



Mengubah Panas Kompor Yang Terbuang Menjadi Energi Listrik Alternatif Dengan Variasi Tebal Penutup Dan Jarak Termoelektrik Generator (TEG)

Moch. Imam Gozzali, MOH. Wildan Mauladani H. , Ir. Ninik Martini., M.T.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

[1moch.imam1146@gmail.com](mailto:moch.imam1146@gmail.com)

[2wildanmauladani7@gmail.com](mailto:wildanmauladani7@gmail.com)

ABSTRAK

Energy is increasingly depleting, therefore many studies have found new and renewable energy sources. One alternative potential new energy source is alternative electrical energy with a Thermoelectric Generator (TEG) media with wasted energy from the heat of the stove. We did research by making a tool that was used to utilize stove heat with a Thermoelectric generator media with a lid arrangement. Among other things, using aluminum as a heat conducting medium, this research is aimed at getting the amount of power generated by the Thermoelectric Generator (TEG) which is installed on the stove with variations in the thickness of the stove cover and the distance of the thermoelectric generator as well as analyzing the output produced by the Thermoelectric Generator (TEG) to take advantage of the heat generated. wasted by the stove into an environmentally friendly alternative source of electrical energy.

And for the output of the largest Voltage and Current and is at the thickness of the aluminum cover 2 mm and the thermoelectric distance with the aluminum cover attached (0mm) with the output obtained of 7.71 Volts and 0.21 Ampere after that it is connected to the step transformer. up so that it can be used to turn on the lamp load and the results of the highest Q Total (Heat Transfer Rate) show that the aluminum plate is 1 mm thick with a thermoelectric distance of 5 mm from the aluminum cover plate.

Keywords : thermoelectric generator (TEG), heat transfer, aluminium , stove, externally produced

INTISARI

Energi semakin lama semakin menipis maka dari itu banyak penelitian yang mencari sumber energi baru yang terbarukan. Salah satu alternatif sumber energi baru yang potensial adalah energi listrik alternatif dengan media Termoelektrik Generator (TEG) dengan energi yang terbuang sia – sia dari panas kompor kami melakukan penelitian dengan cara membuat alat yang di gunakan untuk pemanfaatan panas kompor dengan media Thermoelektrik generator dengan susunan penutup antaralain menggunakan bahan aluminium untuk media penghantar panasnya penelitian ini di tujukan untuk mendapatkan besaran daya yang dihasilkan Thermoelektrik Generator (TEG) yang dipasang pada kompor dengan variasi tebal penutup kompor dan jarak thermoelektrik generator serta menganalisa luaran yang dihasilkan Thermoelektrik Generator (TEG) untuk memanfaatkan panas yang terbuang oleh kompor menjadi sumber energi listrik alternatif ramah lingkungan.

Dan untuk hasil keluaran Tegangan dan Arus yang paling besar dan adalah pada tebal penutup aluminium 2 mm dan jarak thermoelektrik dengan penutup aluminium jarak 0 mm dengan luaran yang di dapatkan sebesar 7,71 Volt dan 0,21 Ampere setelah itu di sambungkan ke travo step up agar bisa di gunakan untuk menyalakan beban lampu dan hasil dari Q Total (Laju Perpindahan Panas) paling tinggi menunjukkan pada plat aluminium tebal 1 mm dengan jarak thermoelektrik 5 mm dari plat penutup aluminium.

Kata kunci : thermoelektrik generator (TEG), aluminium, perpindahan panas, kompor, luaran yang di hasilkan

PENDAHULUAN

kendala yang jadi pantauan di negara kita indonesia sekarang ini adalah tidak seimbang nya pemakaian listrik konsumen daripada pembangkit listrik di indonesia dalam memproduksi listrik. dapat diketahui bahan bakar pembuatan atau produksi sumber energi listrik berasal dari bahan bakar terutama fosil contohnya minyak dan batu bara. Untuk dapat menanggulangi maka dilakukan dengan mencari sumber energi listrik yang terbarukan

Pemanasan global yang saat ini sedang terjadi dan akan masuk tahap yang akut dapat juga merupakan dampak penggunaan energi minyak bumi, kita semua di haruskan untuk mencari, meneliti dan mengembangkan sumber energi baru. Dan salah satu energi alternatif yang dapat di kembangkan adalah energi yang terbarukan

seperti apa yang dapat di manfaatkan di keseharian kita dan itu bisa di pakai terus menerus.

Dengan media Termoelektrik Generator (TEG) kami mencari alternatif energi yang terbuang sia – sia dari panas kompor, di Indonesia banyak orang yang menggunakan kompor untuk kebutuhan sehari – hari terutama para pedagang kaki lima, rumah makan, warung kopi dan ibu – ibu rumah tangga. Oleh karena itu kami membuat penelitian ini agar panas kompor ini dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif.

Hampir semua masyarakat indonesia menggunakan kompor elpigi dibandingkan tungku atau kompor konvensional, banyak pedagang kaki lima yang menggunakan gas LPG untuk memasak dagangannya. Melihat kondisi ini, ada potensi yang bisa dilakukan dengan banyaknya penggunaan komporGas

LPG, dengan ini kami memiliki ide untuk membuat energi listrik alternatif dengan menggunakan panas kompor melalui termoelektrik generator dan menganalisa tegangan dan arus yang di hasilkan

Termoelektrik

Termoelektrik generator merupakan alat atau kompoen yang merubah energi kalor menjadi energi listrik secara langsung di kedua sisi nya yang berupa lempengan logam di sisi panas dan sisi dingin nya.

Dua bagian tersebut terdiri dari bagain suhu panas dan bagian suhu dingin jika kedua bagian tersebut mendapat suhu yang maksimal di bagian panas dan bagian dingin nya maka energi listrik yang di dapatkan akan semakin besar yaitu tegangan dan arus

Kapasitor

Kapasitor merupakan suatu komponen yang di gunakan dalam elektronika sebagai komponen penyimpan tegangan yang bersifat sementara

Kapasior terdapat dua kutub positif dan negatif yang di gunakan untuk menginput aliran listrik dari sumber nya dengan cara memasukkan kutup positif dan negatif pada sumber ke bagian kutub pada kapasitor. Kapasitor juga dapat digunakan sebagai penstabil tegangan, jika input tegangan yang dimasukkan kedalam kapasitor tidak stabil, maka output yang dikeluarkan akan lebih stabil karena akan mengeluarkan tegangan yang tadinya disimpan dalam kapasitor.

Heatsink

Heatsiink adalah suatu komponen yang berfungsi sebagai perantara pendingin untuk komponen tertentu atau juga dapat pengendali panas yang dapat menyerap panas kemudian di pindahkan ke media fluida sekitar, dapat berupa fluida udara ataupun cairan

Dalam penelitian ini heatsink di pergunakan untuk mendinginkan bagian dingin termoelektrik yang lama kelamaan akan terkena panas dari bagian panas termoelektrik, dalam proses pendinginan heatsink juga dibantu/ditambahkan kipas agar pendinginan lebih maksimal.

Aluminium

Aluminium merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Aluminum mudah di bentuk dapat di buat seperti lembaran, kawat, batanagan dan juga biasanya di pakai untuk bahan pembuatan alat transportasi.

Dalam penelitian ini kita memakai aluminium karena memiliki sifat mekanik yang bagus dan penghantar panas yang baik selain itu aluminium juga merupakan material yang tahan terhadap korosi

Kipas

Kipas digunakan untuk alat bantu pendinginan pada komponen yang menghasilkan panas. Panas pada komponen tersebut dibuang dengan kipas melalui udara sehingga panas pada komponen tersebut berkurang dan memiliki suhu yang stabil. Biasanya kipas dikombinasikan dengan heatsink agar pendinginan lebih maksimal.

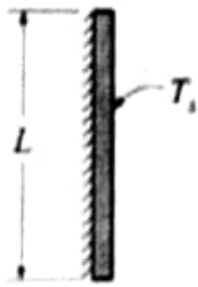
Pasta Termal

Pasta termal digunakan untuk merpersempit celah antar permukaan pada benda agar udara yang terdapat antara permukaan satu dengan permukaan lainnya semakin sedikit, sehingga perpindahan panas mudah tersalurkan.

Perpindahan Panas

Perpindahan panas konduksi merupakan proses perpindahan yang terjadi

pada benda padat. Laju perpindahan panas dapat di ketahui dengan rumus :



Gambar 1. Konduksi

$$q = k \cdot A \frac{(T_{s1} - T_2)}{L}$$

dimana:

- q = laju perpindahan panas (W)
- k = konduktivitas termal bahan (W/m. °C)
- A = luas penampang bahan (m²)
- Ts1 = Suhu plat bahan bagian dalam (°C)
- T2 = Suhu plat bahan bagian luar (°C)
- L = Tinggi plat bahan (m)

Perpindahan panas secara konveksi alami adalah perpindahan kalor oleh arah gerak suatu zat, dimana perpindahan kalornya melalui perantara udara. Kemungkinan dalam perpindahan panas konveksi alami terdapat keadaan dimana suhu tidak seimbang diantara bahan dan sekelilingnya. Rumus perpindahan panas konveksi alami menggunakan persamaan sebagai berikut :

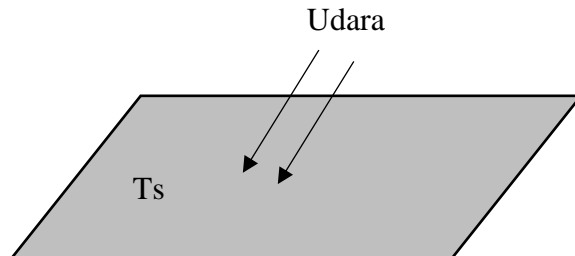
$$q = h \cdot A (T_{benda} - T_{\infty})$$

Dimana :

- q = laju perpindahan panas (W)
- h = Koefisien perpindahan panas W/(m² °C)
- A = luas penampang (m²)
- Ts = Suhu plat bahan bagian dalam (°C)

Konveksi paksa adalah perpindahan panas secara konveksi yang di paksakan atau gerakan fluida yang berasal dari benda eksternal seperti adanya penambahan benda yang menunjang nya contoh : kipas eksternal

, pompa , dan air pendingin yang di gunakan pendinginan suatu benda tertentu untuk menunjang kerja suatu komponen atau rangkaian dalam penelitian ini



Gambar 2. Konveksi Paksa

$$q = h \cdot A (T_{benda} - T_{\infty})$$

Dimana :

- q = laju perpindahan panas (W)
- h = Koefisien perpindahan panas (W/m² °C)
- A = luas penampang (m²)
- Ts = Suhu plat bahan bagian dalam (°C)

Step Up DC



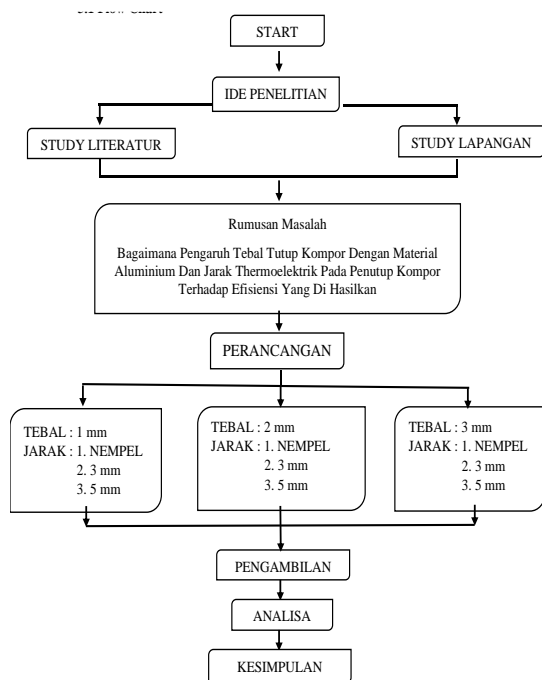
Gambar 3. Step Up DC

Step Up adalah alat untuk memperbesar tegangan DC ke DC . Alat ini memiliki tegangan input 3-32 volt dan tegangan output 5-35 volt dengan arus input maksimal 4 ampere. Step Up DC juga dapat diatur tegangan output yang ingin digunakan sampai batas maksimal tegangan outputnya.

Perancangan Alat

Perancangan alat ini terdapat 4 rangkaian termoelektrik generator di mana setiap rangkaian memiliki 2 buah termoelektrik yang di susun secara seri. Pada rangkaian termoelektrik generator tersebut terdiri dari 4 komponen yaitu termoelektrik, heatsink, fan(kipas), thermal paste yang di rangkai sedemikian rupa agar alat termoelektrik generator dapat mengkonversikan energi panas menjadi listrik secara maksimal yaitu pada bagian panas menyerap panas yang di hasilkan nyala api kompor dan bagian dingin di dinginkan oleh heatsink yang dibantu oleh kipas, setelah itu energi listrik yang di hasilkan termoelektrik di simpan pada komponen yang di sebut kapasitor, setelahnya disalurkan ke beban lampu LED.

Flow Chart



PROSEDUR EKSPERIMEN

Tempat Pengujian

Tempat pengujian ini dilakukan di rumah dan bertempat di bagian dapur, pada penelitian ini di lakukan untuk mengetahui suhu dan luaran pada alat yang di rancang dengan menggunakan penutup aluminium

Data Alat Termoelektrik Generator

- Rangkaian termoelektrik generator (TEG) berjumlah 4 rangkaian, setiap rangkaian berisi 2 buah peltier di susun secara seri
- Bahan penutup kompor berjenis aluminium dengan tebal 1 mm, 2 mm, 3 mm
- Katup nyala kompor LPG adalah sedang dengan waktu 5 menit
- Jarak antara plat penutup dengan termoelektrik generator unit adalah jarak 0 mm , 3 mm dan 5 mm

Tabel Spesifikasi Termoelektrik Generator

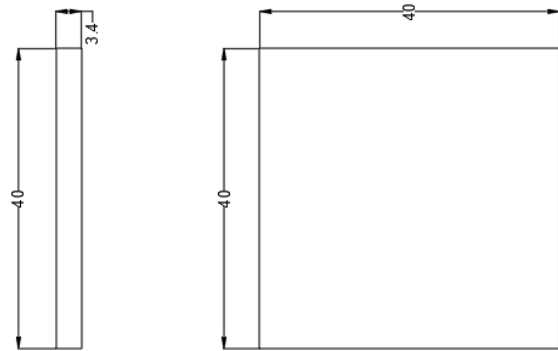
No	Spesifikasi	Nilai
1	Model	TEG 1- 199-1
2	Dimensi	40 x 40 mm
3	Tegangan dan Arus	0-25V dan 0-2A
4	Temperatur	(-30 °C) - 100°C
5	Daya Max	60 Watt

Tabel Spesifikasi Kipas

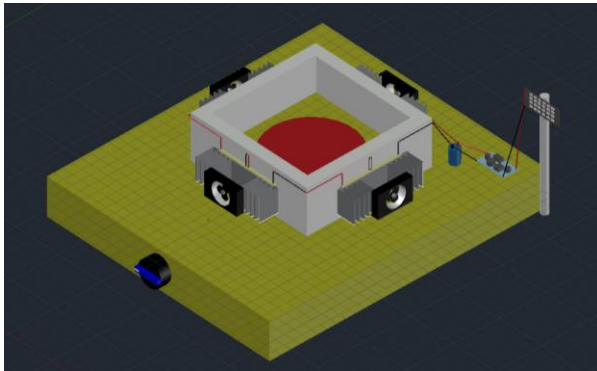
No	Spesifikasi	Nilai
1	Ukuran	40x40 mm
2	Tegangan dan arus	5 V dan 0,32 A
3	Air Flow	11 m/s

Tabel Spesifikasi Lampu

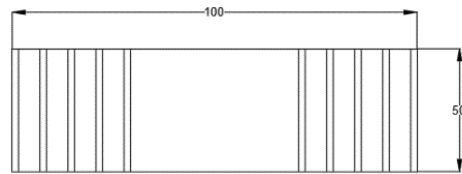
No	Spesifikasi	Nilai
1	Model	LED
2	Daya	0,7 Watt
3	Tegangan	12 V



Fabrikasi Alat Termoelektrik Generator

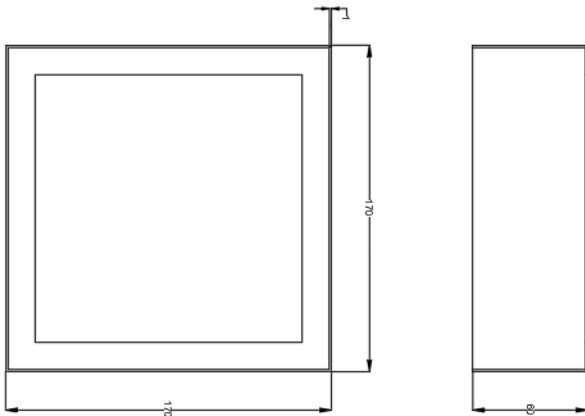


Gambar 6. Thermoelektrik Generator

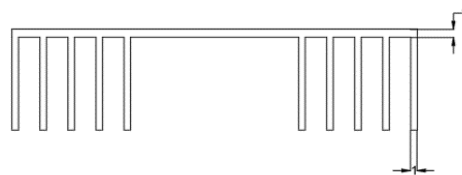


Gambar 4. Desain Alat Penelitian

Gambar 2D dalam satuan mm

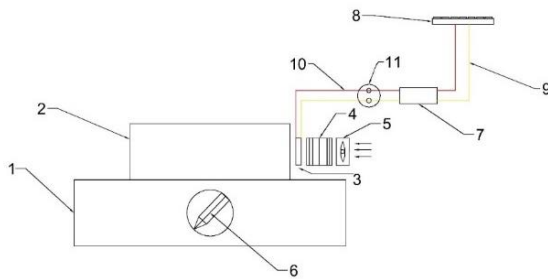


Gambar 5. Penutup Kompor



Gambar 7. Heatshink

SKETSA ALAT



Gambar 8. Rangkaian Alat Penelitian

Keterangan Gambar :

1. Kompor Gas
2. Penutup kompor untuk penghantar
3. Termoelektrik generator
4. Headshing
5. Kipas pendingin
6. Pengatur nyala api kompor
7. Travo step up
8. Lampu LED
9. Kabel negative (-)
10. Kabel Positif (+)
11. Elco (Kapasitor)

Rangkaian alat termoelektrik generator di atas adalah sebagai berikut:

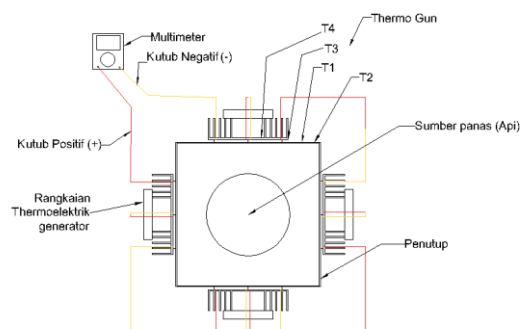
1. gas LPG yang berfungsi sebagai sumber bahan bakar
2. Kompor gas berfungsi sebagai sumber panas dari api
3. Penutup kompor yang terbuat dari plat aluminium berfungsi sebagai penghantar panas ke termoelektrik generator
4. Termoelektrik generator unit berfungsi sebagai alat pengkonversi panas menjadi energi listrik
5. Headsing yang berfungsi sebagai penghantar panas
6. Thermal paste yang berfungsi sebagai penghantar panas agar lebih maksimal

Cara Kerja Pengkonversian Panas Termoelektrik Generator (TEG)

Cara kerja alat pengkonversi panas menjadi listrik dengan menggunakan termoelektrik generator adalah gas pada LPG mensuplai bahan bakar gas menuju kompor melalui selang regulator, kemudian kompor mengeluarkan percikan api sehingga terjadi proses pengapian yang di atur oleh katup nyala api kompor LPG dan meneruskan pada penutup plat aluminium sehingga terjadi proses perpindahan kalor pada penutup plat aluminium dimana perpindahan kalor tersebut di manfaatkan menjadi listrik yang berupa tegangan dan arus melalui rangkaian alat tersebut.

Di dalam rangkaian tersebut terdiri dari termoelektrik generator unit dengan dirangkai secara seri , thermal paste yang di gunakan agar panas bisa masuk secara maksimal,headshing mengendalikan atau mendinginkan temperatur pada termoelektrik generator , kipas di gunakan untuk mendinginkan dengan menghembuskan udara pada sisi dingin rangkaian tersebut.

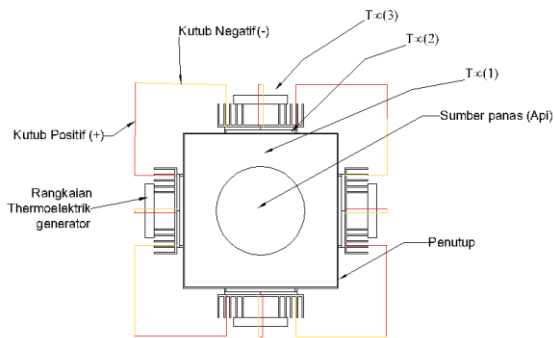
Cara pengukuran dan pengambilan data pada alat



Gambar 9 Skema Pengambilan Data Luaran Termoelektrik Generator

Cara pengukuran dan pengambilan data pada termoelektrik generator ini adalah saat kompor di nyalakan di tunggu selama 5

menit dan setelah itu menggunakan multimeter/avometer untuk mengukur tegangan caranya adalah dengan memasukkan kabel positif di probe positif multimeter dan kabel negatif ke probe negatif pada multimeter setelah itu memutar saklar multimeter kearah DC Volt angka 20, dan untuk mengukur arus ampere dengan cara memutar saklar multimeter kearah DC amper angka 10.



Gambar 10. Skema Pengambilan Data Suhu Alat

Cara pengambilan suhu tak hingga atau suhu konveksi adalah dengan menggunakan thermometer caranya dengan menempatkan thermometer di dalam titik yang mau di ukur suhunya dimana :

$T_{\infty}(1)$: Suhu antara api kompor dan plat bagian dalam

$T_{\infty}(2)$: suhu jarak termoelektrik dengan plat bagian luar

$T_{\infty}(3)$: suhu udara pendingin TEG

DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil pengujian penutup aluminium tebal 1 mm

Jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 0 mm dan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan ($^{\circ}\text{C}$) di lakukan 3 kali percobaan

Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Tegangan (V)	Arus (A)
1	6.00	0.20
2	5.60	0.16
3	5.54	0.15
Rata-rata	5.713	0.17

Jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 3 mm dan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan ($^{\circ}\text{C}$) di lakukan 3 kali percobaan

Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Volt	Ampere
1	6.00	0.20
2	5.60	0.16
3	5.54	0.15
Rata-rata	5.713	0.17

Jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 3 mm dan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan ($^{\circ}\text{C}$) di lakukan 3 kali percobaan

Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Tegangan (V)	Arus (A)
1	2.67	0.08
2	2.50	0.07
3	2.45	0.07
Rata-rata	2.54	0.073

Jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 5 mm dan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan ($^{\circ}\text{C}$) di lakukan 3 kali percobaan

Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Volt	Ampere
1	2.30	0.08
2	2.31	0.09
3	2.25	0.08
Rata-rata	2.286	0.083

Data hasil pengujian penutup aluminium tebal 2 mm

Jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 0 mm dan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan (°C) di lakukan 3 kali percobaan

Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Volt	Ampere
1	7.58	0.2
2	7.79	0.22
3	7.76	0.21
Rata-rata	7.71	0.21

jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 3 mm dan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan (°C)

Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Volt	Ampere
1	1.80	0.04
2	1.90	0.04
3	1.95	0.04
Rata-rata	1.88	0.04

Jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 5 mm dan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan (°C) di lakukan 3 kali percobaan

Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Volt	Ampere
1	2.65	0.06
2	2.55	0.06
3	2.5	0.05
Rata-rata	2.56	0.056

Data hasil pengujian penutup aluminium tebal 3 mm

Jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 0 mm dan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan (°C)

Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Volt	Ampere
1	6.11	0.14
2	6.20	0.18
3	6.50	0.19
Rata-rata	6.27	0.17

jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 3 mm dan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan (°C) di lakukan 3 kali percobaan

Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Volt	Ampere
1	2.2	0.04
2	2.6	0.07
3	2.51	0.06
Rata-rata	2.44	0.056

jarak termoelektrik dengan penutup aluminium jarak 5 mm dengan nyala api besar, waktu penelitian 5 menit dengan satuan (°C) di lakukan 3 kali percobaan

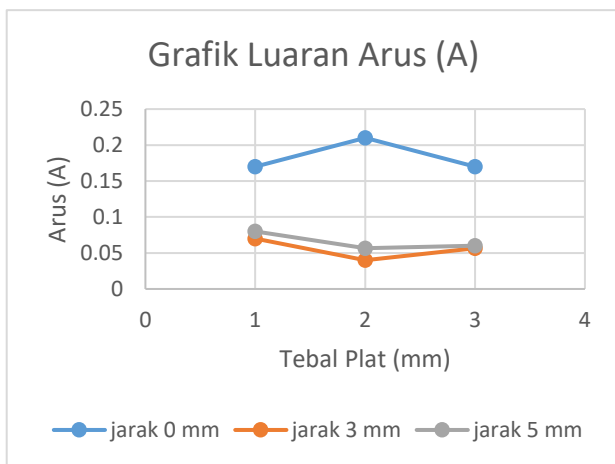
Luaran yang di dapatkan :

Percobaan	Volt	Ampere
1	2.46	0.06
2	2.57	0.06
3	2.5	0.06
Rata-rata	2.51	0.06

Luaran yang di hasilkan:

- **Arus (A)**

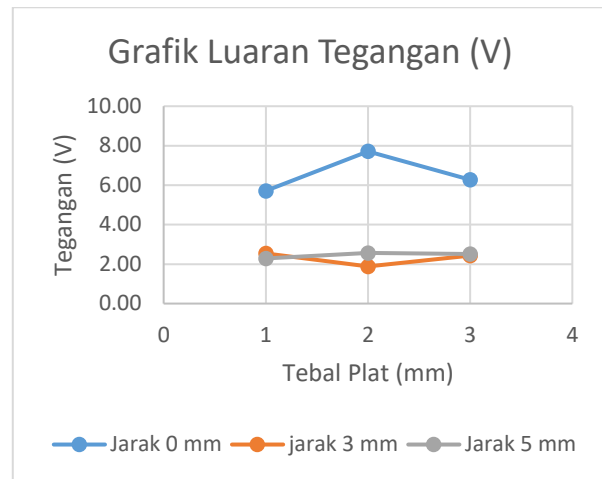
Tebal plat	Jarak 0 mm	Jarak 3 mm	Jarak 5 mm
1 mm	0.17	0.07	0.08
2 mm	0.21	0.04	0.06
3 mm	0.17	0.06	0.06



bahwa arus yang terbesar di dapat pada variasi tebal plat 2 mm dengan jarak 0 mm arus yang di hasilkan 0,21 Ampere

- **Tegangan (V)**

Tebal Plat	Jarak 0 mm	Jarak 3 mm	Jarak 5 mm
1 mm	5.71	2.54	2.29
2 mm	7.71	1.88	2.57
3 mm	6.27	2.44	2.51



variasi yang mengeluarkan tegangan yang paling besar adalah pada tebal plat 2 mm dengan jarak 0 mm sebesar 7,71 Volt

Kesimpulan

Hasil percobaan dapat di simpulkan bahwa:

Dari tebal penutup berbahan aluminium sebesar 1 mm, 2 mm, 3 mm dan jarak thermoelektrik generator pada plat luar dan penambahan komponen-komponen pendukung nya adalah jarak 0 mm, 3 mm, 5 mm antara plat penutup aluminium dan thermoelektrik dengan nyala api besar diperoleh keluaran Tegangan dan Arus yang paling besar adalah pada jarak thermoelektrik dengan penutup aluminium jarak 0 mm karena panas dari api kompor di serap dengan baik oleh thermoelektrik generator

Dari tiga percobaan didapatkan arus atau luaran yang paling besar dari variasi 3 tebal plat adalah plat 1 mm jarak 0 mm dengan luaran rata-rata 5,71 V dan 0,17 A plat tebal 2 mm jarak 0 mm dengan luaran rata-rata 7,71 V dan 0,21 A plat tebal 3 mm dengan jarak 0 mm dengan luaran rata-rata 6,27 V dan 0,17 A

Dari data tersebut maka daya yang terbesar di dapatkan pada plat dengan tebal 2 mm dengan jarak 0 mm sebesar 7,71 volt dan

0, 21 ampere, serta diberikan beban lampu LED 0,7 watt dan lampu tersebut menyala terang.

Hasil pengukuran suhu dari T_{∞} (1), T_1/TS , T_2 , T_{∞} (2), T_3 , T_4/TS , T_{∞} (3) menunjukkan bahwa Q (Laju perpindahan panas) paling baik ada pada plat aluminium tebal 1 mm dengan jarak termoelektrik 5 mm dari plat penutup aluminium. Dengan hasil perhitungan dari Q Konveksi Alami, Q Konduksi, dan Q Konveksi Paksa diperoleh Q Total sebesar 837257.263 W.

Saran

Dari hasil di atas dapat di beri saran yaitu:

- Antara plat penutup dan api kompor lebih baik diberi jarak yang lebih jauh, agar termoelektrik yang kita gunakan tidak mudah rusak karena suhu panas berlebih, Untuk penelitian berikutnya sebaiknya memperhitungkan untuk luasan plat penutup juga
- Sisi dingin termoelektrik sebaiknya ditambahkan jumlah kipasnya atau diberi pendingin yang suhunya lebih rendah lagi agar pendinginan lebih maksimal dan panas dari termoelektrik yang menyebar ke sisi dingin dapat dikeluarkan sehingga suhu di sisi panas dan sisi dingin lebih stabil.
- Untuk Penelitian selanjutnya sebaiknya di lakukan pengukuran suhu dan luaran di tiap menit nya agar mengetahui di titik suhu berapa terjadi penurunan luaran yang di hasilkan

DAFTAR PUSTAKA

- <<https://id.wikipedia.org/wiki/Aluminium>>. (Diakses pada 13 November 2020)
- <<https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-kapasitor/>> (Diakses 13 November 2020)
- <https://translate.google.com/translate?u=https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_fan_control&hl=id&sl=en&tl=id&client=srp&prev=search>(Diakses 13 November 2020)
- <<https://www.nesabamedia.com/pengertian-heatsink-dan-fungsi-heatsink/>>(Diakses 13 November 2020)
- <<https://id.wikipedia.org/wiki/Kayu>> (Diakses 13 November 2020)
- <http://www.tekim.undip.ac.id/images/download/PERPINDAHAN_PANAS.pdf> (Diakses 18 November 2020)
- Ryanuargo, S. A. P. S., 2013. Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari uap panas kondensor pada sistem peRyanuargo, S. A. P. S., 2013. Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari uap panas kondensor pada sistem pendingin. *Jurnal Rekayasa Elekrika*, 10(4), pp. 180-185.
- Teguh budi susanto, A. f. r. M., 2018. Pemanfaatan Panas Panci Yang Terbuang Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Berbasis Termoelektrik Generator (TEG). *Tugas Akhir Konversi Energi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*, pp. 5-23.
- wibowo, N. T., 2021. Rancang bangun termoelektrik generator sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi matahari. *D3 teknik listrik, fakultas teknik, Universitas Negri Surabaya*, 1(1), pp. 127-135.
- Haryanto, A., 2015. *Perpindahan Panas*. Pertama ed. Yogyakarta: Innosain.