

PEMANFAATAN *THERMO ELECTRIC GENERATOR* DARI KONVERSI ENERGI PANAS MENJADI LISTRIK UNTUK CHARGER PONSEL

Jisro Silaban¹⁾, Agus Almi Nasution²⁾, Indra Roza³⁾

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan
Email: jisrosilaban@gmail.com

Abstrak

Elemen Thermo Electric generator sebuah sistem konversi yang mengubah panas menjadi listrik dengan memanfaatkan energi panas. Alat yang dirancang yang bersumber dari bahan bakar kayu sebagai sumber panas yang dapat diubah oleh Thermo Electric Generator (TEG) menjadi listrik, karena didaerah pedesaan tidak semua teraliri listrik, maka peneliti memanfaatkan sebagai back up untuk charger ponsel. Penelitian ini bersifat skala kecil hanya digunakan untuk charger ponsel, hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan temperature menjadi faktor yang sangat berpengaruh dalam menghasilkan output tegangan, dan arus listrik, semakin besar gradient suhu (ΔT) yang dihasilkan, maka semakin besar output tegangan pada *thermo electric*. Prinsip kerja dari elemen TEG adanya perbedaan suhu disetiap sisi maka TEG akan menghasilkan listrik. Output TEG di stabilkan oleh sebuah regulator LM317 menjadi 5V DC konstan, menjadi tegangan tidak fluktuatif dan tidak mengakibatkan kerusakan pada ponsel. Elemen ini dikemas berupa kepingan tipis dengan dua sisi penampang, dengan satu sisi menyerap panas dan satu sisi menyerap dingin. Alat yang dirancang terdiri dari 4 buah TEG dengan tipe TEG 12706 di susun seri untuk meningkatkan tegangan. Hasil penelitian pada sisi suhu panas minimum 40.1 °C dengan tegangan 0.70V DC dan suhu panas maksimal 187 °C dengan tegangan 8.55V DC dan pada sisi suhu dingin minimum 0°C maksimal 26 °C dengan (P) daya 0.105 W, (V) Tegangan 8V DC dan (I) Kuat arus 0.013 mA.

Kata kunci: Thermo electric generator, konversi panas menjadi listrik, charger ponsel.

Abstract

Thermo Electric generator element is a conversion system that converts heat into electricity by utilizing heat energy. This tool is designed which comes from wood fuel as a heat source, which can be converted by a Thermo Electric Generator (TEG) into electricity, because not all rural areas have electricity, so researchers use it as a back up for cellphone chargers. This research is a small scale only used for cellphone chargers, the results show that the temperature difference is a very influential factor in producing voltage output and electric current, the greater the temperature gradient (ΔT) produced, the greater the voltage output on the thermo electric. The working principle of the TEG element is that there is a temperature difference on each side, so the TEG will generate electricity. The TEG output is stabilized by an LM317 regulator to a constant 5V DC, the voltage does not fluctuate and does not cause damage to the cellphone. This element is packaged in the form of thin strips with two-sided cross sections, with one side absorbing heat and one side absorbing cold. The tool is designed to consist of 4 TEG with type TEG 12706 arranged in series to increase tension. The results of the research on the hot temperature side of at least 40.1 0C with a voltage of 0.70V DC and a maximum heat temperature of 187 0C with a voltage of 8.55V DC and on the cold side of a minimum of 0 0C a maximum of 26 0C with (P) power 0.105 W, (V) 8V DC voltage and (I) 0.013 mA current.

Keywords: Thermo electric generator, heat conversion to electricity, cell phone charger.

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu faktor pendukung kehidupan makhluk hidup yang memegang peranan penting, tanpa energi tidak ada kemungkinan ada kehidupan karena semua aktifitas membutuhkan energi. Energi yang kita gunakan selama ini berasal dari energi fosil. Energi fosil yang selama ini digunakan semakin menipis dan tidak

terbarukan Misalnya energi gerak angin, energi jatuh air, energi panas energi hasil pembakaran dan sebagainya.

Dewasa ini telah ditemukan sebuah komponen yang dapat mengubah energi panas menjadi listrik yaitu Elemen *Thermo Electric Generator* (TEG) dengan pembangkit energi listrik dengan kapasitas kecil (mikro) yang

memanfaatkan energi panas menjadi listrik dengan Pemanfaatan energi panas sebagai pembangkit energi listrik dengan kapasitas kecil (mikro) dengan menggunakan elemen *thermo elektrik*[1]. Elemen ini selain mengubah energi listrik menjadi perbedaan suhu dari 2 sisi elemen, juga dapat mengubah energi panas menjadi energi listrik[2], namun sampai saat ini elemen belum dapat dibuat pembangkit listrik yang besar untuk *memback up* PLN (Perusahaan Listrik Negara). Elemen ini hanya dapat digunakan untuk menghasilkan listrik dengan daya kecil. Kelebihan atau keunggulan sistem konversi dengan elemen TEG ini selain kesederhanaan adalah dapat digunakan kapan saja selama proses pembakaran dimungkinkan tersedia misalnya pagi atau malam atau dimana saja. Demikian juga bahan bakarnya dapat berupa apa saja yang bisa dibakar misalnya arang, kayu, batu bara, cangkang kelapa sawit, dan bahkan sampah. Tujuan penelitian adalah merancang bangun *Thermo Electric Generator* sebagai pengecasan charger ponsel, mencari cara untuk meningkatkan tegangan dan arus dari elemen TEG, serta mencari cara untuk menstabilkan tegangan keluaran TEG.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Efek Seebeck

Thermoelectric Generator (TEG) telah lama digunakan untuk menghasilkan energi listrik dimana ketika perbedaan temperatur terjadi antara dua logam yang berbeda, elemen peltier ini akan mengalirkan arus sehingga menghasilkan perbedaan tegangan. Prinsip ini dikenal dengan efek Seebeck yang merupakan fenomena kebalikan dari efek peltier (Thermoelectric cooling) (TEC)[3].

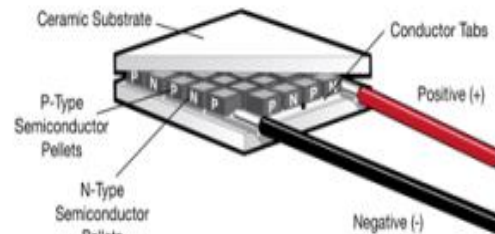
Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha, energi adalah daya yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan meliputi listrik, energi mekanik dan panas. Sumber energi adalah sebagian dari sumber daya alam antara lain berupa minyak dan gas bumi, batubara, air, panas bumi, gambut, biomasa dan sebagainya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat dimanfaatkan sebagai energi. Banyak negara telah menyadari pentingnya pemanfaatan sumber-sumber energi terbarukan sebagai pengganti energi tidak terbarukan seperti minyak bumi, batubara, dan gas yang telah menimbulkan dampak yang sangat merusak lingkungan.

2.2 Thermo Electric Generator (TEG)

Data *sheet* pada satu buah elemen TEG[4] yaitu sebagai berikut:

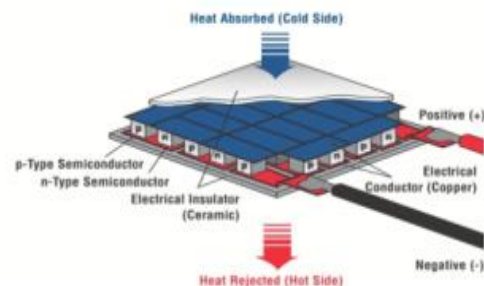
- a. Model : TEG 12706
- b. Tegangan min-max : 0.70 V-8.55 V
- c. Arus min-max : 0.013mA – 0.4mA

- d. Power : 0.105 Watt
- e. ΔT max *cooled* : 0 °C - 26 °C
- f. ΔT max *hot* : 40.1°C -187 °C
- g. Dimensi : P = 4 cm, L= 4 cm, dan T = 4 mm



Gambar 1. Susunan *Thermo Electric Generator*

Teknologi *Thermo Electric* bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (*Thermo Electric Generator*), untuk menghasilkan listrik material *Thermo Electric* cukup diletakkan sumber panas sehingga dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai [5].



Gambar 2. Prinsip kerja *Thermo Electric Generator*

2.3 Komponen Utama

a. Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang umumnya digunakan pada rangkaian elektronika ataupun rangkaian listrik lainnya dengan fungsi utama yaitu menghambat/membatasi jumlah arus input atau arus yang mengalir masuk ke dalam satu rangkaian, dimana kemampuan resistor dalam membatasi arus masuk sesuai dengan spesifikasi resistor tersebut. Berikut adalah jenis jenis dari resistor.

b. Resistor Tetap (*Fixed Resistor*)

Resistor yang digunakan sebagai penghambat arus listrik secara permanen. Untuk jenis resistor tetap, salah satu cirinya yang dapat kalian ingat adalah nilai dari resistansinya yang tidak dapat berubah karena dalam proses

pembuatannya telah ditentukan nilai tetap dari resistor tersebut[6]



Resistor Tetap Selalu memiliki Kode Angka atau Kode Warna di Badannya

Gambar 3. Resistor Tetap

c. Potensiometer multi turn

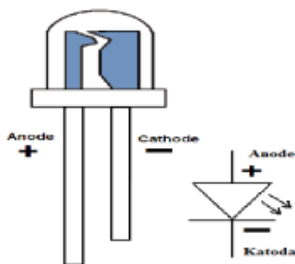
Resistor variabel merupakan bagian Potensiometer multi turn dimana nilai resistansinya dapat berubah dengan diputar secara langsung. Karakteristik dan sifat potensiometer multi turn ini hampir sama dengan potensiometer lainnya.[7]



Gambar 4. Potensiometer multi turn

d. LED (Light Emitting Diode)

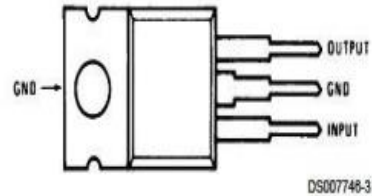
LED merupakan keluarga dari Diode yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerja LED ini hampir sama dengan diode yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias *forward*) dari Anoda menuju ke Katoda. LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan *junction* P dan N [8]



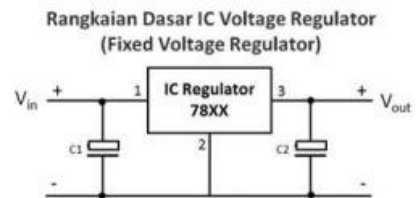
Gambar 5. LED (Light Emitting Diode)

e. Voltage Regulator

Regulator berfungsi untuk kestabilan arus yang mengalir ke rangkaian elektronika. Regulator memiliki seri yang berbeda-beda. Seri LM78XX merupakan seri regulator dengan tiga terminal yang menghasilkan tegangan output tetap XX Volt. Susunan kaki IC Regulator yang digunakan pada catu daya.[9]

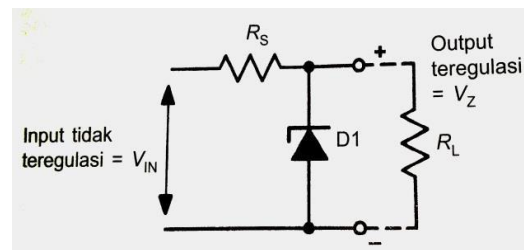


Gambar 6. Susunan Kaki Ic Regulator 78XX



Gambar 7. Rangkaian Ic Voltage Regulator

Regulator tegangan ini menggunakan prinsip dioda zener yang bekerja pada daerah *breakdown*. Dioda zener adalah salah satu jenis dioda yang memiliki sisi eksklusif pada daerah *breakdown*nya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai stabilizer atau pembatas tegangan. Pada daerah *breakdown* dimana pada saat bias mundur mencapai tegangan *breakdown* maka arus dioda naik dengan cepat. Pada umumnya dioda zener dipasaran tersedia mulai dari Vz 1,8 V sampai 200V, dengan kemampuan daya dari ¼ hingga 50 W.



Gambar 8. Rangkaian Dioda Zener.

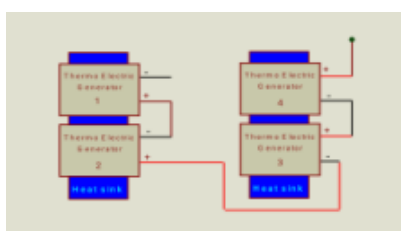
Dioda zener dipasang paralel atau *shunt* dengan L dan R. Regulator ini hanya memerlukan sebuah diode zener terhubung seri dengan resistor RS. diode zener dipasang dalam posisi *reverse* bias. Dengan ini diode zener hanya akan berkonduksi saat tegangan *reverse* bias mencapai tegangan *breakdown* dioda zener. Rangkaian seri pada resistor ini berfungsi ganda. resistor ini

menghubungkan C1 dan C2 sebagai rangkaian filter dan kapasitor ini berfungsi sebagai resistor seri untuk regulator tegangan (dioda zener). Diode zener yang dipasang dapat dengan sembarang dioda zener dengan tegangan *breakdown* misalnya dioda zener 9 volt. Tegangan output transformator harus lebih tinggi dari tegangan *breakdown* dioda zener, misalnya untuk penggunaan dioda zener 9volt maka gunakan output transformator 12 volt. IC regulator tegangan yang IC regulator keluarga 78xx dan LM317. IC regulator yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Adjustable voltage regulator* (LM317 series). *Adjustable Voltage Regulator* adalah regulator tegangan jenis IC yang sering digunakan sebagai *Adjustable Voltage Regulator* ini adalah IC regulator LM317 (positif) dan LM337 (negatif). Rentang tegangan yang mampu diatur oleh IC regulator ini adalah 1.2V sampai dengan 37V Pada *power supply*. [10]

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Thermo Electric Generator

Thermo Electric generator sebuah komponen yang berfungsi mengubah panas menjadi listrik arus searah (DC). Tipe pertier yang digunakan pada rancangan ini adalah *Tech 12706* dengan tegangan output 2V. Pertier akan menghasilkan listrik jika salah satu sisi dipanaskan sementara satu sisi lain dilakukan pendinginan. Efek dari perbedaan suhu tersebut membuat elektron didalam pertier mengalir dari panas ke dingin sehingga menghasilkan arus listrik. Untuk menghasilkan listrik yang cukup besar maka dilakukan dengan cara seri. Rangkaian seri untuk meningkatkan tegangan, pada rancangan ini menggunakan 4 buah pertier dengan formasi seri.

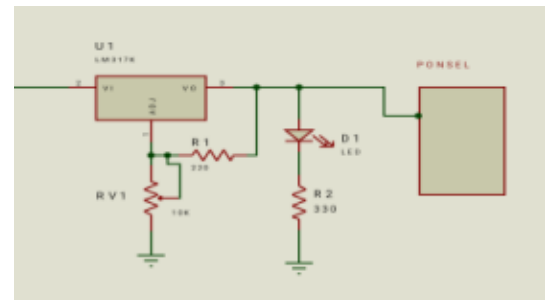


Gambar 9. Susunan elemen *Thermo Electric Generator*

3.2 Regulator

Regulator LM317 merupakan rangkaian regulator yang mampu menstabilkan tegangan sesuai dengan yang diinginkan yaitu 5V, rangkaian memiliki *loop* umpan balik yang dapat membaca tegangan output dan memberikannya ke input untuk diregulasi. Untuk mengatur tegangan maka dibutuhkan komponen tambahan seperti resistor. Resistor berfungsi mengatur *feedback* ke LM317 dengan demikian nilai resistor akan menentukan tegangan keluaran yang akan dicapai. Masukan

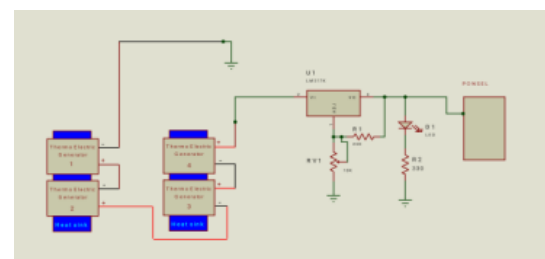
tegangan LM317 ada pada pin 2 sedangkan output ada pada pin 3 dan pin 1 berfungsi sebagai masukan *feedback* untuk mengatur regulasi yang diinginkan. Resistor variabel pada pin 1 ke ground berfungsi mengatur tegangan output yang diinginkan. Dengan mengatur resistansi tersebut maka tegangan dapat ditentukan.



Gambar 10. Rangkaian regulator IC LM317

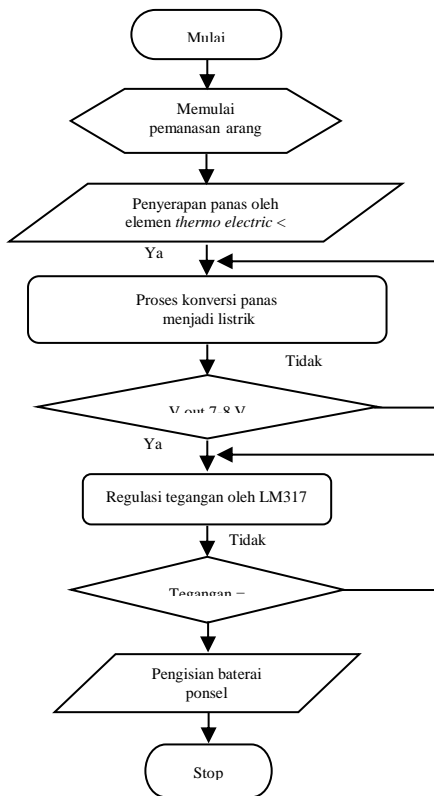
3.3 Prinsip kerja alat

Rancangan rangkaian sistem konversi panas menjadi listrik sebagai charger ponsel yaitu Alat konversi panas ke listrik dapat bekerja jika tersedia sumber panas yang cukup untuk memanaskan elemennya. Rancangan ini menggunakan objek panas yang menggunakan panas dari api unggun, panas tersebut akan diserap oleh elemen *Thermo Electric Generator* (TEG), pada TEG akan terjadi panas pada satu sisi sedangkan sisi lainnya didinginkan oleh *heatsink*. Perbedaan panas tersebut timbul gerak elektron pada elemen tersebut. Perpindahan elektron pada elemen *thermo electric generator* ini akan membangkitkan beda potensial listrik tegangan yang dihasilkan oleh elemen TEG digunakan untuk mengisi ulang baterai ponsel atau charger ponsel. Tegangan TEG distabilkan regulator LM317 agar tegangan tidak fluktuatif saat pengisian baterai ponsel. Output regulator dimaksimalkan 5V sesuai ketentuan baterai ponsel, output tersebut disalurkan pada ponsel melalui kabel charger tipe D yang umum digunakan pada ponsel



Gambar 11. Rangkaian sistem konversi panas menjadi listrik sebagai charger ponsel

3.4 Flowchart/Diagram alir



Gambar 12. Sistem Flowchart

Gambar 12 merupakan diagram aliran proses kerja sistem yang dimulai dari *Start* hingga selesai satu siklus kerja. Pada rancangan ini proses dengan pemanasan elemen yaitu menempelkan elemen pada sumber panas yaitu panas api unggun, setelah terjadi panas di sisi badan plat besi penghantar maka akan diserap dan mengalir ke elemen TEG yang mengakibatkan timbulnya perbedaan panas di kedua sisi elemen TEG. Perbedaan tersebut akan menghasilkan beda potensial dari output elemen TEG dan mengeluarkan arus listrik. Arus listrik yang dikeluarkan di regulasi oleh rangkaian hasil regulasi tegangan 5V DC yang kemudian digunakan untuk mengisi baterai ponsel.

Penelitian ini menghasilkan suatu alat yang berfungsi mengubah panas menjadi listrik dari sebuah sumber panas komponen yang mengkonversi energi panas menjadi energi listrik yaitu *Thermo Electric Generator (TEG)*.



Gambar 13. Sistem pembangkit listrik tenaga panas yang dirancang.

3.5 Pengujian pada rangkaian regulator

Data rangkaian regulator menstabilkan tegangan pada satu titik tertentu.

Tabel 1. Hasil pengujian tegangan pada regulator LM317

Vin (V)	Vout(V)
0,0	0,0
1,0	0,17
2,0	0,98
3,0	1,21
4,0	1,37
5,0	4,21
6,0	4,98
7,0	5,01
8,0	5,01
9,0	5,01
10,0	5,01

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa regulator belum bekerja saat tegangan dibawah 5V. Saat tegangan mencapai tegangan diatas 5V maka regulator bekerja menstabilkan tegangan pada titik atau maksimal 5V.



Gambar 14. Pengujian rangkaian Regulator

3.6 Pengujian Alat

Pengujian sistem secara keseluruhan dengan pengukuran dengan suhu 187 °C dengan tegangan 8.55 V DC

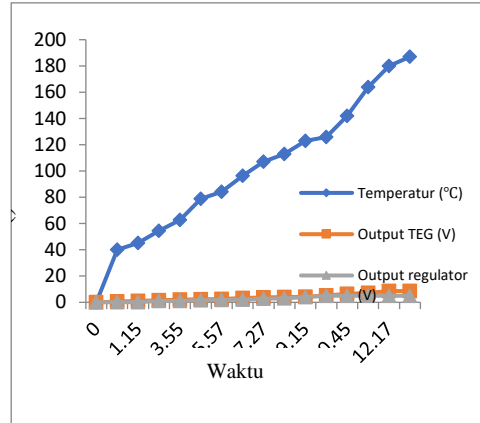


Gambar 15. Hasil pengukuran dengan suhu 187 °C dengan tegangan 8.55 V DC

Tabel 2. Hasil pengujian alat secara keseluruhan

O	ondi si api ungg un	aktu mnt)	uhu °C	utpu t TEG	utpour regulat or	ondi si char ger
	H	0.0	0.0	0.0	0.0	0
	H	1.06	40.1	0.70	0.01	0
	H	1.15	45.2	1.01	0.06	0
	H	2.45	54.4	1.58	0.97	0
		3.55	62.8	1.97	1.05	0
		4.43	78.9	2.33	1.56	0
		5.57	84.3	2.65	1.88	0
		6.34	96.4	3.28	2.12	0
		7.27	107	3.77	2.89	0
0		8.42	113	4.11	3.05	0
1		9.15	123	4.34	4.02	0
2		10.09	126	5.23	5.01	1
3		10.45	142	6.47	5.01	1
4		11.53	164	7.08	5.01	1
5		12.17	180	8.54	5.01	1
6		13.42	187	8.55	5.01	1

Keterangan:
H= Hidup, 0= Off, 1= On



Gambar 16. Grafik antara Temperatur, Output TEG, Output Regulator

4. KESIMPULAN

Ada beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh, antara lain:

1. Elemen *Thermo Electric Generator* bekerja dengan prinsip perbedaan suhu dengan suhu dingin air tetap pada 26 °C dan pada suhu panas api maksimal 187°C maka pada keping ujung elemen TEG akan menghasilkan pergerakan elektron sehingga menghasilkan beda potensial listrik DC.
2. Daya keluaran elemen masih sangat kecil sehingga belum dapat dibuat pembangkit listrik yang besar.
3. Pada regulator, tegangan belum bisa diregulasi jika tegangan keluaran dari elemen TEG masih dibawah 5V, namun jika tegangan diatas 5V maka tegangan akan diregulasi tetap pada 5V walaupun tegangan yang masuk terus naik.
4. Hasil pengujian untuk 4 buah elemen peltier pada suhu 126°C menghasilkan tegangan output TEG 5.23 V DC, dan tegangan output regulator mencapai 5.01 V DC dan bisa digunakan pada proses *charging* pada ponsel.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Khalid, M. Syukri, and M. Gapy, "Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik," *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 3, pp. 57–62, 2016.
- [2] S. Pengajar *et al.*, "Konversi energi panas penggerak utama kapal berbasis thermoelectric," vol. 13, pp. 1–12, 2015.
- [3] A. Roekettino, "Perancangan awal dan manufaktur thermoelectric generator menggunakan dua belas modul thermoelectric untuk aplikasi kendaraan hibrid = Pre-design and manufacturing of

- thermoelectric generator using twelve of thermoelectric module for hybrid car application,” p. 220, 2008.
- [4] A. Setiawan and M. Ayub, “Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Prototipe Generator Termoelektrik Berbahan Bakar Gas,” vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2013.
- [5] M. Panas *et al.*, “Utilizing Exhaust Heat of Motorcycle As a Source,” *JESCE (Journal Electr. Syst. Control Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–29, 2019.
- [6] V. B. D. Dianradika Prasti, “Jurnal Ilmiah d’ ComPutarE Volume 2 Juni 2012 Jurnal Ilmiah d’ ComPutarE Volume 2 Juni 2012,” *J. Ilm. d’ComPutarE*, vol. 2, pp. 1–14, 2012.
- [7] S. S. Sutono, “Sistem monitoring ketinggian air,” *Maj. Ilm. UNIKOM*, vol. 13, no. 01, pp. 45–54, 2015.
- [8] Y. Jonathan, B. Anto, and D. Y. Sukma, “Rancang Bangun Lampu LED 12 Volt DC Dengan Rangkaian Penggerak Berbasis Topologi Flyback,” *J. Online Mhs. Bid. Tek. dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 1–15, 2015.
- [9] H. Dwi sujono, “Elektronika lanjut,” *Cerdas Ulet Kreat.*, pp. 1–67, 2009.
- [10] M. Artiyasa, Y. Putra, and V. Hermayanti, “RANCANG BANGUN ADJUSTABLE POWER SUPPLY 1,25 V-25V MENGGUNAKAN IC LM317,” vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.