

**APLIKASI *THERMO-ELECTRIC GENERATOR* PADA SISTEM
PEMANEN PANAS BUANG PADA KOMPOR GAS SATU TUNGKU**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung*

Disusun Oleh :

Satrio Septo Nugroho

(143030107)



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2018

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**“ APLIKASI *THERMO-ELECTRIC GENERATOR* PADA SISTEM
PEMANEN PANAS BUANG PADA KOMPOR GAS SATU TUNGKU ”**



Nama : Satrio Septo Nugroho

NRP : 143030107



Dosen pembimbing I

Dosen pembimbing II

Dr. Ir. Hery Sonawan, MT.

Ir. R. Evi Sofia, MT.

ABSTRAK

Pada saat memasak tidak semua panas diserap oleh panci atau pun masakan, tetapi ada panas yang terbuang di sekitar panci. Panas yang terbuang itulah yang akan dipergunakan sebagai energi alternatif. Alat yang mampu mengubah energi panas menjadi energi listrik adalah *Thermo-Electric Generator* (TEG). TEG adalah alat yang menggunakan prinsip kerja dari efek Seebeck.

Tujuan dari penelitian ini adalah memanen panas buang dari gas buang samping panci yang sedang digunakan untuk memasak menjadi energi listrik serta membuat desain selimut TEG yang *fleksibel*, dalam artian mampu digunakan untuk dimensi kompor apapun dalam rumah tangga. Listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk proses kebutuhan listrik rumah tangga lainnya.

Setelah dilakukannya pengujian diketahui bahwa terdapat beda temperatur (ΔT) yang dihasilkan sehingga terdapat arus dan tegangan yang cukup dan bisa disambungkan dengan *voltage regulator usb* agar dapat digunakan untuk mengisi daya *handphone* dan semacamnya. Dapat disimpulkan panci yang berdiameter 140 mm dengan tinggi 110 mm memiliki ΔT yang konstan pada saat Api Kecil baris Bawah yaitu sisi Kiri = 8,7 °C; sisi tengah = 10,23 °C; dan sisi Kanan = 12,37 °C. Beda temperatur dengan hasil lebih baik dihasilkan pada saat nyala Api Keccil apabila dibandingkan saat nyala Api Besar.

ABSTRACT

When cooking, not all heat is absorbed by the pan or food, but there is heat wasted around the pan. That wasted heat will be used as alternative energy. A tool that is capable of converting heat energy into electrical energy is the Thermo-Electric Generator (TEG). TEG is a tool that uses the working principle of the Seebeck effect.

The purpose of this study is to harvest the heat discharged from the flue gas next to the pan that is being used to cook into electrical energy and make a flexible TEG blanket design, in the sense of being able to be used for the dimensions of any stove in the household. The electricity produced can be used to process other household electricity needs.

After testing, it is known that there is a difference of temperature (ΔT) that is produced so that there is enough current and voltage and can be connected to a usb voltage regulator so that it can be used to charge mobile phones etc. It can be concluded that a pan with a diameter of 140 mm and height of 110 mm has a constant ΔT at the time of the Small Fire in the Lower row which are the Left side = 8.7 °C; middle side = 10.23 °C; and the right side = 12.37 °C. Temperature difference when the flame is small has better results than the flame is large

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN.....	8
I.1 Latar Belakang Masalah.....	8
I.2 Perumusan Masalah.....	9
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	9
I.4 Pembatasan Masalah	10
II. STUDI LITERATUR	Error! Bookmark not defined.
II.1 Tegangan dan Arus.....	Error! Bookmark not defined.
II.1.1 Definisi Tegangan Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
II.1.2 Definisi Arus.....	Error! Bookmark not defined.
II.2 <i>Thermo-Electric Generator</i>	Error! Bookmark not defined.
II.2.1 Sejarah Singkat <i>Thermo-Electric</i>	Error! Bookmark not defined.
II.2.2 Definisi <i>Thermo-Electric Generator</i>	Error! Bookmark not defined.
II.2.3 Prinsip Kerja <i>Thermo-Electric Generator</i>	Error! Bookmark not defined.
II.2.4 Efek Seebeck	Error! Bookmark not defined.
II.3 <i>Microcontroller</i>	Error! Bookmark not defined.
II.3.1 Arduino	Error! Bookmark not defined.
II.4 Pengujian Menggunakan Arduino Uno	Error! Bookmark not defined.
II.4.1 Sensor Temperatur IC LM 35.....	Error! Bookmark not defined.
III. METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.

III.1	Metode Penyelesaian Masalah	Error! Bookmark not defined.
III.2	Desain Selimut TEG.....	Error! Bookmark not defined.
III.2.1	Dinding Selimut.....	Error! Bookmark not defined.
III.2.2	Engsel Selimut.....	Error! Bookmark not defined.
III.2.3	Spesifikasi <i>Thermo-Electric</i>	Error! Bookmark not defined.
III.2.4	Dimensi Panci dan Kompor.....	Error! Bookmark not defined.
III.3	Proses Pembuatan Selimut TEG.....	Error! Bookmark not defined.
IV.	PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN .	Error! Bookmark not defined.
IV.1	Rancangan Pengujian	Error! Bookmark not defined.
IV.1.1	Pengukuran Temperatur	Error! Bookmark not defined.
IV.1.2	Pengukuran Arus dan Tegangan.....	Error! Bookmark not defined.
IV.2	<i>Set-up</i> Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
IV.2.1	Data Temperatur	Error! Bookmark not defined.
IV.2.2	Data Arus dan Tegangan	Error! Bookmark not defined.
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
V.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
V.2	Saran.....	Error! Bookmark not defined.
	DAFTAR PUSTAKA.....	11

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.2 Tegangan Listrik DC dan AC[3].....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II.3 Panel <i>Thermo-Electric</i> [7].....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II.4 Efek Seebeck [9]	Error! Bookmark not defined.
Gambar II.5 Arduino Uno R3[10]	Error! Bookmark not defined.
Gambar II.6 Penyambungan Arduino ke Komputer.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar II.7 Rangkaian Sensor[11]	Error! Bookmark not defined.
Gambar II.8 Sensor Temperatur LM 35	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.2 Simulasi Penempatan Selimut TEG.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.3 Dimensi Dinding Selimut TEG	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.4 Engsel Selimut TEG	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.5 <i>Thermo-Electric</i> [12]	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.6 Panci dan Kompor	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.7 Selimut TEG	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.8 Diagram Alir Pembuatan	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.9 Proyeksi Pelat Selimut TEG	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.10 Isometri dari Selimut TEG.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.11 <i>Thermo-Electric</i> , Sensor LM35, dan <i>Fin</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.12 Pembuatan Pola	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.13 Selimut Setelah Proses Permesinan	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.14 Proses Pengecatan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar III.15 Perkabelan dan Pemasangan <i>Fin</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar IV.1 Keterangan Pengukuran Temperatur.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar IV.2 <i>Set-Up</i> Pengujian	Error! Bookmark not defined.
Gambar IV.3 Model Panci yang Digunakan	Error! Bookmark not defined.
Gambar IV.4 Nyala Api Kompor	Error! Bookmark not defined.

Gambar IV.5 Pengujian dengan Panci A dan Nyala Api Kecil **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.6 Pengujian dengan Panci A dan Nyala Api Besar **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.7 Pengujian dengan Panci B dan Nyala Api Kecil **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.8 Pengujian dengan Panci B dan Nyala Api Besar **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.9 Pengujian dengan Panci C dan Nyala Api Kecil **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.10 Pengujian dengan Panci C dan Nyala Api Besar **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.11 Grafik Pengaruh Diameter Panci terhadap ΔT saat Api Kecil**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.12 Grafik Pengaruh Diameter Panci terhadap ΔT saat Api Besar**Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.13 Grafik Arus vs Detik ke- (Panci A)..... **Error! Bookmark not defined.**

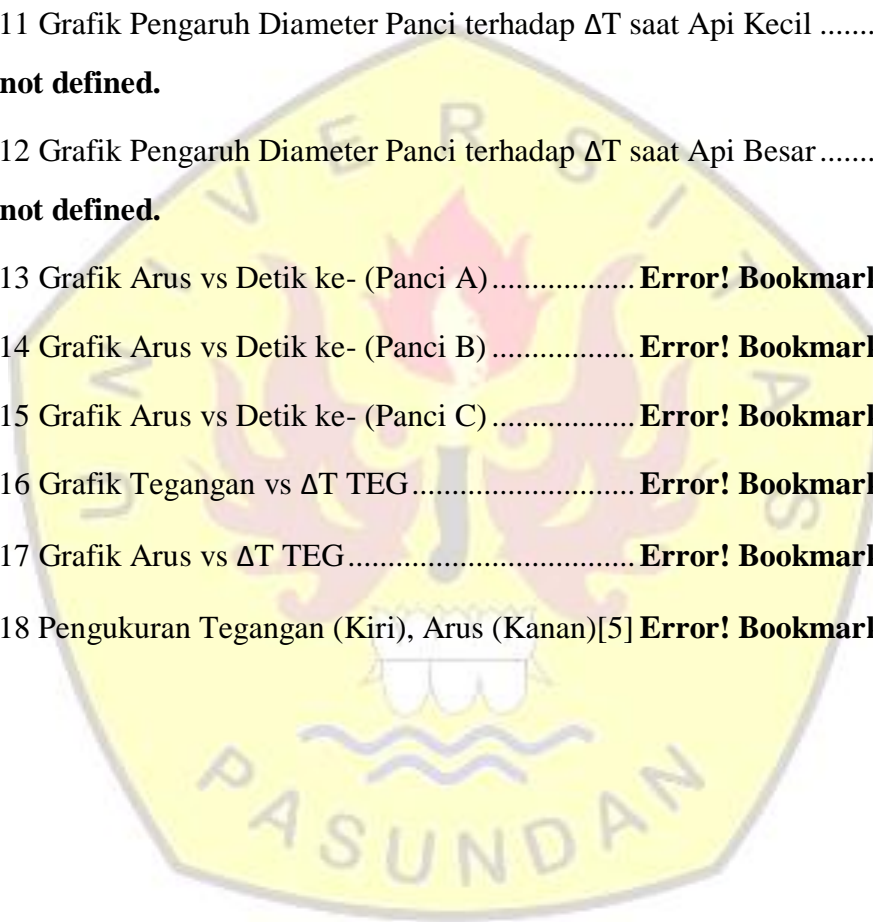
Gambar IV.14 Grafik Arus vs Detik ke- (Panci B)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.15 Grafik Arus vs Detik ke- (Panci C)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.16 Grafik Tegangan vs ΔT TEG..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.17 Grafik Arus vs ΔT TEG..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar IV.18 Pengukuran Tegangan (Kiri), Arus (Kanan)[5] **Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Tabel Pengukuran Temperatur **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV.2 Tabel Pengukuran Arus dan Tegangan **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV.4 Rata-Rata Temperatur Setiap Pengujian **Error! Bookmark not defined.**

Tabel IV.5 Data Tegangan dan Arus **Error! Bookmark not defined.**



I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta pembatasan masalah.

I.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia dewasa ini sedang menghadapi permasalahan, salah satu permasalahan yang dihadapi Indonesia dewasa ini adalah ketidakseimbangan antara kebutuhan konsumsi listrik pelanggan dibandingkan dengan kemampuan Perusahaan Listrik Negara (PLN) dalam menyediakan energi listrik. Meningkatnya populasi manusia dari waktu ke waktu seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia akan energi sebagai penunjang multi-dimensi mereka, ditambah lagi dengan semakin menipisnya cadangan bahan bakar fosil yang selama ini dijadikan komoditas utama penunjang energi bagi manusia. Hal tersebut membuat manusia tertantang untuk membuat pengkonversi energi yang efisien dan ramah lingkungan. Salah satu kegiatan yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia untuk menanggulangi permasalahan tersebut yaitu membangun pembangkit-pembangkit listrik. Pembangkit-pembangkit listrik pun sudah banyak dibangun dikarenakan Indonesia adalah salah satu negara yang cukup berpotensi untuk dijadikan tempat pembangunan pembangkit-pembangkit listrik. Lokasi negara Indonesia yang cukup strategis yaitu berada pada garis khatulistiwa serta berbentuk sebagai negara kepulauan yang tercatat sebagai negara kepulauan terbesar di dunia membuat Indonesia memiliki kekayaan alam yang melimpah diantaranya sumber daya alam yang mampu digunakan sebagai sumber pembangkit listrik. Hampir seluruh macam pembangkit listrik mampu dibangun di Indonesia. Beberapa contoh dari pembangkit yang sudah dibangun di Indonesia seperti Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB), dan Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG).

Dalam kondisi nyata, pada pembangkit-pembangkit tersebut tidak semua energi yang dihasilkan digunakan untuk menghasilkan listrik. Pembangkit-pembangkit tersebut menghasilkan panas yang terbuang atau tidak digunakan yang dihasilkan bisa dari cerobong hingga generator. Apabila diambil contoh pada Pembangkit Listrik Tenaga Air, dimula dari air yang mengalir menabrak sudu-sudu dari kincir air, kincir air bergerak secara rotasi pada porosnya kemudian gaya rotasi diteruskan menuju generator melalui poros yang sudah tersambung. Generator yang sedang bekerja akibat gaya rotasi yang diberikan poros

menghasilkan listrik, kemudian selain listrik yang dihasilkan ada juga panas yang dihasilkan tetapi tidak digunakan untuk pembangkit listrik. Panas yang terbuang tersebut bisa digunakan kembali menjadi energi alternatif lain yang berguna. Namun, fenomena panas terbuang tidak selamanya terdapat pada lingkup kehidupan perusahaan. Apabila lingkup penelitian diperkecil maka dapat dilihat contoh di lingkup kehidupan sekitar kita seperti pada lingkup rumah tangga.

Pada kehidupan rumah tangga terdapat bermacam-macam alat yang berbasis konversi energi salah satu contohnya yaitu dapat dilihat pada kompor gas. Kompor gas bekerja dengan prinsip mengubah gas elpiji menjadi nyala api. Penggunaan kompor gas pada kehidupan rumah tangga biasanya digunakan untuk melakukan kegiatan memasak. Walaupun api pada kompor gas mampu membuat makanan menjadi matang, namun saat proses memasak tidak semua panas dari api diserap oleh panci atau pun masakan. Pada daerah sekitar panci terdapat panas yang terbuang atau yang tidak digunakan untuk proses memasak. Panas yang terbuang itulah yang akan dipergunakan kembali sebagai energi alternatif yang bisa berguna untuk keperluan lainnya. Alat yang mampu mengubah panas dari nyala api kompor menjadi listrik adalah *Thermo-Electric Generator* (TEG). TEG adalah alat yang menggunakan prinsip kerja dari efek Seebeck yang mampu mengubah energi *thermal* menjadi listrik. Dikarenakan TEG memiliki ukuran yang cukup kecil sehingga mudah untuk diaplikasikan pada lingkup rumah tangga dan aman digunakan disekitar manusia.

I.2 Perumusan Masalah

Dalam penelitian selimut *thermo-electric generator* ini akan dibahas beberapa permasalahan yang meliputi:

1. Besaran panas yang dapat dipanen.
2. Arus dan tegangan yang dihasilkan.
3. Memanen panas buang menggunakan selimut TEG.

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

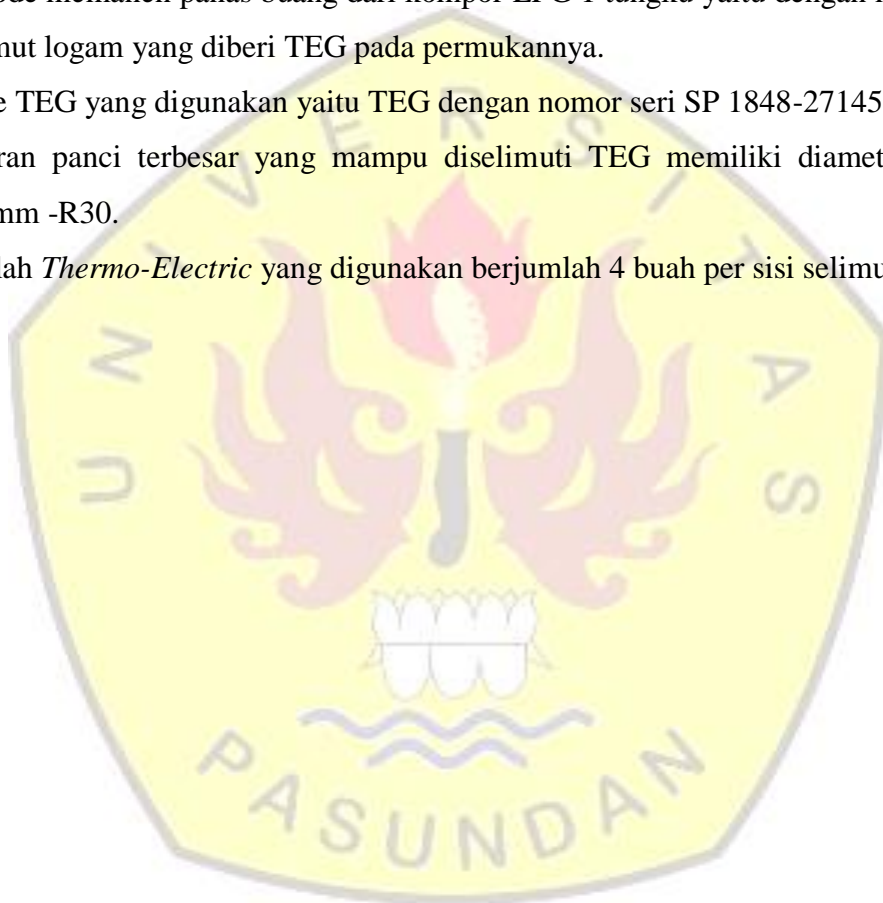
Tujuan dari penelitian ini adalah memanen panas buang kompor gas satu tungku yang sedang digunakan untuk memasak menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk proses kebutuhan listrik rumah tangga ataupun kegiatan luar ruangan. Desain dari selimut TEG harus fleksibel, dalam artian mampu digunakan untuk dimensi kompor apapun dalam rumah tangga serta aktifitas luar ruangan.

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah listrik yang dihasilkan mampu meringankan biaya kebutuhan listrik, khususnya biaya dalam rumah tangga dengan cara menggunakan energi listriknya pada alat-alat rumah tangga lainnya serta dapat digunakan pada kegiatan luar ruangan.

I.4 Pembatasan Masalah

Untuk mempermudah dalam penulisan penelitian ini, maka dilakukan batasan masalah yang meliputi:

1. Metode pemanasan panas buang dari kompor LPG 1 tungku yaitu dengan menggunakan selimut logam yang diberi TEG pada permukannya.
2. Tipe TEG yang digunakan yaitu TEG dengan nomor seri SP 1848-27145.
3. Ukuran panci terbesar yang mampu diselimuti TEG memiliki diameter 270mm x 225mm -R30.
4. Jumlah *Thermo-Electric* yang digunakan berjumlah 4 buah per sisi selimut.



DAFTAR PUSTAKA

[1-10, 12-16]

1. Wikipedia. *Perpindahan Panas*. wiki May 11, 2018 [cited 2017 October 21]; Available from: https://id.wikipedia.org/wiki/Perpindahan_panas.
2. Aulia, K. *Perpindahan Panas Konduksi, Konveksi, Radiasi dan Contohnya*. 2018 [cited 2018 March 03]; Available from: <https://www.juraganles.com/2017/09/perpindahan-panas-konduksi-konveksi-radiasi-dan-contohnya.html>.
3. Elektronika, T. *Pengertian Tegangan Listrik (Electric Voltage)*. 2018 [cited 2018 October 04]; Available from: <https://teknikelektronika.com/pengertian-tegangan-listrik-electric-voltage/>.
4. Rinn. *Pengertian Tegangan Listrik Ac dan DC*. 2017 [cited 2018 October 04]; Available from: <http://tentang-ilmuku.blogspot.com/2017/02/pengertian-tegangan-listrik-ac-dan-dc.html>.
5. Fernando, H. *Pengertian Arus, Tegangan, Hambatan, dan Daya Listrik*. 2016 [cited 2018 October 04]; Available from: <http://www.elkompedia.com/2016/10/pengertian-arus-tegangan-hambatan-dan.html>.
6. Snyder, G.J. *Generator Termoelektrik*. 2017 [cited 2017 October 20]; Available from: https://id.wikipedia.org/wiki/Generator_termoelektrik.
7. LISTRIK, J.J.R.L.P. *Generator Termoelektrik*. 2016 [cited 2017 October 27]; Available from: <http://jeramipenghasilistri.blogspot.com/2016/12/generator-termoelektrik.html>.
8. Anwar, S. and S.P. Sari, *Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin*. Jurnal Rekayasa ElektriKa, 2013. **10**(4): p. 180-185.
9. Umboh, R., et al., *Perancangan alat pendinginan portable menggunakan elemen peltier*. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 2012. **1**(3).
10. Febrianto. *Apa itu Arduino Uno?* Teknologi 2014 April 27, 2018 [cited 2018 October 04]; Available from: <http://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>.
11. nyebarilmu. *Cara mengakses sensor suhu LM35 dengan arduino*. 2017 [cited 2018 January 25]; Available from: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-sensor-suhu-lm35/>.
12. Store, L. *Pembangkit Listrik TEG sp1848 27145 SA Power Generator*. 2017 [cited 2017 November 23]; Available from: <https://www.tokopedia.com/lubeg-store/pembangkit-listrik-teg-sp1848-27145-sa-power-generator>.
13. dikin26. *Cara Membaca Multimeter / Avometer Analog*. 2013 [cited 2018 August 23]; Available from: <https://dikin26.wordpress.com/2013/10/03/cara-membaca-multimeter-avometer-analog/>.
14. Kresnoadi. *Macam-Macam Perpindahan Kalor: Konduksi, Konveksi, dan Radiasi*. 2017 2018 [cited 2017 October 04]; Available from: <https://blog.ruangguru.com/perpindahan-kalor>.
15. Magelang, U. *Perpindahan Panas pada Sirip (Fin)*. 2013 [cited 2017 November 08]; Available from: <http://oto.teknik.ummgl.ac.id/wp-content/uploads/2013/06/Perpindahan-Panas-pada-Sirip-Fin.ppt>.
16. Suranata, A. *Membuat Monitor Suhu Ruangan Dengan Visual Studio C#, Arduino dan Sensor LM35*. 2015 [cited 2017 August 25]; Available from: <https://tutorkeren.com/artikel/membuat-monitor-suhu-ruangan-dengan-visual-studio-c-arduino-dan-sensor-lm35.htm>.