

# Preliminary Study Pemanfaatan Energi Panas Mesin Mobil Sebagai Sumber Tegangan Power Bank

Meilana Siswanto<sup>1#1</sup>, Ahmad Fahriannur<sup>\*2</sup>

<sup>#</sup>Teknik Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Jember  
Jl. Mastrip PO BOX 164 Jember

<sup>1</sup>meilana\_siswanto@polije.ac.id

<sup>2</sup>ahmad\_fahriannur@polije.ac.id

## Abstract

Electric energy needs in the car for charging mobile phone, car refrigerator and other electronic equipment, so far still utilize electrical energy stored in battery. The car engine that always releases heat energy, has not been utilized properly and wasted away just as it cools the engine. By adding a transducer and an electronic circuit, the engine's heat energy can be converted into an electric voltage. The voltage will then be stabilized and stored in the power bank as a voltage source for charging mobile phones, car refrigerators and other electronic devices in the car. That way the need for electrical voltage source for electronic devices in the car is not taken from car batteries. Implementation has been done by placing a thermoelectric generator (TEG) on a hot car engine or other parts that have excessive heat. The peltier element in TEG will convert the heat energy into electrical energy as a result of the potential difference that occurs on both sides of the element. The amount of voltage generated is proportional to the temperature difference between the hot side and the cold side of the peltier element. Electronic circuits are required to stabilize the resulting voltage. Stable voltage will then be stored in the power bank as an alternative voltage source for electronic devices in the car, thus reducing the car battery's workload and expected to increase the battery lifetime.

**Keywords**— Thermoelectric generator, converting heat to voltage, TEG peltier element, heat-to-voltage conversion, renewable energy.

## I. PENDAHULUAN

*Renewable energy* telah menjadi isu hangat dunia di akhir-akhir ini, berbagai upaya telah dilakukan untuk mencari sumber energi alternatif yang *sustainable* dan ramah lingkungan. Energi panas (*heat energy*) pada mesin mobil merupakan salah satu *green energy* alternatif yang selama ini belum dimanfaatkan dengan baik dan terbuang percuma bersama dengan mendinginnya mesin.

Kebutuhan energi listrik dalam mobil untuk charging handphone, kulkas mobil dan peralatan elektronik lainnya, selama ini masih menggunakan energi listrik yang tersimpan dalam baterai. Hal ini dapat mengakibatkan *life time* baterai mobil menjadi lebih pendek karena beban yang berlebihan.

Dengan menambahkan transducer dan rangkaian elektronik, energi panas mesin dapat diubah menjadi tegangan listrik. Tegangan tersebut kemudian distabilkan, dikuatkan dan disimpan dalam power bank sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber tegangan untuk charging handphone, kulkas mobil dan perangkat elektronik lainnya

di dalam mobil. Dengan demikian kebutuhan sumber tegangan listrik untuk perangkat elektronik di dalam mobil tidak diambil dari baterai mobil.

Sensor termoelektrik mempunyai komponen utama berupa elemen peltier sebagai transducer pengubah energi panas menjadi tegangan listrik diletakkan pada bodi mesin mobil yang panas atau bagian lain yang memiliki panas berlebih. Konversi energi panas menjadi energi listrik pada termoelektrik terjadi sebagai akibat dari adanya perbedaan suhu pada sisi panas (*hot side*) dan sisi dingin (*cold side*) elemen peltier. Semakin besar perbedaan suhu antara kedua sisi tersebut, semakin besar juga tegangan DC keluaran yang dihasilkan. Dengan menambah jumlah elemen peltier, akan menaikkan tegangan keluaran sesuai dengan kebutuhan tegangan perangkat elektronik yang terhubung. Rangkaian elektronik diperlukan untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan. Tegangan yang sudah distabilkan akan disimpan dalam power bank sebagai sumber tegangan alternatif untuk kebutuhan perangkat elektronik di dalam mobil.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

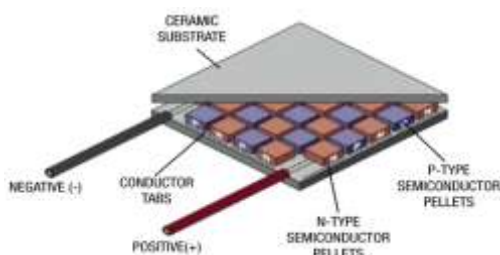
*Thermoelectric sensor* yang digunakan pada penelitian ini adalah elemen peltier. Secara umum, ada dua jenis elemen peltier ditinjau dari kegunaan atau pemanfaatannya yaitu; *thermoelectric cooling* (TEC) dan *thermoelctric generator* (TEG). Pada *thermoelectric cooling*, pemanfaatan banyak dipakai pada sisi dinginnya, contohnya seperti pada kulkas. Sedangkan pada *thermoelectric generator*, pemanfaatannya banyak digunakan untuk menghasilkan tegangan listrik sebagai akibat perbedaan suhu yang terjadi pada kedua sisi elemen; sisi panas dan sisi dingin.

### A. Thermoelectric Sensor

Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi tegangan listrik, atau sebaliknya, dari energi listrik dikonversi menjadi suhu dingin yang biasanya dimanfaatkan sebagai mesin pendingin. Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik yang terdiri dari dua elemen diletakkan pada rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari perbedaan suhu pada kedua elemen tersebut, akan dihasilkan tegangan listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai. Apabila material termoelektrik dialiri listrik, suhu panas di sekitarnya akan diserap. Dengan teknologi ini, untuk mendinginkan udara, tidak diperlukan kompresor pendingin seperti pada mesin-mesin pendingin konvensional [1].

### B. Thermoelectric Generator

Termoelektrik generator memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan tidak menimbulkan polusi sehingga sangat ramah lingkungan. Untuk keperluan pembangkitan listrik, bahan yang digunakan biasanya adalah bahan semikonduktor ekstrinsik yang mampu menghantarkan arus listrik namun tidak sempurna. Persoalan yang sering muncul pada penggunaan termoelektrik adalah masalah untuk mendapatkan bahan yang mampu bekerja pada suhu tinggi [2]. Pada penelitian ini digunakan beberapa elemen peltier yang disusun secara seri atau parallel untuk mendapatkan hasil tegangan yang maksimal. Salah satu elemen elemen peltier diletakkan pada mesin mobil yang panas dan elemen lain akan diletakkan pada dalam mobil sehingga akan terkena suhu ruangan mobil yang ber-AC.



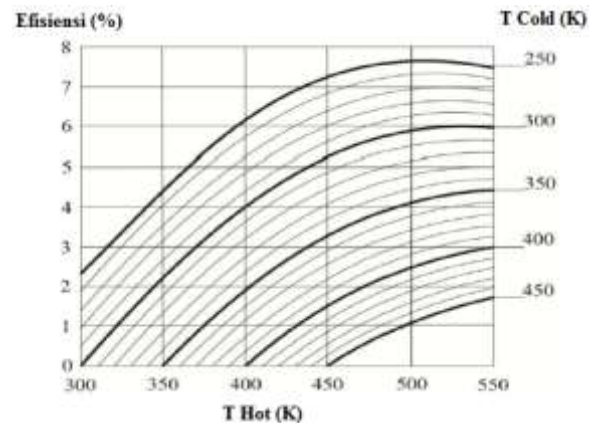
Gambar 1. Thermoelectric sensor

(source: <http://theelectricenergy.com/thermoelectric-generator-teg/>)

Sherly Klara dan Sutrisno telah melakukan penelitian elemen peltier yang diletakkan pada mesin utama kapal hasil pembakaran yang terbuang dengan suhu kamar mesin dengan kondisi putaran mesin bervariasi mulai dari 1000 RPM sampai 2500 RPM. Hasil penelitian ini menunjukkan sebuah peltier mampu menghasilkan maksimal daya pada kondisi putaran mesin 2500 RPM dengan perbedaan suhu 39 °C sebesar 0,84 Watt, dan susunan 6 buah peltier dirangkai seri memiliki daya yang lebih besar dibandingkan susunan peltier secara parallel pada kondisi putaran mesin yang sama yaitu sebesar 68.88 Watt [2].

### C. Tegangan dan Daya Keluaran Elemen Peltier

Elemen *peltier* adalah bagian terpenting dari *thermoelectric generator*, kedua sisi elemennya terbuat dari keramik yang memiliki fungsi sebagai sisi panas dan sisi dingin yang kemudian menghasilkan arus positif dan negatif. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *J. Richard Buist and Paul G. Lau* [3], parameter tegangan ( $V/V_{maks}$ ), arus  $I/I_{maks}$  yang diperoleh dari pembacaan grafik jika nilai  $\Delta T$  telah diketahui. Sehingga besar daya ( $P$ ) dapat ditentukan sebagaimana ditunjukkan pada grafik Efisiensi *Peltier* berikut:



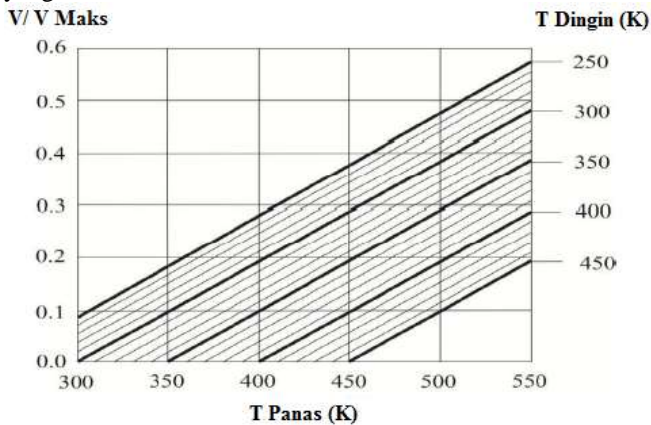
Gambar 2. Grafik efisiensi maksimal elemen peltier

Grafik di atas menunjukkan nilai efisiensi dari sebuah elemen *peltier* yang dapat ditentukan dengan memasukkan nilai temperatur pada kondisi panas dan dingin. Nilai efisiensi dapat juga ditentukan jika nilai arus ( $I$ ), tegangan ( $V$ ) dan banyaknya kalor yang masuk ( $Q_{hot}$ ) diketahui.

$$E = \frac{I \cdot V}{Q_{hot}} \quad (1)$$

Sedangkan grafik hubungan suhu dan tegangan ditunjukkan pada Gambar 3 berikut. Grafik di atas menunjukkan

hubungan antara perbedaan suhu dengan besarnya tegangan yang dihasilkan.



Gambar 3 Grafik hubungan perbedaan suhu dan tegangan yang dihasilkan

### III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### A. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui potensi elemen peltier TEG (Thermoelectric Generator) sebagai transducer untuk mengkonversi panas mesin mobil menjadi tegangan listrik.
2. Memanfaatkan energi panas mesin mobil yang selama ini terbuang secara percuma.

#### B. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengurangi beban kerja baterai mobil sebagai satu-satunya sumber tegangan yang ada di dalam mobil.
2. Memperpanjang life time baterai mobil dengan mengurangi beban kerjanya.
3. Memanfaatkan energi panas mesin mobil sebagai sumber sumber tegangan untuk power bank charger.

Sehingga dengan semakin banyaknya peralatan elektronik yang ada didalam mobil tidak menambah beban kerja baterai mobil.

### IV. METODE PENELITIAN

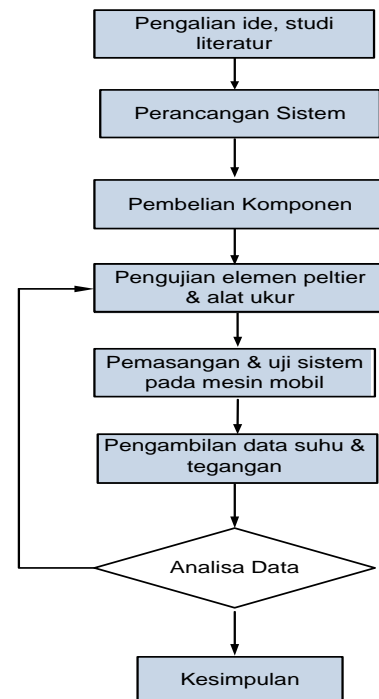
Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *eksperiment (Research Method)*. Pengumpulan data dilakukan dengan mengadakan penelitian secara langsung pada obyek penelitian. Selanjutnya data yang telah dihasilkan tersebut akan dianalisis dengan menggunakan analisis statistik diagram batang untuk mengamati hubungan antara perbedaan temperatur ( $\Delta T$ ) antara sisi panas (*hot side*) dan sisi dingin (*cold side*) elemen peltier dengan tegangan yang dihasilkan. Dokumentasi pengukuran dan pengambilan data suhu dan tegangan dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah berikut.

Sedangkan diagram alir metodologi penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5. Dari diagram alir tersebut, jika didapatkan data tidak valid yang biasanya diketahui setelah analisa data, akan dilakukan lagi pengujian elemen peltier dan alat ukur.



Gambar 4. Pengambilan data suhu dan tegangan elemen peltier

Sistem yang diuji kemudian akan dipasang kembali pada mesin mobil yang panas dan selanjutnya akan dilakukan pengukuran dan pengambilan data ulang. Analisa data juga akan dilakukan ulang untuk mendapatkan kesimpulan yang tepat.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

## V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Pengambilan data tegangan keluaran elemen peltier dan perbedaan suhu yang terjadi diantara kedua sisi nya (sisi panas dan sisi dingin) dilakukan sebanyak tiga kali sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

### A. Hasil Penelitian

Tabel 1 merupakan percobaan pertama untuk pengambilan data suhu kedua sisi elemen peltier dan tegangan keluarannya. Data suhu kedua sisi elemen peltier dan tegangan keluaran diambil secara manual tiap menit. Pengambilan data suhu riil dilakukan dengan menggunakan infrared thermoelektrik dan tegangan keluaran diambil dengan menggunakan multimeter digital. Sistem *infrared thermoelectric* memudahkan pengukuran suhu dengan hanya menembakkan infrared ke bodi benda yang akan diukur suhunya.

TABEL I  
PERCOBAAN 1: PENGAMBILAN DATA SUHU DAN TEGANGAN

Waktu (menit)	Suhu Sisi Panas (°C)	Suhu Sisi Dingin (°C)	Tegangan (mVolt)
1	52.4	44.4	88
2	59	40	121.2
3	55.7	46.6	100.5
4	54.4	46.4	97
5	55.2	54.2	125
6	54.5	57	97
7	56	49	157
8	55	47	95.9
9	54	46	94
10	55.5	47	122

Tabel II merupakan percobaan kedua untuk pengambilan data suhu kedua sisi elemen peltier dan tegangan keluarannya. Sedangkan Tabel III menunjukkan hasil pengambilan data suhu dan tegangan keluaran elemen peltier pada percobaan ketiga.

TABEL II  
PERCOBAAN 2: PENGAMBILAN DATA SUHU DAN TEGANGAN

Waktu (menit)	Suhu Sisi Panas (°C)	Suhu Sisi Dingin (°C)	Tegangan (mVolt)
1	53.3	47	103
2	54	48	182
3	54	46	114
4	50	47	100
5	52	48	102
6	53	47	104
7	54	46	140
8	53	47.8	112
9	53.8	47.5	117

TABEL III  
PERCOBAAN 2: PENGAMBILAN DATA SUHU DAN TEGANGAN

Waktu (menit)	Suhu Sisi Panas (°C)	Suhu Sisi Dingin (°C)	Tegangan (mVolt)
1	33.5	31.1	40
2	33.9	31.9	37
3	34	32	33
4	34.9	31.4	53
5	36	32	59
6	36.2	33.4	62
7	38.2	34.2	70
8	38.2	35.2	57

Dari data suhu dan tegangan pada tabel diatas, terlihat bahwa ketika suhu pada sisi panas dan sisi dingin elemen peltier beranjak naik, dengan derajat kenaikan yang berbeda sehingga menyebabkan kenaikan perbedaan suhu ( $\Delta T$ ), akan menyebabkan naiknya tegangan keluaran elemen peltier secara signifikan. Kenaikan tegangan pada salah satu sisi elemen atau keduanya yang tidak memperbesar perbedaan suhu ( $\Delta T$ ) antara kedua sisi nya tidak menyebabkan kenaikan tegangan keluaran, walaupun ada kenaikan tegangan kenaikannya sangat kecil. Perbedaan suhu ( $\Delta T$ ) pada kedua sisi elemen akan meningkat signifikan saat gasnya mobil beranjak naik yang ditandai dengan suara mesin yang semakin kencang terdengar. Pada saat ini tegangan keluaran elemen peltier akan meningkat secara signifikan. Sebaliknya setelah mesin kembali berjalan normal,  $\Delta T$  kembali turun secara perlahan, akan menyebabkan turunnya tegangan keluaran elemen peltier secara signifikan.

Pada preliminary study ini belum digunakan pemisah antara sisi panas dan sisi dingin elemen peltier, sehingga suhu sekitaran memberikan pengaruh pada suhu sisi dingin elemen walaupun sisi dinginnya sudah direkatkan dengan heatsink untuk mengurangi panas. Peralatan dan cara pengambilan data yang diterapkan masih manual sehingga human error sangat berpengaruh pada keakuratan data yang didapatkan.

### B. Luaran Yang Dicapai

Adapun luaran yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data potensi elemen peltier TEG (*thermoelectric generator*) untuk konversi panas mesin mobil menjadi sumber tegangan listrik DC.
2. Pengurangan beban kerja baterai mobil dengan penerapan hasil penelitian ini.
3. Dapat dijadikan sebagai informasi baru dalam pembelajaran tentang pengaplikasian elemen peltier sebagai pengkonversi energi panas mesin mobil menjadi energi listrik DC.

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari studi awal yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari pengambilan data perbedaan suhu antara kedua sisi elemen dan tegangan yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa elemen peltier TEG yang diterapkan pada mesin mobil yang panas mempunyai potensi untuk dijadikan sebagai sumber tegangan DC yang ramah lingkungan.
2. Pada suhu kisaran antara 52.4 °C – 56 °C pada sisi panas elemen dan suhu antara 40 °C – 54.2 °C pada sisi dingin elemen dapat diperoleh tegangan minimum 88 mV dan maksimum sebesar 190 mV.
3. Tegangan terbesar diperoleh ketika suhu beranjak naik, kenaikan sedikit  $\Delta T$  (suhu perbedaan sisi panas dan sisi dingin) memberikan kenaikan tegangan DC keluaran yang signifikan. Sebaliknya, penurunan  $\Delta T$  memberikan penurunan yang signifikan pada tegangan keluaran yang dihasilkan elemen peltier.

### B. Saran

Adapun saran untuk penelitian lanjutan dengan topik ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data dengan menggunakan data logger perlu dilakukan untuk menghindari human error sehingga data yang didapat lebih akurat.
2. Diperlukan ruang pembatas antara sisi panas dan sisi dingin dari elemen peltier untuk mengurangi pengaruh suhu sekitaran pada sisi dinginnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada P3M Politeknik Negeri Jember yang melalui sumber dana PNBP 2017 telah memberikan bantuan untuk penyelenggaraan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada program studi teknik energi terbarukan yang telah memberikan fasilitas peralatan dan laboratorium sehingga terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] [https://id.wikipedia.org/wiki/Generator\\_termoelektrik](https://id.wikipedia.org/wiki/Generator_termoelektrik) (diakses tanggal 23 Juli 2017)
- [2] Sherly Klara dan Sutrisno, “Pemanfaatan Panas Gas Buang Mesin Diesel Sebagai Energi Listrik,” Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK), vol.14, no.1, Januari - Juni 2016.
- [3] J. Richard Buist and Paul G. Lau. Thermoelectric Power Generator Design and Selection from TE Cooling Module Specifications. TE Technology, Inc., 1590 Keane Drive, Traverse City, MI 49686 USA.
- [4] Rahardjo Tirtoatmodjo, “Pemanfaatan Energi Gas Buang Motor Diesel Stasioner untuk Pemanas Air,” Jurnal Teknik Mesin, vol.1, pp. 24-29.
- [5] S. Roundy, E. S. Leland, J. Baker, E. Carleton, E. Reilly, E. Lai, B. Otis, J. M. Rabaey, P. K. Wright, “Improving Power Output for