



Analysis of Vehicle Engine Heat Utilization as a Source of Electrical Energy in Motorized Vehicles Using the Seeback Effect on a Thermoelectric Generator

Analisis Pemanfaatan Panas Mesin Kendaraan Menjadi Sumber Energi Listrik Pada Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan *Efek Seeback* Pada *Thermoelektrik* Generator

Syafrianto^{1*}, Remon Lapisa¹

Abstract

This study discusses the analysis of the heat utilization of vehicle engines into electrical energy using the seeback effect on the thermoelectric generator. This type of research is a level 3 development research with several stages, namely: potential and problems, product design, system validation, design revision, product manufacturing, testing product trials, product revisions, usage trials, product revisions. Based on the research conducted, several things can be concluded, namely. First, the use of the level 3 development research method can be applied in research on analyzing the use of vehicle engine heat into electrical energy using the seeback effect on the thermoelectric generator. Second, when testing the thermoelectric generator, it is carried out 2 times, so that the electrical energy is obtained from a temperature difference of 70.1 °C of 2.98 volts.

Keywords

Thermoelectric Generator, Vehicle Heat, Electrical Energy.

Abstrak

Penelitian ini membahas mengenai analisis pemanfaatan panas mesin kendaraan menjadi energi listrik dengan menggunakan *efek seeback* pada *thermoelektrik generator*. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan level 3 dengan beberapa tahap, yakni: potensi dan masalah, desain produk, validasi sistem, revisi desain, pembuatan produk, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian, revisi produk. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu. *Pertama* penggunaan metode penelitian pengembangan level 3 dapat diterapkan dalam penelitian analisis pemanfaatan panas mesin kendaraan menjadi energi listrik dengan menggunakan *efek seeback* pada *thermoelektrik generator*. *Kedua* pada saat melakukan pengujian terhadap *thermoelektrik generator* dilakukan sebanyak 2 kali, sehingga didapatkanlah energi listrik yang dihasilkan dari perbedaan temperatur 70.1 °C sebesar 2,98 Volt.

Kata Kunci

Thermoelektrik Generator, Panas Kendaraan, Energi Listrik

*¹Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 Indonesia*

**syafrianto9770@gmail.com*

Submitted : November 18, 2020. Accepted : March 01, 2021. Published : March 26, 2021 – in press.



PENDAHULUAN

Alat transportasi yang digunakan di Indonesia saat ini beragam jenis nya, mulai dari transportasi darat, transportasi laut dan transportasi udara. Alat transportasi yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia pada umum nya adalah transportasi darat

Pada kendaraan bermotor yang menggunakan prinsip motor bakar terutama pembakaran dalam, disamping akan menghasilkan tenaga, motor bakar juga akan menghasilkan energi terbuang, berupa energi panas, energi gesek dan energi lainnya. Kendaraan bermotor merupakan teknologi alat transportasi yang menghasilkan polusi udara yang cukup tinggi yaitu sekitar 70% [1].

Energi keseluruhan yang di hasilkan motor bakar mesin empat langkah sekitar 25% digunakan sebagai tenaga penggerak, 35% hilang terbawa gas buang dan 40% hilang akibat gesekan-gesekan.

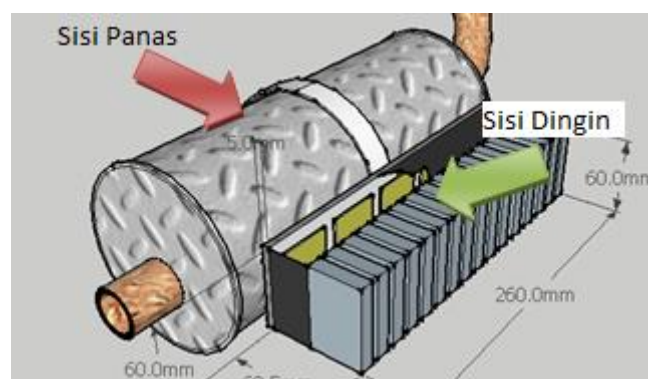
Energi terbuang tersebut seharusnya dapat dimanfaatkan kembali menjadi sesuatu yang berguna. Energi panas merupakan energi yang paling bagus dimanfaatkan dibandingkan energi lain. Dengan memanfaatkan prinsip *seeback* pada *thermoelektrik* generator, energi panas yang terbuang dapat dirubah menjadi energi listrik yang kemudian dapat di manfaatkan untuk memenuhi kebutuhan kelistrikan pada kendaraan bermotor [2].

Energi Panas

Energi panas atau kalor merupakan energi yang berpindah akibat perbedaan suhu. Panas bergerak dari daerah bersuhu tinggi ke daerah suhu rendah. Sifat umum dari energi panas adalah tidak dapat dilihat dan di dengar namun perubahan energi ini dapat di rasakan. Sifat khusus energi panas merupakan energi yang dapat berpindah dari tempat yang bersuhu yang lebih tinggi ke tempat yang bersuhu lebih rendah dengan tiga cara yaitu konveksi, konduksi dan radiasi [3]

Sistem Pendinginan

Untuk penelitian ini agar terciptanya perbedaan temperatur pada tiap sisi *thermoelektrik*, maka modul *thermoelektrik* dipasangkan *heatsink* pada sisi dingin *thermoelektrik* generator dan juga diberi cairan pendingin yaitu air agar sisi dingin pada *thermoelektrik* generator maksimal.



Gambar 1. Gambar Sistem Pendinginan

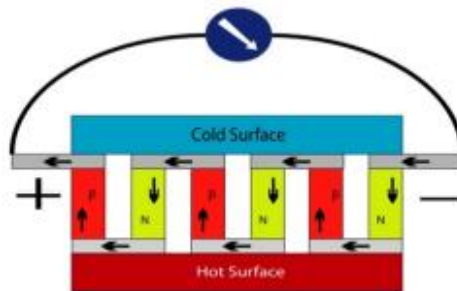
Media air sebagai fluida cair dipilih sebagai sisi dingin di karna air mampu memberi temperatur yang cukup rendah pada *thermoelektrik* generator namun air juga memiliki konduktifitas termal yang cukup rendah. Air memiliki konduktifitas termal sebesar $0,556 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ dan untuk kecepatan kalor mengalir pada media air adalah $0,327 \text{ Btu/h. ft. } ^\circ\text{F}$ [4].

Thermoelektrik Generator

Thermoelektrik Generator adalah sebuah alat yang dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik dengan memanfaatkan konduktivitas atau daya hantar panas dari sebuah

lempeng logam. *Thermoelktrik* merupakan konversi langsung dari perbedaan temperatur yaitu panas dan dingin menjadi energi listrik [5]

Prinsip kerja *thermoelektrik* generator yang terlihat pada gambar no1. Material penyusun *thermoelektrik* memiliki peran masing – masing untuk mengalirkan energi panas sehingga dapat menimbulkan beda potensial. Disimpulkan bahwa panas atau kalor pada salah satu sisi di alirkan dan di buang kesisi lainnya, sehingga terjadi aliran arus, ketika terjadi arus maka terciptalah beda potensial yang memunculkan nilai tegangan listrik [6].



Gambar 2. Prinsip Kerja Thermoelektrik (Puspita dkk, 2017:2)

Efek Seeback

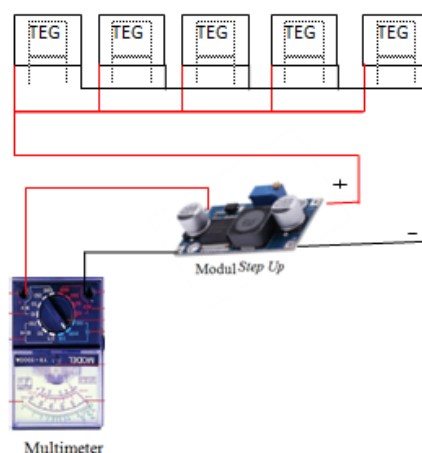
Efek *seeback* berbunyi perbedaan suhu di antra dua titik pada bahan konduktor atau semikonduktor akan menghasilkan bada potensial diantara kedua titik tersebut. Beda potensial efek *seeback* hanya dapat diukur saat bahan yang di gunakan adalah bahan konduktor atau semikonduktor yang berbeda [7].

Material Semikonduktor

Thermoelektrik sangat tergantung pada material semikonduktor karna material ini mampu mengubah dari perbedaan suhu panas dan dingin menjadi energi listrik. Bahan semikonduktor yang ada pada *thermoelektrik* generator terbuat dari bahan semikonduktor tipe P dan N biasa juga di sebut dengan sambungan *thermoelektrik* [8].

Modul Step Up XL6009E1

Hal yang sama juga dikemukakan bahwa modul *step up* xl 6009 e1 mampu menghasilkan output keluaran yang besar dengan input kecil yang masuk serta mampu menstabilkan tegangan yang di keluarkan [9]. Adapun pemasangannya seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemasangan Modul Step-Up

Elemen Peltier

Elemen *peltier* merupakan bagian terpenting dari generator termoelektrik. Kedua sisi yang terbuat dari keramik memiliki fungsi sebagai sisi panas dan sisi dingin yang kemudian menghasilkan arus positif dan negative [10]

Pengaruh Perbedaan Suhu pada Energi yang Dihasilkan

Pengaruh perbedaan suhu pada modul *thermoelektrik* generator disebut juga dengan koefisien *seebeck* hal ini yang mampu memberikan keluaran positif atau negatif pada modul *thermoelektrik* generator apabila di beri perbedaan suhu pada sisi panas dan dingin [11].

METODA

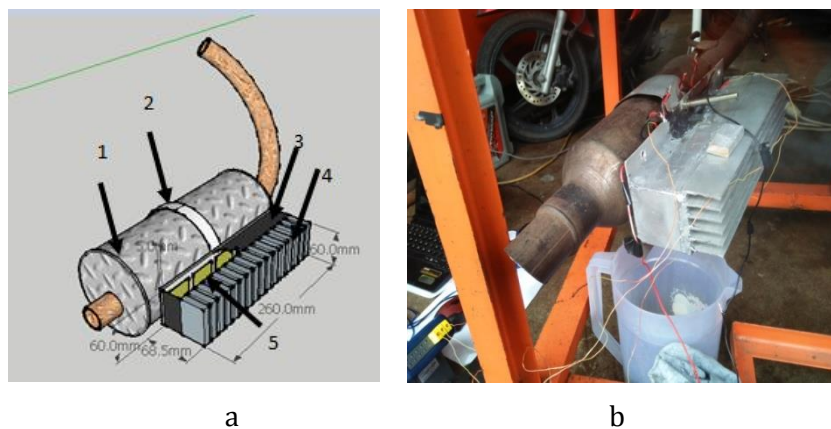
Jenis metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan (research and development), penelitian dan pengembangan merupakan proses atau metode yang digunakan untuk memvalidasi dan mengembangkan produk [12]. Definisi yang sama juga dikemukakan penelitian pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifannya [13]. Ada beberapa instrument yang dipakai pada penelitian ini yaitu :

1. *Thermoelektrik* tipe SP 184827145 SA dengan ukuran panjang 40mm dan lebar 40mm
2. Modul *Step-Up XL 6009 E1*
3. *Engine Stand* Toyota Avanza
4. Kamera perekam data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Desain dan realisasi alat dapat dilihat pada gambar 4. Tabel 1 menjelaskan detail bagian dari alat yang digunakan untuk pengambilan data.



Gambar 4. Desain alat (a) dan Realisasi alat (b)

Tabel 1. Keterangan Design Alat

No	Keterangan
1	Knalpot
2	Dudukan yang menempel di knalpot mobil
3	Tempat penyimpanan air
4	Heatsink
5	Thermoelektrik

Berdasarkan hasil percobaan dan pengambilan data pada alat konversi energi panas dengan memanfaatkan panas dari knalpot *engine stand* Toyota Avanza diperoleh data pada tabel 2

Tabel 2. Percobaan dengan variasi rpm 1300 tanpa step-up rangkaian seri:

Waktu (menit)	Suhu °C			V (Volt)	I (Arus)	P (Watt)
	Tc	Th	ΔT			
2.30 detik	32.3	39	6.7	0.6	0	0
4.60 detik	33.6	46	12.4	0.6	0	0
7.30 detik	36.5	50.3	13.8	0.6	0	0
9.60 detik	38.1	55	16.9	0.6	0	0
12.30 detik	38.3	58.7	20.4	0.6	0	0
14.60 detik	38.3	62	23.7	0.6	0	0
17.30 detik	38.4	63	24.6	0.6	0	0
19.60 detik	38.4	63.2	24.8	0.6	0	0
22.30 detik	38.4	63.5	25.1	0.8	0	0
24.60 detik	38.4	63.8	25.4	0.8	0	0
27.30 detik	38.4	63.7	25.3	0.8	0	0
29.30 detik	38.4	64.3	25.9	0.82	0	0
32.60 detik	38.4	64.5	26.1	0.82	0	0
34.30 detik	38.6	64.7	26.1	0.83	0	0
37.60 detik	38.7	65.2	26.5	0.83	0	0
39.30 detik	38.7	66.3	27.6	0.84	0	0
42.60 detik	38.7	66.6	27.9	0.84	0	0
44.60 detik	38.8	66.7	27.9	0.84	0	0
47.30 detik	38.8	66.8	28	0.86	0	0
49.60 detik	38.8	67	28.2	0.86	0	0
52.30 detik	39	67.7	28.7	0.85	0	0
54.60 detik	39.1	68	28.9	0.89	0	0
57.30 detik	39.2	68.3	29.1	0.94	0	0
59.60 detik	39.3	68.7	29.4	0.94	0	0

Tabel 3. Percobaan dengan variasi rpm 2000 tanpa step-up dengan rangkaian seri

Waktu (menit)	Suhu °C			V (Volt)	I (Arus)	P (Watt)
	Tc	Th	ΔT			
2.30 detik	31.7	45	13.3	0.8	0	0
4.60 detik	41.3	89.3	48	2.9	0.13	0,377
7.30 detik	44.4	106.4	62	2.91	0.13	0.3783
9.60 detik	48.7	106.7	58	2.91	0.13	0.3783
12.30 detik	50.9	108.4	57.5	2.91	0.13	0.3783
14.60 detik	54.1	115.2	61.1	2.91	0.13	0.3783
17.30 detik	56.8	121.8	65	2.91	0.13	0.3783
19.60 detik	58.1	123.8	65.7	2.91	0.13	0.3783
22.30 detik	58.7	127.1	68.4	2.91	0.13	0.3783
24.60 detik	59.3	127.9	68.6	2.91	0.13	0.3783
27.30 detik	62.3	130	67.7	2.91	0.13	0.3783
29.30 detik	62.8	131.2	68.4	2.91	0.13	0.3783
32.60 detik	62.7	131.9	69.2	2.92	0.13	0.3796
34.30 detik	64.4	132	67.6	2.94	0.13	0.3822

Waktu	Suhu °C			V	I	P
37.60 detik	67	132.8	65.8	2.94	0.13	0.3822
39.30 detik	62.8	132.9	70.1	2.98	0.13	0.3874
42.60 detik	64.4	129.1	64.7	2.96	0.13	0.3848
44.60 detik	64.7	133	68.3	2.96	0.13	0.3848
47.30 detik	65.2	133.5	68.3	2.96	0.13	0.3848
49.60 detik	67.7	134.1	66.4	2.96	0.13	0.3848
52.30 detik	68.7	134.3	65.6	2.96	0.13	0.3848
54.60 detik	69.3	134.6	65.3	2.96	0.13	0.3848
57.30 detik	70	134.9	64.9	2.96	0.13	0.3848
59.60 detik	70.1	135.1	65	2.96	0.13	0.3848

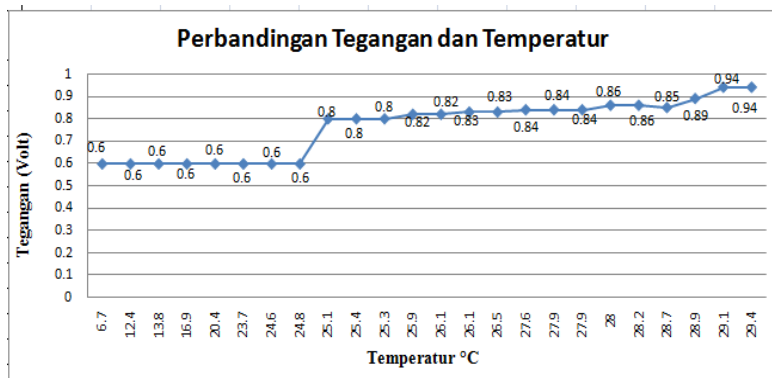
Tabel 4. Percobaan dengan variasi 2000 rpm dengan step-up

Waktu (menit)	Suhu °C			V (Volt)	I (Arus)	P (Watt)
	Tc	Th	ΔT			
2.30 detik	31.7	45	13.3	0.8	0	0
4.60 detik	41.3	89.3	48	21.24	2.87	60.9588
7.30 detik	44.4	106.4	62	34.35	2.88	98.928
9.60 detik	48.7	106.7	58	34.75	2.90	100.775
12.30 detik	50.9	108.4	57.5	34.96	2.94	102.7824
14.60 detik	54.1	115.2	61.1	35.41	2.95	104.4595
17.30 detik	56.8	121.8	65	35.60	2.99	106.444
19.60 detik	58.1	123.8	24.8	35.84	3	107.52
22.30 detik	58.7	127.1	25.1	36.06	3	108.18
24.60 detik	59.3	127.9	68.6	36.40	3.04	110.656
27.30 detik	62.3	130	67.7	36.70	3.08	113.036
29.30 detik	62.8	131.2	68.4	37.89	3.16	119.7324
32.60 detik	62.7	131.9	69.2	38.51	3.18	122.4618
34.30 detik	64.4	132	67.6	39.22	3.20	125.504
37.60 detik	67	132.8	65.8	39.60	3.25	128.7
39.30 detik	62.8	132.9	70.1	39.80	3.25	129.35
42.60 detik	64.4	129.1	64.7	40.01	3.26	130.4326
44.60 detik	64.7	133	68.3	40.04	3.28	131.3312
47.30 detik	65.2	133.5	68.3	40.05	3.28	131.364
49.60 detik	67.7	134.1	66.4	40.09	3.29	131.8961
52.30 detik	68.7	134.3	65.6	40.19	3.29	132.2251
54.60 detik	69.3	134.6	65.3	40.50	3.31	134.055
57.30 detik	70	134.9	64.9	41	3.38	138.58
59.60 detik	70.1	135.1	65	41.09	3.48	142.9932

Pembahasan

Pengujian alat ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, setiap pengujian di berikan perlakuan berbeda dengan memberikan variasi rpm agar mendapatkan perberdaan temperatur yang tinggi yang mana tujuanya agar bisa mendapatkan hasil yang maksimal.

1. Data hasil percobaan dengan rpm 1300 dengan rangkaian seri



Gambar 5. Perbandingan suhu dan Tegangan

Untuk mengetahui daya yang di hasilkan adalah dengan menggunakan rumus:

$$P = V \times I$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (A)

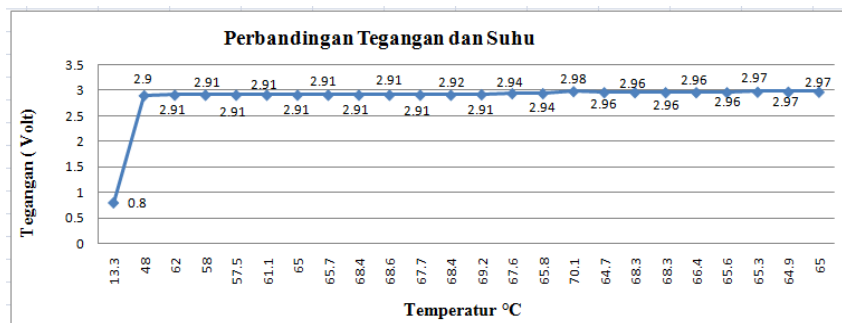
Maka, daya yang dihasilkan adalah

$$P = V \times I$$

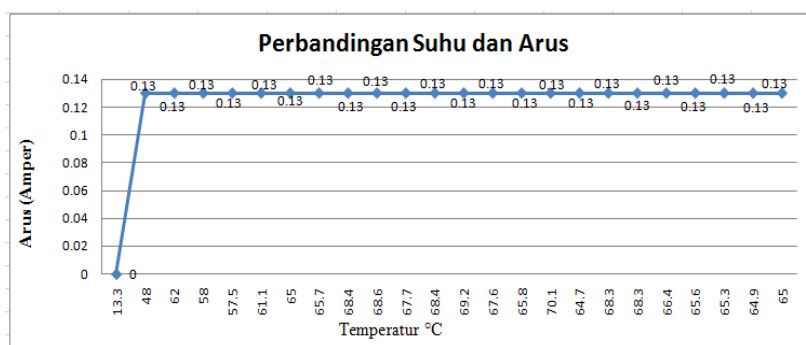
$$P = 0,9 \times 0$$

$$P = 0 \text{ Watt}$$

2. Data hasil percobaan 2000 rpm rangkaian seri tanpa step-up



Gambar 6. Grafik Perbandingan Temperatur dan Tegangan



Gambar 7. Grafik Perbandingan Suhu dan Arus

Untuk menghitung daya keluaran yang di hasilkan dengan menggunakan rumus:

$$P = V \times I$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

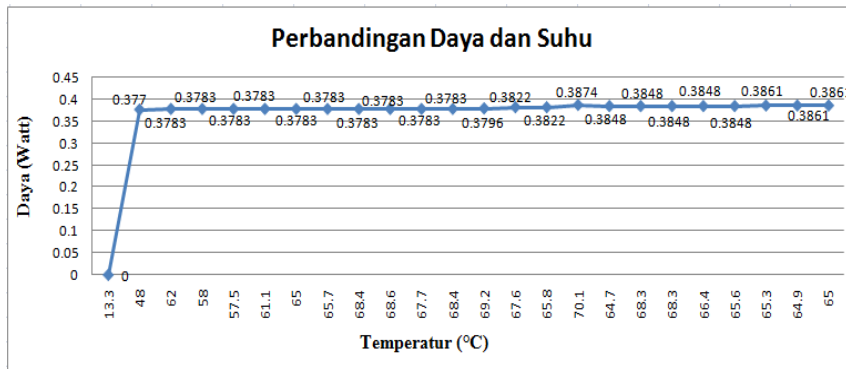
I = Arus (A)

Maka, daya yang dihasilkan adalah

$$P = V \times I$$

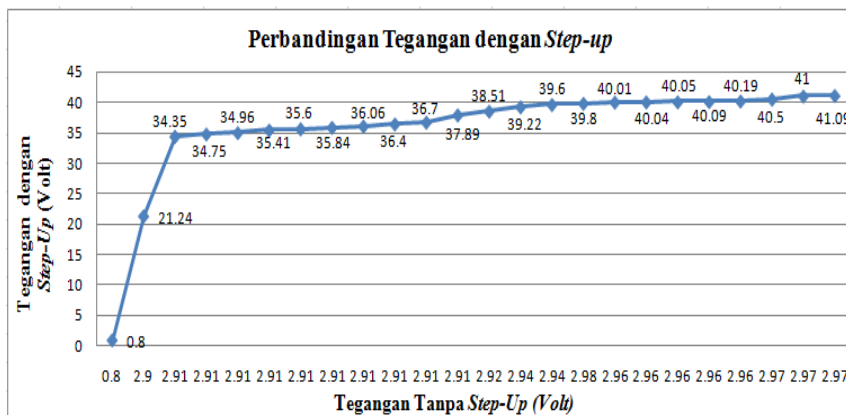
$$P = 2,98 \times 0,13$$

$$P = 0,38 \text{ Watt}$$

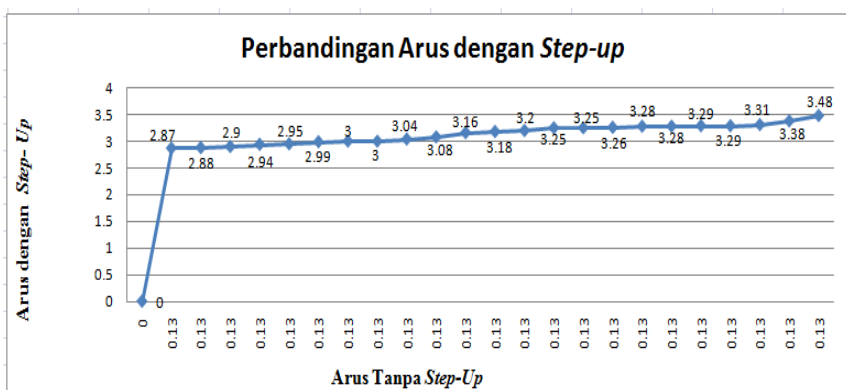


Gambar 8. Perbandingan Suhu dan Daya

3. Data hasil percobaan 2000 rpm rangkaian seri dengan step-up



Gambar 9. Grafik Perbandingan Tegangan dengan Step-Up



Gambar 10. Perbandingan Arus dengan Step-Up

Untuk mengetahui daya yang di dihasilkan adalah dengan menggunakan rumus:

$$P = V \times I$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

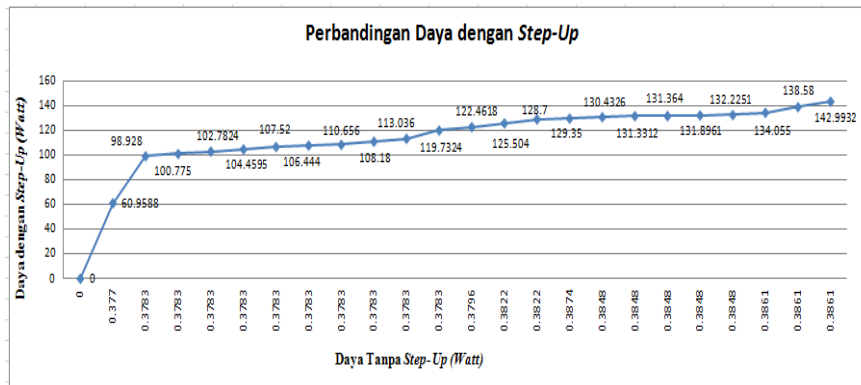
I = Arus (A)

Maka, daya yang dihasilkan adalah

$$P = V \times I$$

$$P = 41,9 \times 3,48$$

$$P = 142,9 \text{ Wat}$$



Gambar 11. Perbandingan Daya dengan Step-Up

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di lakukan, maka dapat di simpulkan bahwa *thermoelektrik* generator tipe SP 184827145 SA mampu menghasilkan tengangan listrik yang tertinggi sebesar 2,98 Volt, menghasilkan arus listrik sebesar 0,13 A dan daya listrik sebesar 0,38 Watt dengan beda temperatur 70.1 °C. Sedangkan pada beda temperatur 6,7 °C tegangan listrik yang di dihasilkan sebesar 0,6 V, arus 0 dan daya listrik yang di hasikan juga 0. Arus listrik mampu di dihasilkan 0,13 Amper setelah perbedaan temperatur sebesar 48 °C.

Dari percobaan yang di lakukan dapat di ketahui bahwa perbedaan antara sisi panas dan sisi dingin sangat mempengaruhi energi listrik yang di hasikan oleh *thermoelektrik* generator semakin jauh beda temperatur antara sisi dingin dan sisi panas, maka energi yang di dihasilkan juga meningkat. Hal ini di buktikan dengan percobaan yang di lakukan dengan beda temperatur hanya sebesar 6,7 °C tegangan listrik yang di dihasilkan kecil yaitu 0,6 V serta arus yang di dihasilkan 0 Amper dan apabila beda temperatur mencapai 70,1 °C maka tegangan meningkat menjadi 2,98 Volt serta arus yang di dihasilkan 0,13 Amper.

Modul *step-up* yang di fungsikan sebagai peningkat tegangan mampu menaikkan tegangan yang di dihasilkan modul *thermoelektrik* dengan input 2,98 Volt bisa mencapai tegangan maksimal yang di dihasilkan dari keluaran modul *step-up* adalah sebesar 41.9 Volt. Empat, Dengan menggunakan air dan *heatsink* mampu menjaga temperatur sisi dingin dengan percobaan selama 1 jam temperatur sisi dingin berkisaran 70.1 °C dan sisi panas 135.1 °C

DAFTAR RUJUKAN

- [1]Amin, Bahrul & Ismet, Faisal. 2016. *Teknologi Motor Bensin*. Jakarta: Kencana.
- [2]Daryanto. 2008. "Motor Bakar Untuk Mobil ; Buku Acuan Untuk Siswa SMK". Jakarta. Rineka Cipta.

-
- [3]Baharudin. 2015. "Konversi Energi Panas Penggerak Kapal Berbasis Thermoelektrik". Jurnal riset dan Teknologi Kelautan. (Nomor 1 tahun 2015). Hlm. 4--5.
- [4]Holman, J.P. 1991. Perpindahan Kalor Edisi Keenam. Jakarta. Erlangga.
- [5]Baharudin. 2015. "Konversi Energi Panas Penggerak Kapal Berbasis Thermoelektrik". Jurnal riset dan Teknologi Kelautan. (Nomor 1 tahun 2015). Hlm. 4--5.
- [6]Puspita, Candra S dkk. 2017. "Generator Thermoelektrik Untuk Pengisian Aki". Jurnal Fisika dan Aplikasinya. ISBN (Volume 13 Nomor 2). Hlm. 2
- [7]Muhammad, Riyandi. 2018. Analisis Incinerator sebagai Pembangkit Listrik. Jurnal e Proceeding of Engginering. ISSN. (Volume 5 Nomor 2). Hlm. 2
- [8]Ali, dkk 2016 Analisis Penerapan Auto Buck/Boost pada Generator Thermoelektrik Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif. ISSN. Universitas Jember. Hlm.110
- [9]Raban, raksa, dkk. 2015. Desain Dan Implementasi Charger Baterai Portable Menggunakan Modul Ic Xl6009e1 Sebagai Boost Converter Dengan Memanfaatkan Tenaga Surya.ISSN. Universitas Telkom.Bandung. Hlm. 3
- [10]Khoiriyah, dkk. 2018. Rancang Bangun dan Karakteristik Generator Thermoelektrik dengan Menggunakan Energi Panas Sinar Matahari.SINAFI. ISBN. Hlm. 318
- [11]Khalid, Muammar, dkk. 2016. Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik.ISSN. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.Hlm.4
- [12]Sugiyono 2016.Metode Penelitian dan Pengembangan.ALFABETA. Bandung
- [13]Sigit, 2013.Metode Penelitian dan Pengembangan.UIN Sunan Kalijaga.Yogyakarta. Hlm.20