

KAJI KOMPARASI PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK MEMANFAATKAN PENYERAPAN PANAS ASPAL JALAN MENGUNAKAN TEKNOLOGI TERMoeLEKTRIK GENERATOR (TEG) DENGAN PELAT PENYERAP LOGAM DENGAN KEDALAMAN BERBEDA

Wyra Maulana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang
Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

**E-mail: wyra.maulana@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan daya listrik yang dihasilkan Thermoelectric Generator pada tiga jenis pelat penyerap berbahan logam yang berbeda. Tiga jenis logam tersebut adalah Tembaga, Aluminium, dan Baja. Radiasi matahari dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan thermoelectric generator. Thermoelectric generator merupakan perangkat generator listrik yang mengkonversikan panas (perbedaan temperatur) menjadi energi listrik melalui efek seeback. Modul yang digunakan yaitu Thermoelectric tipe SP 1848. Aspal yang digunakan yaitu tipe AC-WC dengan ukuran 300 mm x 300 mm x 100 mm. Ketiga pelat tersebut divariasikan kedalamannya yaitu 2 cm, 4 cm dan 6 cm. Pada pelat kedalaman 2 cm, daya maksimal untuk tembaga yang dapat dihasilkan sebesar 0.034 W pada saat radiasi matahari sebesar 887 W/m². Sedangkan pada pelat tembaga daya maksimal 0.048 W pada kedalaman 2 cm, Pelat dengan kedalaman 2 cm dinilai lebih baik karena menghasilkan daya yang besar dibandingkan dengan pelat kedalaman 4 cm dan 6 cm.

Kata kunci : Thermoelectric Generator, Radiasi Matahari, Alternatif.

ABSTRACT

This study compares the electric power generated by Thermoelectric Generators on three different types of absorbent plates made from metal. The three types of metals are Copper, Aluminum, and Steel. Solar radiation is used to produce electrical energy by using a thermoelectric generator. A thermoelectric generator is a device that converts heat (temperature difference) into electrical energy through the feedback effect. The module used is Thermoelectric type SP 1848. Asphalt is the type of AC-WC with a size of 300 mm x 300 mm x 100 mm. The three plates varied in depth from 2 cm, 4 cm, and 6 cm. At a plate depth of 2 cm, the maximum power for Copper that can be produced is 0.034 W when solar radiation is 887 W / m². On Copper plates, the total energy is 0.048 W at 2 cm depth. Leaves with a depth of 2 cm are considered better because they produce greater power than plates of 4 cm and 6 cm depth.

Keywords: Thermoelectric Generator, Solar Radiation, Alternative.

PENDAHULUAN

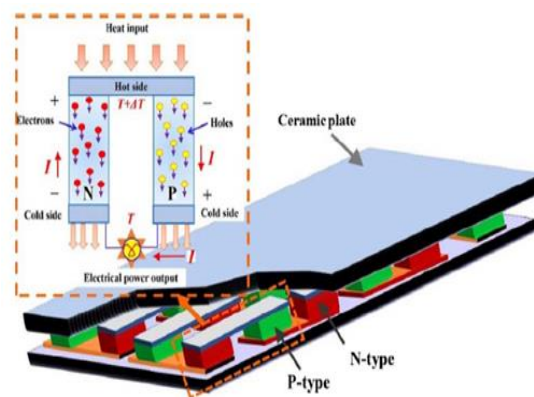
Pada beberapa tahun mendatang diperkirakan kebutuhan energi listrik akan semakin bertambah seiring bertambahnya populasi manusia. Jika hanya mengandalkan sumber energi yang sekarang seperti pembakaran batu bara, minyak dan gas yang sudah hampir habis, maka hal tersebut lama-kelamaan tidak bisa menyangga kebutuhan akan energi untuk aktivitas sehari-hari yang semakin banyak.

Sumber energi terbarukan yang masih terus dikembangkan pada saat ini salah satunya yaitu matahari. Untuk itu radiasi matahari yang berupa panas matahari dapat di manfaatkan untuk memanasi permukaan aspal jalan raya. Salah satu metode yang digunakan dalam memanfaatkan energi listrik yang dapat diperbaharui yaitu Termoelektrik generator (Sunarno. 2017). Fenomena ini telah dikembangkan menjadi suatu modul sehingga dapat digunakan sebagai pembangkit listrik dan perangkat pendingin atau pemanas (Kisgyorgy.2015)

Pemanfaatan panas matahari semakin gencar pengembangannya karena besarnya potensi yang bisa didapatkan. Panas matahari yang dipancarkan sebagian besar diserap oleh bumi dan yang tidak terserap akan lepas kembali ke atmosfer bumi. Salah satu contoh yang paling banyak menyerap panas matahari yaitu aspal jalan. Dengan potensi panas inilah dilakukan penelitian dengan memanfaatkan termoelektrik sebagai alat pengubah panas dan dingin menjadi listrik. Panas yang didapatkan dari matahari diserap aspal jalan dan kemudian akan dimanfaatkan untuk kerja termoelektrik. Untuk negara dengan iklim tropis sangat cocok menggunakan energi alternatif ini, karena radiasi matahari sangat besar diterima dibandingkan dengan negara dengan iklim dingin. Dalam penelitian ini berkaitan dengan penelitian sebelumnya yaitu tentang “Efek Kedalaman Pelat Tembaga Pada Perkerasan Aspal Terhadap Temperatur Lempeng dan Daya Listrik Yang Diperoleh Oleh Generator Termoelektrik” (Satria, 2019), “Pembangkit Energi Listrik Memanfaatkan Panas Aspal jalan Menggunakan

Teknologi Termoelektrik Generator (TEG) Dengan Alat Penyerap Alumunium” (Yayan, 2019). Dan “Pembangkit Energi Listrik Memanfaatkan Panas Aspal Jalan Menggunakan Teknologi Termoelektrik Generator (TEG) Dengan Alat Penyerap Baja” (Sahat, 2019).

Termoelektrik generator juga sering disebut seeback generator yaitu perangkat generator listrik yang mengkonversikan panas (perbedaan suhu) langsung menjadi energi listrik, menggunakan fenomena yang disebut efek seeback. Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan jumlah listrik sesuai dengan seberapa besar perbedaan temperatur yang dapat dihasilkan (Jiang, 2017).



Gambar 1. Thermoelectric Generator (Jiang, 2017)

Thermoelectric generetor terdiri dari satu sisi panas (T_h) dan satu sisi dingin (T_c). Pada sisi panas *thermoelectric* dengan suhu yang lebih tinggi, akan menggerakkan elektron pada batang dengan material semikonduktor tipe-n (material yang kelebihan elektron) menuju sisi dingin dengan suhu yang lebih rendah dan masuk ke batang dengan material tipe-p (material yang kekurangan elektron) melalui metal *connection*.

Sehingga akan timbul arus listrik dari pergerakan elektron tersebut.

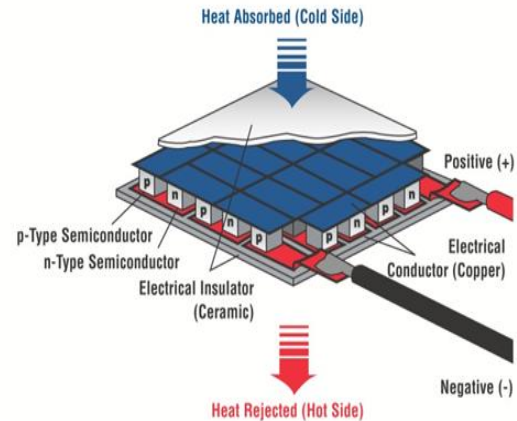
Jenis-jenis Thermoelectric

Thermoelectric generator

Generator thermoelectric adalah sebuah alat yang dapat digunakan sebagai pembangkit tegangan listrik dengan memanfaatkan konduktivitas atau daya hantar panas dari sebuah lempeng logam. *Thermoelectric* merupakan konversi langsung dari energi panas menjadi energi listrik. *Thermoelectric* didasarkan pada sebuah efek yang disebut *efek Seebeck*, yang pertama kali ditemukan pada tahun 1821 oleh Thomas Johann Seebeck. Prinsip kerja dari *efek Seebeck* yang bekerja pada pembangkit termoelektrik adalah jika ada dua buah material atau lempeng logam yang tersambung berada pada lingkungan dengan suhu yang berbeda maka di dalam material atau lempeng logam tersebut akan mengalir arus listrik. Teknologi termoelektrik relatif lebih ramah lingkungan, tahan lama dan bisa digunakan dalam skala yang besar (Prentice, 1968).

Thermoelectric itu sendiri umumnya menggunakan bahan yang bersifat semikonduktor atau dengan kata lain menggunakan *solid-state technology*. Adapun struktur dari termoelektrik dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 menunjukkan struktur termoelektrik yang terdiri dari suatu susunan elemen tipe-P, yakni material yang kekurangan elektron, dan terdiri juga dari susunan elemen tipe-N, yakni material yang kelebihan elektron. Panas masuk pada salah satu sisi dan dibuang dari sisi lainnya. Transfer panas tersebut menghasilkan suatu tegangan yang melewati sambungan *Thermoelectric* dan besarnya tegangan listrik yang dihasilkan sebanding dengan gradien suhu. Dapat disimpulkan apabila batang logam dipanaskan dan didinginkan pada 2 buah kutub logam, elektron pada sisi panas logam akan bergerak aktif dan memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dibandingkan dengan sisi dingin logam. Dengan kecepatan yang lebih tinggi, maka elektron dari sisi panas akan mengalami difusi ke sisi dingin dan menyebabkan timbulnya

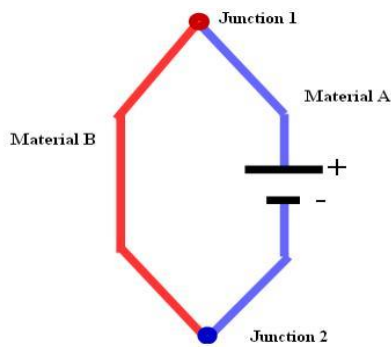
medan listrik pada logam atau material tersebut. Elemen *thermoelectric* terdiri dari semikonduktor tipe-P dan tipe-N.



Gambar 2. Struktur Thermoelectric Generator
(www.thermo.com)

Thermoelectric Cooler

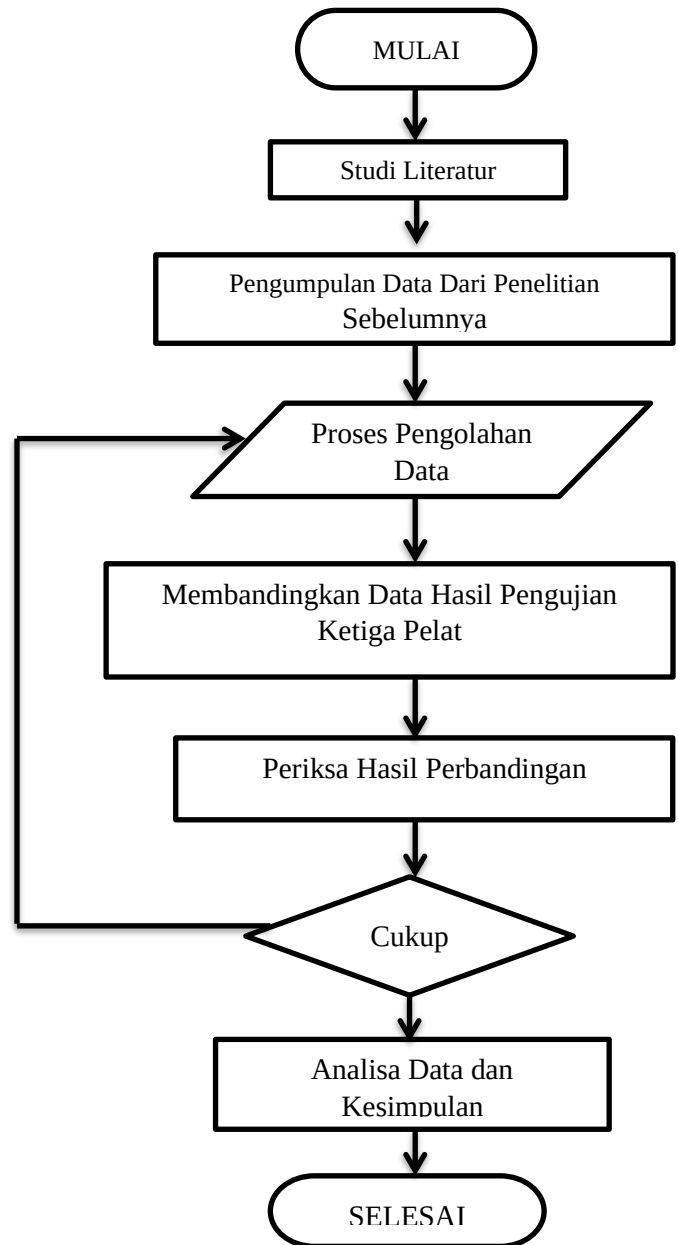
Dari penemuan *seebeck* ini Jean Charles Peltier kemudian mendapatkan inspirasi dengan melihat kebalikan dari fenomena tersebut. Dia mengalirkan listrik pada dua buah logam yang direkatkan dalam sebuah rangkaian. Ketika arus listrik dialirkan, terjadi penyerapan panas pada sambungan kedua logam tersebut dan pelepasan panas pada sambungan yang lainnya. Pelepasan dan penyerapan panas ini saling berbalik begitu arah arus dibalik. Penemuan yang terjadi pada tahun 1934 ini kemudian dikenal dengan efek peltier. Dan sekarang dikenal dengan pendingin *thermoelectric* yang saat ini digunakan untuk mendinginkan CPU computer (Nugrah, 2017).



Gambar 3. Efek Peltier (Cengel, Y.A,2005)

METODOLOGI

Berikut diagram alir penelitian ini sebagai berikut;



Gambar 4. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan pada Pelat Tembaga kedalaman 2 cm

Perhitungan pada modul TEG SP 1848

1. Koefesien Seeback

Perdasarkan persamaan (2.1) Koefesien seeback dihitung menggunakan rumus pada

persamaan maka diperoleh nilai koefisien seebeck nya:

$$S = \frac{V}{\Delta T} = \frac{0.388}{9.4} = 0.041 \text{ V/}^{\circ}\text{C}$$

2. Daya Listrik

Berdasarkan persamaan (2.2) Daya listrik dihitung menggunakan persamaan diperoleh nilai daya listrik sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \\ = 0.388 \times 0.1239 = 0.048 \text{ V}$$

3. Hambatan Listrik

Berdasarkan persamaan (2.3) Nilai hambatan dapat diperoleh sebagai berikut:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.388}{0.1239} = 3.131 \Omega$$

4. Berdasarkan persamaan (2.4) Kalor yang masuk pada sisi panas modul *thermoelectric* (W) Kalor yang masuk pada sisi panas modul *thermoelectric* dihitung menggunakan rumus pada persamaan

$$Q_H = K_{TEG}(T_H - T_C) + (S_{TEG} \cdot T_H \cdot I) - (0.5 \times I^2 \cdot R_{TEG}) \\ Q_H = 1.5(36.7 - 27.3) + (0.041 \times 36.7 \times 0.1239) - (0.5 \times 0.1239^2 \times 3.13) \\ = 14.262 \text{ W}$$

5. Berdasarkan persamaan (2.5) Kalor yang dibuang pada sisi dingin modul *thermoelectric* (W) Kalor yang dibuang pada sisi dingin modul *thermoelectric* dihitung menggunakan rumus pada persamaan dan hasilnya sebagai berikut:

$$Q_C = K_{TEG}(T_H - T_C) + (S_{TEG} \cdot T_C \cdot I) + \left(\frac{1}{2} \cdot I^2 \cdot R_{TEG}\right) \\ Q_C = 1.5(36.7 - 27.3) + (0.041 \times 27.3 \times 0.1239) - (0.5 \times 0.1239^2 \times 3.13) \\ = 14.214 \text{ W}$$

6. Berdasarkan persamaan efisiensi dari modul *thermoelectric* Efisiensi modul *thermoelectric* dihitung menggunakan rumus pada persamaan sebagai berikut:

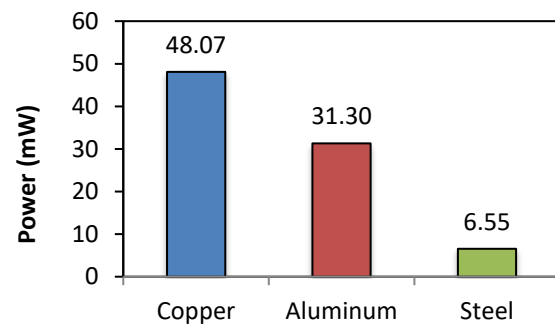
$$\eta = \frac{P_{TEG}}{Q_H} = \frac{0.048}{14.262} = 0.003$$

Daya (Watt)

Daya yang dihasilkan paling tinggi oleh setiap bahan uji yaitu pada jam 13:00 karena memiliki tingkat radiasi matahari paling tinggi yaitu 887 W/m², besaran nilai daya yang dihasilkan pada setiap kedalaman juga bervariasi.

1. Kedalaman 2 cm

Pada kedalaman 2 cm diperoleh hasil perbandingan daya antara ketiga bahan uji pada radiasi tertinggi adalah sebagai berikut:

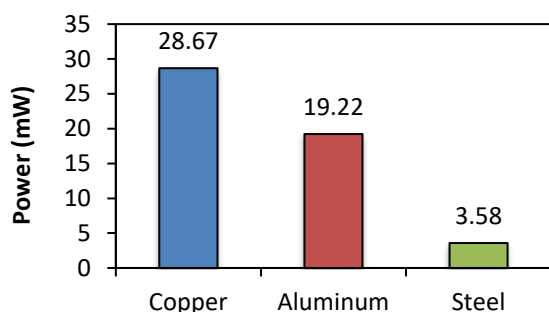


Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Daya Kedalaman 2 cm

Pada gambar 5, terlihat bahwa tembaga memiliki daya yang paling tinggi yaitu 0,0480732 Watt, sedangkan Aluminium yaitu 0,0313034 Watt, dan baja yaitu 0,0065522 watt. Ini menunjukkan pada kedalaman tanah 2 cm, yang paling efektif menghasilkan daya pada pemanfaatan sinar matahari yaitu tembaga.

2. Kedalaman 4 cm

Pada kedalaman 4 cm diperoleh hasil perbandingan daya antara ketiga bahan uji pada radiasi tertinggi adalah sebagai berikut:

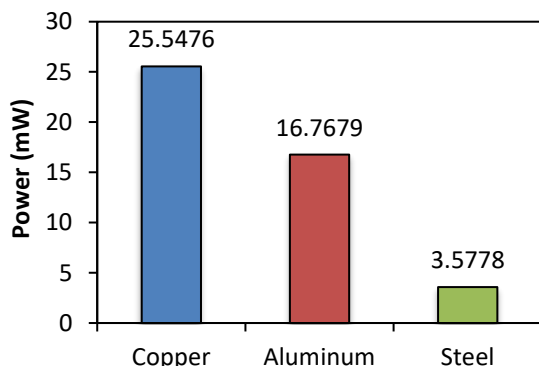


Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Daya Kedalaman 4 cm

Pada gambar 6, terlihat bahwa tembaga memiliki daya yang paling tinggi yaitu 0,0286738 Watt, sedangkan Aluminium yaitu 0,0192231 Watt, dan baja yaitu 0,0035778 watt. Ini menunjukkan pada kedalaman tanah 4 cm, yang paling efektif menghasilkan daya pada pemanfaatan sinar matahari yaitu tembaga.

3. Kedalaman 6 cm

Pada kedalaman 6 cm diperoleh hasil perbandingan daya antara ketiga bahan uji pada radiasi tertinggi adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Daya Kedalaman 6 cm

Pada gambar 7, terlihat bahwa tembaga memiliki daya yang paling tinggi yaitu 0,0255476 Watt, sedangkan Aluminium yaitu 0,0167679 Watt, dan baja yaitu 0,0035778 watt. Ini menunjukkan pada kedalaman tanah 6 cm, yang paling efektif

menghasilkan daya pada pemanfaatan sinar matahari yaitu tembaga.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian ini adalah: Perbandingan daya yang dihasilkan oleh ketiga bahan logam yang di uji, didapatkan bahwa Tembaga dapat menghasilkan daya paling tinggi daripada Aluminium, dan Baja. Daya yang di hasilkan setiap pelat dipengaruhi oleh kedalaman tanah, semakin dekat dengan permukaan maka semakin besar daya yang dapat dihasilkan, karena dapat menyerap panas lebih baik. Radiasi matahari sangatlah berpengaruh dalam menghasilkan daya. Radiasi tertinggi diperoleh pada jam 13:00, yaitu 887 W/m². Daya yang dihasilkan Tembaga saat tingkat radiasi tertinggi pada kedalaman tanah 2 cm adalah 0,0480732 Watt, sedangkan aluminium adalah 0,0313034 Watt, dan Baja adalah 0,0065522 Watt, pada kedalaman tanah 4 cm adalah 0,0286738 Watt, sedangkan Aluminium adalah 0,0192231 Watt, dan Baja adalah 0,0035778 Watt, pada kedalaman tanah 6 cm adalah 0,0255476 Watt, Aluminium adalah 0,0167679 Watt, dan Baja adalah 0,0035778 Watt.

Dari hasil penelitian didapatkan data perbandingan, dan dapat disimpulkan bahwa, Radiasi Matahari dan kedalaman tanah berpengaruh besar pada hasil daya yang diperoleh. Bahan pelat berbahan logam Tembaga adalah yang dapat menyerap panas dan menghasilkan daya yang paling tinggi dan efektif dibandingkan pelat berbahan Aluminium dan Baja.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, S. Sunarno, H. dan Indarto, B. 2017. Generator Termoelektrik Untuk Pengisian Aki. *Institut Teknologi Surabaya, Surabaya*.
- Cengel, Yunus A. 2005. Thermodynamics an Engineering Approach 5th Edition. *Mc.Graw Hill, Amerika*.

- Cengel, Yunus A. 2014. Thermodynamics an Engineering Approach 8th Edition. *Mc.Graw Hill, Amerika*.
- Kisgyorgy, L. Plesz, B. 2015. Termal Energi Of Asphalt Pavements Using Termoelektrik. 54,23-35.
- Klara, Sherly dan Strisno, 2016. Pemanfaatan panas gas buang Mesin Desiel Sebagai Energi Listrik. Volume 14, No. 1. Hal. 113-128, Makasar
- Lanuri, Satria. 2019. Efek Kedalaman Pelat Tembaga Pada Perkerasan Aspal Terhadap Temperatur Lempeng Dan Daya Listrik Yang Diperoleh Generator Termoelektrik. *Universitas Riau, Pekanbaru*.
- Nugroho, W. Haryadi, M.dan Rudiyanto. 2016. Exhaust System Generator : Knalpot Penghasil Listrik Dengan Prinsip Termoelektrik. *Universitas Negeri Semarang, Semarang*.
- Putrowijoyo, Rian. 2006. Kajian Laboraturium Sifat Marshall dan Durability Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC). *Universitas Diponegoro, Semarang*.
- Riyanto, Yayan. 2019. Pembangkit Energi Listrik Memanfaatkan Penyerapan Panas Aspal Jalan Menggunakan Teknologi Termoelektrik Generator (Teg) Dengan Pelat Penyerap Alumunium. *Universitas Riau, Pekanbaru*.
- Simarmata, P. Sahat. 2019. Pemanfaatan Penyerapan Panas Aspal Jalan Menggunakan Teknologi Termoelektrik Generator Dengan Penyerap Pelat Baja. *Universitas Riau, Pekanbaru*.
- Sunardi, dkk.2012. Fisika Berbasis Pendidikan Karakter Bangsa.Bandung Srikandi Empat Widya Utama.
- Vasquez, J., dkk. 2002 State of the art of Thermoelectric generators based on Heat Recovered from the Exhaust Gases of Automobiles. Spain: Pamplona.