

BAB IV

IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian dan pembahasan pada proyek akhir Rancang Bangun Ombrometer Berbasis Modul *Wifi Wemos D1 Mini* Sebagai Pengukur Curah Hujan, dilakukan dengan menguji kinerja fungsional perblok bagian dan uji unjuk kerja alat secara keseluruhan. Pengambilan data dan pengujian alat yang telah dirancang kemudian dilakukan analisa. Hasil dari pengujian dan pembahasan diharapkan mampu mendapatkan data yang *valid* serta alat mampu bekerja sesuai fungsinya.

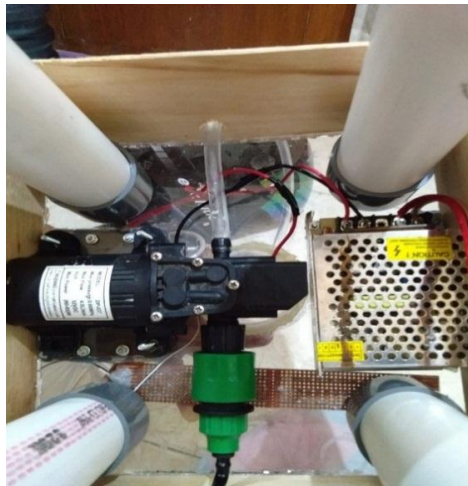
A. Implementasi

1. Realisasi Penampung Air Hujan

Penampung air hujan menggunakan gelas ukur seperti pada Gambar 24, dengan ukuran diameter mulut 8.5 cm dengan tinggi 20 cm. Gelas ukur yang digunakan sebagai penampung sudah terdapat skala volume dengan kelipatan 100 ml hingga 700 ml. Pada gelas ukur atau penampang merekat sensor water level sebagai masukan yang merubah data analog air hujan menjadi data digital yang diproses oleh mikrokontroler. Selang air pompa DC dengan panjang 60 cm dan diameter 1 cm yang merekat pada gelas ukur berfungsi sebagai saluran pembuangan air hujan yang telah selesai dilakukan pengukuran. Pompa air DC dan *power supply* terpasang pada bagian box bawah akrilik seperti ada Gambar 25.



Gambar 1. Gelas Penampung Air Hujan



Gambar 2. Pemasangan Pompa Air DC dan *Power Supply*

Pada realisasi penampung air hujan, gelas penampung perlu dilakukan *kalibrasi*, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Curah Hujan} = \frac{V}{L}$$

Keterangan:

V = Volume hujan yang tertampung (ml)

$L = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$

Ketinggian hujan / curah hujan (mm)

Diameter mulut penampang diketahui 8.5 cm = 85 mm

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 85^2 \\ &= 5671 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga dengan rumus tersebut diperoleh luas mulut penampang 5671 mm², selanjutnya dilakukan perhitungan ketinggian curah hujan yang didapat dari rumus di atas. Volume curah hujan yang tertampung sebesar 500 ml dengan luas penampang 5671 mm² = 0.005671 m²

Konversi volume curah hujan yang tertampung

1 liter = 1000 ml

1 ml = 1 cm³

1 cm³ = 1000 mm³

1 liter = 1000000 mm³

Jadi volume 500 ml = 0.5 liter = 500000 mm³

$$\begin{aligned} \text{Curah Hujan} &= \frac{V}{L} \\ &= \frac{500000}{5671} \\ &= 88.16 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga curah hujan yang diperoleh sebesar 88.16 mm

Berikut tabel kalibrasi pengukuran curah hujan secara perhitungan manual dengan luas penampang yang digunakan sebesar 5671 mm² atau setara dengan 0.005671 m².

Tabel 1. Kalibrasi Perhitungan Curah Hujan Manual

No	Volume Air Hujan (ml)	Curah Hujan (mm)
1	50	8.8
2	100	17.6
3	150	26.4
4	200	35.2
5	250	44.0
6	300	52.9
7	350	61.7
8	400	70.5
9	450	79.3
10	500	88.1
11	550	96.9
12	600	105.8
13	650	114.6
14	700	123.4

2. Realisasi Box Elektronik

Black Box Elektronik yang digunakan memiliki ukuran 10 x 7 x 4 cm dengan ketebalan 1 mm. Komponen yang terdiri dari Wemos D1 Mini, RTC DS3231, resistor, dan relay yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam black box seperti pada Gambar 26. Tujuan digunakan *black box* adalah untuk melindungi seluruh komponen yang telah dirangkai agar terhindar dari gangguan-gangguan fisik dari luar yang dapat mempengaruhi kinerja dari komponen.



Gambar 3. Pemasangan Elektronika pada Black Box

B. Hasil Pengujian

Pengujian pada sistem ini terdiri dari dua langkah yaitu pengujian fungsional atau menguji pada tiap bagian alat dan pengujian unjuk kerja secara keseluruhan alat. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan dengan beberapa indikator yaitu:

1. Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk mengetahui kinerja dan fungsi dari setiap komponen serta modul yang digunakan.

a. Pengujian Tegangan

Pengujian tegangan bertujuan untuk mengetahui besarnya tegangan yang digunakan menyuplai seluruh sistem agar dapat berjalan dengan baik. Pada sistem ini dilakukan dua pengujian tegangan yaitu tegangan dari *power supply* dan tegangan dari *wemos d1 mini*. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan *output* menggunakan *multimeter*. Berikut adalah hasil pengujian tegangan dapat dilihat pada Tabel 17 dan 18.

Tabel 2. Pengujian Tegangan Power Supply

No.	Pengukuran	Vout (volt)	Vout Terukur (Volt)	Selisih Pengukuran	Error (%)
1.	Tanpa Beban	12 V DC	11.38 Volt	0.62 Volt	5.1 %
		220 V AC	226 Volt	6 Volt	2.7 %
2.	Dengan Beban	12 V DC	11.37 Volt	0.63 Volt	5.2 %
		220 V AC	225 Volt	5 Volt	2.2 %

Tabel 3. Pengujian Tegangan Wemos D1 Mini

No	Pengukuran	Vout (volt)	Vout Terukur (Volt)	Selisih Pengukuran	Error (%)
1.	Tanpa Beban	3.3 Volt	3.31 Volt	0.01 Volt	0.3 %
		5 Volt	4.75 Volt	0.25 Volt	5 %
2.	Dengan Beban	3.3 Volt	3.32 Volt	0.63 Volt	0.6 %
		5 Volt	4.38 Volt	0.62 Volt	12.4 %

b. Pengujian Sensor Water Level

Pengujian Sensor Water ini bertujuan untuk mengukur kerja sensor dalam melakukan pengukuran curah ketinggian curah hujan. Parameter yang digunakan dalam pengukuran sensor ini adalah pengujian pengukuran volume ideal secara manual terdapat pada gelas ukur, dan volume hujan yang ditampilkan oleh *telegram*, serta curah hujan, yang ditampilkan oleh *telegram*.

Tabel 4. Pengujian Sensor *Water Level*

No.	Pengukuran Ideal		Pembacaan Sensor	
	Volume (ml)	Curah Hujan (mm)	Volume (ml)	Curah Hujan (mm)
1	0	0	0 - 50	0 – 8.8
2	50	8.8	0 – 50	0 – 8.8
3	100	17.6	0 - 50	0 – 8.8
4	150	26.4	50 – 100	8.8 -17.6
5	200	35.2	50 – 100	8.8 -17.6
6	250	44.0	150 – 200	26.4 -35.2
7	300	52.9	200 – 250	35.2 - 44.0
8	350	61.7	250 - 300	44.0 – 52.9
9	400	70.5	300 – 350	52.9 – 61.7
10	450	79.3	350 – 400	61.7 – 70.5
11	500	88.1	450 – 500	79.3 – 88.1
12	550	97.0	500 – 550	88.1 – 97.0
13	600	105.8	550 – 600	97.0 – 105.8

c. Pengujian Pompa Air DC dan *Relay*

Pengujian Pompa air DC dan *relay* bertujuan untuk mengetahui kondisi kerja *relay* apakah sudah bekerja dengan normal atau tidaknya. Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah ON untuk menyalakan *relay* sehingga dapat dilihat *relay* dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya atau tidak. Jika *relay* mendapat sinyal input 1 maka *relay* akan menyala dan otomatis pompa akan ON selama 20 detik. Setelah itu, maka *relay* akan OFF kembali. Berikut Tabel 18 merupakan hasil pengujian pompa air DC dan *relay*.

Tabel 5. Pengujian Pompa Air DC dan Relay

No.	Indikator	Sinyal Input	Kondisi Relay	Kondisi Pompa Air DC	Keterangan
1	Percobaan 1	1	HIGH	ON	Benar
		0	LOW	OFF	Benar
2	Percobaan 2	1	HIGH	ON	Benar
		0	LOW	OFF	Benar

d. Pengujian RTC

RTC berfungsi sebagai pewaktu atau *timer* pada Rancang Bangun Ombrometer Berbasis Modul *Wifi Wemos D1 Mini* Sebagai Pengukur Curah Hujan. RTC dilakukan *setting* terlebih dahulu pada pemrograman *Arduino IDE*, selanjutnya dibandingkan antara waktu pengiriman data dengan waktu penerimaan data. Sehingga diperoleh data seperti pada Tabel 21 di bawah ini.

Tabel 6. Pengujian RTC

No	Waktu Pengiriman Data	Waktu Penerimaan Data	Selisih
1.	07.30	07.31	1 menit
2.	07.33	07.34	1 menit
3.	07.40	07.41	1 menit

2. Uji Unjuk Kerja

Pengujian unjuk kerja alat pengukur curah hujan bertujuan untuk mengetahui kinerja keseluruhan dari sistem apakah alat sudah bekerja dengan baik sesuai rancangan. Pengujian dilakukan dengan mengambil data pada saat

alat telah dirakit menjadi sebuah rancang bangun yang siap dioperasikan seperti pada Tabel 21.

Pada tahap pengujian ini juga dilakukan perbandingan alat penakar hujan otomatis dengan manual. Tujuan dilakukan pengujian ini agar dapat diketahui keunggulan dari masing-masing alat tersebut.

Tabel 7. Uji Unjuk Kerja

No	Tanggal	Waktu	Pembacaan Sensor			Pembuangan Air
			Volume Air Hujan (ml)	Curah Hujan (mm)	Kategori Hujan	
1	13/11/2019	07.41	50-100	8.8-17.6	Ringan	Bekerja
2	14/11/2019	07.44	150-200	26.4-35.2	Sedang	Bekerja
3	15/11/2019	07.47	200-250	35.2-44.0	Sedang	Bekerja
4	16/11/2019	07.35	450-500	79.3-88.16	Lebat	Bekerja
5	12/12/2019	19.55	1350-1400	238-246.87	Sangat lebat	Bekerja

Tabel 8. Perbandingan Alat

No	Perbandingan	Manual	Otomatis
1	Tanggal dan waktu pengukuran	Setiap hari pada jam 7 pagi	- Terdapat <i>timer</i> secara otomatis setiap hari pada jam 7 pagi - <i>Real time</i>
2	Data Curah Hujan	Perhitungan secara manual	Otomatis (hasil konversi data sensor water level dan diolah oleh mikrokontroler)
3	Pembuangan air hujan setelah dilakukan pengukuran	Manual oleh pengukur	Otomatis menggunakan Pompa Air DC

C. Pembahasan

Berdasarkan tahap pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya. Pada pengujian terdapat perbedaan nilai pengukuran dengan teori hasil pengukuran *datasheet* komponen. Perbedaan hasil tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya alat ukur yang digunakan, toleransi nilai komponen pabrik, serta *human error* atau kurang teliti dalam pengukuran.

1. Pembahasan Uji Fungsional

a. Analisis Pengujian Tegangan

Pengujian tegangan berdasarkan Tabel 17 dan 18 berturut-turut dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan AC dan DC *Power Supply* serta pin 3.3V dan 5V *Wemos D1 Mini*. Dalam hal ini pengukuran pada masing-masing dilakukan dengan dua jenis pengujian, yaitu pengukuran tegangan tanpa beban dan dengan memberi beban.

1) Pengujian *Power Supply*

Pengujian tegangan *Power Supply* dapat dilihat pada Tabel 17. Dalam hal ini pengujian dilakukan dengan dua tahap pengukuran yaitu pengukuran tanpa beban dan pengukuran menggunakan beban. Adapun perhitungan persentasi *error* yang didapatkan dari pengukuran ini sebagai berikut:

$$\%error = \frac{Nilai\ Ideal - Nilai\ Terukur}{Nilai\ Ideal} \times 100\%$$

Perhitungan persentase *error Power Supply* tanpa beban yang memiliki tegangan ideal 12V dan tegangan terukur 11.38V sebagai berikut:

$$\%error = \frac{(12V - 11.38V)}{12V} \times 100\%$$

$$\%error = \frac{0.62}{12} \times 100\%$$

$$\%error = 5.1 \%$$

Hasil pengujian tegangan *Power Supply* 12V DC tanpa beban menunjukkan nilai sebesar 11.38V yang memiliki *error* sebesar 5.1%. Sedangkan pada tegangan AC *Power Supply* 220V tanpa beban memiliki tegangan output sebesar 226V dengan *error* 2.7%. Kemudian pada pengukuran tegangan Power Supply 12 VDC dengan beban memiliki tegangan output sebesar 11.37% dengan *error* 5.2% dan pada tegangan AC 220V memiliki tegangan ouput 225V dan *error* sebesar 2.2%.

Berdasarkan hasil pengujian tegangan *power supply* menunjukkan bahwa tegangan output yang terukur sesuai dengan kebutuhan dan selisih tegangannya tidak jauh dengan tegangan output *datasheet*. Adapun nilai *error* dari masing-masing tegangan output rendah dan masih dalam batas normal.

2) Pengujian Wemos D1 Mini

Pengujian Wemos D1 Mini dapat dilihat pada Tabel 18, berikut hasil persentasi *error* wemos D1 mini tanpa beban yang memiliki tegangan ideal 3.3V dan tegangan terukur 3.31V sebagai berikut:

$$\%error = \frac{(3.3V - 3.31V)}{3.3V} \times 100\%$$

$$\%error = \frac{0.01}{3.3} \times 100\%$$

$$\%error = 0.3 \%$$

Tegangan output tanpa beban pada *pin* 3.3V terukur sebesar 3.31V dengan *error* 0.3%, sedangkan pada *pin* 5V nilai terukur sebesar 4.74 dengan *error* 5%. Sedangkan pada pengukuran dengan beban pada *pin* 3.3V sebesar 3.32 dan memiliki *error* 0.6%, Untuk pengukuran pada *pin* 5V mempunyai tegangan output sebesar 4.38V dengan *error* 12.4% karena telah mendapatkan beban. Berdasarkan hasil pengujian tegangan pada *Wemos D1 Mini* menunjukkan bahwa tegangan *output* dapat bekerja dengan baik sebagai penyuplai tegangan pada rangkaian.

b. Analisis Pengujian Sensor Water Level

Pengujian sensor water level dapat dilihat pada Tabel 19, yaitu dengan melakukan perbandingan pengukuran ideal dengan pembacaan oleh sensor. Pengukuran ideal terdiri dari pengukuran volume air hujan dan data curah hujan secara manual yang merupakan volume paten yang terdapat pada gelas ukur dengan satuan milliliter. Pembacaan sensor water level memiliki perbedaan dari pengukuran manual. Hal itu disebabkan oleh tingkat akurasi sensor yang kurang baik dan sensor tidak dapat melakukan pembacaan volume air per milliliter karena data sensor yang terbaca memiliki rentang nilai yang berdekatan dan nyaris sama. Sehingga pembacaan volume air hujan diberi rentang nilai 50ml disetiap pengukurannya.

c. Analisis Pengujian Rompa Air DC dan *Relay*

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 20, pompa air dan *relay* dapat berkerja secara baik sesuai yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan dua kali percobaan untuk memperoleh data/hasil yang valid. Hasil yang diperoleh yaitu ketika *relay* mendapat sinyal input HIGH maka kontak *relay* yang sebelumnya NC (*Normally Close*) ke NO (*Normally Open*) sehingga pompa air bekerja/ON selama 20 detik sesuai yang telah ditentukan. Sebaliknya, ketika *relay* mendapat sinyal input LOW maka kontak relay akan berpindah dari NO (*Normally Open*) ke NC (*Normally Close*) dan pompa air akan OFF.

d. Analisis Pengujian RTC

Pengujian RTC dilakukan tiga kali percobaan pengiriman data dengan waktu yang berbeda seperti pada Tabel 20. Pada pengujian tersebut terlihat selisih waktu 1 menit pada saat penerimaan data oleh *telegram*, hal tersebut terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

- 1) Pengaruh delay pada saat *upload* program ke *board* wemos membutuhkan waktu sehingga waktu yang terdapat pada RTC ikut tergeser
- 2) Kekuatan sinyal wifi yang terhubung ke *wemos*
- 3) Perbedaan waktu saat dilakukan pemrograman arduino
- 4) RTC DS 3231 mempunyai toleransi kesalahan *error* 1 menit

Jadi dari hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa RTC DS3231 bekerja sesuai dengan batas toleransi *error* yang dimiliki. Selisih keterlambatan 1 menit tersebut dapat diatasi dengan cara men-*setting* lebih awal 1 menit dari waktu yang telah ditentukan.

2. Pembahasan Uji Kerja Alat

Berdasarkan pengujian alat yang telah dilakukan secara keseluruhan menunjukkan bahwa alat dapat bekerja sesuai dengan prinsip kerja alat yang telah dirancang. Pada Tabel 21 dapat dilihat pengujian dilakukan pada pagi hari dan malam selama 5 hari. Pengujian hari pertama dilakukan pada jam 07.41, sensor mendeteksi volume curah hujan antara 50-100 mililiter dengan curah hujan 8.8-17.6 mm maka hujan tergolong ringan, sedangkan pompa air sebagai pembuangan air hujan yang telah dilakukan pengukuran bekerja dengan baik. Hasil tampilan pada *telegram* dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pengujian unjuk kerja alat juga dilakukan dengan membandingkan alat yang telah dibuat dengan pengukur curah hujan manual. Pada tabel 22 dapat dilihat bahwa alat yang telah dikembangkan dapat bekerja otomatis dari segi monitoring dan kontrol secara otomatis. Unjuk kerja alat secara keseluruhan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Alat ini mampu mengukur curah hujan harian selama 24 jam. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, adapun data curah hujan tidak dapat ditampilkan secara spesifik karena dipengaruhi oleh sensor tidak dapat membaca volume air tiap milliliter. Namun, alat ini terbukti lebih efisien dalam melakukan

pengukuran, monitoring, kontrol otomatis, serta terdapat dapat *recording* yang dapat dipantau secara *realtime* menggunakan teknologi *telegram bot* yang terdapat pada *smartphone* sehingga mempermudah dalam pengukuran curah hujan harian.