

## RANCANG BANGUN KONTRUKSI TEG (THERMOELECTRIC GENERATOR) PADA KNALPOT UNTUK PENGISIAN AKI SEPEDA MOTOR

Riezaldy Octarico S<sup>1</sup>, Muhammad Andreansyah Nur A<sup>2</sup>, Aris Heri Andriawan<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. (031) 5931800

E-mail: riezaldyoctarico@gmail.com<sup>1</sup>, afanda.nur@gmail.com<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Pada perkembangan teknologi kini, banyak dicanangkan berbagai energi alternatif dan energi baru terbarukan untuk mengurangi dampak terjadinya pemanasan global. Namun ketersediaan sumber energi baru terbarukan di Indonesia masih belum termanfaatkan secara maksimal. thermoelectric adalah salah satu solusi dalam mengatasi masalah energi yang selalu bertambah dari tahun ke tahun seiring dengan kemajuan teknologi. Teknologi thermoelectric bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung (thermoelectric generator). Disisi lain Perkembangan sepeda motor di Indonesia semakin meningkat, Salah satu teknologi yang bisa mengkonversi langsung limbah panas gas buang sepeda motor menjadi energi listrik adalah energi TEG thermo elektrik generator. makadari itu tujuan penulis melakukan penelitian ini adalah merancang kontruksi generator TEG untuk dipasangkan pada knalpot sepeda motor dengan maksud sebagai penyuplai accu sepeda motor untuk sumber kelistrikan cadangan apabila accu mengalami kehabisan daya saat mensuplai kelistrikan sepeda motor. pada penelitian ini dimana Panas knalpot berfungsi sebagai pemanas heatsink, yang kemudian panas tersebut dapat diserap oleh Thermoelectric kemudian Thermoelektrik menerima panas dan membuang panas yang menyebabkan terjadi efek seebeck sehingga thermoelektrik dapat menghasilkan daya listrik. Hasil pada penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa akurasi tegangan yang dihasilkan dari TEG menunjukkan nilai maksimal yakni 5.8 Volt DC dengan Delta T 61 menempuh jarak 14 Kilometer, sedangkan TEG mengeluarkan rata-rata arus sebesar 0.07 ampere dengan pengisian penuh yakni 71.4 jam. Jika dibandingkan dengan kiprok yang menghasilkan arus 0.5 Ampere dengan pengisian penuh 10 jam, maka pengisian dengan kiprok sepeda motor lebih efisien daripada dengan TEG

*Kata Kunci: Termoelektrik Generator, Heatsink, CoolSink, Boost Konverter, Accu.*

## I PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Energi merupakan suatu obyek yang dapat berpindah akibat adanya reaksi fundamental, tetapi energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan. Kini ketersediaan energi listrik di negara Indonesia semakin terus berkurang. Hal ini disebabkan oleh terus berkurangnya sumber energi, akibat adanya ketidakseimbangan antara kebutuhan yang diinginkan dengan jumlah energi yang tersedia. Pada beberapa tahun mendatang diperkirakan kebutuhan energi akan bertambah sekitar 40 persen dari kebutuhan saat ini [1]. Sebagai salah satu alternatif untuk menangani masalah tersebut, thermoelectric adalah salah satu solusi dalam mengatasi masalah energi yang selalu bertambah dari tahun ke tahun seiring dengan kemajuan teknologi. Modul thermoelectric generator bekerja berdasarkan prinsip kerja dari efek seebeck [2], Sejarah dari fenomena termoelektrik adalah seorang ilmuwan berasal dari Jerman, tahun 1821 Thomas Johann Seebeck. Fenomena tersebut kemudian dikenal dengan efek Seebeck. Pada tahun 1934 Jean Charles Peltier memberikan inspirasi pada penemuan Seebeck dengan mengalirkan listrik pada dua buah logam yang direkatkan dalam sebuah rangkaian, ketika arus

listrik dialirkan, terjadi penyerapan panas pada kedua logam tersebut dan pelepasan panas. Kemudian dikenal dengan efek Peltier [3].

Termoelektrik dapat mengkonversikan perbedaan temperatur menjadi besaran listrik secara langsung namun TEG masih memiliki beberap kekurangan, yakni memiliki nilai efisiensi yang rendah yaitu 10%. Hal-hal yang membuat efisiensi berkurang adalah panas yang dikonveksikan pada TEG tidak terserap secara sempurna serta sistem pendinginan yang tidak sempurna sehingga TEG tidak dapat bekerja secara maksimal.

Di sisi lain perkembangan sepeda motor di Indonesia dari tahun ke tahun meningkat, Banyaknya populasi sepeda motor tersebut, terdapat potensi limbah bahan bakarnya sebagai cara mengurangi konsumsi BBM tersebut. Salah satu teknologi yang bisa mengkonversi langsung limbah panas gas buang sepeda motor menjadi energi listrik adalah energi TEG thermo elektrik generator.

## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.2 Thermoelektrik Generator

Komponen termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau dengan

fungsi sebaliknya yaitu dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk memperoleh listrik komponen termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam suatu rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin.



Gambar 1. Termoelektrik Generator

Prototipe yang dirancang akan menghasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis dan jumlah bahan yang digunakan. Kerja pendingin termoelektrik pun tidak jauh berbeda. Jika komponen termoelektrik di aliri listrik, panas yang ada di sekitarnya akan diserap. Dengan demikian untuk mendinginkan udara, tidak perlu menggunakan kompresor pendingin seperti halnya mesin-mesin pendingin konvensional namun yang sering terjadi permasalahan untuk termoelektrik adalah untuk mendapatkan bahan yang mampu bekerja pada suhu tinggi [4].

## 2.2 Material Semikonduktor

Material semikonduktor menjadi komponen yang penting dalam termoelektrik sebagai pengubah energi panas menjadi energi listrik. Terdapat dua jenis material semikonduktor, yaitu tipe-p dan tipe-n. Material semikonduktor disebut tipe-p jika memiliki pembawa muatan yang bernilai positif sedangkan tipe-n jika memiliki pembawa muatan yang bernilai negatif [5].

Efek termoelektrik yakni suatu peristiwa pengkonversian secara langsung dari energi panas menjadi energi listrik atau sebaliknya karena beda suatu material. Material generator termoelektrik terbuat dari bahan semikonduktor dari tipe-p dan tipe-n. Material tipe-p adalah material yang kekurangan electron dan tipe-n adalah kelebihan electron. Ketika material tersebut diberikan beda suhu, maka electron akan bergerak dari sisi panas menuju sisi yang bersuhu lebih dingin. Pengkonversian dari beda suhu menjadi energi listrik disebut sebagai efek Seebeck. Konduktor pada termokopel yang merupakan dua logam yang berbeda dan dinotasikan sebagai material X dan Y. apabila pada termokopel B diberikan panas sebesar  $T_h$  dan termokopel A lebih dingin pada suhu  $T_c$ , maka akan timbul tegangan ( $V_0$ ) pada terminal T1 dan T2.

## 2.2 Prinsip Kerja Termoelektrik

Termoelektrik merupakan salah satu teknologi *solid state* di mana pada termoelektrik ini tidak ada bagian yang bergerak ataupun fluida yang mengalir dan relative lebih ramah lingkungan. Kinerja termoelektrik dapat diukur melalui *figure of merit* atau  $Z$  yang merupakan kombinasi dari sifat-sifat material termoelektrik. Sifat-sifat yang menandakan bahwa material termoelektrik tersebut baik adalah konduktivitas elektrik yang tinggi, koefisien *Seebeck* yang besar, dan konduktivitas termoelektrik yang rendah. Konduktivitas elektrik tinggi ditujukan untuk mengurangi pemanasan Joule, maksudnya untuk mengurangi peningkatan temperatur yang diakibatkan dari tahanan listrik ketika arus mengalir melaluinya.

## 2.3 Sensor Suhu Termometer Digital

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu. Istilah termometer berasal dari bahasa Latin *thermo* yang berarti panas dan *meter* yang berarti untuk mengukur. Prinsip kerja termometer ada bermacam-macam, yang paling umum digunakan adalah termometer air raksa. Pada penelitian kali ini berencana menggunakan alat ukur sensor suhu termometer digital.



Gambar 2 . Sensor Suhu

## 2.4 Heatsink

*Heatsink* adalah logam dengan design khusus yang terbuat dari aluminium atau tembaga (bisa merupakan kombinasi kedua material tersebut yang berfungsi untuk memperluas transfer panas. Biasanya terbuat dari aluminium dan dapat dipadukan dengan pemakaian fan pada heatsink untuk mengoptimalkan penyerapan panas yaitu dengan mengalirkan panas dari heatsink ke luar.

## 2.5 Volt Amperemeter

Voltmeter adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur besaran tegangan atau beda potensial listrik antara dua titik pada suatu rangkaian listrik yang dialiri arus listrik. Amperemeter adalah alat ukur arus listrik yang digunakan untuk mengukur besarnya kuat arus listrik yang terdapat dalam sebuah rangkaian tertutup. Amperemeter terdiri dari sebuah galvanometer yang terdiri atas arus, sebuah magnet, sebuah kumparan kawat, sebuah pegas spiral, sebuah jarum penunjuk, dan sebuah skala kalibrasi. Sebuah amperemeter mempunyai batas ukur tertentu. Agar amperemeter dapat digunakan untuk mengukur kuat arus yang lebih besar dari pada batas ukurnya, maka harus

ditambahkan suatu hambatan yang dipasang paralel dengan amperemeter yang disebut hambatan Shunt. Amperemeter bisa dibuat atas susunan mikroamperemeter dan shunt yang fungsinya yaitu untuk deteksi arus pada rangkaian baik arus yang kecil, sedangkan untuk arus yang besar ditambahkan dengan menggunakan hambatan shunt. Kinerja Amperemeter sesuai dengan gaya Lorentz gaya magnetis.

## 2.6 Accu kering GT6A

Accu kering adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversible adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (Proses Pengisian), pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel. Tiap sel baterai terdiri dari dua macam elektroda yang berlainan yaitu elektroda positif dan elektroda negative yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia.

## 2.7 Regulator Tegangan

Regulator tegangan adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan pada nominal tertentu. Regulator tegangan memiliki tiga buah terminal yaitu terminal input ( $V_{in}$ ) yang terhubung ke sumber, terminal output ( $V_{out}$ ) yang dihubungkan ke beban dan terminal ground (GND) yang terhubung ke ground.

## 2.8 Boost Converter

Boost Converter adalah sebuah teknik Power supply switching Step-Up yang merupakan konverter daya dari DC ke DC dengan tegangan output lebih besar dari tegangan input. Ini merupakan teknik switched-mode power supply (SMPS) yang mengandung setidaknya dua semikonduktor switching (dioda dan transistor) dan setidaknya satu elemen penyimpanan energi seperti kapasitor, induktor, atau kombinasinya. Filter biasanya terbuat dari kapasitor (namun kadang-kadang berada dalam kombinasi dengan induktor juga) biasanya ditambahkan untuk output konverter sehingga dapat mengurangi riak tegangan output.

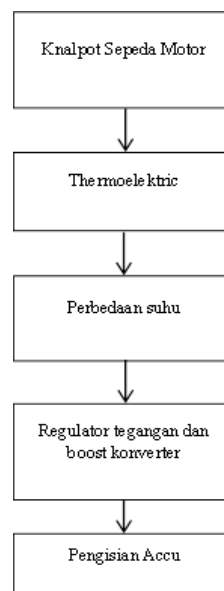


Gambar 3. Boost Converter

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Blok diagram

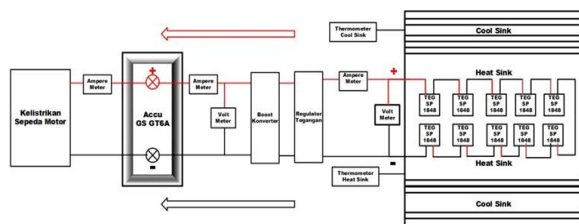
Dari gambar dibawah dimana panas knalpot berfungsi sebagai pemanas heatsink, yang kemudian panas tersebut dapat diserap oleh Thermoelectric kemudian termoelektrik menerima panas dan membuang panas yang menyebabkan terjadi efek Seebeck sehingga termoelektrik bisa menghasilkan daya listrik. Lalu regulator tegangan dan Boost konverter sebagai penyetabil tegangan dan menaikkan tegangan menjadi 13.2 VDC, Accu dengan tegangan 12 V akan terisi oleh termoelektrik sehingga mampu untuk mengisi accu. Accu yang sudah terisi maka akan menjadi sumber utama kelistrikan sepeda motor, tanpa harus dilakukan charging dengan adaptor.



Gambar 4 : Blok diagram penelitian

### 3.2 Rangkaian Termoelektrik Generator

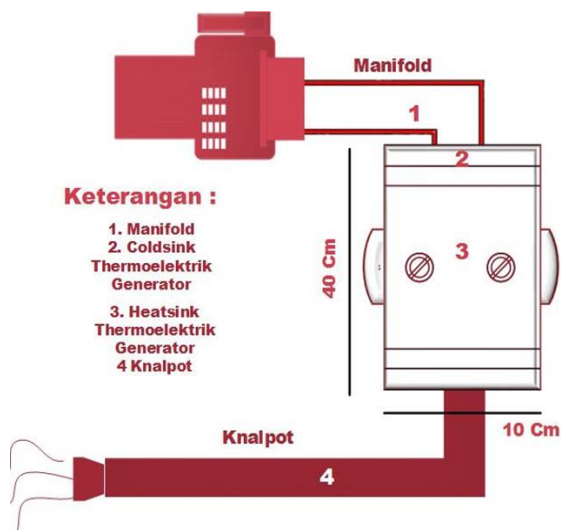
Pada penelitian ini termoelektrik generator menggunakan rangkaian seri karena rangkaian seri ialah suatu rangkaian yang semua bagian-bagiannya dihubungkan berurutan, sehingga setiap bagian dialiri oleh arus listrik yang sama. Rangkaian ini disebut juga rangkaian tunggal. Kuat arus yang mengalir selalu sama disetiap titik disepanjang rangkaian. Pada saat termoelektrik generator dirangkai secara seri tegangan yang dihasilkan akan lebih besar dibandingkan oleh rangkaian paralel dan campuran. Pada rancangan dipasang termometer digital untuk mendeteksi suhu yang dihasilkan pada sisi panas dan sisi dingin, Serta dipasang volt meter dan ampere meter pada setiap alur rangkaian agar bisa membaca atau mengetahui nilai tegangan dan arus keluaran dari TEG ke Regulator tegangan, Arus dan tegangan pengisian dari Boost konverter ke Accu serta mengetahui arus pengisian dari accu ke beban kelistrikan sepeda motor.



Gambar 5 : Rangkaian Termoelektrik Generator

### 3.3 Desain Alat dan Pembuatan Tempat TEG

Pada rangkaian keseluruhan Modul Termoelektrik Generator dengan tipe SP 1848 tergambar pada gambar 4 dimana Setelah merangkai semua komponen yang digunakan untuk sistem prototipe pembangkit listrik dengan termoelektrik generator, maka dengan ini kami membuat desain yang dapat bekerja secara maksimal.



Gambar 6 : Desain Alat

### 3.4 Perhitungan TEG yang digunakan untuk mensuplai accu

Sebelum melakukakan perancangan alat maka akan dilakukan skema perhitungan terlebih dahulu untuk penentuan jumlah thermoelectric yang dapat digunakan untuk melakukan pengisian accu kering pada sepeda motor dimana dari hasil percobaan satu TEG didapatkan data percobaan pada suhu knalpot sisi panas yakni 60°, 96° 102°, 109°, 111°, 115° Data percobaan pada suhu knalpot sisi dingin yakni 50°, 60°, 63°, 64°, 65° 67°, jika di buat perhitungan maka

$$\text{Nilai Rata - rata suhu sisi panas} = \frac{60+96+102+109+111+115}{6} = 98.9^\circ$$

$$\text{Nilai Rata - rata suhu sisi dingin} = \frac{50+60+63+64+65+67}{6} = 61.5^\circ$$

$$\Delta T = \text{rata rata suhu sisi panas} - \text{rata rata suhu sisi dingin} = 98.9 - 61.5 = 37.3^\circ$$

$$\text{Jumlah TEG yang diperlukan} = \frac{\text{Tegangan baterai}}{\text{Tegangan Keluaran TEG}} = \frac{12 \text{ VDC}}{1.20} = 10 \text{ TEG}$$

## IV HASIL PENGUJIAN ALAT

### 4.1 Pengujian Tegangan Output Thermoelectric Generator

Pada pengujian ini akan dilakukan dengan menggunakan 10 TEG yang dirangkai seri adapun maksud dirangkai seri yakni untuk mencari tegangan yang sesuai dengan tegangan suplai pada Accu. Pada pengujian ini dilakukan dengan mengendarai motor sejauh 14 Kilometer, dari kapasari pendukuhan sampai dengan bundaran Waru perbatasan Sidoarjo dan Surabaya, yang dilakukan pada malam hari dimaksudkan untuk mencari panas *heatsink* yang maksimal dan dingin *Coolsink* yang maksimal juga.

Berikut data yang didapat :

NO	Suhu		$\Delta$ T	Tegangan (V)	Jarak (Meter)	Waktu (Menit)
	(Celcius)					
	Panas	Dingin				
1.	40°	29°	11	0.9	500	2
2.	46°	29°	17	1.4	1000	4
3.	53°	31°	22	1.8	1500	7
4.	62°	32°	30	2.4	2000	9
5.	70°	33°	37	2.9	2500	12
6.	77°	34°	43	3.6	3000	15
7.	77°	33°	44	3.8	3500	16
8.	78°	33°	45	4.1	4000	17
9.	77°	32°	45	4.2	4500	19
10.	80°	33°	47	4.3	5000	20
11.	83°	37°	46	4.2	5500	23
12.	83°	34°	49	4.3	6000	24
13.	84°	34°	50	4.5	6500	25
14.	86°	34°	52	4.7	7000	27
15.	86°	33°	53	4.8	7500	28
16.	89°	35°	54	5.1	8000	30
17.	91°	36°	55	5.2	8500	32
18.	92°	36°	56	5.3	9000	34
19.	93°	36°	57	5.4	9500	36
20.	92°	35°	57	5.4	10000	37
21.	93°	37°	56	5.3	10500	40
22.	92°	35°	57	5.4	11000	41
23.	93°	35°	58	5.5	11500	42
24.	95°	36°	59	5.6	12000	44
25.	93°	37°	58	5.5	12500	47
26.	96°	36°	60	5.7	13000	49
27.	96°	36°	60	5.7	13500	52
28.	98°	37°	61	5.8	14000	55

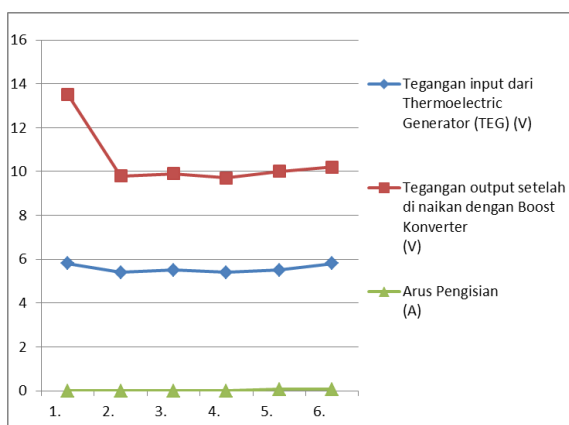
Dimana Kolom Biru menunjukkan pemberhentian depan Stasiun Gubeng lama, kolom kuning berhenti di Ngagel dekat POM Bensin, kolom silver berhenti di depan RSAL, Kolom Hijau berhenti di depan CITO Bundaran Waru dan kolom merah nilai *output Boost Konverter* 13.5 VDC

Pada pengujian diatas menunjukkan nilai maksimal yakni 5.8 Volt DC dengan Delta T 61 menempuh jarak 14 Kilometer. Nilai 5.8 Volt akan di stabilkan menjadi 5 Volt pada regulator tegangan untuk mensuplai boost konverter sehingga mendapatkan tegangan yang di inginkan untuk mensuplai Accu yakni 13.5 Volt.

#### 4.2 Pengujian Arus Pengisian pada Accu

Pengujian arus pengisian accu dilakukan dengan menyambungkan kabel output ke accu untuk mengetahui nilai arus yang didapat dari pengujian arus pengisian, berikut tabel pengisian Accu menggunakan TEG :

No	Tegangan input dari Thermoelectric Generator (TEG) (V)	Tegangan output setelah di naikan dengan Boost Konverter (V)	Arus Pengisian (A)
1.	5.8	13.5	0
2.	5.4	9.8	0.08
3.	5.5	9.9	0.07
4.	5.4	9.7	0.07
5.	5.5	10	0.07
6.	5.8	10.2	0.07



Tegangan output dari Boost konverter yang awalnya 13.5 V DC dengan keadaan tanpa beban, perlahan mengalami penurunan pada saat pengisian, dimana yang dijelaskan pada perhitungan suplai tegangan dan arus pengisian, bahwa kapasitas dari accu yakni 5 AH. Dengan rumus pengisian sesuai SPLN yakni  $C/10$ , sedangkan pada pengujian TEG mengeluarkan rata-rata arus sebesar 0.07 Ampere. Maka didapatkan  $5 \text{ AH} / 0.07 \text{ Ampere} = 71.4 \text{ Jam}$  atau sekitar 3 Hari pengisian tanpa berhenti.

#### 4.3 Perbandingan pengisian TEG dengan pengisian pada Kiprok motor setelah dilakukan pengujian

Setelah dilakukan pengujian tegangan dan arus pengisian pada Thermalelectric Generator (TEG) maka dilakukan perbandingan dengan arus pengisian pada kiprok motor, dimana pada pengisian kiprok didapatkan sebagai berikut :

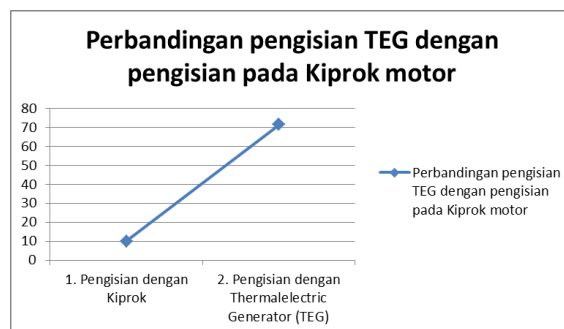
No	Keterangan	Spesifikasi
1	Tipe	Megapro 2005
2	Tegangan	12 V – 14V DC
3	Arus pengisian	0.5 A

$$\text{Lama pengisian accu dengan kiprok} = \frac{\text{Kapasitas accu}}{\text{Arus pengisian}} = \frac{5 \text{ AH}}{0.5 \text{ A}} = 10 \text{ jam}$$

Dan pada pengisian termoelektrik generator didapatkan sebagai berikut :

No	Keterangan	Spesifikasi
2	Tipe	SP1848
3	Tegangan	13.2 V DC
5	Arus pengisian	0.07 A

$$\text{Lama pengisian accu dengan TEG} = \frac{\text{Kapasitas accu}}{\text{Arus pengisian}} = \frac{5 \text{ AH}}{0.07 \text{ A}} = 71.4 \text{ jam}$$



Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa tingkat efisiensi pengisian accu lebih baik menggunakan kiprok sepeda motor langsung sebagai suplai utama dengan lama pengisian 10 jam dalam keadaan tegangan stabil 12—14VDC, sedangkan TEG hanya bisa digunakan sebagai suplai cadangan dengan lama pengisian 71 jam dengan keadaan tegangan stabil 5.8 VDC yang dinaikan menjadi 13.5 VDC dan harus dalam keadaan stabil.

## V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan tahap yang telah dilakukan mulai dari perancangan, pengujian, sampai dengan analisa data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Sistem kerja pada TEG yakni memanfaatkan perbedaan suhu antara suhu

panas pada Heatsink dan suhu dingin pada Coolsink kemudian mengeluarkan tegangan yang dinaikan dengan boost konverter sehingga mampu memenuhi tegangan yang dibutuhkan oleh Accu

2. Akurasi tegangan yang dihasilkan dari TEG menunjukkan nilai maksimal yakni 5.8 Volt DC dengan Delta T 61 menempuh jarak 14 Kilometer, sedangkan TEG mengeluarkan rata-rata arus sebesar 0.07 ampere dengan pengisian penuh yakni 71.4 jam. Jika dibandingkan dengan kiprok yang menghasilkan arus 0.5 Ampere dengan pengisian penuh 10 jam, maka termoelektrik generator TEG tidak seberapa efisien untuk dibuat sebagai penyuplai utama jika dibandingkan dengan pengisian menggunakan kiprok sepeda motor.

## 5.2 Saran

Agar dapat dikembangkan pada tahap selanjutnya, penulis ingin memberikan saran sebagai berikut :

1. Lebih banyak menggunakan Thermoelectric Generator (TEG) untuk bisa mengisi accu lebih cepat.
2. Untuk membuat Thermoelectric Generator (TEG) menjadi lebih maksimal dalam mengeluarkan tegangan maka bisa ditambahkan tabung air pada sisi Coolsink.

## VI Pustaka

- [1] Sukur, Edi. *"Melirik Teknologi Termoelektrik sebagai Sumber Energi Alternatif"*, Kompas. 2004.
- [2] Riffat, S.B. and Ma, X. *"Thermoelectrics: A Review of Present and Potential Applications Applied Thermal Engineering"*, VOL 23, Hal 913-935.2003.
- [3] Yudhipri. *"Termoelektri Energi Panas Menjadi Listrik"*  
<https://yudhipri.wordpress.com/2010/07/05/termoelektrik-energi-panasmenjadi-listrik/> (Diakses : 9 November 2019)
- [4] Klara, Sherly dan Sutrisno. *"Pemanfaatan Panas Gas Buan Mesin Diesel Sebagai Energi Listrik"*. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRKT) Volume 14, Nomor 1, Januari – Juni. 2016.

- [5] Vasquez, J. dkk. *"State of the art of Thermoelectric Generator Based on Heat Recovered from the Exhaust Gases of Automobiles"*. Journal. Universidad Pontificia Comillas. 2002.