ARTIKEL

ANALISIS JENIS RANGKAIAN DAN JUMLAH ELEMEN PELTIER TERHADAP *OUTPUT* ARUS *THERMOELECTRIC GENERATOR* PADA TUNGKU PELEBURAN LOGAM BEKAS

Oleh:

MOHAMAD FAJAR ARFIAN ROSYID

14.1.03.01.0024

Dibimbing oleh :

1. **Hesti Istiqlaliyah, ST.,M.Eng**
2. **Am. Mufarrih, M.T**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2018

Artikel Skripsi
Universitas Nusantara PGRI Kediri

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Mohamad Fajar Arfian Rosyid
NPM	: 14.1.03.01.0024
Telepun/HP	: 085785983801
Alamat Surel (Email)	: fajararfian2@gmail.com
Judul Artikel	: Analisis Jenis Rangkaian Dan Jumlah Elemen Peltier Terhadap*output* Arus *Thermoelectric Generator* Pada Tungku Peleburan Logam Bekas
Fakultas – Program Studi	: Fakultas Teknik – Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 76, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64112

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 II.

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

Mengetahui		Kediri, 9 Agustus 2018
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Hesti Istiqlaliyah, ST.,M.Eng 0709088301	Am. Mufarrih, M.T 0730048904	Mohamad Fajar Arfian Rosyid 14.1.03.01.0024

ANALISIS JENIS RANGKAIAN DAN JUMLAH ELEMEN PELTIER TERHADAP *OUTPUT* ARUS *THERMOELECTRIC GENERATOR* PADA TUNGKU PELEBURAN LOGAM BEKAS

MOHAMAD FAJAR ARFIAN ROSYID
14.1.03.01.0024
Fakultas Teknik – Teknik Mesin
Email : fajararfian2@gmail.com
Hesti Istiqlaliyah,ST.,M.Eng[1] dan Am. Mufarrih, M.T[2]
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh banyaknya industri pengolahan logam bekas di Indonesia yang belum memaksimalkan energi panas buang sisa peleburan logam. Energi panas yang terbuang tersebut dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan cara pengonversian. Dimana energi panas dikonversi menjadi energi listrik dengan sejumlah elemen peltier yang terangkai secara pararel maupun seri menggunakan konsep *Thermoelectric Generator* (TEG).

Tujuan penelitian ini adalah : 1) Untuk mengetahui bagaimana pengaruh jenis rangkaian terhadap output arus TEG pada tungku peleburan logam. 2) Untuk mengetahui bagaimana pengaruh jumlah elemen peltier terhadap output arus TEG pada tungku peleburan logam. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan rancangan faktorial L_{10} dengan replikasi 3 kali dan analisa data menggunakan anova 2 arah karena jumlah faktor lebih dari satu.

Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa rancangan paralel lebih optimum dibandingkan dengan rangkaian seri. Hasil *output* arus dari rangkaian paralel sebesar 110,33 mA. Jumlah penggunaan 6 keping elemen peltier lebih optimum dalam menghasilkan *output* arus pada *thermoelectric generator* bila dibandingkan dengan pemakaian 2,3,4 dan 5 keping elemen peltier. Penggunaan 6 keping elemen peltier mampu menghasilkan *output* arus sebesar 110,33 mA.

KATA KUNCI : Arus, Jenis Rangkaian, Jumlah Elemen *Peltier*

I. LATAR BELAKANG

Saat ini industri pengolahan logam bekas di Indonesia semakin banyak. Industri logam terdiri dari pengolahan besi, baja, dan *non ferro* seperti aluminium, tembaga, *stainless steel*, timah, dll. 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). Penguatan struktur industri nasional diarahkan melalui hilirisasi, karena bisa berdampak positif pada peningkatan nilai tambah di dalam negeri. Guna mendorong percepatan program hilirisasi. Pemerintah terus memberikan dukungan antara lain dalam pemberian insentif fiskal seperti *tax allowance*. Selain itu, Pemerintah juga memberikan pelatihan kepada mereka yang mau memulai usaha peleburan logam bekas. Peleburan logam membutuhkan temperatur panas yang tinggi dan waktu yang cukup lama, tergantung dari jenis logam, jenis bahan bakar, dan jenis tungku peleburnya. Dalam keadaan murni, temperatur leleh logam aluminium adalah 660 °C, untuk temperatur lebur paduannya antara 520 °C sampai 660 °C, namun aluminium mempunyai sebuah lapisan yang dinamakan oksidasi aluminium yang mempunyai titik lebur 2000°C – 2150°C (Rochman, dkk, 2010).

Temperatur panas yang tinggi dan waktu yang cukup lama saat peleburan maka menghasilkan temperatur yang tinggi pula dan belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga energi panas hanya bersalur secara konduksi pada dinding tungku pelebur sebagai panas buang. Energi panas yang terbuang dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan cara pengonversian. Dimana energi panas dikonversi menjadi energi listrik dengan sejumlah elemen *peltier* yang terangkai secara pararel maupun seri menggunakan konsep *thermoelectric generator* (TEG).

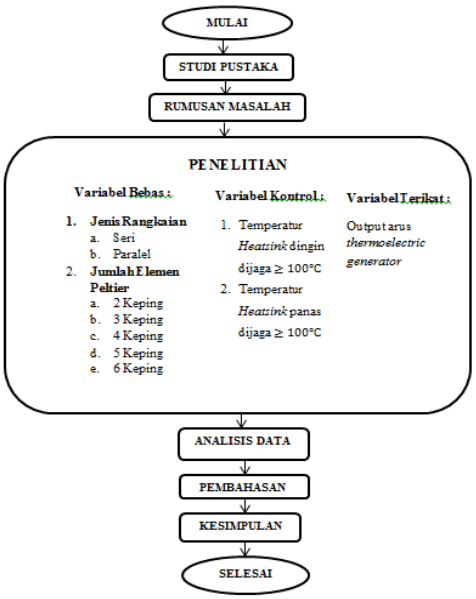
Penelitian sebelumnya tentang analisis TEG sudah banyak dilakukan diantaranya : hasil penelirian oleh Hafidh (2016) berkesimpulan bahwa a. Untuk rangkaian kombinasi kubus *peltier* 2 : 4 (2 sebagai penghasil panas dan 4 sebagai generator) dengan memberikan tegangan 12 V dan arus 2,9 A hanya menghasilkan 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 12V dan arus 4,05A

hanya menghasilkan tegangan 0,44 V dan arus 0,00094 A.; d.

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

II. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

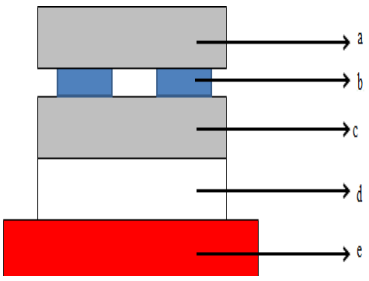
B. Teknik Analisis Data

Teknik Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Anova. Penggunaan Anova ini dikarenakan mampu mengidentifikasikan faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan pada variabel terikat. Analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab 16.

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

a. Mengukur temperatur dinding tungku peleburan logam dengan variasi temperatur yang telah ditentukan sebelumnya.
b. Mengukur temperatur heat sink panas yang menempel pada dinding isolator tungku.
c. Mengukur temperatur *heatsink* dingin
d. Mengukur output arus TEG dengan menggunakan multimeter analog dan kabel elektrik elemen *peltier*.
e. Mencatat data hasil penelitian pada tabel rancangan data hasil penelitian.

Berikut rancangan alat *Thermoelectric Generator* :



Gambar 2 Sketsa Rancangan Alat

Keterangan :

a : *Heatsink* dingin digunakan sebagai media pendingin sisi dingin *peltier* dengan bantuan udara ruangan
b : *Peltier*
c : *Heatsink* panas digunakan sebagai penerima temperatur panas
d : Ruang Hampa
e : Dinding Tungku

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapat data output arus *Thermoelectric Generator* sebagai berikut :

Tabel 1 Data Hasil Pengujian *Output* arus (Iout)

No	Faktor Penelitian		Data Variabel Terikat (I Out)			Rata-Rata Arus (mA) (I Out)
	Jenis Rangkaian	Jumlah Elemen *Peltier*	Replikasi			
			1	2	3	
1	Seri	2	55	56	59	56.67
2		3	64	63	66	64.33
3		4	79	73	75	75.67
4		5	79	80	80	79.67
5		6	85	89	89	87.67
6	Paralel	2	77	78	78	77.67
7		3	88	88	88	88.00
8		4	90	95	97	94.00
9		5	101	103	101	101.67
10		6	110	111	110	110.33

B. Hasil Analisis Data

Hasil analisa data menggunakan *analysis of varians* (ANOVA) digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas yang memiliki pengaruh signifikan terhadap output arus TEG. Berikut hasil *Analysis of Varians* yang peneliti uji melalui program minitab 16.

Tabel 2 Analisis Variansi Variabel Bebas Terhadap *Output* Arus

General Linear Model: I Out versus Jumlah Elemen *Peltier*, Jenis Rangkaian

Factor	Type	Levels	Values
Jenis Rangkaian	random	2	Seri, Paralel
Jumlah Elemen *Peltier*	random	5	2, 3, 4, 5, 6

Analysis of Variance for Rata-Rata Arus (mA), using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Jenis Rangkaian	1	1159.21	1159.21	1159.21	559.40	0.000
Jumlah Elemen *Peltier*	4	1227.84	1227.84	306.96	148.13	0.000
Error	4	8.29	8.29	2.07		
Total	9	2395.34				

S = 1.43952 R-Sq = 99.65% R-Sq(adj) = 99.22%

Sedangkan nilai persen kontribusi pengaruh dari setiap faktor penilitian variabel bebas terhadap output tegangan TEG adalah sebagai berikut.

Tabel 3 Tabel Persentase Kontribusi

Variabel Bebas	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	SS'	Kontribusi %
Jenis Rangkaian	1	1159.21	1159.21	1159.21	1157.14	48.05
Jumlah Elemen P.	4	1227.84	1227.84	306.96	1219.56	50.91
Error	4	8.29	8.29	2.07		1.04
Total	9	2395.34				100.00

Setelah hasil analisa data, maka dapat ditentukan interprestasi mengenai hasil analisisnya. Pengujian ini untk mengetahui apakah ada pengaruh yang diberikan varriabel bebas (jenis rangkaian dan jumlah elemen *peltier*) terhadap *output* arus TEG. Jika dilihat nilai F_{hitung} pada tabel 4.2, analisa variansi F_{hitung} jenis rangkaian sebesar 559.40 dan nilai F_{hitung} untuk jumlah elemen *peltier* sebesar 148.13.

Untuk *P-Value* yang dihasilkan dalam analisa ini lebih rendah dari nilai $\alpha = 0{,}05$. *P-Value* yang dihasilkan oleh jumlah elemen *peltier* dan jenis rangkaian sama, yaitu sebesar 0.000 . Jika dilihat pada tabel 4.3, jumlah persentase kontribusi tertinggi yaitu jenis rangkaian 48,05 %, jumlah elemen *peltier* sebesar 50,91 % dan nilai persentase kontribusi terkecil yaitu error (kesalahan) 1,04 %.

Pada penelitian *thermoelectric generator* ini terdapat hipotesis yang akan diuji kebenarannya, yaitu sebagai berikut :

1. Tidak ada pengaruh jenis rangkaian dan jumlah elemen *peltier* terhadap output

arus *thermoelectric generator* pada tungku peleburan logam bekas (H_0).

2. Ada pengaruh jenis rangkaian dan jumlah elemen *peltier* terhadap output arus *thermoelectric generator* pada tungku peleburan logam bekas (H_1).

Pengujian hipotesis ini merupakan hasil dan interprestasi analisi data. Dalam pengujian hipotesis ini untuk menarik kesimpulan sesuai analisa data dapat menggunakan dua cara yaitu dengan membandingkan nilai F_{hitung} yang dihasilkan dari analisis variansi dan berdasarkan *P-Value*.

Perbandingan nilai F_{hitung} yang dihasilkan dari analisis variansi dan F_{tabel} untuk penelitian ini adalah 3,35. Perbandingan tersebut mampu direpresentasikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4 Perbandingan Nilai F_{hitung} dan F_{tabel}

Perbandingan Nilai F_{hitung} dan F_{tabel}			
Variabel Bebas	F_{hitung}		F_{tabel}
Jenis Rangkaian	559,40	>	3,35
Jumlah Elemen *Peltier*	148,13	>	3,35

Dari tabel 4 terlihat dengan pasti bahwa semua nilai F_{hitung} dari semua variabel bebas lebih besar dari nilai F_{tabel}, sehingga berdasarkan uji hipotesis menggunakan nilai F dapat disimpulkan bahwa hipotesis awal (H_0) ditolak. Semua nilai F_{hitung} yang lebih besar dari nilai F_{tabel} ini juga mengindikasikan bahwa ada pengaruh dari semua variabel bebas (jenis rangkaian dan jumlah elemen *peltier*) terhadap *output* tegangan *thermoelectric generator*.

Sedangkan dengan uji hipotesis dilakukan dengan nilai taraf signifikan 5% (α = 0,05) maka perbandingan tersebut mampu direpresentasikan pada tabel berikut .

Tabel 5 Perbandingan *P-Value* dan α

Perbandingan *P-Value* dan α			
Variabel Bebas	*P-Value*		α
Jenis Rangkaian	0,000	<	0,05
Jumlah Elemen *Peltier*	0,000	<	0,05

Berdasarkan perbandingan *P-Value* dan α (0,05) pada tabel 5 dapat diketahui bahwa semua *P-Value* yang dihasilkan dari analisis variansi lebih kecil dari nilai taraf signifikan 5% (α = 0,05). Hal ini menandakan bahwa dengan metode uji hipotesis perbandingan *P-Value* dan α hipotesis awal (H_0) tetap ditolak serta semakin memperkuat uji hipotesis nilai F sebelumnya bahwa ada pengaruh dari semua variabel bebas (jenis rangkaian dan jumlah elemen *peltier*) terhadap *output* arus *thermoelectric generator* dengan tingkat kenaikan 95%.

C. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan ANOVA serta pengujian hipotesis dapat diketahui bahwa hipotesis awal H_0 ditolak dalam hasil penelitian ini, dimana ada pengaruh dari semua faktor atau variabel bebas (jenis rangkaian dan

jumlah elemen *peltier*) terhadap *output* arus *thermoelectric generator*.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa pembangkitan daya dari modul termoelektrik akan berbeda-beda tergantung pada ukuran, konstruksi dan perbedaan temperaturnya. Jadi termoelektrik ini intinya ada dua hal, yaitu pertama adanya dua material logam dengan properti yang berbeda, satu dengan pembawa muatan negatif dan yang satu pembawa muatan positif. Dan yang kedua adanya perbedaan temperatur diantara kedua *junction* material logam yang tidak sejenis, sehingga terjadi aliran listrik. Jadi jika *thermoelectric generator* disusun secara seri atau secara paralel arusnya semakin meningkat. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Suryanto, dkk (2017) dengan judul "Pengujian *Thermoelectric Generator* (Teg) Dengan Sumber Kalor *Electric Heater* 60 Volt Menggunakan Air Pendingin Pada Temperatur Lingkungan" yang menyatakan bahwa semakin banyak jumlah modul *thermoelectric*, maka tegangan, daya dan efisiensi meningkat.

Kenaikan arus ini disebabkan oleh beda temperatur pada modul *thermoelectric*. Hal ini sesuai dengan teori *seebeck effect* yaitu ketika terjadi perbedaan temperatur pada *junction* pada material semikonduktor yang berbeda, maka akan terjadi beda potensial listrik diantara *junction* tersebut. Beda potensial listrik ini meningkat seiring meningkatnya perbedaan temperatur. Arus dari rangkaian paralel lebih besar daripada rangkaian seri karena hambatan pada rangkaian paralel lebih kecil daripada hambatan pada rangkaian seri, sehingga arus yang keluar lebih maksimal dibandingkan dengan rangkaian seri. Pernyataan ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra, dkk (2009) dengan judul "Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik untuk Kendaraan Hibrid" yang menyatakan bahwa untuk mendapatkan kuat arus yang tinggi, termoelektrik harus disusun secara paralel.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian dengan judul "Analisis Jenis Rangkaian dan Jumlah Elemen *Peltier* terhadap *Output* Arus *Thermoelectric Generator* Pada Tungku Peleburan Logam Bekas" yang telah dilakukan menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis rangkaian berpengaruh terhadap *output* arus TEG. Untuk rangkaian seri dengan jumlah 6 keping elemen *peltier* menghasilkan arus sebesar 87,67 mA, sedangkan untuk rangkaian paralel dengan 6 keping elemen *peltier* mampu menghasilkan arus sebesar 110,33 mA. Jadi jenis rangkaian yang paling optimal adalah rangkaian paralel.

2. Variasi jumlah elemen *peltier* berpengaruh terhadap besar *output* arus TEG. Untuk rangkaian seri dengan 2 keping elemen *peltier* menghasilkan arus sebesar 56,67 mA, untuk 3 keping elemen *peltier* menghasilkan arus 64,33 mA, untuk 4 keping elemen *peltier* menghasilkan arus 75,67 mA, untuk 5 keping elemen *peltier* menghasilkan 79,67 mA dan untuk 6 keping elemen *peltier* menghasilkan 87,67 mA. Sedangkan untuk rangkaian paralel dengan 2 keping elemen *peltier* menghasilkan arus sebesar 77,67 mA, untuk 3 keping elemen *peltier* menghasilkan arus 88,00 mA, untuk 4 keping elemen *peltier* menghasilkan 94,00 mA, untuk 5 keping elemen *peltier* menghasilkan 101,67 mA dan untuk 6 keping elemen *peltier* menghasilkan arus 110,33 mA. Jadi jumlah elemen *peltier* yang paling optimal adalah 6 keping elemen *peltier*.

B. Saran

Cara meletakkan *thermoelectric generator* sangat berpengaruh terhadap *output* arusnya, jadi letakkan *thermoelectric generator* diposisi yang panasnya merata agar mendapatkan *output* arus yang optimal.

V. DAFTAR PUSTAKA

Al Fikri, Hafidh Abdurrohman. 2016. *Efektifitas Modul Peltier TEC-12706 Sebagai Generator dengan Memanfaatkan Energi Panas dari Modul Peltier TEC-12706*. (Online), tersedia : (http://eprints.ums.ac.id), diunduh 27 Desember 2017.

IKM di Ceper Dikembangkan Jadi Sektor Unggulan Pengecoran Logam. 2017. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (Online), tersedia : http://kemenperin.go.id, diakses 3 Desember 2017.

Putra, Nandy, etc-al. 2009. Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan HIBRID. *Makara, Teknologi*, 13. (Online), tersedia : (http://journal.ui.ac.id), diunduh 23 Januari 2018.

Rochman, R, etc-al. 2010. Karakterisasi sifat mekanik dan pembentukan fasa presipitat pada aluminium alloy 2024-T81 akibat perlakuan penuaan. *Jurnal Mekanika.* (Online), tersedia : (http://jurnal.ft.uns.ac.id), diunduh 27 Desember 2018.

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).

Suryanto, Nugrah, etc-al. 2017. *Pengujian Thermoelectric Generator (Teg) Dengan Sumber Kalor Electric Heater 60 Volt Menggunakan Air Pendingin Pada Temperatur Lingkungan.* . (Online), tersedia : (http://jurnal.unri.ac.id), diunduh 27 Desember 2018.