PLTO (Pembangkit Listrik Tenaga Ontel) Studi Kasus Di Bagian Elektrikal dan GUI (*Graphical User Interfaces*)

Siti Lutfiana
Teknologi Listrik, Fakultas Vokasi
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Surabaya, Indonesia
sitilutfiana23@gmail.com

Gezaq Abror, S.ST., M.T
Teknologi Listrik, Fakultas Vokasi
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Surabaya, Indonesia
gezaq@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Energi listrik kini telah menjadi kebutuhan pokok masyarakat, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri dan transportasi juga menggunakan listrik. Sementara untuk menghasilkan energi listrik diperlukan bahan bakar untuk mengoperasikan generator yang merupakan pembangkit energi listrik. Hingga saat ini sudah banyak pembangkit listrik yang dibangun di Indonesia, namun masih ada daerah yang belum terjangkau dan belum bisa menikmati energi listrik sepenuhnya termasuk Desa Tebul, tentunya hal ini mengganggu aktivitas masyarakat yang menggunakan listrik untuk kebutuhan sehari-hari. Dari permasalahan tersebut dibuatlah pembangkit listrik alternatif skala rumahan yaitu PLTO (Pembangkit Listrik Tenaga Ontel). PLTO ini menggunakan tenaga manusia untuk menggerakkan generator DC sehingga menghasilkan energi listrik serta inverter untuk mengubah arus DC ke AC, menggunakan IoT platform blynk dengan mikrokontroler ESP8266, PZEM-004t untuk mendeteksi tegangan, arus dan energi, namun *switching* listrik dilakukan secara manual. Manfaat alat ini dapat mengurangi permasalahan masyarakat Desa Tebul akibat pemadaman listrik bergilir dari PLN, meningkatkan pengetahuan teknologi IoT bagi masyarakat. Hasil yang diperoleh dari pengujian menunjukkan bahwa alat PLTO mampu menghasilkan tegangan keluaran sebesar 225-226V, pengujian mampu mengakomodir lampu daya 15Watt selama 1,2 jam, pada beban kipas daya 26Watt selama 36 menit dan pada IoT rata-rata kecepatan pengiriman data dari ESP8266 melalui serial monitor arduino ide sebesar 2s dengan keberhasilan sistem 100% sesuai pada tampilan platform blynk.

Kata Kunci: Energi alternatif, ESP8266, generator, pembangkit listrik, Pzem-004t

ABSTRACT

Electrical energy has now become a basic need for society, both for household and industrial needs, and transportation is also inseparable from the use of electricity. Meanwhile, to produce electrical energy, fuel is needed to operate a generator which is a generator of electrical energy. Until now, many power plants have been built in Indonesia, but there are still areas that have not been reached and cannot fully enjoy electrical energy, including Tebul Village, of course this disrupts the activities of people who use electricity for their daily needs. From these problems, an alternative home-scale power plant was created, namely PLTO (Ontel Power Plant). This PLTO uses human power to drive a DC generator to produce electrical energy and an inverter to convert DC current to AC, using the Blynk IoT platform with an ESP8266, PZEM-004t microcontroller to detect voltage, current and energy, but electrical switching is done manually. The benefits of this tool can reduce problems for the people of Tebul Village due to rolling power outages from PLN, increasing knowledge of IoT technology for the community. The results obtained from the test show that the PLTO device is capable of producing an output voltage of 225-226V, the test is able to accommodate a 15Watt power lamp for 1.2 hours, a 26Watt power fan load for 36 minutes and in IoT the average speed of sending data from the ESP8266 via Arduino ide serial monitor of 2s with 100% system success according to the Blynk platform display.

Keywords: *Alternative energy, ESP8266, generator, power plant, Pzem-004t*

I. PENDAHULUAN

Energi listrik kini telah menjadi kebutuhan pokok masyarakat, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun keperluan industri dan transportasi juga menggunakan listrik. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi, kapasitas pembangkit listrik semakin meningkat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Sedangkan untuk menghasilkan listrik dibutuhkan bahan bakar untuk menjalankan generator sebagai pembangkit listrik. Banyak pembangkit listrik yang dibangun di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. Namun masih ada daerah yang belum terjangkau dan belum bisa menikmati energi listrik sepenuhnya.

Pada saat ini masyarakat di Perumahan Kokoh City, Desa Tebul, Kecamatan Kwanyar, Kabupaten Bangkalan masih banyak yang mengalami adanya pergantian listrik padam dalam jangka waktu 2-3 jam perhari, ketika terjadi listrik padam siang atau malam hari masyarakat Desa Tebul tidak menggunakan listrik hanya mengandalkan lilin, namun secara kebutuhan mereka membutuhkan energi listrik untuk aktivitas rumah tangga. Maka dari itu dibuatlah alat skala rumahan yaitu PLTO (Pembangkit Listrik Tenaga Ontel) yang mampu membantu aktivitas masyarakat dalam penggunaan listrik.

Penelitian yang dilakukan oleh “Deddy Susilo, F. Dalu Setiaji, Martino Suherman” pada tahun 2015 berjudul

"Energi Kinetik Alat Kebugaran *Lat Pull Down* untuk Lampu LED dan Pemandu" menggunakan *input Lat Pull Down*, dengan menggunakan sensor *photodiode*, sensor RPM, miktokontroler Arduino Mega 2560, dengan mengukur nilai daya listrik. Perbedaan pada proyek akhir ini menggunakan *input* kayuhan sepeda, menggunakan sensor PZEM-004t, serta mikrokontroler ESP8266 dengan sistem IoT.(Susilo et al., 2015)[1]

Pada penelitian "Ari wijayanto" pada tahun 2014 berjudul "Pemanfaatan Flywheel Magnet Sepeda Motor Dengan 8 Rumah Belitan Sebagai Generator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro" menggunakan *input* flywheel magnet, dengan mengukur nilai daya listrik DC dan AC, beban lampu max 22 Watt. Perbedaan pada proyek akhir ini menggunakan *input* kayuhan sepeda, mengukur nilai energi, tegangan, arus menggunakan sensor PZEM-004t, mikrokontroler ESP8266 dan sistem IoT platform blynk.(Wijayanto et al., 2014)[2]

Pada penelitian "Aris Suryadi" pada tahun 2020 berjudul "Rancang Bangun *Speed Bump* Sebagai Pembangkit Listrik Energi Alternatif" menggunakan *input speed bump*, dengan pengukuran tegangan rata-rata pada generator serta ACCU. Perbedaan pada proyek akhir ini menggunakan *input* kayuhan sepeda, penambahan sistem IoT, dan mikrokontroler ESP8266.(Suryadi et al., 2020)[3]

Pada penelitian "Munnik Haryanti" pada tahun 2023 berjudul "Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Aplikasi Mikropower menggunakan Mikroturbin Generator" menggunakam *input* energi angin dengan dua metode berbeda dan pengukuran tegangan, daya listrik, serta kecepatan angin. Perbedaan pada proyek akhir ini *input* menggunakan kayuhan sepeda, serta pengukuran data menggunakan sensor PZEM-004t, mikrokontroler ESP8266 dan platform blynk.(Haryanti et al., 2023)[4]

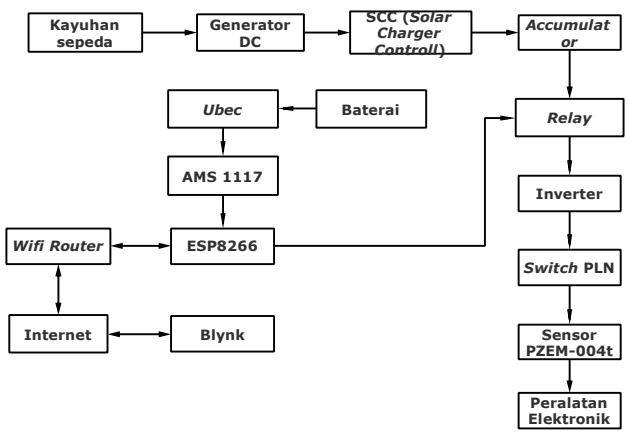
Dengan adanya proyek akhir ini dapat mengurangi permasalahan masyarakat Desa Tebul akibat adanya pemadaman listrik bergilir dari PLN. Meningkatkan pengetahuan teknologi IoT (*Internet of Things*) masyarakat. Menjaga kebugaran jasmani masyarakat dengan pembakaran kalori saat mengayuh sepeda.

II. METODE DAN DESAIN SISTEM

Pada penelitian ini metode yang digunakan terdiri dari perancangan sistem, alur kerja sistem, perancangan sistem elektrikal.

A. PERANCANGAN SISTEM

Blok diagram sebagai acuan untuk merealisasikan alat PLTO (Pembangkit Listrik Tenaga Ontel).



Gambar 2. 1 Blok Diagram Alat PLTO

Pada blok diagram ini terdapat kayuhan sepeda yang digunakan untuk memutar generator DC, kemudian tegangan yang dihasilkan akan masuk ke SCC (*Solar Charger Controll*) untuk mengatur pengisian pada *accumulator*. Pada *accumulator* terdapat *relay* untuk meng*on-off*kan energi listrik yang mengalir ke inverter, terdapat baterai tambahan untuk mengaktifkan mikrokontroler ESP8266, kemudian *ubec* dan AMS 1117 berfungsi untuk menurunkan tegangan. Mikrokontroler ESP8266 akan terkoneksi melalui *wifi* ke internet sehingga blynk dapat berkomunikasi serta mampu mengontrol dan mengetahui status *relay*. Kemudian energi yang dihasilkan dari *accumulator* dikonversi ke tegangan AC menggunakan inverter. *Switch* pada PLN untuk meng*on-off*kan penggunaan alat, sensor PZEM-004t digunakan untuk mengetahui konsumsi energi listrik pada peralatan elektronik yang digunakan seperti kipas, lampu, *charger handphone*.

Untuk menguji keakuratan semua komponen dan sensor dilakukan perhitungan sebagai berikut;

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon\ data\ percobaan}{n} \quad (1)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma\ (xi - x)^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Keterangan:

$\bar{x}$ = nilai rata-rata
N = banyak data sampel
SD = Standart deviasi
Xi = data ke-

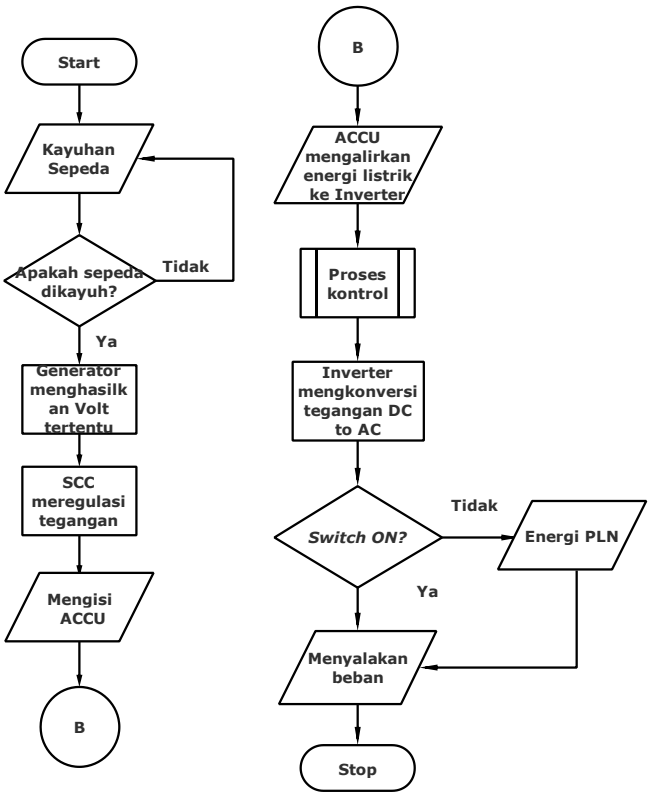
Sedangkan untuk menghitung presentase *error* dan berhasil pengujian menggunakan rumus berikut;

$$\%\ error = \frac{banyak\ kesalahan}{banyak\ parameter} \times 100 \quad (3)$$

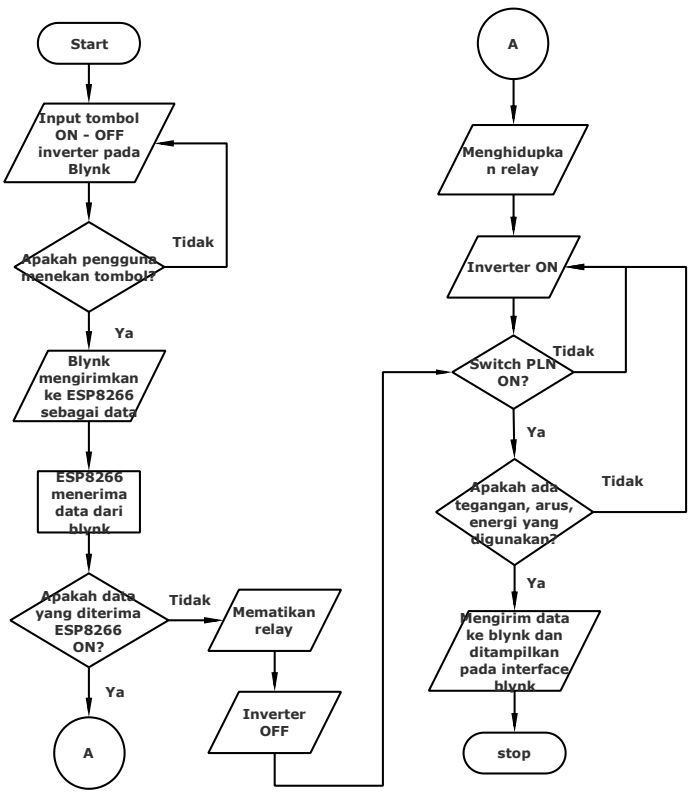
$$\%\ berhasil = \frac{banyak\ keberhasilan}{jumlah\ parameter} \times 100 \quad (4)$$

B. FLOWCHART CARA KERJA

Berikut adalah *flowchart* cara kerja alat pada proyek akhir ini yang bertujuan untuk mempermudah dalam proses pengerjaan.



Gambar 2. 2 *Flowchart Charging* Alat PLTO



Gambar 2. 3 *Flowchart* Proses Kontrol Inverter

Pada *flowchart charging* alat PLTO yang berawal dari kayuhan sepeda, ketika sepeda dikayuh dapat memutar generator sehingga menghasilkan tegangan tertentu, lalu tegangan yang dihasilkan akan masuk ke SCC (*Solar Charger Controll*) untuk meregulasi tegangan sehingga dapat menghindari *overcharging* pada saat pengisian ACCU. ACCU akan mengalirkan energi listrik ke inverter lalu masuk proses kontrol gambar 2.3. Energi yang dihasilkan berupa tegangan DC sehingga dikonversi ke tegangan AC menggunakan inverter, ketika *switch o*n maka yang digunakan untuk menyalakan beban sumber dari alat PLTO, namun jika *switch off* maka yang digunakan sumber dari PLN.

Terdapat *Input on-off* inverter pada *interface* blynk, ketika pengguna menekan tombol maka ESP8266 menerima data dari blynk. Jika pengguna tidak menekan tombol maka kondisi tombol tetap *off*. Ketika data yang diterima ESP8266 data *on* maka *relay on* dan inverter *on*, jika data yang diterima *off* maka *relay off* dan inverter *off*, selanjutnya ketika *switch* pada PLN *on* sumber yang digunakan dari alat PLTO namun jika *switch* PLN *off* sumber dari PLN dan inverter tetap *on*. Kemudian PZEM-004t akan mendeteksi tegangan, arus, energi jika ada data pada sensor akan dikirim dan ditampilkan pada *interface* blynk, jika tidak ada data yang dideteksi maka inverter tetap *on*.

C. DESAIN MEKANIK

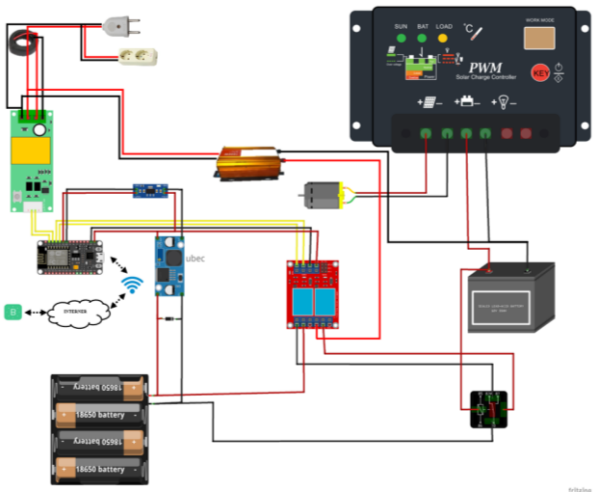
Berikut desain mekanik yang dibuat pada proyek akhir ini, tujuannya agar dapat dengan mudah dalam mengerjakan kerangka.



Gambar 2. 4 Desain Mekanik Alat PLTO

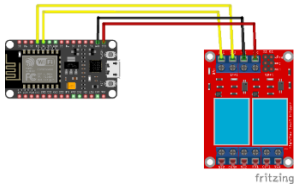
Alat PLTO (Pembangkit Listrik Tenaga Ontel) terdapat 1 aktuator dimana generator DC 12V digunakan untuk penghasil energi listrik yang diperoleh dari kayuhan pedal sepeda dengan menggunakan fanbelt untuk meneruskan tenaga yang dihasilkan dari kayuhan pedal ke generator sehingga generator dapat berputar. ACCU ditempatkan di depan agar adanya keseimbangan berat komponen yang ada didepan dan dibelakang. Selain itu dibagian ACCU terdapat *relay* yang digunakan sebagai *switch* inverter, serta kontroler yang diletakkan pada bagian belakang. Pada inverter memang ditaruh belakang dan tidak ditutup agar pengguna dapat melihat secara langsung tegangan ACCU yang dihasilkan ketika sudah diubah menjadi tegangan AC.

D. *WIRING ELEKTRIKAL*



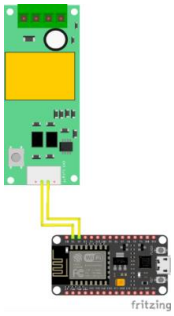
Gambar 2. 5 *Wiring* Elektrikal Alat PLTO

Pada wiring elektrikal alat PLTO terdiri dari generator, SCC (*Solar Charging Controller*), ACCU, modul *Relay*, baterai tambahan 12V 2200mAh yang terhubung ke *Ubec*, AMS 1117, mikrokontroler ESP8266 terhubung dengan *acces point wifi* sehingga dapat bekomunikasi dengan platform blynk, inverter dan sensor PZEM-004t. Pada setiap komponen terhubung sesuai dengan pin masing-masing.



Gambar 2. 6 *Wiring* ESP8266 dan *Relay*

Pada Gambar 2.6 adalah *wiring* ESP8266 dan *relay*, *relay* yang digunakan *double relay*. Melalui pin D5 terkoneksi dengan IN1, D4 terkoneksi dengan IN2.



Gambar 2. 7 *Wiring* ESP8266 dan PZEM-004t

Pada Gambar 2.7 adalah *wiring* ESP8266 dan PZEM-004t, melalui pin D1 terkoneksi dengan Tx, pin D2 terkoneksi dengan Rx.

E. *PERANCANGAN TAMPILAN BLYNK*

Berikut perancangan tampilan blynk pada proyek akhir ini, tujuannya agar peneliti dapat mengontrol inverter secara *online* dengan mudah dan cepat.



Gambar 2. 8 Perancangan Tampilan Blynk

Gambar 2.8 merupakan *interface* platform blynk yang digunakan pada proyek akhir ini. Dimana terdapat *grouping* yang pertama ada *button* ON/OFF pada inverter, kedua tampilan parameter listrik yang berisi arus, tegangan, energi. Pada *button* ON/OFF memiliki data ON = 1 dan OFF = 0. Cara kerjanya ketika tombol ON/OFF pada *button* inverter ditekan maka inverter dalam kondisi ON/OFF sehingga dapat dikontrol secara otomatis lalu data dikirim melalui internet yang terkoneksi *wifi* ke ESP8266 sesuai dengan data yang dikirim oleh blynk untuk mengontrol inverter. Pada tampilan ke dua terdapat parameter listrik dimana berisi nilai tegangan, arus, energi yang dapat mengetahui penggunaan konsumsi energi listrik pada beban.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *PENGUJIAN GENERATOR DC*

Pengujian kecepatan dan tegangan pada generator ini dilakukan untuk mengetahui besaran kecepatan putaran generator yang diukur menggunakan tachometer serta pengujian tegangan yang diukur menggunakan multimeter. Perolehan data pada pengujian ini berdasarkan waktu serta berat badan pengguna.



(a.)



(b.)

Gambar 3. 1 a. Dokumentasi Pengujian Tegangan
b. Dokumentasi Pengujian RPM

Dalam pengujian ini, penulis menguji kecepatan generator berdasarkan berat badan pengguna dari 47, 55 dan 70 sebanyak 10 kali percobaan pada masing-masing pengguna. Pengujian ini bertujuan untuk dapat memperoleh data yang konsisten selama proses percobaan. Pengambilan data dilakukan dengan cara setiap 1 menit dilakukan pengukuran.

Tabel 1 Hasil Pengujian Tegangan Berdasarkan Berat Badan Selama 5 menit

Rata-rata Kecepatan (RPM)	Tegangan (V)	Waktu (s)	Berat badan
1.840	12,05	5 menit	47
2.146	12,22	5 menit	55
2.028	12,66	5 menit	70

Percobaan pertama, sebanyak 10 kali percobaan dengan waktu pengujian yaitu 5 menit terdapat perbedaan hasil nilai kecepatan, *output* tegangan. Dari 10 kali percobaan pada berat badan 47kg rata-rata kecepatan sebesar 1.840RPM dan tegangan sebesar 12,05V. Pada berat badan 55kg rata-rata kecepatan sebesar 2.146RPM dan tegangan sebesar 12,22V. Pada berat badan 70kg rata-rata kecepatan sebesar 2.028RPM, dan tegangan sebesar 12,66V.

Tabel 2 Hasil Pengujian Tegangan Berdasarkan Berat Badan Selama 4 menit+1 jeda

Rata-rata Kecepatan (RPM)	Tegangan (V)	Waktu (s)	Berat badan
1.916	12,20	4 menit+1jeda	47
1.832	11,86	4 menit+1jeda	55
1.828	12,12	4 menit+1jeda	70

Percobaan kedua, sebanyak 10 kali percobaan dengan waktu pengujian yaitu 4 menit+1 menit jeda terdapat perbedaan hasil nilai kecepatan, *output* tegangan. Dari 10 kali percobaan pada berat badan 47kg rata-rata kecepatan sebesar 1.916RPM, dan tegangan sebesar 12,20V. Pada berat badan 55kg rata-rata kecepatan sebesar 1.832RPM, dan tegangan sebesar 11,86V. Pada berat badan 70kg rata-rata kecepatan yang dikeluarkan sebesar 1.828RPM, dan tegangan sebesar 12,12V.

B. *PENGUJIAN ACCU*

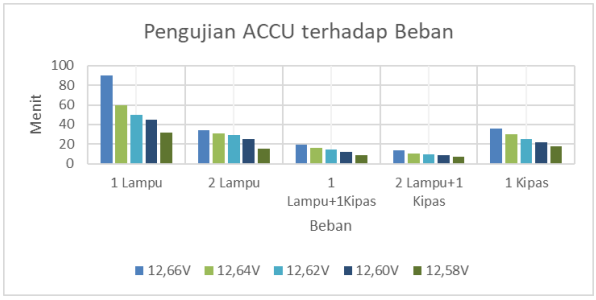
Pengujian ACCU ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan tegangan, serta lama pemakaian berdasarkan beban yang berbeda. Berikut adalah dokumentasi pengujian ACCU menggunakan alat ukur *battery tester*.



Gambar 3. 2 Dokumentasi Pengujian ACCU

Dalam pengujian ini, penulis menguji perbedaan tegangan, waktu lama pemakaian berdasarkan beban yang berbeda. Beban yang digunakan yaitu lampu daya 15Watt, dan kipas angin daya 26Watt, dengan batas tegangan pada inverter sebesar 12.2V semua beban *off*.

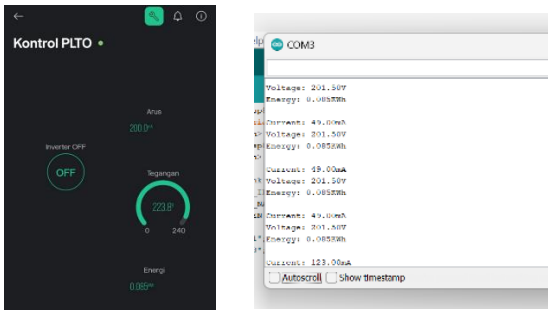
Gambar 3. 3 Grafik Hasil Pengujian ACCU



Berdasarkan hasil pengujiaan pada ACCU bahwa lama penggunaan beban tergantung pada kapasitas ACCU. Pada pengujian tegangan 12,66V dapat mengakomodir nyala beban lampu daya 15Watt selama 1,2 jam, dan kipas daya 26Watt selama 36menit.

C. *PENGUJIAN PENGIRIMAN DATA*

Pengujian pengiriman data ini menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang bertujuan untuk mengetahui potensi "sesuai/tidak" pada data yang dikirim ESP8266 melalui serial monitor arduino ide dengan data yang diterima oleh platform blynk.



(a.) (b.)

Gambar 3. 4 a. Dokumen Pengujian Data Platform Blynk
b. Dokumen Pengujian Data Serial Monitor

Dalam pengujian ini, penulis menguji data yang dikirim ESP8266 melalui serial monitor dengan data yang diterima oleh blynk untuk memastikan bahwa data yang diterima sesuai dengan yang telah dikirimkan. Pengujian dilakukan di Gedung Q lt.7 Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan *speed test wifi* sebesar 8.02 Mbps *download*, 0.84 Mbps *upload* dan latensi 54 md.

Berdasarkan hasil pengujian pengiriman data menunjukkan bahwa dari 5x percobaan pengiriman data sesuai dengan data yang diterima oleh sistem, dibuktikan pada keterangan data yang ditampilkan pada platform blynk sesuai dengan serial monitor yang ada pada arduino ide dengan presentase keberhasilan sistem 100%. Untuk perhitungan waktu pengiriman dilakukan perhitungan secara manual menggunakan *stopwatch*. Pada kondisi *wifi* tersebut, sistem dapat mengirim data selama 2 detik, namun waktu kirim data juga dapat berbeda tergantung *speed wifi*, serta kondisi lokasi. Berikut tabel pengujian pengiriman data.

Tabel 3 Pengujian Pengiriman Data

No.	Data yang dikirim dari ESP8266			Data yang diterima Blynk			Keterangan	Waktu kirim (s)
	mA	V	KWh	mA	V	KWh		
1	100,0	227,1	0,085	100,0	227,1	0,085	Sesuai	2 s
2	100,0	228,2	0,084	100,0	228,2	0,084	Sesuai	2 s
3	100,0	227,4	0,082	100,0	227,4	0,082	Sesuai	2 s
4	100,0	226,7	0,085	100,0	226,7	0,085	Sesuai	2 s
5	100,0	227,7	0,083	100,0	227,7	0,083	Sesuai	2 s
Total $\bar{\chi}$ presentase							**100%**	**2 s**

D. PENGUJIAN PZEM-004t

Pengujian pada PZEM-004t berdasarkan tegangan, arus, energi yang dihasilkan bertujuan untuk mengukur kinerja alat.



(a.)



(b.)



(c.)

Gambar 3. 5 a. Dokumentasi Pengujian Arus
b. Dokumentasi Pengujian Blynk
c. Dokumentasi Pengujian Beban

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai data yang diperoleh dari alat ukur manual, dengan hasil dari sensor PZEM-004t yang ditampilkan pada platform blynk. Alat ukur manual yang digunakan yaitu amperemeter, beban yang digunakan lampu daya 15Watt dan kipas daya 26Watt.

Tabel 4 Hasil Pengujian Inverter dan PZEM-004t

Beban	Parameter	Alat ukur (Beban)	Sensor PZEM-004t (Beban)	Total $\bar{\chi}$	SD	%*Error*
1 lampu	Tegangan (V)	227	227,4	227,2	0,04	0,17%
	Arus (A)	0,163	0,161	0,162	0,01	0,2%
	Energi (KWh)	0,037	0,036	0,036	0	0,1%
2 lampu	Tegangan (V)	227	227,3	227,15	0,22	0,13%
	Arus (A)	0,163	0,162	0,162	0	0,6%
	Energi (KWh)	0,037	0,036	0,036	0	0,1%
1 lampu+1 kipas	Tegangan (V)	227	227,5	227,2	0,09	0,22%
	Arus (A)	0,164	0,163	0,163	0	0,6%
	Energi (KWh)	0,037	0,037	0,037	0	0%
2 lampu +1 kipas	Tegangan (V)	227,2	227,6	227,4	0,04	0,17%
	Arus (A)	0,164	0,163	0,163	0	0,6%
	Energi (KWh)	0,037	0,037	0,037	0	0%
1 kipas	Tegangan (V)	227,3	227,5	227,4	0,01	0,08%
	Arus (A)	0,163	0,162	0,162	0	0,6%
	Energi (KWh)	0,037	0,036	0,036	0	0,1%
Total $\bar{\chi}$					**0,027**	**0,2%**

Berdasarkan hasil pengujian PZEM-004t dengan menggunakan beberapa beban menunjukkan bahwa perbandingan pengukuran menggunakan alat ukur dengan sensor, kedua alat yang digunakan memiliki persentase *error* sebesar 0,2%. Dengan persentase *error* yang kecil alat ini memenuhi standart pengukuran. Pada sensor PZEM-004t dilakukan kalibrasi sesuai dengan standart deviasi yang ditentukan. Perhitungan %*error* didapatkan pada persamaan 3, total presentase $\bar{\chi}$ *error* didapatkan pada persamaan 1.

E. PENGUJIAN KESELURUHAN ALAT PLTO

Dalam pengujian keseluruhan ini semua komponen, modu, dan platform dijalankan secara bersamaan dengan kayuhan pedal. Semua komponen, modul, dan platform

diaplikasikan untuk mengetahui tingkat keakuratan atau keberhasilan sistem.



Gambar 3. 6 Dokumentasi Pengujian Keseluruhan Alat PLTO

Dengan melakukan pengujian keseluruhan, penulis menguji sebanyak 10 kali percobaan untuk mengetahui hasil yang sesuai dengan fungsinya. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur nilai minimal dan maksimal pada kecepatan RPM, tegangan ACCU, *output* inverter dan hasil percobaan dengan beban yang digunakan lampu daya 15Watt dan kipas daya 26Watt.

Berdasarkan pengujian keseluruhan sebanyak 10 kali percobaan pada tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan RPM minimal 1.550RPM, maksimal 2.338RPM, tegangan ACCU minimal 12V, maksimal 12,6V, *output* inverter minimal 220V, maksimal 225,7V, hasil percobaan beban dengan tegangan 227,5V. arus 0,163A, energi 0,08KWh.

Dari pengujian keseluruhan dapat disimpulkan pada data nilai RPM, tegangan ACCU, *output* inverter, dan hasil percobaan dengan beban yang ditampilkan pada platform blynk menunjukkan performa terbaik pada pengujian terdapat pada kecepatan maksimal 2.641RPM, tegangan ACCU 12,66V, *ouput* inverter 227V, mampu mengakomodir beban dengan tegangan 228V, arus 0,164A, energi 0,085KWh. Hasil data pengujian pada pengujian keseluruhan alat PLTO terdapat pada tabel 5.

Tabel 5 Pengujian Keseluruhan Alat PLTO

No.	Kecepatan (RPM)		Tegangan ACCU (V)		*Output* Inverter (V)		Hasil Percobaan		
							Tegangan (V)	Arus (A)	Energi (KWh)
	Min	Max	Min	Max	Min	Max			
1.	1.644	2.430	12	12,64	220	227	228,2	0,164	0,085
2.	1.476	2.216	12	12,57	220	225	227,3	0,162	0,084
3.	1.181	2.154	12	12,58	220	224	227,1	0,162	0,082
4.	1.780	2.461	12	12,64	220	227	228,2	0,164	0,085
5.	1.463	2.375	12	12,63	220	226	227,4	0,163	0,084
6.	1.387	2.136	12	12,54	220	225	227,3	0,163	0,083
7.	1.780	2.641	12	12,66	220	227	228	0,164	0,085
8.	1.420	2.130	12	12,54	220	224	227,1	0,163	0,082
9.	1.749	2.482	12	12,63	220	226	227,4	0,162	0,084
10.	1.620	2.357	12	12,61	220	226	227,3	0,163	0,084
$\bar{x}$	**1.550**	**2.338**	**12**	**12,60**	**220**	**225,7**	**227,5**	**0,163**	**0,08**

IV. PENUTUP

Alat PLTO ini dirancang dengan menggunakan baterai tambahan 12V 2200mAh untuk mengaktifkan modul serta dilengkapi dengan IoT dengan rata-rata kecepatan pengiriman data dari ESP8266 melalui serial monitor sebesar 2s dengan keberhasilan sistem 100% sama dengan platform blynk. Alat ini mampu menghasilkan tegangan keluaran 225-226V.

PLTO ini dapat mengakomodir energi listrik dengan bantuan sistem penyimpanan energi berupa ACCU. Serta adanya platform blynk yang membantu pengguna dalam memantau serta dapat mengontrol sistem secara *remote*. Alat ini dapat mengakomodir nyala beban lampu daya 15Watt selama 1,2 jam, pada beban kipas daya 26Watt selama 36 menit.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Susilo, D., Setiaji, F. D., & Suherman, M. (2015). **Energi Kinetik Alat Kebugaran Lat Pull Down untuk Lampu LED dan Pemandu**. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, *4*(2), 1-6.https://doi.org/10.22146/jnteti.v4i2.154

[2] Wijayanto, A., Asy'ari, H., & Supardi, A. (2014). **Pemanfaatan Flywheel Magnet Sepeda Motor dengan 8 Rumah Belitan sebagai Generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.** *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, *14*(1), 46–53. https://doi.org/10.23917/emitor.v14i1.12777

[3] Suryadi, A., Nugroho, E. A., & Asmoro, P. T. (2020). **Rancang Bangun Speed Bump Sebagai Pembangkit Listrik Energi Alternatif**. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, *11*(1), 307–312. https://doi.org/10.24176/simet.v11i1.4180

[4] Haryanti, M., Yulianti, B., & Ningrum, N. K. (2023). **Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Aplikasi Mikropower menggunakan Mikroturbin Generator**. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, *11*(1), 143-154. https://doi.org/10.26760/elkomika.v11i1.143