ARTIKEL

Analisa Variasi Temperatur Dan Jumlah Elemen *Peltier* Terhadap *Output* Arus TEG Pada Tungku Peleburan Logam Bekas

Oleh:

IRMA MAR'ATUS SHOLIHAH

14.1.03.01.0142

Dibimbing oleh :

1. **Irwan Setyowidodo, M.Si.**
2. **Am. Mufarrih, M.T.**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2018

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap	: Irma Mar'atus Sholihah
NPM	: 14.1.03.01.0142
Telepun/HP	: 085646343310
Alamat Surel (Email)	: irma03chan@gmail.com
Judul Artikel	: Analisa Variasi Temperatur Dan Jumlah Elemen Perliter Terhadap *Output* Arus TEG Pada Tungku Peleburan Logam Bekas
Fakultas – Program Studi	: FT – Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 76 Mojoroto Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa:

a. Artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;
b. Artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 13 Agustus 2018
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Irwan Setyowidodo, M.Si NIDN 0701098404	Ami Mufarrih, M.T NIDN 0730048904	Irma Mar'atus Sholihah NPM 14.1.03.01.0142

Analisa Variasi Temperatur Dan Jumlah Elemen Perliter Terhadap *Output* Arus TEG Pada Tungku Peleburan Logam Bekas

IRMA MAR'ATUS S.
14.1.03.01.0142
FT – Teknik Mesin
Irma03chan@gmail.com
Irwan Setyowidodo, M.Si[1] dan Am. Mufarrih, M.T[2]

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Banyaknya industri kecil menengah peleburan logam yang proses kerjanya menghasilkan energi panas buang yang besar. Sedangkan dalam masa ini kebutuhan energi semakin meningkat. Terutama energi listrik. Adapun cara untuk memanfaatkannya adalah dengan menggunakan TEG (*Thermoelectric Generator)* yang fungsinya adalah mengubah panas menjadi listrik dengan memanfaatkan perbedaan temperatur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi temperatur dinding tungku pelebur terhadap besar *output* arus TEG pada tungku peleburan logam bekas. Serta untuk mengetahui bagaimana pengaruh jumlah elemen *peltier* terhadap besar *output* arus TEG pada tungku peleburan logam bekas. Metode penelitian yang digunakan adalah rancangan faktorial L_{10} dengan replikasi 3 kali dan analisa data menggunakan ANOVA *Two Way*. Berdasarkan hasil data penelitian didapat kesimpulan sebagai berikut P-value temperatur dinding tungku = $0.00 < 0.05$ yang artinya ada pengaruh terhadap *output* arus TEG. Temperatur dinding yang paling optimal adalah 480 ºC menghasilkan *output* arus TEG sebesar 168 mA. Peningkatan temperatur dinding tungku peleburan logam bekas meningkatkan output arus TEG. *P- value* jumlah elemen peltier = $0.49 > 0.05$ yang artinya tidak pengaruh terhadap *output* arus TEG.

Kata Kunci : Arus, Elemen *Peltier*, Temperatur, Tungku

I. LATAR BELAKANG

Industri kecil dan menengah pengolahan logam bekas di Indonesia seiring berjalannya waktu semakin banyak. Perlu diketahui, saat ini sudah terdapat 300 unit usaha di sentra IKM logam Ceper dengan kemampuan produksi sebesar 3000 ton per-bulan dan serapan tenaga kerja mencapai 3.200 orang (Kemenperin, 2017). Industri peleburan logam membutuhkan temperatur tinggi untuk melelehkan logam bekas yang dikerjakan serta memerlukan waktu peleburan lama bergantung pada jenis logam bekasnya. William D. Callister (2006) dalam bukunya menyebutkan bahwa titik leleh aluminium adalah 660°C atau 1220° F. Saat ini industri peleburan logam yang menjamur membuat banyak sekali energi panas yang terbuang sia-sia, sedangkan pada masa ini energi harus diolah secara efisien karena kebutuhan energi listrik semakin besar.

Thermoelectric Generator (TEG) merupakan teknologi yang dapat langsung mengubah perbedaan temperatur menjadi tegangan listrik. Pemanfaatan panas buang dari tungku pelebur dapat menambahkan daftar energi alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi krisis energi pada masa ini. Beberapa kelebihan dari TEG ini antara lain adalah, sangat dapat diandalkan, tanpa suara saat dioperasikan karena tidak memiliki bagian mekanik yang bergerak, tidak membutuhkan pemeliharaan lebih, sederhana, kompak dan aman, memiliki ukuran yang sangat kecil dan sangat ringan, mampu beroperasi pada suhu tinggi, mampu beroperasi untuk skala kecil dan lokasi terpencil, ramah lingkungan, dan sumber energi yang fleksibel. Kelebihan-kelebihan tersebut menyebabkan studi mengenai aplikasi generator thermoelektrik banyak dilakukan Ismail, dkk. (2009). TEG ini mempunyai kekurangan yaitu pada efisiensi yang rendah, namun jika TEG digunakan untuk mengubah panas buang menjadi energi listrik efisiensi yang rendah pada TEG dapat dihiraukan.

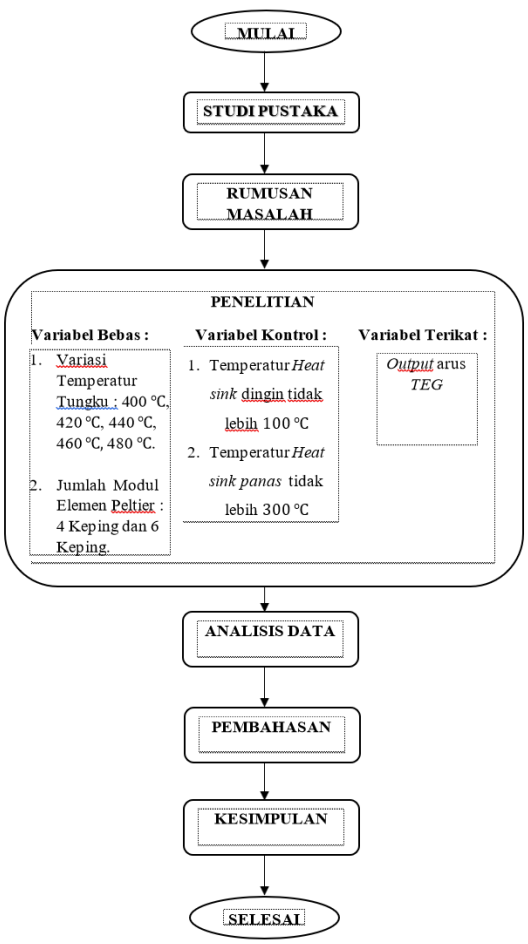
Penelitian sebelumnya tentang analisis TEG sudah banyak dilakukan diantaranya : hasil penelirian oleh Hafidh (2016) berkesimpulan bahwa a. Untuk rangkaian kombinasi kubus *peltier* 2 : 4 (2 sebagai penghasil panas dan 4 sebagai generator) dengan memberikan tegangan 12 V dan arus 2,9 A hanya menghasilkan tegangan 0,45 V dan arus 0,0007 A.; b. Untuk rangkaian kombinasi kubus *peltier* 4 : 2 (4 sebagai penghasil panas dan 2 sebagai generator) dengan memberikan tegangan 12 V dan

arus 5,5 A hanya menghasilkan tegangan 0,55 V dan arus 0,00093 A.; c. Untuk rangkaian kombinasi kubus *peltier* 3 : 3 (3 sebagai penghasil panas dan 4 sebagai *generator*) dengan memberikan tegangan 12 V dan arus 4,05 A hanya menghasilkan tegangan 0,44 V dan arus 0,00094 A.; d.

Penelitian sebelumnya oleh Achmad (2017) menyatakan bahwa temperatur *exhaust* optimum yang menghasilkan tegangan paling besar ada pada *range* 240°C.

II. METODE

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Instrumen Penelitian

1) Modul Peltier yang digunakan adalah TEG tipe SP 1848 27145 SA

Gambar 2. Modul Peltier

2) *Thermometer Infrared*
3) Kabel untuk menyusun rangkaian elektris paralel

Gambar 3. Rangkaian Paralel

4) Multitester Digital
5) *Heatsink*
6) Mur dan Baut
7) *Thermal Paste*
8) Beban

Gambar 4. Beban

Langkah Pengambilan Data

Pengambilan data di lakukan berulang atau replikasi sebanyak 3. Langkah-langkah pengambilan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1) Mengukur temperatur dinding tungku peleburan logam dengan variasi temperatur yang telah ditentukan sebelumnya.

Gambar 5. Pengukuran temperatur dinding tungku

2) Mengukur temperatur *heatsink* panas yang menempel pada dinding isolator tungku.

Gambar 6. Pengukuran temperatur *heatsink* panas

3) Mengukur temperatur *heatsink* dingin.

Gambar 6. Pengukuran temperatur *heatsink* dingin

4) Mengukur *output* arus TEG dengan menggunakan multitester digital yang dihubungkan dengan kabel elektrik elemen *peltier* yang telah dirakit.

Gambar 7. Pengukuran temperatur *heatsink* panas

5) Mencatat data hasil penelitian pada tabel rancangan data hasil penelitian.

Analisis Data

Analisa data penelitian ini adalah analisa kuantitatif oleh karena itu analisis data menggunakan metode statistik *analisis of varians* (ANOVA) dengan dan taraf signifikan 5%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data hasil penelitian yang telah dilakukan dengan replikasi 3 kali diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Data Pengujian

Jumlah elemen peltier	Temperatur dinding (°C)	Arus (ma)		
		1	**2**	**3**
4	400	135.5	144.5	141.5
	420	139.5	148.5	146.8
	440	145.3	153.5	150
	460	148.5	154.4	157
	480	150	156	161
6	400	132	141.4	140
	420	147.3	146	146
	440	152.6	149	148.2
	460	156	160	149
	480	160.3	168	153.6

Berdasarkan tabel 1, dapat dilihat bahwa arus terbesar yang dapat di hasilkan adalah 168 mA yang mana terletak pada temperatur 480 °C dan jumlah elemen 6.

Hasil data pengujian di analisis dengan ANOVA *Two Way* didapatkan nilai *P- value* serta F hitung yang kemudian dijadikan pedoman untuk menguji hipotesis dengan hasil sebagai berikut :

1) Perbandingan P-value dengan α

Pengujian hipotesis yang kedua adalah dengan membandingkan nilai *P-Value* masing-masing variabel bebas dengan taraf signifikan yaitu $\alpha = 0.05$ dengan ketentuan apabila nilai *P- Value* $< \alpha$ maka terdapat pengaruh variabel bebas terhadap *output* arus TEG dan apabila nilai *P- Value* $> \alpha$ maka tidak ada pengaruh variabel bebas terhadap *output* arus TEG.

Tabel 2. Perbandingan P-value dengan α

No.	Variabel Bebas	*P-Value*		α
1	Temperatur Dinding Tungku	0.000	<	0.05
2	Jumlah Elemen Peltier	0.491	>	0.05

2) Perbandingan F_{tabel} dengan F_{hitung}

Setelah dianalisa dengan ANOVA didapatkan F_{hitung} masing-masing variabel bebas kemudian F_{hitung} tersebut dibandingkan dengan F_{Tabel} dengan ketentuan apabila nilai $F_{hitung} < F_{Tabel}$ maka H_0 diterima dan apabila nilai $F_{hitung} > F_{Tabel}$ maka H_0 ditolak.

Tabel 3. Perbandingan F_{hitung} dengan F_{Tabel}

No.	Variabel Bebas	F_{Hitung}		F_{Tabel}
1	Temperatur Dinding Tungku	15.85	>	2.76
2	Jumlah Elemen Peltier	0.49	<	4.20

3) Uji Hipotesis

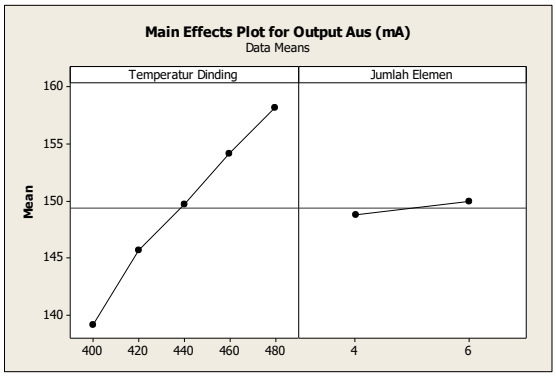
Berdasarkan kedua pengujian hipotesis didapatkan kesimpulan bahwa :

Tabel 4. Kesimpulan Hipotesis

No.	Variabel Bebas	Kesimpulan Hipotesis
1	Temperatur Dinding Tungku	Berpengaruh
2	Jumlah Elemen Peltier	Tidak Berpengaruh

4) *Main Effect Plot*

Analisa data dengan *main effect plot* digunakan untuk mendukung kesimpulan penelitian.



Gambar 8. *Main Effect Plot*

Gambar *Main Effect Plot* tersebut menunjukkan bahwa :

1. Temperatur dinding tungku memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *output* arus TEG.
2. Jumlah elemen peltier memiliki pengaruh terhadap *output* arus TEG namun tidak terlalu signifikan walaupun ddalam uji hipotesis menunjukkan tidak adanya pengaruh terhadap *output* arus TEG.

Pembahasan

Berdasarkan hasil data penelitian temperatur tungku yang optimal adalah 480 ºC menghasilkan arus sebesar 166 mA. Semakin tinggi temperatur dinding tungku semakin besar arus hal ini dikarenakan saat temperatur *heatsink* panas naik dan *heatsink* dingin dijaga konstan < 100 ºC menyebabkan beda temperatur yang besar antara kedua *heatsink*, semakin besar panas tersebut membuat pergerakan ion - ion listrik dalam termoelemen semakin banyak dan dapat memperbesar arus, pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra, dkk. (2017) dengan judul " *Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid* " yang menyatakan bahwa beda temperatur yang paling optimum untuk mendapakan output arus yang besar adalah beda temperatur tertinggi pada variabel bebas peneliti serta susunan yang paling besar.

Variabel bebas yang kedua yaitu jumlah elemen peltier yang mempunyai 2 level antara lain 4 elemen peltier dan 6 elemen peltier. Berdasarkan hasil uji hipotesis tidak adanya pengaruh jumlah elemen peltier terhadap besar arus TEG namun dalam gambar 4.5 menunjukkan adanya kenaikan besar arus seiring naiknya jumlah elemen namun tidak berpegaruh besar dikarenakan tegangan yang tidak seimbang berpengaruh lurus terhadap arus, hal ini karena pada tegangan yang tidak seimbang memiliki sudut yang tidak sama dan bisa diuraikan menjadi 3 urutan yaitu positif, negatif dan nol , hal ini sesuai dengan buku yang berjudul " Proteksi Sistem distribusi Tenaga Listrik" oleh Sarimun (2012) yang menyatakan bahwa komponen simetreis terdiri dari 3 yaitu positis

negatif dan nol. Pada tegangan yang seimbang memiliki sudut sama dan hanya menghasilkan urutan simetris tanpa nol dan negatif, hal ini berlaku sama dengan arus. Ketika dirangkai paralel maka tegangan akan dibagi rata dan tegangan yang tidak seimbang karena muncul harga negatif dan nol menyebabkan tegangan yang keluar manjadi terganggu dan nilainya kecil hal ini berpengaruh terhadap arus yang dihasilkan. Ketidaksamaan tegangan antar peltier dari rangkaian paralel, peltier yang memiliki tegangan lebih kecil akan menjadi beban namun tidak sepenuhnya dan menyebabkan arus yang dihasilkan peltier dengan tegangan paling tinggi akan melewati peltier lain yang memiliki tegangan lebih rendah. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian jurnal dengan judul "*The Effect Of Temperature Mismatch On Thermoelectric Generators Electrically Connected In Series And Parallel*" oleh Montecucco et al (2014) yang menyatakan berdasarkan rumus nilai Vp (tegangan paralel) arus TEG bisa bernilai positif atau negatif. Arus bernilai positif berarti rangkaian terbuka yaitu tidak ada beban external yang diterapkan, sedangkan apabila arus bernilai negatif itu berarti bahwa modul elemen menyerap arus pada saat proses pemanasan.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan gambar 8, temperatur dinding yang paling optimal adalah 480 ºC menghasilkan output arus TEG sebesar 168 mA serta dalam main effect plot menunjukkan bahwa semakin besar temperatur semakin besar output arus TEG.
2. Berdasarkan analisa statistik uji hipotesis variasi jumlah elemen peltier tidak berpengaruh pada besar output arus TEG namun berdasarkan gambar 4.5 menunjukkan adanya kenaikan Output arus TEG seiring dengan bertambahnya jumlah elemen peltier walaupun dengan kenaikan yang tidak terlalu besar, hal ini dapat disimpulkan bahwa variasi jumlah elemen peltier berpengaruh terhadap output arus TEG namun tidak signifikan.

V. DAFTAR PUSTAKA

Fikri, Hafidh A. Al. 2016. Efektifitas Modul Peltier Tec-12706 Sebagai Generator Dengan Memanfaatkan Energi Panas Dari Modul Peltier Tec-12706.

IKM di Ceper Dikembangkan Jadi Sektor Unggulan Pengecoran Logam. 2017. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia

Ismail, B.I., Ahmed, W.H. 2009, Thermoelectric Power Generation Using Waste-Heat Energy as an Alternative Green Technology. Recent Patents on Electricals Engineering, 2.

Montecucco, Andrea, Jonathan Siviter, Andrew R. Knox. 2014. The Effect Of Temperature Mismatch On Thermoelectric Generators Electrically Connected In Series And Parallel. Applied Energi 123.

Putra, Nandy, Raldi Artono Koester, M. Ahitya, Ardian Roekettino dan Bayu Trianto. 2009. Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan HIBRID. Makara, Teknologi, 13.

Sarimun, Wahyudi N. 2012. Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Depok : Garamond

Setyowidodo, Irwan, Achmad Tri Fadhila, Am. Mufarrih. 2017. Analysis Effect of Exhaust's Temperature, Total of Peltier's Element and Circuit Type For Thermoelectric Generator Voltage at Exhaust Internal Combustion Vehicle. The 3rd Internatioanal Seminar on Science and Technology, 01 (01).

William D. Callister, J. 2006. Materials Science and Engineering : an introduction. New York: John Wiley & Sons, Inc.