

Harvesting Energy Panas Matahari Menggunakan Thermoelectric Dan Photovoltaic

Desy Ermia Putri¹, Dewanto Harjunowibowo², Ahmad Fauzi

^{1,2} Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No. 36 A, Surakarta

E-mail : greenlovers_9192@yahoo.co.id¹, dewanto_h@yahoo.com², fauziuns@gmail.com³

Abstrak

Paper ini bertujuan untuk: (1) Membuat prototipe *Harvesting Energy* panas matahari menggunakan *Thermoelectric* dan *Photovoltaic*; dan (2) Mengetahui pengaruh variasi suhu dan intensitas cahaya terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan dari *Thermoelectric* dan *Photovoltaic*. Makalah ini disusun berdasarkan kajian literatur seperti buku, jurnal, internet, dan literatur lainnya yang membahas tentang pemanfaatan modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic* sebagai alat konversi energi panas dan cahaya Matahari menjadi energi listrik. Metode penelitian dalam Eksperimen Fisika II ini adalah metode eksperimen sedangkan teknik analisis data yang digunakan yaitu analisis kuantitatif dan grafik. Hasil analisis data dibandingkan dengan teori yang sudah ada. Percobaan ini dilakukan dengan cara merangkai seri 4 buah modul *Thermoelectric* kemudian memberikan perbedaan suhu pada kedua permukaan modul *Thermoelectric* yakni pada sisi panas diberikan suhu lebih tinggi dan pada sisi dingin diberikan suhu yang lebih rendah. Lalu dari keluaran modul dihitung nilai tegangan dan arus yang dihasilkan. Kemudian untuk modul *Photovoltaic* yang diberi pancaran cahaya Matahari yang diubah menjadi arus dan tegangan listrik yang masing-masing keluaran dari modul diperkuat oleh rangkaian *Blocking Oscillator*. Dengan diperolehnya data tegangan, arus, dapat digunakan untuk mencari berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai 2,4 V dengan kapasitas 2000 mAh. Dari hasil percobaan yang dilakukan dengan waktu pengamatan yang berbeda diperoleh bahwa tegangan maksimal yang mampu dihasilkan oleh sistem adalah $V = 3,115$ volt, dan arus $I = 47,07$ mA, sehingga waktu yang dibutuhkan baterai agar terisi secara penuh dapat dihitung dengan persamaan $Kapasitas\ Baterai\ (mAh) = Kapasitas\ Charger\ (mA) \times Waktu\ Pengisian\ (h)$, dari perhitungan diperoleh lama waktu pengisian baterai adalah $t = 42,49$ jam.

Kata kunci : *Harvesting Energy, Thermoelectric, Photovoltaic*, waktu pengisian baterai.

1. Pendahuluan

Sebagian besar masyarakat di Indonesia memenuhi kebutuhan energinya dengan menggunakan energi yang tidak dapat diperbaharui (*Unrenewable*) dan apabila terus menerus digunakan akan habis, seperti minyak bumi, gas bumi, dan batubara. Penggunaan energi konvensional tidak hanya berdampak pada krisis kekurangan energi tetapi juga berdampak pada krisis lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat diperbaharui.

Beberapa cara atau teknologi untuk menghemat konsumsi energi adalah program pengembangan alternatif seperti energi angin, panas bumi, sel matahari (*solar cell*), OTEC (*Ocean Thermal Energy Conversion*), pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut, dan lainnya.

Selain pengembangan energi alternatif, penghematan energi atau konversi energi perlu juga mendapat perhatian yang sama. Hal tersebut

dikarenakan penghematan energi atau peningkatan efisiensi termal suatu sistem maka akan dapat menghemat penggunaan bahan bakar yang berasal dari fosil.

Penulisan makalah ini bertujuan untuk membuat prototipe elektrobik *harvesting energy* matahari menggunakan modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic*, dan mengetahui pengaruh variasi suhu dan intensitas cahaya terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan oleh modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic*.

Sistem *Harvesting Energy* merupakan sistem yang digunakan untuk mendapatkan energi yang dilakukan dengan cara *harvest* atau memanen dari suatu sumber energi untuk menghasilkan energi lain. *Harvesting energy*, yang juga dikenal dengan istilah *Scavenging Energy* ini memanfaatkan sumber energi yang berasal dari luar seperti energi Matahari, energi panas, energi angin, energi kinetik.

Salah satu pemanfaatan energi menggunakan sistem *Harvesting Energy* adalah modul *Thermoelectric* yang memanfaatkan salah satu prinsip

kerja pada modul tersebut. Modul *Thermoelectric* ini memiliki kemampuan mengkonversikan energi panas menjadi energi listrik dengan memanfaatkan prinsip efek *Seebeck* (Divya, 2012: 26-27).

Elemen termoelektrik merupakan alat konversi energy (L. Simon, 2005). Umumnya bahan yang digunakan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor adalah bahan yang mampu menghantarkan arus listrik pada termoelektrik adalah sulitnya mendapatkan bahan yang mampu bekerja pada suhu tinggi. Semikonduktor yang digunakan adalah semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan semikonduktor *ekstrinsik* (Abrar, 2014).

Pada bagian kaki termoelektrik ini dihubungkan oleh lempengan tembaga dengan tipe yang berbeda. Semikonduktor tipe-P dan tipe-N ini lah yang menyusun elemen termolektrik (Meng et al, 2011).

Phothovoltaic model merupakan komponen yang berpengaruh terhadap karakteristik dari sebuah kurva hubungan antara I-V dan P-V yang dihasilkan oleh konversi energi yang menggambarkan keadaan energi alam yang ada di lingkungan (Venkateswarlu, 2013: 1766).

Phothovoltaic merupakan alat yang memanfaatkan radiasi sinar matahari secara langsung. Keunggulan menggunakan modul *Phothovoltaic* salah satunya adalah karena modul ini mampu menghasilkan efisiensi yang tinggi, namun dengan harga yang terjangkau. Hal ini telah dibuktikan oleh Franhoufer ISE melalui demonsrasinya, yang menyatakan bahwa efisiensi yang dihasilkan oleh modul *Phothovoltaic* mencapai 36,7 % pada keadaan standar atau disebut dengan Concentrator Standard Test Conditions (CSTC), dan efisiensi yang dihasilkan oleh modul *Phothovoltaic* yang berada dipasaran mampu menghasilkan lebih dari 30 % (Philipps, 2015: 6).

2. Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikut: Waktu pengamatan dari pukul 06.10 sampai 17.52 WIB dengan satu buah modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic* dengan keluaran 4 V dan diamati setiap 50 detik sekali. Data hasil pengamatan tegangan keluaran dari modul *Photovoltaic*, data arus keluaran total dari modul, dan pengaruh intensitas cahaya Matahari dapat dilihat pada Tabel 2.1., 2.2, dan Tabel 2.3.

Tabel 2.1 Data hasil pengamatan tegangan keluaran dari *Photovoltaic*

Time	Voltase (V)
6:09:05	2,904

6:10:48	2,905
6:11:38	2,884
6:12:29	2,869
6:13:19	2,87
.	.
.	.
.	.

Tabel 2.2 Arus keluaran nodul *photovoltaic*

Time	Value
12:04:17	110,2
12:04:19	109,4
12:04:21	108,6
12:04:24	107,7
12:04:26	107,1
.	.
.	.
.	.

Tabel 2.3 Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap tegangan yang dihasilkan

Jam	Intensitas (Candela)
06.30	146
06.35	159
06.40	177
06.45	187
06.50	194
.	.
.	.
.	.

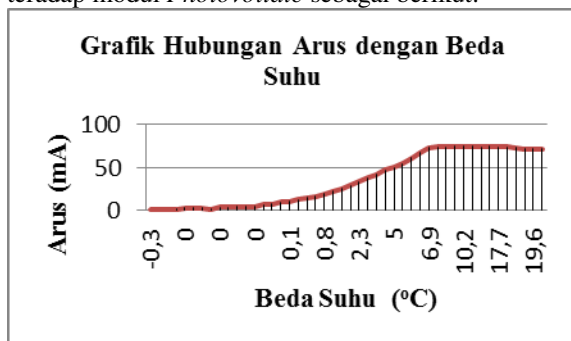
Sedangkan data hasil pengamatan tegangan, arus, beda suhu yang dihasilkan oleh modul *Thermoelectric* dapat dilihat pada tabel 4.4, Tabel 2.4 Tagangan, arus yang dikeluarkan oleh *Thermoelectric*

No.	T2	T3	ΔT	V0 (mV)	I0 (mA)	P
1	29,9	30,2	-0,3	0,3	1	0,3
2	30	30,1	-0,1	1,71	1	1,71
3	30	30	0	2,73	1	2,73
4	30,1	30,1	0	2,24	2	4,48
5	30,2	30,2	0	4,37	3	13,11

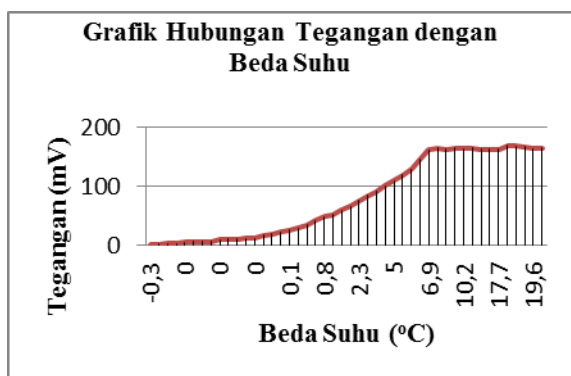
dan data hasil tegangan dan arus keluaran total yang dikeluarkan oleh sistem dapat dilihat pada tabel 4.5
 Tabel 2.5 Data hasil tegangan dan arus keluaran total yang dikeluarkan oleh sistem

Time	Voltase
07:05:08	19,83
07:05:10	26,31
07:05:12	38,28
07:05:14	38,607
07:05:16	38,63
.	.
.	.
.	.

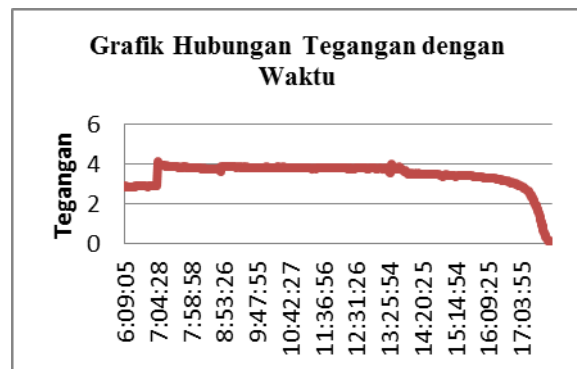
Berdasarkan data yang diperoleh, kemudian dibuat grafik hubungan antara Tegangan dengan Suhu pada *Thermoelectric* dan grafik hubungan antara Tegangan dengan Besarnya Intensitas cahaya teradap modul *Photovoltaic* sebagai berikut:



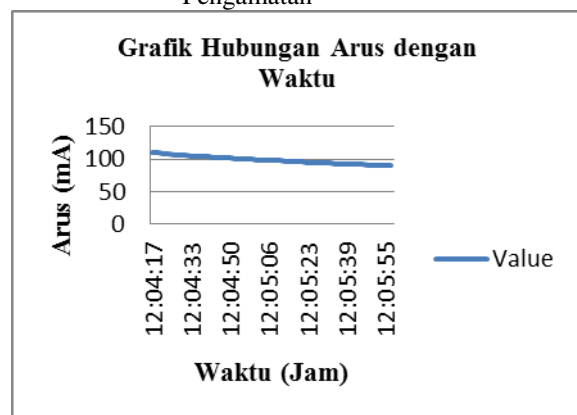
Gambar 2.1 Grafik Hubungan Benda Suhu pada Kedua Permukaan *Thermoelectric* Terhadap Arus yang Dihasilkan



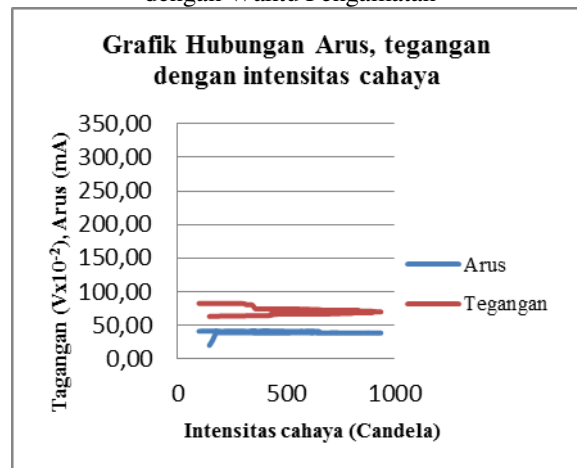
Gambar 2.2 Grafik Hubungan Benda Suhu pada Kedua Permukaan *Thermoelectric* dengan Tegangan yang Dihasilkan



Gambar 2.3 Grafik Hubungan Tegangan yang Dikeluarkan Oleh Modul *Photovoltaic* dengan Waktu Pengamatan



Gambar 2.4 Grafik Hubungan Arus yang Dikeluarkan Oleh Modul *Photovoltaic* dengan Waktu Pengamatan



Gambar 2.5 Grafik Hubungan intensitas terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan

Dari data di atas, dapat dilihat bahwa pada saat data dengan menggunakan modul *Photovoltaic* mampu menghasilkan tegangan terbesar yaitu 4,131 V, dan arus sebesar 110,2 mA, sedangkan untuk intensitas cahaya yang diukur menggunakan alat

LUX meter mampu mencapai nilai maksimum pada pukul 11.45 yaitu pada nilai 937 Candela. Sedangkan yang dihasilkan oleh modul *Thermoelectric* adalah karena kerja modul ini memanfaatkan panas dari Matahari, maka perbedaan suhu pada kedua permukaan modul yang makin lebar akan menghasilkan daya listrik yang makin besar juga. Dari data di atas di dapatkan daya maksimum yang dihasilkan adalah 12550,4 mW² pada beda suhu 18,8 °C.

Hasil tersebut diambil menggunakan satu modul *Thermoelectric*, dan pada alat prototipe ini menggunakan 4 modul yang disusun secara seri sehingga untuk daya keluaran dari modul ini dilipatkan menjadi 4x hasil menggunakan 1 modul *Thermoelectric*, sehingga kemampuan modul dalam mengkonversi pada alat ini adalah $4 \times 12550,4 \text{ mW} = 50201,6 \text{ mW}^2 = 0,0502016 \text{ W}$.

Data hasil pengamatan tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh sistem ditunjukkan oleh gambar 4.6 dan 4.7. Dari gambar dapat dilihat bahwa, dikarenakan alat ini dipengaruhi oleh energi Matahari, semakin lama waktu pengamatan nilai tegangan dan arus yang dihasilkan akan semakin besar, begitu juga apabila energi Matahari yang tersedia berkurang maka nilai tegangan dan arus yang dihasilkan makin lama akan semakin menurun. Hasil pengamatan yang telah didapatkan kemudian berapa lama waktu untuk mengisi baterai hingga penuh dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Baterai (mAh)} &= \text{Kapasitas Charger (mA)} \\ &\times \text{Waktu Pengisian (h)} \\ 2000 \text{ mAh} &= 47,07 \text{ mA} \times t \\ t &= 2000 \text{ mAh} / 47,07 \text{ mA} \\ t &= 42, 49 \text{ h} \end{aligned}$$

Sehingga waktu yang diperlukan alat ini untuk mengisi baterai hingga penuh adalah selama 42,49 jam.

Penyedia energi alternatif mempunyai peran yang sangat penting dalam menanggulangi kelangkaan energi seperti sekarang ini di dunia, khususnya di Indonesia. Energi alternatif dapat dibuat menggunakan berbagai alat, seperti halnya modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic*. Pada penggunaan modul ini kita dapat mengukur besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan. Penggunaan modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic* mampu menghasilkan energi alternatif dengan mengkonversikan energi Matahari menjadi energi listrik. Prinsip kerja berbeda pada kedua modul ini mampu memanfaatkan energi Matahari berupa energi panas dan energi dari sinar Matahari dan diubah menjadi energi listrik.

Modul *Thermoelectric* mampu mengkonversikan energi panas Matahari menjadi energi listrik dengan

hasil yang cukup optimal, yang telah diteliti oleh Fisikawan bernama JT. Seebeck pada tahun 1821. Hal ini juga telah diamati sebelumnya dengan menggunakan satu buah modul *Thermoelectric* mampu menghasilkan tegangan listrik sebesar 167,9 mV dan arus sebesar 73 mA dengan suhu pada permukaan modul 87,4 °C dan 68,8 °C.

Modul *Photovoltaic* mampu mengkonversikan energi dari sinar Matahari menjadi energi listrik yang dapat dijadikan energi alternatif. Dari hasil pengamatan didapatkan tegangan yang mampu dihasilkan oleh modul sebesar 4,131 V, hal ini juga telah diamati oleh Naser, 2013.

Desain *Harvesting Energy* ini mengkonversikan energi Matahari yang kemudian daya keluaran dari masing-masing modul dikuatkan dengan rangkaian *Blocking Oscillator* yang kemudian setelah dikuatkan, keluaran tersebut digunakan untuk mengisi baterai (*Battery Charging*).

Dari hasil percobaan yang dilakukan dengan memanfaatkan sinar dan panas Matahari, di dapatkan hasil bahwa dengan modul *Thermoelectric* mampu mengkonversikan energi panas pada beda suhu 7,5 °C mampu menghasilkan daya sebesar 12'95,2 mW, 10,2 °C mampu menghasilkan daya sebesar 12300 mW, dan pada beda suhu 18,8 °C mampu menghasilkan 12550,4 mW. Sehingga semakin besar perbedaan suhu antar dua permukaan maka makin besar daya listrik yang dihasilkan. Kemampuan mengkonversikan panas ini tergantung dengan adanya efek yang disebut dengan efek *Seebeck*, yang pada modul *Thermoelectric* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

ΔV merupakan perubahan tegangan (Volt/V), S merupakan koefisien *Seebeck* (V/ °C), dan ΔT merupakan perubahan temperatur (Celcius/ °C) (David, 1996).

Sedangkan percobaan dari modul *Photovoltaic* ini memanfaatkan sinar dari Matahari ini mampu mengkonversikan pancaran sinar Matahari pada intensitas cahaya yang diukur menggunakan alat LUX meter ini sebesar 920 Candela menjadi 4,131 V dan 0,11 A. Kemampuan mengkonversikan sinar Matahari ini tergantung dengan besarnya pancaran sinar Matahari pada saat pengamatan, hal tersebut ditunjukkan dengan data pengamatan bahwa, pada saat pancaran sinar sebesar 146 Candela hanya mampu mengkonversikan sinar Matahari menjadi 2,904 V, sementara pada saat pancaran sinar sebesar 776 Candela mampu menghasilkan 3,93 V. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh modul *Photovoltaic* maka makin besar pula daya listrik yang dihasilkan.

Dari hasil percobaan pada keseluruhan alat *Harvesting Energy* menggunakan modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic* didapatkan hasil sebagai seperti yang digambarkan pada gambar 2.5 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pengamatan, tagangan dan arus yang dihasilkan tidak sama yakni semakin besar intensitas cahaya nilai tegangan yang dihasilkan makin besar sementara arusnya semakin kecil. Dari hasil tersebut maka lama waktu pengisian baterai dapat ditentukan untuk mengetahui berapa waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai dengan voltase 2,4 V hingga penuh menggunakan alat *Harvesting Energy*. Lama waktu yang dibutuhkan alat ini untuk mengisi baterai hingga penuh menggunakan alat *Harvesting Energy* menggunakan modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic* adalah selama 42,49 jam, sehingga dengan nilai tersebut alat ini dapat digunakan untuk penghasil energi alternatif.

Alat ini akan menjadi lampu otomatis ketika energi Matahari sudah tidak tersedia lagi, ketika proses *charging* maka lampu akan padam, ketika proses *charging* berhenti maka lampu akan menyala secara otomatis menggunakan sumber tegangan dari baterai yang telah terisi selama proses *charging* menggunakan energi Matahari.

3. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Desain alat untuk mengetahui berapa lama waktu pengisian baterai ini berupa *Harvesting Energy* menggunakan modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic*, yaitu penggunaan modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic* untuk melakukan *Harvesting Energy* dari energi Matahari. Kedua modul ini memanfaatkan energi dari Matahari yang berbeda, di mana modul *Thermoelectric* memanfaatkan energi panas dari Matahari untuk menghasilkan energi listrik, dan modul *Photovoltaic* memanfaatkan energi Matahari berupa sinar Matahari yang dimana intensitas sinar Matahari ini diubah menjadi energi listrik. Kemudian keluaran dari masing-masing modul dikuatkan menggunakan rangkaian *Blocking Oscillator* sehingga keluaran dari kedua modul semakin kuat, sesuai dengan peran rangkaian *Blocking Oscillator* yang berfungsi sebagai penguat tegangan. Sehingga energi Matahari dapat digunakan sebagai penghasil energi lain dengan dikonversikan oleh modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic*.
2. Dengan mengukur nilai arus dan tegangan yang dihasilkan oleh alat *Harvesting Energy* menggunakan modul *Thermoelectric* dan *Photovoltaic*, maka dapat dihitung berapa lama

waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai 2,4 V dengan kapasitas 2000 mAh hingga penuh menggunakan persamaan $Kapasitas\ Baterai\ (mAh) = Kapasitas\ Charger\ (mA) \times Waktu\ Pengisian\ (h)$. Besar arus yang dihasilkan adalah sebesar 47,07 mA, maka waktu yang diperlukan mengisi baterai adalah 42,49 jam.

3. Hubungan antara arus yang dihasilkan dengan waktu pengisian baterai adalah berbanding terbalik, dimana apabila arus yang dihasilkan makin besar maka waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai hingga penuh makin sedikit.

Saran

1. Agar menghasilkan data yang lebih akurat, perlu dilakukan pada waktu yang bersamaan untuk mengukur antara besar arus dan tegangan.
2. Dalam mengukur besar energi listrik yang dihasilkan alat maka perlu dilakukan percobaan pada saat belum terdapat cahaya dan panas Matahari hingga mencapai panas dan sinar yang paling maksimal.

Ucapan terima kasih

Terimakasih kepada bapak Dewanto Harjunowibowo, S.Si, M.Sc yang telah membimbing dengan baik, kepada bapak Ahmad Fauzi, M.Pd yang telah memberikan masukan yang sangat bermanfaat, serta Riyana Indah Setiyani yang selalu menemani dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abrar, R., M. Ridha, F., Budi, I.. (2014). *Optimasi Pemanfaatan Panas Buang pada Tungku Gasifikasi Biomasa Sebagai Pengasil Listrik*. Universitas Muhammadiyah Riau. ISSN: 2339-028X.
- BPMIGAS. (2010). *Buletin BPMIGAS: Inodesia Gas Balance*. Jakarta: BPMIGAS.
- Khurana, Divya, Gurjar, Aarti P., & Kumar, Amit. (2012). *Energy Harvesting: A Sustainable Approach*. International Journal of Education and Applied Research. Vol. 2, ISSUE. 1. p. 24-30.
- Manuaba, I.B.G.& Kadek. (2008). *Potensi Energi Pasang Surut (Tidal Energy) Untuk Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik di Bali*. Jurnal Bali, 15 (3) 2008, 338-349.

- Meng, F., Chen, L., & Sun, F.. (2011). *Performance Prediction and Irreversibility Analysis of a Thermoelectric Refrigerator with Finned Heat Exchanger*. Acta Physica Polonica A. Vol. 120, No. 3.
- Nandy, P., et all. (2009). *Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid*. Makara, Teknologi, Vol. 13, No. 2, November 2009: 53-58.
- Philips, S.S.. (2009). *Characterizing the Thermal Efficiency of Thermoelectric Modules*.