

BAB IV

PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

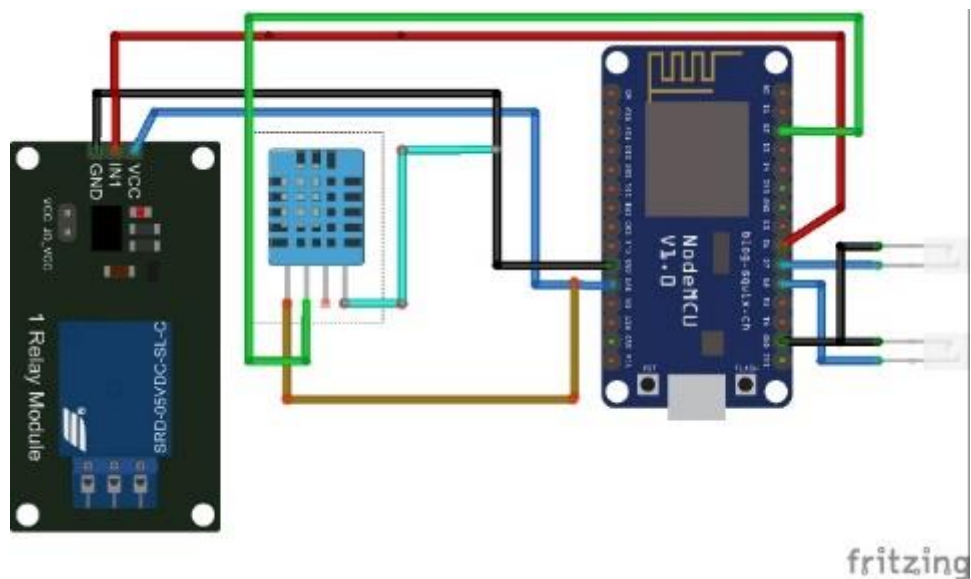
A. Implementasi

1. Pembuatan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perakitan dimulai dengan membuat desain rangkaian elektronik dari *hardware* yang akan digunakan. Alat ini menggunakan sensor suhu DHT11 sebagai *input* untuk membaca suhu dan kelembaban. Pin D2 pada NodeMCU digunakan untuk mengambil data digital dari sensor DHT11 melalui pin output DHT11.

a. Pembuatan Perangkat Input

Perangkat yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah sensor DHT11 yang dapat membaca suhu dan kelembaban pada ruang budidaya jamur tiram.



Gambar 17. Rangkaian Elektronik
(Sumber: Doc. Pribadi)

Sensor DHT11 memiliki 4 kaki pin, selain itu terdapat juga sensor DHT11 dengan breakout PCB yang terdapat hanya memiliki 3 kaki pin. Pada Gambar 17 Rangkaian Elektronik, kaki VCC sensor DHT11 terhubung ke pin 3V3 dari NodeMCU, kaki A0 sensor DHT11 terhubung ke pin D2 NodeMCU, kaki GND sensor DHT11 terhubung ke GND pada pin NodeMCU.

b. Pembuatan Perangkat Output

Relay yang digunakan sebagai *output* akan akan dihubungkan ke sumber tegangan AC sebesar 220 V. Relay yang digunakan bekerja dengan menggunakan prinsip aktif low dimana relay akan aktif saat diberi tegangan 0 Volt. Selain relay, terdapat 2 LED indikator yaitu LED indikator sebagai indikator aktif/ON alat dan indikator ON/OFF aktuator yang digunakan.

c. Realisasi Box Control

Box control yang digunakan berdimensi 14,5 x 9,5 x 4,5 cm. Terdapat stop kontak yang melekat di luar permukaan *box control* yang berfungsi sebagai penghubung dengan aktuator yang akan digunakan. Selain stop kontak, pada permukaan *box control* juga melekat 2 indikator LED sebagai indikator ON/OFF alat tersebut. Komponen Elektronik yang telah dirangkai akan di masukkan ke dalam *box control* seperti pada Gambar 18 sehingga komponen-komponen tersebut terhindar dari gangguan fisik yang dapat merusak komponen.



Gambar 18. Pemasangan Elektronik pada *Box Control*



Gambar 19. Box Control produk
(Sumber: Doc. Pribadi)

d. Pembuatan Miniatur Kumbung

Miniatur kumbung dibuat berukuran 25 x 25 x 30 cm dengan skala perbandingan 1:40 dari ukuran kumbung sebenarnya. Miniatur kumbung yang terlihat pada Gambar 20 ini dibuat dengan bahan dasar

kayu sesuai dengan kumbung jamur yang sebenarnya. Pembuatan miniatur kumbung dilakukan berfungsi untuk memudahkan pengujian awal sebelum dilakukan pengujian ke kumbung jamur tiram yang sebenarnya.



Gambar 20. Miniatur Kumbung

2. Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)

a. Pengkodean NodeMCU ESP8266

Pengkodean atau pembuatan program pada ESP8266 menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C yang berisi perintah untuk melakukan pengendalian pembacaan nilai sensor dari DHT11. ESP8266 memiliki pin digital yang digunakan untuk input maupun output.

```

#include "DHT.h"
#define DHTPIN D2 //sesuaikan dengan Pin apa yang digunakan. Misal
saya gunakan pin D2
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

float h = 0; //Pembacaan untuk data kelembaban
float t = 0; //Pembacaan dalam format celcius (c)
float f = 0; //pembacaan dalam format Fahrenheit

int analogVal = 0; // variable untuk menyimpan nilai analog
float mVolt = 0; // dari nilai analog kita ubah ke satuan mVolt
float celsius = 0; // dari mVolt kita akan dapat nilai Celsiusnya
String API = "SVWTRIZV1WZUIO9T0V3U6HUOUFPXO4"; //
silahkan ganti sendiri dengan Write API Key anda
int relay = D6;
int merah = D8;
int putih = D7;
float batas_suhu = 28;
float batas_kelembaban = 70;

```

Potongan program di atas merupakan pin-pin yang digunakan sebagai input pada modul WiFi ESP8266. Pin yang digunakan harus diinisialisasi untuk mengenalkan pin yang akan diaktifkan dan digunakan pada modul WiFi ESP8266. Potongan program diatas juga menerangkan batas suhu dan kelembaban yang digunakan pada alat yang dikembangkan.

```

void setup()
{
  Serial.begin(4800);
  Serial.println("DHTxx test!");
  dht.begin();
  WiFiMulti.addAP("Redmi", "qwerty12"); // set Wifi
  SSID dan passwordnya
  Serial.print("Connecting to... ");
}

```

Potongan program di atas menerangkan penggunaan wifi agar dapat mengakses modul WiFi yang digunakan. Jaringan WiFi yang digunakan dapat diatur sesuai dengan wifi yang akan digunakan.

```
if ((t >= batas_suhu) || (h <= batas_kelembaban))
{
  pinMode(relay, HIGH);
  //pinMode(merah, HIGH);
  //pinMode(putih, HIGH);
  Serial.println("relay ON");
}
else if ((t < batas_suhu) || (h > batas_kelembaban))
{
  pinMode(relay, LOW);
  //pinMode(merah, LOW);
  //pinMode(putih, HIGH);
  Serial.println("relay OFF");
}
```

Potongan program di atas merupakan logika yang akan diberikan dari sensor DHT11 yang digunakan untuk menjalankan perintah dalam pengembangan proyek akhir ini. Logika yang digunakan yaitu logika OR yang berarti jika salah satu sudah terpenuhi maka *output* akan bekerja sesuai yang diharapkan.

B. Pengujian Teknis

1. Pengujian *Hardware*

Pengujian hardware dilakukan untuk mengetahui kinerja dari komponen-komponen yang digunakan dalam proyek akhir ini. Pengujian hardware yang dilakukan yaitu pengujian catu daya, sensor suhu DHT11 serta *relay* yang digunakan untuk mendukung sistem kinerja alat.

a. Pengujian Catu Daya

Pengujian catu daya ini bertujuan untuk mengukur tenaga/energi yang digunakan untuk menyuplai seluruh sistem yang ada agar dapat berjalan dengan baik. Pengukuran dilakukan dengan menguji output sumber tegangan 220 V AC menggunakan multimeter. Ketika pengujian saklar telah dilakukan selanjutnya pengujian kembali untuk memastikan bahwa hubungan parallel dari tegangan sumber 220 V AC sudah benar-benar berfungsi dengan baik. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa output tegangan 220 V AC bekerja dengan baik.

b. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 ini bertujuan untuk mengukur kemampuan sensor menerima rangsangan perubahan parameter pada ruang budidaya jamur tiram. Parameter yang diukur yaitu suhu dan kelembaban. Pada pengujian ini dilakukan perbandingan antara suhu dan kelembaban yang terukur menggunakan alat ukur suhu dan kelembaban sederhana dengan data suhu dan kelembaban yang ditampilkan pada web dan serial monitor.

Tabel 13. Pengujian Pengukuran Suhu

No.	Suhu (°C)		Selisih	Error (%)
	Sensor DHT11	Termometer		
1	32,2	31,8	0,4	1,25
2	32	31,8	0,2	0,62
3	32,1	31,8	0,3	0,94
4	31,5	31,4	0,1	0,31
5	31,9	31,4	0,5	1,59
6	31,8	31	0,8	2,58
7	31,7	30,9	0,8	2,58
8	31,4	30,9	0,5	1,61
9	31,3	30,8	0,5	1,62
10	31,2	30,8	0,4	1,29
Rata-rata				1,44

Tabel 13 merupakan tabel hasil pengujian perbandingan suhu yang telah di ukur menggunakan termometer dan sensor DHT11. Setelah diketahui hasil perbandingan pengukuran tersebut didapatkan *error* selisih pembacaan. Persentase *error* pengukuran keseluruhan didapatkan dari pembagian nilai selisih pembacaan dengan nilai termometer kemudian dikali 100 %.

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Selisih Nilai Pembacaan}}{\text{Nilai Termometer}} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus di atas, hasil perhitungan yang didapat adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Error (\%)} &= \frac{0,4}{31,8} \times 100 \% \\ &= 0,012579 \times 100 \% \\ &= 1,257862 \% \end{aligned}$$

Tabel 14. Pengujian Pengukuran Kelembaban

No.	Kelembaban (°C)		Selisih	Error (%)
	Sensor DHT11	<i>Hygrometer</i>		
1	85	81	4	4,93
2	85	81	4	4,93
3	86	81	5	6,17
4	89	86	3	3,48
5	95	92	3	3,26
6	95	92	3	3,26
7	95	94	1	1,06
8	95	93	2	2,15
9	95	93	2	2,15
10	95	93	2	2,15
Rata-rata				3,35

Data pada Tabel 14 menunjukkan hasil pengujian perbandingan kelembaban yang telah di ukur menggunakan *hygrometer* dan sensor DHT11. Setelah diketahui hasil perbandingan pengukuran tersebut didapatkan *error* selisih pembacaan. Persentase *error* pengukuran keseluruhan didapatkan dari pembagian nilai selisih pembacaan dengan nilai termometer kemudian di kali 100 %.

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Selisih Nilai Pembacaan}}{\text{Nilai Hygrometer}} \times 100 \%$$

Dari rumus tersebut di dapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Error (\%)} &= \frac{4}{81} \times 100 \% \\ &= 0,049383 \times 100 \% \\ &= 4,938272 \% \end{aligned}$$

c. Pengujian *Relay*

Pengujian *relay* ini bertujuan untuk mengetahui apakah koil *relay* dan kontak *relay* berfungsi atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan cara memasukkan perintah untuk menyalakan *relay* sehingga dengan begitu dapat terlihat apakah *relay* yang digunakan berfungsi dengan baik atau tidak.

Batas nilai yang diberikan untuk suhu adalah sebesar 28°C dan kelembaban sebesar 70%. Perintah yang diberikan yaitu apabila suhu lebih besar atau sama dengan 28°C atau kelembaban lebih kecil atau sama dengan 70% maka *relay* akan aktif/ON. Sedangkan apabila suhu lebih kecil dari 28°C atau kelembaban lebih besar dari 70% maka *relay* akan OFF/tidak aktif.

Tabel 15. Hasil Pengujian *Relay*

Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kondisi Relay	Keterangan
26,80	95	OFF	Baik
27,70	95	OFF	Baik
29,80	95	ON	Baik
29,90	95	ON	Baik
30,30	92	ON	Baik
30,40	92	ON	Baik
31,70	93	ON	Baik

Data yang dihasilkan pada tabel 15 menunjukkan bahwa *relay* bekerja dengan baik dimana saat suhu dan kelembaban diatur sesuai batasnya *relay* dapat bekerja dengan baik.

d. Pengujian LED Power Indikator



Gambar 21. Pengujian Indikator Power

Gambar 21 merupakan hasil pengujian power indikator yang telah dilakukan. LED power indikator berfungsi sebagai indikator kerja dari mikrokontroler yang digunakan sedangkan indikator aktuator berfungsi sebagai melihat kinerja dari *output* yang digunakan. Pengujian LED indikator menghubungkan lampu indikator tersebut ke mikrokontroler yang digunakan dan sumber output 220 Volt. Dari pengujian yang telah dilakukan, tabel 16 dan tabel 17 menunjukkan hasil bahwa 2 LED Indikator bekerja sesuai yang diharapkan.

Tabel 16. Pengujian Indikator Power

Pengujian ke-	Kondisi		Keterangan
	Mikrokontroler	LED	
1	ON	ON	Baik
2	ON	ON	Baik
3	ON	ON	Baik
4	ON	ON	Baik
5	OFF	OFF	Baik

Tabel 17. Pengujian Indikator Aktuator

Pengujian ke-	Kondisi		Keterangan
	Aktuator	LED	
1	OFF	OFF	Baik
2	OFF	OFF	Baik
3	ON	ON	Baik
4	ON	ON	Baik
5	ON	ON	Baik

2. Pengujian *Software*

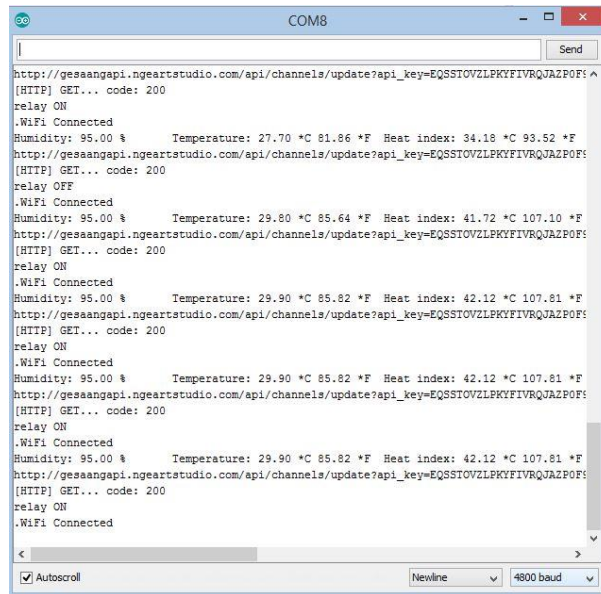
Pengujian perangkat lunak atau *software* dilakukan dengan menghubungkan GUI melalui *Internet of Things* (IoT). Pengujian *software* proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Pengujian Transmisi Data

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem transmisi yang dikembangkan. Pengujian transmisi data ini menggunakan *software* arduino IDE dengan melakukan pemantauan data menggunakan fitur serial monitor arduino IDE. Pengujian ini diawali dengan melakukan pemrograman pada Arduino IDE menggunakan bahasa C. Setelah pembuatan program kemudian dilakukan *compiling* dan *uploading* pada board NodeMCU yang digunakan.

Pengujian ini memerlukan koneksi internet untuk digunakan oleh hardware produk yang digunakan. Jaringan internet disediakan menggunakan WiFi. Kode transmisi Kode transmisi data yang berhasil

ditunjukkan dengan kode “[HTTP] GET code: 200”. Apabila kode yang tertulis bukan “200” maka data tersebut tidak terkirim pada server. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa data yang di kirim oleh hardware bekerja dengan baik.



Gambar 22. Hasil Pengujian pada Serial Monitor

b. Pembacaan Data Sensor

Pembacaan data sensor diinterpretasikan dengan 2 cara yaitu menggunakan grafik dan tabel yang dapat dilihat menggunakan web server yang disediakan. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui hasil pembacaan sensor DHT11 yang digunakan sebagai input. Hasil pembacaan sensor berupa data suhu dan kelembaban udara yang ada pada ruangan. Pembacaan data dapat diakses melalui <http://gesaangapi.ngcartstudio.com>. Pengguna melakukan login terlebih dahulu sebelum dapat mengakses data yang tersedia pada web tersebut.

Graphic User Interface berfungsi untuk menyajikan data sensor yang telah *diinputkan* oleh sensor kemudian diolah oleh prosesor dan dikirim pada database server. Pengujian ini bertujuan untuk menguji kemampuan *software* dalam menyajikan data dalam bentuk grafik dan tabel secara benar sesuai data dari *hardware*. Berikut hasil pembacaan data sensor pada *database*.

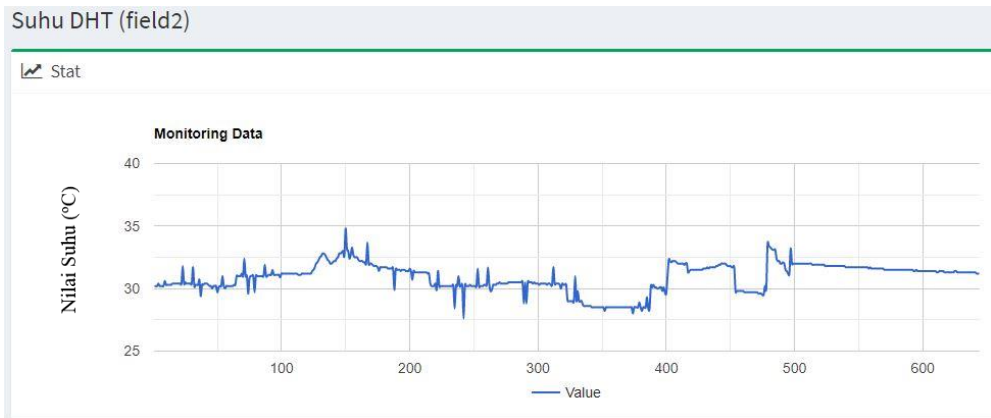
Tabel 18. Pembacaan data suhu pada *database*

No	Value	Device Code	Created At	Kondisi
1	30.2	TA_Amel	26/01/2019 11:34	Baik
2	30.2	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
3	30.2	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
4	30.4	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
5	30.2	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
6	30.2	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
7	30.2	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
8	30.2	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
9	30.6	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
10	30.3	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
11	30.3	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik
12	30.3	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik
13	30.3	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik
14	30.3	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik
15	30.4	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik

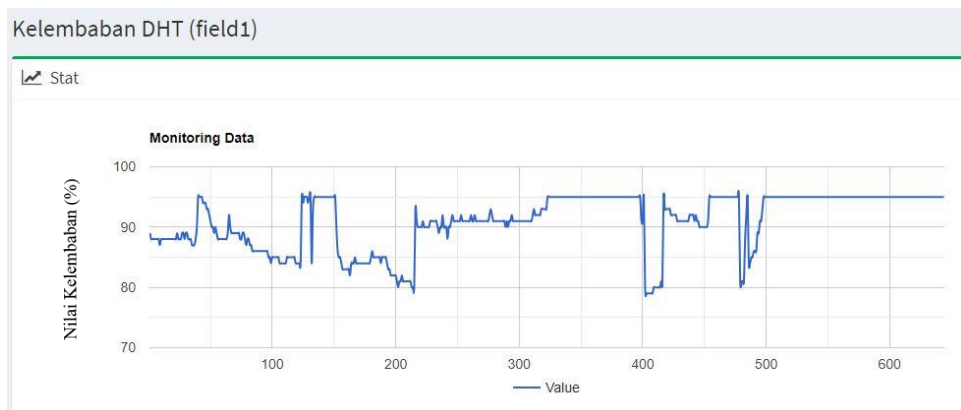
Tabel 19. Pembacaan data kelembaban pada *database*

No	Value	Device Code	Created At	Kondisi
1	89	TA_Amel	26/01/2019 11:34	Baik
2	88	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
3	88	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
4	88	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
5	88	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
6	88	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
7	88	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
8	88	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
9	87	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
10	88	TA_Amel	26/01/2019 11:35	Baik
11	88	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik
12	88	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik
13	88	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik
14	88	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik
15	88	TA_Amel	26/01/2019 11:36	Baik

Tabel 18 dan Tabel 19 merupakan tabel hasil pembacaan suhu dan kelembaban sensor DHT11. Pada tabel tersebut terdapat tampilan nomor yang akan memberi informasi pembacaan yang telah dilakukan, *value* yang berfungsi untuk menginformasikan nilai sensor yang terbaca, *device code* berfungsi untuk memberi nama percobaan yang dilakukan, dan *created at* berfungsi untuk memberi informasi waktu yang dilakukan dalam pembacaan sensor.



Gambar 23. Grafik Pembacaan Suhu



Gambar 24. Grafik Pembacaan Kelembaban

Gambar 23 merupakan tampilan grafik pembacaan suhu dan Gambar 24 merupakan tampilan grafik pembacaan kelembaban sensor DHT11 pada web server. Grafik ini berfungsi untuk menampilkan data sensor yang terbaca pada sensor. Pada tampilan grafik terdapat garis vertikal dan horizontal. Garis vertikal merupakan nilai suhu atau kelembaban yang terbaca pada sensor DHT11 sedangkan garis horizontal merupakan banyaknya data pembacaan sensor DHT11 yang terdeteksi. Dengan tampilan tersebut petani jamur tiram dapat dengan mudah memonitoring suhu yang ada pada ruang budidaya jamur tiram.

c. Uji Fungsional Fitur Interface Web

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kerja infrastruktur *database server* berbasis web data yang disediakan telah bekerja dengan baik atau belum. Pengujian ini dilakukan dengan melihat fungsi fitur dalam menampilkan data yang sesuai dengan data yang terbaca pada *hardware*. Pada web yang digunakan, data akan diinterpretasikan ke dalam bentuk grafik Gambar 23-24 dan Tabel 18-19 sehingga memudahkan pengguna untuk membaca data sensor DHT11 yang diterima *hardware*.

Tabel 20. Uji Fungsional

No	Fitur	Status	
		Bekerja Baik	Tidak Bekerja
1	Graph Data Record	√	-
2	Table Data Record	√	-

C. Pengujian Efektivitas

Variabel yang digunakan dalam pengujian efektivitas ini adalah waktu. Dengan variabel waktu ini diharapkan dapat mengidentifikasi keefektifan dari alat yang dikembangkan. Selain dilihat dari segi waktu, perbandingan efektivitas alat yang dikembangkan juga dapat dilihat dari keunggulan yang ada seperti otomatis, dan data *recording*. Hasil pengujian ini akan menunjukkan perbandingan cara budidaya menggunakan teknologi konvensional dengan alat yang dikembangkan pada proyek akhir ini. Untuk menentukan efektivitas waktu yang dibutuhkan untuk menyiram jamur tiram maka dilakukan perbandingan menggunakan cara manual dengan menggunakan alat yang dikembangkan.

Tabel 21. Uji Efektivitas

No.	Perbandingan	Manual	<i>Internet of Things</i>
1	Waktu Penyiraman (Jam/hari)	6 jam/hari	1 jam/hari
2	Cara Penyiraman	Manual (dengan bantuan petani)	Otomatis (tanpa bantuan petani)
3	Penyimpanan Data <i>recording</i>	0 time	<i>Real time</i>

Tabel 21 merupakan hasil pengujian efektivitas dalam budidaya jamur tiram. Hasil pengujian pada tabel tersebut menunjukkan perbandingan cara budidaya menggunakan cara manual dengan teknologi *Internet of Things* yang dikembangkan. Waktu yang dibutuhkan untuk penyiraman dan penganginan jamur tiram menggunakan teknologi *Internet of Things* lebih efektif 5 jam dibandingkan dengan penyiraman secara manual, sehingga dapat dikatakan bahwa alat ini lebih efisien waktu dalam melakukan budidaya jamur tiram.

Otomatis dinilai berdasarkan sistem aktivasi aktuator yang tidak perlu dipengaruhi campur tangan manusia. Perawatan secara manual dan penggunaan alat bantu yang sudah ada tidak terdapat sistem cerdas sehingga dapat menghambat perawatan pada budidaya jamur tiram. Data *recording* dinilai berdasarkan kemampuan integrasi berbasis *IoT* sehingga seluruh data dapat disimpan, didata dan dianalisis dalam menentukan strategi budidaya selanjutnya.

D. Analisis dan Pembahasan

Pengujian dalam proyek akhir ini dilakukan di ruang budidaya jamur tiram “Pesona Jamur” Jl. Wates KM. 14,5 Klangon Argosari Sedayu Bantul Yogyakarta, selain itu percobaan alat juga dilakukan menggunakan miniatur kumbung yang dirancang berdasarkan ukuran perbandingan dari kumbung aslinya. Ukuran kumbung jamur ideal yang digunakan di tempat jamur tersebut yaitu 10 m x 12 m atau setara dengan 100 cm x 1200 cm. ukuran kumbung jamur yang di buat yaitu berukuran 25 cm x 30 cm.

Miniatur kumbung yang dirancang dengan skala perbandingan 1:40 memudahkan peletakkan box kontrol yang akan diletakkan pada saat melakukan pengujian di tempat budidaya jamur yang sebenarnya.



Gambar 25. Percobaan alat di tempat Budidaya Jamur

Data pengujian yang diperoleh merupakan hasil pengujian yang dilakukan di ruang budidaya jamur tiram “Pesona Jamur” sehingga petani jamur tiram dapat merasakan langsung kemudahan menggunakan alat yang dikembangkan.

1. Pengujian Teknis

a. Pengujian *Hardware*

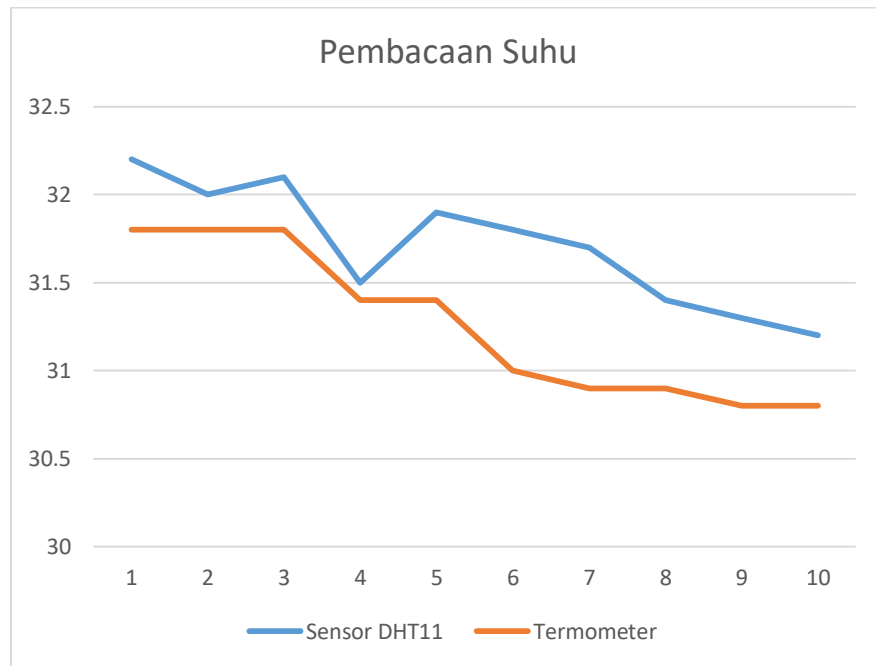
Pengujian hardware pada proyek akhir ini telah dilakukan yaitu meliputi pengujian Catu Daya, pengujian sensor DHT11, pengujian relay dan pengujian LED indikator power.

1) Pembahasan Pengujian Catu Daya

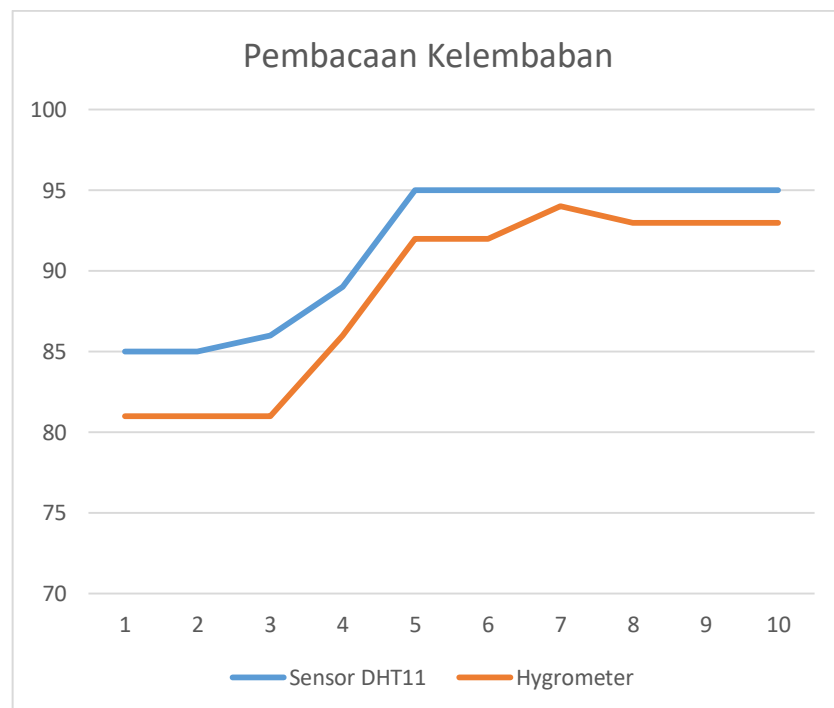
Tegangan sumber yang terbaca pada pengukuran catu daya menggunakan multimeter adalah 220 V AC, setelah melakukan pengukuran tegangan pada sumber, selanjutnya adalah melakukan pengujian kembali untuk memastikan bahwa hubungan paralel dari tegangan sumber 220 V AC adalah benar-benar berfungsi dengan baik sehingga dapat dikatakan bahwa catu daya yang terpasang berfungsi dengan baik. Apabila hasil pengukuran tidak menunjukkan adanya tegangan sebesar 220 V AC maka catu daya yang digunakan tidak berfungsi dengan baik yang akan menyebabkan terganggunya sistem alat yang dikembangkan.

2) Pembahasan Pengujian Sensor DHT11

Data hasil pengujian sensor pada Tabel 13 dengan melakukan perbandingan pembacaan suhu pada sensor DHT11 dengan termometer dan pembacaan kelembaban pada sensor DHT11 menggunakan hygrometer. Berikut perbandingan pembacaan suhu dan kelembaban dapat dilihat dalam bentuk grafik pada gambar 26 dan 27.



Gambar 26. Grafik Perbandingan Pembacaan Suhu Sensor DHT11 dan Termometer



Gambar 27. Grafik Perbandingan Pembacaan Kelembaban Sensor DHT11 dan Hygrometer

Hasil pengujian perbandingan suhu didapatkan rata-rata error sebesar 1,44% sedangkan rata-rata kelembaban yang dihasilkan pada perbandingan pembacaan tersebut adalah 3,35%, hasil tersebut menunjukkan sensor tersebut sesuai dengan teori yang ada yaitu sensor DHT11 memiliki akurasi sebesar $25^{\circ}\text{C} \pm 5\% \text{ RH}$. Dari hasil pengujian dan perhitungan perbandingan pengukuran tersebut dapat dikatakan bahwa pembacaan suhu dan kelembaban hampir mendekati sama dengan pembacaan menggunakan alat ukur termometer dan hygrometer yang digunakan sebagai pembanding.

3) Pembahasan Pengujian Relay

Hasil pengujian Relay yang digunakan pada pengembangan alat ini dapat dilihat pada Tabel 15. Hasil pengujian relay tersebut adalah dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya koil *relay* dan kontak *relay*. Pengujian dilakukan dengan memasukkan perintah untuk menyalakan *relay* atau perintah dengan logika *low* dengan melihat kondisi relay ketika suhu atau kelembaban berada pada batas minimum atau maksimum. Hasil yang didapatkan adalah relay yang digunakan dapat hidup/ON ketika suhu di atas 28°C atau kelembaban di bawah 70% dan relay dalam kondisi OFF ketika suhu dibawah 28°C atau kelembaban di bawah 70%.

4) Pembahasan Pengujian LED Power Indikator

LED (*Light Emitting Diode*) dapat menyala apabila dihubungkan ke mikrokontroler yang mengidentifikasi kinerja dari sistem yang dijalankan. Pengujian LED Indikator dapat dilihat pada Gambar 21 yang dapat bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan. LED indikator akan hidup ketika alat tersambung ke catu daya yang menandakan bahwa sistem telah aktif.

b. Pengujian Software

1) Pembahasan Pengujian Transmisi Data

Pengujian transmisi data dilakukan menggunakan serial monitor pada software arduino IDE. Berdasarkan Gambar 22, Hasil pengujian yang dilakukan yaitu pengiriman data dari *hardware* ke *software* bekerja dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari data yang tampil pada serial monitor arduino IDE sama dengan data yang ditampilkan pada web server. Pembacaan dikatakan gagal apabila data pembacaan sensor tidak terbaca di serial monitor arduino IDE.

2) Pembahasan Uji Fungsional Fitur *Interface Web*

Interface data pada web terdiri dari *graph data record* dan *table data record*. Hasil pengujian pada dua interface tersebut menunjukkan bahwa fitur tersebut bekerja dengan baik. Hal tersebut dilihat dari berjalannya grafik dan tabel pada web server. Pengujian ini dikatakan gagal apabila *interface* pada web tidak berjalan sesuai

dengan data yang ditampilkan di serial monitor pada arduino IDE. Data akan ditampilkan pada web dalam bentuk tabel dan grafik.

3) Pembahasan Pengujian Pembacaan Data Sensor

Data yang terbaca sama dengan data yang ditampilkan pada grafik atau tabel pada web yang disediakan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan yang ditunjukkan pada Gambar 23 dan 24 dapat dikatakan bahwa pembacaan dan penyimpanan data sensor oleh web server bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan.

2. Pengujian Efektivitas

Uji efektivitas dilakukan dengan membandingkan teknologi yang dikembangkan dengan cara manual. Hasil pengujian pada Tabel 21 menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan pada proyek akhir ini bekerja secara otomatis sehingga waktu yang dibutuhkan dalam penyiraman lebih efektif 5 jam dibandingkan dengan penyiraman secara manual. Data yang telah terbaca akan disimpan pada cloud server melalui jaringan internet sehingga data sensor disimpan secara *real time* pada server tersebut.

Berdasarkan hasil data pengujian keseluruhan maka alat yang dikembangkan ini memiliki pengaruh terhadap proses budidaya jamur tiram sehingga petani dapat memudahkan dalam proses budidaya menggunakan teknologi *Internet of Things* yang digunakan. Beberapa proses pengujian telah dilakukan dan hasil yang diperoleh menunjukkan kelayakan penggunaan alat untuk digunakan di ruang budidaya jamur tiram.

E. Keunggulan

Alat yang dikembangkan dalam proyek akhir ini memiliki keunggulan sebagai berikut:

1. Bekerja secara otomatis, karena dapat menyalakan aktuator AC secara otomatis sesuai batas suhu yang diatur.
2. Efisien, karena alat ini dapat memantau dan mengontrol temperatur ruang budidaya jamur tiram secara otomatis.
3. Praktis, karena mudah dalam pemakaian.
4. Terjangkau dalam segi biaya.
5. Mudah dalam penggunaan dan perawatan, karena alat ini di desain sesuai dengan kebutuhan petani jamur tiram.
6. Alat ini terdapat penyimpanan menggunakan database server yang dapat menyimpan hasil pembacaan sensor yang digunakan.

Table 22. Keunggulan alat

Deskripsi	Manual konvensional	Alat yang digunakan
1. Bekerja Otomatis	-	√
2. Kemudahan Implementasi	-	√
3. Save money	-	√
4. Save time	-	√
5. Perawatan Mudah	-	√
6. Mudah digunakan	-	√
7. Penyimpanan data	-	√
8. Real time detector	-	√