{V}{\Delta T}$$

dengan V adalah tegangan Seebeck yang dihasilkan dan ΔT adalah selisih temperatur pada masing-masing sambungan pelat logam. Besar koefisien Seebeck dianalisis menggunakan

analisis regresi linier dengan persamaan berikut.

$$Y = Ax + B$$

di mana Y = tegangan termoelektrik yang dihasilkan alat peraga

x = gradient temperatur sambungan pada alat peraga terhadap temperatur referensi

A = koefisien Seebeck

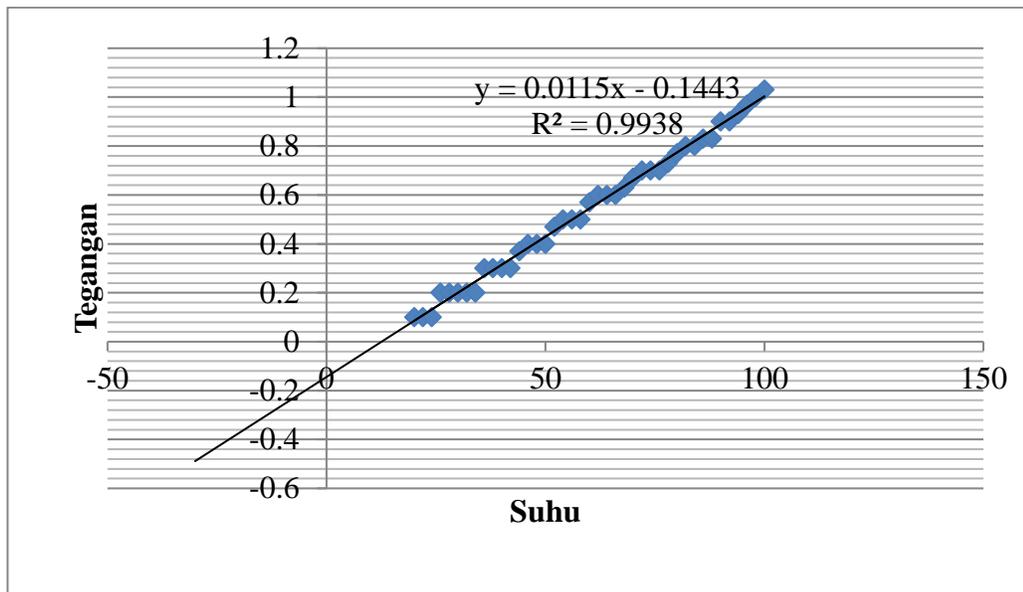
B = konstanta, yakni

$$V_s = V_j + I \cdot R_d$$

$$R_d = \frac{V_s - V_j}{I}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian menggunakan sambungan kawat Tembaga dan Seng yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Kawat tembaga yang digunakan panjang 40,0 cm dan berdiameter 0,30 mm ± 0,005 mm, sedangkan kawat seng panjang 40,0 cm dan diameter 0,35 mm ± 0,005 mm. Penelitian ini dilakukan dengan menaikkan suhu pada air panas dan menetapkan suhu pada air dingin yaitu 0°C. Sambungan kawat dimasukan kedalam air kemudian dipanaskan dengan menggunakan heater. Suhu air panas dimulai 20,0°C sampai dengan suhu 100,0°C dengan selisih setiap percobaan 2,0°C. Suhu diukur dengan menggunakan termometer air raksa dengan ketelitian 1,0°C. Tegangan diukur dengan menggunakan multitester digital. Setelah diperoleh data tegangan seebeck, Adapun data tegangan Seebeck yang diperoleh pada penelitian ini setelah melakukan percobaan sebanyak tiga kali dengan rata-rata tegangan maka dapat dilihat pada grafik yang tertera pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Grafik Hubungan Temperatur terhadap Tegangan

Berdasarkan data yang disajikan pada grafik 1 diketahui bahwa nilai R^2 atau nilai koefisien determinasi adalah 0,993. Nilai koefisien determinansi ini menunjukkan pengaruh temperatur terhadap tegangan yang dihasilkan alat peraga sebesar 0,993% yang berarti sangat berpengaruh.

Koefisien Seeback

Berdasarkan pada perhitungan menggunakan persamaan sesuai dengan persamaan maka diperoleh nilai koefisien Seebeck yang menunjukkan sensitivitas alat peraga.

$$A = \frac{N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$B = \frac{\sum y_i - A \sum x_i}{N}$$

Nilai yang dihasil lalu dimasukan kedalam persamaan

$$Y = AX + B$$

Maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 0,011 X - 0,144$$

Hambatan Dalam

Berdasarkan data hambatan dalam yang diperoleh hasilnya relative sama sehingga dilakukan perhitungan rata-rata hambatan dalam dengan nilai rata-rata yakni sebesar 4999,98 Ω dengan standar deviasi sebesar 0,009. Standar deviasi merupakan nilai yang menunjukkan sebaran data atau keragaman dalam sampel. Semakin kecil standar deviasinya maka semakin kecil keragaman data dalam sampel tersebut atau data tersebut cenderung sama.

Pada pembahasan ini akan dipaparkan mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran kelistrikan yang ditimbulkan oleh alat peraga termoelektrik yang akan digunakan sebagai salah satu media pembelajaran pada mata pelajaran fisika di sekolah khususnya pada materi listrik dan perubahan energi.

Tegangan Seebeck Alat Peraga

Pengukuran tegangan dilakukan menggunakan multimeter digital dengan menggunakan bagian voltmeter-nya. Batas ukur yang digunakan yaitu 200 mV yang merupakan batas terkecil pada multimeter yang digunakan. Adapun hasil pengukuran tegangan yang telah dilakukan sebanyak 3 kali percobaan adalah sebagai berikut. Pada pengukuran tegangan Seebeck ditemperatur 20,0°C sampai suhu 42,0°C di dapatkan nilai kesalahan relatif yang diperoleh setelah melakukan perhitungan sebesar 0%, pada temperatur 44,0°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 2,7%. Selanjutnya pada temperatur 46,0°C; 48,0°C; 50,0°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 0%, kemudian pada temperatur 52°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 4,46%, pada temperatur 54,0°C; 56,0°C; 58,0°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 0%. Lalu pada temperatur 60,0°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 10%, pada temperatur 62,0°C ; 64,0°C; 66,0°C; diperoleh kesalahan relatif sebesar 0%, kemudian pada temperatur 68,0°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 3,15%.

Selanjutnya pada temperatur 70,0°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 4,47%, pada temperatur 72,0°C; 74,0°C; 76,0°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 0%, pada temperatur 78,0°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 9,5%, pada temperatur 80,0°C diperoleh kesalahan relatif sebesar 4,02%. Kemudian pada temperatur 82,0°C; 84,0°C didapat nilai kesalahan relatifnya sebesar 0%, lalu pada temperatur 86,0°C; 88,0°C kesalahan relatifnya 6,02%, lalu pada suhu 90,0°C; 92,0°C kesalahan relatifnya sebesar 0%, pada temperatur 94,0°C kesalahan relatifnya

sebesar 6,4%. Kemudian pada temperatur 96,0°C; 98,0°C dan 100,0°C didapat kesalahan relatif berurutan adalah 4,1%, 0%, dan 6,5%.

Berdasarkan perhitungan tersebut maka dapat disimpulkan percobaan dalam penelitian berhasil, karena KR yang dihasilkan kurang dari 10%. Kesalahan relatif dapat terjadi karena beberapa faktor, diantaranya pengaruh lingkungan terhadap alat peraga, kesalahan pembacaan alat ukur dan kurangnya perawatan terhadap alat peraga.

Adapun pengaruh lingkungan terhadap rangkaian alat peraga adalah mudah mencairnya es dalam wadah yang telah terisolasi sempurna, sehingga temperaturnya mudah berubah. Selanjutnya, kesalahan saat membaca temperatur alat kesalahan paralaks, dimana mata tidak sejajar dengan skala pada termometer saat pembacaan skala. Kemudian kesalahan yang terjadi akibat kurangnya perawatan alat, dimana alat ini dibuat dari kawat seng yang mudah berkarat. Oleh karena itu kurangnya perawatan pada alat peraga dapat mempengaruhi pengukuran tegangan maupun besaran kelistrikan lainnya yang dihasilkan. Perawatan alat dapat dilakukan dengan mengeringkan alat setelah digunakan untuk penelitian dan meletakkannya pada wadah yang kedap udara agar tidak teroksidasi oleh udara.

Apabila hasil pengukuran penelitian yang dilakukan tidak sesuai dengan teori maka perlu dilakukan perbaikan pada alat peraga yang dapat dilakukan dengan membuat lagi alat peraga tersebut. Membuatnya secara benar dan memastikan sambungan atau lilitan kawat merekat dengan baik serta melapisi sambungan dengan silver glue

paint dan setelah itu carbon secara menyeluruh.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa tegangan yang dihasilkan berbanding lurus dengan perubahan temperatur, yang berarti terjadi kenaikan tegangan seiring dengan kenaikan temperatur. Tegangan yang dihasilkan menunjukkan keteraturan kenaikan tegangan dimulai pada 44,0°C sampai temperatur 80,0°C dan pada temperatur 92,0°C sampai 100,0°C. Tegangan yang dihasilkan di bawah suhu 44,0°C dan diatas 80,0°C hingga 92,0°C masih belum stabil. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan temperatur 0°C untuk suhu dingin dikarenakan temperatur es melebur adalah 0°C, dan suhu panas yang digunakan adalah 100,0°C digunakan karna termometer yang ada di laboratorium hanya mencapai 100,0°C untuk pengukurannya.

Alat peraga ini dapat menghasilkan tegangan yang disebut tegangan Seebeck sebagai alat peraga fenomena perubahan energi panas menjadi energi listrik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Diasyari(2015: 5) Besar nilai gaya gerak listrik termal yang diperoleh dipengaruhi oleh adanya perbedaan suhu antara kedua sambungan logam yaitu semakin besar perbedaan suhu, maka semakin besar pula nilai gaya gerak listrik termal yang dihasilkan.

Kofisien Seebeck

Setelah melakukan penelitian dan analisis regresi linier maka diperoleh persamaan regresi liniernya adalah $Y=0,011X - 0,144$ dengan nilai koefisien Seebeck sebesar 0,011 mV/°C yang artinya terjadi tingkat sensitivitas pasangan kawat logam tembaga dan seng adalah sebesar 0,011 mV/°C atau

kenaikan tegangan sebesar 0,0117 mV setiap kenaikan 1°C. Hal ini seperti yang dijelaskan Oktorina (2006), bahwa Koefisien Seebeck adalah sifat material dan memberikan kecepatan perubahan antara tegangan termoelektrik (E) dan (T), semakin besar selisih temperatur maka semakin besar nilai koefisien Seebeck. Nilai koefisien Seebeck semakin besar maka performansi peraga termoelektrik semakin bagus. Jadi alat peraga yang digunakan pada penelitian ini masih memiliki performansi kurang baik karna nilainya mendekati 0.

Hambatan Dalam

Setelah melakukan pengukuran terhadap tegangan Seebeck, pengukuran selanjutnya adalah pengukuran hambatan dalam. Hambatan dalam merupakan hambatan yang berada di suatu sumber listrik. Alat peraga ini digunakan sebagai sumber energi listrik sehingga untuk membuktikannya maka dilakukan pengukuran hambatan dalam. Pengukuran hambatan dalam yang diperoleh pada penelitian ini dilakukan menggunakan multimeter yang diatur sebagai ohmmeter. Batas ukur yang digunakan yaitu 20 kΩ dan menggunakan potensiometer dengan nilai 10 kΩ. Adapun besar hambatan dalam yang diperoleh berdasarkan pengukuran yaitu relatif sama besarnya, sehingga dihitung rata-ratanya sebesar 4999,978 Ω dengan standar deviasi sebesar 0,009 yang menunjukkan kecilnya keragaman data sampel tersebut atau sebaran data tersebut relatif sama.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa (1) Berdasarkan data hasil penelitian besar nilai tegangan Seebeck yang

didapat dipengaruhi oleh adanya perbedaan temperatur antara kedua sambungan logam termoelektrik, yaitu semakin besar perubahan temperatur maka semakin besar juga nilai tegangan Seebeck yang dihasilkan, dan (2) berdasarkan data yang diperoleh didapatkan hasil tegangan seebeck yang diperoleh pada alat peraga sambungan kawat logam Tembaga dan Seng adalah 0,1 mV – 1,03 mV. Hambatan dalam yang dihasilkan oleh alat oerga ini relative tetap yaitu sebesar 4999,98 Ω . Koefisien seebeck yang dihasilkan sebesar 0,12 mV/ $^{\circ}$ C.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyhar, Rayanda. 2011. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta :Gaung Persada (GP) Press Jakarta.
- Bueche, Federick J. 2006. *Introduction to Physics for Scientist and Engineers Third Edition*. New York: Mc Graw Hill Bool Company.
- Culp, Archie W. 1996. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*. Jakarta: Erlangga.
- Diasyari, Annisa. 2015. Analisis Elektromotansi Termal antara Pasangan Logam Aluminium, Nikrom dan Platina sebagai Termokopel. *Jurnal Pengajaran fisika*. Vol 2(3), 1-8.
- Ependi, Selamat. 2016. Pengembangan Perangkat Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol 4 (1) : 37-46.
- Fatonah, Siti dan Prasetyo. 2014. *Pembelajaran Sains*. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- Lestari, Linda Puji. 2006. Keefektifan Pembelajaran dengan Menggunakan Alat Peraga dan LKS. *Jurnal Pendidikan*. (Online) tersedia (<http://digilib.unnes.ac.id/skripsi/archives/doc.pdf>). Diakses 15 Januari 2015.
- Oktorina, Handayani Dwi. 2006. kajian Karakteristik Model Termoelektrik Untuk sistem Penyimpanan dingin. *Jurnal Teknologi pertanian*. (Online) tersedia (http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/3483/1/F06dho_abstract.pdf). Diakses pada 18 Juli 2017
- Prasetyarini, Ayomi, Siska Desy Fatmaryanti, R. Wakhid Akhdinirwanto. 2013. Pemanfaatan Alat Peraga IPA untuk Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika pada Siswa Smp Negeri I Buluspesantren Kebumen Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Radiasi Vol 2 (1)*
- Pujianto., Supardianingsih., Chasanah., dan Risdiyani. 2016. *FISIKA*. Jakarta: IntanPariwara.
- Ram dini, Intan D.N. 2014. Thermoelectric Generator. *Indonesian Journal of materials science*. (Online), tersedia <http://www.journal.batan.go.id> . Diakses 20 April 2015.
- Sutjahja, M. Inge. 2010. Penelitian Bahan Termoelektrik Bagi Aplikasi Konversi Energi dimasa Datang. *Jurnal Maerial dan Energi Indonesia*. (Online) tersedia <http://jmei.phys.unpad.ac.id>. Diakses 17 Mei 2015.