

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan sistem pada penelitian Tugas Akhir yang berjudul “*Overhaul* Dan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sebagai Sistem Irigasi Di Pertanian”. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui proses pembuatan mekanik pengujian komponen monitoring turbin angin, pengujian monitoring alat dan memastikan semua sistem yang telah dirancang sesuai dengan perancangan sistem yang dibuat.

4.1. Hasil Pembahasan Pembuatan Sistem

Sub bab ini menjelaskan analisis kebutuhan, analisis kebutuhan yang dilakukan adalah analisis kebutuhan alat, bahan, dan komponen yang digunakan pada penelitian. Tujuan analisis kebutuhan ini adalah mendata, mempersiapkan, dan menggunakan alat, bahan, serta komponen agar kebutuhan terpenuhi dalam proses perancangan serta pembuatan alat penelitian. Tempat pelaksanaan tugas akhir dilakukan di beberapa laboratorium Jurusan Elektronika Politeknik Negeri Cilacap. Pekerjaan instalasi listrik dilakukan di Laboratorium Instalasi listrik, pemrograman *microcontroller* dilakukan di Laboratorium Pemrograman, rangkaian listrik dilakukan di laboratorium dilakukan di rangkaian listrik, dan *mechanical* dilakukan di laboratorium bengkel listrik.

Alat yang dibutuhkan penelitian ini diperoleh berdasarkan peminjaman alat pada ruang peminjaman alat Politeknik Negeri Cilacap Jurusan Teknik Elektronika. Alat yang digunakan dalam pembuatan *prototipe* penelitian Tugas Akhir ini ialah meliputi mesin gerinda tangan, mesin bor, palu, rol meter, obeng (+/-), multimeter, tang kombinasi, solder, tang lancip, tang rivet, dan mesin las. Adapun fungsi dan spesifikasi alat yang digunakan antara lain. Mesin gerinda tangan, alat ini berfungsi untuk memotong dan merapikan seperti plat besi, besi siku, besi hollow, aluminium, dan kayu. Spesifikasi alat yang digunakan adalah satu unit mesin gerinda tangan ukuran 4 inch dengan daya 580W. Mesin bor, alat ini berfungsi untuk memberikan lubang pada bahan seperti PCB, besi hollow, dan aluminium. Spesifikasi alat yang digunakan adalah 40 satu unit mesin bor 10 mm Spesifikasi alat yang digunakan adalah satu buah palu jenis besi.

Bahan yang dibutuhkan penelitian ini diperoleh melalui pembelian pada toko peralatan listrik dan bangunan di area Cilacap. Sedangkan bahan yang digunakan dalam pembuatan penelitian Tugas Akhir ini ialah meliputi kabel, kabel ties, baud spacer, besi *hollow*, box panel, besi galvanis, dan aluminium. Adapun fungsi dan spesifikasi bahan yang digunakan antara lain seperti kabel berfungsi untuk penghantar arus listrik. Spesifikasi kabel yang digunakan adalah NYAF dengan diameter 0,5 mm², dan 0,75 mm². Kebutuhan kabel yang diperlukan adalah secukupnya. Kabel ties, kabel ties ini berfungsi untuk menyatukan dari beberapa kabel agar kabel terlihat rapi dan teratur. Spesifikasi ukuran kabel ties yang digunakan berukuran 10 cm. Kebutuhan kabel ties yang diperlukan adalah secukupnya pemakaian yang memungkinkan memakai kabel ties. Baud spacer yang diperlukan adalah empat buah berukuran 3 cm. Kabel jumper, kabel jumper ini berfungsi untuk menyambungkan PZEM dengan komponen sensor. Ukuran kabel jumper yang digunakan adalah tipe male to female, male to male, dan female to male dengan panjang 20 cm. Kebutuhan kabel jumper menyesuaikan dengan pemakaian uji coba dan pemasangan permanen. Box panel, box panel ini berfungsi untuk tempat komponen kendali sistem prototipe. Spesifikasi box panel yang digunakan adalah satu buah box panel dengan ukuran 30x40x18 cm. Pembuatan tugas akhir ini menggunakan beberapa rangkaian pendukung. Penyimpanan box panel ditempatkan di *electrical house* sehingga penyimpanan box panel lebih mudah dalam pengoperasian. Selanjutnya terdapat rangkaian penumpu turbin agar turbin angin tidak perlu permanen dalam pemasangannya.

4.2 Overhaul pada sistem penangkal petir



Gambar 4.1 PLTB

Gambar 4.1 menunjukkan PLTB di Desa Widarapayung yang akan dilakukan *overhaul* pada bagian sistem penangkal petir. Rangka PLTB ini dibuat menggunakan besi siku ukuran 3cm x 3cm dengan tebal 2mm. Terdapat besi *hollow* bentuk kotak sebagai tiang penangkal petir dengan ukuran diameter 4cm x 4cm. Rangka pembangkit tersebut telah dibuat oleh mahasiswa terdahulu karena untuk tugas akhir ini termasuk tugas akhir pengembangan alat.



***Gambar 4.2 penangkal petir
sebelum di overhaul***

Pada gambar 4.2 dapat dilihat penangkal petir yang ada di PLTB sebelum dilakukan *overhaul* hanya menggunakan pipa paralon dan kawat tembaga kemudian dihubungkan pada rangka PLTB, tinggi penangkal petir tersebut lebih rendah dari pada tinggi PLTB. Maka dari itu perlu dilakukan *overhaul* pada system penangkal petir ini supaya berfungsi mengamankan PLTB dengan baik.



***Gambar 4.3 Penangkal Petir
Setelah di overhaul***

Pada gambar 4.3 dapat dilihat penangkal petir yang ada di pembangkit setelah dilakukan *overhaul*. Penangkal petir jenis Konvensional ini menggunakan besi *hollow* sebagai tiang penyangga dan ujung atas yang menggunakan penangkal petir jenis konvensional berbentuk runcing. Penangkal petir ini memiliki diameter $\frac{3}{4}$ inch dan panjang 30cm dengan kawat jenis tembaga yang terhubung pada ujung penangkal petir, fungsinya mengaliri arus jika terjadi sambaran petir dihubungkan langsung ketanah agar arus pada sambaran langsung membuang ketanah, selain itu dapat melindungi terjadinya kerusakan pada sistem PLTB yang diakibatkan oleh sambaran petir.

4.3 Monitoring Pembangkit



Gambar 4.4 Monitoring Pembangkit

Pada gambar 4.4 dapat dilihat alat monitoring turbin angin ditempatkan pada *electrical house* kedua. Sistem alat monitoring turbin angin merupakan suatu sistem menggunakan rangkaian pengendali mikrokontroler untuk memonitor data tegangan, arus, daya, dan kecepatan angin yang dihasilkan turbin angin. Untuk alat monitoring menggunakan beberapa komponen yaitu Pzem-017, sebagai sensor tegangan, resistor shunt sebagai sensor arus, sensor anemometer sebagai pengukur kecepatan angin, NodeMCU ESP8266 sebagai pengirim data serta koneksi wifi, modul RS485 to UART TTL converter sebagai modul yang digunakan sebagai media komunikasi serial dari data yang dikirim oleh Pzem-017 dan data dikirim ke NodeMCU ESP8266. Kemudian Stepdown LM2596 sebagai penurun tegangan dari adaptor 12V menjadi 5V, dari NodeMCU ESP8266 menampilkan data ke LCD sebagai monitor yang menampilkan tegangan, arus, daya, dan kecepatan

angin yang dihasilkan pada input PLTB dan ditampilkan juga di *google spreadsheet*.

4.4 Pengambilan Data

Pada pengambilan data untuk mengetahui kinerja turbin angin, terlebih dulu melakukan kalibrasi sensor yang digunakan. Hal ini bertujuan untuk memastikan hasil alat ukur dengan sensor yang digunakan mendapatkan hasil yang baik. Untuk sensor yang dikalibrasi diantaranya sensor tegangan dan sensor arus dengan multimeter digital dan sensor anemometer dengan anemometer digital.

Setelah melakukan kalibrasi selanjutnya dilakukan pengambilan data monitoring kinerja turbin angin. Untuk tempat pengambilan data dilakukan di Desa Widarapayung, Adipala. Waktu pengambilan data dimulai dari jam 10.00-16.00 WIB. Dari data-data pengambilan digunakan untuk mengetahui kinerja turbin angin.

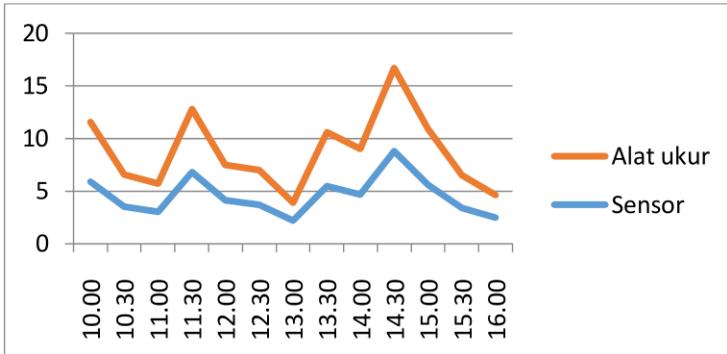
4.4.1 Perbandingan Data Sensor Tegangan dan Alat Ukur

Pengujian sensor tegangan ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor tegangan dengan pembacaan voltmeter pada tegangan keluaran dari *wind turbine controller*. Hasil pengujian tanggal 18 Juli 2023 dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Perbandingan Data Sensor Tegangan dan Voltmeter (18 Juli 2023)

no	Waktu	Sensor tegangan (V)	Digital Multi tester (Volt)	Error %
1	10.00	5,92	5,7	4,6
2	10.30	3,53	3,1	1,9
3	11.00	3,08	2,7	1,5
4	11.30	6,81	6,0	4,8
5	12.00	4,17	3,4	2,1
6	12.30	3,78	3,3	2,1
7	13.00	2,26	1,7	0,3
8	13.30	5,59	5,1	4
9	14.00	4,72	4,3	3,2
10	14.30	8,83	7,9	6,7
11	15.00	5,66	5,3	4,2
12	15.30	3,47	3,1	1,9
13	16.00	2,58	2,1	0,8

Pada tabel pengujian sensor tegangan dapat diketahui tingkat ketelitian pembacaan sensor tegangan. Hal tersebut dapat dilihat pada selasih hasil pembacaan sensor tegangan dan pembacaan multi tester yang memiliki nilai persentase error tidak terlalu besar. Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan sensor tegangan dengan alat ukur seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.5 Grafik Pengujian Sensor dan Alat ukur Tegangan

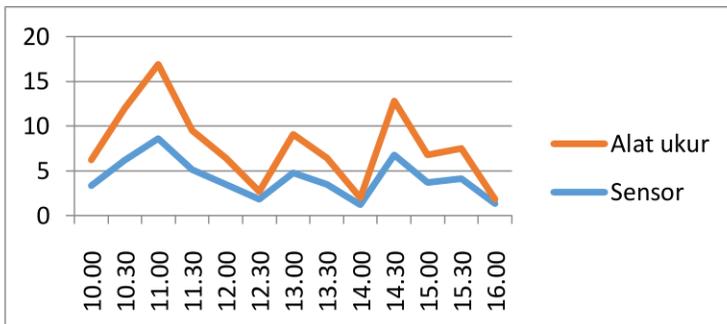
Hasil pengujian tanggal 19 Juli 2023 dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Perbandingan Data Sensor Tegangan dan Voltmeter (19 Juli 2023)

no	Waktu	Sensor tegangan (V)	Digital Multi tester (Volt)	Error %
1	10.00	3,36	2,9	1,7
2	10.30	6,25	5,8	4,7
3	11.00	8,61	8,3	7,2
4	11.30	5,17	4,4	3,2
5	12.00	3,54	2,9	1,6
6	12.30	1,83	0,9	7,8
7	13.00	4,89	4,3	3,1
8	13.30	3,51	2,9	1,6
9	14.00	1,26	0,8	0,7

10	14.30	6,83	6,0	4,8
11	15.00	3,74	3,1	1,8
12	15.30	4,12	3,4	2,1
13	16.00	1,39	0,5	2,2

Pada tabel pengujian sensor tegangan dapat diketahui tingkat ketelitian pembacaan sensor tegangan. Hal tersebut dapat dilihat pada selasih hasil pembacaan sensor tegangan dan pembacaan multi tester yang memiliki nilai persentase error tidak terlalu besar. Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan sensor tegangan dengan alat ukur seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.6 Grafik Pengujian Sensor dan Alat ukur Tegangan

4.4.2 Perbandingan Data Sensor Arus dan Alat Ukur

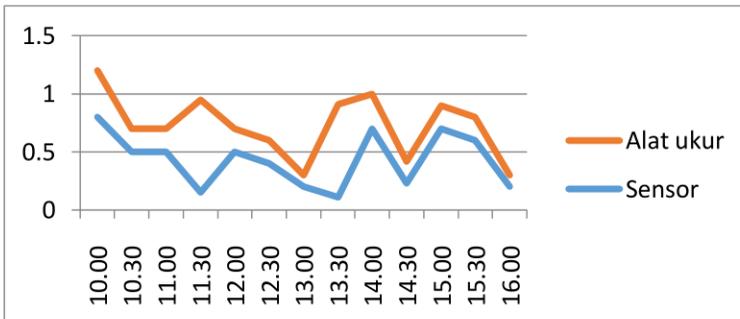
Pengujian sensor arus ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor arus dengan pembacaan amperemeter pada arus keluaran dari *wind turbine controller*. Hasil pengujian tanggal 18 Juli 2023 dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Perbandingan Sensor Arus dan Amperemeter (18 Juli 2023)

no	Waktu	Sensor arus (A)	Digital Multi tester (Ampere)	Error %
1	10.00	0,8	0,4	1,6
2	10.30	0,5	0,2	2,3
3	11.00	0,5	0,2	2,3

4	11.30	0,15	0,8	0,61
5	12.00	0,5	0,2	2,3
6	12.30	0,4	0,2	1,8
7	13.00	0,2	0,1	1,9
8	13.30	0,11	0,8	0,6
9	14.00	0,7	0,3	2,03
10	14.30	0,23	0,19	1,02
11	15.00	0,7	0,2	3,3
12	15.30	0,6	0,2	2,8
13	16.00	0,2	0,1	1,9

Pada tabel pengujian sensor arus dapat diketahui tingkat ketelitian pembacaan sensor arus. Hal tersebut dapat dilihat pada selisih hasil pembacaan sensor arus dan pembacaan multi tester yang memiliki nilai persentase error tidak terlalu besar. Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan sensor arus dengan alat ukur seperti pada gambar berikut.



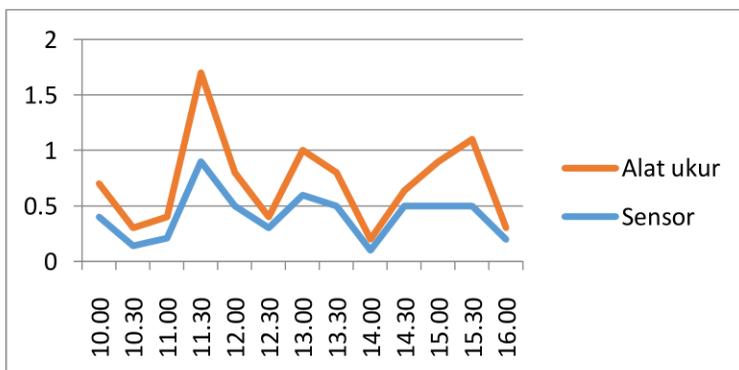
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Sensor dan Alat ukur Arus

Hasil pengujian tanggal 19 Juli 2023 dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

**Tabel 4.4 Perbandingan Sensor Arus dan Amperemeter
(19 Juli 2023)**

no	Waktu	Sensor arus (A)	Digital Multi tester (Ampere)	Error %
1	10.00	0,4	0,3	1,03
2	10.30	0,14	0,16	0,7
3	11.00	0,21	0,19	0,91
4	11.30	0,9	0,8	0,32
5	12.00	0,5	0,3	1,36
6	12.30	0,3	0,1	2,9
7	13.00	0,6	0,4	1,1
8	13.30	0,5	0,3	1,36
9	14.00	0,1	0,1	0,9
10	14.30	0,17	0,14	1,07
11	15.00	0,5	0,4	0,85
12	15.30	0,5	0,6	0,23
13	16.00	0,2	0,1	1,9

Pada tabel pengujian sensor arus dapat diketahui tingkat ketelitian pembacaan sensor arus. Hal tersebut dapat dilihat pada selisih hasil pembacaan sensor arus dan pembacaan multi tester yang memiliki nilai persentase error tidak terlalu besar. Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan sensor arus dengan alat ukur seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.8 Grafik Pengujian Sensor dan Alat ukur Arus

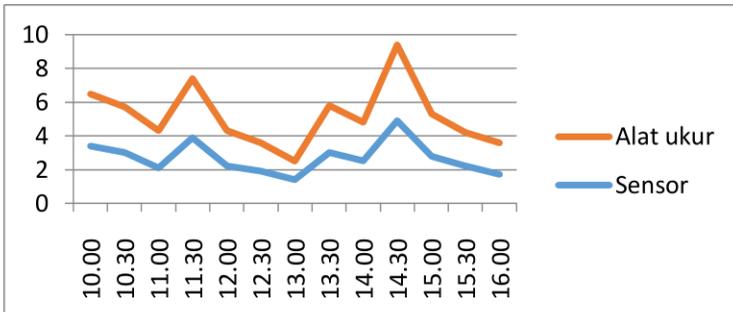
4.4.3 Perbandingan Sensor Kecepatan Angin dan Alat Ukur

Pengujian sensor anemometer ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor anemometer dengan pembacaan anemometer digital. Hasil pengujian tanggal 18 Juli 2023 dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Perbandingan Sensor anemometer dan anemometer digital (18 Juli 2023)

no	Waktu	Sensor anemometer (m/s)	Anemometer Digital (m/s)	Error %
1	10.00	3,46	3,1	1,98
2	10.30	3,09	2,7	1,55
3	11.00	2,15	2,2	1,22
4	11.30	3,98	3,5	2,36
5	12.00	2,26	2,1	1,02
6	12.30	1,94	1,7	0,55
7	13.00	1,41	1,1	0,18
8	13.30	3,07	2,8	1,70
9	14.00	2,51	2,3	1,20
10	14.30	4,93	4,5	3,40
11	15.00	2,80	2,5	1,38
12	15.30	2,25	2,0	0,87
13	16.00	1,74	1,9	0,98

Pada tabel pengujian sensor anemometer dapat diketahui tingkat ketelitian pembacaan sensor. Hal tersebut dapat dilihat pada selisih hasil pembacaan sensor anemometer dan pembacaan anemometer digital yang memiliki nilai persentase error tidak terlalu besar. Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan sensor anemometer dengan alat ukur seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.9 Grafik Pengujian Sensor dan Alat ukur Anemometer

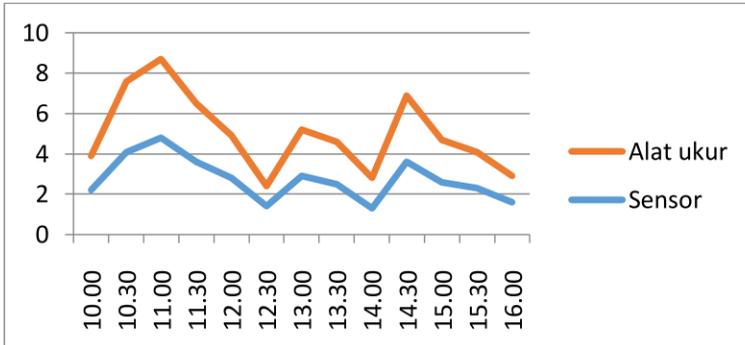
Hasil pengujian tanggal 19 Juli 2023 dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Perbandingan Sensor anemometer dan anemometer digital (19 Juli 2023)

no	Waktu	Sensor anemometer (m/s)	Anemometer Digital (m/s)	Error %
1	10.00	2,27	1,7	0,36
2	10.30	4,18	3,5	2,30
3	11.00	4,86	3,9	2,65
4	11.30	3,61	2,9	1,65
5	12.00	2,85	2,1	0,74
6	12.30	1,49	1,0	0,49
7	13.00	2,93	2,3	1,02
8	13.30	2,51	2,1	0,90
9	14.00	1,33	1,5	0,61
10	14.30	3,64	3,3	2,19
11	15.00	2,67	2,1	0,82
12	15.30	2,39	1,8	0,47
13	16.00	1,66	1,3	0,02

Pada tabel pengujian sensor anemometer dapat diketahui tingkat ketelitian pembacaan sensor. Hal tersebut dapat dilihat pada selisih hasil pembacaan sensor anemometer dan pembacaan anemometer

digital yang memiliki nilai persentase error tidak terlalu besar. Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan sensor anemometer dengan alat ukur seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.10 Grafik Pengujian Sensor dan Alat ukur Anemometer

4.4.4 Tampilan Monitoring Pada Google Spreadsheet

Pada saat pengambilan data, alat monitoring dihubungkan dengan sistem pembangkit selama 6 jam pada pukul 10.00 WIB sampai pukul 16.00 WIB. Pengambilan data diambil setiap 30 menit. Untuk hasil tampilan pada *google spreadsheet* dapat dilihat pada gambar 4.11

	A	B	C	D	E	F
1	Tanggal	Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (watt)	Kecepatan angin (m/s)
2	18/07/2023	10.00.00	5.92	0.08	4.73	3.46
3	18/07/2023	10.30.00	3.53	0.05	1.76	03.09
4	18/07/2023	11.00.00	03.08	0.05	1.54	2.15
5	18/07/2023	11.30.00	6.81	0.15	01.02	3.98
6	18/07/2023	12.00.00	4.17	0.05	02.08	2.26
7	18/07/2023	12.30.00	3.78	0.04	1.51	1.94
8	18/07/2023	13.00.00	2.26	0.02	0.45	1.41
9	18/07/2023	13.30.00	5.59	0.11	0.61	03.07
10	18/07/2023	14.00.00	4.72	0.07	3.30	2.51
11	18/07/2023	14.30.00	8.83	0.23	02.03	4.93
12	18/07/2023	15.00.00	5.66	0.06	3.96	2.80
13	18/07/2023	15.30.00	3.47	0.07	02.08	2.25
14	18/07/2023	16.00.00	2.58	0.02	0.5	1.74

Gambar 4.11 Tampilan Google Spreadsheet

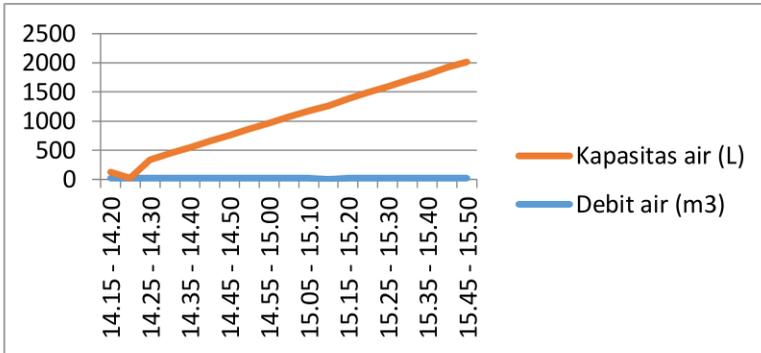
4.4.5 Pengukuran Debit Air

Pada pengukuran debit air ini dilakukan setelah pompa air dinyalakan. Untuk itu dapat diketahui data yang diambil selama 1 jam 35 menit akan menghasilkan 1995,4 liter air. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Pengukuran Data Debit Air

no	Waktu	Debit air (m^3)	Kapasitas air (L)
1	14.15 – 14.20	21.0	108.62
2	14.20 – 14.25	21.0	212.64
3	14.25 – 14.30	21.0	317.18
4	14.30 – 14.35	21.0	421.96
5	14.35 – 14.40	21.0	527.98
6	14.40 – 14.45	21.0	632.20
7	14.45 – 14.50	21.0	737.00
8	14.50 – 14.55	21.0	843.20
9	14.55 – 15.00	21.0	946.45
10	15.00 – 15.05	21.0	1051.0
11	15.05 – 15.10	21.0	1156.4
12	15.10 – 15.15	20.7	1260.9
13	15.15– 15.20	21.0	1365.6
14	15.20 – 15.25	21.0	1471.2
15	15.25 – 15.30	21.0	1575.6
16	15.30 – 15.35	21.0	1680.3
17	15.35 – 15.40	21.0	1785.8
18	15.40 – 15.45	21.0	1901.5
19	15.45 – 15.50	21.0	1995.4

Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan debit air seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.12 Grafik Pengujian Debit Air

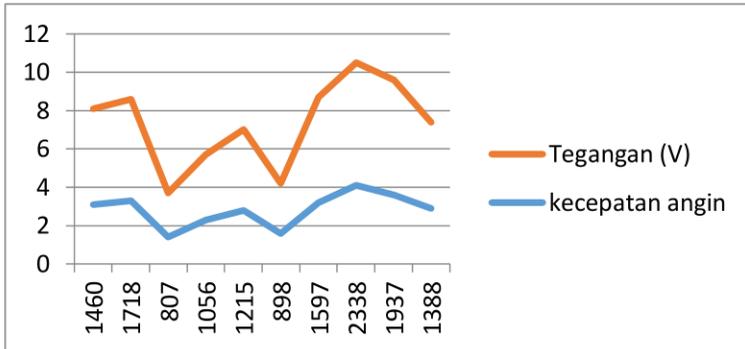
4.4.6 Perbandingan Nilai RPM

Untuk perbandingan nilai RPM dilakukan sebanyak 10 data dengan mengukur kecepatan angin di Desa Widarapayung dengan menggunakan alat ukur anemometer digital, alat ukur tegangan, dan sensor tachometer sehingga dari hasil pengukuran yang didapat ketika semakin tinggi kecepatan angin maka semakin tinggi nilai RPM pada turbin angin. Perbandingan nilai kecepatan angin dan nilai RPM pada turbin angin dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai RPM dan Kecepatan Angin

No.	Kecepatan Angin (m/s)	RPM	Tegangan (V)
1	3,1	1460	5,0
2	3,3	1718	5,3
3	1,4	807	2,3
4	2,3	1056	3,4
5	2,8	1215	4,2
6	1,6	898	2,6
7	3,2	1597	5,5
8	4,1	2338	6,4
9	3,6	1937	6,0
10	2,9	1388	4,5

Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan RPM, kecepatan angin, dan tegangan seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Nilai RPM, Kecepatan Angin dan Tegangan

4.5 Pengolahan Data

Setelah pengambilan data dilakukan selanjutnya melakukan perhitungan daya keluaran pada turbin angin

4.5.1 Pengambilan Data Turbin Angin di Desa Widarapayung

Padapengujian karakteristik turbin angin di Desa Widarapayung. Pengambilan data dilakukan pukul 10.00 WIB sampai 16.00 WIB dengan sampel data per 30 menit. Hasil pengambilan data dapat dilihat pada tabel 4.9 dan 4.10.

Tabel 4.9 Pengambilan Data di Desa Widarapayung (18 Juli 2023)

Hari/ Tanggal	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Angin (m/s)
	10.00	5,7	0,4	2,28	3,1
	10.30	3,1	0,2	0,62	2,7
	11.00	2,7	0,2	0,54	2,2
	11.30	6,0	0,8	4,8	3,5

Selasa, 18 Juli 2023	12.00	3,4	0,2	0,68	2,1
	12.30	3,3	0,2	0,66	1,7
	13.00	1,7	0,1	0,17	1,1
	13.30	5,1	0,8	4,08	2,8
	14.00	4,3	0,3	1,29	2,3
	14.30	7,9	0,19	1,50	4,5
	15.00	5,3	0,2	1,06	2,5
	15.30	3,1	0,2	0,62	2,0
	16.00	2,1	0,1	0,21	1,9

Tabel 4.10 Pengambilan Data di Desa Widarapung (19 Juli 2023)

Hari/ Tanggal	Jam	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Angin (m/s)
Rabu, 19 Juli 2023	10.00	2,9	0,3	0,87	1,7
	10.30	5,8	0,16	0,92	3,5
	11.00	8,3	0,19	1,57	3,9
	11.30	4,4	0,8	3,52	2,9
	12.00	2,9	0,3	0,87	2,1
	12.30	0,9	0,1	0,09	1,0
	13.00	4,3	0,4	1,72	2,3
	13.30	2,9	0,3	0,87	2,1
	14.00	0,8	0,1	0,08	1,5
	14.30	6,0	0,14	0,84	3,3
	15.00	3,1	0,4	1,24	2,1
	15.30	3,4	0,6	2,04	1,8
	16.00	0,5	0,1	0,05	1,3

4.5.2 Perhitungan Daya Keluaran

Untuk perhitungan daya keluaran turbin angin dilakukan perbandingan antara perhitungan daya dengan sensor dan perhitungan daya dengan alat ukur menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P = V \times I$$

Keterangan :

P : Daya

V : Tegangan

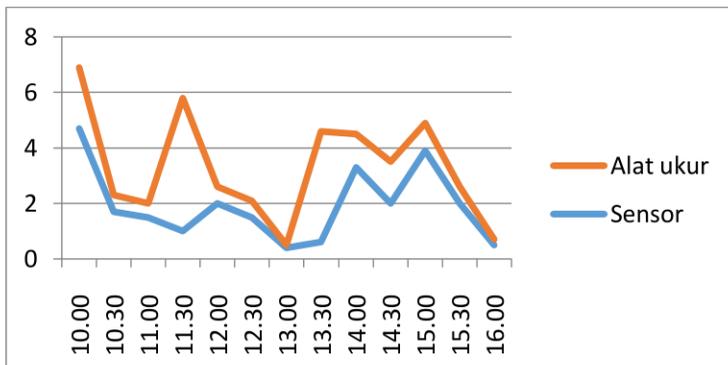
I : Arus

Dibawah ini merupakan data hasil perbandingan daya antara sensor dengan alat ukur. Untuk tabel dapat dilihat dibawah ini pada tabel 4.11 dan 4.12 berikut.

Tabel 4.11 perbandingan daya hasil perhitungan antara sensor dan alat ukur (18 Juli 2023)

no	Waktu	Sensor	Alat ukur	Error %
1	10.00	4,73	2,28	0,20
2	10.30	1,76	0,62	2,21
3	11.00	1,54	0,54	2,31
4	11.30	1,02	4,8	4,58
5	12.00	2,08	0,68	2,34
6	12.30	1,51	0,66	1,62
7	13.00	0,45	0,17	2,47
8	13.30	0,614	4,08	3,93
9	14.00	3,30	1,29	1,26
10	14.30	2,03	1,50	0,14
11	15.00	3,96	1,06	2,67
12	15.30	2,08	0,62	2,73
13	16.00	0,51	0,21	2,21

Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan sensor dengan alat ukur seperti pada gambar berikut.

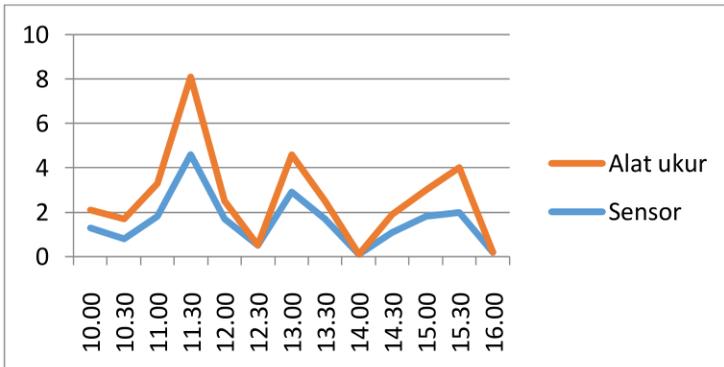


Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Daya Hasil Perhitungan Sensor dan Alat Ukur.

Tabel 4.12 Perbandingan Daya Hasil Perhitungan Antara Sensor dan Alat Ukur (19 Juli 2023)

no	Waktu	Sensor	Alat ukur	Error %
1	10.00	1,34	0,87	0,67
2	10.30	0,87	0,92	0,02
3	11.00	1,80	1,57	0,42
4	11.30	4,65	3,52	2,19
5	12.00	1,77	0,87	1,16
6	12.30	0,54	0,09	5,91
7	13.00	2,93	1,72	0,01
8	13.30	1,75	0,87	1,14
9	14.00	0,12	0,08	1,42
10	14.30	1,16	0,84	0,54
11	15.00	1,87	1,24	0,26
12	15.30	2,06	2,04	1,03
13	16.00	0,27	0,05	5,35

Dari hasil pengujian dapat dilihat grafik perbandingan antara hasil pembacaan sensor dengan alat ukur seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Daya Hasil Perhitungan Sensor dan Alat Ukur.