

Rancang Bangun Alat Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Sebagai Sumber Energi Alternatif

Roland Apriadi¹, Nur Rani Alham², Muslimin³, Saharudin⁴, Maden Nolis Nani Manukallo⁵, Nethania Callista⁶ Cindyani⁷, Annisa Maharani Zulharfian⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman Kalimantan Timur

Email : rolandapriadi23@gmail.com

Submitted : 29 Juni 2022

Accepted: 17 Desember 2024

Abstrak

Sampah merupakan bahan sisa buangan yang tidak dapat digunakan lagi sebagai akibat dari suatu kegiatan. Sampah dapat digunakan sebagai bahan bakar atau sumber untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa). Pembangkit Listrik Tenaga Sampah merupakan salah satu dari sekian banyak pembangkit sebagai energi alternatif. Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Sampah merupakan replikasi kecil dari percobaan energi terbarukan. Penelitian ini menggunakan Multimeter sebagai alat ukur yang digunakan untuk mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan. Peneliti melakukan penelitian tentang lama pembakaran dari setiap jenis sampah dan daya yang dibangkitkan. Lama waktu pembakaran diukur pada saat awal membakar sampah tersebut sampai dengan air yang berada didalam boiler mendidih. Untuk pengukuran arus dan tegangan dilakukan dengan jangka waktu 10 detik pertama samapai dengan 10 detik kelima dengan jenis sampah yang berbeda. Rata-rata daya yang dibangkitkan dengan menggunakan sampah kertas adalah 0,07965 Watt, sedangkan rata-rata daya yang dibangkitkan dengan menggunakan sampah plastik adalah 0,0580 Watt.

Kata Kunci: Sampah, PLTSa, Energi Alternatif

Abstract

Garbage is waste material that can no longer be used as a result of an activity. Garbage can be used as fuel or a source for a Waste Power Plant (PLTSa). The Waste Power Plant is one of the many generators as alternative energy. The prototype of the Waste Power Plant is a small replication of the renewable energy experiment. This study uses a multimeter as a measuring instrument used to measure the resulting voltage and current. Researchers conducted research on the burning time of each type of waste and the power generated. Burning time is measured at the beginning of burning the waste until the water in the boiler boils. The current and voltage measurements are carried out with a period of the first 10 seconds to the fifth 10 seconds with different types of waste. The average power generated using paper waste is 0.07965 Watt, while the average power generated using plastic waste is 0.0580 Watt.

Keywords: Waste, PLTSa, Alternative Energy

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan bahan atau material sisa yang dibuang sebagai akibat dari suatu kegiatan, baik industri maupun rumah tangga. Adapun material yang dimaksud merupakan sesuatu yang berasal dari manusia, hewan, ataupun dari tumbuhan yang sudah tidak terpakai [1].

Penanganan sampah yang tidak baik dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan

masyarakat yang ada di sekitarnya. Selain memberikan dampak buruk bagi kesehatan manusia, penanganan sampah yang tidak baik juga dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan.

Seringkali sampah yang menumpuk di saluran air, menyebabkan aliran air menjadi tersumbat dan berpotensi menyebabkan banjir. Selain itu, sampah yang terletak di dekat saluran air akan menghasilkan bau yang tidak sedap.

Terdapat banyak cara untuk menanggulangi permasalahan sampah tersebut, salah satunya dengan dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik yaitu dengan pembakaran sampah menggunakan teknologi konversi therma[2].

Energi merupakan salah satu hal yang begitu penting dalam kehidupan, terutama yaitu Energi Listrik. Listrik merupakan energi yang paling dibutuhkan oleh manusia di era modern 4.0 maka dengan ini adanya perkembangan teknologi yang semakin pesat, dan juga berbanding lurus dengan kebutuhan listrik yang semakin besar, ditambah lagi dengan semakin majunya Negara Indonesia ini semakin besar pula kebutuhan energi di Industri [3][5]. Contohnya Pembangkit Listrik Tenaga Sampah sebagai hasil dari penghasil energi saat ini. Maka Untuk itu di samping kita menghemat pengguna energi dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, kita juga harus mencari sumber energi alternatif baru untuk kebutuhan energi yang tidak dapat dibendung lagi [4][6].

Energi listrik terbarukan adalah energi yang memiliki proses berkelanjutan seperti tenaga surya, tenaga angin, arus air, panas bumi, dan energi sampah. Proses energi sampah adalah berasal dari energi biomassa yang dapat diketahui bahwa jenis bahan bakar yang dibuat dengan mengkonversi bahan biologis seperti sampah. Sampah merupakan permasalahan utama bagi penduduk di banyak kota, yang berdampak negatif seperti dampak pencemaran lingkungan, dampak buruk Kesehatan lingkungan maupun serta dampak gangguan estetika. Contoh kota besar di Indonesia yang memiliki permasalahan dalam pengelolahan sampah adalah kota Samarinda [5][7].

Pembangkit listrik tenaga sampah merupakan salah satu dari sekian banyak pembangkit listrik alternatif yang sudah mulai berkembang saat ini. Hal ini dikarenakan bahan baku yang sangat melimpah sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal [8].

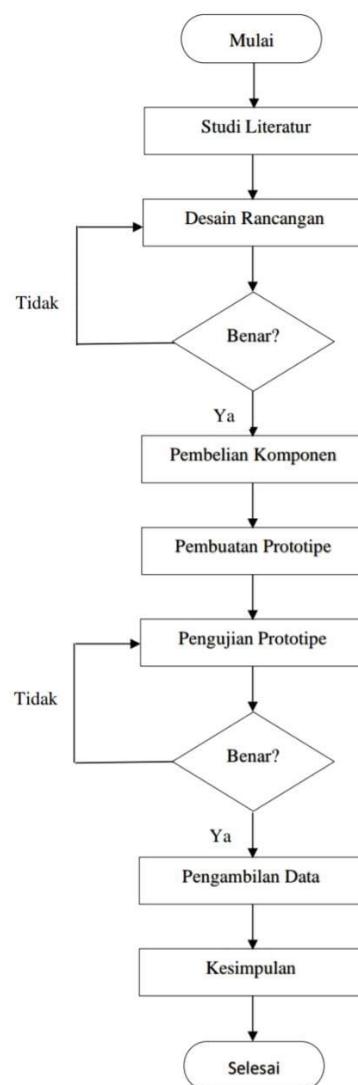
Pembangkit listrik tenaga sampah merupakan pembangkit listrik yang memiliki manfaat terutama sampah sebagai bahan bakar. Sampah ini nantinya akan digunakan untuk sebagai memanaskan air dalam boiler. Uap panas yang dihasilkan boiler ini dimasukkan ke turbin uap yang akan memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik [9][10].

2. METODE PENELITIAN

Data yang diperoleh pada artikel ini adalah data yang didapatkan pada penelitian yang telah dilakukan melalui percobaan prototipe. Alat ukur yang digunakan dalam percobaan adalah multimeter yang dapat menghitung arus dan tegangan yang dibangkitkan. Penulis juga menggunakan berbagai jurnal sebagai referensi dalam penulisan jurnal ini.

Flowchart Penelitian

Gambar 1 merupakan flowchart penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam percobaan dijelaskan sebagai berikut :

Generator adalah mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik,

pembangkit listrik biasa sering menggunakan generator sinkron berkecepatan tinggi [11].

Berikut adalah spesifikasi generator :

- Tegangan = 12 V
- RPM = 3000-6000

Turbin adalah mesin berputar yang mengambil energinya dari aliran fluida. Turbin sederhana memiliki satu bagian yang bergerak, "rakitan baling-baling ". Cairan yang bergerak memutar baling-baling dan dapat menghasilkan tenaga untuk menggerakkan turbin. Turbin yang digunakan dalam percobaan ini terbuat kaleng makanan yang sudah tidak digunakan. Selain itu, turbin tersebut terdiri dari 8 sudu.

Ketel atau *boiler* adalah kombinasi kompleks perpipaan untuk evaporator (*evaporator*), superheater, pemanas air (*economizer*) dan pemanas udara (*warmer*). Pipa evaporator (*evaporator*) dan *superheater* menerima panas langsung dari pembakaran bahan bakar, sedangkan pemanas air (*economizer*) dan pemanas udara (*heater*) menerima panas dari sisa gas pembakaran sebelum dilepaskan ke atmosfer.

LED (*Light Emitting Diode*) adalah semikonduktor yang dapat mengubah banyak energi listrik menjadi cahaya, sebagai komponen *solid state*, sehingga unggul dalam daya tahan [4].

Berikut adalah spesifikasi LED

- Tegangan : 1,9-2,1 V
- Arus : 15-18 mA

Multimeter ini ialah mengukur resistansi, kapasitansi, arus listrik, tegangan AC maupun DC, menguji baik atau tidaknya suatu komponen, mengetahui sambungan rangkaian, dan sebagainya [5].

Sampah adalah tidak terpakai, tidak terpakai, tidak terpakai atau sesuatu yang dibuang dan berasal dari kegiatan manusia.

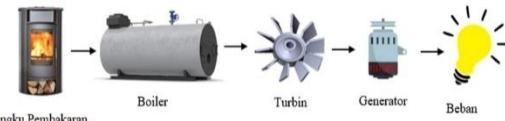
a. Sampah domestik dari rumah tangga, tidak termasuk kotoran dan sampah plastik.

b. Limbah sebagai limbah domestik serupa dengan limbah domestik karena berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau bangunan lainnya.

c. Limbah spesifik adalah limbah yang karena sifat, konsentrasi dan/atau volumenya, memerlukan pengelolaan khusus.

Konfigurasi Sistem

Gambar 1 merupakan konfigurasi sistem dari Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)



Gambar 2. Konfigurasi sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan pengujian terhadap prototipe yang dibuat penulis mengambil beberapa data yaitu lama waktu pembakaran dari setiap jenis sampah, tegangan, dan arus yang bisa dibangkitkan oleh prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Sampah tersebut. Peneliti mengambil data arus dan tegangan pada waktu 10 detik pertama sampai dengan 10 detik kelima setelah air yang berada di dalam boiler tersebut mendidih. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan daya yang dibangkitkan.

Peneliti memilih melakukan percobaan dengan rentang waktu 10 detik dikarenakan pada jangka waktu tersebut uap air yang berada di dalam boiler pada titik didih tertinggi dan uap yang dihasilkan dalam keadaan yang optimal.



Gambar 3. Prototype percobaan

Peneliti mulai melakukan pembakaran sampah kertas terlebih dahulu di dalam tungku pembakaran. Selanjutnya, peneliti menghitung lama waktu pembakaran sampah kertas sampai air yang berada di dalam boiler tersebut mendidih. Peneliti mulai mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan dengan menggunakan multimeter dengan jangka waktu 10 detik pertama sampai dengan 10 detik kelima.

Peneliti juga melakukan pengujian terhadap sampah plastik dengan langkah-langkah yang sama

seperti dengan pengujian menggunakan sampah kertas. Peneliti juga menggunakan LED sebagai beban dalam pengujian prototipe. Akan tetapi, LED yang digunakan tersebut tidak dapat menyala.

Lama Waktu Pembakaran

Berdasarkan pada percobaan yang telah dilakukan, didapatkan lama waktu pembakaran setiap masing-masing jenis sampah dalam tungku pembakaran. Massa sampah yang digunakan dalam penelitian yaitu 1,5 Kilogram. Berikut adalah data yang didapatkan.

Tabel 1. Lama waktu pembakaran

No	Jenis sampah (Kg)	Waktu (Menit)
1	Kertas	18
2	Plastik	22

Sampah kertas membutuhkan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan sampah plastik.

Daya Yang Dibangkitkan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, didapatkan daya yang dibangkitkan untuk setiap masing-masing jenis sampah. Berikut adalah daya yang dihasilkan.

Tabel 2. Pengukuran tegangan dan arus pada sampah kertas

Lama Waktu (S)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kondisi
10	1,71	0,028	0,0478	Mati
20	1,54	0,024	0,0369	Mati
30	1,30	0,021	0,0273	Mati
40	1,09	0,021	0,0228	Mati
Rata-rata	1,41	0,094	0,0337	

Tabel 3. Pengukuran tegangan dan arus pada sampah plastik

Lama Waktu (S)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kondisi
10	1,65	0,022	0,0363	Mati
20	1,64	0,024	0,0393	Mati
30	1,21	0,019	0,0229	Mati
40	1,09	0,021	0,0228	Mati
Rata-rata	1,39	0,021	0,0303	

Berdasarkan data di atas, didapatkan daya masing-masing jenis sampah kertas dan plastik dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = V \times I \quad (1)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} P &= \text{Daya yang dibangkitkan (W)} \\ V &= \text{Tegangan (V)} \\ I &= \text{Arus (A)} \end{aligned}$$

Dari tabel 2 dan 3 dapat dilihat terdapat perbedaan tegangan dan arus yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan adanya jangka waktu dalam pengambilan data periode waktu 10 detik. Selain itu, hal ini juga dipengaruhi oleh perbedaan bahan bakar atau jenis sampah yang digunakan.

Selanjutnya Gambar 4 dan 5 merupakan grafik tegangan dan arus pada sampah kertas dan sampah plastik.



Gambar 4. Pengukuran daya dari sampah kertas



Gambar 5. Pengukuran daya dari sampah plastik

Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan untuk daya rata-rata dengan sampah kertas sebesar 0,0337 W. Untuk daya rata-rata dengan sampah plastik sebesar 0,0303 W

4. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

1. Lama waktu pembakaran sampah kertas lebih cepat dibandingkan dengan sampah plastik
2. Rata-rata daya yang dibangkitkan dengan jangka waktu 10 detik pertama sampai dengan 10 detik kelima pada sampah kertas adalah 0,0337 Watt
3. Rata-rata daya yang dibangkitkan dengan jangka waktu 10 detik pertama sampai dengan 10 detik kelima pada sampah kertas adalah 0,0303 Watt

B. Saran

Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat memperhatikan spesifikasi turbin dan generator agar beban yang digunakan sebagai indikator berupa LED dapat menyala.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak-pihak bersangkutan yang telah bersedia berkontribusi dalam menyelesaikan Rancang Bangun Alat Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) ini serta berterima kasih kepada pihak-pihak yang menjadi sumber rujukan penulis yang ada dalam pada project penelitian ini. Dan tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada SainETIn (Jurnal Sains, Energi, Teknologi & Industri)

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Nurjanah, A. M. M. Huda, R. H. Saputra, and ..., "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Di Lingkungan Stt Migas Balikpapan," ... J. Energy ..., vol. 3, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.sttmigas.ac.id/index.php/petrogas/article/view/65>.
- [2] A. B. R. Indah, "Sosialisasi Pengelolaan Sampah Sebagai Bahan Bakar untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dengan Sistem Strategic Partner," J. TEPAT Appl. Technol. J. Community Engagem. Serv., vol. 3, no. 2, pp. 56–64, 2020, doi: 10.25042/jurnal_tepat.v3i2.138.
- [3] H. Asy'ari, D. Y. Aji, and F. S. Candra, "Desain Generator Tipe Axial Kecepatan Rendah Dengan Magnet Permanen," J. Emit., vol. 13, no. 02, pp. 66–70, 2016.
- [4] D. Suhardi, "Prototipe Controller Lampu Penerangan Led (Light Emitting Diode) Independent Bertenaga Surya Prototype Lamp Lighting Controller LED (Light Emitting Diode) Independent Solar Jika kita perhatikan cadangan energi dari bahan minyak bumi di Indonesia diper," Jurna GAMMA, vol. 10, no. September, pp. 116–122, 2014.
- [5] Martias, "Penerapan dan penggunaan alat ukur multimeter pada pengukuran komponen elektronika," Konf. Nas. Ilmu Sos. Teknol., vol. 1, no. 1, pp. 222–226, 2017.
- [6] Nurjanah, N., Huda, A. M., Saputra, R. H., Sahara, A., & Hasanudin, H. (2021). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Di Lingkungan STT Migas Balikpapan. *Petrogas: Journal of Energy and Technology*, 3(2), 1-13.
- [7] Darmawan, R., Marno, M., & Fauji, N. (2021). Rancang bangun turbin uap pada Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Kapasitas 1,45 KW di Lingkungan Kampus Unsika. *Jurnal Teknik Mesin dan Pembelajaran*, 4(1), 29-40.
- [8] Rolies, W. (2024). Perancangan Mesin Pres Sampah Basah Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di Universitas Singaperbangsa Karawang. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(4).
- [9] Hidayati, Q., Sari, D. R., & Kuthy, R. A. (2024). Rancang bangun penerangan jalan umum berbasis pembangkit listrik tenaga sampah. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, 4(1), 65-72.
- [10] Wijaya, K. W., & Dirja, I. (2024). Pembuatan dan Pengujian Mesin Press Sampah Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Di Kampus UNSIKA. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(4).
- [11] Muzzekki, H. S. A. (2021). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Berbasis Bioteknologi Lingkungan. *JURNAL ZETROEM*, 3(1), 26-33.