

RANCANG BANGUN ALAT PENGHASIL ENERGI LISTRIK UNTUK OUTDOOR MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC GENERATOR*

Rafdy Fahreza¹, Zamzami², Taufik³

^{1,2,3}) Prodi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: rafdydangker26@gmail.com¹, zamzami@pnl.ac.id², taufik@pnl.ac.id³.

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada rancang bangun kompor biomassa portabel yang dapat menghasilkan energi listrik menggunakan Thermoelectric Generator (TEG). Kompor ini tidak hanya berfungsi sebagai alat masak portabel, tetapi juga sebagai sumber listrik alternatif untuk mengisi daya perangkat elektronik seperti ponsel dan powerbank saat kegiatan outdoor. Pengembangan alat ini bertujuan untuk memanfaatkan panas yang terbuang dari proses pembakaran biomassa, mengkonversinya menjadi energi listrik, dan menyediakan solusi energi yang ramah lingkungan serta mudah dibawa ke lokasi terpencil. Pengujian dilakukan untuk menentukan seberapa besar daya listrik yang dapat dihasilkan dan efisiensi sistem dalam mengonversi energi panas menjadi listrik. Dari hasil pengujian kompor biomassa, menghasilkan nilai parameter berbeda-beda disebabkan variasi suhu untuk mensuplai panas pada Thermoelectric generator. Semakin tinggi suhu, semakin besar daya yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu berdampak langsung terhadap peningkatan output daya.

Kata kunci: *Kompor Biomassa, Thermoelectric Generator, Energi Listrik, Energi Terbarukan, Teknologi Portabel.*

I. PENDAHULUAN

Energi listrik bagi manusia di zaman modern saat ini merupakan kebutuhan yang tidak bisa tergantikan. Setiap aktifitas yang dilakukan tidak terlepas dari peran-peran energi listrik dalam rangka memudahkan segala pekerjaan. Di Indonesia, produksi energi listrik cenderung masih memanfaatkan energi fosil khususnya batubara, minyak bumi dan gas alam sebagai bahan baku utamanya. Kenyataannya cadangan energi fosil Indonesia jumlahnya terbatas. Sementara itu konsumsi energi terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan ekonomi [1].

Sehingga kompor biomassa yang saat ini sedang berkembang adalah salah satu alternatif dari permasalahan diatas dan diharapkan akan mampu diterapkan dan digunakan oleh penduduk di pedalaman untuk menggantikan tungku konvensional/tradisional yang digunakan selama ini dan dapat mendukung peningkatan penggunaan sumber energi terbarukan. Yang mana pada era perkembangan zaman yang begitu pesatnya saat ini pemanfaatan sumber energi terbarukan sangat penting dikembangkan demi menjaga cadangan energi dunia yang sudah mulai menipis [2].

Namun, perlu kita ketahui pada kompor biomassa terdapat panas terbuang disekitar sisinya dengan temperatur yang sangat tinggi. Dari hal ini terdapat potensi energi yang dapat digunakan untuk membangkitkan energi listrik dengan menggunakan Thermoelectric Generator (TEG). Teknologi ini menjanjikan alternatif pembangkitan listrik yang luar biasa karena mempunyai beberapa kelebihan.[3].

II. TINJAUAN PUSTAKA

Aplikasi TEG sudah pernah diujikan pada kompor kayu. Mempresentasikan desain untuk memperbaiki

sistem perpindahan kalor kompor dengan menambahkan blower dan memasang generator termoelektrik untuk memanfaatkan sebagian panas hasil pembakarannya menjadi sumber energi listrik alternatif. [4]

Kompor biomassa merupakan kompor berbahan bakar biomassa padat contohnya seperti kayu, tumbuh – tumbuhan, limbah pertanian, sampah dan lain – lainnya. Selama ini biomassa yang sudah sering digunakan untuk memasak di daerah –daerah pedesaan adalah kayu karena bahan bakar tersebut sangat mudah ditemukan. Namun kualitas pembakaran yang tidak bagus mengakibatkan efisiensi pembakaran kurang sempurna dan juga apabila pembakaran tidak bagus maka dapat menimbulkan asap yang dapat berdampak buruk jika terhirup oleh manusia. [5]

Thermoelektrik generator atau TEG menggunakan prinsip efek seebeck. Jika ada dua buah material logam yang berbeda, maka pada material itu akan mengalir arus gaya atau gaya gerak listrik. Thermoelektrik generator secara langsung mengubah energi panas menjadi energi listrik [6].

A. Prinsip Kerja *Thermoelectric generator*

Fenomena penemuan ini terjadi sekitar tahun 1800-an, dengan banyaknya aplikasi potensial yang sekarang dan di masa depan, tetapi juga dengan tantangan untuk meningkatkan kinerja perangkat termoelektrik. Fenomena ini dijelaskan oleh tiga efek. Efek *Seebeck* ditemukan oleh Thomas Seebeck pada tahun 1821 tentang konversi perbedaan suhu menjadi tegangan listrik. Efek Seebeck adalah konversi langsung dari perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Ia menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian tertutup dan di antara kedua logam tersebut diletakkan jarum kompas. Ketika pada persambungan

logam dipanaskan, jarum kompas bergerak. Hal ini karena logam yang berbeda menanggapi perbedaan temperatur, yang menimbulkan loop arus dan medan magnet.[7]

B. Kompor biomassa

Kompor biomassa merupakan kompor berbahan bakar biomassa padat contohnya seperti kayu, tumbuh – tumbuhan, limbah pertanian, sampah dan lain – lainnya. Selama ini biomasa yang sudah sering digunakan untuk memasak di daerah –daerah pedesaan adalah kayu karena bahan bakar tersebut sangat mudah ditemukan. Namun kualitas pembakaran yang tidak bagus mengakibatkan efisiensi pembakaran kurang sempurna dan juga apabila pembakaran tidak bagus maka dapat menimbulkan asap yang dapat merdampak buruk jika terhirup oleh manusia. Gas – gas seperti hydrogen (H₂), metana (CH₄) dan karbon monoksida (CO) adalah gas yang dihasilkan dari pembakaran dan gas tersebut dapat terbakar sehingga dapat digunakan menjadi bahan bakar. Agar menghasilkan api yang nyalnya lebih bersih maka asap yang dihasilkan dari proses pengarangan harus dibakar lagi untuk kedua kalinya. [8]

C. Komponen pada kompor biomassa

1. Lubang Udara

Kompor biomassa ini memiliki 2 macam lubang udara yaitu lubang udara primer dan lubang udara sekunder, lubang udara ini memiliki fungsi yang berbeda – beda. Lubang udara primer memiliki fungsi yang membantu proses pembakaran gasifikasi yang menghasilkan gas. Sedangkan untuk lubang udara sekunder mempunyai fungsi untuk membakar sisa – sisa gas yang dihasilkan oleh gasifikasi pada lubang primer.

2. Reaktor

Reaktor berfungsi sebagai tempat pembakaran dimana proses gasifikasi dan pembakaran berlangsung. Bagian reaktor ini terdiri dari 2 lapis yaitu tabung luar dan tabung dalam. *Solar Charger Controller (SCC)*

3. Burner

Burner adalah tempat terjadinya pembakaran gas hasil gasifikasi yang akan digunakan untuk memanaskan benda yang berada diatas kompor seperti panci dll. Burner juga merupakan tempat dimana secondary combustion terjadi agar api yang dihasilkan lebih bersih dan pembakaran lebih efisien

III. METODOLOGI

A. Pengumpulan Data

Data yang digunakan yaitu data primer, data primer adalah data akan didapatkan setelah pengujian dan pengamatan langsung. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu observasi. Observasi adalah

suatu pengamatan dan pengujian secara langsung untuk mengumpulkan fakta, data, hingga nilai dari sistem yang dibangun

1. Studi literatur

Pada tahap ini, dilakukan penelusuran terhadap berbagai literatur seperti buku, jurnal ilmiah, dan referensi lainnya baik melalui perpustakaan maupun internet dan lain sebagainya yang terkait dengan judul penelitian

2. Kerangka sistem

Dari hasil studi literatur akan dirancang kerangka kerja sistem dari akuakultur yang akan menggunakan sistem berbasis Internet of Things.

3. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem, dijelaskan gambaran mengenai perancangan sistem yang akan dibuat.

4. Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian sistem, sistem yang telah dibuat akan diuji untuk menemukan kesalahan terhadap sistem dan kemudian memperbaiki kesalahan tersebut.

5. Analisa Sistem

ada tahap analisa sistem, dilakukan analisa sistem yang telah dibuat dan mendapatkan data dari hasil pengujian sistem.

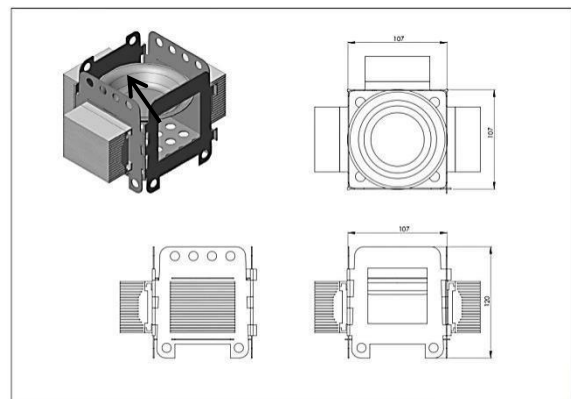
B. Perancangan alat

1. Spesifikasi alat

Rancangan alat ini berbentuk kompor portable. Ukuran alat ini sebagai berikut:

1. Panjang : 107mm
2. Lebar : 107mm
3. Tinggi : 120mm

Bentuk alat dapat dilihat seperti gambar 1.



Gbr. 1 Perancangan dan Bentuk Alat

2. Alat dan bahan

a. Alat :

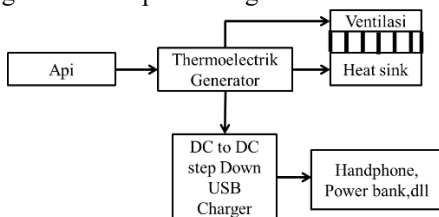
- Gerinda
- Bor Listrik
- Obeng
- Solder
- Timah Solder

b. Bahan :

- Plat Besi
 - Ketebalan : 1,2 mm
 - Panjang : 120 mm
 - Lebar : 107 mm
- Baut
 - Ukuran : 8 mm
- Thermoelectric Generator SP1848-27145
 - Ketebalan : 3,4 mm
 - Panjang : 40 mm
 - Lebar : 40 mm
- Heat sink
 - Ketebalan : 10 mm
 - Panjang : 100 mm
 - Lebar : 60 mm
- DC to DC Step Down USB Charger
 - Volt meter range : dc 4,5V s/d 40V
 - Arus output : 5V 2A
 - Ketebalan : 10 mm
 - Lebar : 58 mm

3. Rancangan bangun sistem

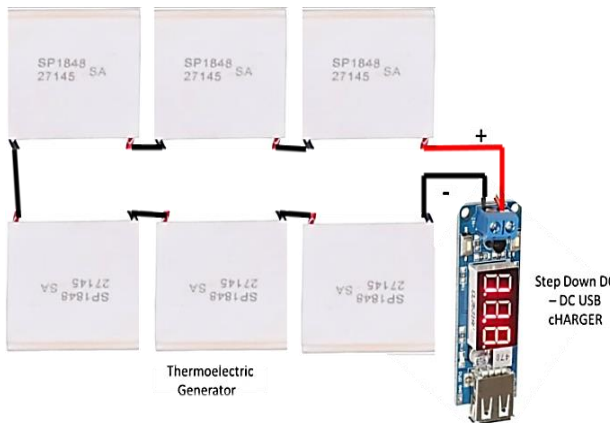
Pada tahap ini melakukan perancangan sistem, pada perancangan sistem memerlukan persiapan yang baik, karena menyangkut dengan semua kebutuhan- kebutuhan pada sistem. Perancangan yang dibuat berupa rancangan hardware.



Gbr.2 Blok diagram alat

4. Perancangan Seluruh Komponen

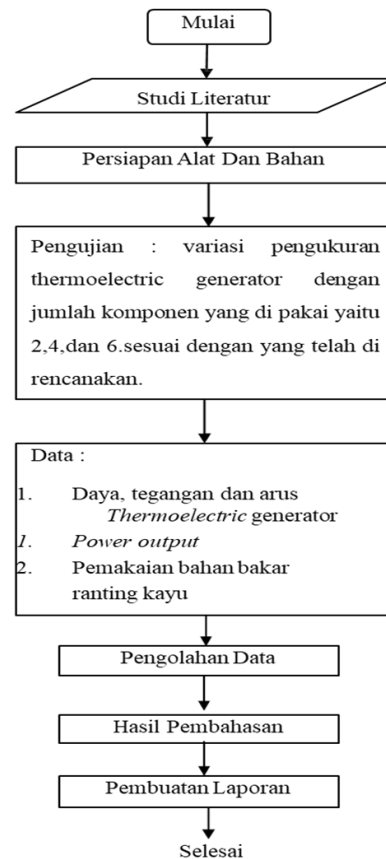
Pada perancangan seluruh komponen akan menampilkan gambaran keseluruhan rangkaian alat dan pin yang digunakan pada penelitian. Perancangan seluruh komponen.



Gbr.3 Perancangan seluruh komponen

C. Diagram Alir Pengujian

Diagram alir berfungsi untuk menggambarkan prosedur dalam penelitian proses ini digambarkan seperti flowchart berikut ini:



Gbr.4 Flowchart

D. Metode Pengujian

Pengujian kompor portabel menggunakan ranting kayu untuk mendapatkan panas pada dinding kompor dari jenis bahan bakar yang digunakan. Pengujian kompor berbahan bakar ranting kayu ini dilakukan dengan cara merebus air dengan beberapa perlakuan. Perlakuan yang diuji adalah jumlah air yang direbus dan banyaknya bahan bakar yang digunakan. Jumlah air yang direbus yaitu 1 kg, jumlah.bahan bakar ranting kayu yang digunakan 1 kg.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Kompor Biomassa

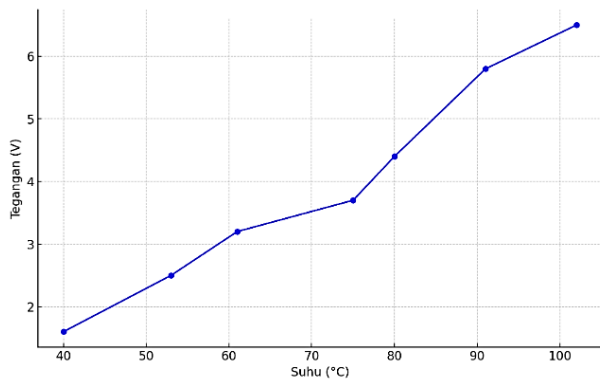
Pengujian kompor biomassa ini menggunakan 4 variasi dengan membedakan suhu pada dinding kompor yaitu: 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, dan 100°C

Dari hasil pengujian kompor biomassa, menghasilkan nilai parameter berbeda-beda disebabkan variasi suhu untuk mensuplai panas pada Thermoelectric generator .Parameter hasil pengujian kompor biomassa dengan memvariasikan suhu tersebut terhadap Thermoelectric generator pada tabel 1.

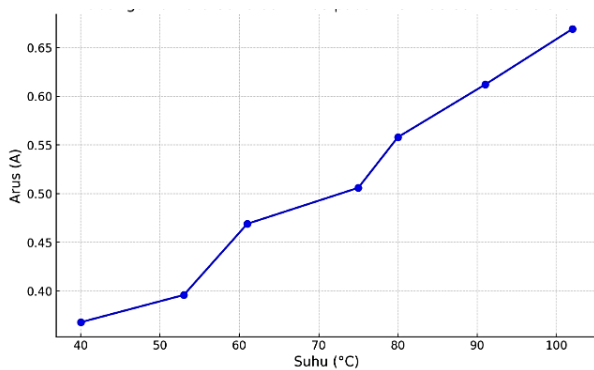
TABEL I
Data Parameter Hasil Pengujian Suhu Terhadap Thermoelectric Gnerator

No.	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	40°C	1,6	0,368
2	53°C	2,5	0,396
3	61°C	3,2	0,469
4	75°C	3,7	0,506
5	80°C	4,4	0,558
6	91°C	5,8	0,612
7	102°C	6,5	0,669

Grafik pada gambar 5 menunjukkan hubungan antara tegangan dengan variasi suhu, dan gambar 6 grafik arus dengan variasi suhu.



Gbr.5 Grafik Tegangan Dengan Variasi Suhu



Gbr.6 Grafik Arus Dengan Variasi Suhu

Dapat dilihat bahwa baik tegangan maupun arus meningkat seiring dengan kenaikan suhu.

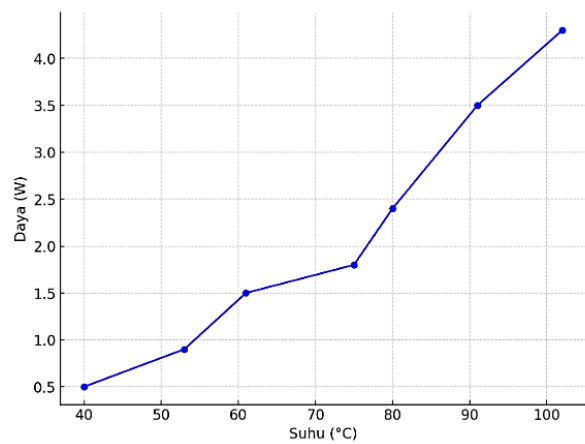
B. Analisa Kompor Biomassa

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan didapat daya kompor biomassa ditunjukkan pada Tabel 2 .

TABEL II
Data Analisa Daya Kompor Biomassa

No.	Suhu (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	40°C	1,6	0,368	0,5
2	53°C	2,5	0,396	0,9
3	61°C	3,2	0,469	1,5
4	75°C	3,7	0,506	1,8
5	80°C	4,4	0,558	2,4
6	91°C	5,8	0,612	3,5
7	102°C	6,5	0,669	4,3

Dapat dilihat bahwa daya meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Berikut gambar 7 grafik yang menunjukkan hubungan antara daya dengan variasi suhu



Gbr.7 Grafik Daya Dengan Variasi Suhu

Korelasi Positif antara Suhu dan Daya Dari grafik yang dihasilkan, jelas terlihat bahwa ada korelasi positif antara suhu dan daya. Semakin tinggi suhu, semakin besar daya yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu berdampak langsung terhadap peningkatan output daya.

Batasan Suhu Operasi Meskipun daya meningkat seiring dengan suhu, perlu dipertimbangkan batas suhu maksimum yang dapat ditoleransi oleh komponen sistem untuk mencegah kerusakan. Operasi pada suhu yang terlalu tinggi tanpa sistem proteksi yang memadai bisa menyebabkan kerusakan permanen pada perangkat.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa mengenai pengaruh suhu terhadap kompor biomassa, maka didapat kesimpulan yaitu :

1. Material dengan performa yang baik pada suhu tinggi akan meningkatkan efisiensi konversi energi secara signifikan.
2. Daya panas yang di serap untuk konversi energi ini yaitu ($40^{\circ}\text{C}=1.2$ j, $50^{\circ}\text{C}=1.9$ j, $60^{\circ}\text{C}=1.2$ j, $70^{\circ}\text{C}=2.1$ j, $80^{\circ}\text{C}=0.75$ j, $90^{\circ}\text{C}=1,6$ j dan $100^{\circ}\text{C}=1.6$ j)
3. Untuk analisis yang lebih menyeluruh, diperlukan data lebih banyak dengan interval suhu yang lebih kecil agar dapat memastikan pola hubungan yang lebih rinci dan mengidentifikasi titik optimal operasi.
4. Semakin tinggi suhu, semakin besar daya yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu berdampak langsung terhadap peningkatan output daya.

REFERENSI

- [1] Shrutika Karpe, (2016). **Thermoelectric Power Generation using Waste Heat of Automobile.**
- [2] Sumarjo, Jojo. (2017). **Pemanfaatan Sumber Panas Pada Kompor Menggunakan 10 Termoelektrik Generator Dirangkai Secara Seri Untuk Aplikasi Lampu Penerangan.** Jurnal Universitas Singaperbangsa Karawang.
- [3] Dr. Ir. Susila Herlambang, M.Si., Susanti Rina N, ST, M.Eng, Ir. AZ. Purwono, Budi Santosa, M.P. Dr. Heru Tri Sutiono, M.S , (2017), **Biomassa Sebagai Sumber Energi Masadepan.**
- [4] Cengel, Y.A., 2003, **Heat Transfer A Practical Approach, 2nd ed, McGraw-Hill**, New York.
- [5] Ditjen Migas ESDM. 2023. **Laporan Tahunan Migas Tahun 2023.** Kementerian Energi Sumber Daya Mineral.
- [6] Cedar J., dan Drummond, A., 2009. **The Biolite Woodgas Campstove/Engineering Prototype Process, presented at ETHOS.**
- [7] H.J. Goldsmid. 2010. **Introduction to thermoelectricity, Springer Series in Material Science 121**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [8] Rochman,R. 2009. **Biomass To Liquid (kayu dan rerumputan).** Majari Magazine. <http:majarimagazine.com/2009/02/biomasa-to-liquid-kayu-dan-rerumputan>.