

## ANALISIS PEMANFAATAN BIOMASSA LIMBAH BATANG PADI MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN SISTEM TERMOELEKTRIK GENERATOR

Putri Cahyani Isa, Asri Arbie\*, Dewa Gede Eka Setiawan, Meilan Demulawa, Septiana Kurniasari, Muhammad Yunus

Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

\*Corresponding author: [asriarbie@yahoo.com](mailto:asriarbie@yahoo.com)

**Abstrak:** Penelitian ini menggunakan biomassa batang padi untuk membuat sumber energi panas yang akan diubah menjadi sumber energi listrik dengan menggunakan termoelektrik generator dengan melakukan pembakaran langsung. Limbah batang padi belum dimanfaatkan dengan baik sehingga selesai masa panen limbah batang padi ini dibuang begitu saja bahkan dibakar sehingga menyebabkan polusi udara. Pengambilan data suhu pada penelitian ini menggunakan termometer digital yang diukur setiap 3 menit saat pembakaran berlangsung, pengukuran suhu dilakukan untuk mengetahui perbedaan suhu heatsink dan TEG agar tetap konstan. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan pengukuran yang diukur melalui penyimpanan superkapasitor dan tanpa penyimpanan superkapasitor pada rangkaian seri dan paralel. Semakin banyak jumlah TEG yang digunakan, maka nilai yang dihasilkan semakin bagus. Pengaruh daya listrik yang dihasilkan tanpa penyimpanan superkapasitor pada saat pembakaran limbah batang padi dipengaruhi oleh arus dan tegangan selama pembakaran. Nilai daya paralel lebih besar dibandingkan nilai daya seri.

**Kata Kunci:** Biomassa, Limbah Batang padi, Termoelektrik Generator

**Abstract:** This research uses rice stem biomass to create a heat energy source which will be converted into an electrical energy source using a thermoelectric generator with direct combustion. Rice stalk waste has not been utilized properly, so after the harvest period, the rice stalk waste is simply thrown away and even burned, causing air pollution. Temperature data collection in this study used a digital thermometer which was measured every 3 minutes during combustion. Temperature measurements were carried out to determine the difference in heatsink and TEG temperatures so that they remained constant. Data collection in this research uses measurements measured via supercapacitor storage and without supercapacitor storage in series and parallel circuits. The more TEGs used, the better the resulting value. The effect of electrical power produced without supercapacitor storage when burning rice stem waste is influenced by the current and voltage during combustion. The parallel power value is greater than the series power value.

**Keywords:** Biomass, Rice Stem Waste, Thermoelectric Generator

### PENDAHULUAN

Padi merupakan sumber karbohidrat utama bagi mayoritas penduduk dunia. Hasil pengolahan padi dinamakan beras. Beras merupakan olahan yang dijual pada konsumen. Sekam adalah bagian dari bulir padi-padian (serealia) berupa lembaran yang kering, bersisik, dan tidak dapat dimakan.

Perkembangan zaman saat ini menimbulkan berbagai dampak yang turut menyebabkan terjadinya kelangkaan energi, khususnya kebutuhan energi listrik yang setiap tahunnya semakin meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, saat ini dibutuhkan sumber energi terbarukan. Sumber daya alam termasuk panas bumi, matahari, angin, air, dan lautan adalah

sumber energi terbarukan. Suatu zat atau bahan yang tidak lagi digunakan sebagai hasil dari proses alam atau tindakan manusia disebut sebagai limbah. Pengelolaan sampah diperlukan agar memiliki nilai tambah, dapat didaur ulang, dan tidak merusak lingkungan.

Menurut (Atthoriq et al., 2022) Indonesia saat ini menghadapi keganjilan dalam hal ketahanan pangan padahal merupakan negara agraris dengan wilayah pertanian yang cukup luas. Menurut (Herlia, 2022) sejarah menunjukkan bahwa pengelolaan limbah dan kegiatan rekayasa saling terkait erat. Lokasi pembuangan sampah diperlukan karena peningkatan produksi sampah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Pencemaran lingkungan dapat terjadi akibat pengelolaan yang tidak tepat dari banyak limbah yang dihasilkan. Untuk mengatur pengelolaan sampah di lingkungan, maka harus ada sistem pengolahan sampah.

Beberapa barang pertanian yang dihasilkan digunakan oleh keluarga sementara yang lain dijual untuk menghasilkan pendapatan. Sisa produksi yang meliputi tongkol jagung, batang padi, bekatul, dan batang padi tidak digunakan. Sampah ini biasanya dibakar oleh petani, yang berkontribusi terhadap polusi udara (Tangio et al., 2022)

Menurut (Rizaldi, 2022) proses perpindahan energi panas (perubahan suhu) menjadi energi listrik atau sebaliknya dari energi listrik menjadi perbedaan suhu dikenal dengan efek termoelektrik (perbedaan suhu). Dalam hal batang bahan logam dipanaskan dan didinginkan pada kedua kutubnya. Dibandingkan dengan sisi logam yang dingin, elektron pada sisi logam yang panas akan bergerak lebih cepat dan agresif. Difusi dari kerapatan muatan tinggi ke kerapatan muatan rendah kemudian akan terjadi untuk elektron. medan listrik tercipta ketika sesuatu bergerak dari sisi panas ke sisi dingin. Sebuah teknologi yang dikenal sebagai termoelektrik bekerja dengan mengubah energi panas menjadi energi listrik secara langsung. Bahan termoelektrik yang cukup diposisikan untuk menghubungkan sisi panas dan dingin sumber untuk menghasilkan energi. Sistem ini dapat menghasilkan beberapa arus listrik (Denk et al., 2022).

Penelitian ini menggunakan biomassa batang padi untuk membuat sumber energi panas yang akan diubah menjadi sumber energi listrik dengan menggunakan termoelektrik generator dengan melakukan pembakaran langsung. Limbah batang padi belum dimanfaatkan dengan baik sehingga selesai masa panen limbah batang padi ini dibuang begitu saja bahkan dibakar sehingga menyebabkan polusi udara (Roziqin & Rohmah, 2022).

Menurut (Cahya et al., 2021) ketika dua logam dengan suhu berbeda dihubungkan, akan ada dua sambungan dalam satu lingkaran, menciptakan perbedaan potensial antara, kedua ujung logam. Fenomena ini dikenal sebagai efek Seebeck, dimana energi dari perbedaan suhu yang berbeda diubah menjadi energi listrik. Gradien suhu yang dialami antara sisi panas dan sisi dingin berbanding lurus dengan arus listrik yang dihasilkan oleh termoelektrik.

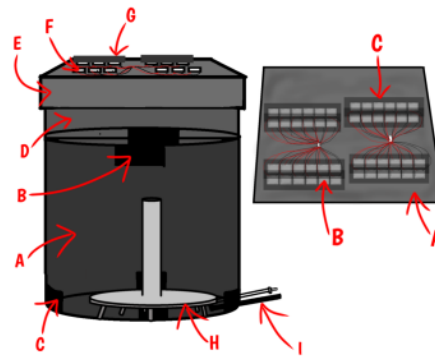
Menurut (Arif et al., 2022) bahan termoelektrik terbuat dari tiga bahan utama: semikonduktor, polimer, dan keramik. Semikonduktor paling banyak digunakan dari ketiga jenis tersebut dalam sel termoelektrik karena nilai koefisien Seebeck yang tinggi ( $>100 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ). Bismuth Telluride ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) merupakan bahan semikonduktor dengan massa atom yang tinggi. Generator termoelektrik, kadang-kadang disebut sebagai sel termoelektrik, adalah alat yang menggunakan perbedaan suhu antara kedua sisi sel untuk menghasilkan energi. Sebaliknya, sel termoelektrik akan menghasilkan perbedaan suhu antara kedua sisi saat diberi tegangan. Seperti yang digambarkan pada Gambar 2.2, sel termoelektrik adalah perangkat listrik keadaan padat tanpa bagian yang bergerak.

## METODE PENELITIAN

Pengambilan data pada penelitian ini dimulai dengan menyiapkan kompor biomassa yang digunakan sebagai tempat pembakaran limbah batang padi, sebelum pembakaran seluruh komponen yang akan digunakan telah disiapkan. Pengambilan data menggunakan 48 keping TEG yang dirancang secara seri dan paralel. Limbah batang padi yang digunakan pada penelitian ini telah melalui masa pengeringan yang dikeringkan dibawah sinar matahari sehingga kadar air yang dihasilkan yaitu 8%, limbah batang padi yang digunakan sebanyak 10 kg yang dimasukkan secara bertahap didalam kompor biomassa selama pembakaran. Pengambilan data suhu pada penelitian

ini menggunakan termometer digital yang diukur setiap 3 menit saat pembakaran berlangsung, pengukuran suhu dilakukan untuk mengetahui perbedaan suhu heatsink dan TEG agar tetap konstan. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan pengukuran yang diukur melalui penyimpanan superkapasitor dan tanpa penyimpanan superkapasitor pada rangkaian seri dan paralel.

Konfigurasi seri digunakan untuk menghasilkan tegangan yang tinggi. Konfigurasi seri yang digunakan pada penelitian ini menggunakan penyimpanan superkapasitor dan tanpa penyimpanan superkapasitor. Konfigurasi paralel digunakan untuk menghasilkan arus yang tinggi. Jika ingin mendapatkan arus yang besar maka termoelektrik Generator dihubungkan secara paralel yaitu dengan kutub negatif dan kutub negatif yang ada pada termoelektrik generator. Desain penelitian pada kompor biomassa dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Desain Kompor Biomassa

Berdasarkan Gambar 1, bahwa pada bagian (a) adalah Kompor Biomassa sebagai tempat pembakaran limbah batang padi. (b) adalah Jendela kompor atas sebagai tempat memasukkan/menambahkan sampel kedalam kompor. (c) adalah Jendela kompor bawah sebagai tempat untuk menyalakan api, (d) adalah Wadah/belanga sebagai tempat untuk memanaskan air, (e) adalah Plat penutup sebagai tempat peletakkan TEG SP-1848-27145 dan heatsink, (f) adalah TEG SP-1848-27145 sumber konversi energi, (g) adalah Heatsink sebagai sisi dingin yang diletakkan diatas TEG SP-1848-27145, dan (h) sebagai Penyangga kompor sebagai tempat untuk menahan kompor dan tempat keluarnya abu hasil pembakaran.

Analisis data percobaan dilakukan 2 konfigurasi yaitu secara seri dan paralel dengan menggunakan penyimpanan superkapasitor dan tanpa penyimpanan superkapasitor.

Menurut (Zuhri et al., 2022) alat yang digunakan untuk mempercepat aliran udara adalah heatsink. Heatsink sering digunakan pada gadget yang membutuhkan aliran udara yang lancar dan untuk menjaga agar suhu kerja komponen tetap konstan.

Menurut (Anggraini et al., 2020) heatsink adalah perangkat yang menggunakan permukaan yang diperluas seperti sirip dan duri untuk mengumpulkan atau menghilangkan panas (energi panas) secara efektif dari lingkungan sekitar (udara). Dalam banyak situasi di mana pembuangan panas yang efektif diperlukan, heatsink digunakan; contoh yang menonjol termasuk pendinginan, mesin panas, dan pendinginan perangkat elektronik. Perangkat logam dengan banyak sirip pendingin, yang dikenal sebagai larik sirip, adalah jenis heatsink yang paling populer.

### Alat Dan Bahan

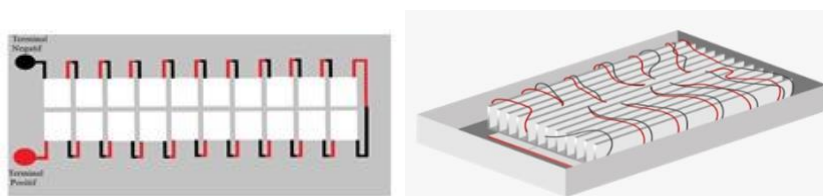
Pada penelitian ini, peneliti menggunakan alat dan bahan yang diuraikan beserta jenis-jenisnya, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat Dan Bahan

No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah	Fungsi
1	TEG SP-1848-27145	48 Keping	TEG merupakan alat perubahan suhu yang dapat menghasilkan energi listrik.
2	Heatsink 12 Sirip	4 Buah	Heatsink digunakan sebagai pendingin agar suhu tetap konstan.
3	Pengukur Kadar Air	1 Buah	Sebagai pengukur limbah batang padi untuk memastikan standar kadar air yang dibutuhkan.
4	Multimeter Digital	2 Buah	Sebagai alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus dan tegangan pada rancangan TEG konfigurasi seri dan paralel.
5	Termometer Digital	1 Buah	Sebagai alat untuk mengukur suhu setiap sisi TEG dan heatsink.
6	Superkapasitor	1 Buah	Sebagai alat yang digunakan untuk penyimpanan energi yang dihasilkan pada rancangan seri dan paralel.
7	Stopwatch	1 Buah	Sebagai alat untuk mengatur/mengukur waktu selama masa pembakaran biomassa.
8	Kompur Biomassa	1 Buah	Sebagai alat untuk pembakaran biomassa batang padi.
9	Limbah Batang Padi	10 Kg	Sebagai bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan sumber panas.

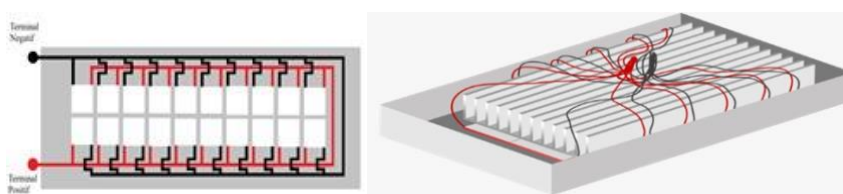
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memanfaatkan panas dari hasil pembakaran sisa limbah batang padi yang tidak terpakai menggunakan sistem Termoelektrik Generator sebagai konversi energi listrik. Penelitian ini dimulai dengan menempatkan 48 keping TEG yang disusun secara seri dan paralel pada sisi plat penutup dan 4 buah heatsink yang diletakkan diatas TEG sebagai sisi dingin.



Gambar 2 Rangkaian TEG Konfigurasi Seri

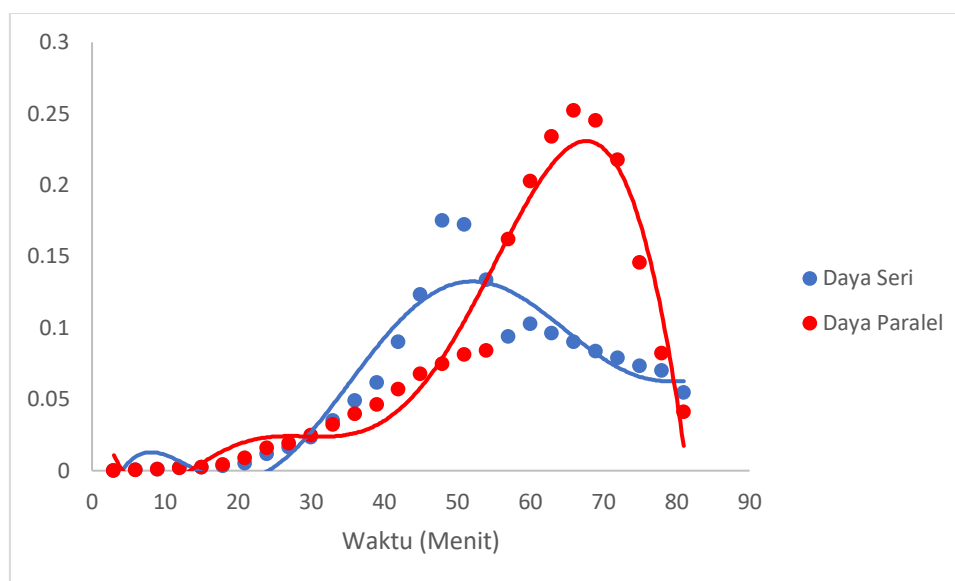
Rangkaian konfigurasi seri, disusun berurutan dengan ujung sumber positif dihubungkan ke sumber negatif. Output yang dihasilkan pada rancangan TEG konfigurasi seri adalah arus dan tegangan yang dihubungkan pada superkapasitor sebagai media penyimpanan energi.



Gambar 3 Rangkaian TEG Konfigurasi Paralel

Rangkaian konfigurasi paralel, disusun secara sejajar dengan ujung sumber negatif dihubungkan ke sumber negatif dan sumber positif dihubungkan ke sumber positif. Hasil output pada rancangan TEG konfigurasi paralel adalah arus dan tegangan yang dihubungkan pada superkapasitor sebagai media penyimpanan energi.

Daya listrik yang dihasilkan pada konfigurasi seri dan paralel tanpa superkapasitor merupakan hasil kali tegangan dan arus yang diperoleh selama pembakaran limbah batang padi. Hasil keluaran daya listrik tanpa superkapasitor diperoleh pada grafik dibawah ini.



**Gambar 4** Grafik hubungan waktu terhadap daya listrik pada konfigurasi seri dan paralel tanpa superkapasitor

Berdasarkan gambar 4, menunjukkan daya konfigurasi seri dan paralel tanpa superkapasitor. Konfigurasi paralel menghasilkan daya yang lebih besar mencapai 0.4312 Watt, sedangkan untuk seri menghasilkan daya listrik mencapai 0.102704 Watt.

**Tabel 2** Nilai daya maksimum tanpa superkapasitor

Konfigurasi	Waktu (Menit)	Daya (Watt)	Arus (Ampere)	Tegangan (V)
Seri	60	0.102704	0.098	1.048
Paralel	63	0.4312	0.98	0.44

## KESIMPULAN

Pengaruh waktu terhadap perbedaan suhu pada pembakaran limbah batang mempengaruhi arus dan tegangan. Semakin lama waktu pembakaran maka semakin besar perbedaan suhu yang dihasilkan. Konfigurasi seri memperoleh perbedaan suhu paling tinggi dibandingkan konfigurasi paralel. Pengaruh waktu terhadap kuat dan tegangan yang tersimpan dalam superkapasitor menghasilkan keluaran yang lebih besar dibandingkan tanpa penyimpanan superkapasitor. Pengaruh waktu terhadap kuat arus dan tegangan tanpa superkapasitor berpengaruh pada hasil pembakaran limbah batang padi. Semakin lama waktu pembakaran maka arus dan tegangan akan naik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, R., F. Sudarma, A., Yularty, P., & V.Enriko, F. (2020). Perancangan Heatsink Untuk Lampu Led Menggunakan Simulasi Cfd. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 6–10. <https://doi.org/10.36040/industri.v10i1.2532>
- Arif, I. M., Hasan, H., & Syukri, M. (2022). Pemanenan Panas dari Tungku Biomassa dengan Termoelektrik untuk Menghasilkan Listrik. *KITEKTRO: Jurnal Komputer, Teknologi Informasi, Dan Elektro*, 7(2), 2022.
- Atthoriq, A. M., Sumarjo, J., & Anjani, R. D. (2022). Perancangan System Pompa Air Tenaga Surya Terhadap Produktivitas Pertanian Padi (Sawah). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*

- <https://jurnal.unibrah.ac.id/index.php/JIWP>, 8(3), 178–183.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6420819>
- Cahya, D. D., Joko, Agung, A. I., & Endryansyah. (2021). Peningkatan Penyerapan Panas Matahari pada Prototipe Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Menggunakan Penghantar Panas Kuningan dengan Pelapisan Warna Hitam. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 379–385.
- Denk, T. M. S., Pandria, T. M. A., & Firnanda, A. (2022). Identifikasi Pengaruh Penggunaan Heatsink Terhadap Keluaran Modul Surya. *Jurnal Optimalisasi*, 8(2), 200.  
<https://doi.org/10.35308/jopt.v8i2.6456>
- Herlia, N. F. (2022). Mekanisme Teknologi Pengolahan Sampah Menjadi Sumber Energi Listrik Terbarukan. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 10(2), 10–16.  
<https://doi.org/10.30869/jtech.v10i2.962>
- Rizaldi, R. (2022). Analisa Termoelektrik Generator Dan Motor DC + Kipas Dengan Perbedaan Alas Konduktor Dari Sumber Energi Panas. *Jurnal Flywheel*, 13(2), 14–22.  
<https://doi.org/10.36040/flywheel.v13i2.5853>
- Roziqin, P. R., & Rohmah, R. N. (2022). Pemanfaatan Panas Pada Tungku Pembakaran Sebagai Pembangkit Listrik Dengan Peltier. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 17–25.  
<https://doi.org/10.23917/emitor.v22i1.14887>
- Tangio, J. S., Musa, W. J. A., Rumape, O., Lamusu, R., Dai, S. W., Maku, N. H., Hamzzah, M., & Dude, S. D. R. S. (2022). Optimalisasi Pemanfaatan Limbah Pertanian Sebagai Pupuk Organik Dan Pakan Budidaya Ikan Untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Desa Bulotalangi Barat. *Damhil: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 44–53.
- Zuhri, S., Eko Prasetyo, E., & Irmawan, E. (2022). Pengujian Temperatur Esc Menggunakan Pendingin Peltier Teci-12706 Dengan Metode Eksperimen. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 146–151. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.615>