

Inovasi Energi Berkelanjutan : Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Dari Bioetanol Tetes Tebu/Molases

Muhammad Kiki Darmawan¹, Novia Utami Putri^{2*}, Elka Pranita³, Dwi Agus Riyanto⁴, Ernando Rizki Dalimunthe⁵

Corresponding Author : Novia Utami Putri*

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia
Jl. ZA. Pagar Alam No. 9 – 11, Labuhan Ratu, Kec kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung 351332

¹kikidarmawan987@gmail.com

²noviautami@teknokrat.ac.id

³elkapranita@teknokrat.ac.id

⁴riyanto.dwiagus@gmail.com

⁵ernando_rizki_dalimunthe@teknokrat.ac.id

Intisari — Pembangkit listrik tenaga biomassa adalah pembangkit yang mempergunakan biomassa (Tetes tebu/Molases) dalam membentuk thermal yang akan dipergunakan untuk menggerakkan energi potensial pada sistem pembangkit listrik. Pada proses pembangkitan listrik ini membutuhkan energi panas yang diproses dari tetes tebu / molases yang difermentasi dan didestilasi untuk dijadikan bioetanol lalu dipadatkan untuk memanaskan boiler dan dapat memiliki tekanan untuk mendorong *steam engine* sehingga dapat menggerakkan generator sehingga menghasilkan tegangan yang bisa mengisi baterai dan menghidupkan beban. Dari penelitian ini bioetanol padat yang dihabiskan sebanyak 2,1 liter dan menyala selama 199 menit / 3.3 jam sehingga *steam engine* dapat berputar pada tekanan 10-15 Psi dengan putaran *Rpm* 161-215 *output* yang dihasilkan PLTBM ini memiliki tegangan pengecasan 4.1 – 4.2 V dan arus 200-300 mA. Dari tegangan dan arus yang dihasilkan tersebut baterai terisi 100 % dengan kapasitas baterai 1580 mAh/ 1,5 Ah. PLTBM ini juga menggunakan *joul thief* untuk menyalakan beban lampu 7 watt. Dengan kapasitas baterai 1580 mAh / 1,5 Ah yang terisi 100% beban lampu dapat menyala selama 2,43 jam.

Kata kunci— PLTBM ,Bioetanol, Generator, Steam engine

Abstract — Biomass power plants are plants that use biomass (sugar cane molasses / molasses) in forming thermal which will be used to move potential energy in the power generation system. In this electricity generation process requires heat energy that is processed from sugarcane molasses / molasses which is fermented and distilled to make bioethanol and then solidified to heat the boiler and can have pressure to push the steam engine so that it can move the generator so as to produce a voltage that can charge the battery and turn on the load. From this study solid bioethanol spent as much as 2.1 liters and lit for 199 minutes / 3.3 hours so that the steam engine can rotate at a pressure of 10-15 Psi with a rotation of *Rpm* 161-215 the output produced by this PLTBM has a charging voltage of 4.1 - 4.2 V and a current of 200-300 mA. From the voltage and current produced, the battery is 100% charged with a battery capacity of 1580 mAh / 1.5 Ah. This CBM also uses *joul thief* to power a 7 watt lamp load. With a battery capacity of 1580 mAh / 1.5 Ah which is 100% charged the lamp load can be lit for 2,43 hours.

Keywords — PLTBM ,Bioetanol, Generator, Steam engine

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini terlihat dominasi penggunaan batubara, minyak bumi dan gas sebagai sumber energi. Penggunaan bahan bakar fosil bukan solusi jangka panjang dikarenakan peningkatan kebutuhan energi konvensional juga isu lingkungan. Salah satu energi terbarukan yang dapat dikembangkan adalah energi biomassa [1].

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan dan

juga sisa metabolisme ataupun limbah produk yang dihasilkannya[2]. Biomassa memiliki tiga jenis yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar yaitu biodiesel, biogas bioetanol. Energi biomassa dapat digunakan sebagai sumber alternatif bahan bakar fosil. Keunggulan energi ini ramah lingkungan yang hampir tidak memiliki gas emisi dan tidak akan habis selama di bumi masih ada kehidupan. Sebagai pemanfaatan biomassa salah satunya adalah bioetanol.

Bioetanol merupakan bahan bakar yang didapat dari tumbuhan seperti tebu, umbi-

umbian dan jagung yang difermentasi lalu didestilasi[3]. Bioetanol ini dapat di manfaatkan menjadi bahan bakar pengganti energi fosil batu bara pada pembangkit listrik tenaga biomassa.

Rancang bangun pembangkit listrik tenaga biomassa menggunakan bahan bakar bioethanol dari tetes-tebu/*molasess* yang digunakan untuk memanaskan boiler sehingga menghasilkan uap untuk memutar *steam engine* dan mampu untuk menggerakkan generator DC sehingga menghasilkan energi listrik.

Perancangan pembangkit tenaga listrik biomassa diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif pengganti bahan bakar fosil dimasa mendatang mengingat semakin menipisnya bahan bakar fosil dan semakin banyaknya kebutuhan listrik dimasyarakat dan juga dikarenakan semakin cepatnya perkembangan dan kemajuan industri di Indonesia.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa

Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa atau biasa disingkat PLTBM merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang dikembangkan yang menggunakan konsep uap dari hasil pembakaran sebagai penggerak turbin untuk menghasilkan energi listrik [4]. dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini :



Gbr. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa

Pada gambar 1 terdapat PLTBM yang memiliki serangkaian komponen seperti boiler, *steam engine*, generator, *step down* dan *modul charger* untuk pengecasan baterai.

B. Bioetanol

Bioetanol adalah jenis alkohol yang diproduksi dari sumber daya terbarukan seperti biomassa tanaman [5]. Bioethanol merupakan etanol atau etil alkohol dapat

dihasilkan dari proses fermentasi glukosa yang berasal dari bahan baku nabati. Dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini :



Gbr. 2 Bioetanol

Pada Gambar 2 terdapat bioetanol dengan kadar alkohol 68,11 % yang didapat dari tetes tebu/ *molasess*.

C. Boiler

Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam[6]. Air panas tersebut dididihkan agar menghasilkan uap yang dimana uap tersebut dikumpulkan sampai pada tekanan tertentu agar dapat digunakan untuk memutar *steam engine*. Dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini :



Gbr. 3 Boiler

Pada Gambar 3 terdapat boiler dengan ukuran 4 Liter yang memiliki *pressure gauge* , *safety valve* dan *valve uap*.

D. Steam engine

Steam engine / mesin uap adalah salah satu mesin konversi energi yang merupakan energi alternatif yang baik karena dapat mengubah energi potensial uap menjadi energi

mekanik[7]. Dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini :



Gbr.4 Steam Engine

Pada Gambar 4 terdapat *steam engine* yang dibuat sedemikian rupa *steam engine* pada umumnya, yang menggunakan silinder, piston, *rod* dan *flywheel*.

E. Generator

Generator adalah salah satu mesin listrik, yang mengubah energi gerak atau mekanik menjadi energi listrik[8]. Generator memiliki dua jenis kumparan yaitu jangkar dan medan dan ditempatkan stator dan rotor. stator juga memiliki bagian yaitu bagian tetap dan bagian yang berputar. Dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini. Pada Gambar 5 terdapat generator DC yang dapat menghasilkan energi listrik 24 Volt.



Gbr. 5 Generator

F. Step down dc to dc

Step down adalah modul DC-DC *converter* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan agar dapat digunakan sesuai kebutuhan [9]. Pada Gambar 6 terdapat stepdown dc to dc yang dimana tegangan pada outputnya bisa diatur dengan cara memutar dibagian trimpot, jika terjadi perubahan tegangan masukan maka tegangan keluaran akan tetap stabil karena modul juga berfungsi sebagai regulator

Yang dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini :



Gbr. 6 Step down dc to dc[10]

G. Modul TP4056

Modul TP4056 adalah modul pengisian baterai *lithium ion* dengan arus 1A dengan tegangan pengisian konstan 4,2V. Pada modul ini terdapat sistem pengaturan suhu IC menjaga suhu agar tetap optimal selama pengisian[11]. Yang dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini :



Gbr. 7 Modul TP4056[12]

H. Baterai

Baterai adalah elemen skunder yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Dengan kutub positif berbahan lempeng oksida dan kutub negatif berbahan lempeng timbal. Baterai berfungsi sebagai sumber arus listrik searah yang portabel[13]. Yang dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini :



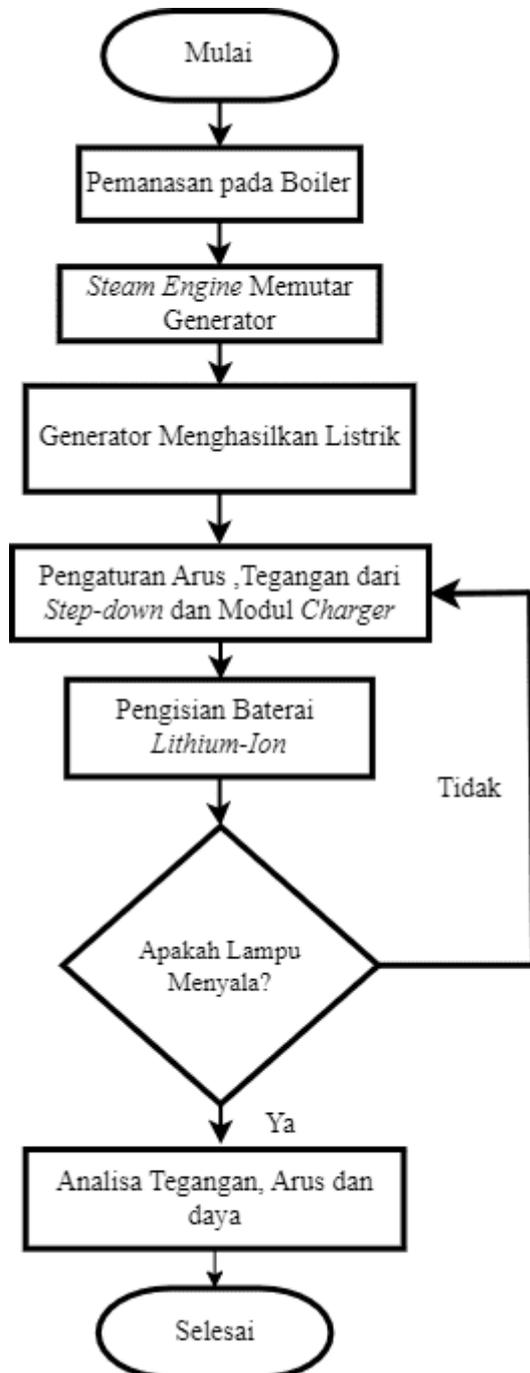
Gbr. 8 Baterai

Pada gambar 8 terdapat baterai yang berfungsi sebagai penampung daya untuk menyalakan beban dengan kapasitas sebesar 1580 mAh / 1,5 Ah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Blok Diagram Alir Kerja Alat

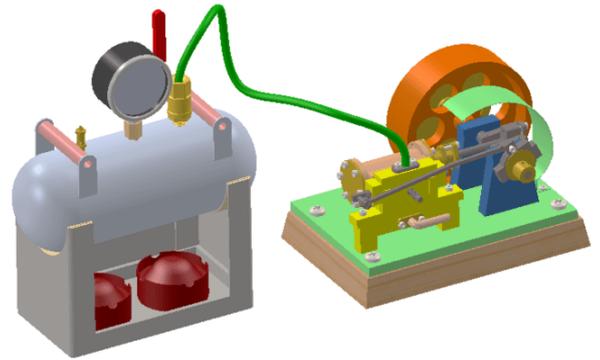
Adapun blok diagram alir kerja alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini :



Gbr. 9 Blok Diagram Alir Kerja Alat

B. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBM) Dengan Menggunakan Bahan Bakar Bioetanol Dari Tetes Tebu / Molasses dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini:



Gbr. 10 Perancangan Mekanik

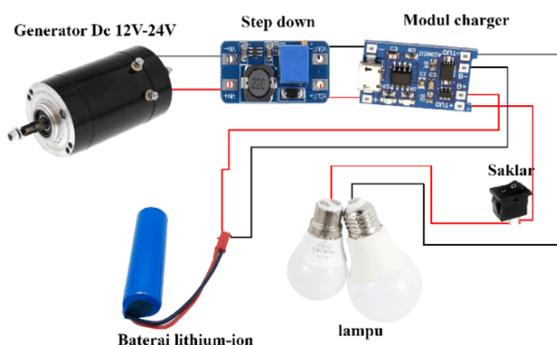
Pada perancangan Mekanik sistem PLTBM ini menggunakan boiler untuk menghasilkan uap yang memutar steam engine dan generator sehingga menghasilkan listrik.

Keterangan spesifikasi alat :

1. Boiler yang dipakai memiliki *Pressure Gauge* 4 bar dan *Safety Valve* ukuran 3/8 inch.
2. *Steam Engine* yang digunakan dimodifikasi sedemikian rupa seperti *steam engine* pada umumnya yang menggunakan :
 - Silinder sebagai tempat tekanan uap melakukan pekerjaan mekanis
 - Piston sebagai pendorong yang bergerak bolak balik pada silinder
 - *Rod* sebagai batang-batang yang terhubung dengan piston untuk mentransfer gerakan ke perangkat mekanis
 - *Flywheel* sebagai penstabil untuk mempertahankan kecepatan rotasi mesin
3. Generator DC yang digunakan berfungsi untuk menghasilkan listrik dengan masukan tenaga mekanis dari *steam engine*.

C. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada Pembangkit Listrik Tenaga biomassa (PLTBM) Dengan Menggunakan Bahan Bakar Bioetanol Dari Tetes Tebu / Molasses dapat dilihat pada Gambar 12 dibawah ini :



Gbr. 11 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras sistem PLTBM ini menggunakan beberapa elektronika untuk menghasilkan daya dan menyalakan beban sebagai berikut :

1. Step down dc to dc sebagai penurun tegangan dari generator agar outputan stabil ke modul charger
2. Modul charger / Modul Tp 4056 sebagai pengisi daya baterai *lithium ion*
3. Baterai *lithium ion* sebagai penampung daya untuk menyalakan beban
4. *Joul thief* sebagai pencuri tegangan dengan sumber energi kecil dijadikan besar
5. Saklar sebagai pemutus dan penghubung aliran listrik ke beban

D. Hasil Pembuatan Prototipe

Hasil pembuatan prototipe pada Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Dengan Menggunakan Bahan Bakar Bioetanol dari Tetes Tebu / *Molasses* dapat dilihat pada Gambar 12 dibawah ini:



Gbr. 12 Hasil Pembuatan Prototipe

Pada gambar 12 terdapat hasil Pembuatan prototipe yang dimana perancangan mekanik dan perangkat keras dikemas dan disatukan yang dapat dilihat pada gambar 12.

E. Pembuatan dan Pengujian Bioetanol Padat

Pada sistem PLTBM ini menggunakan bahan bakar bioetanol. *Bioetanol* ini didapat dari proses limbah sampingan dalam pembuatan gula yaitu tetes tebu / *molasses* yang sudah difermentasi dan dimurnikan dengan cara didestilasi [14]. sehingga menjadi bioetanol dengan kadar alkohol sebesar 68,11%. Pada penelitian ini juga bioetanol dipadatkan

1. Analisa Pembuatan *Bioetanol* padat penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan variabel tetap[15]. antara lain :

- *Bioetanol* dengan kadar 68,11%
- Massa total larutan 100 gram
- Zat pematat *asam stearat*
- Rasio zat pematat :air = 2 :1

Rasio larutan dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 1. Pembuatan Bioetanol Padat

Sample	Bioetanol (% berat)	Zat Pematat + Air(% berat)
1	70	30
2	75	25
3	80	20
4	85	15
5	90	10

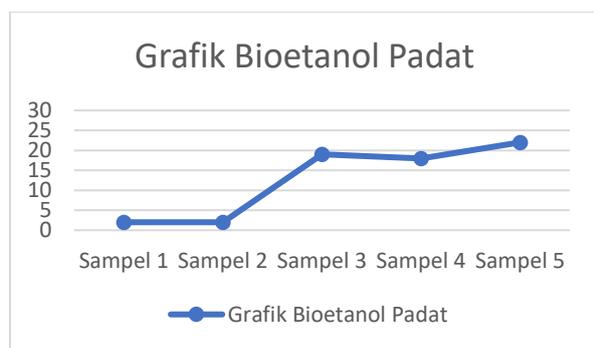
Pada Tabel 1 , terdapat 5 sampel yang berbeda dimana 5 sampel ini diuji untuk menentukan lama tidaknya api yang hidup.

Berikut merupakan hasil percobaan 5 sampel yang telah diuji dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Percobaan Bioetanol Padat

Sampel	Waktu
Sampel 1	<=2 menit
Sampel 2	2 menit
Sampel 3	19 menit
Sampel 4	<= 18 menit
Sampel 5	22 menit

Pada tabel 2 terdapat hasil percobaan bioetanol padat yang memiliki 5 sampel dan waktu pemakaiannya. Adapun grafik hasil percobaan bioetanol padat dapat dilihat pada gambar 13.



Gbr. 13 Grafik Percobaan Bioetanol Padat

Pada Gambar 13, Terdapat grafik waktu lamanya api pada percobaan sampel 1 dengan bioetanol seberat 70 mg dan zat pematid + air 30 mg api menyala kurang dari 2 menit dikarenakan zat pematid + air terlal, pada Sampel 2 dengan bioetanol seberat 75 mg dan zat pematid + air 25 mg api menyala selama 2 menit, pada sampel 3 dengan bioetanol seberat 80 mg dan zat pematid + air 20 mg api menyala 19 menit, pada sampel 4 dengan bioetanol seberat 85 mg dan zat pematid+ air 15 mg api menyala kurang dari 18 menit, dan pada sampel 5 dengan berat bioetanol 90 mg dan zat pematid + air 10 mg api dapat menyala selama 22 menit dari hasil data percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa data sampel 5 api dapat menyala lebih lama dibandingkan dengan sampel lainnya.

Berdasarkan grafik tersebut zat pematid + air mempengaruhi lama tidaknya api dapat menyala dengan dapat dilihatnya sampel 1 yang memiliki berat zat pematid tertinggi yaitu 30 mg yang hanya bertahan selama 2 menit sedangkan sampel 5 yang memiliki berat terendah yaitu 10 mg api dapat bertahan selama 22 menit.

F. Pengujian Steam Engine pada Generator dan Elektronika

Pada pengujian *steam engine* pada generator ini memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini:

Tabel 3. Spesifikasi Generator

Tegangan DC	0-100 V
<i>Revolution per munite</i>	0-1500 RPM

Pada Tabel 4 Energi listrik yang didapatkan berasal dari perputaran pulley antara *steam engine* dan generator yang dihubungkan

dengan v-belt untuk mendapatkan nilai putaran mesin (Rpm), tegangan output (V) dan arus listriknya (A). Berikut merupakan hasil percobaan *steam engine* dan generator yang dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini

Tabel 4. Hasil Pengujian Steam Engine Pada Generator

Waktu	Rpm	Psi	Tegangan	Arus
0-11 menit	0	0-10	0	0
11-22 menit	161-215	10-15	0-15V	500-600

Pada tabel terdapat pengujian *steam engine* dan generator tanpa beban yang dimana *steam engine* dapat berputar pada menit 11-22 memiliki putaran 239-355 Rpm, tekanan bar 10-15 Psi, tegangan 0-15V yang dimana tegangan tersebut berada di 14 volt dan sesekali naik sampai 15 volt, arus 500-600 mA yang dimana arus tersebut berada di 500 mA dan sesekali naik sampai 600 mA.

Tabel 5. Hasil Pengujian Steam Engine pada Generator, Step down dan Modul charger

Alat	Waktu	Rpm	Psi	V	mA
Gener ator	0-11 menit	0	0-10	0	0
	11-210 menit	161-215	10-15	0-15	500-600
Step Down	00-11 menit	0	0-10	0	0
	11-210 menit	161-215	10-15	4.7-5.0	300-400
Modul charger	00-11 menit	0	0-10	0	0
	11-210 menit	161-215	10-15	4.1-4.2	200-300

Pada tabel 5 terdapat pengujian generator yang dimana *steam engine* dapat berputar stabil pada menit 11-210 memiliki putaran 161-215 Rpm ,tekanan bar 10-15 Psi, tegangan 0-15 V, arus 500-600 mA yang dimana memiliki arus 500 mA dan sesekali naik sampai 600 mA. Pengujian *step down* pada pengujian ini memiliki putaran 239-355 Rpm, tegangan 4.7-5 V , arus 300-400 mA yang dimana arus tersebut berada di 300 mA dan sesekali naik sampai 400 mA. Pengujian *modul charger* pada pengujian ini memiliki

putaran 161-215 Rpm, tegangan 4.1-4.2 V, arus 200-300 mA yang dimana arus tersebut berada di 200 mA dan sesekali naik 300 mA.

G. Pengecasan Baterai

Pada pengecasan baterai ini menggunakan modul charger sebagai media pengantar tegangan dan ampere dari generator untuk mengisi baterai dan mengetahui lama pengecasan baterai yang terisi pada pembangkit listrik tenaga biomassa ini yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 6. Pengecasan Baterai

Waktu	mAh/Ah	V	mA
199menit / 3.3 jam	1580/1,5	4.1-4.2	200-300

Pada Tabel 6 terdapat data untuk menentukan berapa lama pengecasan baterai sebagai berikut :

Pada pengecasan ini menggunakan baterai dengan kapasitas 1580 mAh/ 1,5 Ah dan diisi selama 199 menit / 3.3 jam yang menghabiskan bioetanol padat 2.1 liter dengan tegangan yang dihasilkan 4,1-4,2 V dan arus 200-300 mA. Baterai yang terisi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gbr. 15 Baterai Yang Terisi

Pada Gambar 15 dapat dilihat berapa banyak baterai yang terisi selama pengecasan 199 menit / 3,3 jam yaitu sebanyak 100% dari kapasitas baterai 1580 mAh/1,5 Ah.

H. Pemakaian Baterai

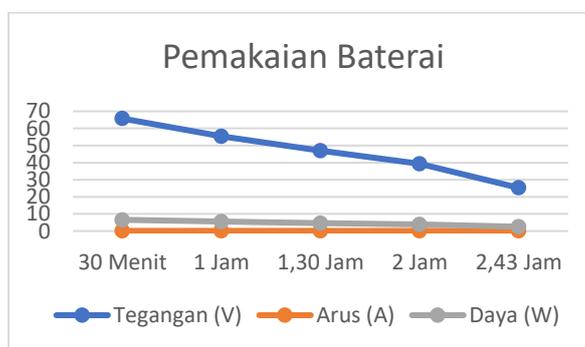
Pada pemakaian baterai ini menggunakan *joul thief* sebagai rangkaian penaik tegangan untuk menyalakan beban lampu 7 Watt yang dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 7. Pemakaian Baterai

Waktu	V	I	W
30 Menit	65,8	100	6,58
1 jam	55,5	100	5,55
1,30 jam	47,0	100	4,7
2Jam	39,3	100	3,93
2,43 Jam	25,3	100	2,53

Pada tabel 7 terdapat hasil pemakaian baterai yang memiliki lama waktu pemakaian beserta tegangan (V), arus (I), dan daya (W) yang didapat dari $V \times I$.

Adapun grafik hasil percobaan pemakaian baterai dapat dilihat pada gambar 14.



Gbr. 14 Grafik Pemakaian Baterai

Pada Gambar 14 terdapat grafik dari pemakaian baterai. Baterai berkapasitas 1580 mAh / 1,5 Ah dan *joul thief* yang dapat menyalakan beban lampu 7 watt selama 6,8 jam. Tegangan pada pemakaian baterai ini menurun seiringnya waktu per 30 menit. Pada waktu 30 menit pertama tegangan berada di 65,8 V, pada waktu 1 jam tegangan menurun 55,5 V, pada waktu 1,30 jam tegangan menurun 47,0 V, pada waktu 2 jam tegangan menurun 39,3 V dan terus menurun sampai pada waktu 2,43 jam dengan tegangan 25,9 V. Arus pada beban pemakaian baterai ini 100 mA.

Tegangan baterai yang menurun seiringnya waktu pada grafik gambar 14 dikarenakan arus yang mengalir pada resistansi baterai menyebabkan tegangan menurun, efek temperatur juga mempengaruhi mengingat suhu yang tinggi dapat menurunkan tegangan dan tegangan juga dapat menurun lebih cepat saat kapasitas baterai mendekati habis.

IV. PENUTUP

Pembangkit listrik tenaga biomassa ini menggunakan bioetanol dari tetes tebu / molasses dengan kadar alkohol 68,11 % yang dipadatkan dengan *asam stearat*. Pada penelitian ini *steam engine* dan generator menghasilkan tegangan untuk pengecasan baterai berkapasitas 1580 mAh / 1,5 Ah. Pada pengecasan baterai ini bioetanol padat dengan berat 2,1 liter dapat menyala selama 199 menit / 3,3 jam memiliki putaran 161-215 Rpm dengan tegangan pengecasan 4,1 – 4,2V dan arus 200-300 mA. Dari tegangan dan arus yang dihasilkan tersebut baterai terisi 100 %. Penelitian ini juga menggunakan *joule thief* untuk menyalakan beban lampu 7 watt dengan kapasitas baterai 1580 mAh / 1,5 Ah beban lampu dapat menyala selama 2,43 jam.

Penelitian juga diharapkan dapat menjadi acuan untuk dikembangkan agar membantu mengurangi penggunaan serta impor bahan bakar fosil melihat semakin berkurangnya bahan bakar fosil dimasa mendatang. Keunggulan penggunaan biomassa juga lebih ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi emisi gas efek rumah kaca dibandingkan bahan bakar fosil, biomassa ini juga mudah untuk didapatkan karena berasal dari tumbuhan maupun hewan dan juga sisa metabolisme ataupun limbah produk

REFERENSI

- [1] L. Parinduri and T. Parinduri, “Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan,” *J. Electr. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 88–92, 2020, [Online]. Available: <https://www.dosenpendidikan>.
- [2] N. A. Adistia, R. A. Nurdiansyah, J. Fariko, V. Vincent, and J. W. Simatupang, “Potensi Energi Panas Bumi, Angin, Dan Biomassa Menjadi Energi Listrik Di Indonesia,” *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 2, p. 105, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i2.9107.
- [3] M. M. Maharani, M. Bakrie, and N. Nurlela, “Pengaruh Jenis Ragi, Massa Ragi Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Biji Durian,” *J. Redoks*, vol. 6, no. 1, p. 57, 2021, doi: 10.31851/redoks.v6i1.5200.
- [4] Y. Pratama, P. Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Elektro, and P. Negeri Lhokseumawe, “Analisis Beban Generator Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu),” *J. Tektro*, vol. 7, no. 1, pp. 104–111, 2023.
- [5] H. Herliati, S. Sefaniyah, and A. Indri, “Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai Bahan Baku pembuatan Bioetanol,” *J. Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2019, doi: 10.31479/jtek.v6i1.1.
- [6] A. Farid, H. Wibowo, J. T. Mesin, and U. P. Tegal, “Analisa Kecepatan Aliran Uap Pada Aplikasi Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga Sebagai Media Pembakaran dalam Perencanaan Ketel Uap,” vol. 1, no. 2, pp. 39–43, 2020.
- [7] Hasyim Suyuti Amin Muzzekki, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Berbasis Bioteknologi Lingkungan,” *J. Zetroem*, vol. 3, no. 1, pp. 26–33, 2021, doi: 10.36526/ztr.v3i1.1253.
- [8] S. Muarif, “Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Ombak,” *J. Tek. Elektro*, vol. 09, no. 03, pp. 47–53, 2020.
- [9] M. T. Firdausi and R. N. Rohmah, “Perancangan Sistem Otomatis Pengatur Suhu Dan Kelembaban Pada Kandang Jangkrik Di Daerah Masaran Sragen Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *J. Cahaya Mandalika*, vol. 3, no. 2, pp. 254–269, 2023.
- [10] Denta, “Hot Water Looping System to Control Temperature of Drug Production Based Arduino Sistem Looping Hot Water Untuk Mengatur Suhu Ruang Produksi Obat Berbasis Arduino I Dewa Made Juniarta Putra, Indah Sulistiyowati, Syamsudduha Syahririni,” vol. 2, no. 2, 2022.
- [11] H. Atsal, I. Ramadhan, P. T. Hastuti, and S. R. Fatmawati, “Rangkaian Lampu Emergency Untuk Miniature Rumah Adat Betawi Dengan Transistor Dan Modul Tp4056,” *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 2023–2031, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/elti>
- [12] P. Getaran *et al.*, “Paper Alat Bantu Jalan Penyandang Disabilitas Ganda (DeafBlind) Dengan Alat Bantu Jalan Penyandang Disabilitas Ganda (DeafBlind)”.
- [13] M. Syani and T. Hermawan, “Media Pembelajaran Kelistrikan Pada Baterai Berbasis Mobile (Studi Kasus Di Program Studi Mesin Otomotif Politeknik Tedc Bandung),” *J. TEDC*, vol. 16, no. 1, pp. 1–

- 7, 2022.
- [14] J. S. Purba and J. F. H. Saragi, "Pembuatan Bioetanol Dari Tebu," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 410–416, 2021, doi: 10.24176/simet.v11i2.5349.
- [15] D. Ana, H. S, D. Kurnia, and M. Riso, "Variasi Gelling Agent Sebagai Bahan Bakar Alternatif," pp. 13–19, 2014.