

# **POTENSI PEMANFAATAN SUMBER PANAS PEMBAKARAN SAMPAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI PENGHASIL LISTRIK DENGAN PRINSIP TERMoeLEKTRIK GENERATOR**

Muhammad Taufiq Ramadhan<sup>1</sup>, Munnik Haryanti, ST. MT<sup>2</sup>, Agus Sugiharto, ST.MT<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Elektro Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

## **ABSTRAK**

Sumber panas api saat ini di Indonesia belum dimanfaatkan secara maksimal, sedangkan beberapa negara sudah mulai banyak yang memanfaatkan sumber panas api, karena sumber panas api ini dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik. Di Indonesia baru segelintir orang yang memanfaatkan sumber panas api ini sebagai penghasil listrik, kedepannya di harapkan sumber api ini digunakan untuk mengurangi pemakaian batu bara dan sumber daya alam lainnya. Alat yang digunakan untuk menghasilkan listrik ini adalah termoelektrik TEC1 – 12706 yang bekerja berdasarkan perbedaan temperatur dengan rentang temperatur kerja hingga 350°C. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk membuat alat yang memanfaatkan sumber panas api sebagai pembangkit. Penelitian ini berdasarkan potensi pemanfaatan sumber panas pembakaran, khususnya pada perbedaan temperatur antara suhu panas dan suhu dingin pada termoelektrik sebagai penghasil listrik, yaitu dengan menggunakan termoelektrik generator. Dari hasil penelitian ini menggunakan termoelektrik generator sebagai pembangkit mendapatkan hasil dari pengujian selama 30 menit alat ini dapat menghasilkan tegangan rata-rata 10,05 Volt, Arus rata-rata 0,99 Ampere dan daya rata-rata sebesar 13,84 Watt.

*Kata Kunci : Sumber panas api, Termoelektrik generator.*

## **1. Pendahuluan**

Sumber energi panas merupakan sebuah benda yang dapat menghasilkan energi panas untuk kemudian dapat disalurkan ke media untuk digunakan dalam berbagai kebutuhan. Dari pengertian tersebut energi panas tak hanya berasal dari satu macam sumber saja, melainkan dari beberapa sumber yang dapat menghantarkan panas misalnya dari sumber energi panas api. Sumber energi panas api merupakan salah satu macam sumber yang dapat menghantarkan energi panas, sumber panas api ini timbul akibat adanya pembakaran, pembakaran terjadi akibat adanya empat unsur ; Bahan bakar, Oksigen/Zat pembakar, Panas/Sumber nyala yang cukup, Reaksi radikal bebas

yang berlangsung secara berantai. Sumber panas api saat ini di Indonesia belum dimanfaatkan secara maksimal, sedangkan beberapa negara sudah mulai banyak yang memanfaatkan sumber panas api, karena sumber panas api ini dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik. Di Indonesia baru segelintir orang yang memanfaatkan sumber panas api ini sebagai penghasil listrik, kedepannya di harapkan sumber api ini digunakan untuk mengurangi pemakaian batu bara dan sumber daya alam lainnya.

## **2. Metodologi**

Penelitian ini berdasarkan potensi pemanfaatan sumber panas pembakaran, khususnya pada perbedaan temperatur

antara suhu panas dan suhu dingin pada termoelektrik sebagai penghasil listrik, yaitu dengan menggunakan termoelektrik generator. Dengan didasari uraian dan latar belakang masalah tersebut maka, dengan harapan pemanfaatan sumber panas pembakaran sampah ini dapat menjadi penghasil listrik yang bisa menyalakan lampu dan mampu untuk mengisi baterai.

### 3. Landasan Teori

#### 3.1. Kapasitas Panas

Kapasitas panas adalah jumlah energi yang diperlukan untuk mengubah suhu setiap satuan massa atau mol, sehingga jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C. Kapasitas panas °C ditunjukkan dengan :

$$Q = m.c.\Delta T$$

Dengan definisi :

Q = Perubahan Energi Panas  
(Joule)

m = Massa dari Molekul (Kg)

c = Kapasitas Panas dari Medium  
(J.Kg<sup>-1</sup>.C<sup>-1</sup>)

ΔT= Perubahan Suhu (°C)

#### 3.2. Koefisien Seebeck

Koefisien Seebeck merupakan besaran nonlinier sebagai fungsi dari temperatur dan bergantung pada bahan dan struktur molekul material. Tanda positif dan negatif dari koefisien Seebeck dipengaruhi oleh muatan pembawanya. Jika koefisien Seebeck secara efektif konstan untuk jangkauan temperatur yang diukur, maka koefisien Seebeck dituliskan menjadi :

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

Dimana :

S = Koefisien Seebeck (volt/K)

ΔV = Tegangan yang dihasilkan  
(volt)

ΔT = Perbedaan temperature (K)

#### 3.3. Efisiensi Termoelektrik Generator

Untuk menghitung efisiensi termoelektrik generator itu sangat bergantung pada perubahan temperaturnya, untuk menghitung efisiensi generator dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P}{Q} \times 100\%$$

Dimana :

η = Efisiensi Termoelektrik.

P = Daya yang dihasilkan  
Generator (Watt).

Q = Perubahan panas (Joule).

#### 3.4. Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan International Daya Listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik). Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Maka rumus daya dapat ditulis :

$$P = V \times I$$

Dimana :

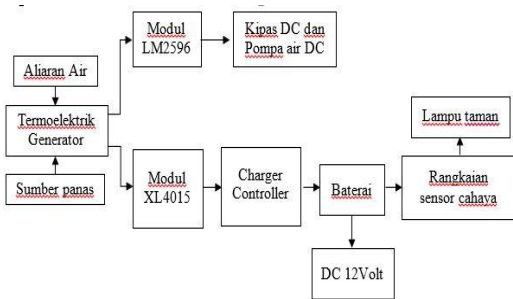
P = Daya (Watt),

V = Tegangan (Volt)

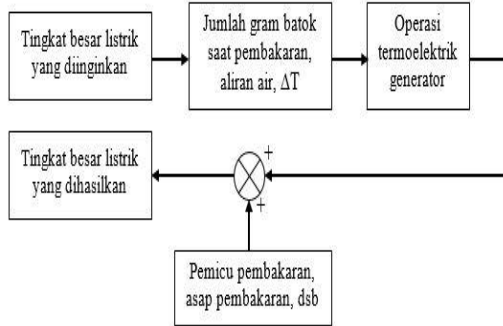
I = Arus (Ampere)

## 4. Analisa Dan Pengujian Alat

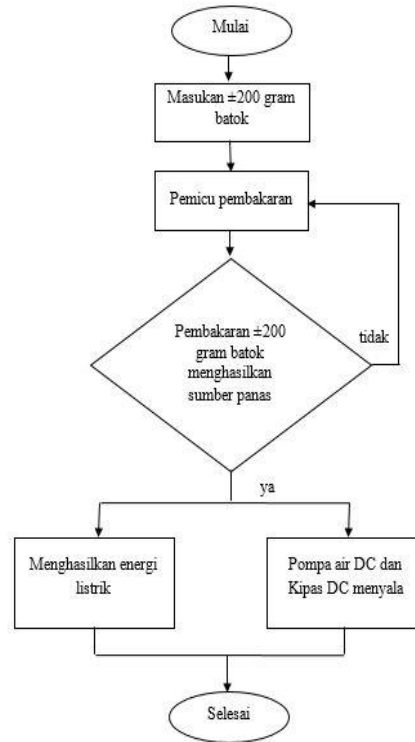
### 4.1. Rancangan TEG



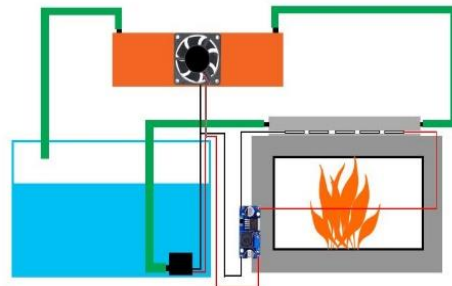
Gambar 1. Blok Diagram Alat



Gambar 2. Blok diagram system



Gambar 3. Diagram alir cara kerja alat



Gambar 4. Skema termoelektrik

### 4.2. Pengujian Dan Analisa

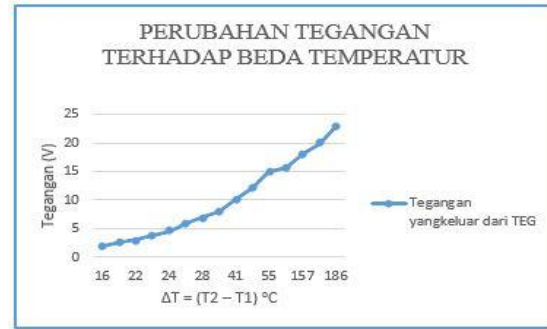
Pada tahap ini pengujian alat dan analisa dari hasil rancangan alat. Tujuan dilakukannya pengujian adalah untuk mengetahui sejauh mana kinerja dari alat tersebut serta mengetahui tingkat keberhasilan setiap spesifikasi yang telah diajukan. Pengujian dilakukan meliputi pengujian perbagian maupun keseluruhan alat.

## 1. Pengujian Termoelektrik Generator

Pada pengujian ini digunakan 10 modul termoelektrik. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sumber panas dari pembakaran untuk menghasilkan sisi panas pada modul termoelektrik.



Gambar 5. Rangkaian implementasi 10 modul termoelektrik



Gambar 6. Grafik Pengujian Perubahan Tegangan Terhadap Beda Temperatur

## 2. Pengujian alat keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan ini dengan cara setiap 2 menit pengambilan data dengan total waktu pengambilan data selama 30 menit dari pengujian secara keseluruhan.

Tabel 1. Pengujian Modul Termoelektrik

No	Bahan Sampah yang digunakan	Sisi Panas °C	Sisi Dingin °C	$\Delta T$ (T2 - T1)	Tegangan (Volt)
1	Sampah batok kelapa kering 200 gr	46	30	16	2
2		48	30	18	2,6
3		55	33	22	3
4		57	34	23	3,8
5		60	36	24	4,6
6		63	36	27	5,9
7		65	37	28	7
8		73	37	36	7,9
9		78	37	41	10
10		86	38	48	12,2
11		94	39	55	15
12		107	39	68	15,8
13		198	41	157	18
14		207	44	163	20
15		232	47	186	23
Rata-rata		97,93	37,2	60,8	10,05

Dari pembakaran sampah batok/tempurung kelapa kering sebanyak 200gr dalam 30 menit dan tiap 2 menit sekali diambil data kenaikan suhu dan tegangan, dapat menghasilkan rata-rata  $\Delta T$  sebesar 60,8°C dan rata-rata tegangan sebesar 10,05 Volt.

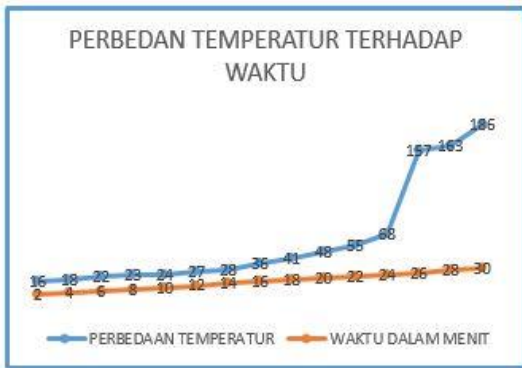
Tabel 2. Pengujian alat secara keseluruhan

No	Bahan Sampah yang digunakan	Sisi Panas °C	Sisi Dingin °C	$\Delta T$ (T2 - T1)	Waktu (Menit)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	Sampah batok kelapa kering 200 gr	46	30	16	2	2	0,15	0,3
2		48	30	18	4	2,6	0,23	0,60
3		55	33	22	6	3	0,25	0,75
4		57	34	23	8	3,8	0,43	1,63
5		60	36	24	10	4,6	0,50	2,3
6		63	36	27	12	5,9	0,71	4,19
7		65	37	28	14	7	0,74	5,18
8		73	37	36	16	7,9	0,92	7,27
9		78	37	41	18	10	1	10
10		86	38	48	20	12,2	1,4	17,08
11		94	39	55	22	15	1,6	24
12		107	39	68	24	15,8	1,65	26,07
13		198	41	157	26	18	1,72	30,96
14		207	44	163	28	20	1,76	35,2
15		232	47	186	30	23	1,83	42,09
Rata-rata		97,93	37,2	60,8	16	10,05	0,99	13,84

Pengambilan data secara keseluruhan yang di uji pengukuran  $\Delta T$ , tegangan, arus dan daya yang dihasilkan pembangkit termoelektrik. Dari pengambilan data secara keseluruhan dalam waktu 30 menit dan diambil data tiap 2 menit dapat menghasilkan rata-rata  $\Delta T$  sebesar 60,8°C,

tegangan 10,05 Volt, arus 0,99 Ampere, dan daya 13,84 Watt.

Daya rata-rata termoelektrik generator adalah 13,84Watt dengan perbedaan temperatur rata-rata 60,8°C, pada tegangan rata-rata 10,05 Volt dan arus 0,99 Ampere. Massa dari modul termoelektrik ini 46gram atau 0,046 Kg, modul yang dipakai sebanyak 10 modul maka 46gram x 10 modul termoelektrik hasilnya adalah 460gram atau 0,460 Kg.



Gambar 4.16. Grafik hasil pengujian perbedaan temperatur terhadap waktu

Perhitungan kapasitas panas dari termoelektrik generator :

$$Q = m.c.\Delta T$$

$$13,84 \text{ Watt} = 0,460 \text{ Kg} \cdot c \cdot 60,8^\circ\text{C}$$

$$C = 0,49 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

Untuk keluaran rata-rata sebesar 13,84 Watt, dengan keluaran modul LM2596 sebesar 13,5 Volt, beda temperaturnya rata-rata 60,8°C maka daya panasnya sebesar :

$$0,460 \times 0,49 \times 60,8 = 13,70.$$

Untuk penghitungan Koefisien *seebeck* yang didapat dari keluaran termoelektrik generator adalah :

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

Dengan  $\Delta V$  sebesar 21°C atau setara dengan 294,15°K dan dengan  $\Delta T$  sebesar 170 menghasilkan koefisien *seebeck* sebesar 1,73 Volt/K.

Efisiensi generator termoelektrik

$$\eta = \frac{P}{Q} \times 100\%$$

$$\eta = 24 / 12,39 = 1,93 \%$$

Untuk hasil pengujian secara keseluruhan alat ketika dilakukan percobaan selama 30 menit dan diambil data tiap 2 menit sekali dapat di peroleh hasil rata-rata dengan tegangan 10,05 Volt dan arus 0,99 Ampere, jadi daya yang didapat sebesar 13,84Watt dengan beda temperatur 60,8°C dengan menghasilkan pada keluaran modul LM2596 dengan tegangan sebesar 13,5 Volt sebagai sumber untuk menghidupkan kipas DC dan pompa air DC.

## 5. Kesimpulan

- Dari pembakaran sampah tempurung kelapa 200gr dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik selama 30 menit.
- Pengambilan data menggunakan dua buah multimeter dan termometer elektrik, pengambilan data dilakukan 2 menit sekali selama 30 menit. Dari hasil pengujian selama 30 menit alat ini dapat menghasilkan tegangan rata-rata 10,05 Volt, Arus rata-rata 0,99 Ampere dan daya rata-rata sebesar 13,84 Watt.

## Daftar Pustaka

- B. Trianto, "Pengujian Thermoelectric Generator" [skripsi] Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2008.
- Burke E, Buist R, "Thermoelectric Cooler as Power Generation" 18<sup>th</sup> Intersociety Energy Conversion

- Engineering Conference, Orlando Florida, 1983.
3. Dr. Terry Hendricks, William T. Choat , “*Engineering Scoping Study of Thermoelectric Generator System for Industrial Waste Heat Recovery*”, Industrial Technology Program, U.S Department of Energy, 2006
  4. Duffie, J.A ; Beckman, W.A, “*Solar Engineering of Thermal Processes*”, New York : John Wiley, 1991.
  5. G.J. Snyder, “*Small Thermoelectric Generators*,” *Interface*, Fall, 2008.
  6. Holman, J.P, *Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Co, 1983.
  7. K.Y. Wong, “Thermoelectric Material and Devices-Recover Wasted Heat From Vehicle”, Departement of Physics and Material Science, City University of Hongkong.
  8. M. Gilang S, “*Rancang Bangun Energi Terbarukan Dengan Memanfaatkan Energi Panas Dari Kondensor Mesin Pendingin*”, [Jurnal] Teknobiz Vol.5 No.3, Universitas Pancasila, Jakarta, 2015.
  9. M.A. Nurdin Septia Eka M.P, H. Disi L.R Hidayat, M. Ilham, “Modul 3 Termoelektrik” [Jurnal] Program Studi Fisika, Institut Teknologi Bandung, Indonesia, 2013.
  10. N. Putra, R. A. Koestor, M. Adhitya, A. Roekettino, B. Trianto, “*Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hybrid*”, [Jurnal]Makara Teknologi Vol. 13 No. 2, Universitas Indonesia, Depok, 2009.
  11. R. Irawan, *Analisa Penggunaan Heat Pipe Pada Thermoelectric Generator*, [Skripsi] Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2012.
  12. S. P. Widjaja, *Pengukuran dan Analisa Karakteristik Thermoelectric Generator dalam Pemanfaatan Energi Panas yang Terbuang*, [Skripsi] Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Satya Wacana, 2012.
  13. S. L. Soo, *Direct Energy Conversion*, London, UK: Prentice Hall, 1968.