

RANCANG ALAT KONVERTER ENERGI PANAS MENJADI ENERGI LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN THERMOELEKTRIK SEDERHANA

Nisya Tambun, Dona Mustika, Nur Azizah Lubis*

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Samudra, Indonesia

*e-mail: nurazizahlubis@unsam.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prinsip kerja, hasil dan hubungan energi panas dengan Alat Konverter Energi. Alat Konverter merupakan alat yang digunakan untuk memudahkan seseorang untuk memahami suatu konsep perubahan energi. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen. Hasil dari percobaan yaitu 4 kali percobaan dengan 2 perlakuan yaitu menggunakan Es Batu dan tanpa Es Batu dimana besar kecilnya perubahan suhu memiliki hubungan terhadap nilai Tegangan dan Daya listrik yaitu jika nilai perubahan suhunya besar maka Tegangan dan Daya listrik besar, sebaliknya jika nilai perubahan suhunya kecil maka Tegangan dan Daya listrik akan kecil. Dapat dilihat dari nilai korelasi yang didapat yaitu hubungan perubahan suhu dengan tegangan memiliki hubungan yang cukup yang nilai korelasi sebesar 0,4868 atau 0,49%. Untuk hubungan perubahan suhu terhadap daya listrik memiliki hubungan sangat kuat dengan nilai korelasi sebesar 0,5231 atau 0,52%.

Kata Kunci : *Alat Konverter Energi, Thermoelektrik, Energi Terbarukan dan koefisien seebeck.*

DESIGN A HEAT ENERGY INTO ELECTRICITY CONVERTER USING SIMPLE THERMOELECTRIC

Abstrack: *This study aims to determine the working principle, results and relationship between heat energy and energy converters. Converter is a tool used to make it easier for someone to understand a concept of energy change. The method used is the experimental method. The results of the experiment are 4 experiments with 2 treatments, namely using ice cubes and without ice cubes where the size of the temperature change has a relationship to the value of voltage and electric power, that is, if the value of the temperature change is large then the Voltage and Electric Power are large, conversely if the value of the temperature change is small then the Voltage and Electric Power will be small. It can be seen from the correlation value obtained, namely the relationship between changes in temperature and voltage has an adequate relationship with a correlation value 0.4868 or 0.49%. The relationship between temperature change and electric power has a correlation value of 0.5231 or 0.52%, which means it has a very strong relationship.*

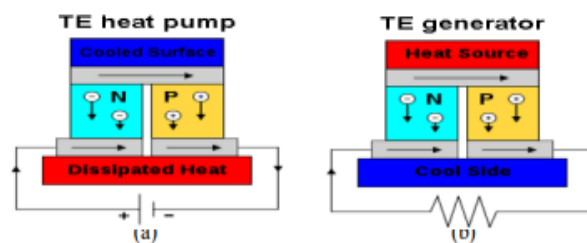
Keywords: *Energy Converter, Thermoelectric, Renewable Energy and seebeck coefficient.*

PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan pada energi dalam kebutuhan kehidupan selalu semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Dari berbagai energi yang selalu meningkat tersebut salah satunya adalah energi listrik. Di kehidupan yang kita hadapi ini, energi listrik sangat memiliki peranan penting, dan karena begitu pentingnya sehingga konsumsi dalam pemakaian energi listrik tersebut meningkat dengan pesat (Félix-Herrán, dkk., 2022). Tahun 2025 yang akan mendatang, diperhitungkan untuk pemakaian energi listrik akan mencapai dari 40 persen dari pemakaian sekarang. Untuk memecahkan masalah ini adalah dengan menggunakan

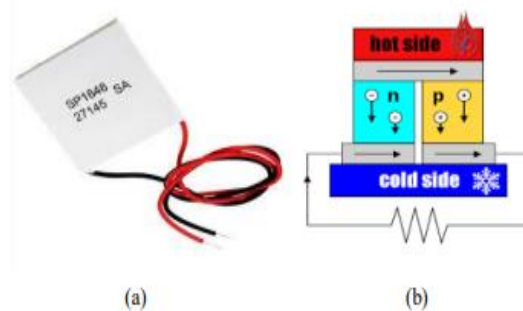
termoelektri yang sebagai jalan keluar untuk mengatasi permasalahan untuk pemakaian energi yang semakin meningkat Tahun demi tahun seiring kemajuan teknologi. Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengubah energi panas secara langsung menjadi listrik Penggunaan efek Seebeck. Energi dapat diartikan sebagai suatu objek yang dapat berpindah disebabkan karena adanya suatu reaksi fundamental. Konversi energi panas menjadi energi listrik, pada saat ini disebut dengan energi baru dan terbarukan, yang fokus nya pada energi panas matahari, energi air dan energi angin (Nuraida, dkk., 2017).

Thermoelektrik Generator (TEG) merupakan suatu bahan yang dapat mengubah adanya perbedaan suhu (temperatur) menjadi sebuah besaran listrik hanya saja tingkat kualitas yang dimiliki yaitu sangat rendah sebesar 10%. Thermoelektrik Generator pertama kali nya ditemukan pada tahun 1821 oleh ilmuwan dari Negara Jepang yaitu Thomas Johann Seebeck yang dimana Thomas melakukan sebuah percobaan dengan menyambungkan sebuah tembaga dan besi pada sebuah rangkaian, pada sebuah rangkaian tersebut diberikan kompas disamping rangkaian, jarum kompas tersebut bergerak dengan pergerakan jarum kompas tersebut menandakan bahwa disekitar rangkaian tersebut terdapat medan listrik disekitar kedua logam akibat adanya pemanasan dari antara kedua logam tersebut (Haryanto, 2017). Thermoelektrik Generator dapat digunakan sebagai pengisi daya listrik untuk aki sebagai sumber energi alternatif. (Bachtera, Indarto, 2017). Generator Termoelektrik tersebut tersusun dari bahan semikonduktor yang memiliki penyusun nya terdiri dari tipe-n dan tipe-p (Sarwi, dkk., 2021).



Gambar 1. Proses Thermoelektrik mengubah energy listrik menjadi panas

Generator Termoelektrik juga dapat didefinisikan sebagai teknologi yang menghasilkan listrik yang memanfaatkan sebuah energi panas atau yang disebut dengan kalor. Untuk alat ini biasanya digunakan komponen yang disebut dengan *Peltier*. Pada dasarnya bahan dasar dari Peltier ialah keramik yang dapat menghasilkan sebuah energi panas dan energi dingin ketika Peltier tersebut diberikan sebuah tegangan. Untuk penerapan sistem kerja dari Termoelektrik ini yaitu dimana ketika kedua sisi mendapatkan suhu yang lebih dari 30°C maka untuk Peltier tersebut akan menghasilkan energi listrik (Masaji, dkk., 2019).



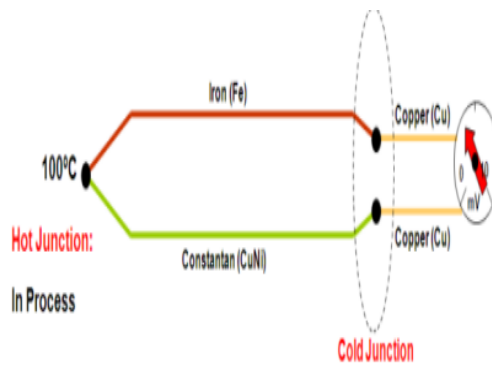
Gambar 2. Proses ketika Thermoelektrik ketika diberi perbedaan suhu.

Dengan melihat perbedaan suhu ataupun temperatur panas antara kedua sisi Peltier Thermoelektrik yaitu sisi panas dan sisi dingin, dimana pada elemen tersebut terdapat aliran arus listrik sehingga muncul beda tegangan. Thermoelektrik Generator biasanya terbuat dari bahan Bismuth tellurid yang memiliki suhu atau temperature batas sampai 180°C maka besarnya tegangan yang dihasilkan akan sebanding dengan gradient temperaturnya.

1. Prinsip Kerja Thermoelektrik

Diketahui untuk prinsip kerja dari Generator Thermoelektrik dapat dilihat dari beberapa efek yang bekerja pada Thermoelektrik yaitu diantaranya efek *seebeck* dan efek *peltier*.

a. Efek *Seebeck*



Gambar 3. Proses Perubahan pada Efek *Seebeck*

Efek Seebeck adalah fenomena potensial listrik yang timbul dari perbedaan suhu antara dua jenis logam. koefisien Seebeck yang besar untuk itu hasil tegangan yang berbeda akan semakin besar disebabkan untuk suhu yang berbeda dapat diubah oleh tegangan listrik. Proses ini disebut dengan sensor tegangan atau termokopel.

Untuk mendapatkan hasil tegangan listrik atau untuk efek *Seebeck* sistematis nya dapat dituliskan:

$$V = S \cdot \Delta T$$

Keterangan:

V : Tegangan (Volt)

S : Koefisien seebeck (V/°C)

ΔT : Perbedaan Suhu (°C)

Untuk menentukan nilai koefisien seebeck yaitu menggunakan persamaan dibawah :

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

Keterangan :

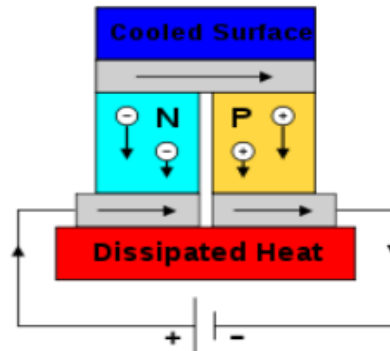
S : Koefisien Sebeck (V/°C)

V : Tegangan (Volt)

ΔT : Perbedaan temperature antara dua sambungan (°C) (Alwinsyah, 2021).

b. Efek *Peltier*

Efek Peltier adalah sistem dari dua jenis semikonduktor yang berbeda, yaitu tipe-n dan tipe-p, yang ditempatkan bersampingan ketika dihubungkan ke sumber tegangan dengan bahan semikonduktor, ada perbedaan energi yang besar diantara kedua semikonduktor tersebut. Ini dapat mengakibatkan dua jenis semikonduktor dialiri oleh elektron dengan menyaring wilayah tipe-n dan tipe-p (persimpangan).



Gambar 4. Efek Peltier

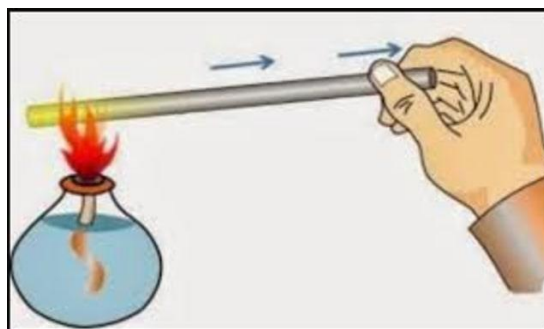
2. Generator Termoelektrik Sebagai Sumber Energi Alternatif (Energi Terbarukan)

Alat Generator Termoelektrik seperti yang sudah dijelaskan bahwasanya sistem kerjanya yaitu dengan mengonversikan atau mengubah suatu energi panas maupun energi dingin akan menghasilkan energi listrik. Sebaliknya termoelektrik juga dapat mengubah suatu energi listrik menjadi energi panas dan energi pendingin. (Rusli, Adriyani. 2017). Pengembangan alat media Peltier atau Generator Termoelektrik ini sangat bermanfaat bagi masyarakat dimana Termoelektrik ini sudah dapat dikatakan sebagai pengembangan energi baru terbarukan. (Masaji, dkk.,2019).

3. Perpindahan Panas

a. Perpindahan Panas Secara Konduksi

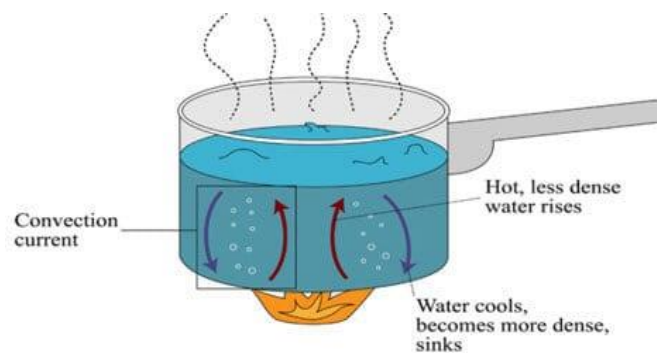
Perpindahan kalor secara konduksi adalah kalo yang berpindah yang membutuhkan medium padat. Dalam proses perpindahan kalor, hanya kalor yang dipindahkan, tetapi mediumnya tidak berpindah, hanya sebagai tempat berlangsungnya proses perpindahan tersebut. Contohnya dapat dilihat dari pengamatan pada pembakaran suatu besi yang dibakar dengan salah satu ujung besi tersebut pada suatu api, pada ujung besi yang tidak dipanaskan dalam jarak (x) dari sumber panas yaitu api, dengan seiring waktu (s) ujung besi yang tidak dipanaskan tersebut akan mengalami perpindahan temperatur panas, hal ini menggambarkan bahwa kalor ataupun energi panas yang berasal dari sumber mengalami pergerakan.



Gambar 5. Mekanisme Perpindahan Panas Konduksi.

b. Perpindahan Panas Secara Konveksi

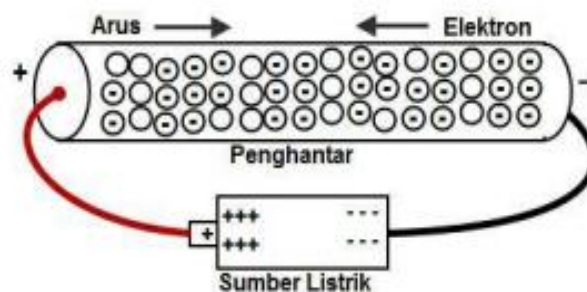
Terjadinya perpindahan panas ini yaitu ketika suhu yang berbeda pada dua titik dikarenakan adanya gravitasi dan akibat perbedaan tersebut sehingga tercipta aliran sederhana yaitu dari suhu yang tinggi ke suhu yang lebih rendah. Contohnya Ketika memasak air dalam panci, sumber energi yaitu api yang memberikan energi kepada panci dan dalam hal ini juga terjadi penerapan pada konduksi, kemudian panas pada panci menyalurkan pada partikel air yang dibagian dsar panci yang merasakan panas maka lama kelamaan air tersebut akan memiliki massa jenis yang lebih kecil karena sebagian air menjadi uap air (Jarman, dkk., 2013).



Gambar 6. Penerapan Contoh Perpindahan Panas Secara Konveksi.

c. Arus dan Tegangan

Arus listrik yaitu banyaknya suatu muatan listrik pada suatu rangkaian yang mengalir disekitarnya dalam satuan waktu. Elektrok adalah suatu muatan yang mengalir pada arus listrik yang memiliki suatu kutub negatif dan kutub positif (Rusli & Djabbar, 2020).



Gambar 7. Proses Pergerakan Elektron.

Pada dasarnya, perbedaan potensial (tegangan) itu menyebabkan elektron mengalir dari tegangan yang rendah ke tegangan yang tinggi. Artinya dua titik (kutub positif dan kutub negatif) mengalirkan arus listrik melalui tegangan listrik. Dalam suatu rangkaian, setiap komponen kelistrikan dapat memiliki beda potensial yang berbeda tergantung dari resistansi komponen tersebut (Dzulfikar & Broto, 2016).

Sistematis kuat arus listrik dapat dirumuskan yaitu:

$$I = \frac{V}{R} \text{ atau } V = I \cdot R$$

Dimana;

I = Kuat Arus Listrik (A)

V = Brda Potensial atau Tegangan (Volt)

R = Hambatan Listrik (Ohm)

Rumus Mencari Daya Listrik (P) :

$$P = V \cdot I$$

Dimana :

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Kuat Arus Listrik (A) (Alwinskyah, 2021).

Seperti yang sudah dijelaskan diatas bahwa prinsip kerja dari Generator Thermoelektrik yaitu adanya perbedaan suhu (temperatur) yaitu suhu panas dan suhu dingin mengubah kebentuk energi lainnya. Suhu panas yang dimanfaatkan pada penelitian ini yaitu dengan memanfaatkan energi panas nya api dan suhu dingin yaitu dengan menggunakan es batu yang dikonversikan menjadi energi listrik. Energi panas api merupakan salah satu energi yang mudah ditemukan. Energi panas api dapat dimanfaatkan dalam berbagai kehidupan manusia salah satunya dengan memanfaatkan energi panas api untuk di ubah menjadi energi listrik. Energi panas api dapat digunakan pada ruangan terbuka dan tertutup, mudah untuk diterapkan pada alat konveter energi yang masih sederhana. Dengan adanya pemanfaatan energi panas api menjadi energi listrik, sehingga penulis tertarik untuk meneliti alat konverter energi panas menjadi energi listrik dengan menggunakan Generator Thermoelektrik.

METODE

Penelitian ini dilakukan dilingkungan program studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Samudra. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober-November 2022. Adapun metodogi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen mendapatkan sebuah hasil berupa alat peraga atau media pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin capai, untuk peneliti selanjutnya juga bisa mengembangkan lebih baik lagi. Adapun Alat dan Bahan yang digunakan yaitu:

Tabel 1. Alat dan Bahan Media Konverter Energi.

No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1	Thermoelektrik	2 Buah
2	Lampu LED	
3	Heatsink	2 Buah
4	Kayu Sebagai kerangka dari konverter energi panas menjadi energi listrik	1 Buah
5	Kabel Penghubung	1 Meter
6	Capit Buaya	2 Buah
7	Obeng	1 Buah
8	Baut	6 Buah

No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
9	Spritus sebagai sumber energi panas	1 Buah
10	Termometer Ruang	1 Buah
11	Avo Meter Digital	1 Buah
12	Thermal Pasta (Pasta Penghantar Panas)	2 Buah

Adapun cara kerja dalam pembuatan alat konverter energi sederhana yaitu: pertama-tama memahami materi energi terbarukan berupa materi energi dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan alat konverter energi panas menjadi energi listrik menggunakan termoelektrik sederhana. Selanjutnya mendesain alat konverter energi panas menjadi energi listrik menggunakan Termoelektrik sederhana, selanjutnya menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam rancangan alat konverter energi panas menjadi energi listrik menggunakan Termoelektrik sederhana. Merakit alat dan bahan yang sudah disediakan untuk membuat alat konverter energi. Kemudian menguji coba alat yang telah dibuat untuk mengetahui efektifitas dari alat konverter yang sudah dibuat. Selanjutnya memvalidasikan alat konverter energi panas menjadi energi listrik menggunakan Termoelektrik sederhana sesuai prosedur kinerja untuk dijadikan sebagai media Energi Terbarukan. Menyempurnakan alat atau bagian komponen jika masih ada kekurangan. Setelah alat konverter energi sederhana siap dirakit langkah terakhir yaitu melakukan pengambilan data pada alat konverter energi panas menjadi energi listrik dengan menggunakan Termoelektrik sederhana.



Gambar 8. Alat Konverter Energi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Percobaan Alat Konverter Energi

Tabel 1. Hasil Percobaan Konverter Energi Sederhana.

No	t (menit)	T _{hot} (°C)	T _{cold} (°C)	ΔT (°C)	V	I (A)	P (Watt)	Perlakuan
1	5	62	38,5	23,5	1,05	0,15	0,16	Tanpa Es Batu
2	10	70	22,6	47,4	1,46	0,18	0,26	Es Batu
3	15	70	16,2	53,8	1,86	1	1,86	Es Batu

4	20	70	12,3	57,7	4.26	1	4,26	Es Batu
---	----	----	------	------	------	---	------	---------

Tabel 2. Analisis Nilai Koefisien Seebeck pada Hasil Data Yang Diperoleh

No	t (menit)	T _{hot} (°C)	T _{cold} (°C)	ΔT (°C)	V	I (A)	S (V/°C)
1	5	62	38,5	23,5	1,05	0,15	0,04
2	10	70	22,6	47,4	1,46	0,18	0,03
3	15	70	16,2	53,8	1,86	1	0,03
4	20	70	12,3	57,7	4,26	1	0,07

Pembahasan Hasil Konverter Energi Sederhana.

Adapun hasil data yang diperoleh menjelaskan bahwa alat konverter energi panas menjadi energi listrik dengan menggunakan Thermoelektrik sederhana dapat digunakan untuk menyampaikan konsep energi terbarukan pada materi Energi dan pemanfaatannya.

Pada percobaan pertama tanpa perlakuan Es Batu dengan waktu yang dibutuhkan yaitu 5 menit, yaitu mendapatkan hasil data pengukuran untuk Tegangan yang didapat yaitu sebesar 1,05 Volt, nilai Kuat Arus Listrik yang didapat yaitu 0,15 A, nilai suhu dingin yang didapat 38,5 °C, suhu panas yang didapat yaitu 62 °C sehingga perubahan suhu (ΔT) yang didapat dari hasil perhitungan yaitu 23,5 °C. Maka untuk nilai Daya Listrik yang didapat dari perhitungan yaitu sebesar 0,16 Watt. Untuk nilai Koefisien Seebeck didapat dalam perhitungan sebesar 0,04 V/°C.

Pada percobaan yang kedua dengan menggunakan perlakuan Es Batu dengan waktu yang dibutuhkan yaitu 10 menit, mendapatkan hasil data untuk nilai Tegangan sebesar 1,46 Volt, nilai Kuat Arus Listrik 0,18 A, nilai suhu dingin yang didapat 22,6 °C, suhu panas yang didapat yaitu 70 °C, sehingga untuk perubahan suhu (ΔT) yang didapat dari hasil perhitungan yaitu 47,4 °C. Maka untuk nilai Daya listrik yang didapat dari perhitungan sebesar 0,26 Watt. Untuk nilai koefisien Seebeck didapat dari hasil perhitungan yaitu 0,03 V/°C.

Pada percobaan yang ketiga dilakukan dengan menggunakan perlakuan Es Batu dengan waktu yang dibutuhkan yaitu 15 menit. Hasil data yang diperoleh yaitu untuk nilai Tegangan sebesar 1,86 Volt, untuk nilai Kuat Arus Listrik sebesar 1 A, suhu dingin yang didapat yaitu 16,2 °C, suhu panas didapat 70 °C sehingga perubahan suhu (ΔT) yang didapat dari hasil perhitungan yaitu sebesar 53,8 °C. Maka untuk nilai Daya Listrik yang didapat dari hasil perhitungan yaitu 1,86 Watt. Untuk nilai koefisien Seebeck didapat dari hasil perhitungan yaitu 0,03 V/°C

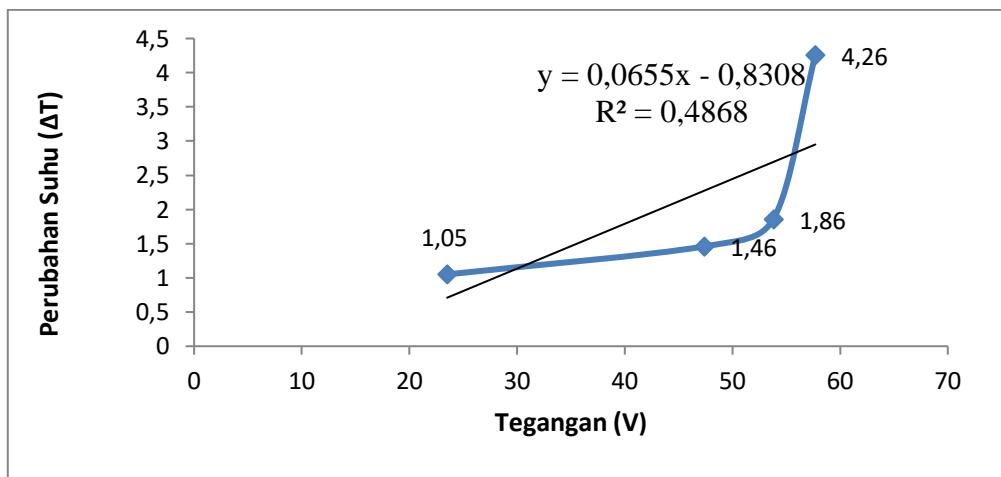
Pada percobaan yang keempat dilakukan dengan menggunakan perlakuan Es Batu dengan waktu yang dibutuhkan yaitu 20 menit. Hasil yang data yang diperoleh untuk nilai Tegangan sebesar 4,26 Volt, untuk nilai Kuat Arus Listrik sebesar 1 A, suhu dingin didapat sebesar 12,3 °C, suhu panas diperoleh 70 °C, sehingga untuk perubahan suhu (ΔT) yang didapat dari hasil perhitungan yaitu 57,7 °C. Maka untuk nilai Daya Listrik yang didapat dari hasil perhitungan yaitu sebesar 4,26 Watt. Untuk nilai koefisien Seebeck didapat dari hasil perhitungan yaitu 0,07 V/°C.

Dari hasil data yang diperoleh sesuai dengan prinsip kerja dari Generator Thermoelektrik yaitu adanya perbedaan suhu (temperatur) menjadi sebuah besaran listrik. Proses konverter energi tersebut juga dilihat dari perpindahan panas yang diberikan yaitu dengan menggunakan konsep perpindahan panas secara konduksi. Perpindahan panas secara konduksi yaitu perpindahan panas melalui zat padat yang tidak ikut mengalami perpindahan. Pada pemahaman perpindahan panas secara konduksi tersebut dapat dianalisis pada prinsip kerja dari alat konverter energi, dimana energi api ditransfer pada heatsink bagian bawah, dan

heatsink bagian bawah menghantarkan panas yang diterima dari api ke Thermoelektrik, begitupun juga untuk energi dingin yang diberikan oleh Es Batu, dimana es batu mentransfer energi terhadap heatsink bagian atas, dan heatsink bagian atas menghantarkan energi tersebut pada Thermoelektrik. Thermoelektrik mengumpulkan kedua energi yang berbeda tersebut dan mengonversikan menjadi energi listrik dengan hidupnya cahaya lampu yang sudah dirangkai pada alat konverter energi tersebut. Perpindahan panas dan dingin yang diberikan oleh kedua heatsink tersebut merupakan perpindahan panas secara konveksi dimana kedua heatsink tersebut tidak ikut mengalami perpindahan, yang mengalami perpindahan hanya untuk energi panas dan energi dingin saja.

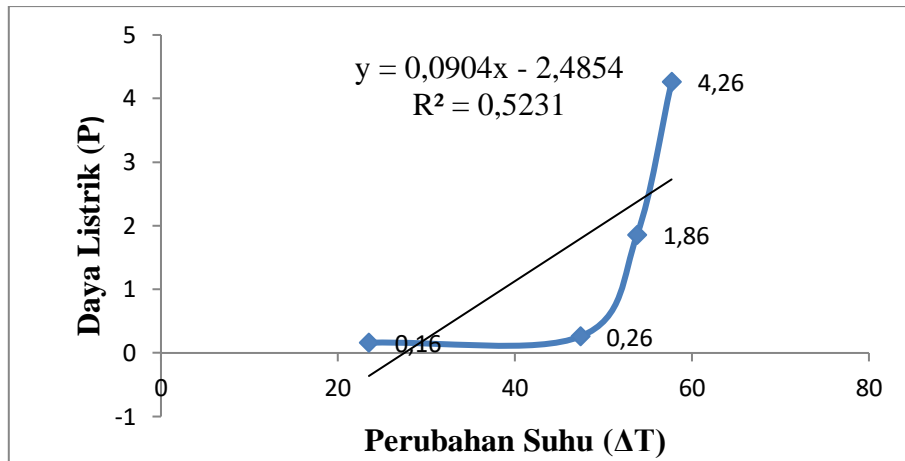
Fenomena perubahan energi panas api dan energi dingin es batu menjadi energi listrik merupakan fenomena energi terbarukan dimana energi panas api dan energi dingin es batu merupakan energi alternatif yang dari alam yang tidak pernah habis. Seperti yang kita ketahui bahwa energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari alam yang tidak pernah habis, dan untuk energi panas api dan energi dingin es batu dapat dikatakan sebagai energi terbarukan dikarenakan energi panas api masih mudah dijangkau dan dapat digunakan baik dalam ruangan maupun di luar ruangan. Perubahan energi tersebut dapat membantu masyarakat untuk mengatasi pemakaian listrik yang secara berlebihan.

Pembahasan yang di atas, dapat digambarkan pada grafik di bawah ini antara nilai perubahan suhu (ΔT) dengan nilai Tegangan (V) dan nilai perubahan suhu (ΔT) terhadap nilai Daya Listrik (P) :



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Perubahan Suhu (ΔT) Terhadap Nilai Tegangan (V)

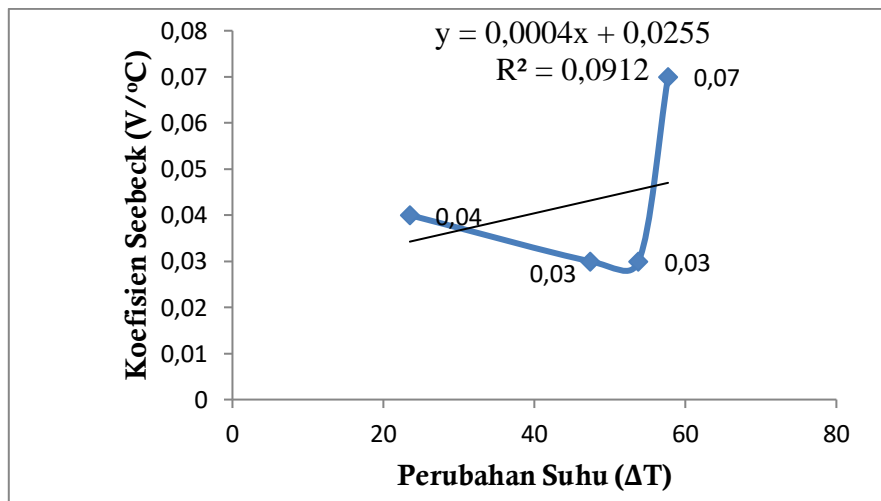
Pada Gambar 9 Untuk perbandingan perubahan suhu (ΔT) terhadap tegangan (V) dapat dilihat bahwa jika semakin besar perubahan suhu (ΔT) yang dihasilkan oleh konverter energi maka nilai tegangan (V) juga semakin besar dapat dilihat dari nilai regresi (y) = $0,0904x - 2,4854$ dan korelasinya (r) = $0,4868$ atau $0,49\%$, sehingga untuk perubahan suhu (ΔT) dengan tegangan (V) memiliki hubungan cukup dapat dilihat dari kriteria tingkat korelasi.



Gambar 10. Grafik Hubungan Antara Perubahan Suhu (ΔT) Terhadap Nilai Daya Listrik (P)

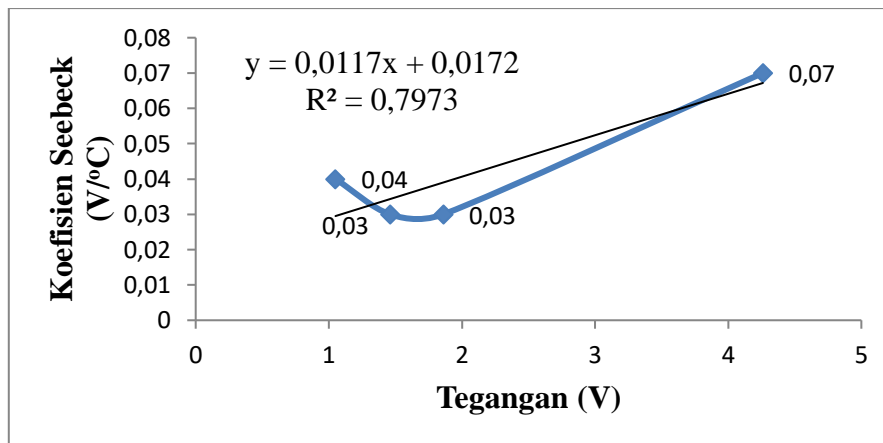
Untuk gambar grafik 10, Hubungan antara perubahan suhu (ΔT) terhadap nilai daya listrik (P) dapat dilihat bahwa jika perubahan suhu (ΔT) nya yang diberikan oleh konverter energi besar maka nilai daya listrik (P) yang dihasilkan akan besar. Untuk tingkat hubungannya dapat dilihat dari nilai regresi ($y = 0,0904x - 2,4854$) dan untuk nilai kolerasi ($r = 0,5231$) atau 0,52%, sehingga perubahan suhu (ΔT) terhadap nilai daya listrik (P) memiliki hubungan kuat, dilihat dari kriteria tingkat korelasi.

Grafik untuk perbandingan nilai koefisien seebeck terhadap nilai perubahan suhu (ΔT) dan tegangan (V) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 11. Grafik Hubungan Antara Perubahan Suhu (ΔT) Terhadap Nilai Koefisien Seebeck ($V/^{\circ}C$)

Pada gambar grafik 11 dapat dilihat bahwa untuk nilai Perubahan Suhu (ΔT) terhadap nilai koefisien seebeck ($V/^{\circ}C$) yaitu jika nilai perubahan suhu (ΔT) yang dihasilkan oleh konverter energi besar maka untuk nilai koefisien seebeck yang didapat dalam perhitungan juga akan semakin besar dan memiliki hubungan yang dapat dilihat dari nilai regresi ($y = 0,0004x + 0,0255$), untuk nilai korelasi ($r = 0,0912$), atau 0,09%, jika dilihat dari kriteria tingkat koefisien korelasi yaitu memiliki hubungan sangat lemah.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Antara Tegangan (V) Terhadap Nilai Koefisien Seebeck (V/°C)

Untuk gambar grafik 12 dapat dilihat nilai tegangan (V) terhadap nilai *koefisien seebeck* (V/°C) yaitu dapat dilihat bahwa jika semakin besar nilai tegangan (V) yang dihasilkan oleh konverter energi maka nilai *koefisien seebeck* nya juga semakin besar dan memiliki hubungan yang dilihat dari nilai regresi (y) yang didapat yaitu $0,0117x + 0,0172$, untuk nilai korelasi yang didapat (r) = 0,7973, atau 0,80% dan jika dilihat dari kriteria tingkat koefisien korelasinya memiliki hubungan sangat kuat.

Adanya perbedaan perlakuan yang dilakukan pada uji coba alat konverter energi menggunakan Thermoelektri sederhana yaitu dengan menggunakan perlakuan Es Batu dan tanpa Es Batu yaitu ketika melakukan uji coba alat dengan tanpa perlakuan Es Batu supaya peneliti mengetahui sampai batas mana kekuatan Tegangan yang diberikan oleh konverter energi Thermoelektrik, kemudian setelah melakukan perlakuan tanpa Es Batu, Peneliti menganalisis bahwa tegangan yang dihasilkan oleh konverter energi Thermoelektrik tersebut melemah, kemudian peneliti melakukan tambahan perlakuan dengan menggunakan Es Batu, dan hasilnya bahwa tegangan yang dihasilkan semakin meningkat. Sesuai dengan analisis jurnal yang dilakukan oleh peneliti bahwa *Peltier* Thermoelektrik yaitu sisi panas dan sisi dingin, dimana pada elemen tersebut terdapat aliran arus listrik sehingga muncul beda tegangan. Jika *Peltier* pada Thermoelektrik tersebut mengalami kelebihan antara salah satu suhu baik suhu panas maupun suhu dingin, maka akan mengakibatkan kerusakan pada Generator Thermoelektrik tersebut. Untuk penerapan sistem kerja dari Thermoelektrik ini yaitu dimana ketika kedua sisi mendapatkan suhu yang lebih dari 30° C maka untuk *Peltier* tersebut akan menghasilkan energi listrik (Masaji, dkk., 2019)

PENUTUP

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan didapat bahwa prinsip kerja dari Generator Thermoelektrik (TEG) yaitu ketika Thermoelektrik dirangkai dan diberi sumber energi yaitu sumber suhu panas dan sumber suhu dingin, jika ada perbedaan suhu antara kedua terminal pada Thermoelektrik ini maka akan menghasilkan tegangan dan arus listrik.

Konverter energi ini mendapatkan hasil data yang dilakukan empat kali percobaan dengan dua perlakuan yaitu menggunakan Es Batu dan tanpa Es Batu, yang dimana besar kecilnya perubahan suhu (ΔT) memiliki hubungan terhadap nilai Tegangan (V) dan nilai Daya Listrik (P) yaitu jika nilai perubahan suhu (ΔT) nya besar maka Tegangan (V) dan Daya Listrik (P) yang dihasilkan akan besar, sebaliknya jika nilai perubahan suhu (ΔT) nya kecil maka Tegangan (V) dan Daya Listrik (P) yang dihasilkan akan kecil. Dapat dilihat dari nilai korelasi

yang didapat. Untuk hubungan perubahan suhu (ΔT) dengan tegangan (V) memiliki hubungan yang cukup yang nilai korelasi (r)= 0,4868 atau 0,49%. Untuk hubungan perubahan suhu (ΔT) terhadap daya listrik (P) memiliki nilai korelasi 0,5231 atau 0,52%, yaitu memiliki hubungan sangat kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwinskyah, O. (2021). Analisis Sumber Energi Panas Dengan Memanfaatkan Arang Memanfaatkan Termoelektrik. *Angewandte Chemie International Edition*,
- Amin, B. D., Haris, A., & Swandi, A. (2019). Implementation of Physics Learning Based on Hypermedia To Enhance Student'S Problem Solving Skill. *International Journal of Teaching & Education*, VII(2), 1–11.
- Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016). Pemanfaatan Tenaga Surya Untuk Skala Rumah Tangga dengan Menghasilkan Energi Listrik. I(1), SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76.
- Félix-Herrán, L. C., dkk. (2022). Characterization System for Heat-Energy to Electric-Energy Conversion from Concrete by Means of a Thermoelectric Module. *Sensors*, 22(5).
- Haryanto, A. (2017). *Energi Terbarukan Front Page Upload repository 2021*.
- Jarman, J. T., Khalil, E. E., & Khalaf, E. (2013a). Analisis Energi Termoelektrik Terbarukan Sumber energi. 2013, 143–153.
- Jarman, J. T., Khalil, E. E., & Khalaf, E. (2013b). Energy Analyses of Thermoelectric Renewable Energy Sources. *Open Journal of Energy Efficiency*, 02(04), 143–153. <https://doi.org/10.4236/ojee.2013.24019>
- Lesti, M. E. (2017). Pengembangan Media Konverter Energi yang Menghasilkan Energi Listrik. I, 37–46.
- Masaji, M., Facta, M., & Winardi, B. (2019). Pemanfaatan Thermoelectric Energy Generator (Teg) Sebagai Sumber Energi Listrik Menggunakan Buck Converter Dengan Umpan Balik Tegangan Berbasis Ic TL494. *Transient*, 7(4), 1106.
- Nuraida, F., Taryana, E., & Winanti, N. (2017). Pemanfaatan Panas Pada Kompor Gas Sebagai Energi Alternatif. *Fatma Nuraida, Een Taryana, Naftalin Winanti: 23-29. Pemanfaatan Generaot Thermoelektrik Dengan Mengonversikan Panas nya Kompor Gas Sebagai Alternatif Sumber Energi Panas. 23–29.*
- Poerwadi, B., Pratama, D. E., Aprilia, V. A., & Agustina, D. (2017). Pemanfaatan Garam Cacl₂ Sebagai Heat Storage Untuk Sumber Untuk Sumber Energi Termal Pada Thermo Electric Converter. I(November).
- Prandika, B. (2021). Rancang Bangun Charger Baterai Menggunakan Thermoelektrik dengan Sistem Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik. 6(1), 1–8.
- Rusli, A., & Djabbar, R. (2020). Generator Thermoelektrik Sebagai Material Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik. *Jurnal LOGITECH*, 1–6.
- Sarwi, S., Baihaqi, M. A., & Ellianawati, E. (2021). Implementation of Project Based Learning Based on STEM Approach to Improve Students' Problems Solving Abilities. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(5).
- Yezhov, V., Yemelianov, S., Semicheva, N., Berezin, S., Burtsev, A., & Tolmachyova, V. (2015). Direct heat energy conversion into electrical energy: An experimental study. *Journal of Applied Engineering Science*, 13(4), 265–270.