



**PEMANFAATAN PANAS PANCI YANG TERBUANG SEBAGAI
SUMBER ENERGI LISTRIK ALTERNATIF BERBASIS
TERMOELEKTRIK GENERATOR (TEG)**

Moh. Masid, Teguh Budi Susanto, Afit Faktor Rahman, Ir. Ninik Martini., MT
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

[¹mohmasid9@gmail.com](mailto:mohmasid9@gmail.com)

[²tguhbudisusanto@gmail.com](mailto:tguhbudisusanto@gmail.com)

[³ikaafit@gmail.com](mailto:ikaafit@gmail.com)

ABSTRACT

The decreasing supply of stored energy in the bowels of the earth, research to find new and renewable energy sources and the development of alternative energies is increasing. Global warming which is believed to be happening and will enter an alarming stage is also said to be the impact of the use of petroleum energy which is increasing every year. Environmental impacts and the decreasing energy sources of petroleum force us to find and develop new and renewable energy sources. One alternative potential new energy source is Alternative Electrical Energy Based on Thermoelectric Generator (TEG). Currently the use of LPG gas in Indonesia has become a common thing. Almost all households, traders and small industries already use the LPG because time to cook rice, water, and so relatively faster boiling process than conventional stoves or stoves, by utilizing heat that falls on cooking tools can be converted into alternative energy-friendly energy environment based thermoelectric generator (TEG).

This research was done by using aluminum and stainless steel pot with variation of distance between pot with thermoelectric is nempel, 1mm, 2mm, 3mm and variation of medium and high flame valve.

Based on the test results and analysis that the thermoelectric generator is capable of producing the maximum energy by using a stainless steel type pot on the high flame valve with the distance between the pot with the thermoelectric ie at stotted distances get the result of 2.2V, 0.46A, 1.41W and 4, 78Ω with moderate flame lights. This shows the temperature difference between the two sides of the thermoelectric can be in sync with the electrical energy generated on the thermoelectric.

Keywords: aluminum, heat transfer, power output, stainless steel, thermoelectric.

INTISARI

Semakin berkurangnya pasokan energi yang tersimpan didalam perut bumi, penelitian untuk menemukan sumber energi baru dan terbarukan maupun pengembangan energi-energi alternatif semakin meningkat. Pemanasan global yang diyakini sedang terjadi dan akan memasuki tahap yang mengkhawatirkan disebut-sebut juga merupakan dampak dari penggunaan energi minyak bumi yang semakin meningkat setiap tahunnya. Dampak lingkungan dan semakin berkurangnya sumber energi minyak bumi memaksa kita untuk

mencari dan mengembangkan sumber energi baru dan terbarukan. Salah satu alternatif sumber energi baru yang potensial adalah Energi Listrik Alternatif Berbasis Termoelektrik Generator (TEG). Saat ini penggunaan gas LPG di Indonesia sudah menjadi hal yang umum. Hampir semua rumah tangga, pedagang maupun industri kecil sudah menggunakan LPG tersebut karena waktu untuk menanak nasi, air, dan sebagainya relative lebih cepat proses mendidihnya dibandingkan tungku atau kompor konvensional, dengan memanfaatkan panas yang tebuang pada alat memasak tersebut dapat dikonversikan menjadi energi listrik alternatif ramah lingkungan berbasis termoelektrik generator (TEG).

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan panci aluminium dan stainless steel dengan variasi jarak antara panci dengan termoelektrik adalah nempel, 1mm, 2mm, 3mm serta variasi katup nyala api sedang dan tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa bahwa termoelektrik generator mampu menghasilkan energi maksimal dengan menggunakan panci jenis stainless steel pada katup nyala api tinggi dengan jarak antara panci dengan termoelektrik yaitu pada jarak nempel mendapatkan hasil sebesar 2,2V, 0,46A, 1,41W dan $4,78\Omega$ dengan nyala lampu sedang. Hal ini menunjukkan perbedaan suhu antara kedua sisi termoelektrik dapat sinkron dengan energi listrik yang dihasilkan pada termoelektrik.

Kata kunci: aluminium, luaran daya, perpindahan panas, stainless steel, termoelektrik.

PENDAHULUAN

Semakin berkurangnya pasokan energi yang tersimpan didalam perut bumi, penelitian untuk menemukan sumber energi baru dan terbarukan maupun pengembangan energi-energi alternatif semakin meningkat. Pemanasan global yang diyakini sedang terjadi dan akan memasuki tahap yang mengkhawatirkan disebut-sebut juga merupakan dampak dari penggunaan energi minyak bumi yang semakin meningkat setiap tahunnya. Dampak lingkungan dan semakin berkurangnya sumber energi minyak bumi memaksa kita untuk mencari dan mengembangkan sumber energi baru dan terbarukan. Salah satu alternatif sumber energi baru yang potensial adalah Energi Listrik Alternatif Berbasis Termoelektrik Generator (TEG).

Dibalik kesuksesan program pemerintah mengkonversi minyak tanah ke bahan bakar LPG yang berlangsung sejak tahun 2007 ternyata meninggalkan beberapa catatan penting, yaitu bagi pemerintah program ini menurunkan beban subsidi bahan bakar minyak (BBM) namun tidak dapat menghilangkan subsidi ini sama sekali. Alternatif lain adalah memanfaatkan kembali penggunaan tungku atau kompor tradisional yang menggunakan limbah kayu atau arang

kayu sebagai bahan bakar, namun dari data hasil penelitian kompor yang menggunakan kayu mempunyai emisi yang lebih tinggi dibandingkan kompor minyak dan gas. Hal ini tentu saja sangat berisiko bagi kesehatan keluarga. (Sugianto 2014).

Saat ini penggunaan gas LPG di Indonesia sudah menjadi hal yang umum. Hampir semua rumah tangga, pedagang maupun industri kecil sudah menggunakan LPG tersebut karena waktu untuk menanak nasi, air, dan sebagainya relative lebih cepat proses mendidihnya dibandingkan tungku atau kompor konvensional, Melihat kondisi ini ada potensi yang bisa dilakukan, kami membuat alat pengkonversi panas menjadi energi listrik alternative yang ramah lingkungan berbasis termoelektrik generator (TEG) yang dipasang pada panci dan menganalisa luaran yang dihasilkan alat termoelektrik generator tersebut.

Termoelektrik

Teknologi termoelektrik Generator (TEG) bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya, dari energi listrik diserap dan akan menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik,

material termoelektrik generator (TEG) cukup dengan diletakkan sedemikian rupa atau diberikan penyangga supaya termoelektrik generator (TEG) menempel sempurna dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah energi listrik sesuai dengan jenis bahan termoelektrik generator (TEG) yang dipakai.

Untuk keperluan pembangkitan listrik tersebut bahan yang umumnya digunakan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor adalah bahan yang mampu menghantarkan arus listrik namun arus listrik yang dihasilkan tidak begitu sempurna. Semikonduktor yang digunakan adalah semikonduktor tipe N dan tipe P. Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan semikonduktor ekstrinsik. Persoalan yang terjadi pada percobaan penelitian Termoelektrik Generator (TEG) adalah untuk mendapatkan bahan yang mampu bekerja pada suhu tinggi.

Apabila termoelektrik generator didekatkan pada benda panas maka akan terjadi proses heat transfer dari benda panas tersebut ke termoelektrik generator dan termoelektrik akan mengkonversi panas yang terjadi menjadi energi listrik. Perbedaan suhu antara benda panas dengan termoelektrik dapat dihitung menggunakan persamaan rumus perpindahan panas konduksi dan konveksi dimana kita dapat mengetahui laju perpindahan panas yang terjadi sehingga menghasilkan energi listrik.

Perpindahan panas secara konduksi adalah proses dimana panas mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah di dalam suatu material. Laju perpindahan panas dinyatakan dengan rumus hukum furrier :

$$q = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \rightarrow q = - \frac{\Delta T}{\frac{\Delta x}{k \cdot A}}$$

Dimana :

q = laju perpindahan panas konduksi (Watt)

k = konduktivitas termal bahan (W/m.°K)

A = luas laju perpindahan panas (m²)

ΔT = perubahan suhu (°K)

Δx = ketebalan bahan (m)

Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan kalor dari suatu benda pada daerah yang dipanaskan meneruskan kalor ke fluida yang berada pada daerah panas tersebut. Proses konveksi hanya terjadi di permukaan bahan. Dalam hal ini suhu permukaan adalah T_s dan suhu udara keliling adalah T_∞ dengan T_s > T_∞. Biasa dalam perpindahan panas konveksi terdapat keadaan dimana suhu tidak seimbang diantara bahan dan sekelilingnya. Rumus perpindahan panas konveksi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$q = h \cdot A(T_s - T_\infty)$$

Dimana :

q = laju perpindahan panas konveksi (Watt)

h = koefisien perpindahan panas (W/m².°K)

A = luas laju perpindahan panas (m²)

T_s = temperature permukaan (°K)

T_∞ = temperature sekeliling (°K)

Efisiensi kompor LPG

Efisiensi kompor menunjukkan presentase panas yang digunakan pada suatu kompor untuk memanaskan bejana atau panci. Efisiensi kompor gas LPG menunjukan persentase panas yang berguna pada suatu kompor. Lebih lanjut efisiensi kompor gas LPG dapat digunakan untuk menentukan panas yang diserap dan panas yang hilang selama penggunaan kompor tersebut beroperasi. Panas yang hilang merupakan suatu kerugian atau yang biasa disebut losses, kompor dengan efisiensi tinggi memiliki panas berguna yang tinggi sedangkan kompor dengan efisiensi rendah banyak terjadi kehilangan panas.

Efisiensi kompor dapat dirumuskan sebagai berikut :

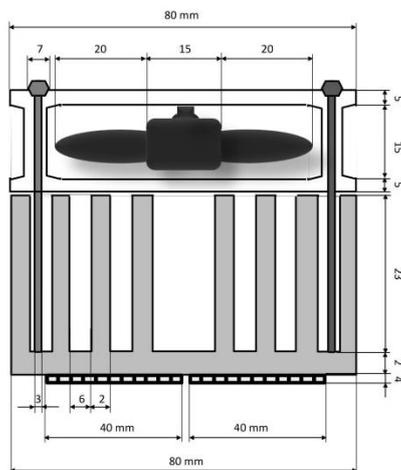
$$\eta = \frac{C_{pa} \cdot M_e \cdot (t - t_1) + M_u \cdot H}{M_c \cdot E}$$

η : Efisiensi kinerja kompor
 C_{pa} = kalor spesifik (kJ/kg.C)
 M_e : Massa air + bejana, kg
 t : Temperatur akhir ($^{\circ}$ C)
 t_1 : Temperature awal ($^{\circ}$ C)
 M_c : Massa gas yang terbakar, kg.
 M_u = massa uap air, kg ($8,8010 \times 10^{-11}$ kg)
 H = Panas laten air menguap (kJ/kg) $2,26 \times 10^6$ kJ/kg
 E = Nilai kalor netto bahan bakar (kJ/kg) 49,14 kJ/kg

Prototipe Termoelektrik Generator

Perancangan alat dalam penelitian ini terdiri dari 4 rangkaian termoelektrik generator dimana setiap rangkaian mempunyai 2 buah peltier yang disusun secara seri. Pada rangkaian termoelektrik generator unit tersebut terdiri dari 3 buah komponen yaitu termoelektrik, heatsink dan fan/kipas yang dirangkai sedemikian rupa agar alat termoelektrik generator unit dapat mengkonversikan energi panas menjadi energi listrik alternatif secara maksimal yaitu dengan menyerap panas pada panci melalui rangkaian termoelektrik generator (TEG) dan mengubahnya menjadi listrik.

Dimana panas yang terjadi pada panci tersebut di atur menggunakan katup nyala api pada kompor LPG sehingga dapat menghasilkan panas sesuai yang diinginkan, semakin besar nyala api pada kompor maka energi listrik yang dihasilkan semakin besar dan waktu untuk menghasilkan listrik semakin cepat.



Gambar 1. Termoelektrik generator

cara kerja alat pengkonversi panas menjadi listrik berbasis termoelektrik generator ini cukup sederhana, tabung gas LPG sebagai sumber panas mentransfer kalor ke kompor melalui selang regulator yang berada disamping bawah kompor, kemudian kompor memercikan api sehingga terjadi proses pengapian yang diatur melalui valve kompor LPG (Katup nyala api) dan meneruskannya pada panci sehingga terjadi proses perpindahan kalor pada panci dimana perpindahan kalor tersebut dimanfaatkan menjadi energi listrik melalui rangkaian termoelektrik generator unit.

Didalam rangkaian termoelektrik unit terdapat fan / kipas pendingin yang berfungsi untuk mempercepat proses pendinginan pada sisi dinding cold peltier agar distribusi listrik yang dihasilkan tetap stabil.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Tempat Pengujian

Lokasi pengujian alat pengkonversi panas menjadi listrik berbasis termoelektrik generator dilakukan dirumah tepatnya di dibagian dapur, pengujian ini menggunakan kompor LPG 1 tungku dan 2 tipe panci, yaitu panci rumah tangga jenis aluminium dan stainless steel untuk mengetahui luaran yang terbesar dari termoelektrik dengan meninjau tegangan, arus dan daya yang dihasilkan termoelektrik generator.

Persiapan Alat dan Bahan

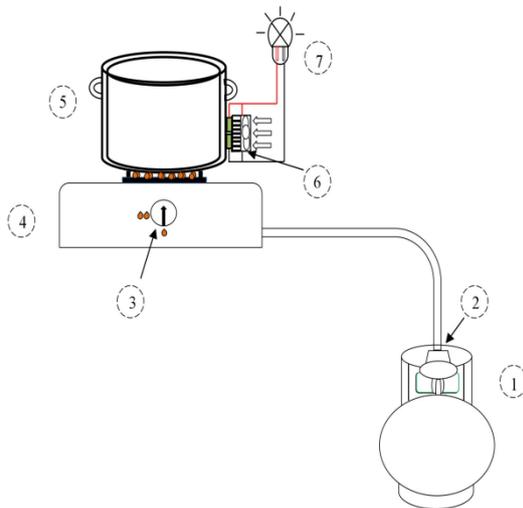
Alat yang dibutuhkan:

1	Gergaji besi	8	Avometer
2	Palu	9	Kayu penyangga
3	Obeng	10	Timbangan
4	Tang	11	Stopwatch
5	Solder	12	Bor
6	Penggaris	13	Gelas ukur 5 liter
7	Termometer	14	Kunci pas 8mm

Bahan yang dibutuhkan

No	Nama	Jumlah	Satuan
1	Termoelektrik	8	Buah
2	Heatsink	4	Buah
3	Fan/ kipas	4	Buah
4	Baut+mur	16	Buah
5	Kabel 38cm	8	Buah
6	Lampu neon 5W	4	Buah
7	Panci Aluminium	1	buah
8	Panci Stainless	1	buah
9	Kompur gas LPG	1	set
10	Regulator unit	1	set
11	Gas LPG 3kg	1	buah
12	Air	3,5	liter
13	Lem RTV	1	buah
14	Timah solder	1	set

Fabrikasi Alat Termoelektrik Generator



Gambar 2. Desain alat penelitian

Pengambilan Data

Setelah alat pengkonversi panas menjadi listrik berbasis termoelektrik generator unit (TEG) berhasil dirancang, memastikan semua komponen sudah dipasang dan pada posisi atau titik yang telah ditentukan, pada proses pengambilan data dilakukan dengan 4 percobaan :

1. Pengambilan data menggunakan panci Aluminium pada nyala api Sedang dengan jarak antara panci dengan termoelektrik Nempel, 1 mm, 2 mm, 3 mm. (Percobaan 1)
2. Pengambilan data menggunakan panci Aluminium pada nyala api Tinggi dengan jarak antara panci dengan termoelektrik Nempel, 1 mm, 2 mm, 3 mm.

(Percobaan 2)

3. Pengambilan data menggunakan panci Stainless Steel pada nyala api Sedang dengan jarak antara panci dengan termoelektrik Nempel, 1 mm, 2mm, 3mm. (Percobaan 3)

4. Pengambilan data menggunakan panci Stainless Steel pada nyala api Sedang dengan jarak antara panci dengan termoelektrik Nempel, 1mm, 2mm, 3mm. (Percobaan 4)

Proses pengujian dilakukan selama 30 menit setiap kali percobaan, dilakukan berulang sampai hasil pengambilan data selesai dan data yang didapat sesuai yang diharapkan peneliti.



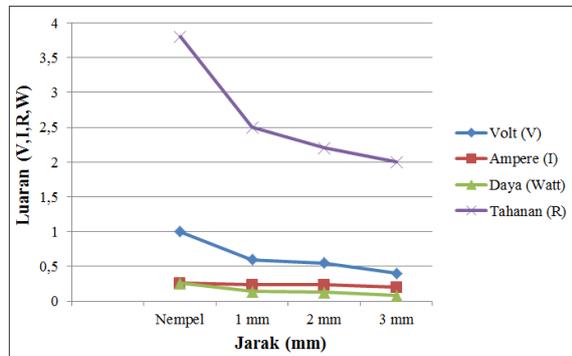
Gambar 3. Contoh pengujian pada percobaan 1 dan percobaan 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian dengan menggunakan panci Aluminium pada katup nyala api sedang

Pada pengujian ini menunjukkan luaran yang dihasilkan oleh termoelektrik generator (TEG) disusun secara seri yang dipasang pada permukaan sekeliling panci Aluminium dengan jarak nempel, 1mm, 2mm dan 3mm. Suhu rata-rata yang terukur dari panas modul termoelektrik mencapai 83,92°C dan 56°C pada sisi dinginya.

Jarak (mm)	Luaran			
	Volt (V)	Ampere (I)	Daya (Watt)	Tahanan (R)
Nempel	1	0,26	0,26	3,8
1	0,6	0,24	0,14	2,5
2	0,55	0,24	0,13	2,2
3	0,4	0,2	0,08	2

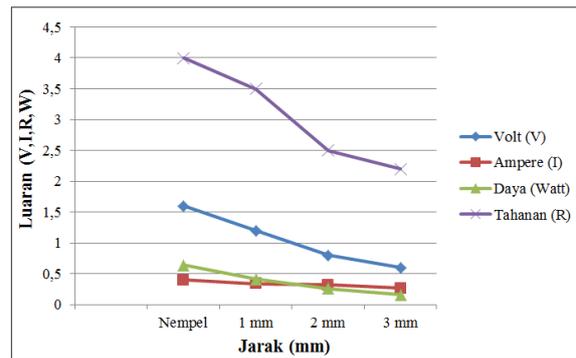


Gambar 4. Grafik luaran pada percobaan 1
 Dari gambar 3 menunjukkan bahwa luaran terbesar yang dihasilkan termoelektrik generator (TEG) adalah 1V, 0,26A, 0,26W dan 3,8Ω pada jarak antara panci dengan termoelektrik nempel.

2. Pengujian dengan menggunakan panci Aluminium pada katup nyala api tinggi

Pada pengujian ini menunjukkan luaran yang dihasilkan oleh termoelektrik generator (TEG) disusun secara seri yang dipasang pada permukaan sekeliling panci Aluminium dengan jarak nempel, 1mm, 2mm dan 3mm. Suhu rata-rata yang terukur dari panas modul termoelektrik mencapai 84°C dan 56°C pada sisi dinginnya.

Jarak (mm)	Luaran			
	Volt (V)	Ampere (I)	Daya (Watt)	Tahanan (R)
Nempel	1,6	0,4	0,64	4
1	1,2	0,34	0,41	3,5
2	0,8	0,32	0,26	2,5
3	0,6	0,27	0,16	2,2

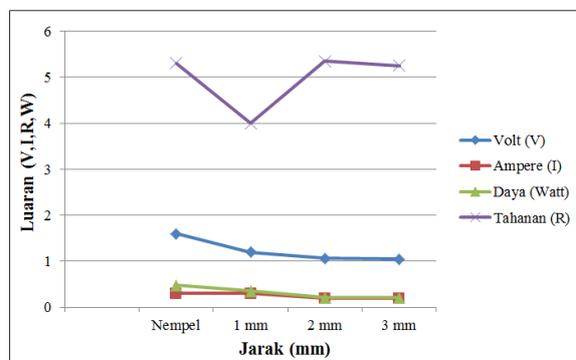


Gambar 5. Grafik luaran pada percobaan 2
 Dari gambar 3 menunjukkan bahwa luaran terbesar yang dihasilkan termoelektrik generator (TEG) adalah 1,6V, 0,4A, 0,64W dan 4Ω pada jarak antara panci dengan termoelektrik nempel. Luaran pengujian 2 lebih besar dibandingkan pada pengujian 1 yang hanya sebesar 1V, 0,26A, 0,26W dan 3,8Ω

3. Pengujian dengan menggunakan panci Stainless Steel pada katup nyala api sedang

Pada pengujian ini menunjukkan luaran yang dihasilkan oleh termoelektrik generator (TEG) disusun secara seri yang dipasang pada permukaan sekeliling panci Stainless Steel dengan jarak nempel, 1mm, 2mm dan 3mm. Suhu rata-rata yang terukur dari panas modul termoelektrik mencapai 84,05°C dan 56°C pada sisi dinginnya.

Jarak (mm)	Luaran			
	Volt (V)	Ampere (I)	Daya (Watt)	Tahanan (R)
Nempel	1,6	0,3	0,48	5,3
1	1,2	0,3	0,36	4
2	1,07	0,2	0,21	5,35
3	1,05	0,2	0,21	5,25



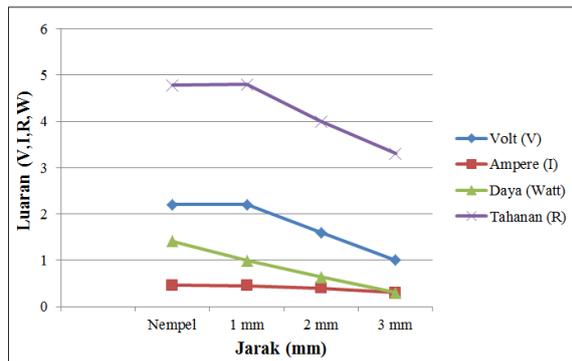
Gambar 6. Grafik luaran pada percobaan 3
 Dari gambar 3 menunjukkan bahwa luaran terbesar yang dihasilkan termoelektrik

generatur (TEG) adalah 1,6V, 0,3A, 0,48W dan 5,3Ω pada jarak antara panci dengan termoelektrik nempel.

4. Pengujian dengan menggunakan panci Stainless Steel pada katup nyala api tinggi

Pada pengujian ini menunjukkan luaran yang dihasilkan oleh termoelektrik generator (TEG) disusun secara seri yang dipasang pada permukaan sekeliling panci Stainless Steel dengan jarak nempel, 1mm, 2mm dan 3mm. Suhu rata-rata yang terukur dari panas modul termoelektrik mencapai 86,8°C dan 56°C pada sisi dinginnya.

Jarak (mm)	Luaran			
	Volt (V)	Ampere (I)	Daya (Watt)	Tahanan (R)
Nempel	2,2	0,46	1,41	4,78
1	2,2	0,45	0,99	4,8
2	1,6	0,4	0,64	4
3	1	0,3	0,3	3,3



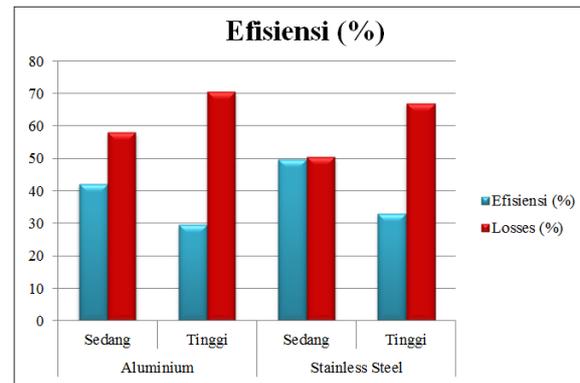
Gambar 7. Grafik luaran pada percobaan 4
 Dari gambar 3 menunjukkan bahwa luaran terbesar yang dihasilkan termoelektrik generatur (TEG) adalah 2,2V, 0,46A, 1,41W dan 4,78Ω pada jarak antara panci dengan termoelektrik nempel. Luaran pengujian 4 lebih besar dibandingkan pada pengujian 3 yang hanya sebesar 1,6V, 0,3A, 0,48W dan 5,3Ω

Efisiensi

Pengujian efisiensi ini sama dengan pengujian diatas, dimana selama proses pengujian luaran daya yang dihasilkan panci jenis Aluminium dan Stainless Steel didapat juga nilai efisiensi kompor gas LPG tersebut. Pada pengujian ini didapat nilai efisiensi dari panci jenis Aluminium dan Stainless Steel pada katup nyala api sedang

dan tinggi dengan durasi pengujian selama 30 menit setiap pengujian.

Jenis Panci	Nyala Api	Efisiensi (%)	Losses (%)
Aluminium	Sedang	42	58
	Tinggi	29,5	70,5
Stainless Steel	Sedang	49,6	50,4
	Tinggi	33	67



Gambar 8. Grafik efisiensi kompor LPG

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa kompor LPG dengan katup nyala api sedang mempunyai nilai efisiensi yang lebih besar dibandingkan pada katup nyala api tinggi baik yang menggunakan jenis panci aluminium maupun stainless steel. Hal ini dikarenakan distribusi panas yang bersumber pada tabung gas LPG diserap maksimal oleh panci sehingga kerugian panas terjadi sangatlah kecil dibandingkan pada katup nyala api tinggi yang mempunyai nilai losses yang besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan, analisa data dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

Dari jarak antara panci dengan termoelektrik yang digunakan yaitu pada jarak nempel, 1mm, 2 mm, 3mm. Ternyata yang menghasilkan energi terbesar adalah pada jarak nempel (0 mm) karena distribusi panas dari panci diserap maksimal oleh termoelektrik generator.

Dengan katup/valve nyala api yang menggunakan nyala api sedang dan tinggi, maka dari hasil pengukuran diperoleh energi terbesar adalah pada katup nyala api tinggi karena semakin tinggi temperature yang

diterima termoelektrik maka semakin besar pula energi yang dihasilkan. Hal ini ditandai luaran yang didapat yaitu 2,2V , 0,46A, 1,41W dan 4,78Ω dengan nyala lampu sedang.

Dengan menggunakan jenis panci Stainless Steel lebih baik dibandingkan dengan jenis panci Aluminium. Hal ini ditandai dengan luaran yang didapat, pada pengujian dengan katup nyala api medium rata-rata luaran yang didapat 0,64V, 0,23A, 0,15W dan 2,63Ω dengan efisiensi 42% lebih kecil dibandingkan katup nyala api high yang mencapai 1,05V, 0,33A, 0,37W dan 3,05Ω dengan efisiensi 29%. Sedangkan nilai tegangan dan arus pada panci Stainless Steel dengan katup nyala api medium mencapai 1,23V, 0,25A, 0,32W dan 4,98Ω dengan efisiensi 49%, masih lebih rendah dibandingkan dengan katup nyala api high yang mencapai 1,75, 0,40A, 0,84W dan 4,22Ω dengan efisiensi 33%.

Saran

Dari hasil pengujian yang berjudul pemanfaatan panas panci yang terbuang sebagai sumber energi listrik alternatif berbasis termoelektrik generator (TEG), maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

Penelitian ini dapat dikembangkan lagi, misalnya dengan memodifikasi tutup panci agar termoelektrik tegenerator dapat menyerap kalor yang tebuang dengan maksiamal.

REFERENSI

- Ahmad Hawari. “Analisa Perpindahan Panas Pada Oven Pengering Cabai”, Skripsi Teknik Mesin 2011, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Frank Kreith dan Arko Prijono M.Sc. “Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas, Edisi Ketiga” PR-10-M (1991). Perpus Teknik, Fakulltas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya (UNTAG).
- Holman J.P., “Heat Transfer”, sixth edition, McGraw Hill, Ltd., New York, 1986.
- Fany Aditama, Sri Rohmawanto. “Variasi Jumlah Lubang Burner Terhadap Efisiensi Kompor Gas Bahan Bakar LPG Satu Tungku dengan Sistem Pemantik Mekanik” Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya, Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.
- Sugiyanto, Soeadgihardo Siswanto. “Pemanfaatan Panas Pada Kompor Gas LPG Untuk Pembangkitan Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik”, Jurnal Program Diploma Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Sutrisno. “Pemanfaatan Panas Gas Buang Mesin Diesel Sebagai Energy Listrik”, Jurnal Riset Dan Teknologi Kelautan (JRTK) Vol. 14, No. 1, Januari-Juni 2016, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulsel 90245
- <URL:https://id.m.wikipedia.org/wiki/Generator_termoelektrik/> Termoelektrik Generator. Diakses pada 13 November 2017
- <URL:https://id.m.wikipedia.org/wiki/panci /> Panci. Diakses pada 27 November 2017
- <URL:https://id.m.wikipedia.org/wiki/Aluminium/> Panci Jenis Aluminium. Diakses pada 4 Desember 2017
- <URL:https://id.m.wikipedia.org/wiki/Baja_nirkarat/> Panci Jenis Stainless Steel. Diakses pada 4 Desember 2017