

**LAPORAN KEGIATAN
PENELITIAN KEILMUAN
SUMBER DANA ITS
TAHUN 2021**



**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
DAN SURYA MENERAPKAN KONSEP *HYBRID TECHNOLOGY*
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Tim Peneliti :

Ketua Peneliti : Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)
Anggota Peneliti :
Rizaldy Hakim A. S., S.T., M.T. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)
Brian Raafi'u, S.ST., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)
Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T. (Jurusan Teknik/ Politeknik Negeri Jember)
Sefi Noveandra Patrialova, S.T., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)

Sesuai Surat Perjanjian Nomor: 1278/PKS/ITS/2021

**DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2021**

TABEL DAFTAR CAPAIAN LUARAN

Skema Penelitian : Keilmuanss
 Nama Ketua Tim : Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc.
 Judul : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya Menerapkan Konsep Hybrid Technology Berbasis Internet of Things

1. Artikel Jurnal

No	Judul Artikel	Nama Jurnal	Status Kemajuan*)
1.	IMPLEMENTATION TECHNOLOGY WIND AND SOLAR POWER PLANT APPLYING REDUNDANT SYSTEM CONCEPT BASED ON INTERNET OF THINGS	Indonesian Journal of Science and Technology	Persiapan

*) Status kemajuan: Persiapan, *submitted*, *under review*, *accepted*, *published*

2. Artikel Seminar

No	Judul Artikel	Detil Konferensi (Nama, penyelenggara, tempat, tanggal)	Status Kemajuan*)
1.	Design of Power Plant Wind and Solar Power Applies the Concept of Hybrid Technology Based on the Internet of Things	EPIC 2021, Yogyakarta, 24 Agustus 2021	Presented

*) Status kemajuan: Persiapan, *submitted*, *under review*, *accepted*, *presented*

3. Kekayaan Intelektual (Paten, Hak Cipta, Paten Sederhana, Merek Dagang, dll)

No	Judul Usulan KI	Status Kemajuan*)

*) Status kemajuan: Persiapan, Terdaftar, Granted

4. Buku (ISBN)

No	Judul Buku	(Rencana) Penerbit	Status Kemajuan*)

*) Status kemajuan: Persiapan, *under review*, *published*

5. Hasil Lain berupa *Software*, Inovasi Teknologi, Business Plan, Dokumen Feasibility Study, Naskah akademik (policy brief, rekomendasi kebijakan, atau model kebijakan strategis), dll)

No	Nama Output	Detil Output	Status Kemajuan*)
1.	Inovasi Teknologi: Prototipe PLTB Vertical Axis Wind Turbine	Turbin Angin Vertical Axis Wind Turbine,	Sudah diimplementasikan
2.	Inovasi Teknologi Sistem integrasi elektrikal kontroller PLTS dan PLTB	Modul controller redundant system PLTS dan PLTB	Sudah diimplementasikan
3.	Monitoring IoT	Software dan Antarmuka	Sudah diimplementasikan

*) Status kemajuan: Cantumkan status kemajuan sesuai kondisi saat ini

6. Disertasi/Tesis/Tugas Akhir/Program Kreativitas Mahasiswa yang dihasilkan

No	Nama Mahasiswa	NRP	Judul	Status*)
1.	Rakmad Amrinsyah Badrul Alam	1051171000 0010	RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA MENERAPKAN KONSEP REDUNDANT SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS	Lulus 2021

SS

*) Status: Cantumkan lulus (*dan tahun kelulusan*) atau *in progress*

LAPORAN AKHIR

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN KEILMUAN
DANA ITS 2021**



Judul Penelitian:

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
DAN SURYA MENERAPKAN KONSEP HYBRID TECHNOLOGY
BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Tim Peneliti:

Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)
Rizaldy Hakim A. S., S.T., M.T. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)
Brian Raafi' u, S.ST., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)
Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T. (Jurusan Teknik/ Politeknik Negeri Jember)
Sefi Noveandra Patrialova, S.T., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)

**DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

2021

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
RINGKASAN	vii
BAB 1 HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN	8
2.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	8
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.....	8
2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	11
2.1.3 Hasil perancangan dan pengujian komponen.....	13
2.2 Perhitungan Kapasitas Aki berdasarkan sumber dari PLTS dan PLTB.....	23
2.3 Hasil Perancangan Perangkat Lunak (<i>Monitoring</i>).....	24
2.4 Analisa data hasil pengujian sistem PLTS dan PLTB sebagai sistem pengisian aki.....	26
BAB 2 STATUS LUARAN.....	34
4.1. Status Luaran	34
BAB 3 KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN	35
4.1. Kendala Penelitian	35
BAB 4 RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA.....	36
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	37
6.1 Kesimpulan	37
6.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN 1 TABEL DAFTAR CAPAIAN LUARAN	42
LAMPIRAN 2 BUKTI DOKUMEN LUARAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1.1-1 Hasil Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	9
Gambar 4.1.1-2 Grafik pengujian <i>PMG</i>	10
Gambar 4.1.2-1 Panel Surya.....	11
Gambar 4.1.2-2 Grafik keluaran Panel	12
Gambar 4.1.3-1 Hasil perancangan komponen	13
Gambar 4.1.3-2 Pengujian Sensor Tegangan dengan sinyal <i>Generator</i>	14
Gambar 4.1.3-3 Grafik karakteristik statik pengukuran tegangan sensor tegangan dan alat ukur dengan nilai tetap.....	15
Gambar 4.1.3-4 Pengujian Sensor Arus dengan sinyal <i>Generator</i>	17
Gambar 4.1.3-5 Grafik pengaruh variasi arus dengan Sensor Arus ACS712	18
Gambar 4.1.3-6 Grafik Respon <i>Redudancy</i> PLTB dan PLTS.....	21
Gambar 4.1.3-7 Grafik Respon Sistem <i>Relay</i> sebagai <i>Safety</i>	23
Gambar 4.1.3-1 <i>Monitoring</i> Blynk.....	25
Gambar 4.1.3-2 Hasil Data Pengukuran dari <i>monitoring</i>	26
Gambar 4.1.3-1 Hasil Grafik pengambilan data solar panel	27
Gambar 4.1.3-2 Hasil grafik pengambilan data PLTB.....	29
Gambar 4.1.3-3 Hasil pemantauan sistem pengisian baterai.....	31
Gambar 4.1.3-4 Grafik Pengambilan Data Arus pada Pengisian Baterai.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Hasil pengujian <i>PMG</i>	10
Tabel 1-2 Tabel Potensi Energi Surya	11
Tabel 1-3 Pengambilan keluaran tegangan panel.....	11
Tabel 1-4 Hasil Pengujian nilai variasi dengan sensor tegangan.....	14
Tabel 1-5 Standar Deviasi pengukuran tegangan dengan nilai tetap 2V.....	14
Tabel 1-6 Pengujian sensor <i>ACS712</i> menggunakan nilai variasi.....	17
Tabel 1-7 Standar Deviasi Pengujian sensor <i>ACS712</i> dengan nilai tetap	17
Tabel 1-8 Pengujian <i>Redudancy</i> menggunakan <i>Relay</i>	19
Tabel 1-9 Hasil pengujian <i>Safety Charging</i> pada baterai.....	21
Tabel 4-1 Pengambilan data PLTS tanggal 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44.....	26
Tabel 4-2 Hasil Pengambilan data PLTB tanggal 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44.	28
Tabel 4-3 Hasil pemantauan pengisian pada baterai pada tanggal 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44.....	29
Tabel 4-4 Hasil pemantauan nilai arus pada proses pengisian.....	31

Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Pada penelitian ini dirancanglah sebuah *prototype* pembangkit listrik tenaga angin dan surya menerapkan konsep *redundant system* berbasis *IoT* menggunakan *Arduino Mega 2560 Built-in Wifi* sebagai pengontrol terprogram. Dari hasil analisa didapatkan tegangan yang dihasilkan oleh panel sel surya apabila pada kondisi cuaca cerah mendapatkan hasil 11,00-14,50 *Vdc*. Sedangkan dari *Permanent Magnet Generator (PMG)* dapat menghasilkan dari radius nilai putaran 37,5-150 *rpm* sebesar 3,6 – 7,71 *Vdc* sebelum diberikan *step-up*. Pada sistem *redundancy* menggunakan 2 buah *relay* dari masing-masing pembangkit yang bertugas menjaga nilai tegangan batas bawah sebesar 8 *Vdc*. Sedangkan pada sistem *Charging* digunakan 1 buah *relay* yang bertugas menjaga nilai tegangan pada kapasitas baterai sebesar 13,45 *Vdc*. Hasil performansi memiliki rata-rata *output* yang dihasilkan oleh *Photovoltaic* dan *PMG* yaitu sebesar 14,50 *Vdc* dan 9,534 *Vdc*. Sedangkan untuk nilai tegangan awal pada baterai pada dikisaran 8,39 *Vdc*. Sehingga didapatkan nilai performansi keseluruhan dari PLTS dan PLTB dalam proses *charging* adalah sebesar 80,16 *watt/h* dan proses *charging* berhenti di nilai kisaran 13,45 *Volt*.

Kata Kunci: *Renewable Energy, Solar Power, Wind Power, Wind Turbine, Karangbinangun, Lamongan, Hybrid System, IoT, Instrument, Control System, Monitoring, Sustainable Energy.*

BAB 1

HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

Berikut merupakan hasil dan pembahasan dari perancangan Penelitian Keilmuan *prototype* pembangkit listrik tenaga angin dan surya menerapkan konsep *redundant system* berbasis *IoT*.

2.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan sebagai sumber pembangkit listrik pada Penelitian Keilmuan ini yaitu PLTB dan PLTS yang telah dirancang pada penelitian sebelumnya. Sehingga dapat dilakukan tahap selanjutnya yaitu pengujian terhadap alat tersebut. Pengujian dari hasil perancangan bertujuan untuk mengetahui apakah peralatan yang dirancang dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Dalam hasil dari perangkat keras terdapat pembangkit listrik tenaga angin dapat digunakan untuk dilakukannya pengujian terhadap *permanent magnet generator (PMG)* yang digunakan. Adapun hasil dari pembangkit listrik tenaga angin dapat dilihat pada gambar 4.1.1-1

Lalu berdasarkan pendekatan potensi *aplikatif*, perhitungan potensi energi angin dinyatakan dalam persamaan 4.1-1:

$$P_a = C \times 0,5 \times \zeta \times V^3 \times \frac{8 \times 365}{1000} \times \frac{LDP \times \frac{P}{100}}{at} \times al \quad (1-1)$$

$$P_a = 27/16 \times 0,5 \times 1,18 \times 5^3 \text{ m/detik} \times \frac{8 \times 365}{1000} \times \frac{150 \times \frac{80}{100}}{50} \times 100$$

$$P_a = 52.330 \text{ kWh/Tahun}$$

dengan :

P_a = Potensi Energi Angin dalam *kWh*/tahun

LDP = Luas (Daerah Potensi)

P = *Presentase* luas DP yang dipergunakan untuk energi angin.

A_L = Luas tangkapan angin dalam m^2

ζ = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$

D = *Diameter rotor blade*

A_t = Luas lahan yang dibutuhkan untuk 1 (satu) turbin angin dalam m^2



Gambar 1.1-1 Hasil Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Gambar 4.1.1-1 merupakan hasil rancangan PLTB dengan menggunakan komponen *Permanent Magnet Generator*. pada pengujian generator *PMG* dengan menggunakan motor *dc* tanpa beban dilakukan untuk mengetahui hasil tegangan keluaran yang dihasilkan oleh putaran generator dengan kecepatan putaran *motor dc* yang berbeda dengan harapan dapat diketahui nilai tegangan maksimal yang dihasilkan.

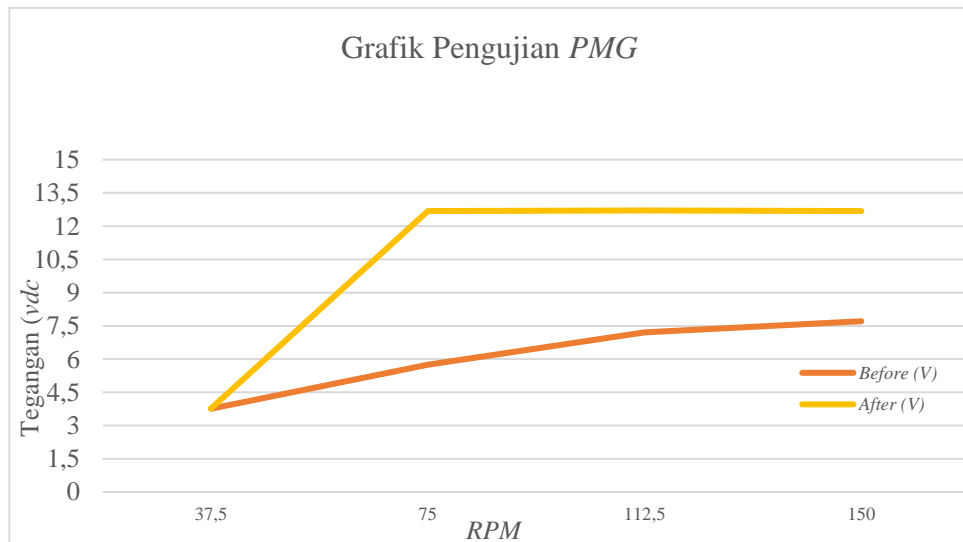
Pengujian yang dilakukan adalah pengujian variasi kecepatan putaran dengan besaran *37.5 RPM*, *75 RPM*, *112.5 RPM*, *150 RPM* dan diukur dengan

menggunakan *tachometer* sebagai pengukur kecepatan putaran pada generator. Adapun hasil dari pengujian pada adalah sebagai berikut:

Tabel 1-1 Hasil pengujian *PMG*

No	Kecepatan Putaran <i>Generator</i> (<i>RPM</i>)	<i>Output generator before</i> <i>Step-up</i> (<i>Vdc</i>) <i>Before (V)</i>
1	37.5	3.76
2	75	5.75
3	112.5	7.21
4	150	7.71

Hasil yang didapatkan pada tabel 4.1.-1 dari hasil pengujian *PMG* nilai tegangan yang dihasilkan oleh kecepatan putaran (*RPM*) rendah adalah sebesar 3.76 *Vdc* sedangkan nilai tegangan yang dihasilkan oleh kecepatan putaran (*RPM*) tinggi yaitu sebesar 150 *RPM* menghasilkan 7.71 *Vdc*. Nilai tegangan tersebut dihasilkan sebelum diberi modul *Step-up* yang berfungsi untuk menstabilkan nilai tegangan. Berikut dibawah ini hasil grafik pengujian *PMG* adalah sebagai berikut:



Gambar 1.1-2 Grafik pengujian *PMG*

Dari hasil gambar 4.1.1-2 Grafik pengujian *PMG* dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan putaran yang dihasilkan oleh generator maka

semakin tinggi pula nilai tegangan yang dihasilkan. Untuk mencapai nilai yang maksimal perlu menggunakan rangkaian modul *step-up* sehingga nilai yang dihasilkan oleh generator dapat stabil dan maksimal.

2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Hasil pembangkit listrik tenaga surya dapat diselesaikan dari desain perancangan dapat dilihat pada gambar 4.1.2-1 .Selain itu untuk perhitungan analisis potensi energi surya berdasarkan persamaan 4.1.2-1 adalah sebagai berikut:

$$\text{Total Potensi Energi Surya} = \frac{\text{Energi Surya Per Tahun (Kwh)}}{365 \times 24} \times 10 \quad (1-2)$$

Tabel 1-2 Tabel Potensi Energi Surya

Energi Surya per Tahun (Kwh)	177,750,000
Total Potensi Energi Surya di Kabupaten Lamongan (watt)	20,291,095.90
Total Potensi Energi Surya tahun 2020-2030	202,910,959

Total potensi energi surya yang dibangkitkan di Kabupaten Lamongan hingga tahun 2030 didapatkan total sebesar 202,910,959 watt.



Gambar 1.2-1 Panel Surya

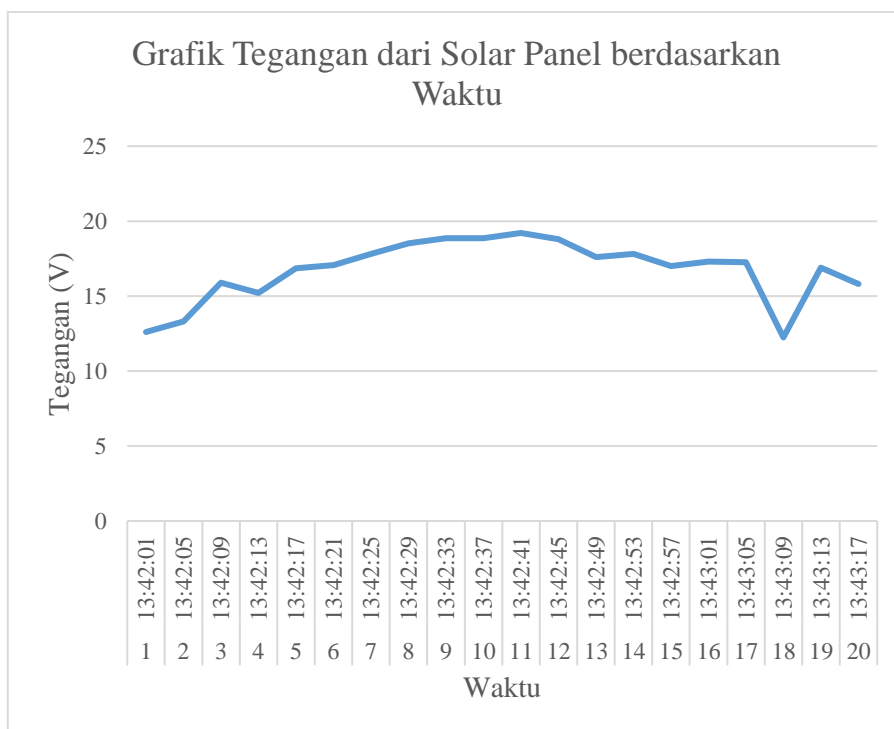
Berikut merupakan hasil uji tegangan yang dihasilkan dari *prototype* pembangkit listrik tenaga surya adalah sebagai berikut:

Tabel 1-3 Pengambilan keluaran tegangan panel

No	Waktu	Tegangan (vdc)
1	13:42:01	12.6
2	13:42:05	13.3
3	13:42:09	15.9
4	13:42:13	15.2
5	13:42:17	16.85
6	13:42:21	17.06
7	13:42:25	17.81
8	13:42:29	18.52

9	13:42:33	18.86
10	13:42:37	18.87
11	13:42:41	19.21
12	13:42:45	18.8
13	13:42:49	17.61
14	13:42:53	17.82
15	13:42:57	17.01
16	13:43:01	17.3
17	13:43:05	17.25
18	13:43:09	12.24
19	13:43:13	16.9
20	13:43:17	15.8

Setelah melakukan pengujian solar panel, dapat diketahui nilai tegangan yang dihasilkan pada tabel 4.1.2-2. Nilai tegangan yang dihasilkan oleh solar panel didapatkan berdasarkan waktu yaitu pada jam 13.42 – 13.43.

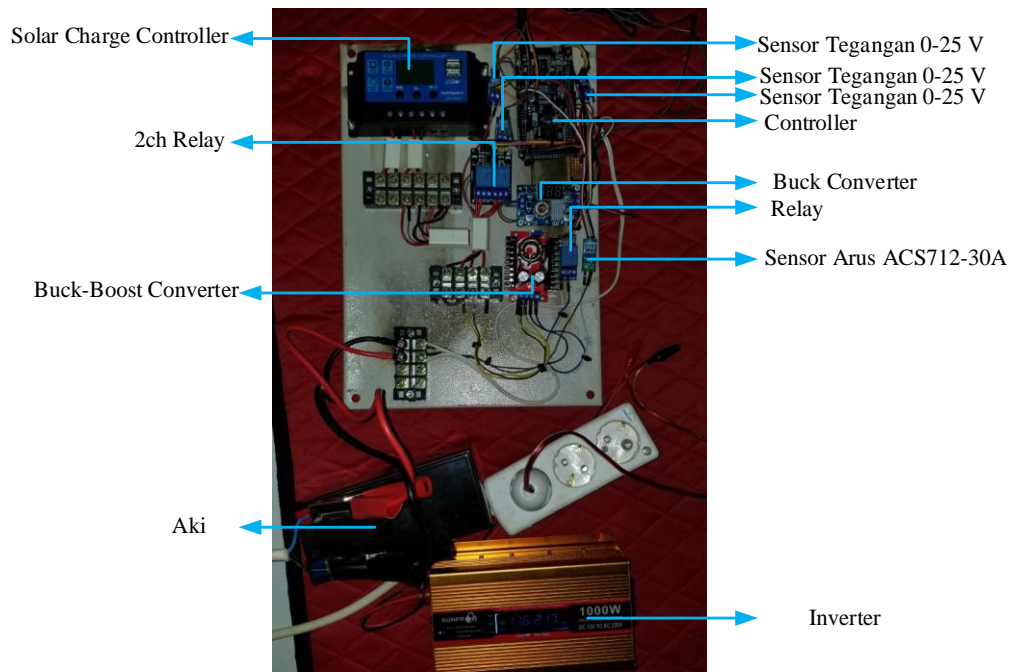


Gambar 1.2-2 Grafik keluaran Panel

Pada gambar 4.1.2-2 dapat diketahui hasil nilai keluaran panel surya pada kisaran waktu siang hari dan didapatkan nilai keluaran di kisaran 12,6 – 19,21. Dari hasil tersebut dapat diketahui semakin lama solar panel menerima radiasi matahari maka semakin besar nilai yang dihasilkan.

2.1.3 Hasil perancangan dan pengujian komponen

Hasil rancangan perangkat komponen yang terdiri dari *Arduino mega 2560 built-in Wifi connected* menggunakan *ESP8266*, sensor *ACS712*, sensor *Voltage 0-25v*, modul *relay 2ch*, *Boost Converter*, modul *relay 1ch*, aki, *solar charge controller*, dan *inverter*. Berdasarkan komponen-komponen tersebut telah dirancang dan dapat dilihat hasil perancangan komponen pada gambar 4.1.3-1 dibawah ini:



Gambar 1.3-1 Hasil perancangan komponen

Setelah dilakukan hasil rancangan komponen selanjutnya membahas tentang pengujian serta pembahasan agar dapat diketahui bagaimana kinerja dari keseluruhan sistem maupun kinerja masing – masing bagian. Dari hasil pengujian tersebut akan dijadikan dasar untuk menentukan kesimpulan serta *point – point* kekurangan yang harus segera diperbaiki agar kinerja keseluruhan sistem dapat sesuai dengan perencanaan dan perancangan yang telah dibuat.

2.1.3.1 Hasil pengujian Sensor Tegangan

Pada rancang bangun sistem pembangkit PLTB dan PLTS ini, salah satu variabel yang dikendalikan dan di *monitoring* yaitu tegangan yang dihasilkan dari PLTS dan PLTB sehingga dapat diatur nilai tegangan sesuai

set-point yang diinginkan dan dipantau melalui *blynk*. Sebelum sensor dirangkai, maka sensor harus menjalani pengujian agar mengetahui nilai *error* pada sensor tersebut.



Gambar 1.3-2 Pengujian Sensor Tegangan dengan sinyal *Generator*

Dapat dilihat pada gambar 4.1.3-2 merupakan pengujian sensor tegangan dan hasil pengujian dilakukan dengan pengujian nilai tetap dan pengujian variasi. Untuk pengujian variasi sensor tegangan diuji dengan besar laju aliran 2V, 4V, 6V, 8V, 10V dengan *kalibrator signal generator* dan diukur menggunakan *multimeter digital* untuk pengujian nilai tetap dilakukan di nilai 2V. Berikut merupakan nilai variasi pengukuran dari pengujian sensor tegangan adalah sebagai berikut:

Tabel 1-4 Hasil Pengujian nilai variasi dengan sensor tegangan

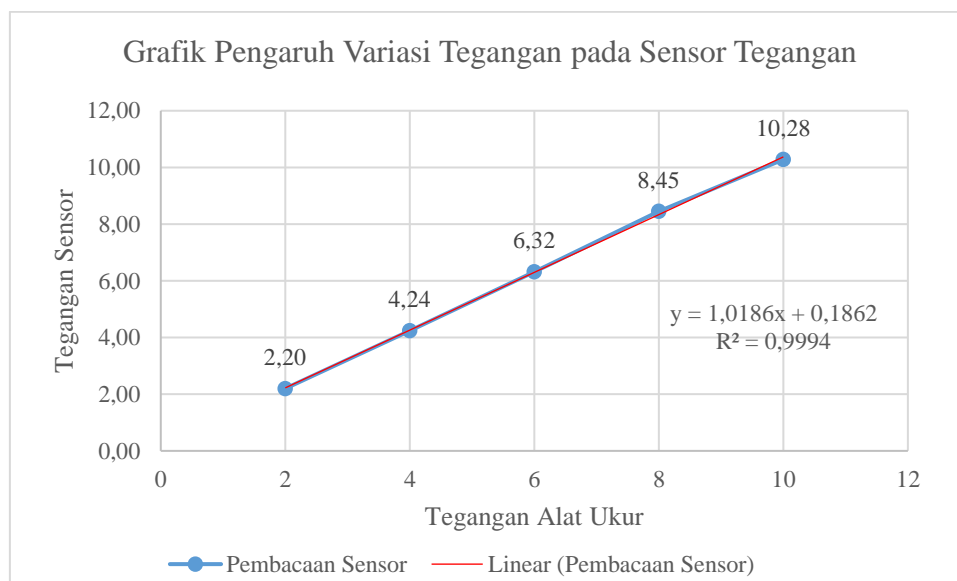
Rentang Ukur	Pembacaan Standar	Pembacaan Alat (V)			Rata-Rata Pembacaan	Koreksi	Error (%)
		1	2	3			
(V)	(V)				(V)	(V)	
	2.1	2.12	2.37	2.15	2.1990	-0.1800	
	4.1	4.19	4.22	4.37	4.2440	-0.2267	
2- 10 V	6.1	6.21	6.56	6.34	6.3520	-0.3367	0.2658
	8	8.38	8.28	8.23	8.242	-0.2633	
	10.1	10.38	10.35	10.4	10.286	-0.3433	
Rata- Rata Koreksi						-0.27	

Pada tabel 4.1.3-1 dari hasil pengujian variasi tegangan mulai dari 2-10V didapatkan nilai presentase *error* sebesar 0.26%. Selain pengujian nilai variasi, terdapat juga pengujian nilai tetap yang hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1-5 Standar Deviasi pengukuran tegangan dengan nilai tetap 2V

Pembacaan Alat Ukur (V)	Pembacaan Sensor (V)	Koreksi	Standar Deviasi
2.1	2.12	-0.020	0.124851022
2	2.37	-0.370	
2	2.15	-0.150	
2	2.05	-0.050	
2	2.37	-0.370	
2	2.32	-0.320	
2	2.07	-0.070	
2	2.07	-0.070	
2	2.22	-0.220	
2	2.25	-0.250	
Rata – Rata Koreksi		-0.19	

Setelah melakukan pengujian terhadap sensor tegangan dengan nilai tetap didapatkan nilai standar deviasi pada tabel 4.1.3-2 pada sensor sebesar 0,124851022. Dari hasil nilai standar deviasi tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai tersebut tidak melebihi batas yang diterima sehingga dapat dinyatakan bahwa sensor layak untuk digunakan. Adapun grafik pengaruh variasi tegangan pada sensor tegangan adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3-3 Grafik karakteristik statik pengukuran tegangan sensor tegangan dan alat ukur dengan nilai tetap

Dari gambar 4.1.3-3 diketahui bahwa karakteristik statik pengukuran tegangan pada sensor tegangan menggunakan nilai dari data pengukuran nilai tetap. Dari pembacaan data diketahui nilai koefisien korelasi karakterisasi sebesar 0.9994, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor memiliki linieritas

yang cukup baik antara tegangan sebenarnya dan tegangan yang terukur. Berdasarkan data tersebut dapat dilakukan perhitungan karakteristik pengukuran sensor. Berikut beberapa nilai dari hasil karakteristik sensor tegangan 0-25V adalah sebagai berikut:

a. Range : 0-25 V

b. Span : 25 V

c. Akurasi

$$\begin{aligned}
 &= \text{akurasi} = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - P_t|}{X_t} \\
 &= \left[1 - \left(\frac{(\text{Rata-rata Pembacaan kalibrator}) - (\text{Rata-rata Pembacaan alat ukur})}{\text{Rata-Rata Pembacaan kalibrator}} \right) \right] \\
 &= \left[1 - \frac{2.01 - 2.199}{2.01} \right] \\
 &= 1 - (-0.940) \\
 &= 0.940
 \end{aligned}$$

$$\text{Akurasi} = 0.940 \times 100\%$$

$$= 0.94 \%$$

d. Sensitivitas

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Delta \text{Output}}{\Delta \text{Input}} \\
 &= \frac{(10.28 - 2.19)}{(10.00 - 2.00)} \\
 &= 1.01125
 \end{aligned}$$

2.1.3.2 Hasil pengujian Sensor Arus ACS712 30A

Pada rancang bangun sistem pembangkit PLTB dan PLTS ini, salah satu *variabel* yang dikendalikan dan dipantau yaitu arus yang dihasilkan dari PLTS dan PLTB sehingga dapat diatur nilai tegangan sesuai *set point* yang diinginkan, dan dipantau melalui *blynk*. Sebelum sensor dirangkai, maka sensor harus menjalani pengujian dan kalibrasi terlebih dahulu.



Gambar 1.3-4 Pengujian Sensor Arus dengan sinyal *Generator*

Dapat dilihat pada gambar 4.1.3-4 merupakan pengujian sensor arus dan pengujian dilakukan dengan pengujian nilai tetap dan pengujian variasi. Untuk pengujian variasi sensor tegangan diuji dengan besar laju aliran 4 mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA, 20 mA dengan kalibrator yaitu *signal generator* dan diukur menggunakan *multimeter digital* untuk pengujian nilai tetap dilakukan di nilai 4mA. Berikut merupakan nilai dari pengujian sensor arus yaitu sebagai berikut:

Tabel 1-6 Pengujian sensor ACS712 menggunakan nilai variasi

Rentang Ukur	Pembacaan Standar	Pembacaan Alat (Sensor ACS712 30A)			Rata-Rata Pembacaan	Koreksi	Error (%)
		1	2	3			
(mA)	(mA)				(mA)	(mA)	
4 - 20 mA	4.1	4.21	4.37	4.15	4.2260	-0.2100	0.1522
	8.1	8.1	8.09	8.21	8.3210	-0.1000	
	12.1	12.21	12.56	12.28	12.3380	-0.3167	
	16	16.28	16.38	16.26	16.313	-0.2733	
	20.1	20.22	20.28	20.19	20.234	-0.1966	
Rata-rata Koreksi						-0.21	

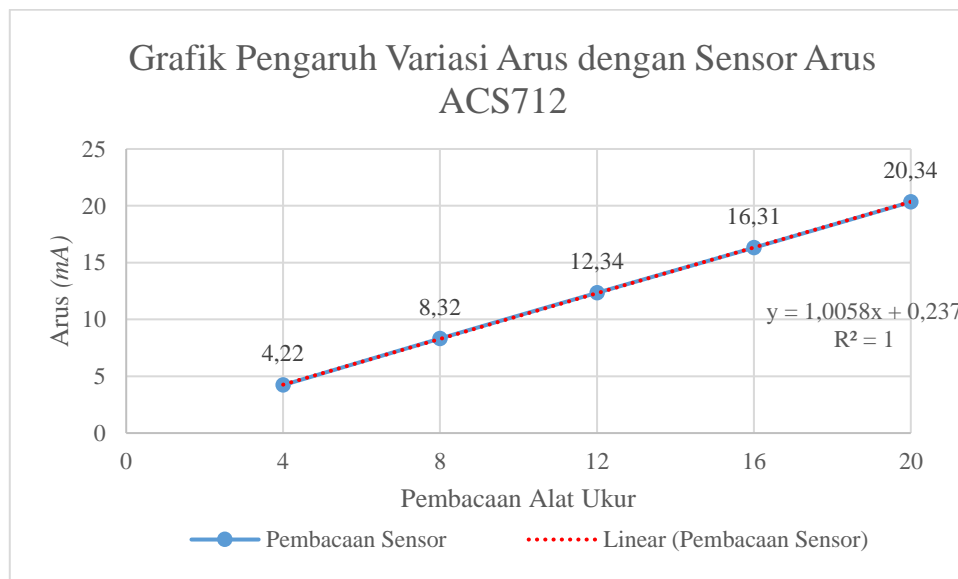
Pada tabel 4.1.3-3 dari hasil pengujian variasi tegangan mulai dari 4-20 mA didapatkan nilai presentase *error* adalah 0.15%. Selain pengujian nilai variasi, terdapat juga pengujian nilai tetap yang hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1-7 Standar Deviasi Pengujian sensor ACS712 dengan nilai tetap

Pembacaan Alat Ukur (mA)	Pembacaan Sensor (mA)	Koreksi	Standar Deviasi
4.1	4.21	-0.110	

Pembacaan Alat Ukur (mA)	Pembacaan Sensor (mA)	Koreksi	Standar Deviasi
4	4.37	-0.370	0.10782702 2
4	4.15	-0.150	
4	4.05	-0.050	
4	4.37	-0.370	
4	4.32	-0.320	
4	4.17	-0.170	
4	4.28	-0.280	
4	4.22	-0.220	
4	4.12	-0.120	
Rata- Rata Koreksi		-0.22	

Setelah melakukan pengujian terhadap sensor arus dengan nilai tetap didapatkan nilai standar deviasi pada tabel 4.1.3-4 pada sensor sebesar 0,107827022. Dari hasil nilai standar deviasi tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai tersebut tidak melebihi batas yang diterima sehingga dapat dinyatakan bahwa sensor layak untuk digunakan. Adapun grafik pengaruh variasi arus dengan sensor arus ACS712 adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3-5 Grafik pengaruh variasi arus dengan Sensor Arus ACS712

Dari gambar 4.1.3-5 diketahui bahwa karakteristik statik pengukuran tegangan pada sensor tegangan menggunakan nilai dari data pengukuran nilai tetap. Dari pembacaan data diketahui nilai koefisien korelasi karakterisasi sebesar 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor arus memiliki linieritas

yang cukup baik antara arus sebenarnya dan arus yang terukur. Berdasarkan data tersebut dapat dilakukan perhitungan karakteristik pengukuran sensor.

Berdasarkan data tersebut dapat dilakukan perhitungan karakteristik statik. Adapun beberapa nilai dari hasil karakteristik statik arus ACS712-30A adalah sebagai berikut:

a. Range : 0 – 30 A

b. Span : 30A

c. Akurasi

$$\begin{aligned}
 &= \text{akurasi} = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - P_t|}{X_t} \\
 &= \left[1 - \left(\frac{(\text{Rata-rata Pembacaan kalibrator}) - (\text{Rata-rata Pembacaan alat ukur})}{\text{Rata-Rata Pembacaan kalibrator}} \right) \right] \\
 &= \left[1 - \frac{4.01 - 4.226}{4.01} \right] \\
 &= 1 - (-0.216) \\
 &= 0.216 \\
 &\% \text{ Akurasi} = 0.216 \times 100\% \\
 &= 0.216 \%
 \end{aligned}$$

d. Sensitivitas

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Delta \text{Output}}{\Delta \text{Input}} \\
 &= \frac{(20.25 - 4.22)}{(20.1 - 4.1)} \\
 &= 1.001875
 \end{aligned}$$

2.1.3.3 Hasil pengujian *relay* untuk PLTB, PLTS dan sebagai *Safety*

***Charging* pada Baterai.**

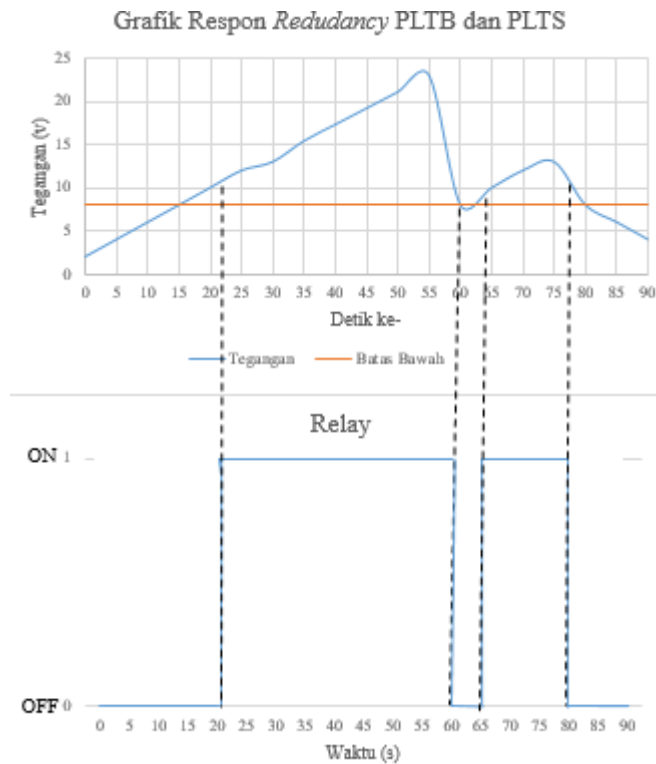
Hasil pengujian *relay* dengan pengujian nilai tetap yaitu 8V (tegangan yang telah ditentukan dalam program Arduino Mega 2560) maka *relay* harus aktif untuk mengalirkan listrik dari sumber pembangkit PLTB dan PLTS ke baterai.

Tabel 1-8 Pengujian *Redudancy* menggunakan *Relay*

Detik ke	Tegangan	Batas Bawah	<i>Relay</i>
0	2	8	0

Detik ke	Tegangan	Batas Bawah	Relay
5	4	8	0
10	6	8	0
15	8	8	0
20	10	8	1
25	12	8	1
30	13	8	1
35	15	8	1
40	17	8	1
45	19	8	1
50	21	8	1
55	23	8	1
60	8	8	0
65	10	8	1
70	12	8	1
75	13	8	1
80	8	8	1
85	6	8	0
90	4	8	0

Pada table 4.1.3-5 dilakukan pengujian sistem kontrol relay terhadap *setpoint* tegangan. Pengujian nilai tegangan diukur setiap 5 detik sehingga dapat diketahui respon pada *relay* setelah melebihi dari *setpoint*. Apabila nilai tegangan kurang dari 8V maka kondisi *relay* mati, tetapi jika nilai tegangan melebihi dari 8V maka *relay* akan menyala. Berikut dibawah ini gambar grafik respon *redudancy* PLTB dan PLTS adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3-6 Grafik Respon *Redudancy* PLTB dan PLTS

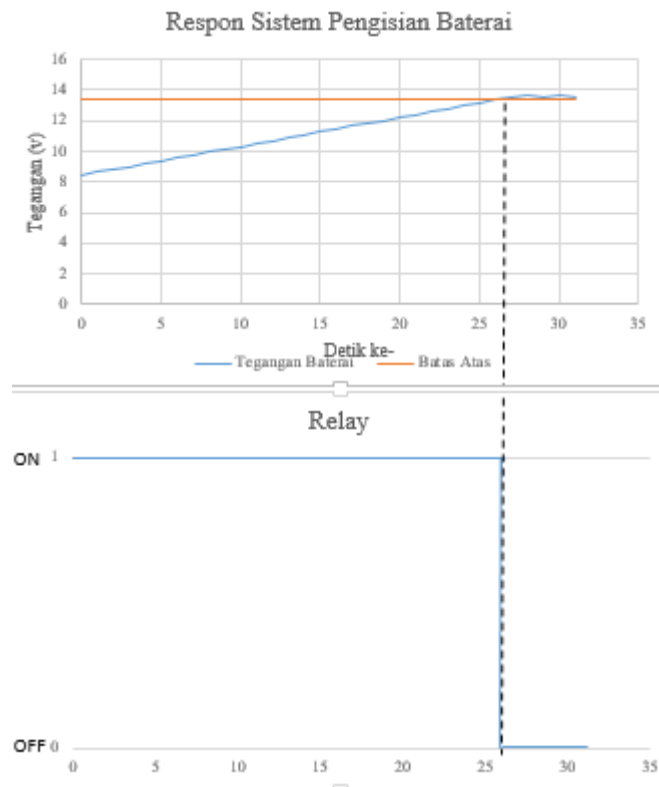
Dari gambar 4.1.3-6 diketahui respon dari *relay* terhadap laju tegangan yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS. Pada saat awal nilai tegangan yang dihasilkan masih dibawah nilai batas yaitu 8V sehingga *relay* masih dalam kondisi mati. Pada saat detik ke 20 nilai tegangan yang dihasilkan berada diatas nilai batas yang telah ditentukan sehingga *relay* dapat melakukan aksinya menjadi menyala. Lalu untuk pengujian *safety charging* dapat dilihat pada table dibawah ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1-9 Hasil pengujian *Safety Charging* pada baterai

Detik Ke	Tegangan Baterai	Batas Atas	Relay
0	8.39	13.45	1
5	8.68	13.45	1
10	8.89	13.45	1
15	8.95	13.45	1
20	9.21	13.45	1
25	9.38	13.45	1
30	9.57	13.45	1
35	9.71	13.45	1

Detik Ke	Tegangan Baterai	Batas Atas	Relay
40	9.95	13.45	1
45	10.14	13.45	1
50	10.33	13.45	1
55	10.52	13.45	1
60	10.71	13.45	1
65	10.89	13.45	1
70	11.09	13.45	1
75	11.27	13.45	1
80	11.46	13.45	1
85	11.65	13.45	1
90	11.84	13.45	1
95	12.03	13.45	1
100	12.22	13.45	1
105	12.41	13.45	1
110	12.6	13.45	1
115	12.79	13.45	1
120	12.98	13.45	1
125	13.16	13.45	1
130	13.35	13.45	1
135	13.54	13.45	0
140	13.73	13.45	0
145	13.54	13.45	0
150	13.73	13.45	0
155	13.54	13.45	0

Pada table 4.1.3-6 dilakukan pengujian sistem kontrol *relay* terhadap *setpoint* tegangan. Pengujian nilai tegangan diukur setiap 5 detik sehingga dapat diketahui respon pada *relay* setelah melebihi dari *setpoint*. Apabila nilai tegangan lebih dari 13.45Vdc maka kondisi *relay* mati, tetapi jika nilai tegangan kurang dari 13,45Vdc maka *relay* akan menyala. Berikut dibawah ini gambar grafik respon *redudancy* PLTB dan PLTS adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3-7 Grafik Respon Sistem *Relay* sebagai *Safety*

Dari gambar 4.1.3-7 diketahui respon dari *relay* terhadap laju tegangan pada pengisian aki. Pada saat awal nilai tegangan yang dihasilkan masih dibawah nilai batas yaitu $13.45V_{dc}$ sehingga *relay* masih dalam kondisi menyala. Pada saat detik ke 140 nilai tegangan yang dihasilkan berada diatas nilai batas yang telah ditentukan sehingga *relay* dapat melakukan aksinya untuk memutus aliran tegangan pada pengisian aki.

2.2 Perhitungan Kapasitas Aki berdasarkan sumber dari PLTS dan PLTB

Untuk mengetahui berapa banyak energi yang dapat disimpan, perlu dilakukan konversi nilai *Ampere/Hour(Ah)* menjadi *Watt/Hour(Wh)* sehingga dapat dilakukan perhitungan total kapasitas baterai yang dibutuhkan. Karena tidak dituliskan efisiensi generator pada data spesifikasi maka diasumsikan efisiensi generator sebesar 30% dari daya maksimal sehingga besar daya listrik yang dapat dihasilkan oleh generator adalah sebagai berikut :

$$P_e = \phi_{Generator} \times P_{generator} \quad (2-1)$$

$$P_e = 0,3 \times 350 \text{ Watt} = 105 \text{ Wh}$$

Sedangkan untuk efisiensi dari Solar Panel $200W_p$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{p_{\max}}{I \times A} && (2-2) \\ \eta &= \frac{200}{200 \times 1,218} \times 100\% \\ \eta &= 82,1\% / 200W_p \\ \eta &= 164,2 \text{ Wh} \end{aligned}$$

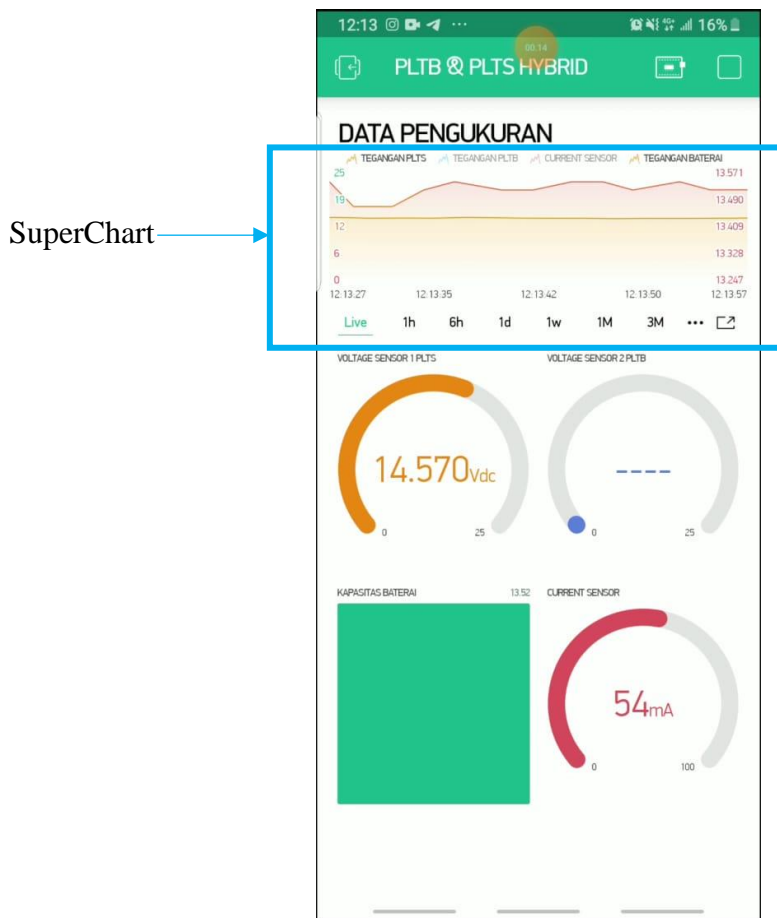
Sehingga total yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS adalah $105 \text{ Watt} + 164,2 \text{ Watt} = 264,2 \text{ Wh}$. Setelah diketahui berapa total kapasitas sumber maka dapat dirumuskan berapa besaran kapasitas baterai aki 12v yang sesuai dari kapasitas *source* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Source} &= V \times I \\ 264,2 &= 12V \times I \\ 264,2 / 12 &= I \\ 22,0 \text{ Ah} &= I \end{aligned}$$

Maka dapat disimpulkan bahwa spesifikasi utama untuk kebutuhan baterai adalah $12V \ 22Ah$.

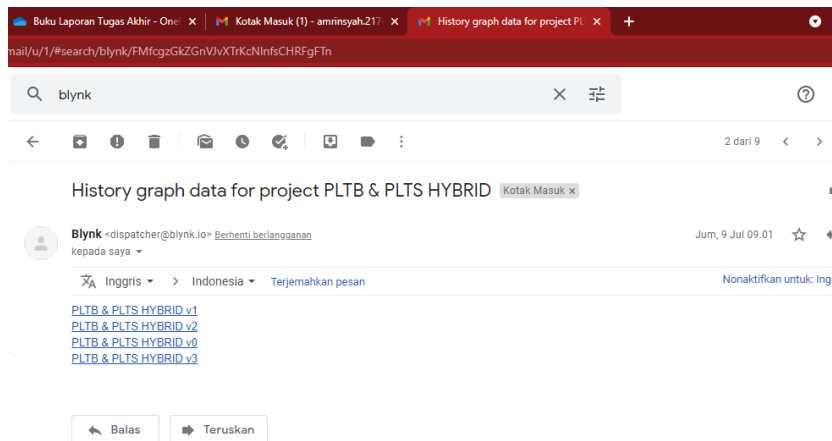
2.3 Hasil Perancangan Perangkat Lunak (*Monitoring*)

Hasil perancangan perangkat lunak untuk sistem *monitoring* dengan *Interface* yang digunakan adalah *Blynk* yang merupakan *Internet of Things (IoT)* yang dirancang untuk memantau nilai tegangan yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS, kapasitas tegangan pada baterai, nilai arus yang dihasilkan pada pengisian daya ke aki dan terakhir grafik pengukuran dari nilai-nilai tersebut. Berikut hasil perancangan dapat dilihat pada gambar 4.3-1



Gambar 1.3-1 *Monitoring Blynk*

Setelah itu apabila sistem *monitoring* dapat berjalan untuk pengambilan hasil penginderaan sensor melalui *blynk* dapat dilakukan dengan masuk pada pilihan *superchart* pada *blynk*. Lalu terdapat pilihan aksi untuk mengirimkan data pengukuran berupa *csv* atau ingin menghapus seluruh data pada *database*. Apabila user ingin mengetahui hasil pengukuran yang didapatkan maka dapat memilih pada bagian *export to csv*. *user* dapat memastikan apakah data sudah masuk pada *gmail* yang telah didaftarkan. Setelah data masuk ke *gmail*, dapat diketahui hasil pemantauan dengan menggunakan *excel* sehingga dapat dilakukan pencatatan nilai performa yang dihasilkan.



Gambar 1.3-2 Hasil Data Pengukuran dari *monitoring*

2.4 Analisa data hasil pengujian sistem PLTS dan PLTB sebagai sistem pengisian aki

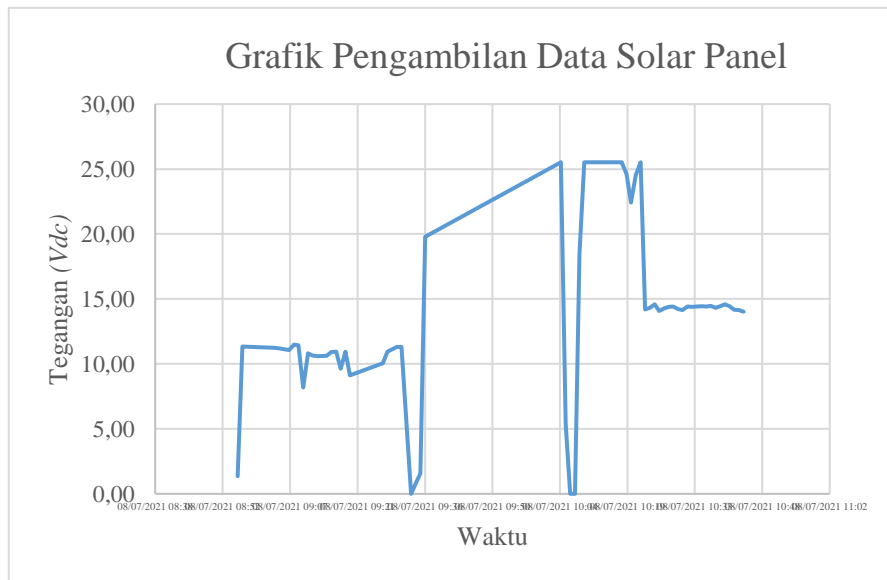
Setelah dilakukannya karakteristik statik dan pengujian pada sensor sesuai dengan variable yang digunakan maka langkah selanjutnya adalah pengujian sistem dan pengambilan data pada sistem PLTS dan PLTB sebagai sistem pengisian aki *12V 12Ah*. Berdasarkan hal tersebut hasil pengujian didapatkan setelah dilakukan proses *running* dan pengambilan data. Berdasarkan hasil pengambilan data didapatkan hasil dari masing-masing sumber pembangkit yaitu sebagai berikut:

Tabel 4-1 Pengambilan data PLTS tanggal 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44.

No	Waktu	Tegangan Solar panel(Vdc)	No	Waktu	Tegangan Solar panel(Vdc)
1	7/8/2021 8:56	1.37	19	7/8/2021 9:28	10.94
2	7/8/2021 8:57	11.35	20	7/8/2021 9:30	11.31
3	7/8/2021 9:04	11.25	21	7/8/2021 9:31	11.30
4	7/8/2021 9:05	11.20	22	7/8/2021 9:33	0.00
5	7/8/2021 9:07	11.07	23	7/8/2021 9:35	1.59
6	7/8/2021 9:08	11.47	24	7/8/2021 9:36	19.80
7	7/8/2021 9:09	11.43	25	7/8/2021 10:05	25.52
8	7/8/2021 9:10	8.19	26	7/8/2021 10:06	5.36
9	7/8/2021 9:11	10.83	27	7/8/2021 10:07	0.00
10	7/8/2021 9:12	10.65	28	7/8/2021 10:08	0.00
11	7/8/2021 9:13	10.59	29	7/8/2021 10:09	18.47
12	7/8/2021 9:15	10.63	30	7/8/2021 10:10	25.52
13	7/8/2021 9:16	10.92	31	7/8/2021 10:11	25.52
14	7/8/2021 9:17	10.94	32	7/8/2021 10:12	25.52
15	7/8/2021 9:18	9.64	33	7/8/2021 10:13	25.52
16	7/8/2021 9:19	10.94	34	7/8/2021 10:14	25.52
17	7/8/2021 9:20	9.12	35	7/8/2021 10:15	25.52
18	7/8/2021 9:27	10.05	36	7/8/2021 10:16	25.52

No	Waktu	Tegangan Solar panel(Vdc)	No	Waktu	Tegangan Solar panel(Vdc)
37	7/8/2021 10:17	25.52	51	7/8/2021 10:31	14.14
38	7/8/2021 10:18	25.52	52	7/8/2021 10:32	14.41
39	7/8/2021 10:19	24.62	53	7/8/2021 10:33	14.39
40	7/8/2021 10:20	22.42	54	7/8/2021 10:34	14.43
41	7/8/2021 10:21	24.56	55	7/8/2021 10:35	14.44
42	7/8/2021 10:22	25.52	56	7/8/2021 10:36	14.42
43	7/8/2021 10:23	14.20	57	7/8/2021 10:37	14.46
44	7/8/2021 10:24	14.33	58	7/8/2021 10:38	14.32
45	7/8/2021 10:25	14.60	59	7/8/2021 10:39	14.44
46	7/8/2021 10:26	14.08	60	7/8/2021 10:40	14.59
47	7/8/2021 10:27	14.28	61	7/8/2021 10:41	14.45
48	7/8/2021 10:28	14.39	62	7/8/2021 10:42	14.16
49	7/8/2021 10:29	14.43	63	7/8/2021 10:43	14.15
50	7/8/2021 10:30	14.21	64	7/8/2021 10:44	14.02

Dari hasil pengambilan data yang didapatkan pada tabel 4.4-1 dilakukan pengambilan data PLTS berdasarkan waktu jam 08.56 – 10.44 dan didapatkan pengambilan data sebanyak 64 kali dengan hasil tegangan paling tinggi yang dihasilkan oleh PLTS sebesar 25,52 Vdc pada saat jam 10.10. Berikut hasil grafik perolehan data dari PLTS berdasarkan waktu dibawah ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3-1 Hasil Grafik pengambilan data solar panel

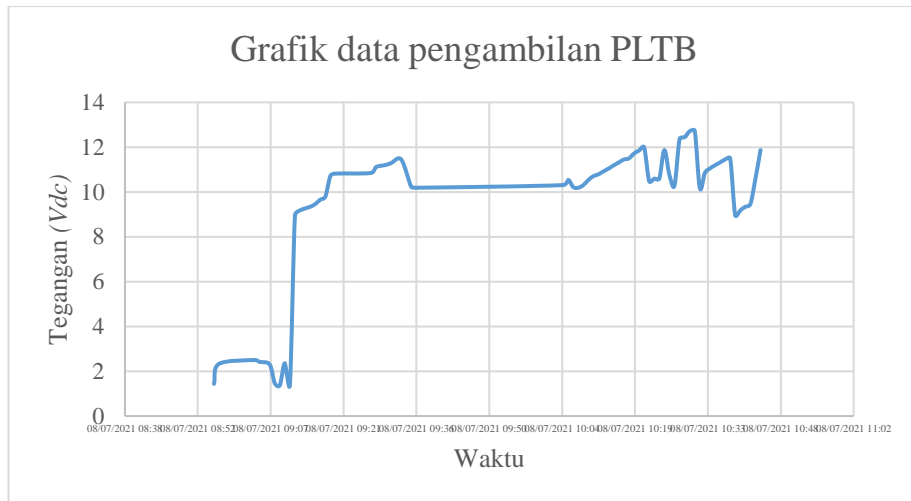
Didapatkan grafik performa solar panel pada gambar 4.4-1 diatas pada rentang waktu 08.56-10.44 dengan nilai maksimal tegangan yang dihasilkan adalah 25,21 Vdc nilai yang dihasilkan dapat berubah-ubah dikarenakan faktor

lingkungan yaitu cuaca mendung maupun hujan sehingga nilai tegangan yang dihasilkan masih belum bisa dijadikan acuan. Lalu untuk hasil pengambilan dari *Permanent Magnet Generator (PMG)* dilakukan pengambilan data pada tanggal 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44. Berikut nilai data dari proses pengambilan data PLTB pada tabel 4.1.3-2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4-2 Hasil Pengambilan data PLTB tanggal 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44.

NO	WAKTU	PMG (Vdc)	NO	WAKTU	PMG (Vdc)
1	7/8/2021 8:56	1.44	33	7/8/2021 10:13	10.93
2	7/8/2021 8:57	2.33	34	7/8/2021 10:14	11.05
3	7/8/2021 9:04	2.5	35	7/8/2021 10:15	11.19
4	7/8/2021 9:05	2.42	36	7/8/2021 10:16	11.32
5	7/8/2021 9:07	2.3	37	7/8/2021 10:17	11.45
6	7/8/2021 9:08	1.47	38	7/8/2021 10:18	11.5
7	7/8/2021 9:09	1.37	39	7/8/2021 10:19	11.72
8	7/8/2021 9:10	2.36	40	7/8/2021 10:20	11.85
9	7/8/2021 9:11	1.4	41	7/8/2021 10:21	11.99
10	7/8/2021 9:12	8.96	42	7/8/2021 10:22	10.48
11	7/8/2021 9:13	9.18	43	7/8/2021 10:23	10.6
12	7/8/2021 9:15	9.34	44	7/8/2021 10:24	10.6
13	7/8/2021 9:16	9.46	45	7/8/2021 10:25	11.87
14	7/8/2021 9:17	9.66	46	7/8/2021 10:26	10.76
15	7/8/2021 9:18	9.79	47	7/8/2021 10:27	10.29
16	7/8/2021 9:19	10.72	48	7/8/2021 10:28	12.36
17	7/8/2021 9:20	10.82	49	7/8/2021 10:29	12.44
18	7/8/2021 9:27	10.85	50	7/8/2021 10:30	12.71
19	7/8/2021 9:28	11.11	51	7/8/2021 10:31	12.73
20	7/8/2021 9:30	11.21	52	7/8/2021 10:32	10.18
21	7/8/2021 9:31	11.29	53	7/8/2021 10:33	10.85
22	7/8/2021 9:33	11.45	54	7/8/2021 10:34	11.05
23	7/8/2021 9:35	10.22	55	7/8/2021 10:35	11.19
24	7/8/2021 9:36	10.19	56	7/8/2021 10:36	11.32
25	7/8/2021 10:05	10.31	57	7/8/2021 10:37	11.45
26	7/8/2021 10:06	10.54	58	7/8/2021 10:38	11.5
27	7/8/2021 10:07	10.22	59	7/8/2021 10:39	8.96
28	7/8/2021 10:08	10.19	60	7/8/2021 10:40	9.18
29	7/8/2021 10:09	10.31	61	7/8/2021 10:41	9.34
30	7/8/2021 10:10	10.54	62	7/8/2021 10:42	9.46
31	7/8/2021 10:11	10.71	63	7/8/2021 10:43	10.6
32	7/8/2021 10:12	10.79	64	7/8/2021 10:44	11.87

Dari hasil pengambilan data yang didapatkan pada tabel 4.4-2 dilakukan pengambilan data PLTB berdasarkan waktu jam 08.56 – 10.44 dan didapatkan pengambilan data sebanyak 64 kali dengan hasil tegangan paling tinggi yang dihasilkan oleh PLTS sebesar $12.71V_{dc}$ setelah menggunakan modul *step-up*. Berikut hasil grafik perolehan data dari PLTB berdasarkan waktu dibawah ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3-2 Hasil grafik pengambilan data PLTB

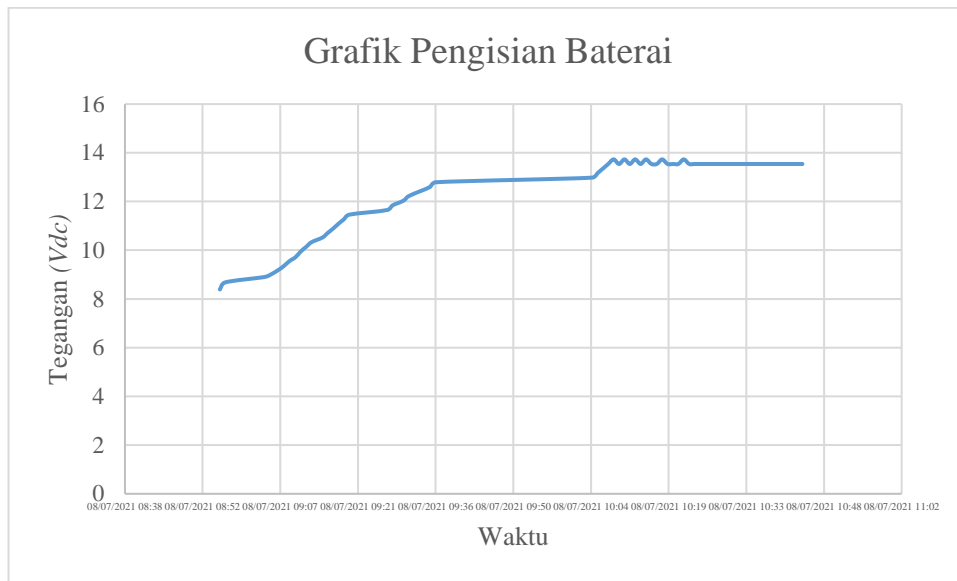
Didapatkan grafik performa PLTB pada gambar 4.4-2 diatas pada rentang waktu 08.56-10.44 dengan nilai maksimal tegangan yang dihasilkan oleh *PMG* adalah $12.71V_{dc}$ nilai yang dihasilkan dapat berubah-ubah dikarenakan faktor lingkungan yaitu cuaca mendung maupun hujan sehingga nilai tegangan yang dihasilkan masih belum bisa dijadikan acuan dan juga dapat dikarenakan faktor mekanik yaitu dari desain turbin.

Selanjutnya untuk hasil pengukuran Aki pada proses *charging* yang dilakukan pengambilan data pada tanggal 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44. adapun nilai dari proses pengambilan data dapat dilihat pada tabel adalah sebagai berikut :

Tabel 4-3 Hasil pemantauan pengisian pada baterai pada tanggal 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44.

NO	Waktu	Pengisian Aki (Vdc)	NO	Waktu	Pengisian Aki (Vdc)
1	7/8/2021 8:56	8.39	33	7/8/2021 10:13	13.73
2	7/8/2021 8:57	8.68	34	7/8/2021 10:14	13.54
3	7/8/2021 9:04	8.89	35	7/8/2021 10:15	13.73
4	7/8/2021 9:05	8.95	36	7/8/2021 10:16	13.54
5	7/8/2021 9:07	9.21	37	7/8/2021 10:17	13.54
6	7/8/2021 9:08	9.38	38	7/8/2021 10:18	13.73
7	7/8/2021 9:09	9.57	39	7/8/2021 10:19	13.54
8	7/8/2021 9:10	9.71	40	7/8/2021 10:20	13.54
9	7/8/2021 9:11	9.95	41	7/8/2021 10:21	13.54
10	7/8/2021 9:12	10.14	42	7/8/2021 10:22	13.73
11	7/8/2021 9:13	10.33	43	7/8/2021 10:23	13.54
12	7/8/2021 9:15	10.52	44	7/8/2021 10:24	13.54
13	7/8/2021 9:16	10.71	45	7/8/2021 10:25	13.54
14	7/8/2021 9:17	10.89	46	7/8/2021 10:26	13.54
15	7/8/2021 9:18	11.09	47	7/8/2021 10:27	13.54
16	7/8/2021 9:19	11.27	48	7/8/2021 10:28	13.54
17	7/8/2021 9:20	11.46	49	7/8/2021 10:29	13.54
18	7/8/2021 9:27	11.65	50	7/8/2021 10:30	13.54
19	7/8/2021 9:28	11.84	51	7/8/2021 10:31	13.54
20	7/8/2021 9:30	12.03	52	7/8/2021 10:32	13.54
21	7/8/2021 9:31	12.22	53	7/8/2021 10:33	13.54
22	7/8/2021 9:33	12.41	54	7/8/2021 10:34	13.54
23	7/8/2021 9:35	12.6	55	7/8/2021 10:35	13.54
24	7/8/2021 9:36	12.79	56	7/8/2021 10:36	13.73
25	7/8/2021 10:05	12.98	57	7/8/2021 10:37	13.54
26	7/8/2021 10:06	13.16	58	7/8/2021 10:38	13.73
27	7/8/2021 10:07	13.35	59	7/8/2021 10:39	13.54
28	7/8/2021 10:08	13.54	60	7/8/2021 10:40	13.54
29	7/8/2021 10:09	13.73	61	7/8/2021 10:41	13.54
30	7/8/2021 10:10	13.54	62	7/8/2021 10:42	13.54
31	7/8/2021 10:11	13.73	63	7/8/2021 10:43	13.73
32	7/8/2021 10:12	13.54	64	7/8/2021 10:44	13.54

Dari hasil pengambilan data pemantauan pengisian baterai yang didapatkan pada tabel 4.4-3 memiliki nilai tegangan awal pada baterai pada dikisaran 8,39Vdc. Sehingga pada saat proses *charging* apabila nilai tegangan aki telah melebihi 13.45 Vdc maka *charging* dalam kondisi mati. Berikut hasil grafik pengisian baterai berdasarkan waktu adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3-3 Hasil pemantauan sistem pengisian baterai

Didapatkan grafik pemantauan sistem pengisian baterai pada gambar 4.4-3 diatas pada rentang waktu 08.56-10.44 dengan nilai maksimal pengisian tegangan adalah 13.45 Vdc. Apabila dari hasil pemantauan telah melebihi dari nilai maksimal yang telah ditentukan maka sistem pengisian akan mati. Namun dalam pelaksanaan pengisian masih terdapat penyebab adanya kegagalan pada pengisian yaitu berasal dari sumber listrik yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS yang berubah-ubah dikarenakan faktor lingkungan maupun dari faktor mekanik dari PLTB.

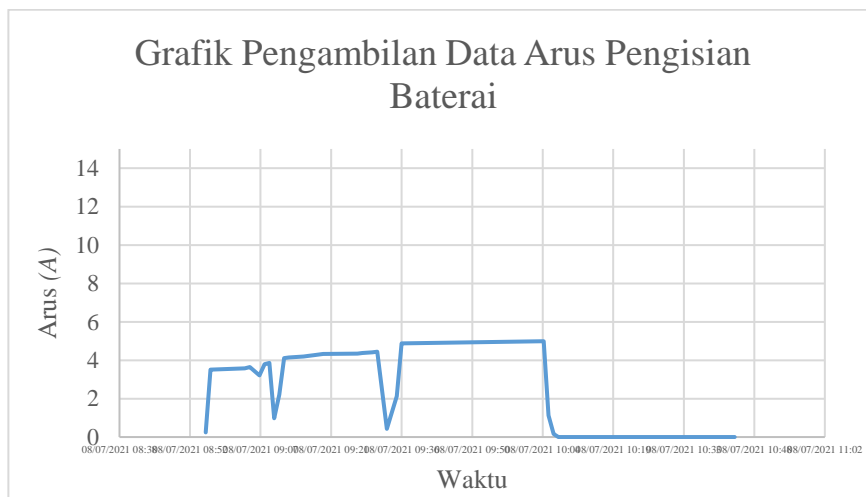
Yang terakhir adalah proses pengambilan nilai arus yang masuk dalam proses pengisian. Pelaksanaan pengambilan nilai arus dilakukan berdasarkan waktu pada tanggal 08-07-2021 jam 08.56 – 10.11. Adapun nilai dari proses pengambilan data dapat dilihat pada table dibawah ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 4-4 Hasil pemantauan nilai arus pada proses pengisian

No	Waktu	Nilai Arus Pengisian (I)	No	Waktu	Nilai Arus Pengisian (I)
1	7/8/2021 8:56	0.24	8	7/8/2021 9:10	0.98
2	7/8/2021 8:57	3.51	9	7/8/2021 9:11	2.21
3	7/8/2021 9:04	3.58	10	7/8/2021 9:12	4.11
4	7/8/2021 9:05	3.65	11	7/8/2021 9:13	4.14
5	7/8/2021 9:07	3.21	12	7/8/2021 9:15	4.17
6	7/8/2021 9:08	3.79	13	7/8/2021 9:16	4.2
7	7/8/2021 9:09	3.86	14	7/8/2021 9:17	4.23

No	Waktu	Nilai Arus Pengisian (I)	No	Waktu	Nilai Arus Pengisian (I)
15	7/8/2021 9:18	4.26	24	7/8/2021 9:36	4.88
16	7/8/2021 9:19	4.29	25	7/8/2021 10:05	4.99
17	7/8/2021 9:20	4.32	26	7/8/2021 10:06	1.13
18	7/8/2021 9:27	4.35	27	7/8/2021 10:07	0.16
19	7/8/2021 9:28	4.38	28	7/8/2021 10:08	0.00
20	7/8/2021 9:30	4.41	29	7/8/2021 10:09	0.00
21	7/8/2021 9:31	4.44	30	7/8/2021 10:10	0.00
22	7/8/2021 9:33	0.43	31	7/8/2021 10:11	0.00
23	7/8/2021 9:35	2.12			

Dari hasil pengambilan data pemantauan arus pada pengisian baterai yang didapatkan pada tabel 4.4-4 memiliki nilai arus awal pengisian sebesar 0.24 A. Untuk nilai arus pengisian baterai maksimal yang didapat adalah sebesar 4.99 A. Nilai tersebut tidak dapat dijadikan acuan karena terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu performa yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS masih belum maksimal dan terdapat *loses* pada sistem pengisian baterai sehingga nilai yang dihasilkan untuk pengisian aki masih belum dikatakan maksimal. Berikut hasil grafik pengambilan data arus pengisian baterai berdasarkan waktu adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3-4 Grafik Pengambilan Data Arus pada Pengisian Baterai

Berdasarkan gambar grafik 4.4-4 pemantauan nilai arus pada pengisian baterai pada rentang waktu 08.56-10.11 dengan nilai maksimal pengisian arus adalah 4.99 mA tetapi nilai tersebut tidak dapat dijadikan acuan karena terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu performa yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS masih belum maksimal dan terdapat *loses* pada sistem

pengisian baterai sehingga nilai yang dihasilkan untuk pengisian aki masih belum dikatakan maksimal.

Berdasarkan perolehan data secara keseluruhan didapatkan nilai hasil dari masing-masing sumber yang dihasilkan, apabila nilai di rata-rata pada waktu 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44 pada PLTS sebesar 14,50 *Vdc* sedangkan pada PLTB sebesar 9,53 *Vdc* lalu pada nilai arus pada sistem pengisian baterai rata-rata sebesar 3,33*Ah* maka nilai performansi daya yang didapat dengan menggunakan persamaan perhitungan daya 4.4-1 dibawah ini adalah sebagai berikut:

$$p = V \times I \quad (4-1)$$

$$p = (14,50 + 9,53) \times 3,33$$

$$p = 80,16 \text{ Watt/h}$$

maka dari itu nilai performansi daya yang didapat oleh PLTS dan PLTB adalah sebesar 80,16 *watt/h*.

BAB 2

STATUS LUARAN

4.1. Status Luaran

Relevansi dari penelitian ini dapat ditinjau dari tiga aspek sebagai berikut:

1. Tema penelitian yang diusulkan ini terkait erat dengan kebutuhan akan energi baru terbarukan. *Monitoring* dengan konsep IoT yang diterapkan diharapkan menyelesaikan permasalahan pengukuran dan akuisisi data dari sistem PLTS dan PLTB.
2. Tema penelitian yang diusulkan ini juga sejalan dengan tema unggulan IPTEK yang diusung oleh (PUI) di ITS, yaitu Pusat Unggulan IPTEK Mekatronika dan Otomasi Industri, dimana salah satu temanya adalah terkait dengan *Instrumentation to Digital (Energy Consumption and Data logging)*

Penelitian ini dapat meningkatkan keunggulan aktivitas yang dilakukan dalam subtema penelitian *Instrumentation to Digital*, serta dapat berkontribusi luaran yang bermanfaat bagi perkembangan teknologi *Internet of Things* dan *AI Development*. **Status luaran** yang sudah didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Teknologi Tepat Guna Prototip (purwarupa) antara lain sebagai berikut:
 - a. Prototipe PLTB Vertical Axis Wind Turbine,
 - b. PLTS, Kontrol Electrical dan
 - c. Perangkat lunak interface sistem *smart monitoring*, yang telah diidentifikasi untuk dapat digunakan pada kajian *Instrumentation to Digital*. Serta studi eksploratif terkait *Energy Consumption* dan *Data Logging* (Telah Diuji dan Selesai).
2. Publikasi Internasional → Seminar Internasional (SCOPUS) EPIC 2021.
3. Draft Jurnal Internasional Q1
4. Penelitian Mahasiswa Tugas Akhir 2021

BAB 3

KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Kendala Penelitian

Adapun kendala penelitian yang dihadapi dalam pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- Sisi Luaran Perangkat Keras
 - Desain Mekanik Turbin Angin. Tim peneliti melakukan berbagai rekayasa engineering untuk merancang bangun Turbin Angin dengan konsep Vertical Axis Wind Turbine.
 - Pengujian sistem menggunakan PV dengan pencahayaan yang terik menghasilkan penghematan energi listrik berkisar 350w.
- Sisi Luaran Perangkat Lunak
 - Loading antarmuka sistem web server ketika dibuka pada browser smartphone memiliki delay yang lebih lama dibanding pada personal computer.
- Sisi Luaran Draft Jurnal Q1
 - Mempelajari regulasi discontinou SCOPUS.
 - Mempersiapkan draft jurnal dengan data penelitian yang telah ada.

BAB 4

RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA

Program Penelitian Keilmuan ini diharapkan adanya keberlanjutan dari sisi teknologi, ekonomi dan sosial. Keberlanjutan sisi teknologi Vertical Axis Wind Turbine, PLTS, smart monitoring ini diharapkan dapat terus digunakan dan dimanfaatkan pada skala pasar teknologi EBT dan ditingkatkan dalam produksi komersial. Keberlanjutan sisi sosial Program Penelitian Keilmuan ini meningkatkan wawasan dan akan berlanjut dalam program menciptakan kemudahan teknologi EBT. Keberlanjutan sisi ekonomi memanfaatkan teknologi modern dalam negeri dengan harga pasar yang terjangkau. Keberlanjutan ini tidak lepas dari keterkaitan pihak Departemen Teknik Instrumentasi dan Departemen Teknik Mesin Industri sebagai fasilitator untuk membuat teknologi ini. Dengan harapan teknologi yang dibuat dapat terus digunakan dan dimanfaatkan dengan kategori penelitian level ke-4, yaitu teknologi yang dapat langsung digunakan oleh masyarakat umum.

Rencana selanjutnya dalam program penelitian keilmuaan ini terdiri dari

- Jurnal Internasional dengan index Q1 Scopus.
- Pengajuan Paten HKI untuk teknologi Vertical Axis Wind Turbine.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari pengerjaan Penelitian Keilmuan perancangan prototype PLTB dan PLTS menerapkan hybrid technology berbasis IoT adalah sebagai berikut:

- a. Telah dirancang bangun sebuah Keilmuan sistem rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan konsep *redundant system* menggunakan *system control* yang telah di program dengan *Arduino Mega 2560 built-in wifi esp8266* yang berfungsi sebagai kontrol dan beberapa bagian komponen elektronika yaitu driver relay, sensor tegangan, sensor arus.
- b. Performansi daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga angin dan surya yang di kontrol menggunakan *Arduino Mega 2560* mampu melakukan sistem *charging* pada aki secara otomatis dan dapat disimpulkan sebagai berikut:
 - Tegangan yang dihasilkan oleh panel sel surya apabila pada kondisi cuaca cerah mendapatkan hasil 11-14,50 *Vdc*. Sedangkan dari *PMG* dari *radius* nilai putaran 37,5-150 *rpm* dapat menghasilkan keluaran sebesar 3,6 – 7,71 *Vdc* sebelum diberikan *step-up*. Sedangkan apabila telah diberi rangkaian *step-up* dapat menghasilkan keluaran sebesar 9,53 - 12,44 *Vdc* dan nilai arus pada proses *charging* rata-rata sebesar 3,33 *Ah* maka nilai performansi yang dapat dihasilkan adalah 80,16 *Watt/h*.
 - Pada sistem *redundancy* digunakan pada pengendalian menggunakan aktuator berupa *relay* yang dimana *controller* akan memberikan nilai *set-point* nilai tegangan batas bawah yaitu sebesar 8 *Vdc* dari masing-masing sumber, sehingga apabila dari salah satu sumber tidak memenuhi *set-point* yang diinginkan maka *relay* akan otomatis memutus aliran tersebut.
 - Sedangkan untuk pada sistem *charging* dilakukan menggunakan integrasi secara otomatis antara *controller* dengan modul *relay* yang

dimana *controller* akan memberikan *set-point* nilai tegangan batas atas yaitu 13.45 *Vdc* sehingga apabila dari hasil pengukuran menggunakan sensor tegangan 0-25 *Vdc* melewati batas maksimal maka *relay* akan melakukan aksi untuk memutus tegangan tersebut sehingga sistem *charging* dalam kondisi *Off*.

- Berdasarkan hasil perhitungan potensi dari energy surya dan energy angin. Potensi energi angin di wilayah lamongan dapat mencapai 52.330 *kWh/Tahun* sedangkan energi surya pada mulai tahun 2020 - 2030 didapatkan total sebesar 202,910,959 *watt*. Sehingga PLTS dan PLTB dapat digunakan sebagai solusi teknologi alternatif yang dapat diaplikasikan di wilayah tersebut.

6.2 Saran

Adapun saran yang didapatkan dari pengerjaan Penelitian Keilmuan perancangan prototype PLTB dan PLTS menerapkan hybrid tehnology berbasis IoT adalah sebagai berikut:

- a. Teknologi ini dapat dikembangkan dalam Penelitian Keilmuan berikutnya dengan dapat diperbarui kecanggihan komponen seperti pengukuran *power* daya yang dihasilkan dan diberi sistem *monitoring* estimasi pengeluaran yang dapat dihemat apabila menggunakan sumber energi baru terbarukan.
- b. Sistem *monitoring* dapat dikembangkan dan diperbarui dengan menggunakan sistem *GUI* sehingga dapat mendapatkan kinerja sistem dengan teknologi terbarukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Almuhtarom, Almuhtarom, and Priyo Sasmoko. 2015. "Perancangan Supervisory Control and Data Acquisition (Scada) Menggunakan Software Cx-Supervisor 3.1 Pada Simulasi Sistem Listrik Redundant Berbasis Programmable Logic Controller (Plc) Omron Cp1E Na-20-Dra." *Gema Teknologi* 18(2):88–94.
- Ar, Rois, N. Gunawan, Ir Chayun B, and M. Sc. 2013. "Analisa Performansi Dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Tuban Jawa Timur." *Teknik Pomits* 1–8.
- Bachtiar, Antonov. Wahyudi Hayattul. 2018. "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras." *Jurnal Teknik Elektro ITP* 7(1):34–45.
- Efendi, Yoyon. 2018. "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile." *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer* 4(2):21–27.
- FIDHI, ASNAN. 2020. "Karangbinangun Kekurangan Air Bersih 10." *Kekurangan, Karangbinangun Bersih, Air*, 1–2.
- Imron, A., T. Andromeda, and ... 2018. "Perancangan Akuisisi Data Pada Panel Rtu Pt. Pln (Persero) Berplatform Android." *Transient: Jurnal Ilmiah*
- Kementerian ESDM. 2016. "Jurnal Energi." *Energi*.
- Mangala, Purwa. 2020. *STUDI EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS SUBSIDI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN PANEL UNTUK MASYARAKAT INDONESIA Disusun Oleh.*
- Marlistya Citraningrum. 2019. *Energi Kita*.
- Raafiu, Brian, and Purwadi Agus Darwito. 2018. "Smart Monitoring of Solar Panel System in Saving of the Electrical Power with Internet of Things." *The 8th Annual Basic Science Internatioanal Conference* 1–8.
- Saputra, D., R. Iriana, and M. Sebayang. 2017. "Analisis Ketersediaan Sistem Pembangkit Berbasiskan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (Pltb) Dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts)." *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas*

Teknik Universitas Riau 5(1):1–8.

Vian Vebrianto. 2015. “Studi Pengembangan Serta Penyusunan Rencana Energi Dan Kelistrikan Daerah Dengan Memanfaatkan Potensi Energi Daerah Di Kabupaten Lamongan Jawa Timur.” *Studi, Bidang Sistem, Teknik Jurusan, Tenaga Elektro, Teknik Industri, Fakultas Teknologi* 1–8.

Y Ismail Nakhoda, Chorul Saleh. 2017. “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Sumbu Vertikal Lenz Portabel.” *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017 ITN Malang, 4 Pebruari 2017 ISSN* 1–8.

LAMPIRAN 1

TABEL DAFTAR CAPAIAN LUARAN

Skema Penelitian : Keilmuanss
 Nama Ketua Tim : Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc.
 Judul : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya Menerapkan Konsep Hybrid Technology Berbasis Internet of Things

1. Artikel Jurnal

No	Judul Artikel	Nama Jurnal	Status Kemajuan*)
1.	IMPLEMENTATION TECHNOLOGY WIND AND SOLAR POWER PLANT APPLYING REDUNDANT SYSTEM CONCEPT BASED ON INTERNET OF THINGS	Indonesian Journal of Science and Technolgy	Persiapan

*) Status kemajuan: Persiapan, *submitted*, *under review*, *accepted*, *published*

2. Artikel Seminar

No	Judul Artikel	Detil Konferensi (Nama, penyelenggara, tempat, tanggal)	Status Kemajuan*)
1.	Design of Power Plant Wind and Solar Power Applies the Concept of Hybrid Technology Based on the Internet of Things	EPIC 2021, Yogyakarta, 24 Agustus 2021	Presented

*) Status kemajuan: Persiapan, *submitted*, *under review*, *accepted*, *presented*

3. Kekayaan Intelektual (Paten, Hak Cipta, Paten Sederhana, Merek Dagang, dll)

No	Judul Usulan KI	Status Kemajuan*)

*) Status kemajuan: Persiapan, Terdaftar, Granted

4. Buku (ISBN)

No	Judul Buku	(Rencana) Penerbit	Status Kemajuan*)

*) Status kemajuan: Persiapan, *under review*, *published*

5. Hasil Lain berupa *Software*, Inovasi Teknologi, Business Plan, Dokumen Feasibility Study, Naskah akademik (policy brief, rekomendasi kebijakan, atau model kebijakan strategis), dll)

No	Nama Output	Detil Output	Status Kemajuan*)
1.	Inovasi Teknologi: Prototipe PLTB Vertical Axis Wind Turbine	Turbin Angin Vertical Axis Wind Turbine,	Sudah diimplementasikan
2.	Inovasi Teknologi Sistem integrasi elektrikal kontroller PLTS dan PLTB	Modul controller redundant system PLTS dan PLTB	Sudah diimplementasikan
3.	Monitoring IoT	Software dan Antarmuka	Sudah diimplementasikan

*) Status kemajuan: Cantumkan status kemajuan sesuai kondisi saat ini

6. Disertasi/Tesis/Tugas Akhir/Program Kreativitas Mahasiswa yang dihasilkan

No	Nama Mahasiswa	NRP	Judul	Status*)
1.	Rakmad Amrinsyah Badrul Alam	1051171000 0010	RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA MENERAPKAN KONSEP REDUNDANT SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS	Lulus 2021

SS

*) Status: Cantumkan lulus (*dan tahun kelulusan*) atau *in progress*

LAMPIRAN 2 BUKTI DOKUMEN LUARAN

DOI	Only the chairs (epic2021-chairs@edas.info) can edit													
Status		Accepted												
Extended abstract		However, authors cannot upload: paper status <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>971,495</td> <td>Apr 30, 2021 08:20 America/New_York</td> </tr> </tbody> </table>	Document (show)	Pages	File size	Changed		3	971,495	Apr 30, 2021 08:20 America/New_York				
Document (show)	Pages	File size	Changed											
	3	971,495	Apr 30, 2021 08:20 America/New_York											
Power Point Presentation file	Could upload until Aug 23, 2021 09:59 America/New_York	However, authors cannot upload: presentation deadline <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>9,270,518</td> <td></td> <td>Aug 15, 2021 07:34 America/New_York</td> </tr> </tbody> </table>	Document (show)	Pages	File size	Changed		9,270,518		Aug 15, 2021 07:34 America/New_York				
Document (show)	Pages	File size	Changed											
	9,270,518		Aug 15, 2021 07:34 America/New_York											
Full paper	Could upload until Jul 31, 2021 19:59 America/New_York	However, authors cannot upload: paper deadline <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> <th>Similarity rating</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>789,395</td> <td>Jun 25, 2021 08:20 America/New_York</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>pdf abstractsdiffer The abstract in the manuscript file differs from the paper meta data (98.48). (FAQ 1084)</p>	Document (show)	Pages	File size	Changed	Similarity rating		7	789,395	Jun 25, 2021 08:20 America/New_York	2		
Document (show)	Pages	File size	Changed	Similarity rating										
	7	789,395	Jun 25, 2021 08:20 America/New_York	2										
Final camera ready manuscript		Can upload 12 pages (track) until Oct 15, 2021 10:59 America/New_York <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> <th>Check format / Report problem</th> <th>Delete</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>1,196,706</td> <td>Sep 1, 2021 22:15 America/New_York</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>pdf papertitle The paper title Design of Power Plant Wind and Solar Power Applies the Concept of Hybrid Technology Based on the Internet of Things was not found in the paper. (This is only a warning and may be mistaken if the title contains special characters.) Design of Wind and Solar Power Plant Applies The Concept of Hybrid Technology Based on the Internet of Things Rakma</p> <p>pdf abstractsdiffer The abstract in the manuscript file differs from the paper meta data (39.07). (FAQ 1084)</p>	Document (show)	Pages	File size	Changed	Check format / Report problem	Delete		10	1,196,706	Sep 1, 2021 22:15 America/New_York		
Document (show)	Pages	File size	Changed	Check format / Report problem	Delete									
	10	1,196,706	Sep 1, 2021 22:15 America/New_York											
Video Presentation		Can upload any length (track) until Oct 1, 2021 10:59 America/New_York <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> <th>Check format / Report problem</th> <th>Delete</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>103,497,881 (7 min 31 sec)</td> <td>Aug 15, 2021 08:47 America/New_York</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Document (show)	Pages	File size	Changed	Check format / Report problem	Delete			103,497,881 (7 min 31 sec)	Aug 15, 2021 08:47 America/New_York		
Document (show)	Pages	File size	Changed	Check format / Report problem	Delete									
		103,497,881 (7 min 31 sec)	Aug 15, 2021 08:47 America/New_York											

IJOST QUALITY

IJoST is now at Q1 Scimago Journal Ranking



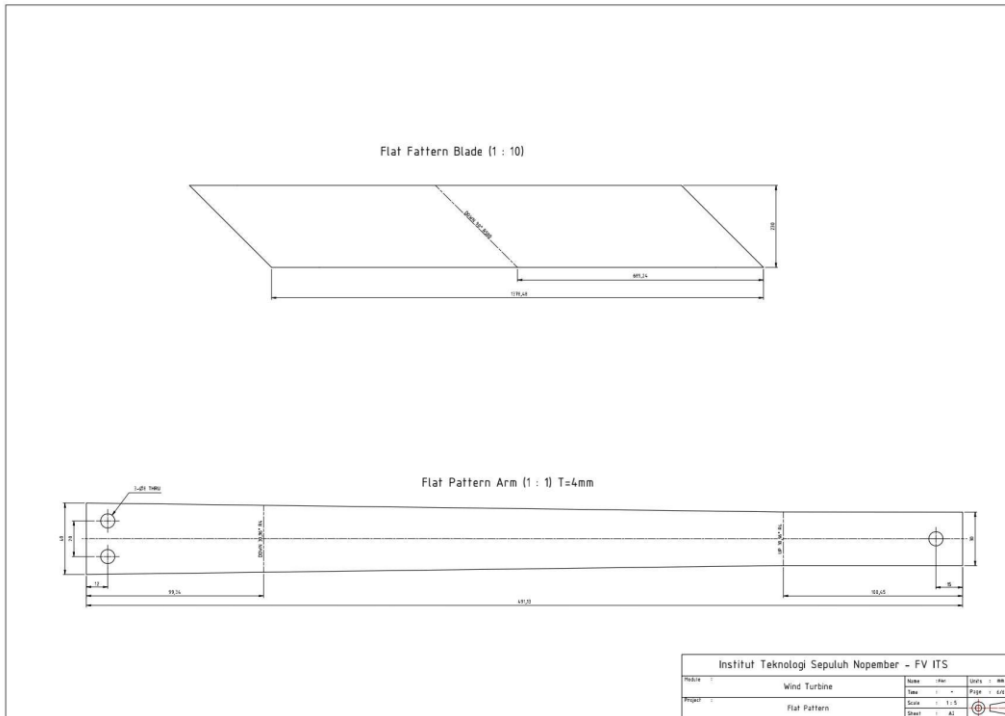
DESAIN WIND TURBINE VAWT

Wind Turbine

3D Isometric

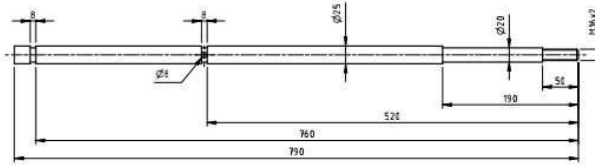
10	18	CNS 150 - A - 8,6	Washer
9	18	ISO 4032 - M8	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
8	18	ISO 4017 - M8 x 20	Hexagon head screws
7	2	DNV 112 - M8 x 20	Cylinder Head Cap Screw
6	1	Frame Box Revision	
5	3	Blade New Revision	
4	1	Flange Top	
3	1	Flange	
2	6	Arm	
1	1	Holder	

Item	Quantity	Part Name	Description
Institut Teknologi Sepuluh Nopember - FV ITS			
Module :	Wind Turbine	Name :	Fitri Units : mm
Project :	2D Assembly	Time :	- Page : 1/6
		Scale :	1 : 15
		Sheet :	A3

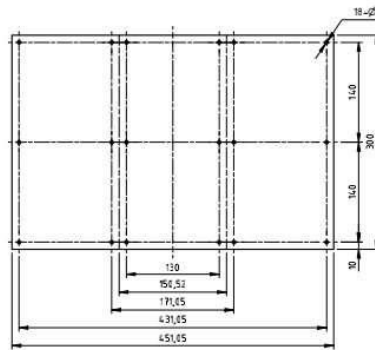


CS Dipindai dengan CamScanner

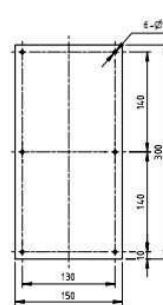
6.2 Shaft New Revision



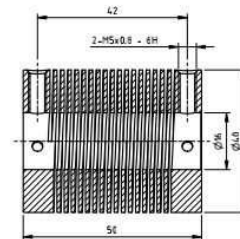
6.3 Acrylic Cover New (T=2mm)



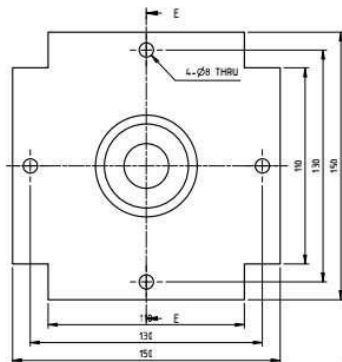
6.4 Door Cover (T=2mm)



6.5 Flexible Coupling

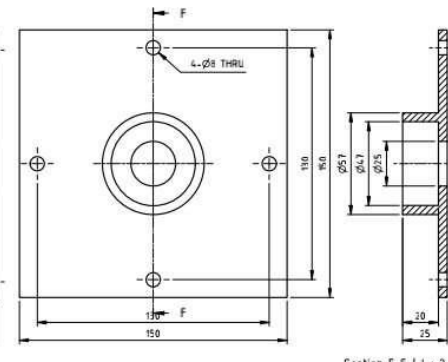


6.6 Housing Plate Bottom Revision



Section E-E [1 : 2]

6.7 Housing Plate Bottom Revision Top

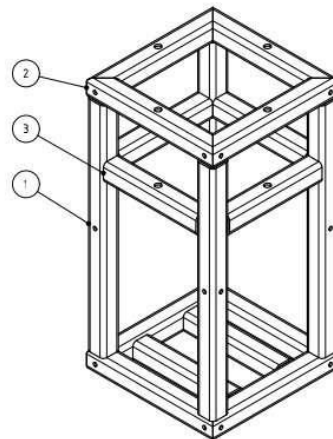
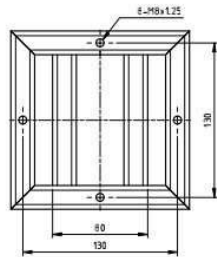


Section F-F [1 : 2]

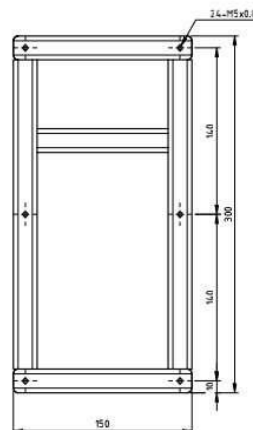
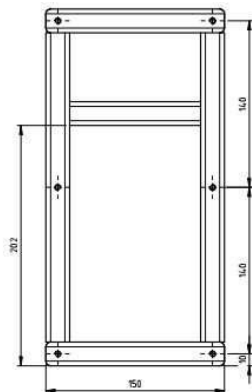
- General Notes:
1. Deburr All Sharp Edges (3x45° or R0.3)
 2. Unspecified Chamfer 1x45°
 3. Unspecified Radii Or Fillet R6
 4. General Tolerance:
 - Fundamental Tolerancing Principle ISO 8185
 - Casting = ISO 8115 - CT10
 - Machining = ISO 2768 - mK
 - Geometrical Tolerance = ISO 1101
 5. Side Angle 1°
 6. Surface Roughness $\sqrt{Ra 1.6}$

6.7	1	Housing Plate Bottom Revision Top	
6.6	1	Housing Plate Bottom Revision	
6.5	1	Flexible Coupling 5.8	
6.4	1	Door Cover New	
6.3	1	Acrylic Cover New	
6.2	1	Shaft New Revision	
Item	Quantity	Part Name	Description
Institut Teknologi Sepuluh Nopember - FV ITS			
Module :		Wind Turbine	Name : Fvri Limits : mm
Project :		Working Drawing	Time : - Page : 5/6
			Scale : 1 : 5
			Sheet : A3

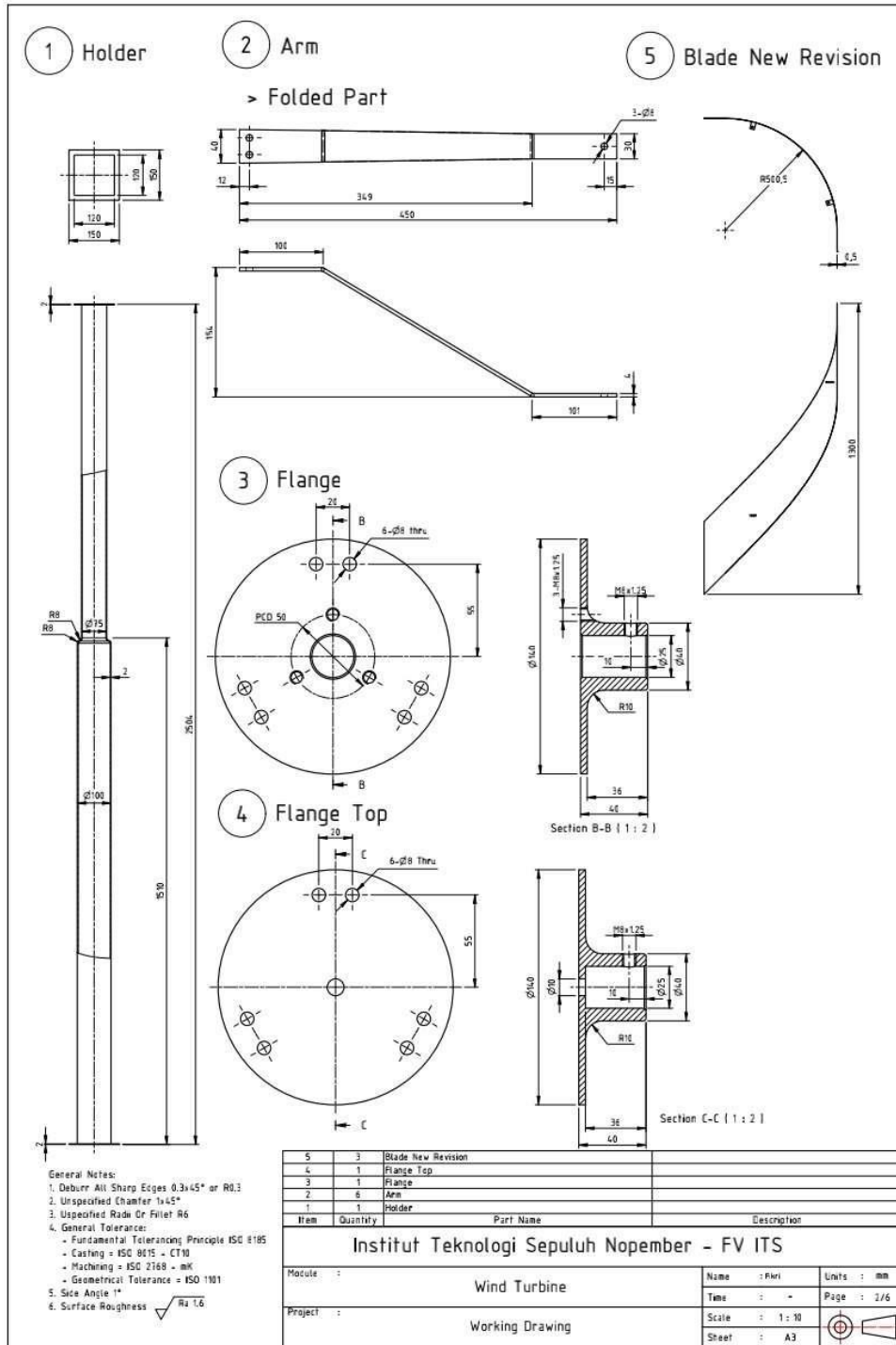
6.1 New Frame Revision



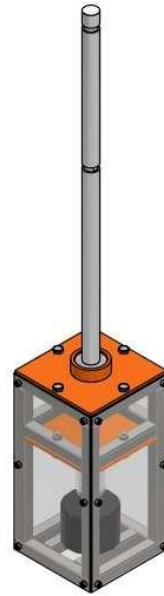
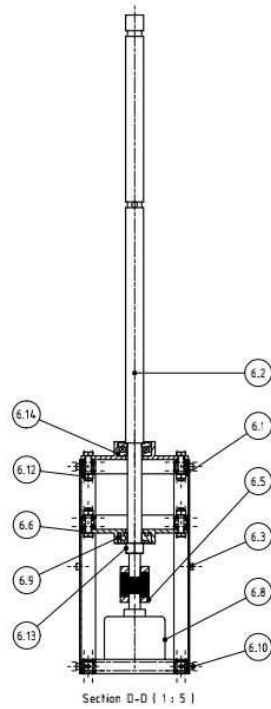
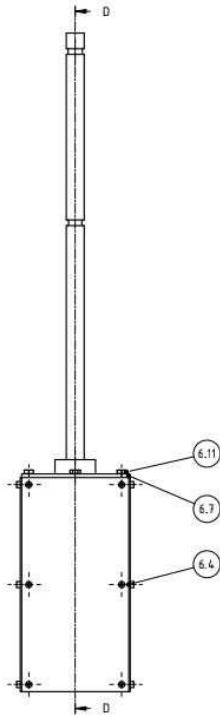
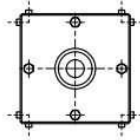
3D Isometric



3	6	ISO 4019 - 26x26x2 - 110	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
2	8	ISO 4019 - 26x26x2 - 156	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
1	4	ISO 4019 - 26x26x2 - 260	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
Item	Quantity	Part Name	Description
Institut Teknologi Sepuluh Nopember - FV ITS			
Module :		Wind Turbine	Name : Fvri Units : mm
Project :		Working Drawing	Time : - Page : 4/6
			Scale : 1 : 3
			Sheet : A3



16 Frame Box New Assy

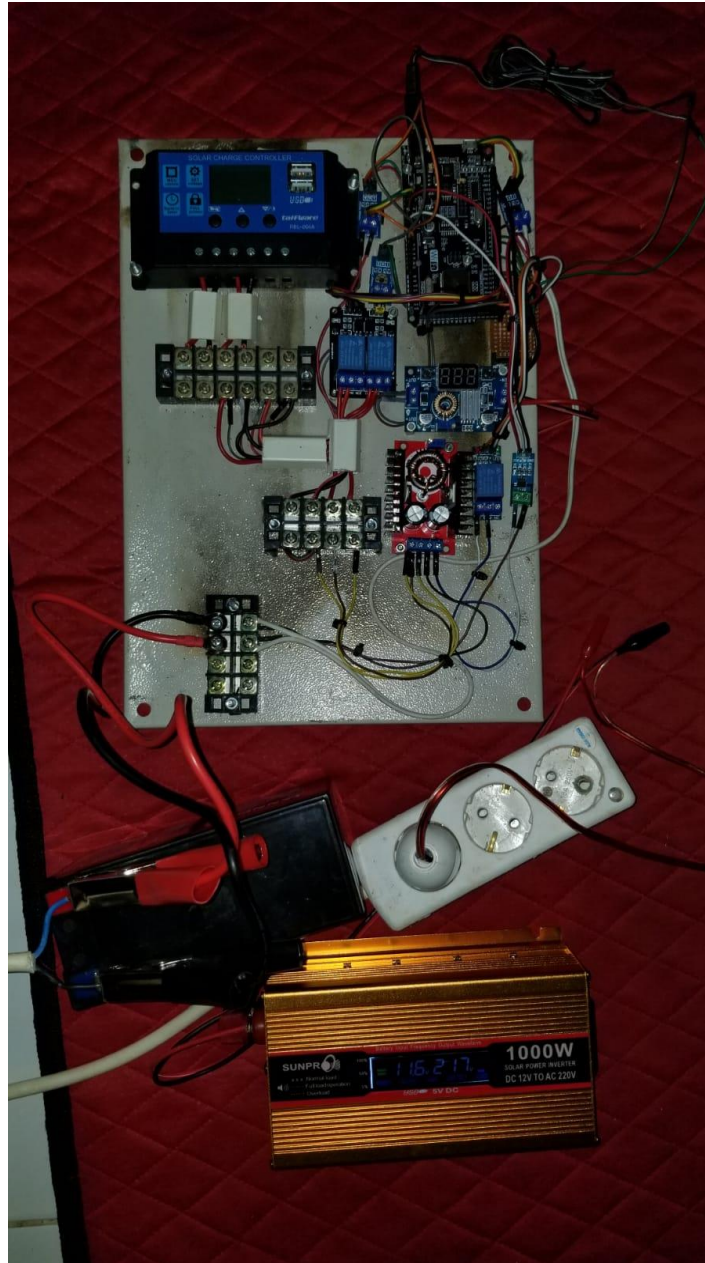


3D Isometric

6.14	1	ISO 106 - 3 13 - 20 x 47 x 18	Rolling bearing - Thrust bearing (Single Direction)
6.13	1	ISO 4032 - M16	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
6.12	8	ISO 4032 - M8	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
6.11	8	ISO 4017 - M8 x 35	Hexagon head screws
6.10	24	DN 512 - M5 x 8	Cylinder Head Cap Screw
6.9	1	BS 198 - SKF 2024	Single row ball bearings
6.8	1	Generator	
6.7	1	Housing Plate Bottom Revision Top	
6.6	1	Housing Plate Bottom Revision	
6.5	1	Flexible Couplings 2,0	
6.4	1	Door Cover New	
6.3	1	Acrylic Cover New	
6.2	1	Shaft New Revision	
6.1	1	New Frame Revision	

Item	Quantity	Part Name	Description
Institut Teknologi Sepuluh Nopember - FV ITS			
Module :	Wind Turbine		Name : FVIT
Project :	2D Assembly		Units : mm
			Time : -
			Page : 3/6
			Scale : 1 : 5
			Sheet : A3

HASIL RANCANGAN WIRING ELEKTRIK



LAPORAN KEMAJUAN

**LAPORAN KEMAJUAN
PENELITIAN KEILMUAN
DANA ITS 2021**



Judul Penelitian:

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
DAN SURYA MENERAPKAN KONSEP HYBRID TECHNOLOGY
BERBASIS INTERNET OF THINGS**

Tim Peneliti:

Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)
Rizaldy Hakim A. S., S.T., M.T. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)
Brian Raafi'u, S.ST., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)
Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T. (Jurusan Teknik/ Politeknik Negeri Jember)
Sefi Noveandra Patrialova, S.T., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)

**DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

2021

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
RINGKASAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	9
4.1. Latar Belakang.....	9
4.1. Rumusan Masalah.....	10
4.1. Tujuan.....	11
4.1. Batasan Masalah	11
BAB II HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN	11
2.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	12
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.....	12
2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	14
2.1.3 Hasil perancangan dan pengujian komponen.....	16
2.2 Perhitungan Kapasitas Aki berdasarkan sumber dari PLTS dan PLTB.....	17
BAB III STATUS LUARAN.....	18
4.1. Status Luaran	18
BAB IV KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN	19
4.1. Kendala Penelitian	19
BAB V RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA.....	21
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	22
6.1 Kesimpulan	22
6.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	25
TABEL DAFTAR CAPAIAN LUARAN	27
BUKTI DOKUMEN LUARAN	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1-1 Hasil Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.....	13
Gambar 1.1-2 Grafik pengujian <i>PMG</i>	14
Gambar 1.2-1 Panel Surya.....	15
Gambar 1.2-2 Grafik keluaran Panel	16
Gambar 1.3-1 Hasil perancangan komponen	17
Gambar 1.3-2 Pengujian Sensor Tegangan dengan sinyal <i>Generator</i>	17
Gambar 1.3-3 Grafik karakteristik statik pengukuran tegangan sensor tegangan dan alat ukur dengan nilai tetap.....	17
Gambar 1.3-4 Pengujian Sensor Arus dengan sinyal <i>Generator</i>	17
Gambar 1.3-5 Grafik pengaruh variasi arus dengan Sensor Arus ACS712	17
Gambar 1.3-6 Grafik Respon <i>Redudancy</i> PLTB dan PLTS	17
Gambar 1.3-7 Grafik Respon Sistem <i>Relay</i> sebagai <i>Safety</i>	17

DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Hasil pengujian <i>PMG</i>	13
Tabel 1-2 Tabel Potensi Energi Surya	14
Tabel 1-3 Pengambilan keluaran tegangan panel.....	15
Tabel 1-4 Hasil Pengujian nilai variasi dengan sensor tegangan.....	17
Tabel 1-5 Standar Deviasi pengukuran tegangan dengan nilai tetap 2V.....	17
Tabel 1-6 Pengujian sensor <i>ACS712</i> menggunakan nilai variasi.....	17
Tabel 1-7 Standar Deviasi Pengujian sensor <i>ACS712</i> dengan nilai tetap	17
Tabel 1-8 Pengujian <i>Redudancy</i> menggunakan <i>Relay</i>	17
Tabel 1-9 Hasil pengujian <i>Safety Charging</i> pada baterai.....	17

Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Pada penelitian ini dirancanglah sebuah *prototype* pembangkit listrik tenaga angin dan surya menerapkan konsep *redundant system* berbasis *IoT* menggunakan *Arduino Mega 2560 Built-in Wifi* sebagai pengontrol terprogram. Dari hasil analisa didapatkan tegangan yang dihasilkan oleh panel sel surya apabila pada kondisi cuaca cerah mendapatkan hasil 11,00-14,50 *Vdc*. Sedangkan dari *Permanent Magnet Generator (PMG)* dapat menghasilkan dari radius nilai putaran 37,5-150 *rpm* sebesar 3,6 – 7,71 *Vdc* sebelum diberikan *step-up*. Pada sistem *redundancy* menggunakan 2 buah *relay* dari masing-masing pembangkit yang bertugas menjaga nilai tegangan batas bawah sebesar 8 *Vdc*. Sedangkan pada sistem *Charging* digunakan 1 buah *relay* yang bertugas menjaga nilai tegangan pada kapasitas baterai sebesar 13,45 *Vdc*. Hasil performansi memiliki rata-rata *output* yang dihasilkan oleh *Photovoltaic* dan *PMG* yaitu sebesar 14,50 *Vdc* dan 9,534 *Vdc*. Sedangkan untuk nilai tegangan awal pada baterai pada dikisaran 8,39 *Vdc*. Sehingga didapatkan nilai performansi keseluruhan dari PLTS dan PLTB dalam proses *charging* adalah sebesar 80,16 *watt/h* dan proses *charging* berhenti di nilai kisaran 13,45 *Volt*.

Kata Kunci: *Renewable Energy, Solar Power, Wind Power, Wind Turbine, Karangbinangun, Lamongan, Hybrid System, IoT, Instrument, Control System, Monitoring, Sustainable Energy.*

BAB I

PENDAHULUAN

4.1.Latar Belakang

Saat ini, kebutuhan listrik di berbagai wilayah di dunia, terutama negara berkembang, masih dominan bersumber dari bahan bakar *fossil* seperti batu bara dan minyak bumi (Marlistya Citraningrum 2019). Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki sumber daya alam melimpah ruah, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi keberlangsungan hidup. Namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan alam tersebut kini semakin menipis, dan untuk mengantisipasi energi baru terbarukan (EBT) merupakan alternatif terbaik (Kementerian ESDM 2016). Sumber energi baru terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global, karena energi yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, *biofuel*, dan *geothermal* (Kementerian ESDM 2016).

Wilayah yang akan menjadi prioritas dalam pengembangan energi baru terbarukan adalah di wilayah kecamatan karangbinangun di kabupaten lamongan dengan 71 Dusun pada kecamatan tersebut. Sedangkan energi yang dapat dikembangkan adalah memanfaatkan adanya radiasi matahari beserta potensi kecetakan angin pada wilayah tersebut. Sementara potensi energi surya di jawa timur rata-rata $4,3 \text{ Kw/m}^2$ dengan total potensi energi surya per-tahun di wilayah lamongan mencapai $177,750 \text{ MW}$. Lalu potensi energi angin rata-rata di wilayah lamongan sebesar $6,058 \text{ m/s}$ dengan total per-tahunnya dapat menghasilkan $4,65 \text{ MW}$ (Vian Vebrianto 2015). Selanjutnya permasalahan yang dihadapi oleh wilayah tersebut adalah adanya krisis air bersih pada saat musim kemarau berlangsung sehingga mengakibatkan embung air yang terdapat pada kecamatan tersebut mengering. Sedangkan embung air tersebut digunakan oleh masyarakat sekitar untuk kebutuhan sehari-hari dan juga untuk pengairan wilayah pertanian di sekitar kecamatan tersebut. Sumber air yang diperoleh embung air berasal dari sungai bengawan solo. Untuk memperoleh sumber air, warga sekitar masih menggunakan pompa air yang mampu memindahkan air sungai bengawan solo ke embung air

tetapi pompa tersebut masih memanfaatkan pasokan listrik dari PLN sehingga hal tersebut juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan beban pengeluaran warga sekitar semakin meningkat (FIDHI 2020).

Dikarenakan adanya permasalahan tersebut perlu dilakukan pemanfaatan energi baru terbarukan yang dapat menjadi solusi untuk pengairan pada embung air . maka dari itu dengan adanya rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan menerapkan konsep *redundant system* berbasis sistem *IoT* yang dapat memberikan pasokan daya listrik pada rumah pompa guna agar tidak memberikan beban biaya yang lebih besar apabila menggunakan pasokan listrik dari PLN dan juga mendukung perkembangan energi baru terbarukan (EBT).

Inovasi Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang diterapkan yaitu *Control dan Monitoring* Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya menerapkan konsep *redundant system* menggunakan sistem *IoT*. *Redundant system* digunakan sebagai proses suatu sistem pada sumber energi listrik dari PLTS maupun PLTB untuk tetap berfungsi dengan normal walaupun terdapat salah satu sumber energy listrik yang tidak berfungsi untuk melakukan sistem *charging*. Pada sistem *IoT* digunakan sebagai objek atau perangkat yang terhubung ke internet untuk proses pemantauan sehingga dapat dilakukan tanpa kontak fisik antara operator dan objek atau perangkat sehingga proses pemantauan akan lebih mudah dan efisien (Raafiu and Darwito 2018). Sistem ini menggunakan sistem pengendalian *Closed-Loop* untuk mengatur sistem *output* yang dihasilkan oleh Tenaga Surya dan Tenaga Angin sehingga ketika proses *transfer energy* pada *charging battery* tidak melebihi batas yang telah diatur. Sistem ini dilengkapi dengan *monitoring system* arus dan tegangan pada baterai untuk mengukur seberapa besar listrik yang dapat diterima. Maka dari itu dengan adanya gagasan rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya menerapkan *Redundant System* berbasis *IoT* ini dapat mengatasi besarnya biaya pengeluaran listrik yang menjadi beban utama masyarakat di daerah tersebut.

4.1.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah yang diangkat dalam Penelitian Keilmuan ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengimplementasikan rancang bangun Keilmuan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan konsep *redundant system* sebagai upaya mendukung gerakan EBT ,
- b. Bagaimana mengetahui pengaruh Keilmuan Teknologi *redundant system* pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya terhadap performansi daya yang dihasilkan.

4.1.Tujuan

Adapun tujuan Penelitian Keilmuan ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengimplentasikan sistem rancang bangun *prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan konsep *redundant system* sebagai upaya mendukung gerakan EBT dengan mempertimbangkan keadaan lingkungan, teknologi dan teknik pengolahan data yang sesuai.
- b. Mengetahui pengaruh penyerapan energi listrik sehingga dapat memberikan informasi penting akan performansi daya listrik yang dihasilkan pada sistem *charging*.

4.1.Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam Penelitian Keilmuan ini adalah sebagai berikut:

- a. Skala yang digunakan hanya sebatas *prototype* dengan menggunakan sensor-sensor yang berdasarkan *variabel fisis* yang ada dalam sistem.
- b. *Platform* sistem *interface client* menggunakan *basic web development*.
- c. Yang dimaksud *Redundant System* dalam Penelitian Keilmuan ini adalah menggabungkan dua sumber energy secara parallel untuk memenuhi kebutuhan pengisian daya.

BAB II

HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

Berikut merupakan hasil dan pembahsan dari perancangan Penelitian Keilmuan *prototype* pembangkit listrik tenaga angin dan surya menerapkan konsep *redundant system* berbasis *IoT*.

2.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan sebagai sumber pembangkit listrik pada Penelitian Keilmuan ini yaitu PLTB dan PLTS yang telah dirancang pada penelitian sebelumnya. Sehingga dapat dilakukan tahap selanjutnya yaitu pengujian terhadap alat tersebut. Pengujian dari hasil perancangan bertujuan untuk mengetahui apakah peralatan yang dirancang dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Dalam hasil dari perangkat keras terdapat pembangkit listrik tenaga angin dapat digunakan untuk dilakukannya pengujian terhadap *permanent magnet generator (PMG)* yang digunakan. Adapun hasil dari pembangkit listrik tenaga angin dapat dilihat pada gambar 4.1.1-1

Lalu berdasarkan pendekatan potensi *aplikatif*, perhitungan potensi energi angin dinyatakan dalam persamaan 4.1-1:

$$P_a = C \times 0,5 \times \zeta \times V^3 \times \frac{8 \times 365}{1000} \times \frac{LDP \times \frac{P}{100}}{at} \times A_t \quad (1-1)$$

$$P_a = 27/16 \times 0,5 \times 1,18 \times 5^3 \text{ m/detik} \times \frac{8 \times 365}{1000} \times \frac{150 \times \frac{80}{100}}{50} \times 100$$

$$P_a = 52.330 \text{ kWh/Tahun}$$

dengan :

P_a = Potensi Energi Angin dalam kWh/tahun

LDP = Luas (Daerah Potensi)

P = *Presentase* luas DP yang dipergunakan untuk energi angin.

A_L = Luas tangkapan angin dalam m^2

ζ = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$

D = *Diameter rotor blade*

A_t = Luas lahan yang dibutuhkan untuk 1 (satu) turbin angin dalam m^2



Gambar 1.1-1 Hasil Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Gambar 4.1.1-1 merupakan hasil rancangan PLTB dengan menggunakan komponen *Permanent Magnet Generator*. pada pengujian generator *PMG* dengan menggunakan motor *dc* tanpa beban dilakukan untuk mengetahui hasil tegangan keluaran yang dihasilkan oleh putaran generator dengan kecepatan putaran motor *dc* yang berbeda dengan harapan dapat diketahui nilai tegangan maksimal yang dihasilkan.

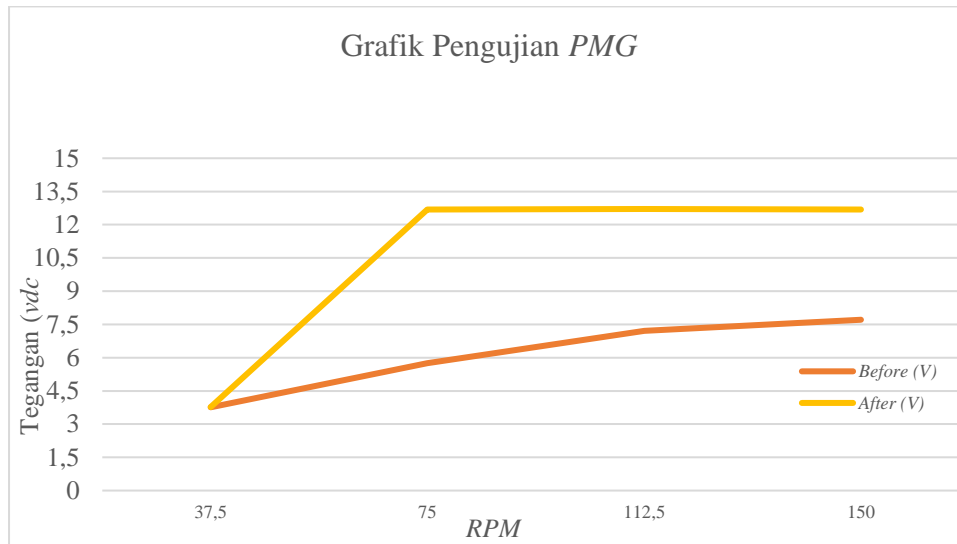
Pengujian yang dilakukan adalah pengujian variasi kecepatan putaran dengan besaran *37.5 RPM*, *75 RPM*, *112.5 RPM*, *150 RPM* dan diukur dengan menggunakan *tachometer* sebagai pengukur kecepatan putaran pada generator. Adapun hasil dari pengujian pada adalah sebagai berikut:

Tabel 1-1 Hasil pengujian *PMG*

No	Kecepatan Putaran Generator (RPM)	Output generator before Step-up (Vdc) Before (V)
1	37.5	3.76
2	75	5.75
3	112.5	7.21
4	150	7.71

Hasil yang didapatkan pada tabel 4.1.-1 dari hasil pengujian *PMG* nilai tegangan yang dihasilkan oleh kecepatan putaran (*RPM*) rendah adalah sebesar 3.76 *Vdc* sedangkan nilai tegangan yang dihasilkan oleh kecepatan putaran (*RPM*) tinggi

yaitu sebesar 150 RPM menghasilkan 7.71Vdc. Nilai tegangan tersebut dihasilkan sebelum diberi modul *Step-up* yang berfungsi untuk menstabilkan nilai tegangan. Berikut dibawah ini hasil grafik pengujian PMG adalah sebagai berikut:



Gambar 1.1-2 Grafik pengujian PMG

Dari hasil gambar 4.1.1-2 Grafik pengujian PMG dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan putaran yang dihasilkan oleh generator maka semakin tinggi pula nilai tegangan yang dihasilkan. Untuk mencapai nilai yang maksimal perlu menggunakan rangkaian modul *step-up* sehingga nilai yang dihasilkan oleh generator dapat stabil dan maksimal.

2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Hasil pembangkit listrik tenaga surya dapat diselesaikan dari desain perancangan dapat dilihat pada gambar 4.1.2-1 .Selain itu untuk perhitungan analisis potensi energi surya berdasarkan persamaan 4.1.2-1 adalah sebagai berikut:

$$\text{Total Potensi Energi Surya} = \frac{\text{Energi Surya Per Tahun (Kwh)}}{365 \times 24} \times 10 \quad (1-2)$$

Tabel 1-2 Tabel Potensi Energi Surya

Energi Surya per Tahun (Kwh)	177,750,000
Total Potensi Energi Surya di Kabupaten Lamongan (watt)	20,291,095.90
Total Potensi Energi Surya tahun 2020-2030	202,910,959

Total potensi energi surya yang dibangkitkan di Kabupaten Lamongan hingga tahun 2030 didapatkan total sebesar 202,910,959 watt.



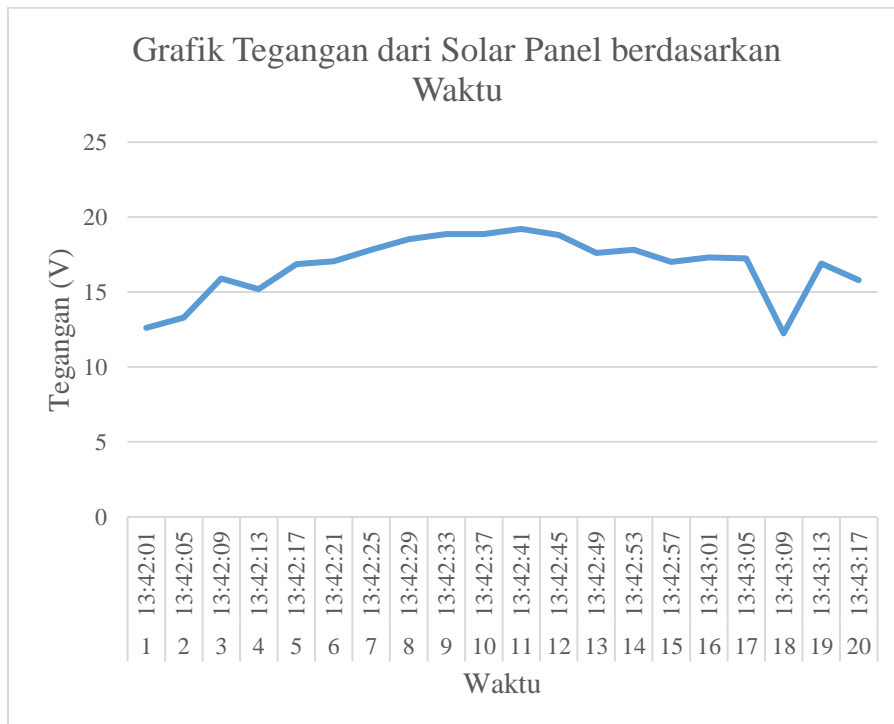
Gambar 1.2-1 Panel Surya

Berikut merupakan hasil uji tegangan yang dihasilkan dari *prototype* pembangkit listrik tenaga surya adalah sebagai berikut:

Tabel 1-3 Pengambilan keluaran tegangan panel

No	Waktu	Tegangan (vdc)
1	13:42:01	12.6
2	13:42:05	13.3
3	13:42:09	15.9
4	13:42:13	15.2
5	13:42:17	16.85
6	13:42:21	17.06
7	13:42:25	17.81
8	13:42:29	18.52
9	13:42:33	18.86
10	13:42:37	18.87
11	13:42:41	19.21
12	13:42:45	18.8
13	13:42:49	17.61
14	13:42:53	17.82
15	13:42:57	17.01
16	13:43:01	17.3
17	13:43:05	17.25
18	13:43:09	12.24
19	13:43:13	16.9
20	13:43:17	15.8

Setelah melakukan pengujian solar panel, dapat diketahui nilai tegangan yang dihasilkan pada tabel 4.1.2-2. Nilai tegangan yang dihasilkan oleh solar panel didapatkan berdasarkan waktu yaitu pada jam 13.42 – 13.43.

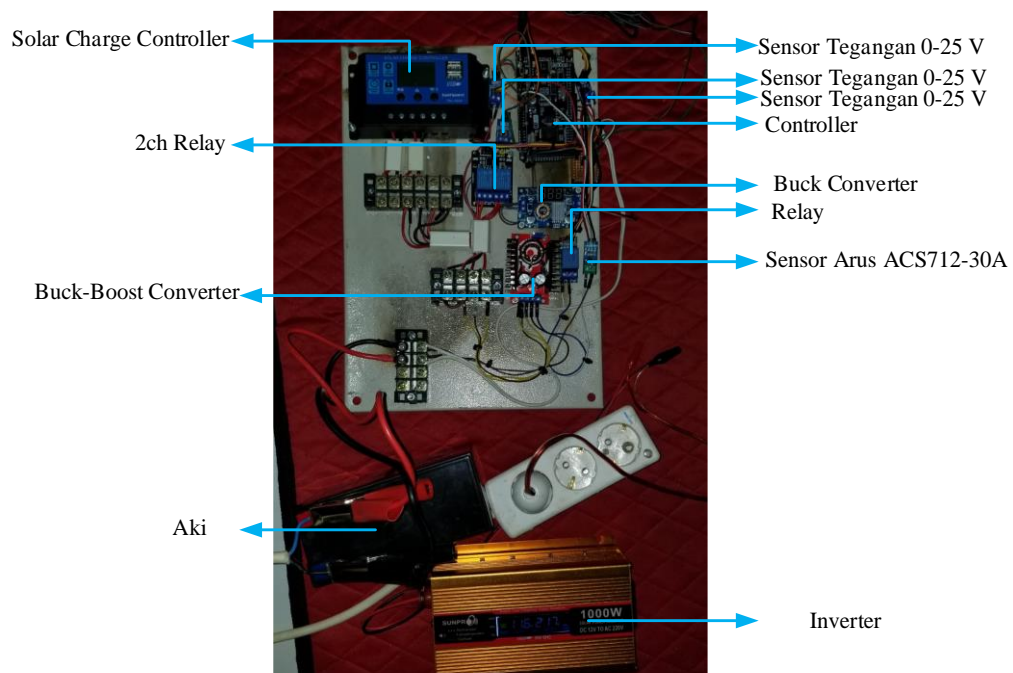


Gambar 1.2-2 Grafik keluaran Panel

Pada gambar 4.1.2-2 dapat diketahui hasil nilai keluaran panel surya pada kisaran waktu siang hari dan didapatkan nilai keluaran di kisaran 12,6 – 19,21. Dari hasil tersebut dapat diketahui semakin lama solar panel menerima radiasi matahari maka semakin besar nilai yang dihasilkan.

2.1.3 Hasil perancangan dan pengujian komponen

Hasil rancangan perangkat komponen yang terdiri dari *Arduino mega 2560 built-in Wifi connected* menggunakan *ESP8266*, sensor *ACS712*, sensor *Voltage 0-25v*, modul *relay 2ch*, *Boost Converter*, modul *relay 1ch*, aki, *solar charge controller*, dan *inverter*. Berdasarkan komponen-komponen tersebut telah dirancang dan dapat dilihat hasil perancangan komponen pada gambar 4.1.3-1 dibawah ini:



Gambar 1.3-1 Hasil perancangan komponen

Setelah dilakukan hasil rancangan komponen selanjutnya membahas tentang pengujian serta pembahasan agar dapat diketahui bagaimana kinerja dari keseluruhan sistem maupun kinerja masing – masing bagian. Dari hasil pengujian tersebut akan dijadikan dasar untuk menentukan kesimpulan serta *point – point* kekurangan yang harus segera diperbaiki agar kinerja keseluruhan sistem dapat sesuai dengan perencanaan dan perancangan yang telah dibuat.

2.1.3.1 Hasil pengujian Sensor Tegangan

2.1.3.2 Hasil pengujian Sensor Arus ACS712 30A

2.1.3.3 Hasil pengujian *relay* untuk PLTB, PLTS dan sebagai *Safety*

Charging pada Baterai.

2.2 Perhitungan Kapasitas Aki berdasarkan sumber dari PLTS dan PLTB

Untuk mengetahui berapa banyak energi yang dapat disimpan, perlu dilakukan konversi nilai *Ampere/Hour(Ah)* menjadi *Watt/Hour(Wh)* sehingga dapat dilakukan perhitungan total kapasitas baterai yang dibutuhkan. Karena tidak dituliskan efisiensi generator pada data spesifikasi maka diasumsikan efisiensi generator sebesar 30% dari daya maksimal sehingga besar daya listrik yang dapat dihasilkan oleh generator adalah sebagai berikut :

$$P_e = \phi \text{ Generator} \times p \text{ generator} \quad (2-1)$$

$$P_e = 0,3 \times 350 \text{ Watt} = 105 \text{ Wh}$$

Sedangkan untuk efisiensi dari Solar Panel $200W_p$ adalah sebagai berikut :

$$\eta = \frac{p_{\max}}{I \times A} \quad (2-2)$$

$$\eta = \frac{200}{200 \times 1,218} \times 100\%$$

$$\eta = 82,1\% / 200W_p$$

$$\eta = 164,2 \text{ Wh}$$

Sehingga total yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS adalah $105 \text{ Watt} + 164,2 \text{ Watt} = 264,2 \text{ Wh}$. Setelah diketahui berapa total kapasitas sumber maka dapat dirumuskan berapa besaran kapasitas baterai aki 12v yang sesuai dari kapasitas *source* adalah sebagai berikut:

$$\text{Total Source} = V \times I$$

$$264,2 = 12V \times I$$

$$264,2 / 12 = I$$

$$22,0 \text{ Ah} = I$$

Maka dapat disimpulkan bahwa spesifikasi utama untuk kebutuhan baterai adalah $12V \ 22Ah$.

BAB III

STATUS LUARAN

4.1. Status Luaran

Relevansi dari penelitian ini dapat ditinjau dari tiga aspek sebagai berikut:

1. Tema penelitian yang diusulkan ini terkait erat dengan kebutuhan akan energi baru terbarukan. *Monitoring* dengan konsep IoT yang diterapkan diharapkan menyelesaikan permasalahan pengukuran dan akuisisi data dari sistem PLTS dan PLTB.
2. Tema penelitian yang diusulkan ini juga sejalan dengan tema unggulan IPTEK yang diusung oleh (PUI) di ITS, yaitu Pusat Unggulan IPTEK Mekatronika dan Otomasi Industri, dimana salah satu temanya adalah terkait dengan *Instrumentation to Digital (Energy Consumption and Data logging)*

Penelitian ini dapat meningkatkan keunggulan aktivitas yang dilakukan dalam subtema penelitian *Instrumentation to Digital*, serta dapat berkontribusi luaran yang bermanfaat bagi perkembangan teknologi *Internet of Things* dan *AI Development*. **Status luaran** yang sudah didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Teknologi Tepat Guna Prototip (purwarupa) antara lain sebagai berikut:
 - a. Prototipe PLTB Vertical Axis Wind Turbine,
 - b. PLTS, Kontrol Electrical dan
 - c. Perangkat lunak interface sistem *smart monitoring*, yang telah diidentifikasi untuk dapat digunakan pada kajian *Instrumentation to Digital*. Serta studi eksploratif terkait *Energy Consumption* dan *Data Logging* (Telah Diuji dan Selesai).
2. Publikasi Internasional → Seminar Internasional (SCOPUS) EPIC 2021.
3. Draft Jurnal Internasional Q1
4. Penelitian Mahasiswa Tugas Akhir 2021

BAB IV

KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Kendala Penelitian

Adapun kendala penelitian yang dihadapi dalam pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- Sisi Luaran Perangkat Keras
 - Desain Mekanik Turbin Angin. Tim peneliti melakukan berbagai rekayasa engineering untuk merancang bangun Turbin Angin dengan konsep Vertical Axis Wind Turbine.
 - Pengujian sistem menggunakan PV dengan pencahayaan yang terik menghasilkan penghematan energi listrik berkisar 350w.
- Sisi Luaran Perangkat Lunak

- Loading antarmuka sistem web server ketika dibuka pada browser smartphone memiliki delay yang lebih lama dibanding pada personal computer.
- Sisi Luaran Draft Jurnal Q1
 - Mempelajari regulasi discontinou SCOPUS.
 - Mempersiapkan draft jurnal dengan data penelitian yang telah ada.

BAB V

RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA

Program Penelitian Keilmuan ini diharapkan adanya keberlanjutan dari sisi teknologi, ekonomi dan sosial. Keberlanjutan sisi teknologi Vertical Axis Wind Turbine, PLTS, smart monitoring ini diharapkan dapat terus digunakan dan dimanfaatkan pada skala pasar teknologi EBT dan ditingkatkan dalam produksi komersial. Keberlanjutan sisi sosial Program Penelitian Keilmuan ini meningkatkan wawasan dan akan berlanjut dalam program menciptakan kemudahan teknologi EBT. Keberlanjutan sisi ekonomi memanfaatkan teknologi modern dalam negeri dengan harga pasar yang terjangkau. Keberlanjutan ini tidak lepas dari keterkaitan pihak Departemen Teknik Instrumentasi dan Departemen Teknik Mesin Industri sebagai fasilitator untuk membuat teknologi ini. Dengan harapan teknologi yang dibuat dapat terus digunakan dan dimanfaatkan dengan kategori penelitian level ke-4, yaitu teknologi yang dapat langsung digunakan oleh masyarakat umum.

Rencana selanjutnya dalam program penelitian keilmuaan ini terdiri dari

- Jurnal Internasional dengan index Q1 Scopus.
- Pengajuan Paten HKI untuk teknologi Vertical Axis Wind Turbine.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari pengerjaan Penelitian Keilmuan perancangan prototype PLTB dan PLTS menerapkan hybrid technology berbasis IoT adalah sebagai berikut:

- a. Telah dirancang bangun sebuah Keilmuan sistem rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan konsep *redundant system* menggunakan *system control* yang telah di program dengan *Arduino Mega 2560 built-in wifi esp8266* yang berfungsi sebagai kontrol dan beberapa bagian komponen elektronika yaitu driver relay, sensor tegangan, sensor arus.
- b. Performansi daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga angin dan surya yang di kontrol menggunakan *Arduino Mega 2560* mampu melakukan sistem *charging* pada aki secara otomatis dan dapat disimpulkan sebagai berikut:
 - Tegangan yang dihasilkan oleh panel sel surya apabila pada kondisi cuaca cerah mendapatkan hasil 11-14,50 *Vdc*. Sedangkan dari *PMG* dari *radius* nilai putaran 37,5-150 *rpm* dapat menghasilkan keluaran sebesar 3,6 – 7,71 *Vdc* sebelum diberikan *step-up*. Sedangkan apabila telah diberi rangkaian *step-up* dapat menghasilkan keluaran sebesar 9,53 - 12,44 *Vdc* dan nilai arus pada proses *charging* rata-rata sebesar 3,33 *Ah* maka nilai performansi yang dapat dihasilkan adalah 80,16 *Watt/h*.
 - Pada sistem *redundancy* digunakan pada pengendalian menggunakan aktuator berupa *relay* yang dimana *controller* akan memberikan nilai *set-point* nilai tegangan batas bawah yaitu sebesar 8 *Vdc* dari masing-masing sumber, sehingga apabila dari salah satu sumber tidak memenuhi *set-point* yang diinginkan maka *relay* akan otomatis memutus aliran tersebut.
 - Sedangkan untuk pada sistem *charging* dilakukan menggunakan integrasi secara otomatis antara *controller* dengan modul *relay* yang

dimana *controller* akan memberikan *set-point* nilai tegangan batas atas yaitu 13.45 *Vdc* sehingga apabila dari hasil pengukuran menggunakan sensor tegangan 0-25 *Vdc* melewati batas maksimal maka *relay* akan melakukan aksi untuk memutus tegangan tersebut sehingga sistem *charging* dalam kondisi *Off*.

- Berdasarkan hasil perhitungan potensi dari energy surya dan energy angin. Potensi energi angin di wilayah lamongan dapat mencapai 52.330 *kWh/Tahun* sedangkan energi surya pada mulai tahun 2020 - 2030 didapatkan total sebesar 202,910,959 *watt*. Sehingga PLTS dan PLTB dapat digunakan sebagai solusi teknologi alternatif yang dapat diaplikasikan di wilayah tersebut.

6.2 Saran

Adapun saran yang didapatkan dari pengerjaan Penelitian Keilmuan perancangan prototype PLTB dan PLTS menerapkan hybrid technology berbasis IoT adalah sebagai berikut:

- a. Teknologi ini dapat dikembangkan dalam Penelitian Keilmuan berikutnya dengan dapat diperbarui kecanggihan komponen seperti pengukuran *power* daya yang dihasilkan dan diberi sistem *monitoring* estimasi pengeluaran yang dapat dihemat apabila menggunakan sumber energi baru terbarukan.
- b. Sistem *monitoring* dapat dikembangkan dan diperbarui dengan menggunakan sistem *GUI* sehingga dapat mendapatkan kinerja sistem dengan teknologi terbarukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Almuhtarom, Almuhtarom, and Priyo Sasmoko. 2015. "Perancangan Supervisory Control and Data Acquisition (Scada) Menggunakan Software Cx-Supervisor 3.1 Pada Simulasi Sistem Listrik Redundant Berbasis Programmable Logic Controller (Plc) Omron Cp1E Na-20-Dra." *Gema Teknologi* 18(2):88–94.
- Ar, Rois, N. Gunawan, Ir Chayun B, and M. Sc. 2013. "Analisa Performansi Dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Tuban Jawa Timur." *Teknik Pomits* 1–8.
- Bachtiar, Antonov. Wahyudi Hayattul. 2018. "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras." *Jurnal Teknik Elektro ITP* 7(1):34–45.
- Efendi, Yoyon. 2018. "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile." *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer* 4(2):21–27.
- FIDHI, ASNAN. 2020. "Karangbinangun Kekurangan Air Bersih 10." *Kekurangan, Karangbinangun Bersih, Air*, 1–2.
- Imron, A., T. Andromeda, and ... 2018. "Perancangan Akuisisi Data Pada Panel Rtu Pt. Pln (Persero) Berplatform Android." *Transient: Jurnal Ilmiah*
- Kementerian ESDM. 2016. "Jurnal Energi." *Energi*.
- Manggala, Purwa. 2020. *STUDI EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS SUBSIDI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN PANEL UNTUK MASYARAKAT INDONESIA Disusun Oleh.*
- Marlistya Citraningrum. 2019. *Energi Kita*.
- Raafiu, Brian, and Purwadi Agus Darwito. 2018. "Smart Monitoring of Solar Panel System in Saving of the Electrical Power with Internet of Things." *The 8th Annual Basic Science Internatioanal Conference* 1–8.
- Saputra, D., R. Iriana, and M. Sebayang. 2017. "Analisis Ketersediaan Sistem Pembangkit Berbasiskan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (Pltb) Dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts)." *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas*

Teknik Universitas Riau 5(1):1–8.

Vian Vebrianto. 2015. “Studi Pengembangan Serta Penyusunan Rencana Energi Dan Kelistrikan Daerah Dengan Memanfaatkan Potensi Energi Daerah Di Kabupaten Lamongan Jawa Timur.” *Studi, Bidang Sistem, Teknik Jurusan, Tenaga Elektro, Teknik Industri, Fakultas Teknologi* 1–8.

Y Ismail Nakhoda, Chorul Saleh. 2017. “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Sumbu Vertikal Lenz Portabel.” *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017 ITN Malang, 4 Pebruari 2017 ISSN* 1–8.

TABEL DAFTAR CAPAIAN LUARAN

Skema Penelitian : Keilmuanss
 Nama Ketua Tim : Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc.
 Judul : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya Menerapkan Konsep Hybrid Technology Berbasis Internet of Things

1. Artikel Jurnal

No	Judul Artikel	Nama Jurnal	Status Kemajuan*)
1.	IMPLEMENTATION TECHNOLOGY WIND AND SOLAR POWER PLANT APPLYING REDUNDANT SYSTEM CONCEPT BASED ON INTERNET OF THINGS	Indonesian Journal of Science and Technolgy	Persiapan

*) Status kemajuan: Persiapan, *submitted, under review, accepted, published*

2. Artikel Seminar

No	Judul Artikel	Detil Konferensi (Nama, penyelenggara, tempat, tanggal)	Status Kemajuan*)
1.	Design of Power Plant Wind and Solar Power Applies the Concept of Hybrid Technology Based on the Internet of Things	EPIC 2021, Yogyakarta, 24 Agustus 2021	Presented

*) Status kemajuan: Persiapan, *submitted, under review, accepted, presented*

3. Kekayaan Intelektual (Paten, Hak Cipta, Paten Sederhana, Merek Dagang, dll)

No	Judul Usulan KI	Status Kemajuan*)

*) Status kemajuan: Persiapan, Terdaftar, Granted

4. Buku (ISBN)

No	Judul Buku	(Rencana) Penerbit	Status Kemajuan*)

*) Status kemajuan: Persiapan, *under review*, *published*

5. Hasil Lain berupa *Software*, Inovasi Teknologi, Business Plan, Dokumen Feasibility Study, Naskah akademik (policy brief, rekomendasi kebijakan, atau model kebijakan strategis), dll)

No	Nama Output	Detil Output	Status Kemajuan*)
1.	Inovasi Teknologi: Prototipe PLTB Vertical Axis Wind Turbine	Turbin Angin Vertical Axis Wind Turbine,	Sudah diimplementasikan
2.	Inovasi Teknologi Sistem integrasi elektrikal kontroller PLTS dan PLTB	Modul controller redundant system PLTS dan PLTB	Sudah diimplementasikan
3.	Monitoring IoT	Software dan Antarmuka	Sudah diimplementasikan

*) Status kemajuan: Cantumkan status kemajuan sesuai kondisi saat ini

6. Disertasi/Tesis/Tugas Akhir/Program Kreativitas Mahasiswa yang dihasilkan

No	Nama Mahasiswa	NRP	Judul	Status*)
1.	Rakmad Amrinsyah Badrul Alam	1051171000 0010	RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA MENERAPKAN KONSEP REDUNDANT SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS	Lulus 2021

SS

*) Status: Cantumkan lulus (*dan tahun kelulusan*) atau *in progress*

BUKTI DOKUMEN LUARAN

DOI	Only the chairs (epic2021-chairs@edas.info) can edit													
Status		Accepted												
Extended abstract		However, authors cannot upload: paper status <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>971,495</td> <td>Apr 30, 2021 08:20 America/New_York</td> </tr> </tbody> </table>	Document (show)	Pages	File size	Changed		3	971,495	Apr 30, 2021 08:20 America/New_York				
Document (show)	Pages	File size	Changed											
	3	971,495	Apr 30, 2021 08:20 America/New_York											
Power Point Presentation file	Could upload until Aug 23, 2021 09:59 America/New_York	However, authors cannot upload: presentation deadline <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>9,270,518</td> <td>Aug 15, 2021 07:34 America/New_York</td> </tr> </tbody> </table>	Document (show)	Pages	File size	Changed		9,270,518	Aug 15, 2021 07:34 America/New_York					
Document (show)	Pages	File size	Changed											
	9,270,518	Aug 15, 2021 07:34 America/New_York												
Full paper	Could upload until Jul 31, 2021 19:59 America/New_York	However, authors cannot upload: paper deadline <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> <th>Similarity rating</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>789,395</td> <td>Jun 25, 2021 08:20 America/New_York</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>pdf abstractsdiffer The abstract in the manuscript file differs from the paper meta data (98.48). (FAQ 1084)</p>	Document (show)	Pages	File size	Changed	Similarity rating		7	789,395	Jun 25, 2021 08:20 America/New_York	2		
Document (show)	Pages	File size	Changed	Similarity rating										
	7	789,395	Jun 25, 2021 08:20 America/New_York	2										
Final camera ready manuscript		Can upload 12 pages (track) until Oct 15, 2021 10:59 America/New_York <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> <th>Check format / Report problem</th> <th>Delete</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>1,196,706</td> <td>Sep 1, 2021 22:15 America/New_York</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>pdf papertitle The paper title <i>Design of Power Plant Wind and Solar Power Applies the Concept of Hybrid Technology Based on the Internet of Things</i> was not found in the paper. (This is only a warning and may be mistaken if the title contains special characters.) Design of Wind and Solar Power Plant Applies The Concept of Hybrid Technology Based on the Internet of Things Rakma</p> <p>pdf abstractsdiffer The abstract in the manuscript file differs from the paper meta data (39.07). (FAQ 1084)</p>	Document (show)	Pages	File size	Changed	Check format / Report problem	Delete		10	1,196,706	Sep 1, 2021 22:15 America/New_York		
Document (show)	Pages	File size	Changed	Check format / Report problem	Delete									
	10	1,196,706	Sep 1, 2021 22:15 America/New_York											
Video Presentation		Can upload any length (track) until Oct 1, 2021 10:59 America/New_York <table border="1"> <thead> <tr> <th>Document (show)</th> <th>Pages</th> <th>File size</th> <th>Changed</th> <th>Check format / Report problem</th> <th>Delete</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>103,497,881</td> <td>Aug 15, 2021 08:47 America/New_York</td> <td>7 min 31 sec</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Document (show)	Pages	File size	Changed	Check format / Report problem	Delete		103,497,881	Aug 15, 2021 08:47 America/New_York	7 min 31 sec		
Document (show)	Pages	File size	Changed	Check format / Report problem	Delete									
	103,497,881	Aug 15, 2021 08:47 America/New_York	7 min 31 sec											

IJOST QUALITY

IJoST is now at Q1 Scimago Journal Ranking



DESAIN WIND TURBINE VAWT

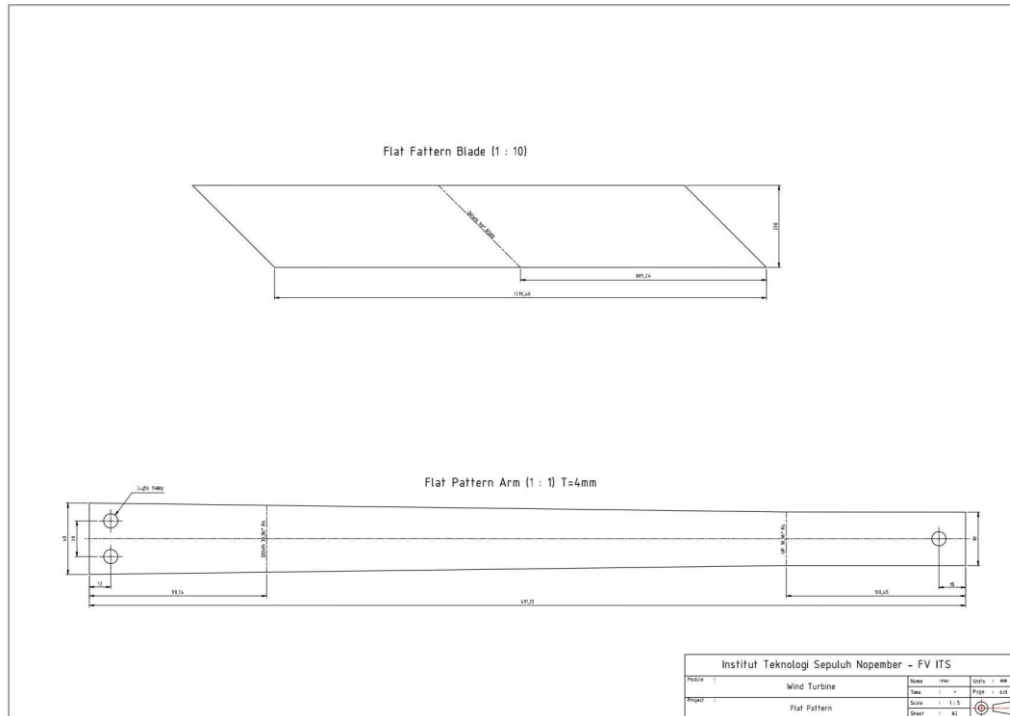
Wind Turbine

3D Isometric

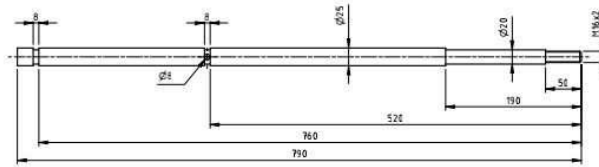
10	18	CNS 150 - A - 8,4	Washer
9	18	ISO 4032 - M8	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
8	18	ISO 4017 - M8 x 20	Hexagon head screws
7	2	DN 112 - M8 x 20	Cylinder Head Cap Screw
6	1	Frame Box Revision	
5	3	Blade New Revision	
4	1	Flange Top	
3	1	Flange	
2	6	Arm	
1	1	Holder	

Institut Teknologi Sepuluh Nopember - FV ITS			
Module :	Wind Turbine	Name :	Fkri
Project :	2D Assembly	Time :	-
		Scale :	1 : 15
		Sheet :	A3

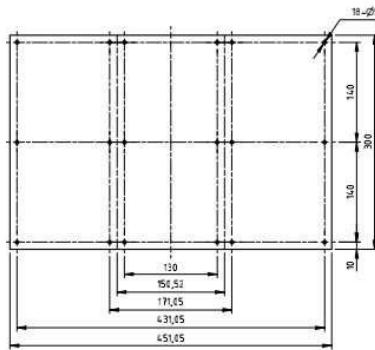
Units : mm
Page : 1/6



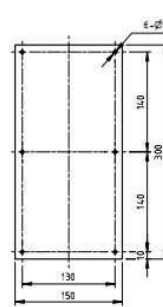
6.2 Shaft New Revision



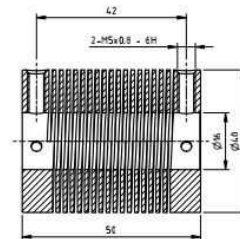
6.3 Acrilyc Cover New (T=2mm)



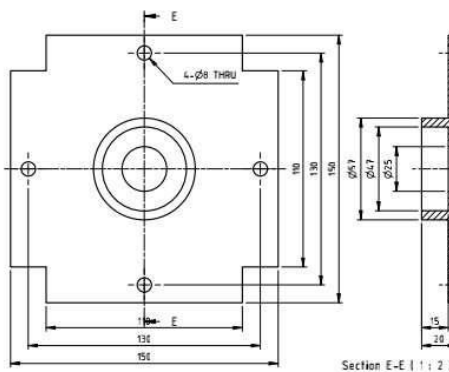
6.4 Door Cover (T=2mm)



6.5 Flexible Coupling

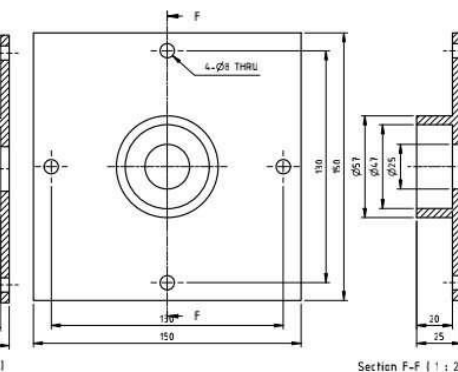


6.6 Housing Plate Bottom Revision



Section E-E (1:2)

6.7 Housing Plate Botoom Revision Top



Section F-F (1:2)

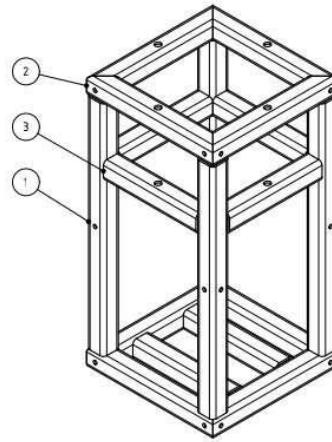
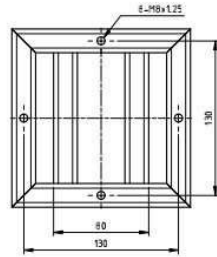
- General Notes:
 1. Deburr All Sharp Edges (3x45° or R0.3
 2. Unspecified Chamfer 1x45°
 3. Unspecified Radii Or Fillet R6
 4. General Tolerance:
 - Fundamental Tolerancing Principle ISO 8185
 - Casting = ISO 8115 - CT10
 - Machining = ISO 2768 - mK
 - Geometrical Tolerance = ISO 1101
 5. Side Angle 1°
 6. Surface Roughness $\sqrt{Ra 1.6}$

Item	Quantity	Part Name	Description
6.7	1	Housing Plate Bottom Revision Top	
6.6	1	Housing Plate Bottom Revision	
6.5	1	Flexible Coupling 5,5	
6.4	1	Door Cover New	
6.3	1	Acrylic Cover New	
6.2	1	Shaft New Revision	

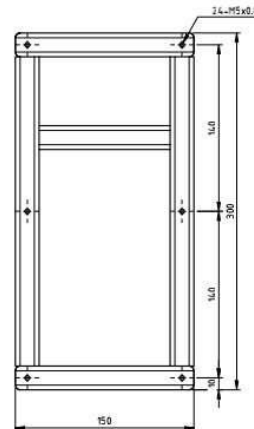
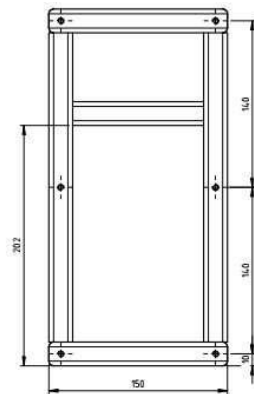
Institut Teknologi Sepuluh Nopember - FV ITS

Module :	Wind Turbine	Name :	Fari	Units :	mm
Project :	Working Drawing	Time :	-	Page :	5/6
		Scale :	1:5		
		Sheet :	A3		

6.1 New Frame Revision

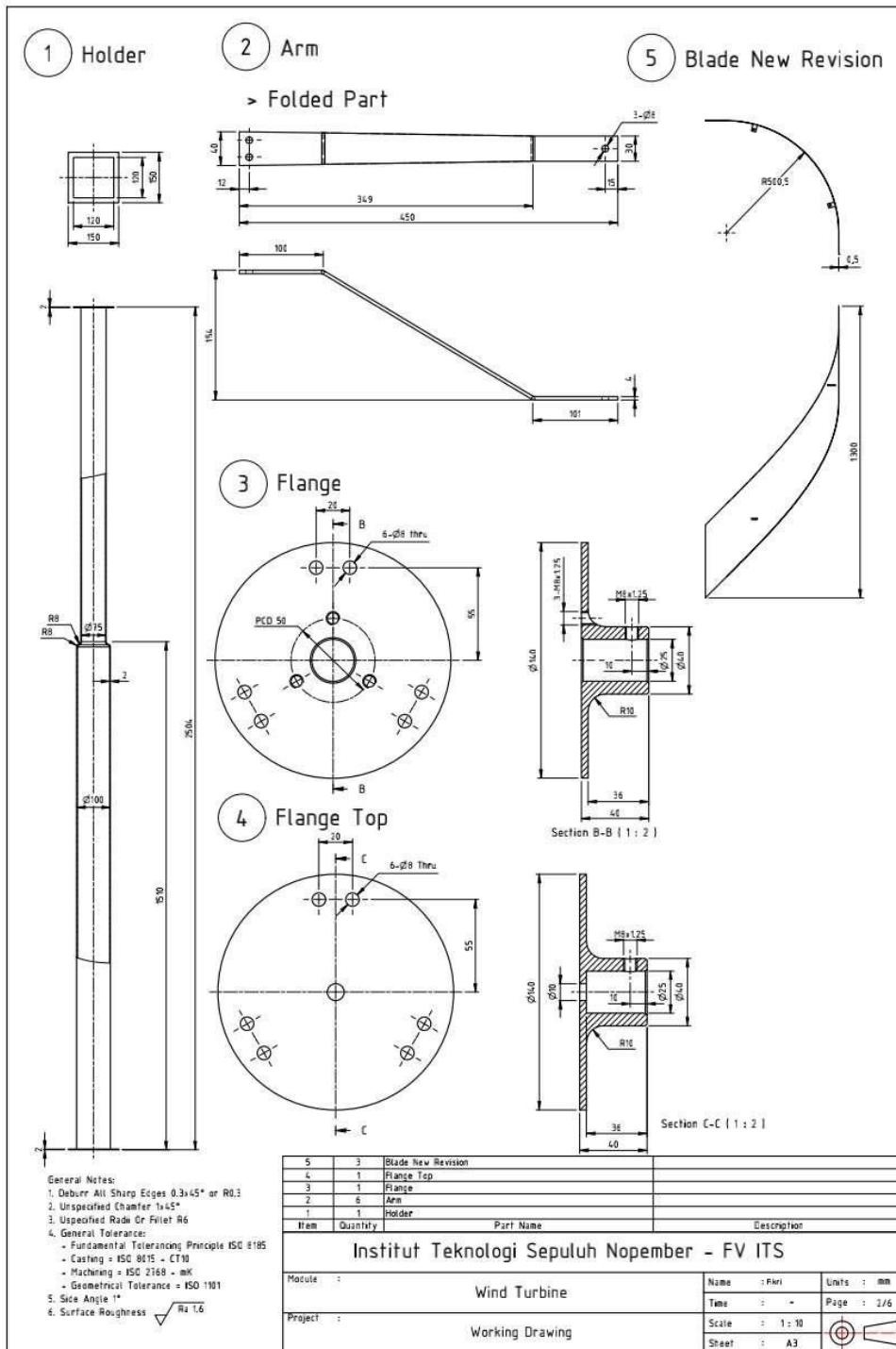


3D Isometric

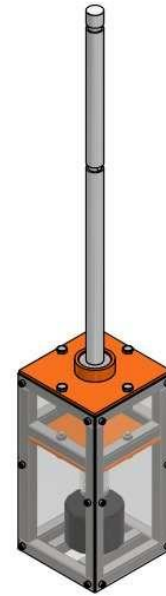
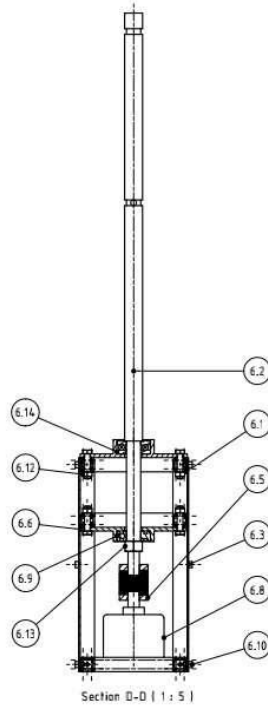
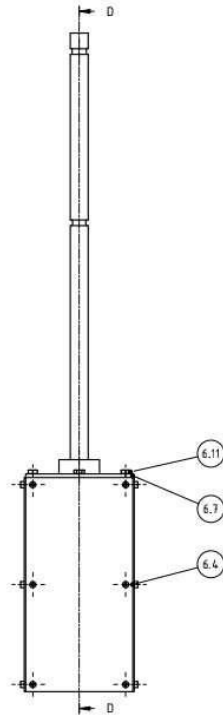
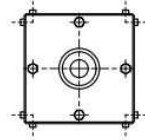


Item	Quantity	Part Name	Description
3	6	ISO 4019 - 26x26x2 - 110	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
2	8	ISO 4019 - 26x26x2 - 156	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections
1	4	ISO 4019 - 26x26x2 - 260	Structural steels - Cold-formed, welded, structural hollow sections

Institut Teknologi Sepuluh Nopember - FV ITS			
Module :	Wind Turbine	Name :	Fvri
Project :	Working Drawing	Units :	mm
		Time :	-
		Page :	4/6
		Scale :	1 : 3
		Sheet :	A3



16 Frame Box New Assy

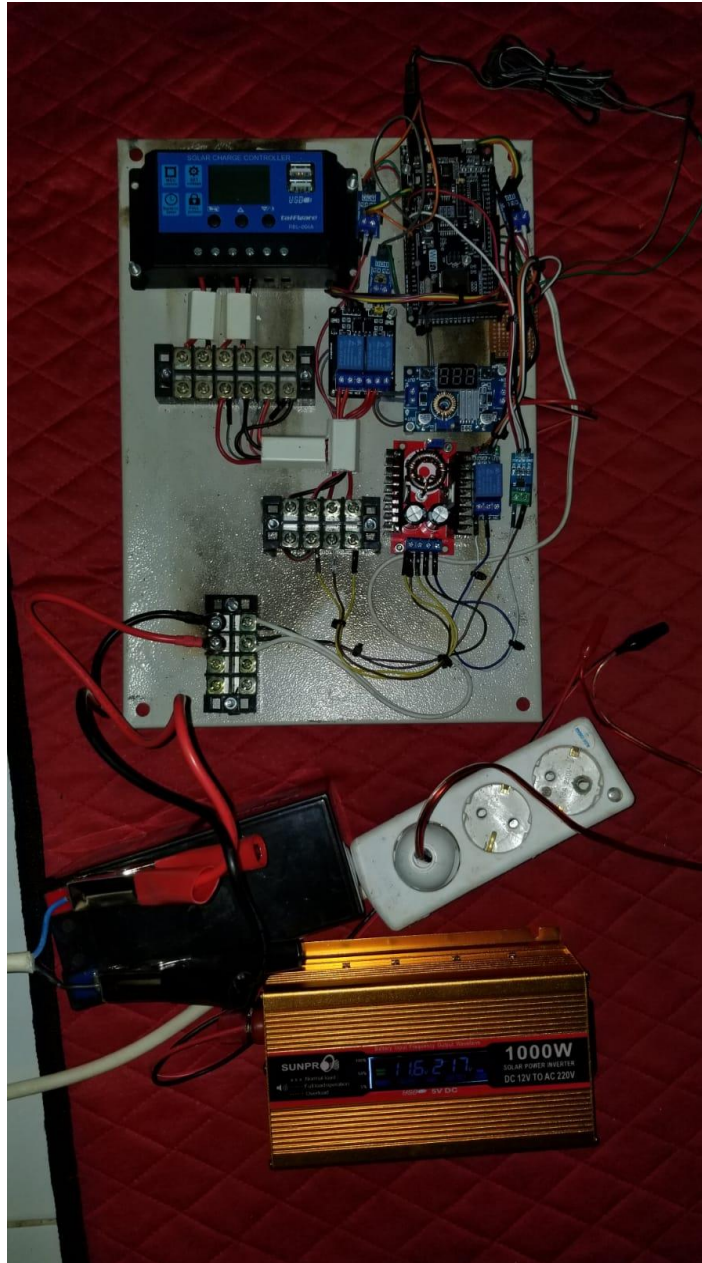


3D Isometric

6.14	1	ISO 104 - 3 13 - 20 x 47 x 18	Rolling bearing - Thrust bearing (Single direction)
6.13	1	ISO 4032 - M16	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
6.12	8	ISO 4032 - M8	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
6.11	8	ISO 4017 - M8 x 25	Hexagon head screws
6.10	24	DN 512 - M5 x 8	Cylinder Head Cap Screw
6.9	1	BS 2396 - SKF 6204	Single row ball bearings
6.8	1		Generator
6.7	1		Housing Plate Bottom Revision Top
6.6	1		Housing Plate Bottom Revision
6.5	1		Flexible Coupling 2,8
6.4	1		Door Cover New
6.3	1		Acrylic Cover New
6.2	1		Shaft New Revision
6.1	1		New Frame Revision

Item	Quantity	Part Name	Description
Institut Teknologi Sepuluh Nopember - FV ITS			
Module :		Wind Turbine	Name : Fvri Units : mm
Project :		2D Assembly	Time : - Page : 3/6
			Scale : 1 : 5
			Sheet : A3

HASIL RANCANGAN WIRING ELEKTRIK



PROPOSAL

**PROPOSAL
SKEMA PENELITIAN KEILMUAN ITS
SUMBER DANA ITS
TAHUN 2021**



**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
ANGIN DAN SURYA MENERAPKAN KONSEP *HYBRID
TECHNOLOGY* BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Tim Peneliti :

Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)
Rizaldy Hakim A. S., S.T., M.T. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)
Brian Raafi'u, S.ST., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)
Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T. (Jurusan Teknik/ Politeknik Negeri Jember)
Sefi Noveandra Patrialova, S.T., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)

**DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2021**

RINGKASAN

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki sumber daya alam melimpah ruah, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi keberlangsungan hidup. Energi baru terbarukan (EBT) merupakan alternatif terbaik, Sumber energi baru terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global. Karangbinangun di kabupaten Lamongan merupakan wilayah yang menjadi prioritas pengembangan energi baru terbarukan (EBT). Karangbinangun dipilih sebagai tempat pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) karena daerah tersebut masih tergolong sektor terbelakang dan besarnya biaya pengeluaran listrik menjadi beban utama masyarakat di daerah tersebut. Maka dari itu kami membuat *System Control* dan *Monitoring* Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya. alat ini menggunakan dua sumber energi yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) sebagai sumber energi alternatif yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Dengan menggunakan sistem kontrol untuk mengatur sistem penerimaan cahaya pada Tenaga Surya dan RPM pada Tenaga Angin. Serta terdapat *monitoring system* arus dan tegangan pada baterai untuk mengukur seberapa besar penggunaan listrik yang dapat diterima. Dengan konsep Teknologi *Hybrid* menggunakan sistem *IoT* dapat memberikan suplai 60 - 100 % oleh PLTS yang berjalan dikondisi pagi- siang lalu sebaliknya pada sore – malam PLTB lebih dominan dari pada tenaga surya. Pada system ini juga kami pasang dengan beberapa safety system sehingga alat ini bisa menjadi solusi terhadap permasalahan pada lingkungan tersebut.

Keywords: Renewable Energy, Solar Power, Wind Power, Wind Turbine, Karangbinangun, Lamongan, Hybrid System, IoT, Instrument, Control System, Monitoring, Sustainable Energy.

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
RINGKASAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	7
1.1. Latar Belakang	7
1.2. Perumusan dan Pembatasan Masalah.....	8
1.3. Tujuan Penelitian	9
1.4. Relevansi	9
1.5. Target Luaran	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Teori Penunjang	11
2.1.1. System Hybrid	11
2.1.2. PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya).....	12
2.1.3. PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu)	18
2.1.4. Internet of Thing (IoT).....	22
2.1.5. Blynk.....	23
2.1.6. Sistem Pengendalian	23
2.1.7. Perhitungan Kebutuhan Modul PV	24
2.1.8. Potensi Energi Angin	25
2.2. Studi Penelitian Sebelumnya (<i>State of the Art</i>).....	26
BAB III METODE.....	34
3.1. Prosedur Penelitian.....	34
3.1.1. Perumusan Masalah	35
3.1.2. Studi Literature	35

3.1.3.	Sistem PLTS dan PLTB.....	35
3.1.4.	Perancangan Sistem Protokol Komunikasi.....	39
3.1.5.	Pengambilan Data	39
3.1.6.	Tugas Anggota Pengusul	40
BAB IV LUARAN		42
4.1.	Luaran Penelitian	42
BAB V JADWAL KEGIATAN		43
5.1	Jadwal Penelitian.....	43
BAB VI RENCANA ANGGARAN DAN BIAYA		44
6.1	Anggaran Biaya.....	44
DAFTAR PUSTAKA		v

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1-1 <i>Sistem Hibrid</i>	11
Gambar 2.1.2-1 <i>Sistem PLTS</i>	12
Gambar 2.1.2-2 Kurva Karakteristik I-V sel surya pada STC (Ar et al., 2013)	14
Gambar 2.1.2-3 Pengaruh radiasi matahari pada Kurva I-V (Ar et al., 2013).....	14
Gambar 2.1.2-4 Pengaruh radiasi matahari (Ar et al., 2013).....	14
Gambar 2.1.2-5 Pemasangan Seri – Paralel Photovoltaic (Dr. Ir. Prabowo, 2015)...	16
Gambar 2.1.2-6 9 Kurva I-V (Pemasangan Paralel, Seri, dan Seri-Paralel) (Dr. Ir. Prabowo, 2015).....	16
Gambar 2.1.3-1 Sistem PLTB (Sutrisna, 2008).....	18
Gambar 2.1.3-2 Macam-macam desain kincir angin (Y Ismail Nakhoda, 2017)	19
Gambar 2.1.3-3 Konstruksi PMG dengan 1 buah stator dan 2 buah rotor (Y Ismail Nakhoda, 2017).....	19
Gambar 2.1.3-4 Konstruksi (a) stator dan (b) rotor generator magnet permanen (Y Ismail Nakhoda, 2017).....	20
Gambar 2.1.3-5 Skema Konversi Energi Mekanik Menjadi Energi Listrik (Bachtiar, 2018)	20
Gambar 2.1.4-1 Arsitektur IoT (Efendi, 2018).....	22
Gambar 2.1.6-1 Closed Loop System	24
Gambar 3.1.3-1 Diagram Closed Loop Control	35
Gambar 3.1.3-2 Desain alat	36
Gambar 3.1.3-3 Diagram Pengukuran	38
Gambar 3.1.3-4 Skema Perangkat Keras	38

DAFTAR TABEL

Table 2.2-1 Tabel State Of The Art	26
Table 3.1-1 Table Bagian Alat dan Bahan.....	36
Table 4.2-1 Alokasi Waktu Penelitian.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini, kebutuhan listrik di berbagai wilayah di dunia, terutama negara berkembang, masih dominan bersumber dari bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi (Marlistya Citraningrum, 2019). Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki sumber daya alam melimpah ruah, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi keberlangsungan hidup. Namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan alam tersebut kini semakin menipis, dan untuk mengantisipasinya energi baru terbarukan (EBT) merupakan alternatif terbaik (Kementerian ESDM, 2016). Sumber energi baru terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global, karena energi yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, biofuel, dan geothermal (Kementerian ESDM, 2016).

Wilayah yang akan menjadi prioritas dalam pengembangan energi baru terbarukan adalah di wilayah kecamatan karangbinangun di kabupaten lamongan dengan 71 Dusun pada kecamatan tersebut. Sedangkan energi yang dapat dikembangkan adalah memanfaatkan adanya radiasi matahari beserta potensi kecetakan angin pada wilayah tersebut. Sementara potensi energy surya di jawa timur rata-rata 4,3 Kw/m² dengan total potensi energy surya per-tahun di wilayah lamongan mencapai 177,750 MW. Lalu potensi energi angin rata-rata di wilayah lamongan sebesar 6,058 m/s dengan total per-tahunnya dapat menghasilkan 4,65 MW (Vian Vebrianto, 2015). Selanjutnya permasalahan yang dihadapi oleh wilayah tersebut adalah adanya krisis air bersih pada saat musim kemarau berlangsung sehingga mengakibatkan embung air yang terdapat pada kecamatan tersebut mengering. Sedangkan embung air tersebut digunakan oleh masyarakat sekitar untuk kebutuhan sehari-hari dan juga untuk pengairan wilayah pertanian di sekitar kecamatan tersebut. Sumber air yang diperoleh embung air berasal dari sungai bengawan solo. Untuk memperoleh sumber air, warga sekitar masih menggunakan pompa air yang mampu memindahkan air sungai bengawan solo ke embung air tetapi pompa tersebut masih

memanfaatkan pasokan listrik dari PLN sehingga hal tersebut juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan beban pengeluaran warga sekitar semakin meningkat (FIDHI, 2020).

Dikarenakan adanya permasalahan tersebut perlu dilakukan pemanfaatan energy baru terbarukan yang dapat menjadi solusi untuk pengairan pada embung air . maka dari itu dengan adanya rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Konsep Teknologi *Hybrid* menggunakan sistem *IoT* dapat memberikan pasokan daya listrik pada rumah pompa guna tidak memberikan beban biaya yang lebih besar apabila menggunakan pasokan listrik dari PLN dan juga mendukung perkembangan energy baru terbarukan (EBT). .

Inovasi Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang diterapkan yaitu Control dan Monitoring System Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya. Dengan Konsep Teknologi Hybrid menggunakan sistem IoT. Mulai dari menggunakan sistem kontrol *Closed Loop* untuk mengatur sistem output yang dihasilkan oleh Tenaga Surya dan Tenaga Angin sehingga ketika proses transfer energy pada charging battery tidak melebihi batas input yang telah diatur. Serta terdapat monitoring system arus dan tegangan pada baterai untuk mengukur seberapa besar penggunaan listrik yang dapat diterima. Maka dari itu dengan adanya gagasan rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya Dengan Konsep Teknologi *Hybrid* menggunakan sistem *IoT* ini bisa memberikan peluang terhadap peningkatan sektor ekonomi pertanian di lingkungan maupun di masyarakat setempat.

1.2. Perumusan dan Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah yang diangkat dalam Penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana sistem rancang bangun prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Konsep Teknologi *Hybrid* sebagai upaya mendukung gerakan EBT ?
- b. Bagaimana pengaruh prototype Teknologi *Hybrid* pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya terhadap performansi daya yang dihasilkan?

Pembatasan masalah dalam Penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Skala yang digunakan hanya sebatas *prototype* dengan menggunakan sensor-sensor yang berdasarkan *variabel fisis* yang ada dalam sistem.

- b. *Platform sistem interface client* menggunakan *basic web development*.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengimplentasikan sistem rancang bangun prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan Surya dengan Konsep Teknologi *Hybrid* sebagai upaya mendukung gerakan EBT dengan mempertimbangkan keadaan lingkungan, teknologi dan teknik pengolahan data yang sesuai.
- b. Mengetahui pengaruh penyerapan energi listrik sehingga dapat memberikan informasi penting akan performansi daya listrik yang dihasilkan pada sistem *charging*.

1.4. Relevansi

Relevansi dari usulan Penelitian ini dapat ditinjau dari tiga aspek sebagai berikut:

1. Tema Penelitian yang diusulkan ini terkait erat dan sesuai *road map* di salah satu Pusat Penelitian Energi Berkelanjutan ITS dengan penerapan akan energi baru terbarukan (EBT) menggunakan *System Control & Hybrid Technology* yang diterapkan pada sistem PLTS dan PLTB sehingga dapat menyelesaikan kebutuhan adanya energi listrik di daerah tersebut.
2. Diharapkan tema Penelitian yang diusulkan ini dapat lebih meningkatkan keunggulan aktivitas Kemitraan ITS Penelitian Kerjasama antara ITS dengan POLIJE yang dilakukan dalam pengembangan sistem *hybrid* di tahun 2021 pada Pusat Penelitian Energi Berkelanjutan, serta dapat berkontribusi luaran yang bermanfaat bagi perkembangan teknologi *Renewable Energy*.
3. Tema Penelitian yang diusulkan ini berhubungan dengan pengimplementasian Teknologi Tepat Guna (TTG) dengan menggunakan *Smart Monitoring* yang diterapkan dengan harapan dapat menyelesaikan permasalahan pengukuran dan akuisisi data dari sistem PLTS dan PLTB.

1.5. Target Luaran

Target luaran yang dicanangkan dari usulan Penelitian yang diajukan ini adalah sebagai berikut:

- a.* Prototype (purwarupa) dari alat PLTS dan PLTB ini dapat digunakan sebagai pengimplementasian Teknologi Tepat Guna dan menunjang kebutuhan masyarakat di desa karangbinangun Lamongan.
- b.* Luaran satu artikel jurnal internasional SCOPUS-Q2.
- c.* Luaran Tugas Akhir bagi mahasiswa sebagai bagian dari penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

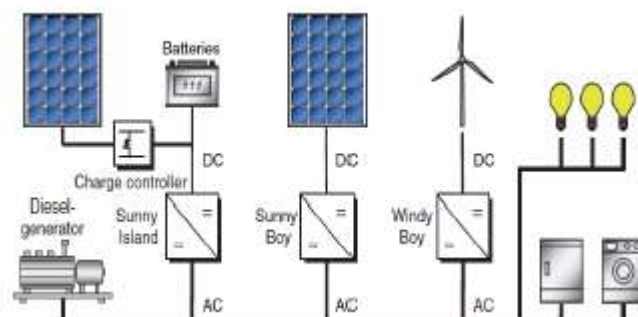
2.1. Teori Penunjang

Beberapa teori penunjang yang digunakan pada Penelitian ini meliputi:

2.1.1. System Hybrid

Hybrid system adalah gabungan atau integrasi antara dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. Sistem hibrid yang paling baik digunakan di lokasi terpencil dimana sumber daya energi terbarukan adalah variabel dan dimana terdapat kebutuhan daya yang besar. Kebanyakan sistem hibrid yang digunakan adalah PV diesel (Yulistiono et al., 2013).

Pada *hybrid system* di rancang bangun ini menggunakan dua sumber energi yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan *photovoltaic* 100 Wp dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) sebagai sumber energi alternatif yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada rumah penduduk di Kec. Karangbinangun Lamongan. Untuk menggabungkan PLTS dan PLTB ini menggunakan *charger control hybrid* sebagai pengelola keluaran dari *wind turbine* dan *solar cell*. Pada *solar cell* menggunakan panel *photovoltaic* 100 Wp yang dapat menghasilkan arus DC yang akan diolah Kembali oleh *charger control hybrid*. Sedangkan pada *wind turbine* menggunakan 500 W DC, yang keluaran selanjutnya akan disimpan di baterai aki 12V.



Gambar 2.1.1-1 Sistem Hibrid (Medina et al., 2018)

Dengan hasil penelitian yang telah ada sebelumnya, mengatakan bahwa setelah dilakukan perancangan, analisis dan pengkajian dengan diterapkannya menggunakan

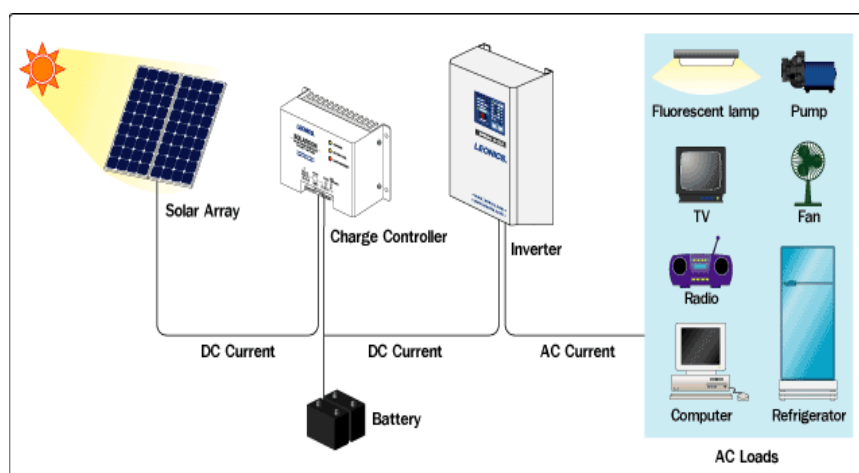
sistem hybrid maka akan diperoleh efisiensi tinggi terhadap energi listrik. Efisiensi dapat mencapai 14,9 % (Winasis et al., 2017). Selain itu, dengan dipasangnya PLTS dan PLTB secara hybrid juga sangat efisien dalam penggunaan energi alternatif karena menggabungkan dua sumber alternatif secara bersamaan dengan mengkonversinya.

2.1.2. PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang mengkonversi energi foton dari surya menjadi listrik. Konversi ini dilakukan pada panel surya yang terdiri dari sel-sel photovoltaic. Sel-sel ini merupakan lapisan-lapisan dari silikon (Si) murni atau bahan semikonduktor lainnya yang diproses sedemikian rupa, sehingga apabila bahan tersebut mendapat energi foton akan mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya menjadi elektron yang bergerak bebas, dan pada akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah.

Keuntungan-keuntungan pembangkit dengan surya photovoltaic (PV), antara lain :

- Energi yang digunakan adalah energi yang tersedia secara gratis.
- Perawatannya murah dan sederhana.
- Tidak terdapat peralatan yang bergerak, sehingga tidak perlu penggantian suku cadang dan penyetelan pada pelumasan.
- Peralatan bekerja tanpa suara dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan.
- Dapat bekerja secara otomatis.(Saputra et al., 2017).



Gambar 2.1.2-1 Sistem PLTS (Manggala, 2020)

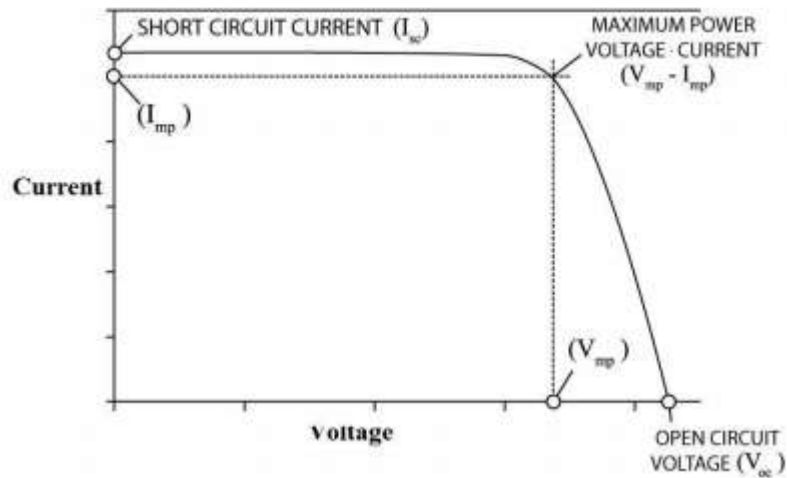
Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya meliputi beberapa komponen yang digunakan yaitu sebagai berikut:

2.1.2.1. Energi Surya *Photovoltaic*

Sel Photovoltaic merupakan sebuah semikonduktor yang terdiri dari diode *p-n junction*, dimana ketika terkena cahaya matahari akan menciptakan energy listrik yang mampu dimanfaatkan, perubahan energy ini disebut efek photoelectric. Sel surya sudah banyak diaplikasikan, terutama untuk wilayah atau daerah yang terpencil, yang tidak tersedia tenaga listrik dari grid, seperti satelit pengorbit (bumi), kalkulator genggam, pompa air, dll. Pemasangan sel surya yang berbentuk modul / pane surya dapat dipasang di atap gedung yang kemudian disambungkan di inverter untuk mengubah tegangan dari PV yang berbentuk DC menjadi tegangan AC untuk kebutuhan rumah yang bisa dikombinasikan ke grid listrik dalam sebuah pengaturan net metering (Ar et al., 2013).

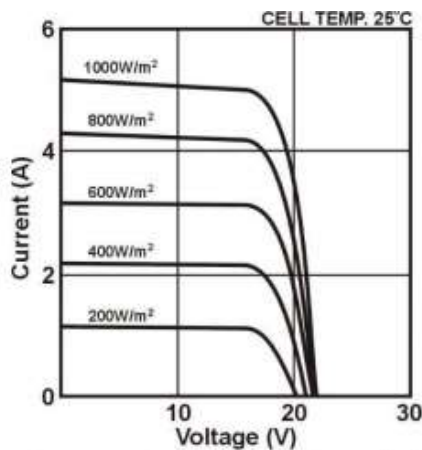
2.1.2.2. Karakteristik Panel Photovoltaic

Kapasitas daya dari sel atau modul surya dilambangkan dalam *watt peak (Wp)* dan diukur berdasarkan standar pengujian Internasional yaitu *Standard Test Condition (STC)*. Standar ini mengacu pada intensitas radiasi sinar matahari sebesar 1000 W/m^2 yang tegak lurus sel surya pada suhu 25°C . Modul *photovoltaic* memiliki hubungan antara arus dan tegangan yang diwakili dalam kurva I-V. Pada saat tahanan variable bernilai tak terhingga (*open circuit*) maka arus bernilai *minimum* (nol) dan tegangan pada sel berada pada nilai *maksimum*, yang dikenal sebagai tegangan *open circuit (Voc)*. Pada keadaan yang lain, ketika tahanan *variable* bernilai nol (*short circuit*) maka arus bernilai maksimum, yang dikenal sebagai arus short circuit (*Isc*). Jika tahanan *variable* memiliki nilai yang bervariasi antara nol dan tak terhingga maka arus (I) dan tegangan (V) akan diperoleh nilai yang bervariasi seperti ditunjukkan pada gambar 2.1.2.2, dikenal sebagai kurva karakteristik I-V pada sel surya (Ar et al., 2013).

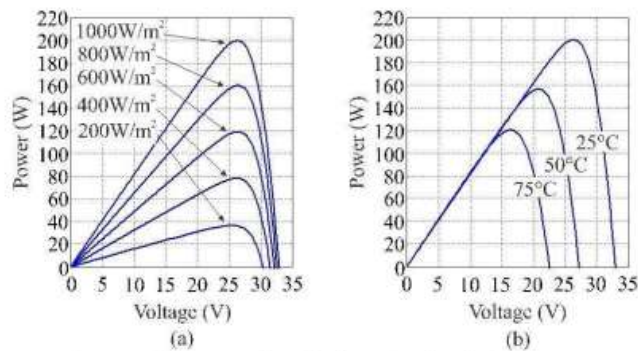


Gambar 2.1.2-2 Kurva Karakteristik I-V sel surya pada STC (Ar et al., 2013)

Radiasi sinar matahari akan mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh sel surya. Semakin tinggi radiasi matahari maka semakin tinggi pula arus yang dihasilkan.



Gambar 2.1.2-3 Pengaruh radiasi matahari pada Kurva I-V (Ar et al., 2013)

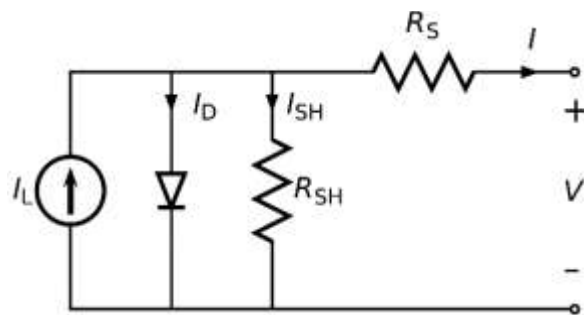


Gambar 2.1.2-4 Pengaruh radiasi matahari (Ar et al., 2013)

Gambar 2.1.2.3 dan gambar 2.1.2.4 menunjukkan pengaruh radiasi matahari pada modul *photovoltaic* yang berisi 36 sel *mono crystalline*. Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar intensitas radiasi matahari (mendekati 1000 W/m^2) maka daya yang dihasilkan oleh sel surya juga akan mendekati maksimal. Semakin kecil intensitas radiasi matahari maka daya yang dihasilkan oleh sel surya semakin kecil (Ar et al., 2013).

2.1.2.3. Modul Sel Surya

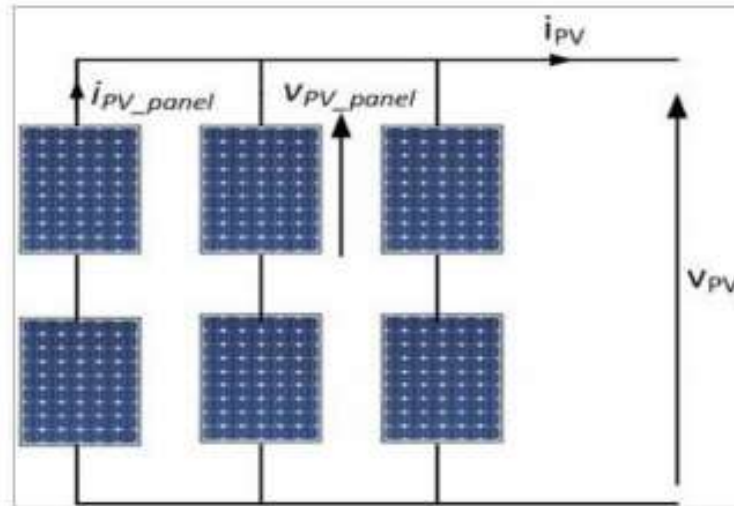
Photovoltaic dapat dimodelkan menjadi rangkaian ekivalen seperti gambar 2.1.2.3.1 Jika *photovoltaic* ideal, maka cukup dimodelkan dengan sumber arus yang parallel dengan dioda. Tetapi, pada kenyataannya tidak ada *photovoltaic* yang ideal di dunia nyata, maka ditambahkan resistansi seri (R_s) dan resistansi parallel (R_p) sebagai representasi losses pada *photovoltaic*. R_s merepresentasikan resistansi dari material semikonduktor dan R_p merepresentasikan rugi-rugi yang disebabkan oleh arus bocor yang menembus melalui lintasan resistif parallel ke peralatan. R_s memiliki nilai resistansi yang sangat kecil, sedangkan R_p memiliki nilai resistansi yang sangat tinggi. Karena nilai R_p yang sangat tinggi, maka dapat diabaikan (Dr. Ir. Prabowo, 2015).



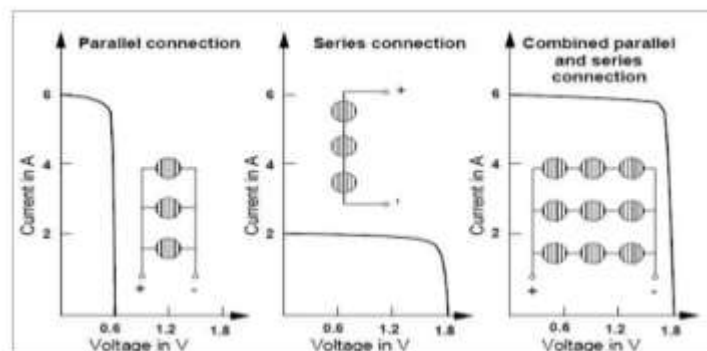
Gambar 2.1.2.3.1 Rangkaian Ekivalen Photovoltaic Tanpa R_p (Dr. Ir. Prabowo, 2015)

Untuk meningkatkan output daya, sel *photovoltaic* digabungkan dalam paket yang disebut modul *photovoltaic*. Modul-modul ini kemudian dihubungkan secara serial dan/atau parallel satu sama lain, ke dalam apa yang disebut array *photovoltaic* untuk menciptakan tegangan yang diinginkan dan arus keluaran yang diperlukan. Ilustrasi penggambaran dari rangkaian seri parallel antara dua buah *photovoltaic* adalah seperti gambar 2.1.2.3.2. Pemasangan *photovoltaic* dengan menghubungkan secara seri akan meningkatkan besar nilai tegangan, sedangkan pemasangan secara parallel akan meningkatkan besar arus (Dr. Ir.

Prabowo, 2015). Kurva I-V photovoltaic dengan pasangan seri ataupun parallel dapat dilihat pada gambar 2.1.2.7 9.



Gambar 2.1.2-5 Pemasangan Seri – Paralel Photovoltaic (Dr. Ir. Prabowo, 2015)



Gambar 2.1.2-6 9 Kurva I-V (Pemasangan Paralel, Seri, dan Seri-Paralel) (Dr. Ir. Prabowo, 2015)

Daya yang dikeluarkan photovoltaic sangat terpengaruh oleh temperature. Kenaikan temperature pada photovoltaic dapat menyebabkan penurunan rating photovoltaic, atau yang biasa disebut derating. Derating mengurangi daya output yang seharusnya dikeluarkan photovoltaic.

2.1.2.4. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller yang digunakan telah menggunakan fitur MPPT atau (Maximum Power Point Tracking) sehingga proses pengisian battery dari panel PV lebih optimal dibandingkan charge controller tanpa menggunakan MPPT. MPPT yaitu Maximum Power Point Tracking, dimana kontroller dapat mengoptimalkan daya yang dihasilkan oleh PV dalam berbagai kondisi awan,

maksudnya adalah dengan iradiansi matahari yang tidakmaksimal (tidak mencapai daya puncak) dapat dimaksimalkan untuk proses charging battery dengan daya yang diproduksi tersebut (Dr. Ir. Prabowo, 2015). .

2.1.2.5. Efisiensi Photovoltaic

Sebelum mengetahui berapa nilai daya sesaat yang dihasilkan kita harus mengetahui daya yang diterima (input), dimana daya tersebut adalah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas PV modul dengan persamaan (Muchammad, 2010).

$$P_{in} = I \times A \dots\dots\dots(1)$$

Dimana P_{in} adalah daya input (watt) akibat irradiance matahari, I adalah intensitas matahari (watt/m²) dan A adalah luasan area permukaan photovoltaic modul (m²).

Sedangkan untuk besarnya daya output array (P_{out}) yaitu perkalian tegangan output (V_{out}) dan arus output (I_{out}) yang dihasilkan oleh array Photovoltaic dapat dihitung dengan rumus:

$$P_{out} = V_{out} \times I_{out} \dots\dots\dots(2)$$

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari irradiance matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data. (Muchammad, 2010).

$$\eta_{PV} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

2.1.2.6. Efisiensi Solar Charge Controller

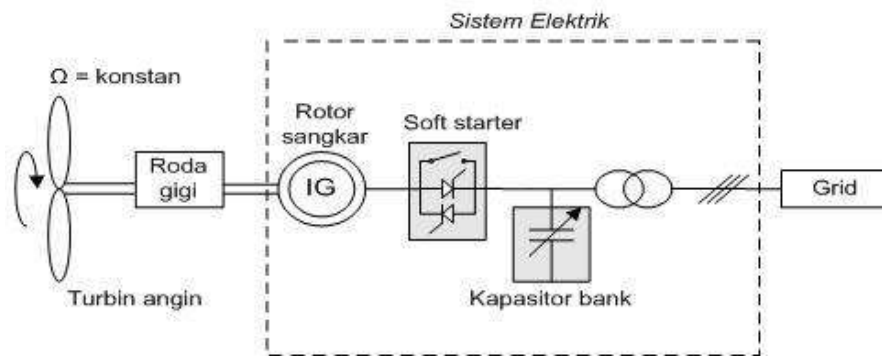
Efisiensi solar charge controller dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara daya yang masuk ke solar charge controller dengan daya yang digunakan untuk pengisian baterai, sehingga dapat dirumuskan :

$$\eta_{mppt} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana η_{mppt} adalah efisiensi solar charge controller, P_{out} merupakan daya keluaran dari solar charge controller yang digunakan untuk pengisian baterai dan P_{in} adalah daya masukan solar charge controller dalam hal ini $P_{V out}$.

2.1.3. PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu)

Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang merubah potensi angin menjadi energi listrik. Angin adalah udara yang bergerak/mengalir, sehingga memiliki kecepatan, tenaga dan arah. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari (Saputra et al., 2017). Energi berdasarkan kecepatan aliran angin dalam bentuk energi kinetic yang akan diekstrak turbin angin untuk diubah menjadi energi mekanis dengan kecepatan v , tegangan yang dibangkitkan pada pembangkit listrik tenaga angin ini berupa tegangan DC sehingga untuk daya outputnya akan masuk ke *charger control hybrid* yang akan digabungkan dengan keluaran dari PLTS selanjutnya akan disimpan di baterai.



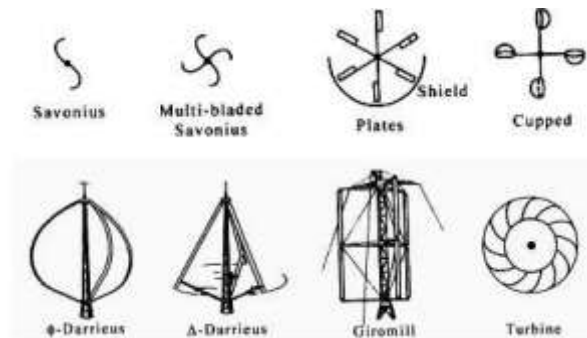
Gambar 2.1.3-1 Sistem PLTB (Sutrisna, 2008)

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu meliputi beberapa komponen yang digunakan yaitu sebagai berikut:

2.1.3.1. Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)

VAWT merupakan turbin angin sumbu tegak yang gerakan poros dan rotor sejajar dengan arah angin, sehingga rotor dapat berputar pada semua arah angin. VAWT juga mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya, yaitu memiliki torsi tinggi sehingga dapat berputar pada kecepatan angin rendah, generator dapat ditempatkan di bagian bawah turbin sehingga mempermudah perawatan dan kerja turbin tidak dipengaruhi arah angin. Kekurangannya yaitu kecepatan angin di bagian bawah sangat rendah sehingga apabila tidak memakai tower akan menghasilkan putaran yang rendah, dan efisiensi lebih rendah dibandingkan HAWT. Ada tiga model rotor pada turbin angin jenis ini, yaitu: Savonius, Darrieus, dan H rotor. Turbin Savonius memanfaatkan gaya drag sedangkan Darrieus dan H rotor memanfaatkan

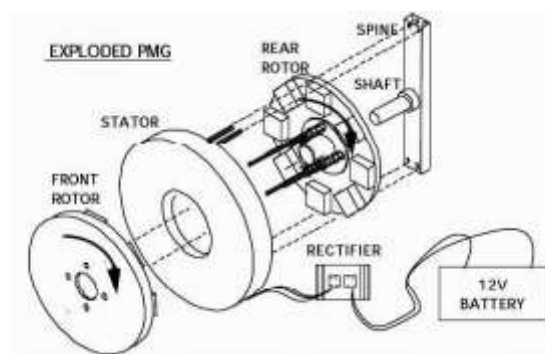
gaya lift. (Mittal, 2001). Turbin Savonius ditemukan oleh sarjana Finlandia bernama Sigurd J. Savonius pada tahun 1922, konstruksi turbin sangat sederhana, tersusun dari dua buah sudu setengah silinder (Soelaiman, 2006). Salah satu model VAWT yang mempunyai desain terbaik yang menggunakan kombinasi drag dan lift untuk menghasilkan tenaga, sehingga memiliki torsi startup yang sangat baik dan efisiensi adalah model Lenz2.



Gambar 2.1.3-2 Macam-macam desain kincir angin (Y Ismail Nakhoda, 2017)

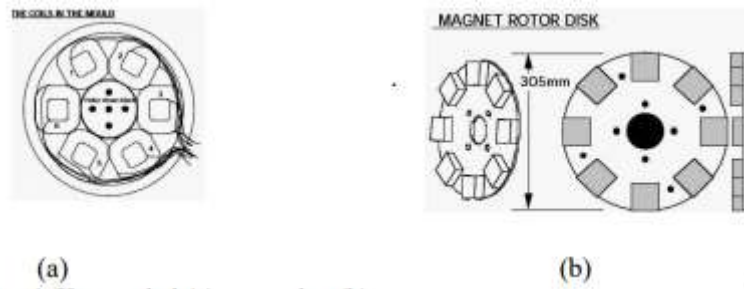
2.1.3.2. Permanent Magnet Generator (PMG)

Desain dari PMG sendiri dirancang secara khusus karena mempertimbangkan energi utama yang dikonversi adalah energi angin. Dibutuhkan rpm rendah untuk memutar PMG supaya menghasilkan Listrik. Gambar 2.1.3.3 menunjukkan konstruksi dari PMG dengan 1 buah stator dan 2 buah rotor.



Gambar 2.1.3-3 Konstruksi PMG dengan 1 buah stator dan 2 buah rotor (Y Ismail Nakhoda, 2017)

Fluksi magnet yang dibutuhkan untuk pembangkitan energi listrik didapat dari magnet permanen, maka generator tidak memerlukan proses exitasi pembangkitan sehingga efisiensi penggunaan energi listrik untuk dimanfaatkan sebagai suplai beban sangat tinggi.



Gambar 2.1.3-4 Konstruksi (a) stator dan (b) rotor generator magnet permanen (Y Ismail Nakhoda, 2017)

Konversi energi mekanik menjadi energi listrik dapat dilihat pada Gambar 2.1.3.4 Generator merupakan alat konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Pada kasus ini, turbin angin yang terpasang generator mengubah torsi (T) dan kecepatan putar rotor/kecepatan sudut (ω) dari bilah turbin angin menjadi nilai tegangan (V) dan arus (I). Hasil keluaran dari generator dapat berupa listrik AC maupun DC sesuai dengan spesifikasi turbin angin yang digunakan (Bachtiar, 2018).



Gambar 2.1.3-5 Skema Konversi Energi Mekanik Menjadi Energi Listrik (Bachtiar, 2018)

Dari Gambar 2.1.3.5 di atas didapat beberapa persamaan daya yang disajikan yaitu sebagai berikut :

$$P_{angin} = \frac{1}{2} (\rho \cdot v^3 \cdot A) \dots \dots \dots (5)$$

$$P_{angin} \cdot C_p = P_{mekanik} \dots \dots \dots (6)$$

$$P = \omega \cdot T \dots \dots \dots (7)$$

$$P = V \cdot I \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

P = daya

v = kecepatan angin

Cp = efisiensi turbin

ρ = densitas udara

A = luas sapuan bilah

ω = kecepatan sudut bilah

T = torsi bilah

I = arus listrik

V = tegangan listrik

Sehingga energi mekanik turbin angin sama dengan energi listrik yang dihasilkan generator dan secara matematis dapat dinyatakan pada persamaan berikut :

$$V \cdot I = \omega \cdot T \dots\dots\dots(9)$$

$$V = \frac{\omega \cdot T}{I} \dots\dots\dots(10)$$

Jadi tegangan keluaran generator berbanding lurus dengan kecepatan sudut turbin angin sesuai dengan kecepatan angin. Jika nilai kecepatan angin tinggi semakin tinggi pula kecepatan sudut turbin angin, maka tegangan keluaran generator juga semakin tinggi.

2.1.3.3. Charge Controller

Charge controller atau controller adalah alat konversi energi listrik dan pengatur tegangan pengisian baterai dari tegangan generator yang fluktuatif. Pengendali pengisian berperan sebagai alat konversi energi listrik dari keluaran generator yang fluktuatif untuk disesuaikan dan diatur sedemikian rupa agar dapat disimpan ke baterai. Tegangan keluaran dari generator turbin angin yang sudah merupakan arus searah akan diatur oleh buck converter, boost converter, atau buck boost agar lebih stabil saat dilakukan pengisian ke baterai. Saat kecepatan angin rendah, maka tegangan keluaran generator juga rendah. Diasumsikan bahwa tegangan keluaran berada di bawah ketentuan pengisian baterai, sehingga perlu dilakukan penyesuaian tegangan agar sistem tetap dapat melakukan pengisian meskipun saat kecepatan angin rendah (step-up) dengan boost converter. Sebaliknya saat angin dengan kecepatan tinggi memutar turbin maka keluaran tegangan listrik dari generator pun tinggi, sehingga perlu dilakukan penyesuaian tegangan (step-down) dengan buck converter agar tegangan pengisian baterai sesuai dengan spesifikasi baterai untuk menghindari kerusakan karena tegangan yang terlalu tinggi. Sedangkan saat baterai

sudah terisi penuh, kontroler akan secara otomatis menghentikan pengisian baterai untuk menghindari kerusakan baterai karena overcharging (Bachtiar, 2018)

2.1.4. Internet of Thing (IoT)

Internet of Things (IoT), merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. (Efendi, 2018).

Ide awal Internet of Things pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 di salah satu presentasinya. Kini banyak perusahaan besar mulai mendalami Internet of Things sebut saja Intel, Microsoft, Oracle, dan banyak lainnya. Terdapat tiga elemen yang dapat mendorong perkembangan teknologi IoT, elemenelemen tersebut diantaranya adalah :

- Konektifitas, yaitu jaringan nirkabel yang bertanggung jawab untuk menghubungkan peralatan satu dengan peralatan yang lainnya.
- People dan process, menjadi pengguna akhir yang bertujuan untuk memproses dan menghubungkan elemen satu dan elemen kedua.

- Sensor dan peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem (actuator).

Dua alat ini berfungsi sebagai penyedia informasi digital (Sukamto. 2015). Adapun arsitektur IoT dapat dilihat pada gambar 2.1.4.1 di bawah ini



Gambar 2.1.4-1 Arsitektur IoT (Efendi, 2018)

Pada rancang bangun ini mengimplementasikan sistem IoT (*Internet of Things*) menggunakan *wifi* dan *bluetooth* yang berfungsi sebagai sistem monitoring nya yang

diintegrasikan dengan modul ESP 32 sebagai *wireless* dan Arduino Mega sebagai mengolah data yang selanjutnya akan dihubungkan ke *device*.

2.1.5. Blynk

Blynk adalah platform baru yang memungkinkan Anda untuk dengan cepat membangun interface untuk mengendalikan dan memantau proyek hardware dari iOS dan perangkat Android. Setelah men-download aplikasi Blynk, kita dapat membuat dashboard proyek dan mengatur tombol, slider, grafik, dan widget lainnya ke layar. Menggunakan widget, Anda dapat mengaktifkan pin dan mematikan atau menampilkan data dari sensor. Blynk sangat cocok untuk antarmuka dengan proyek-proyek sederhana seperti pemantauan suhu atau menyalakan lampu dan mematikan dari jarak jauh. Blynk adalah Internet layanan Things (IoT) yang dirancang untuk membuat remote control dan data sensor membaca dari perangkat arduino ataupun esp32 dengan cepat dan mudah. Blynk bukan hanya sebagai "cloud IoT", tetapi blynk merupakan solusi end-to-end yang menghemat waktu dan sumber daya ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi (Arafat, 2016).

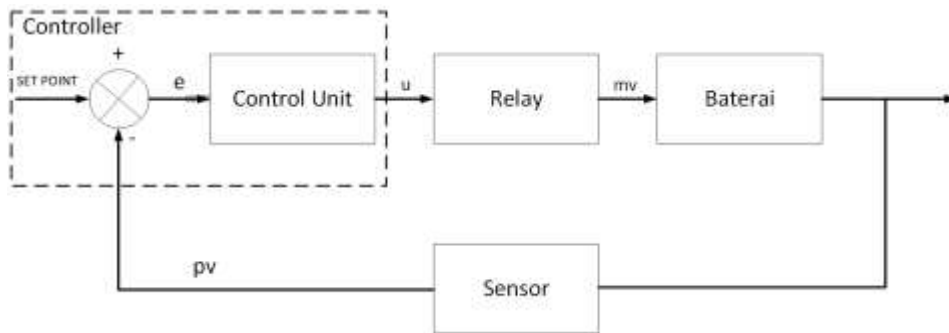
Perancangan Blynk terdiri dari 4 tahap yaitu (Kadir. 2012):

- *Create New Project* untuk membuat proyek baru.
- *Auth Token* untuk mengirim autentikasi Blynk token ke email untuk diterapkan pada kode program.
- *Widget box* berfungsi untuk membuat gauges yang akan digunakan.
- *User interface* aplikasi Blynk sebagai antarmuka monitoring atau pengendalian.

2.1.6. Sistem Pengendalian

Sistem kendali dapat dikatakan sebagai hubungan antara komponen yang membentuk sebuah konfigurasi sistem, yang akan menghasilkan output sistem yang diharapkan. Jadi harus ada yang dikendalikan, yang merupakan suatu sistem fisis, yang biasa disebut dengan kendalian (plant). Masukan dan keluaran merupakan variabel atau besaran fisis. Keluaran merupakan hal yang dihasilkan oleh kendalian, artinya yang dikendalikan; sedangkan masukan adalah yang mempengaruhi kendalian, yang mengatur keluaran. Kedua dimensi masukan dan keluaran tidak harus sama. Pada sistem kendali dikenal sistem lup terbuka (open loop system) dan sistem lup tertutup

(closed loop system). Sistem kendali lup terbuka atau umpan maju (feedforward control) umumnya mempergunakan pengatur (controller) serta aktuator kendali (control actuator) yang berguna untuk memperoleh respon sistem yang baik. Sistem kendali ini keluarannya tidak diperhitungkan ulang oleh controller. Suatu keadaan apakah plant benar-benar telah mencapai target seperti yang dikehendaki masukan atau referensi, tidak dapat mempengaruhi kinerja kontroler.



Gambar 2.1.6-1 Closed Loop System

Pada sistem kendali yang lain, yakni sistem kendali lup tertutup (closed loop system) memanfaatkan variabel yang sebanding dengan selisih respon yang terjadi terhadap respon yang diinginkan. Sistem seperti ini juga sering dikenal dengan sistem kendali umpan balik.

2.1.7. Perhitungan Kebutuhan Modul PV

Modul PV diasumsikan mempunyai inefficiency factor sebesar 80% dengan rata-rata lama penyinaran matahari di Kabupaten Nunukan seperti halnya di Indonesia adalah sebesar 8 jam. Perhitungan kebutuhan modul PV dilakukan untuk mengetahui besarnya kebutuhan modul PV dalam satuan watt peak dari total potensi energi surya yang ada. Perhitungan ditunjukkan pada Persamaan 4.7 dan Persamaan 4.8 berdasarkan Renewable Energy Innovation of United Kingdom (<http://www.reinnovation.co.uk>) sebagai berikut:

$$\text{Total Potensi Energi Surya} = \frac{\text{Energi Surya Per Tahun (Kwh)}}{365 \times 24} \times 1000 \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{Total Potensi Energi Surya} = \text{Total Potensi Energi Surya per th} \times 10 \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{Total Wp Panel PV} = \frac{\text{Inefficiency Factor} \times \text{Potensi Energi Surya Per Hari}}{(\text{Watt})\text{Lama Penyinaran Matahari}} \dots\dots\dots(13)$$

2.1.8. Potensi Energi Angin

Tenaga yang dihasilkan dari angin berbanding lurus dengan pangkat tiga dari kecepatan angin dan dijelaskan dengan persamaan 4 berikut:

$$P = c \times 0,5 \times \zeta \times v \dots \dots \dots (14)$$

dengan :

P = Daya angin dalam W/m²

c = 27/16

ζ = Densitas Udara = 1,18 kg/m²

V = kecepatan angin dalam m/detik

Berdasarkan pendekatan potensi aplikatif, perhitungan potensi energi angin dinyatakan dalam persamaan 5 :

$$Pa = c \times 0,5 \times \zeta \times V^3 \times \frac{8 \times 365}{1000} \times \frac{LDP \times \frac{P}{100}}{at} \times a1 \dots \dots \dots (15)$$

dengan :

Pa = Potensi Energi Angin dalam kWh/tahun

LDP = Luas (Daerah Potensi)

P = Prosentase luas DP yang dipergunakan untuk energi angin.

A1 = Luas tangkapan angin dalam m² = ¼.π.D²

D = Diameter rotor blade

at = Luas lahan yang dibutuhkan untuk 1 (satu) turbin angin dalam m²

2.2. Studi Penelitian Sebelumnya (*State of the Art*)

Table 2.2-1 Tabel State Of The Art

Tahun	Peneliti	Topik/Tema	Hasil
2018	Intan Aprilia Medina	Kajian dan Evaluasi Sistem Suplai Energi Listrik PLTS dan PLTB di Kampus Teknik Elektro Universitas Udayana Bukit Jimbaran Bali	Produksi energi listrik PLTS di Teknik Elektro mencapai 26.750,83 kWh per tahunnya, sedangkan pada simulasi HOMER sebesar 35.956 kWh per tahun. Produksi energi listrik PLTB di Teknik Elektro mencapai 4555,78 kWh per tahunnya, sedangkan pada simulasi HOMER lebih besar sebesar 33521 kWh per tahun. Seluruh produksi energi listrik simulasi HOMER lebih besar dari kondisi riil di lapangan. Pengurangan energi listrik setelah adanya hibrid ini mencapai 31306,62 kWh per tahun atau sebesar 64 % dari total beban listrik. Kekurangan dalam alat ini adalah tidak menggunakan sistem monitoring IoT lalu tidak menggunakan charging controller untuk penyimpanan daya listrik
2015	Vian Vebrianto	Studi pengembangan Serta Penyusunan Rencana Energi dan Kelistrikan Daerah Dengan Memanfaatkan Potensi Energi Daerah di Kabupaten Lamongan Jawa Timur	Potensi energy surya dengan rata-rata 4,3 Kw/M2 dapat memproduksi listrik per tahunnya mencapai 177,750 MWh, lalu Energi angin rata-rata 6,058 m/s dapat memproduksi listrik pertahunnya

Tahun	Peneliti	Topik/Tema	Hasil
2016	Dr. Gunawan N, ST, MT	Analisa Performansi dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Tuban Jawa Timur	<p>mencapai 4,65 MW. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Lamongan mampu memenuhi energy listrik menggunakan EBT sebesar 60% dari total keseluruhan pemakaian.</p> <p>Kekurangan pada penelitian ini masih hanya berupa analisis dan belum dikembangkan dalam rancangan sebuah alat atau pun prototype sehingga tidak ada nilai pendukung dalam kondisi riil.</p> <p>pada penelitian ini dilakukan perancangan hardware dan software untuk memantau performa PLTS menggunakan website. PLTS yang digunakan berada di Tuban Jawa Timur dengan kapasitas 1600 Wp. Dari hasil analisis monitoring tersebut kemudian dilakukan perbandingan dengan hasil simulasi menggunakan software, dari hasil perbandingan tersebut diketahui efisiensi photovoltaik sebesar 5.20% dan efisiensi inverter sebesar 53.71%. Dari analisa performansi photovoltaik diketahui bahwa photovoltaik telah mengalami penurunan sebesar 2.03% sampai 2.19 % jika dibandingkan dengan</p>

Tahun	Peneliti	Topik/Tema	Hasil
			analisa software.Lalu kekurangan pada penelitian ini masih belum menggunakan system kontrol sehingga hanya mengandalkan system monitoring saja namun
2017	Yusuf Ismail Nakhoda	Rancang Bangun Pembangkit Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Sumbu Vertikal LENZ2 Portable	Pengujian dengan pengukuran tegangan generator tanpa beban pada kecepatan putaran rotor generator 224 rpm sampai dengan 502 rpm menghasilkan tegangan keluaran sebesar 6,41 V sampai dengan 14,90 V. Dari pengukuran putaran rotor generator setelah dipasang baterai 12 V 32 Ah dapat diketahui bahwa pada generator mulai dapat mengisi baterai pada putaran rotor generator 362 rpm dengan tegangan keluaran 12,07 V sampai dengan 471 rpm dengan tegangan keluaran sebesar 14,36 V. Kekurangan pada penelitian ini yaitu tidak menggunakan monitoring secara IoT dan tidak menerapkan safety instrument system apabila terjadi kecepatan angin yang berlebihan.
2018	Herki Desriza	Analisis Ketersediaan Sistem Pembangkit Berbasis Kincir Angin Listrik Tenaga Angin	Berdasarkan hasil simulasi program Konfigurasi yang paling optimal

Tahun	Peneliti	Topik/Tema	Hasil
		(PLTB) dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	untuk ketersediaan pembangkit listrik energy terbarukan Di Kota Pekanbaru selama 24 jam yaitu ketersediaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dimana rata-rata potensi radiasi matahari di kota pekanbaru sebesar 4.82 kWh/m ² /day, sedangkan untuk pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) rata-rata potensi kecepatan angin yang dihasilkan sebesar 2.27 m/s. kekurangan pada penelitian ini masih memproyeksikan dengan hasil analisis dan belum ada pengembangan hingga mendapatkan nilai hasil keluaran sesuai dengan kondisi riil.
2014	Ruzita Sumiati Khairul Amri Hanif	Rancang Bangun Micro Turbin Angin Pembangkit Listrik Untuk Rumah Tinggal di Daerah Kecepatan Angin Rendah	Pengujian turbin angin untuk rumah tinggal di daerah kecepatan rendah didapatkan hasil disain jenis turbin

Tahun	Peneliti	Topik/Tema	Hasil
2019	Diana Hidayanti	Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin dan Surya dengan Penggerak Otomatis pada Panel Surya	<p>angin yang dipilih adalah turbin angin savonius 2 sudu dibuat 4 tingkat dengan diameter rotor 96 cm dan tinggi masing2 tingkat 25cm dari hasil pengujian didapat putaran tertinggi rotor adalah 340 rpm pada kecepatan angin 5,68 m/s, dimana 5,68m/s adalah kecepatan angin tertinggi yang didapat pada pengukuran kecepatan angin saat pengujian. Daya yang di dapat pada putaran tertinggi adalah 7,72 watt dengan nilai Cp 0,3. Kekurangan pada penelitian ini belum menerapkan sistem kontrol maupun monitoring.</p> <p>Penggunaan PLTH menghasilkan efisiensi yang lebih baik dibanding penggunaan PLTB maupun PLTS yang digunakan secara terpisah. Hasil uji karakteristik pada masing-masing beban didapatkan efisiensi tertinggi pada kecepatan 2,5 m/s. Efisiensi pada beban 15 Watt sebesar 20,968%, beban 19 Watt sebesar 39,48%, beban 23 Watt sebesar 49,57%, dan pada beban 33 Watt sebesar</p>

Tahun	Peneliti	Topik/Tema	Hasil
2016	Hanif Kurniawan	Pemodelan Turbin Angin Sumbu Vertikal (VAWT) tipe H-Rotor untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin	<p>78,39%. Sedangkan efisiensi terendah didapatkan pada kecepatan 5 m/ . Efisiensi pada beban 15 Watt sebesar 11,27%, beban 19 Watt sebesar 21,64%, beban 23 Watt sebesar 27,96%, beban 33 Watt sebesar 44,29%.</p> <p>Namun kekurangan pada penelitian ini masih berupa nilai presentase tidak dapat hasil atau nilai dari kondisi riil sehingga masih perlu diuji dan dalam penerapannya masih tidak menggunakan system pengendalian juga system monitoring analog tidak menggunakan IoT namun kelebihan dalam penelitian ini dapat memberikan hasil karakteristik penerapan system pembangkit tenaga Hybrid.</p> <p>Torsi rata-rata terbesar yang dapat dihasilkan oleh turbin terdapat pada variasi jumlah blade 3 buah dengan panjang chord 8 meter dan sudut pitch dari blade sebesar 90 dengan nilai 10, 362 Nm. 3. Penambahan jumlah blade pada turbin menyebabkan peningkatan torsi rata-rata, power</p>

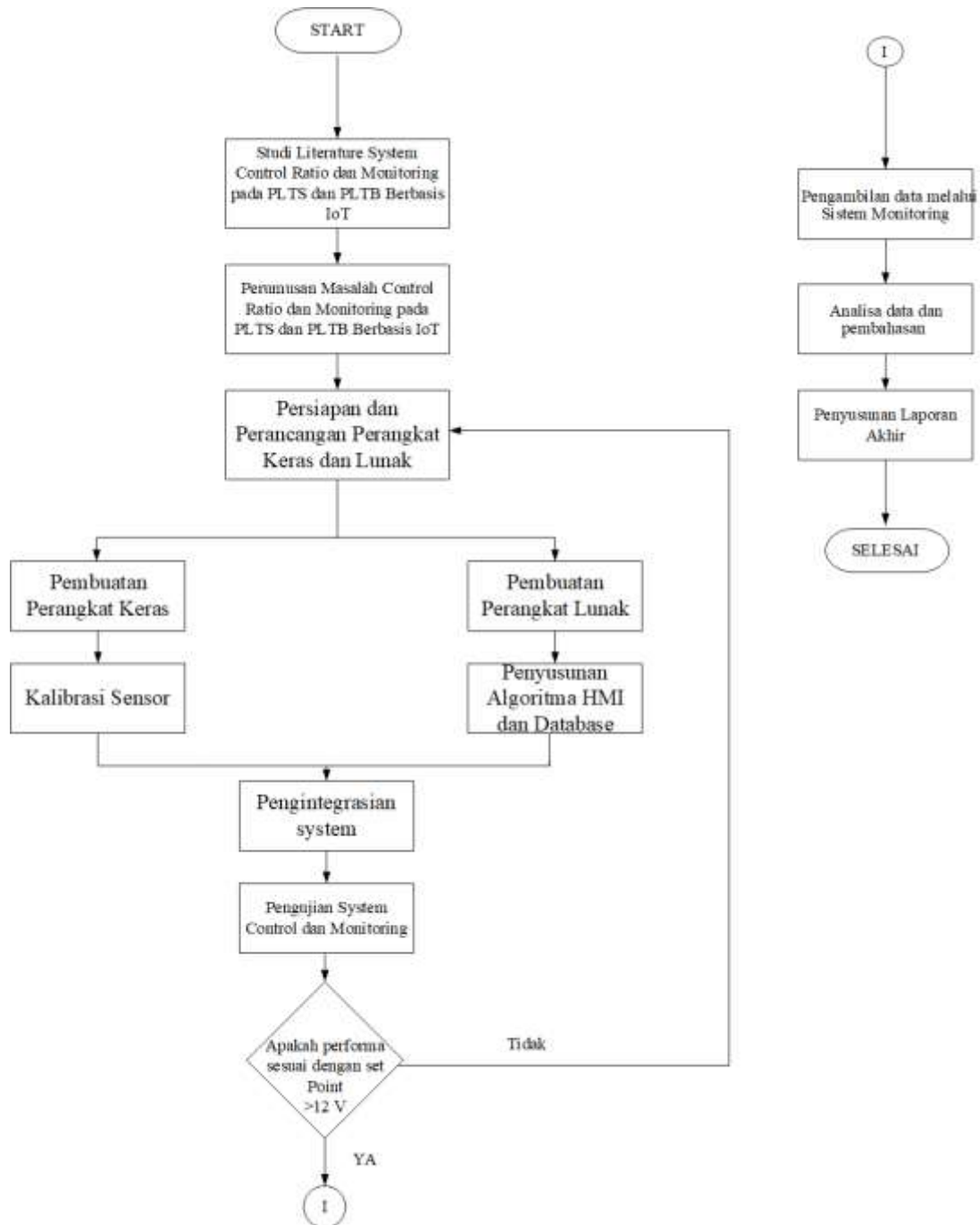
Tahun	Peneliti	Topik/Tema	Hasil
2018	Harmini	Pemodelan Sistem Pembangkit Hybrid Energi Solar dan Angin	<p>turbin, dan power elektrik yang dihasilkan oleh VAWT. 4. Penambahan panjang hord pada turbin menyebabkan peningkatan torsi rata-rata, power turbin, dan power elektrik yang dihasilkan oleh VAWT.</p> <p>Kekurangan pada alat ini hasil pengukuran yang didapat masih bersifat manual dan tidak menggunakan sistem monitoring IoT.</p> <p>Sistem hybrid dibangun dari dua buah sistem pembangkit yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga angin. pemodelan pembangkit listrik hybrid ini menggunakan simulasi Matlab. 2. Daya yang dihasilkan PLTS sebesar 3.000 Watt dan pembangkit angin sebesar 1.000 Watt dengan beban berupa beban resistif sebesar 4.000 Watt. 3. Sistem hybrid menghasilkan daya sebesar 2.640 Watt sehingga efisiensi sistem hybrid sebesar 66 %.</p>

Tahun	Peneliti	Topik/Tema	Hasil
2016	Damis Hardiantono	Rancang Bangun Unit Pembangkitan dan Modul Pengukuran untuk Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Angin dan Matahari)	<p>Tegangan listrik yang dihasilkan pada kondisi cerah oleh PLT-Surya stabil pada tegangan sebesar 24 Volt-dc menggunakan PV berkapasitas 200 Wp sementara PLT-Angin bervariasi dari 0- 10 Volt-dc berkapasitas 100 W. Dimana variasi ini disebabkan karena bergantung pada kecepatan angin yang dilokasi penelitian. Sedangkan keperluan tegangan charging batteray 70 Ah yaitu sebesar 24 Volt-dc dan hal ini berarti charging berlangsung secara stabil sepanjang hari. Rancang bangun PLT-Hybrid dan modul pengukurannya dapat dibuat dan menunjukkan performa penyediaan energi listrik secara kontinyu pada malam hari maupun siang hari.</p> <p>Kekurangan pada penelitian ini yaitu sistem monitoring yang belum menerapkan sistem IoT.</p>

BAB III METODE

3.1. Prosedur Penelitian

Pada Penelitian ini, garis besar alur Penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.1.1. Perumusan Masalah

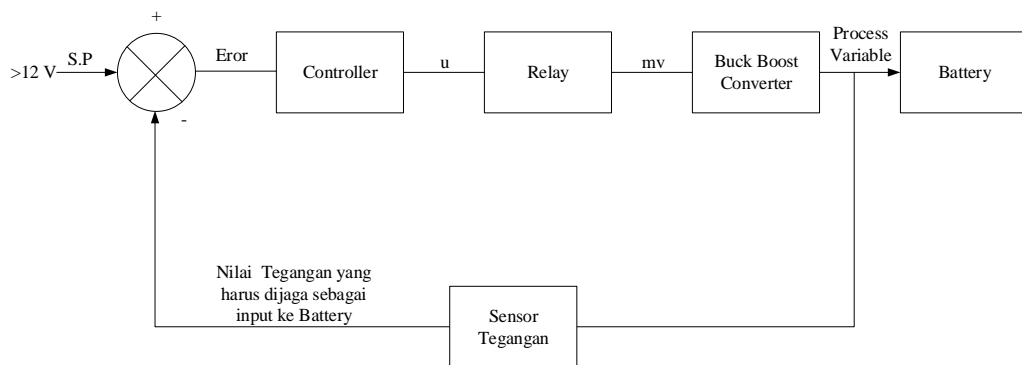
Perumusan masalah merupakan tahap awal dalam pengerjaan Penelitian. Perumusan masalah bertujuan untuk menentukan permasalahan yang diangkat yaitu mengenai penerapan *system control* beserta *Monitoring* dan mengetahui performansi daya yang dihasilkan dari PLTS dan PLTB.

3.1.2. Studi Literature

Studi literature merupakan proses pembelajaran tentang mengidentifikasi dan pendalaman disiplin ilmu yang ingin dikuasai baik dari jurnal, buku dan internet sehingga mampu memberikan kemudahan dalam proses pengerjaan sistem *Control* beserta *Monitoring* lalu mengetahui performansi daya yang dihasilkan dari PLTS dan PLTB.

3.1.3. Sistem PLTS dan PLTB

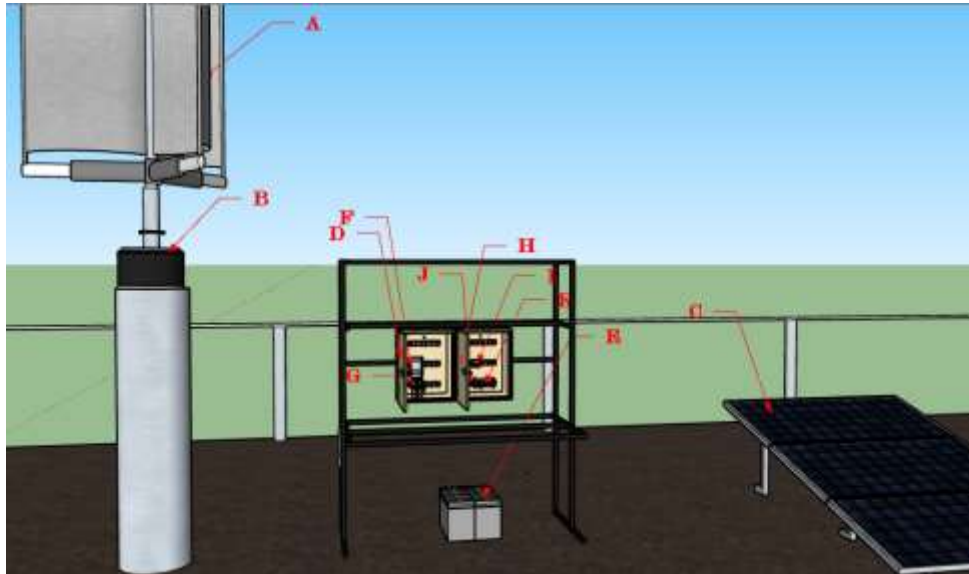
Adapun sistem yang akan digunakan sekaligus dirancang pada rancang bangun *prototype* pembangkit listrik tenaga Angin dan Surya menerapkan konsep *Hybrid Technology* berbasis *IoT*.



Gambar 3.1.3-1 Diagram Closed Loop Control

Pada Gambar 3.1.3.1 loop control diagram diatas menjelaskan bahwa sistem pada pembangkit listrik tenaga bayu dan surya menggunakan sistem pengendalian rasio dengan memiliki 2 actuator dan 2 sensor yang mampu menjaga stabilitas proses keluaran yang diinginkan atau sesuai dengan set point. Lalu variable yang diukur adalah Tegangan dan Arus. *Input* atau *set-point* yang harus dijaga adalah tegangan dari hasil PLTS dan PLTB. Sistem ini mampu berjalan dengan menjaga nilai tetap pada tegangan meskipun pada saat siang hari yang mana memiliki intensitas cahaya yang

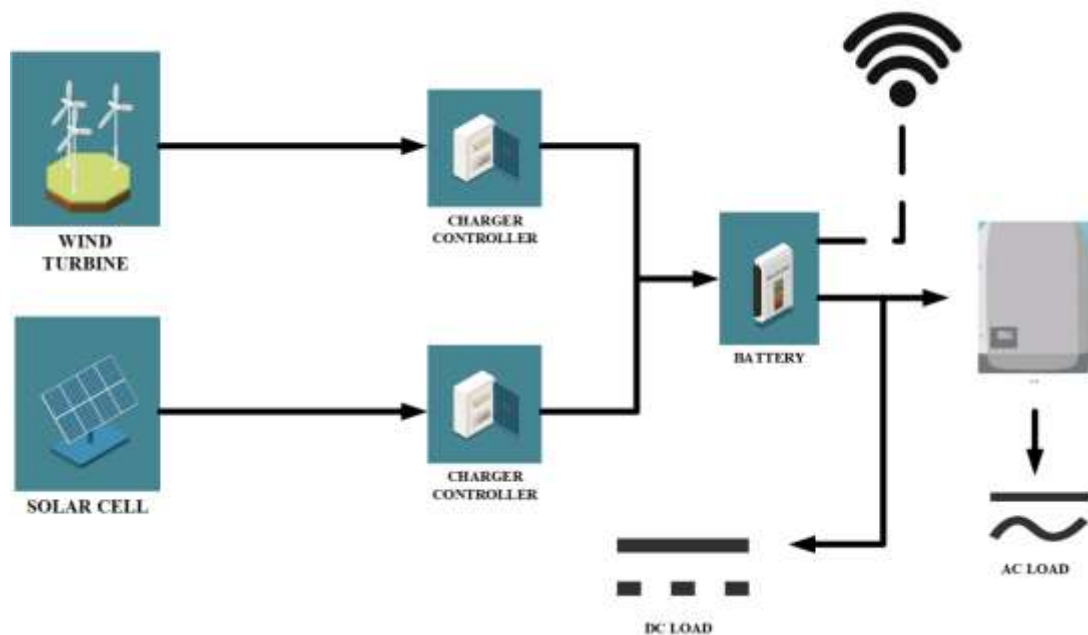
diterima oleh PLTS sekitar 60-100% lebih besar dari pada PLTB sedangkan pada kondisi malam hari kecepatan angin yang diterima oleh PLTB sekitar 80-100% dari pada intensitas cahaya yang diterima oleh PLTS. Maka dari itu dalam penerapan rancang bangun PLTS dan PLTB ini menggunakan system pengendalian rasio ini mampu memberikan nilai performansi yang stabil sesuai yang diinginkan.



Gambar 3.1.3-2 Desain alat

Table 3.1-1 Table Bagian Alat dan Bahan

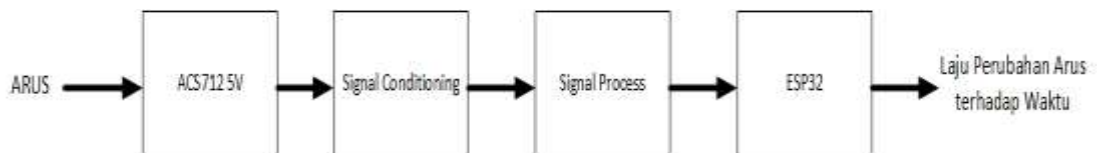
Bagian	Nama Alat dan Bahan	Keterangan
A	Wind Turbine	Vertical Wind Turbine
B	Permanent Magnet Generator	PMG 500 W Low RPM DC
C	Solar Cell	Solar Cell 100 Wp
D	Box Panel 1	60x40x20 Tebal 1.2mm
E	Battery Aki	Yuasa 12 V 7ah
F	Charging Controller	MPPT 10 A
G	MCB dan Fuse	MCB DC
H	Box Panel 2	60x40x20 Tebal 1.2mm
I	Controller	Arduino Mega
J	Boost Converter	DC-DC Step Up 250 W 10a
K	Relay	Relay 8 Pcs



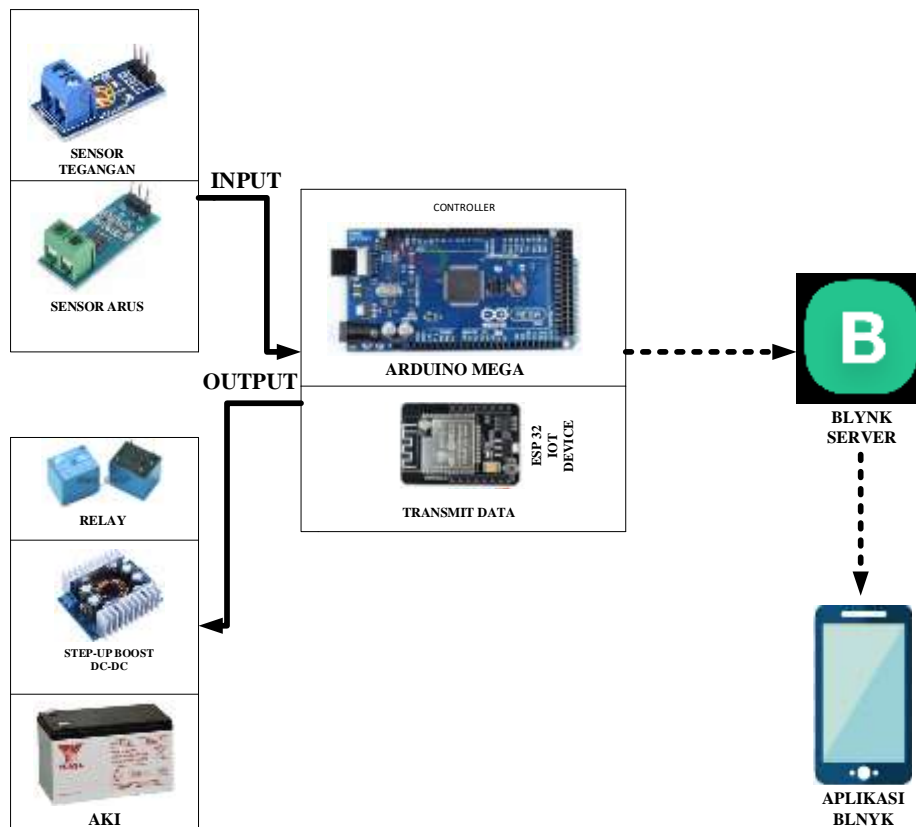
Gambar 3.1.3-2 Desain Proses Sistem Otomatisasi kontrol

Dari gambar 3.1.3-2 desain proses sistem yang ada menjelaskan cara kerja dari pembangkit listrik sistem hibrida ini secara umum dan berurutan, proses pertama semua energi yang dihasilkan oleh semua sumber pembangkit yang ada yaitu sistem sel surya dan sistem energi angin disalurkan kedalam unit kontrol. Energi. Unit kontrol energi ini meliputi dari unit controller yang menggunakan arduino mega yang selanjutnya memberikan sinyal input kepada actuator yaitu dari relay yang terdapat pada PLTB dan relay pada PLTS sedangkan buck-boost coverter digunakan untuk menjaga nilai output tegangan yang diinginkan. Pada relay yang terpasang pada dua unit system tersebut bertujuan untuk sebagai pelaksana tugas untuk mengalirkan tegangan listrik setelah dilakukan perintah oleh controller. Lalu setelah itu terdapat dua buah sensor yang berfungsi untuk mengukur proses variable dan mengirimkan sinyal *feedback* pada *controller* sehingga dapat mengetahui berapa nilai *error* dari proses tersebut. Sensor yang digunakan yaitu tegangan dan arus menggunakan sensor tegangan 25V dan sensor arus ACS712 5V. Sistem ini berjalan secara *dual system* dari dua energi yang dihasilkan dengan menyesuaikan kondisi dilapangan yaitu mulai dari pagi- sore dengan intensitas cahaya dari matahari lebih optimal dibandingkan dengan kecepatan angin lalu seteleah itu sore – malam kecepatan angin lebih bisa diandalkan ketimbang dari tenaga surya. Struktur desain dan pengembangan sistem yang diusulkan menjelaskan deskripsi kerja sistem yang dikembangkan. Maka dari itu

dengan menerapkan sistem kontrol ini dapat memberikan keseimbangan dalam melakukan sebuah proses sehingga dapat sesuai dengan keinginan kita. Setelah proses itu berjalan tahap selanjutnya adalah pengisian baterai pada aki 12V sehingga hasil dari dua proses yaitu PLTB dan PLTS dapat disimpan dengan baik. Dikondisi lainnya pada *Safety Instrument System* terdapat pada *unit controller* yang dapat dikendalikan apabila terdapat kondisi terkena petir atau tegangan berlebihan *unit control* akan memberikan sinyal perintah pada seluruh relay untuk OFF agar tidak merusak equipment atau pun komponen yang ada. Sedangkan, untuk sistem monitoringnya menggunakan sistem open loop dengan sistem kontrol kontinu di mana output tidak memiliki pengaruh pada aksi kontrol sinyal input. Hal ini karena output tidak diukur atau “diumpankan” untuk perbandingan dengan set point.



Gambar 3.1.3-3 Diagram Pengukuran



Gambar 3.1.3-4 Skema Perangkat Keras

Skema detail perangkat keras ini dapat dilihat pada gambar 3.1.3.3 dimana dibagian input terdapat sensor salinitas, sensor temperature, dan level switch. Bagian output terdapat Relay, Step-Up Dc-DC, Aki. Pada perangkat keras ini memiliki cara kerja sebagai berikut sistem menyala dan mati dikendalikan melalui gadget yang sudah terinstall aplikasi Blynk setelah sistem menyala relay mulai aktif dan muncul hasil monitoring arus dan tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Setelah itu input nilai set point yang diinginkan sehingga controller akan mengirimkan sinyal kontrol ke actuator yaitu motor servo untuk melakukan aksi pada boost converter sehingga nilai yang dihasilkan boost converter sesuai dengan set point yang diinginkan. Data pengukuran yang dihasilkan akan disimpan di Blynk Server sehingga proyeksi data yang dihasilkan dapat di monitoring melalui gadget dengan menggunakan perangkat sebagai transmit data yaitu ESP8266.

3.1.4. Perancangan Sistem Protokol Komunikasi

Perancangan komponen komunikasi menggambarkan alur komunikasi antar tiga komponen yaitu modul IoT, perangkat lunak IoT *cloud platform*, dan aplikasi. Pada proses komunikasi dibagi menjadi dua, yaitu pengiriman data hasil pengukuran oleh sensor dengan melalui modul IoT ke *cloud interface* dan aplikasi pengguna sehingga *Cloud Server* akan mengakses data yang telah dihasilkan. Protokol komunikasi yang digunakan adalah *HTTP*.



Gambar 3.1.4-1 Protokol Komunikasi

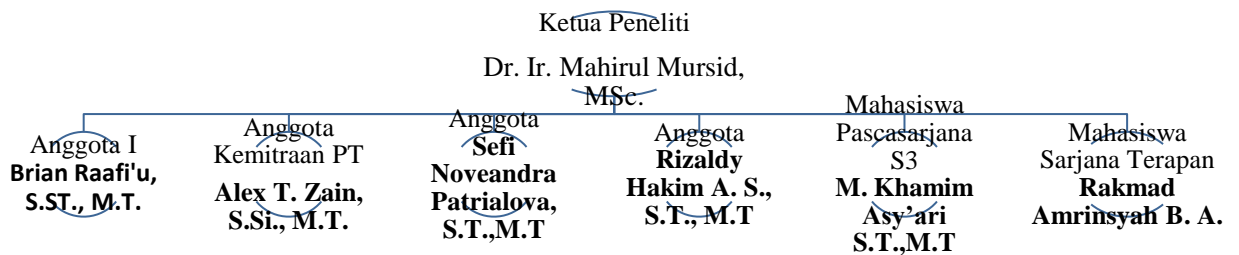
3.1.5. Pengambilan Data

Proses pengambilan data akan dilakukan selama kurang lebih dengan rentang waktu minimal 3 hari. Dengan beberapa variable penelitian yang akan digunakan yaitu :

1. Variable bebas pada sistem rancang bangun ini yaitu kecepatan angin dan radiasi matahari.
2. variable terikat yaitu nilai arus terhadap waktu.
3. variable kontrol yaitu Performansi nilai tegangan yang dihasilkan oleh dua sistem EBT pada rancang bangun.

3.1.6. Tugas Anggota Pengusul

Tugas tim peneliti pada Penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 3.1.6 Organisasi Tim Penelitian

Organisasi tim peneliti pada Penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:

Adapun penjelasan kompetensi dan tanggung jawab dari peneliti adalah sebagai berikut:

- Ketua
 - Kompetensi: Ketua peneliti telah mempunyai rekam jejak penelitian yang cukup kuat dalam tema yang diusulkan. Kompetensi yang dimiliki oleh pembimbing merupakan akumulasi pendidikan dan pelatihan professional yang telah dilaksanakan sejak proses studi S2 nya hingga saat ini.
 - Tanggung Jawab
 - Melakukan pendampingan dan pengawasan pada seluruh tahapan Penelitian.
 - Memastikan Penelitian selesai tepat waktu dan tepat sasaran.
 - Memandu dan Supervisi proses pengambilan data Penelitian secara keseluruhan.
 - Melakukan koordinasi dalam pembuatan laporan dan luaran terkait hasil Penelitian.
- Anggota I, II, III
 - Kompetensi: Anggota I dalam tim penelitian ini merupakan mitra Perguruan Tinggi Negeri dari Politeknik Negeri Jember (POLIJE) yang memiliki kompetensi dalam keilmuan

instrumentasi dan sistem kontrol dengan kompetensi riset *wind turbine*, secara praktisi ataupun akademisi.

- Kompetensi: Anggota II dalam tim penelitian ini memiliki kompetensi dalam keilmuan fotonika khususnya pada sistem solar panel sistem, secara praktisi ataupun akademisi.
- Kompetensi: Anggota III dalam tim penelitian ini memiliki kompetensi dalam keilmuan mesin mengenai konversi energi baru terbarukan, secara praktisi ataupun akademisi.

➤ Tanggung Jawab

- Melakukan pendampingan pada seluruh tahapan penelitian.
- Memandu proses pengambilan data penelitian secara keseluruhan.
- Melakukan koordinasi dalam pembuatan laporan, paten dan publikasi ilmiah terkait hasil penelitian.

➤ Mahasiswa S3 Pascasarjana Teknik Fisika dan Mahasiswa Sarjana Terapan

- Kompetensi: Mahasiswa S3 dalam Penelitian ini memiliki kompetensi dalam keilmuan instrumentasi dan rekayasa sistem kontrol pada pengembangan teknologi *wind turbine*, secara praktisi ataupun akademisi dalam masa perkuliahan S1 dan S2.
- Kompetensi: Mahasiswa Sarjana Terapan ini memiliki minat dalam pengembangan teknologi EBT yang dinaungi dalam Laboratorium Instrumentasi Pengendalian Departemen Teknik Instrumentasi ITS.

➤ Tanggung Jawab

- Melakukan dan melaksanakan dengan taat dan disiplin proses pelaksanaan Penelitian secara keseluruhan (jadwal, prosedur dan tata tertib Penelitian).
- Melakukan pekerjaan pada seluruh tahapan penyelesaian Penelitian.
- Melakukan dan melaksanakan proses pengambilan data Penelitian secara keseluruhan.

BAB IV LUARAN

4.1. Luaran Penelitian

Target Luaran pada penelitian kemitraan Perguruan Tinggi Negeri ini antara lain sebagai berikut:

1. Dokumen Kemitraan ITS dengan Politeknik Negeri Jember
2. Pembuatan Alat Teknologi Tepat Guna (TTG) Teknologi *wind turbine solar panel*
3. Jurnal Internasional SCOPUS Index Q2
4. Video Publikasi
5. Poster

BAB V JADWAL KEGIATAN

5.1 Jadwal Penelitian

Adapun alokasi waktu dari kegiatan Penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Table 5.1 Alokasi Waktu Penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
1	Pengadaan komponen Plant PLTS dan PLTB	■	■														
2	Perancangan perangkat keras Plant PLTS dan PLTB			■	■	■											
3	Perancangan perangkat lunak sistem kendali otomatis dan Monitoring IoT					■	■	■	■								
4	Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak Plant PLTS dan PLTB								■								
5	Penguajian system control dan Monitoring									■	■						
6	Pengambilan Data										■	■					
7	Pembahasan dan Analisis pengujian, Penulisan Jurnal Internasional Q2											■	■	■			
8	Pembuatan Poster dan luaran lainnya													■	■		
9	Penulisan Laporan Penelitian	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

BAB VI RENCANA ANGGARAN DAN BIAYA

6.1 Anggaran Biaya

Alokasi biaya dari kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.1 berikut.

Tabel 6.1. Alokasi Biaya Penelitian

No.	Jenis	Jumlah	Satuan	Harga	Total
1.	Komponen Pada Perancangan Hardware				
	Raspberry Pi 3 Mini PC	1	buah	Rp.750.000	Rp.750.000
	Photovoltage (PV)	2	buah	Rp.2.500.000	Rp.5.000.000
	Sensor Tegangan	4	buah	Rp.125.000	Rp.500.000
	Sensor Arus	4	buah	Rp.125.000	Rp.500.000
	LCD TFT 1.8 Inchi 128X160 Module	1	Set	Rp.485.000	Rp.485.000
	GY-87 10 DoF IMU (MPU6050 HMC5883L BMP180)	1	buah	Rp.220.000	Rp.220.000
	HC-12 Wireless Module 433MHz 1000M	1	buah	Rp.90.000	Rp.90.000
	Sensor Frekuensi -DFRobot	4	buah	Rp.190.000	Rp.760.000
	Kabel Jumper pelangi	10	set	Rp.40.000	Rp.400.000
	Tiger Lipo Battery 100Ah	1	set	Rp.2.800.000	Rp.2.800.000
	Sensor Kelembapan	1	buah	Rp.125.000	Rp.125.000
	Kabel Power ETERNA	5	meter	Rp.150.000	Rp.750.000
	Pangkon PV (Smart Monitoring)	1	set	Rp.650.000	Rp.650.000
	Adjustable Dc-Dc Step Up & Step Down Converter XI6009 4amp DC Module	2	Set	Rp.150.000	Rp.300.000
	New iMAX B6AC Lipo NiMH 3S RC Battery Balance Charger	1	set	Rp.570.000	Rp.570.000
	Kabel dan Konektor	1	set	Rp.250.000	Rp.150.000
	<i>Wind Turbine Module</i>	1	set	Rp.5.750.000	Rp5.750.000
	1-8S Lipo Battery Tester Low Voltage Checker Buzzer Alarm	1	set	Rp.100.000	Rp.100.000
	3D Printing Packing Battery	1	set	Rp.550.000	Rp.550.000
	3D Printing Packing Modul Kontrol	1	set	Rp.550.000	Rp.550.000
	Inverter Grid Tie 2000W	1	Paket	Rp.6.000.000	Rp.6.000.000
2.	Jasa cutting akrilik, cetak PCB dan 3D printing.	1	-	Rp.2.000.000	Rp.2.000.000
3.	Publikasi dan Paten				
	Jurnal Internasional (topik pertama) index SCOPUS Q2	1	paket	Rp.5.000.000	Rp.7.500.000
	Biaya Kepengurusan video, poster dll	1	Pake t	Rp.10.000.000	Rp.10.000.000

No.	Jenis	Jumlah	Satuan	Harga	Total
4.	Biaya Pencetakan Dokumen	1	paket	Rp.3.500.000	Rp3.500.000
Total Biaya					Rp.50.000.000

DAFTAR PUSTAKA

- Ar, R., Gunawan, N., B, I. C., & Sc, M. (2013). Analisa Performansi dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Tuban Jawa Timur. *Teknik Pomits*, 1–8.
- Bachtiar, A. W. H. (2018). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), 34–45. <https://doi.org/10.21063/jte.2018.3133706>
- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>
- FIDHI, A. (2020). Karangbinangun Kekurangan Air Bersih 10. *Kekurangan, Karangbinangun Bersih, Air, April 2018*, 1–2. <https://radarbojonegoro.jawapos.com/read/2018/04/10/63749/karangbinangun-kekurangan-air-bersih>
- Kementerian ESDM. (2016). Jurnal Energi. *Energi*. [https://www.esdm.go.id/assets/media/content/FIX2_Jurnal_Energi_Edisi_2_17112016\(1\).pdf](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/FIX2_Jurnal_Energi_Edisi_2_17112016(1).pdf)
- Manggala, P. (2020). *STUDI EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS SUBSIDI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN PANEL UNTUK MASYARAKAT INDONESIA Disusun oleh* (Issue February).
- Marlistya Citraningrum. (2019). Energi Kita. In *Institute for Essential Service Reform* (Issue November).
- Medina, I. A., Giriantari, I. A. ., & Sukerayasa, I. . (2018). Kajian dan Evaluasi Sistem Suplai Energi Listrik PLTS dan PLTB di Kampus Teknik Elektro Universitas Udayana Bukit Jimbaran Bali. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 311. <https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p02>
- Saputra, D., Iriana, R., & Sebayang, M. (2017). Analisis Ketersediaan Sistem Pembangkit Berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Angin (Pltb) Dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 5(1), 1–8.
- Vian Vebrianto. (2015). Studi pengembangan serta penyusunan rencana energi dan kelistrikan daerah dengan memanfaatkan potensi energi daerah di kabupaten lamongan jawa timur. *Studi, Bidang Sistem, Teknik Jurusan, Tenaga Elektro, Teknik Industri, Fakultas Teknologi*, 1–8.
- Winasis, W., Soedirman, U. J., Rosyadi, I., & Soedirman, U. J. (2017). *Analisis Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida Surya - Angin Pantai Baru ANALISIS Kih { ERJA PEMBANGKIT LISTRIK HIBRIDA STJRYA -. November 2014*.
- Y Ismail Nakhoda, C. S. (2017). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Sumbu Vertikal Lenz Portabel. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017 ITN Malang, 4 Pebruari 2017 ISSN*, 1–8.
- Yulistiono, I., Utomo, T., Wibawa, U., Sc, M., Haryono, J. M. T., Blimbing, G. I., & Photovoltaic, S. (2013). Di Gardu Induk Blimbing-Malang. *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya*, 1.

Dr. Ir. Prabowo, M. D. (2015). *Rancang Bangun Hybrid Power Generation untuk Charging Station Mobil sebagai Pengembangan Energi Terbarukan Masa Depan*. Surabaya: LPPM Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

TIM RISET

No	Nama	Departemen/Fakultas	Posisi di Tim Riset	Uraian Tugas
1.	Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc	Teknik Mesin Industri/FV-ITS	Ketua	Melakukan pendampingan dan pengawasan pada seluruh tahapan Penelitian.
2.	Brian Raafi'u	Teknik Instrumentasi/FV-ITS	Ketua	Melakukan pengerjaan <i>hardware dan software</i> pada seluruh tahapan Penelitian.
3.	Alex Taufiqurrohman Zain	Jurusan Teknik/ Politeknik Negeri Jember	Anggota Kemitraan PT	Melakukan proses pengambilan data penelitian <i>wind turbine</i> dan luaran penelitian.
4.	Sefi Noveandra Patrialova	Teknik Instrumentasi/FV-ITS	Anggota	Melakukan koordinasi dalam pembuatan laporan, dan publikasi ilmiah terkait hasil penelitian.
5.	Rizaldy Hakim A.S	Teknik Mesin Industri/FV-ITS	Anggota	Melakukan proses pengambilan data penelitian <i>Solar Panel</i> dan luaran penelitian.
6.	Muhammad Khamim Asy'ari	Teknik Fisika/FTIRS-ITS	Mahasiswa S3	Melakukan pekerjaan pada seluruh tahapan penyelesaian Penelitian.
7.	Rakmad Amrinsyah Badrul Alam	Teknik Instrumentasi/FV-ITS	Mahasiswa S.Tr	Melakukan dan melaksanakan proses pengambilan data Penelitian secara keseluruhan

LAMPIRAN I

A. Identitas Diri Ketua

1.	Nama Lengkap	Dr.Ir.H.Mahirul Mursid,MSc
2.	Jenis Kelamin	Laki-laki
3.	NIP/NIK/Identitas Lainnya	1962260619890301003
4.	NIDN	0026066212
5.	Tempat dan Tanggal Lahir	Lamongan ,26 juni 1962
6.	E-mail	mursid@me.its.ac.id
7.	Nomor Telepon/HP	08121715381
8.	Nama Institusi Tempat Kerja	Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, ITS
9.	Alamat Kantor	Kampus ITS, Keputih–Sukolilo, Surabaya 60111, INDONESIA
10.	Nomor Telepon/Faks	+62 31 594 6230 / +62 31 592 2941

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Universitas Indonesia	Untag Surabaya
Bidang Ilmu	T.Mesin-Produksi	Ilmu Material	FISIP Ilmu Adminitrasi
Tahun Masuk-Lulus	1988	1992-1994	2016

C. Pengalaman Penelitian

No.	Tahun	Judul Penelitian	Keterangan
1	2020	<i>Kajian Dokumen evaluasi Lingdup Proses Instalsasi Pengolahan Air PDAM Sidoarjo</i>	PT.Hanarida Tirta Birawa Ketua
2	2019	<i>Kajian identifikasi pengembangan Science Techno Park (taman sains dan teknologi) untuk penguatan SIDA kabupaten lamongan</i>	Pemda kab.Lamongan 2019 Anggota

No.	Tahun	Judul Penelitian	Keterangan
3	2018	<i>Kajian Pengembangan inovasi teknologiproduk sorgum dalam rangka implementasi penguatan sistem inovasi daerah kabupaten lamongan</i>	Pemda kab.Lamongan 2018 Ketua
4	2017	<i>Kajian roadmap penguatan sistem inovasi daerah kabupaten lamongan (SIDa)</i>	Pemda kab.Lamongan 2017 Ketua

D. Publikasi Ilmiah

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	Penerapan teknologi las gesek dalam proses penyambungan dua buah pipa logam baja karbon rendah	Jurnal/proseding 2018	
2	Study on development green shipbuilding industry in lamongan districtto increase competitiveness	SENTA ,marine teknologi for sustainable development	
3	Analisa pengaruh tekanan tempa terhadap struktur mikro dan sifat mekanik stainless steel nSS 304 dengan metode friction welding	Jurnal STEMAN 2016 .	ISBN: 978-979-17047-6-2

E. HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Paten Sederhana oleh Dep Hukum dan Hak Asasi Manusia ,Dirjen HKI,6 juni 2007, judul Invensi :konverter katalitik tembaga model bafel	2007-2012	Paten Sederhana	ID 0 000 657 S

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak- sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan riset ini.

Surabaya, 1 Maret 2021

Ketua

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'M' followed by a cursive 'h' and a long, sweeping underline that ends in a small circle.

Dr.Ir.H.Mahirul Mursid,MSc.

Biodata Tim Peneliti

A. Identitas Peneliti

1.	Nama Lengkap	Brian Raafi'u.,S.ST.,M.T.
2.	Jenis Kelamin	Laki-laki
3.	NPP	1994201911092
4.	NIDN	0026039401
5.	Tempat Tanggal Lahir	Banyuwangi, 26 Maret 1994
6.	E-mail	brian@its.ac.id
7.	Nomor Telepon/HP	087759520066
8.	Nama Institusi Tempat Kerja	Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
9.	Alamat Kantor	Gedung A, Teknik Instrumentasi Jl. Raya ITS, Kampus ITS Sukolilo 60111
10.	Nomor Telepon/Faks	(031) 599 4251-54 (ext 1073)

B. Riwayat Pendidikan

Gelar Akademik	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	-
Bidang Ilmu	Teknik Otomasi	Teknik Fisika	-
Tahun Masuk-Lulus	2012 – 2016	2017-2018	-
Judul Skripsi/Tesis	Pengembangan Sistem SCADA Android Pada PLC Type Compact Untuk Aplikasi Pintu Air Otomatis	Implementasi Fuzzy- PID untuk Kendali Four Wheeled Mobile Robotic : Studi Kasus Pada Jalan Tanjakan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.	-

Gelar Akademik	S-1	S-2	S-3
Nama Pembimbing/Promotor	Adianto.,S.T.,M.T	Dr.Ir.Purwadi Agus Darwito.,M.Sc.	

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir
(Bukan Skripsi, Tesis, dan Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana	Jumlah Dana (Rp)
1	2020	Rancang Bangun Smart Monitoring System pada Solar Panel sebagai Upaya Penghematan Konsumsi Daya Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things	Dana ITS	Rp. 60.000.000
2	2020	Kajian Studi Instrumentation On Grid System pada Teknologi Permanent Magnet Generator (PMG) sebagai Upaya Meningkatkan Kelayakan Energi Baru Terbarukan Berbasis Putaran Generator	Dana Mandiri	Rp. 10.000.000
3	2020	Kajian Study Modifikasi Bak Ash Sattle Pond Pltu Holtekamp, Muaratami, Jayapura	Dana Indonesia Power	Rp. 72.000.000
4	2020	Perancangan dan Implementasi Smart Trash Mobile Robotic Sebagai Sarana Inovasi ITS Eco Campus Berbasis Metode Kontrol Fuzzy-PID	Dana Mandiri	Rp. 10.000.000
5	2019	Desain Sistem Monitoring Kondisi Rumah Pembibitan (Green House) Sebagai Inovasi Pengembangan Teknologi Smart-Farming	Dana Departemen	Rp. 10.000.000
6	2019	Rancang Bangun Electric Bicycles (E-Bike) Plug-in System sebagai Sarana Inovasi Green Vehicle Berbasis Metode Kontrol Fuzzy-PID (Studi Kasus pada Jalan Tanjakan)	Dana Lokal ITS	Rp. 50.000.000

D. Publikasi Artikel Ilmiah Jurnal yang Relevan Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/ Tahun
1	Rancang Bangun Sistem Monitoring Tegangan, Arus, dan Frekuensi Keluaran Generator 3 Fasa pada Modul Mini Power Plant Departemen Teknik Instrumentasi	AMORI	Vol 1, No 2 (2020)
2	Design and Development of Fuzzy-PID Controller for Four-Wheeled Mobile Robotic Stability: A Case Study on the Uphill Road	The Journal of Engineering	Vol 6, No 2 (2020)

E. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) yang Relevan dalam 5 Tahun Terakhir

No	Pemakalah Seminar Ilmiah (<i>Oral Presentation</i>)	Judul Pemakalah Seminar Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	ISITIA 2018	Identification of Four Wheel Mobile Robot based on Parametric Modelling	2018, Bali
2	BASIC 2018	Smart Monitoring of Solar Panel System in Saving of the Electrical Power with Internet of Things	2018, Malang
3	ICAMIMIA 2019	Comparative Study of Fuzzy-PID and Fuzzy-PI Control Systems on DC Motor Speed for Four-Wheeled Mobile Robotic	2019, Batu
4	BASIC 2018	Speed Control of Single Phase AC Motor on Cocoa Beans Fermentation Process using PID Controller	2018, Malang

F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	-	-	-	-

G. HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				

H. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publikasi/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Ditetapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1				

I. Penghargaan dalam 10 tahun terakhir dari pemerintah, asosiasi, atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan kegiatan penelitian.

Surabaya, 04 Maret 2021

Peneliti



Brian Raafi'u.,S.ST.,M.T.

Biodata Tim Peneliti Kemitraan Perguruan Tinggi Negeri

A. Identitas Peneliti

1.	Nama Lengkap	Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si, M.T.
2.	Jenis Kelamin	Laki-laki
3.	NIP	199310172019031009
4.	NIDN	0017109301
5.	Tempat Tanggal Lahir	Jombang, 17 Oktober 1993
6.	E-mail	Alextaufiqurrohman@polije.ac.id
7.	Nomor Telepon/HP	+6282333962659
8.	Nama Institusi Tempat Kerja	Program Studi Mesin Otomotif, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember
9.	Alamat Kantor	Jl. Mastrip PO BOX 164 Jember
10.	Nomor Telepon/Faks	0331333532

B. Riwayat Pendidikan

Gelar Akademik	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Jember	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	-
Bidang Ilmu	Fisika – Instrumentasi	Teknik Fisika – Rekayasa Instrumentasi Industri	
Tahun Masuk-Lulus	2011 – 2015	2016 – 2018	
Judul Skripsi/Tesis	Pengukuran Kandungan Gula pada Nira Menggunakan Fotodetektor	Perancangan dan Implementasi Pengendali Kecepatan Putar Rotor Berbasis Logika Fuzzy-Pi untuk Mencegah Kegagalan Sistem Generator pada Turbin Angin Skala Kecil	

Nama Pembimbing/Promotor	1. Ir. Misto, M.Si. 2. Tri Mulyono, S.Si., M.Si.	1. Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc.	
--------------------------	--	-----------------------------------	--

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir
(Bukan Skripsi, Tesis, dan Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana	Jumlah Dana (Rp)
1	2017	Desain dan Pengembangan Prototipe Turbin Angin Berbasis Supervisory Control: Studi Kasus Implementasi di Ladang Angin Indonesia.	Dana Lokal Institut Teknologi Sepuluh Nopember	150.000.000,-
2	2020	Peningkatan Grade Biodiesel Limbah Pengalengan Ikan Lemuru Dengan Interchange Alkoksi Ester Menggunakan Katalis Basa Terhadap Pengaruh Nilai Kalor Dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel Pertanian	Dana PNBPN Politeknik Negeri Jember	25.000.000,-

D. Publikasi Artikel Ilmiah Jurnal yang Relevan Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	Development Buck Boos Converter, Capacity 100-200 Watt Base PI & PI-Fuzzy Logic Control As Support Wind Turbine Power Plant	Advances in Natural and Applied Sciences	11/13/2017
2	Penggunaan Sensor Fotodetektor untuk Pengukuran Kandungan Gula di dalam Larutan Nira Tebu	Jurnal Industri Hasil Perkebunan	1/6/2020

E. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) yang Relevan dalam 5 Tahun Terakhir

No	Pemakalah Seminar Ilmiah (<i>Oral Presentation</i>)	Judul Pemakalah Seminar Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	The 8 th Annual Basic Science International Conference 2018 Annual Basic Science International Conference	Speed Control of Single Phase AC Motor on Cocoa Beans Fermentation Process using PID Controller	2018 di Universitas Brawijaya – Malang
2	The 4 th International Seminar on Science and Technology (ISST) 2018	Fuzzy-PI Control and PI Control Design for Fixed Speed Horizontal Axis Wind Turbine	2018 di Institut teknologi Sepuluh Nopember – Surabaya
3	Science Case 2019	Peran Sains dan Teknologi dalam Meningkatkan Kualitas SDM di Era Industri 4.0	2019 di Universitas Jember

F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	-	-	-	-

G. HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	-	-	-	-

H. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publikasi/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Ditetapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1	-	-	-	-

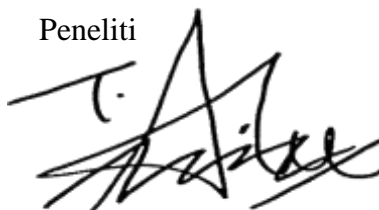
I. Penghargaan dalam 10 tahun terakhir dari pemerintah, asosiasi, atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan kegiatan penelitian.

Jember, 04 Maret 2021

Peneliti



Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T.

Biodata Tim Peneliti

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Sefi Novendra Patrialova S.Si.,M.T
2.	Jenis Kelamin	Perempuan
3.	NPP	1991201711053
4.	NIDN	0022119102
5.	Tempat Tanggal Lahir	Madiun, 22 November 1991
6.	E-mail	sefi.patrialova@gmail.com
7.	Nomor Telepon/HP	081805110806
8.	Nama Institusi Tempat Kerja	S.Tr Teknologi Rekayasa Instrumentasi Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
9.	Alamat Kantor	Gedung A, Teknik Instrumentasi Jl. Raya ITS, Kampus ITS Sukolilo 60111
10.	Nomor Telepon/Faks	(031) 599 4251-54 (ext 1073)

B. Riwayat Pendidikan

Gelar Akademik	Sarjana	S2/Magister	S3/Doktor
Nama Institusi	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	-
Jurusan/Prodi	Fisika	Teknik Fisika	
Bidang Keahlian	Optoelektronika	Fotonika dan Instrumentasi	
Tahun Masuk-Lulus	2009 – 2013	2014 – 2016	

C. Rekam Jejak Tri Dharma PT

C.1 Pendidikan/Pengajaran

No.	Nama Mata Kuliah	Wajib/Pilihan	SKS
1	Fisika Terapan	Wajib	3 sks
2	Gelombang	Wajib	3 sks
3	Elektromagnetika	Wajib	3 sks
4	Mekanika Fluida Terapan	Wajib	3 sks
5	Dinamika Sistem	Wajib	3 sks
6	Aplikasi Teknologi Cerdas	Wajib	3 sks

7	Teknologi Sensor & Tranducer	Wajib	3 sks
---	------------------------------	-------	-------

C.2 Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Pendanaan
1	2016	Fiber Optik Berstruktur Singlemode-Multimode-Singlemode (SMS) U-Bent sebagai Sensor Alkohol	LPDP Kemenkeu RI
2	2018	Penelitian Rancang Bangun Kontroller Switching Spwm 3-Dase Sebagai Komponen Utama Inverter Buck-Boost 3 Dase Berbasis Digital Signal Processor 16-Bit	Dana Mandiri
3	2018	Rancang Bangun Prototipe <i>Intelligent Remote Terminal Unit</i> (RTU) Device antara Personal Computer Dengan <i>Variable Speed Drive</i> sebagai Aktuator Kontrol Motor	Dana Departemen ITS
4	2019	Desain Sistem Monitoring Kondisi Rumah Pembibitan (<i>Green House</i>) Sebagai Inovasi Pengembangan Teknologi <i>Smart-Farming</i>	Dana Lokal ITS
5	2020	Desain dan Simulasi Performa <i>Smart Ozone Desinfection Chamber</i> sebagai Pencegahan Dini Penularan Corona Virus (COVID-19)	Dana Departemen ITS

C.3 Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Sumber Pendanaan
1	2018	Pengayaan Wawasan Siswa Sma Al-Uswah Surabaya dalam Bidang Sains, Seni Budaya Dan Keteknikan dalam Rangka Diklat Pra Tugas Dosen Non PNS ITS Tahun 2018	Dana Mandiri
2	2018	Rancang Bangun Prototipe Sistem Destilasi Air Payau Menjadi Air Minum Standar di Dusun Sinan Desa Gawerejo Kecamatan Karangbinanung Kabupaten Lamongan	Dana Lokal ITS
3	2018	Rancang Bangun Sistem Penerangan Jalan Menggunakan Panel Surya Di Desa Maduran Kabupaten Lamongan	Dana Departemen
4	2019	Desain Sistem Perpipaian Distribusi Air dari Sungai Bengawan Solo ke Dusun Sinan Desa Gawerejo Kecamatan Karangbinanung Kabupaten Lamongan	Dana Lokal ITS
5	2020	Perancangan Modernisasi <i>Greenhouse</i> untuk Mendukung Optimalisasi Produksi	Dana Mandiri

		Sayur Hidroponik UMKM Di Kelurahan Wadungasri, Kabupaten Sidoarjo	
--	--	--	--

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan kegiatan penelitian.

Surabaya, 04 Maret 2021

Peneliti/



Sefi Novendra Patrialova S.Si.,M.T

Biodata Tim Peneliti

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Rizaldy Hakim Ash-Shiddieqy, ST, MT
2.	Jenis Kelamin	Laki-laki
3.	NIP/NIK/Identitas Lainnya	1993201911071
4.	NIDN	0010029302
5.	Tempat dan Tanggal Lahir	Malang, 10 Februari 1993
6.	E-mail	rizaldy@its.ac.id
7.	Nomor Telepon/HP	+62 85334053131
8.	Nama Institusi Tempat Kerja	Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, ITS
9.	Alamat Kantor	Kampus ITS, Keputih-Sukolilo, Surabaya 60111, INDONESIA
10.	Nomor Telepon/Faks	+62 31 594 6230 / +62 31 592 2941

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Institut Teknologi Bandung
Bidang Ilmu	Perancangan Teknik (Desain)	Perancangan Teknik (Desain)
Tahun Masuk-Lulus	2011-2015	2016-2018
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Analisa Kekuatan Chassis Mobil Listrik 'Braja Wahana' Profile Hollow dengan Variasi Ketebalan	Karakteristik Penyerapan Energi Modul Penyerap Impak Tipe Pre-External Inverted Tube
Nama Pembimbing/Promotor	Alief Wikarta, ST, M.Sc, Ph.D	Rachman Setiawan, ST, M.Sc, Ph.D

C. Pengalaman Penelitian

No.	Tahun	Judul Penelitian	Keterangan
1	2019	<i>Eskalasi Proses Poduksi Bogie Set Gerbong Kereta Api Melalui Reduksi Manufacturing Lead Time (MLT)</i>	Penelitian Produk Teknologi Industri (PPTI) Anggota
2	2020	<i>Pengaruh Penerapan Coating Jenis Ti, TiN dan CrN Dalam Proses Pembuatan Implant Berbahan Baku Lokal terhadap Laju Korosi dan Karakteristik Permukaan didalam Simulated Body Fluid (SBF) Solution</i>	Penelitian Terapan Dana BRIN Anggota
3	2020	<i>Penerapan Teknologi Provent Mesin Pengulen Adonan Kerupuk Ikan Guna Meningkatkan Produktivitas dan Kehigienisan Produk Kerupuk Ikan</i>	Pengabdian Kepada Masyarakat Dana Lokal ITS Anggota
4	2020	<i>Rancang Bangun Smart Monitoring System pada Solar Panel sebagai Upaya Penghematan Konsumsi Daya Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things</i>	Penelitian Dana Lokal ITS Anggota

D. Publikasi Ilmiah

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	Simulasi Ulang Distribusi Temperatur, Tegangan Sisa, Dan Distorsi Pelat <i>Stainless Steel 304</i>	Rang Teknik Jurnal UMSB	Vol. 3 No.1 Januari 2020
2	Augmented Reality Measurement Sederhana Menggunakan OS Android (ARealSure)	Jurnal Nasional Aplikasi Mekatronika, Otomasi dan Robot Industri (AMORI)	Vol. 1 No.2 September 2020
3	Automated Pet Feeder using 3D Printer with Opened Source Control System	IPTEK, The Journal of Engineering	Vol. 6, No. 3, Desember 2020

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak- sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan riset ini.

Surabaya, 04 Maret 2021
Peneliti

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rizaldy Hakim A. S.', with a long horizontal stroke extending to the right.

Rizaldy Hakim A. S., ST, MT

Biodata Mahasiswa Pascasarjana

A. Identitas Peneliti

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Muhammad Khamim Asy'ari, ST, MT
2	Jenis Kelamin	L
3	NIP/NIK/Identitas lainnya	--
4	NIDN (jika ada)	--
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Jombang, 07 November 1993
6	E-mail	muhammadasyari.ep.its@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	085604062300
8	Nama Institusi Tempat Kerja	Departemen Teknik Fisika FTIRS-ITS (mahasiswa pascasarjana)
9	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Fisika FTIRS-ITS Gedung E Lantai II
10	Nomor Telepon/Faks	031-5966138

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	ITS	ITS	ITS
Bidang Ilmu	Teknik Fisika	Teknik Fisika / Rekayasa Instrumentasi Industri	Teknik Fisika
Tahun Masuk-Lulus	2014-2016	2016-2018	2018-sekarang
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Studi HAZOP Berbasis Layer of Protection Analysis Pada Main Fractionator Crude Distillation Unit PT. Pertamina RU VI Balongan	Rancang Bangun DC-DC Buck Converter Berbasis Pengendali Logika Fuzzy Tipe-2 Pada Prototype Turbin Angin Skala Kecil	Strategi Supervisory-Fuzzy Control System untuk Optimisasi Daya Sistem Konversi Energi Angin di Ladang Angin Zona II
Nama Pembimbing/Promotor	Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc	Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc	Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc Dr. Katherin Indriawati, ST, MT

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir
(Bukan Skripsi, Tesis, dan Disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber Dana	Jumlah Dana (Rp)
1	2018	Pengembangan Sistem Kontrol Cerdas Pada Generator DC Purwarupa Turbin Angin Untuk Optimisasi Daya Listrik Di Ladang Kecepatan Rendah	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi - Ristekdikti	
2	2017	Pengembangan Prototype Power Electronics Kapasitas (100-200 W) Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis Kontrol Cerdas	Penelitian Dasar - Internal Perguruan Tinggi	

D. Publikasi Artikel Ilmiah Jurnal yang Relevan Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume / Nomor / Tahun
1	Design and Development of a Vibration Monitoring For Wind Turbine System Reliability Evaluation Based of Internet of Things (IoT)	International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS	Vol:20 No:05, October 2020, Pages: 66-73
2	Evaluation of Wind Turbine Installation and Development at Sidrap Wind Farm, South Sulawesi, Indonesia	International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS	Vol:20 No:05, October 2020, Pages: 66-73
3	Design and Implementation Monitoring System Based Internet Of Things (IoT) on Battery Charging - Photovoltaic Power Plant Using FLC	International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS	Vol:20 No:04, August 2020, Pages: 22-30
4	Design and Implemented Buck-Boost Converter Based Fuzzy Logic Control on Wind Power Plant	International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS	Vol:20 No:01, February 2020, Pages: 115-122

5	Design and Implementation Wind Turbine Power Control System Base Particle Swarm Optimization at Low Rate Wind Farm	International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS	Vol:19 No:05, October 2019, Pages: 149-157
6	Design and Implemented Pitch Angle Wind Turbine Control System Base Neuro Fuzzy At East Java-Indonesia	International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS	Vol:18 No:04, August 2018, Pages: 65-72
7	Development Buck Boost Converter, Capacity 100-200 Watt Base PI & PI-Fuzzy Logic Control As Support Wind Turbine Power Plant	Advances in Natural and Applied Sciences	August 2017, Pages: 79-87, ISSN: 1991-8178, EISSN: 2309-8414.
8	Development of Power Electronics ,Buck Boost Converter, Based PI-PID Control On Horizontal Wind Turbine Generation, For Low Rate Wind speed	Australian Journal of Basic and Applied Sciences	Pages: 27-34, ISSN: 1995-0772, EISSN: 1998-1090

E. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) yang Relevan Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Pemakalah Seminar Ilmiah (<i>Oral Presentation</i>)	Pemakalah Seminar Ilmiah (<i>Oral Presentation</i>)	Waktu dan Tempat
1	Analysis of RAM (Reliability, Availability, Maintainability) Production of Electric Voltage from 48 V PV (Photovoltaic) at Pantai Baru Pandansimo, Indonesia	International Conference on Renewable Energy Research and Challenge 2019 in conjunction with The 12th Regional Conference on Energy Engineering	Banyuwangi, 12 - 14 November, 2019
2	Design of Wind Turbine Output Voltage Control Systems in Multi-Input Buck Converter Using Fuzzy Logic Control for Battery Charging	International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent	Batu, 09 - 10 Oktober, 2019

		Manufacture, and Industrial Automation	
3	Soft Sensor Design of Solar Irradiance Using Multiple Linear Regression	International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications, & 12th AUN/SEED-Net Regional Conference in Electrical and Electronics Engineering 2019	Surabaya, 22 - 23 Juli, 2019
4	Design of Buck Converter Based on Interval Type-2 Fuzzy Logic Controller	International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)	Denpasar, 30 - 31 Agustus, 2018

F. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1	Audit Energi Pada Gedung Research Center LPPM ITS Surabaya	2019	Gedung Research Center LPPM ITS	
2	Audit Energi Pada Gedung Pusat Penelitian Universitas Jember	2018	Gedung Pusat Penelitian Universitas Jember	
3	Audit Energi Pada Gedung Departemen Matematika	2018	Gedung Departemen Matematika	
4	Audit Energi Pada Gedung Departemen Teknik Fisika	2017	Gedung Departemen Teknik Fisika	
5	Audit Energi Pada Gedung Rektorat ITS	2017	Gedung Rektorat ITS	

G. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Juara 2 LKTI (Elins Robotic Competition 10th)	Dekan FMIPA UGM	2020
2	Juara 1 PYC (Purnomo Yusgiantoro Center) Paper Competition 2020	Founder of Purnomo Yusgiantoro Center	2020

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan

Surabaya, 03 Maret 2021

Anggota Mahasiswa



Muhammad Khamim Asy'ari, ST, MT

**DATA USULAN DAN PENGESAHAN
PROPOSAL DANA LOKAL ITS 2021**

1. Judul Penelitian

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA
MENERAPKAN KONSEP HYBRID TECHNOLOGY BERBASIS INTERNET OF
THINGS

Skema : PENELITIAN KEILMUAN
Bidang Penelitian : Mekatronika dan Otomasi Industri
Topik Penelitian : EcoCampus with Smart Renewable Energy

2. Identitas Pengusul

Ketua Tim

Nama : Ir. Mahirul Mursid M.Sc
NIP : 196206261989031003
No Telp/HP : 08121715381
Laboratorium : Laboratorium Manufaktur
Departemen/Unit : Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas : Fakultas Vokasi

Anggota Tim

No	Nama Lengkap	Asal Laboratorium	Departemen/Unit	Perguruan Tinggi/Instansi
1	Ir. Mahirul Mursid M.Sc	Laboratorium Manufaktur	Departemen Teknik Mesin Industri	ITS
2	Rizaldy Hakim Ash-Shiddieqy ST., MT		Departemen Teknik Mesin Industri	ITS
3	Rizaldy Hakim Ash-Shiddieqy ST., MT	Laboratorium Manufaktur	Departemen Teknik Mesin Industri	ITS
4	Brian Raafiu S.ST., M.T		Departemen Teknik Instrumentasi	ITS
5	Brian Raafiu S.ST., M.T	Laboratorium Instrumentasi Pengendalian	Departemen Teknik Instrumentasi	ITS
6	Sefi Novendra Patrialova S.Si., M.T		Departemen Teknik Instrumentasi	ITS
7	Sefi Novendra Patrialova S.Si., M.T	Laboratorium Instrumentasi Pengendalian	Departemen Teknik Instrumentasi	ITS

3. Jumlah Mahasiswa terlibat


: 4

4. Sumber dan jumlah dana penelitian yang diusulkan

a. Dana Lokal ITS 2021 : 50.000.000,-

b. Sumber Lain : 0,-

Jumlah : 50.000.000,-

Tanggal Persetujuan	Nama Pimpinan Pemberi Persetujuan	Jabatan Pemberi Persetujuan	Nama Unit Pemberi Persetujuan	QR-Code
13 Maret 2021	Hendro Nurhadi Dipl., Ing., Ph.D.	Kepala Pusat Penelitian/Kajian/Unggulan Iptek	Mechatronics and Industrial Automation	
13 Maret 2021	Agus Muhamad Hatta , ST, MSi, Ph.D	Direktur	Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat	

CATATAN HARIAN

**BUKU CATATAN HARIAN
PENELITIAN KEILMUAN
DANA ITS 2021**



Judul Penelitian:

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
DAN SURYA MENERAPKAN KONSEP *HYBRID TECHNOLOGY*
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Tim Peneliti:

Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)

Rizaldy Hakim A. S., S.T., M.T. (Departemen Teknik Mesin Industri/FV-ITS)

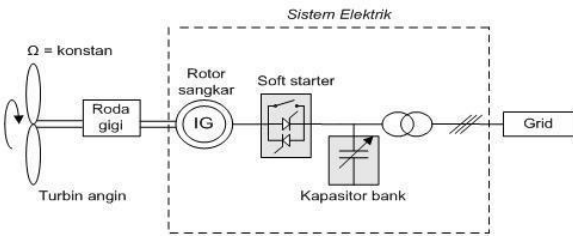
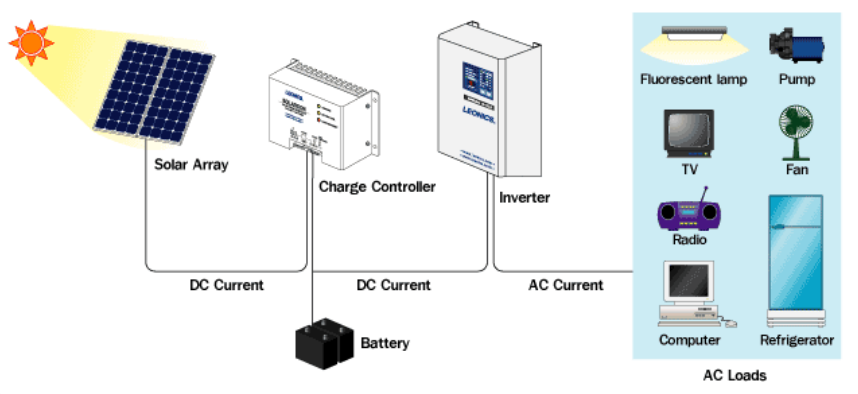
Brian Raafi'u, S.ST., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)

Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T. (Jurusan Teknik/ Politeknik Negeri Jember)


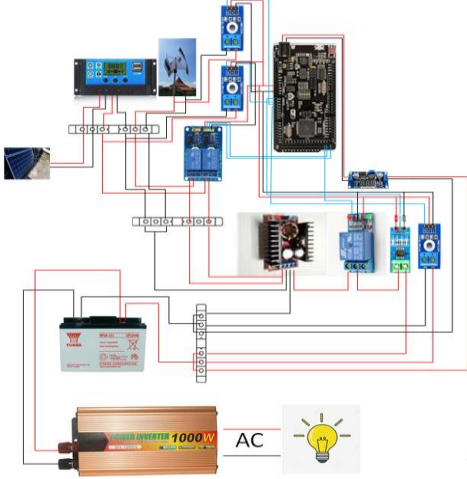
Sefi Noveandra Patrialova, S.T., M.T. (Departemen Teknik Instrumentasi/FV-ITS)

**DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2021**


Nama Peneliti Utama : Dr. Ir. Mahirul Mursid, MSc
Judul Penelitian : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ANGIN DAN SURYA MENERAPKAN
KONSEP HYBRID TECHNOLOGY BERBASIS
INTERNET OF THINGS
Sumber Dana : Dana ITS Tahun 2021

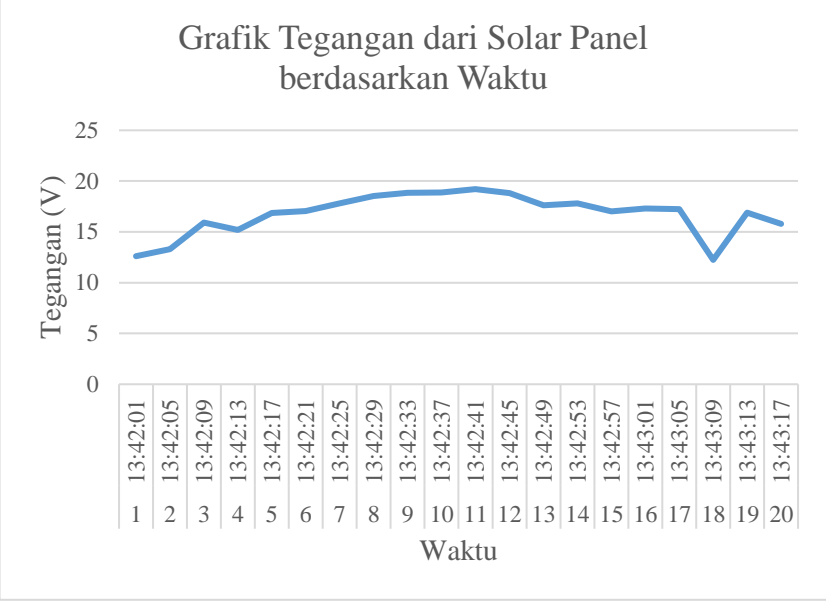
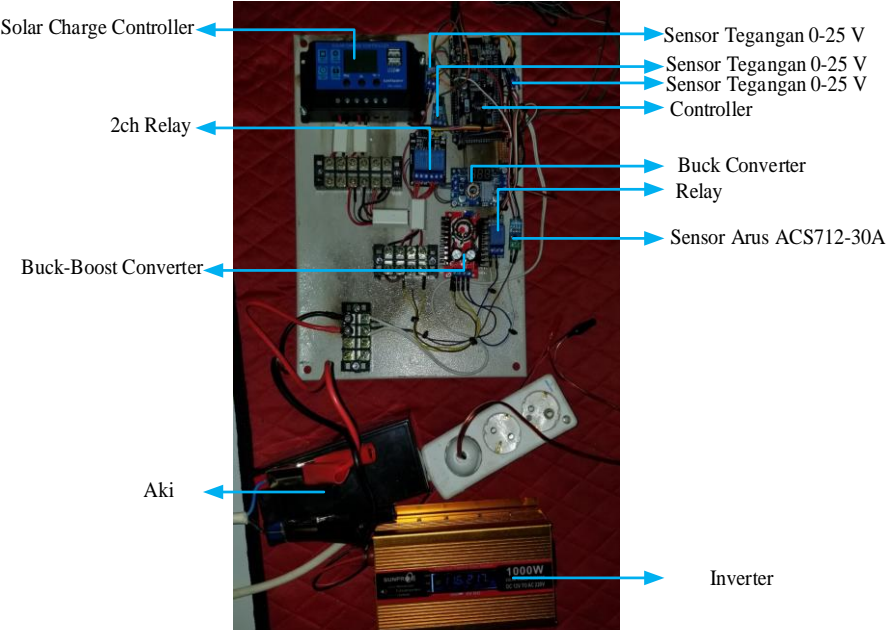
No	Tanggal	Kegiatan
1	4 Juni 2021	<p>Benefit adanya pembangkit tenaga, antara lain :</p> <ol style="list-style-type: none"> Energi yang digunakan merupakan energi yang tersedia secara gratis. Perawatan lebih murah dan sederhana. Tidak terdapat peralatan yang bergerak, sehingga tidak adapenggantiaan suku cadang maupun penyetelan pada pelumasan. Peralatan bekerja dengan tanpa suara dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Dapat bekerja secara otomatisasi (Saputra, Iriana, and Sebayang 2017). <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu meliputi beberapa komponen yang digunakan yaitu sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1.3.1 Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) 2.1.3.2 Permanent Magnet Generator (PMG) 2.1.3.3 Charge Controller 2.1.3.4 Internet of Things (IoT)
2	20 Juni 2021	<p>3.1.3 Perancangan Desain Sistem PLTS dan PLTB</p> <p>Pada desain sistem diatas menjelaskan cara kerja dari pembangkit listrik tenaga bayu dan surya secara berurutan mulai dari proses pertama semua energi yang dihasilkan oleh semua sumber pembangkit yang ada yaitu sistem sel surya dan sistem energi angin disalurkan ke unit charge controller yang selanjutnya akan disalurkan ke pengisian</p>

No	Tanggal	Kegiatan
		<p> daya pada aki setelah itu mampu dimonitoring menggunakan sistem IoT. Dalam perancangan sistem PLTB dan PLTS menerapkan konsep redundancy system berbasis IoT dibagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perancangan keras terdiri dari Plant pembangkit listrik tenaga bayu, solar panel dan beberapa komponen antara lain sensor tegangan, sensor arus, rangkaian Boost Converter, relay, controller, dan aki. Adapun skema perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 3.1.3-2 sebagai berikut </p> <p> Pada diagram blok pengendalian di atas menjelaskan bahwa sistem pada PLTB dan PLTS diberi nilai masukan yaitu lebih dari 8 Vdc sehingga controller akan menjaga nilai pada process variable (pv) agar sistem berjalan sesuai dengan nilai yang telah diatur. Sehingga yang dimaksud dengan konsep redundant system adalah menjaga sistem </p>

No	Tanggal	Kegiatan								
		<p>tetap berjalan secara bersamaan untuk pengisian daya pada aki meskipun apabila salah satu dari sumber tersebut tidak menghasilkan listrik</p>  <p>3.1.4.1 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu</p> <p>Pada plant sistem pembangkit listrik tenaga bayu terdapat komponen penggerak berupa 3 buah bilah berbentuk spiral. 3 buah bilah tersebut disusun membentuk Vertical Axis Wind Turbine. Energi listrik yang dihasilkan oleh Wind Turbine berasal dari komponen Permanent Magnet Generator (PMG). PMG ini berfungsi untuk mengubah gaya kinetic menjadi energi listrik.</p> <table border="1" data-bbox="483 1055 1439 1198"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Output</i></td> <td>350 Watt</td> </tr> <tr> <td><i>Voltage</i></td> <td>3-24 Vdc</td> </tr> <tr> <td><i>Efficiency</i></td> <td>86%</td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Nilai	<i>Output</i>	350 Watt	<i>Voltage</i>	3-24 Vdc	<i>Efficiency</i>	86%
Parameter	Nilai									
<i>Output</i>	350 Watt									
<i>Voltage</i>	3-24 Vdc									
<i>Efficiency</i>	86%									
3	12 Juli 2021	 <p>Arduino Mega 2560 built-in wifi digunakan sebagai mikrokontroler utama, digunakan sebagai kontrol antara sensor-sensor dan output yang dihasilkan oleh PLTS dan PLTB. Arduino Built-in ini sudah menjadi satu dengan ESP8266 sebagai transfer data melalui sinyal wifi sehingga mampu mengirimkan data yang menghubungkan antara sensor dan juga proses pada plant. Setelah memberikan nilai set-point pada controller lalu sensor akan mengukur hasil nilai tegangan yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS tersebut</p>								

No	Tanggal	Kegiatan															
4	18 Juli 2021	<div data-bbox="483 241 732 680" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="483 696 986 734">Hasil Pembangkit Listrik Tenaga Bayu</p> <p data-bbox="483 750 1382 1021">Gambar 4.1.1-1 merupakan hasil rancangan PLTB dengan menggunakan komponen Permanent Magnet Generator. pada pengujian generator PMG dengan menggunakan motor dc tanpa beban dilakukan untuk mengetahui hasil tegangan keluaran yang dihasilkan oleh putaran generator dengan kecepatan putaran motor dc yang berbeda dengan harapan dapat diketahui nilai tegangan maksimal yang dihasilkan.</p> <p data-bbox="483 1039 1382 1193">Pengujian yang dilakukan adalah pengujian variasi kecepatan putaran dengan besaran 37.5 RPM, 75 RPM, 112.5 RPM, 150 RPM dan diukur dengan menggunakan tachometer sebagai pengukur kecepatan putaran pada generator.</p> <p data-bbox="483 1263 1382 1534">Adapun hasil dari pengujian pada adalah sebagai berikut: Hasil yang didapatkan pada tabel 4.1.-1 dari hasil pengujian <i>PMG</i> nilai tegangan yang dihasilkan oleh kecepatan putaran (<i>RPM</i>) rendah adalah sebesar 3.76 <i>Vdc</i> sedangkan nilai tegangan yang dihasilkan oleh kecepatan putaran (<i>RPM</i>) tinggi yaitu sebesar 150 <i>RPM</i> menghasilkan 7.71<i>Vdc</i>. Nilai tegangan tersebut dihasilkan sebelum diberi modul <i>Step-up</i> yang berfungsi untuk menstabilkan nilai tegangan</p> <table border="1" data-bbox="483 1552 1445 1921"> <thead> <tr> <th data-bbox="483 1552 794 1720">No</th> <th data-bbox="794 1552 1185 1720">Kecepatan Putaran Generator (<i>RPM</i>)</th> <th data-bbox="1185 1552 1445 1720"><i>Output generator</i> <i>before Step-up</i> (<i>Vdc</i>) <i>Before (V)</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="483 1720 794 1767">1</td> <td data-bbox="794 1720 1185 1767">37.5</td> <td data-bbox="1185 1720 1445 1767">3.76</td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 1767 794 1814">2</td> <td data-bbox="794 1767 1185 1814">75</td> <td data-bbox="1185 1767 1445 1814">5.75</td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 1814 794 1861">3</td> <td data-bbox="794 1814 1185 1861">112.5</td> <td data-bbox="1185 1814 1445 1861">7.21</td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 1861 794 1921">4</td> <td data-bbox="794 1861 1185 1921">150</td> <td data-bbox="1185 1861 1445 1921">7.71</td> </tr> </tbody> </table>	No	Kecepatan Putaran Generator (<i>RPM</i>)	<i>Output generator</i> <i>before Step-up</i> (<i>Vdc</i>) <i>Before (V)</i>	1	37.5	3.76	2	75	5.75	3	112.5	7.21	4	150	7.71
No	Kecepatan Putaran Generator (<i>RPM</i>)	<i>Output generator</i> <i>before Step-up</i> (<i>Vdc</i>) <i>Before (V)</i>															
1	37.5	3.76															
2	75	5.75															
3	112.5	7.21															
4	150	7.71															

No	Tanggal	Kegiatan						
5	21 Juli 2021	<p data-bbox="483 248 954 282">Pembangkit Listrik Tenaga Surya</p> <p data-bbox="483 304 1374 501">Hasil pembangkit listrik tenaga surya dapat diselesaikan dari desain perancangan dapat dilihat pada gambar 4.1.2-1 .Selain itu untuk perhitungan analisis potensi energi surya berdasarkan persamaan 4.1.2-1 adalah sebagai berikut:</p> $Total\ Potensi\ Energi\ Surya = \frac{Energi\ Surya\ Per\ Tahun\ (Kwh)}{365 \times 24} \times 10 \quad (Error! No text of specified style in document.-1)$ <p data-bbox="539 620 1331 649"><i>Tabel Error! No text of specified style in document.-1 Tabel Potensi Energi Surya</i></p> <table border="1" data-bbox="483 674 1447 891"> <tbody> <tr> <td data-bbox="483 674 1145 734">Energi Surya per Tahun (Kwh)</td> <td data-bbox="1145 674 1447 734">177,750,000</td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 734 1145 813">Total Potensi Energi Surya di Kabupaten Lamongan (watt)</td> <td data-bbox="1145 734 1447 813">20,291,095.90</td> </tr> <tr> <td data-bbox="483 813 1145 891">Total Potensi Energi Surya tahun 2020-2030</td> <td data-bbox="1145 813 1447 891">202,910,959</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="483 898 1374 1039">Total potensi energi surya yang dibangkitkan di Kabupaten Lamongan hingga tahun 2030 didapatkan total sebesar 202,910,959 watt.</p>  <p data-bbox="483 1330 1374 1413">Berikut merupakan hasil uji tegangan yang dihasilkan dari prototype pembangkit listrik tenaga surya adalah sebagai berikut:</p>	Energi Surya per Tahun (Kwh)	177,750,000	Total Potensi Energi Surya di Kabupaten Lamongan (watt)	20,291,095.90	Total Potensi Energi Surya tahun 2020-2030	202,910,959
Energi Surya per Tahun (Kwh)	177,750,000							
Total Potensi Energi Surya di Kabupaten Lamongan (watt)	20,291,095.90							
Total Potensi Energi Surya tahun 2020-2030	202,910,959							

No	Tanggal	Kegiatan																																										
		<p style="text-align: center;">Grafik Tegangan dari Solar Panel berdasarkan Waktu</p>  <table border="1" data-bbox="603 629 1289 779"> <thead> <tr> <th>Waktu</th> <th>Tegangan (V)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>13:42:01</td><td>12.5</td></tr> <tr><td>13:42:05</td><td>13.5</td></tr> <tr><td>13:42:09</td><td>15.5</td></tr> <tr><td>13:42:13</td><td>14.5</td></tr> <tr><td>13:42:17</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>13:42:21</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>13:42:25</td><td>18.5</td></tr> <tr><td>13:42:29</td><td>18.5</td></tr> <tr><td>13:42:33</td><td>19.0</td></tr> <tr><td>13:42:37</td><td>19.0</td></tr> <tr><td>13:42:41</td><td>19.5</td></tr> <tr><td>13:42:45</td><td>18.5</td></tr> <tr><td>13:42:49</td><td>17.5</td></tr> <tr><td>13:42:53</td><td>17.5</td></tr> <tr><td>13:42:57</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>13:43:01</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>13:43:05</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>13:43:09</td><td>12.5</td></tr> <tr><td>13:43:13</td><td>16.5</td></tr> <tr><td>13:43:17</td><td>15.5</td></tr> </tbody> </table>	Waktu	Tegangan (V)	13:42:01	12.5	13:42:05	13.5	13:42:09	15.5	13:42:13	14.5	13:42:17	16.5	13:42:21	16.5	13:42:25	18.5	13:42:29	18.5	13:42:33	19.0	13:42:37	19.0	13:42:41	19.5	13:42:45	18.5	13:42:49	17.5	13:42:53	17.5	13:42:57	16.5	13:43:01	16.5	13:43:05	16.5	13:43:09	12.5	13:43:13	16.5	13:43:17	15.5
Waktu	Tegangan (V)																																											
13:42:01	12.5																																											
13:42:05	13.5																																											
13:42:09	15.5																																											
13:42:13	14.5																																											
13:42:17	16.5																																											
13:42:21	16.5																																											
13:42:25	18.5																																											
13:42:29	18.5																																											
13:42:33	19.0																																											
13:42:37	19.0																																											
13:42:41	19.5																																											
13:42:45	18.5																																											
13:42:49	17.5																																											
13:42:53	17.5																																											
13:42:57	16.5																																											
13:43:01	16.5																																											
13:43:05	16.5																																											
13:43:09	12.5																																											
13:43:13	16.5																																											
13:43:17	15.5																																											
6	27 Juli 2021	<p>Hasil perancangan dan pengujian komponen</p> <p>Hasil rancangan perangkat komponen yang terdiri dari Arduino mega 2560 built-in Wifi connected menggunakan ESP8266, sensor ACS712, sensor Voltage 0-25v, modul relay 2ch, Boost Converter, modul relay 1ch, aki, solar charge controller, dan inverter.</p>  <p>Setelah dilakukan hasil rancangan komponen selanjutnya membahas tentang pengujian serta pembahasan agar dapat diketahui bagaimana kinerja dari keseluruhan sistem maupun kinerja masing – masing bagian. Dari hasil pengujian tersebut akan dijadikan dasar untuk menentukan kesimpulan serta point – point kekurangan yang harus segera diperbaiki agar kinerja keseluruhan sistem dapat sesuai dengan perencanaan dan perancangan yang telah dibuat.</p>																																										

No	Tanggal	Kegiatan
		<p>Perhitungan Kapasitas Aki berdasarkan sumber dari PLTS dan PLTB</p> <p>Untuk mengetahui berapa banyak energi yang dapat disimpan, perlu dilakukan konversi nilai <i>Ampere/Hour(Ah)</i> menjadi <i>Watt/Hour(Wh)</i> sehingga dapat dilakukan perhitungan total kapasitas baterai yang dibutuhkan. Karena tidak dituliskan efisiensi generator pada data spesifikasi maka diasumsikan efisiensi generator sebesar 30% dari daya maksimal sehingga besar daya listrik yang dapat dihasilkan oleh generator adalah sebagai berikut :</p> $P_e = \varphi \text{ Generator} \times p \text{ generator} \quad (\text{Error! No text of specified style in document.-2})$ <p>$P_e = 0,3 \times 350 \text{ Watt} = 105 \text{ Wh}$</p> <p>Sedangkan untuk efisiensi dari Solar Panel $200W_p$ adalah sebagai berikut :</p> $\eta = \frac{P_{max}}{I \times A} \quad (\text{Error! No text of specified style in document.-3})$ $\eta = \frac{200}{200 \times 1,218} \times 100\%$ $\eta = 82,1\% / 200W_p$ <p>$\eta = 164.2 \text{ Wh}$</p> <p>Sehingga total yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS adalah $105 \text{ Watt} + 164,2 \text{ Watt} = 264,2 \text{ Wh}$. Setelah diketahui berapa total kapasitas sumber maka dapat dirumuskan berapa besaran kapasitas baterai aki 12v yang sesuai dari kapasitas <i>source</i> adalah sebagai berikut:</p> $\text{Total Source} = V \times I$ $264,2 = 12V \times I$ $264,2 / 12 = I$ $22,0 \text{ Ah} = I$ <p>Maka dapat disimpulkan bahwa spesifikasi utama untuk kebutuhan baterai adalah $12V \ 22Ah$.</p>
7	02 – 15 Agustus 2021	<p>Hasil Perancangan Perangkat Lunak (Monitoring)</p> <p>Hasil perancangan perangkat lunak untuk sistem monitoring dengan Interface yang digunakan adalah Blynk yang merupakan Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memantau nilai tegangan yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS, kapasitas tegangan</p>

No	Tanggal	Kegiatan
		<p>pada baterai, nilai arus yang dihasilkan pada pengisian daya ke aki dan terakhir grafik pengukuran dari nilai-nilai tersebut. Setelah itu apabila sistem <i>monitoring</i> dapat berjalan untuk pengambilan hasil penginderaan sensor melalui <i>blynk</i> dapat dilakukan dengan masuk pada pilihan <i>superchart</i> pada <i>blynk</i>. Lalu terdapat pilihan aksi untuk mengirimkan data pengukuran berupa <i>csv</i> atau ingin menghapus seluruh data pada <i>database</i>. Apabila user ingin mengetahui hasil pengukuran yang didapatkan maka dapat memilih pada bagian <i>export to csv</i>. <i>user</i> dapat memastikan apakah data sudah masuk pada <i>gmail</i> yang telah didaftarkan. Setelah data masuk ke <i>gmail</i>, dapat diketahui hasil pemantauan dengan menggunakan <i>excel</i> sehingga dapat dilakukan pencatatan nilai performa yang dihasilkan.</p> <div style="text-align: center;">  <p>The screenshot shows the Blynk mobile application interface. At the top, the status bar displays the time 12:13 and battery level at 16%. The app title is 'PLTB & PLTS HYBRID'. Below the title, there is a section titled 'DATA PENGUKURAN' which contains a line chart labeled 'SuperChart'. The chart displays four data series: 'TEGANGAN PLTS', 'TEGANGAN PLTB', 'CURRENT SENSOR', and 'TEGANGAN BATERAI'. Below the chart, there are four circular gauges: 'VOLTAGE SENSOR 1 PLTS' showing 14.570Vdc, 'VOLTAGE SENSOR 2 PLTB' showing a dashed line, 'KAPASITAS BATERAI' showing a green bar at 33%, and 'CURRENT SENSOR' showing 54mA.</p> </div>

Gambar 4.1.3-1 *Monitoring Blynk*

No	Tanggal	Kegiatan
		<p>Analisa data hasil pengujian sistem PLTS dan PLTB sebagai sistem pengisian aki</p> <p>Setelah dilakukannya karakteristik statik dan pengujian pada sensor sesuai dengan variable yang digunakan maka langkah selanjutnya adalah pengujian sistem dan pengambilan data pada sistem PLTS dan PLTB sebagai sistem pengisian aki <i>12V 12Ah</i>. Berdasarkan hal tersebut hasil pengujian didapatkan setelah dilakukan proses <i>running</i> dan pengambilan data.</p>
8	15 – 30 Agustus 2021	<p>dilakukan pengambilan data PLTS berdasarkan waktu jam 08.56 – 10.44 dan didapatkan pengambilan data sebanyak 64 kali dengan hasil tegangan paling tinggi yang dihasilkan oleh PLTS sebesar 25,52 <i>Vdc</i> pada saat jam 10.10. Berikut hasil grafik perolehan data dari PLTS berdasarkan waktu dibawah ini adalah sebagai berikut:</p> <div data-bbox="486 864 1378 1435" data-label="Figure"> <p>The graph displays the voltage output of a solar panel over time. The y-axis is labeled 'Tegangan (Vdc)' and ranges from 0.00 to 30.00 in increments of 5.00. The x-axis is labeled 'Waktu' and shows time intervals from 08:07:2021 to 11:02. The data points show a fluctuating voltage that starts around 10 Vdc, rises to a peak of approximately 25.52 Vdc at 10:10, and then drops to around 15 Vdc for the remainder of the period.</p> </div> <p>Dilakukan pengambilan data PLTB berdasarkan waktu jam 08.56 – 10.44 dan didapatkan pengambilan data sebanyak 64 kali dengan hasil tegangan paling tinggi yang dihasilkan oleh PLTS sebesar 12.71<i>Vdc</i> setelah menggunakan modul <i>step-up</i>. Berikut hasil grafik perolehan data dari PLTB berdasarkan waktu dibawah ini adalah sebagai berikut:</p>

No	Tanggal	Kegiatan
		<div data-bbox="483 241 1401 741" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Grafik data pengambilan PLTB</p> </div> <p data-bbox="483 757 1401 1249"> Didapatkan grafik pemantauan sistem pengisian baterai pada gambar 4.4-3 diatas pada rentang waktu 08.56-10.44 dengan nilai maksimal pengisian tegangan adalah 13.45 <i>Vdc</i>. Apabila dari hasil pemantauan telah melebihi dari nilai maksimal yang telah ditentukan maka sistem pengisian akan mati. Namun dalam pelaksanaan pengisian masih terdapat penyebab adanya kegagalan pada pengisian yaitu berasal dari sumber listrik yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS yang berubah-ubah dikarenakan faktor lingkungan maupun dari faktor mekanik dari PLTB. </p> <div data-bbox="483 1256 1401 1832" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Grafik Pengisian Baterai</p> </div> <p data-bbox="483 1848 1401 2038"> Dari hasil pengambilan data pemantauan arus pada pengisian baterai yang didapatkan pada tabel 4.4-4 memiliki nilai arus awal pengisian sebesar 0.24 A. Untuk nilai arus pengisian baterai maksimal yang didapat adalah sebesar 4.99 A. Nilai tersebut tidak dapat dijadikan acuan karena terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu </p>

No	Tanggal	Kegiatan
		<p>performa yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS masih belum maksimal dan terdapat loses pada sistem pengisian baterai sehingga nilai yang dihasilkan untuk pengisian aki masih belum dikatakan maksimal. Berikut hasil grafik pengambilan data arus pengisian baterai berdasarkan waktu adalah sebagai berikut:</p> <div data-bbox="485 456 1358 1003" style="text-align: center;"> </div> <p>Berdasarkan gambar grafik di atas pemantauan nilai arus pada pengisian baterai pada rentang waktu 08.56-10.11 dengan nilai maksimal pengisian arus adalah 4.99 mA tetapi nilai tersebut tidak dapat dijadikan acuan karena terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu performa yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS masih belum maksimal dan terdapat <i>loses</i> pada sistem pengisian baterai sehingga nilai yang dihasilkan untuk pengisian aki masih belum dikatakan maksimal.</p> <p>Berdasarkan perolehan data secara keseluruhan didapatkan nilai hasil dari masing-masing sumber yang dihasilkan, apabila nilai di rata-rata pada waktu 08-07-2021 jam 08.56 – 10.44 pada PLTS sebesar 14,50 Vdc sedangkan pada PLTB sebesar 9,53 Vdc lalu pada nilai arus pada sistem pengisian baterai rata-rata sebesar 3,33Ah maka nilai performansi daya yang didapat dengan menggunakan persamaan perhitungan daya 4.4-1 dibawah ini adalah sebagai berikut:</p> $p = V \times I$ <p><i>Error! No text of specified style in document.-4)</i></p> $p = (14,50 + 9,53) \times 3,33$

No	Tanggal	Kegiatan
		<p>$p=80,16 \text{ Watt/h}$</p> <p>maka dari itu nilai performansi daya yang didapat oleh PLTS dan PLTB adalah sebesar $80,16 \text{ watt/h}$.</p>
9	01 - 10 September 2021	Pembuatan laporan akhir penelitian, logbook penelitian, beserta dokumen luaran yang telah diperoleh. Jurnal dan pendaftaran HKI akan direncanakan di bulan Oktober.s

Catatan : (Silakan dihapus dahulu saat akan mencetak)

1. Laporan Kegiatan di Jilid **Softcover** ukuran A4
2. Isi Laporan Kegiatan yang dijilid terdiri dari :
 - a. Laporan Akhir
 - b. Laporan Kemajuan
 - c. Revisi Proposal /Proposal
 - d. Catatan Harian
3. Disetiap bagian diberi kertas pembatas warna biru muda
4. Punggung Laporan :



5. Laporan Kegiatan di kumpulkan 1 eksemplar
6. Pengumpulan Laporan di Depo Arsip Lantai 6, Gedung Pusat Riset, Kampus ITS Sukolilo