

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1. Pembahasan

Pembuatan proyek akhir ini bertujuan untuk merealisasikan perangkat keras dan perangkat lunak serta unjuk kerja dari suatu *prototipe* alat kontrol suhu dan kelembaban untuk fermentasi tempe secara digital yang telah dirancang oleh Rudhi Hermanto dan Dessy Irmawati, MT . Perangkat ini dikendalikan oleh sebuah *IC Mikrokontroler ATmega16*, yang akan membaca suatu besaran suhu dan kelembaban di dalam inkubator yaitu menggunakan sensor SHT11. Metode perancangan proyek akhir ini menggunakan metode rancang bangun yang terdiri dari :

1. Identifikasi kebutuhan
2. Analisis kebutuhan
3. Perancangan alat,
4. Pembuatan alat
5. Pengujian.

Alat ini terdapat penampil hasil pembacaan sensor SHT11 dan nilai *setting point* yang ditampilkan pada *LCD 20x4*. Tombol *setting point* menggunakan 8 buah *push button*. Rancang bangun proyek akhir terdiri dari bagian pokok, yaitu :

1. Rangkaian catu daya.

2. Rangkaian sensor SHT11.
3. Rangkaian sistem minimum *Mikrokontroler* ATmega16.
4. Rangkaian *LCD* 20x4.
5. Rangkaian relay.

Hasil pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa unjuk kerja *Prototipe* Alat Kontrol Suhu dan Kelembaban untuk Fermentasi Tempe Berbasis *Mikrokontroler* ATmega16 dengan hasil pengujian keseluruhan berhasil dengan presentase keberhasilan 100%. Unjuk kerja alat ini secara keseluruhan telah sesuai dengan fungsi yang telah ditetapkan, yaitu menjalankan program dengan membaca suhu dan kelembaban di dalam inkubator dan ditampilkan di *LCD*. Hasil pembacaan sensor yang dibaca pada alat ini ternyata juga memiliki *error* pembacaan sensor SHT11 dengan *Thermo-Hygrometer* didapat *error* pembacaan sekitar 0,87 % untuk suhu, dan 2,62 % untuk kelembaban.

Suhu dan kelembaban udara merupakan dua parameter yang sering digunakan sebagai tolak ukur pada berbagai aplikasi. Dalam perkembangannya, terdapat berbagai perangkat dengan beragam fitur untuk mengukur keduanya. Kendati demikian, jarang ditemukan perangkat yang mampu mengukur suhu dan kelembaban juga menyediakan kemampuan pengiriman data ke *PC* melalui protokol yang terbuka dengan aplikasi yang dapat dikembangkan secara mandiri oleh pengguna. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan suatu *thermohygrometer digital* yang memiliki kemampuan untuk mengukur, menampilkan dan mengirimkan data suhu dan kelembaban ke *PC* dengan

protokol terbuka yang di rancang oleh Arief Hendra Saptadi dan Danny Kurnianto, Suyani. Perangkat ukur menggunakan sistem *microcontroller* pengendali Arduino, sensor DHT22 dan modul FTDI232RL. Dari hasil pengujian diperoleh nilai rata-rata alat pengukuran untuk suhu dan kelembaban, masing-masing sebesar 6% dan 19%. Rata-rata selisih pengukuran antara *thermohygrometer digital* dengan *thermohygrometer acuan* untuk suhu adalah 1,7°C dan kelembaban 10,2%. Komunikasi serial (USART) dengan *PC* menggunakan *bitrate* 9600 bps, 8 *bit data*, 1 *bit stop*, tanpa paritas dan hasil pengukuran ditampilkan ke *LCD*. Perangkat telah dapat mengukur, menampilkan dan mengirimkan data ke *PC* melalui komunikasi serial. Namun alat pengukuran dan selisih nilai yang dihasilkan masih terlalu besar sehingga sensor DHT22 perlu dikalibrasi ulang. Perangkat dapat dikembangkan untuk tidak hanya mengirimkan data ke *PC* melainkan juga memfasilitasi pengendalian dari *PC*.

4.2. Spesifikasi Alat

1. Nama : *Thermohygrometer*
2. Jenis : *Thermohygrometer Digital*
3. *Humidity* : Range 40 - 60 % RH, ketepatan (akurasi) pengukuran kelembaban *relatif* hingga 4,5%RH.
4. *Temperature* : Range 10 – 40 °C, ketepatan (akurasi) pengukuran suhu hingga 0,5°C.
5. *Display* : *LCD* karakter 16x2.
6. Tegangan sumber : +5 *Volt* DC.

- 7. Dimensi : Panjang: 14,5 cm, Lebar : 9,2 cm, Tinggi : 5 cm.
- 8. Daya : 10 *Watt*.
- 9. Sensor : LM35 dan DHT11

4.3. Cara Kerja Alat

Pasang sensor pasang sensor DHT11 dan sensor LM35 pada alat *thermohygrometer*, tempatkan ujung sensor di luar, kemudian tekan tombol *power* pada posisi *ON*, maka akan muncul di layar *LCD* kalimat pembuka , dan sensor akan bekerja untuk mendeteksi suhu dan kelembaban di ruang tersebut. Berikutnya suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor akan dimunculkan pada layar *LCD* sesuai data yang terbaca.

4.4. Tabel Hasil Pengukuran.

Tabel 4.1. Tabel Data Hasil Pengukuran di Ruang Elektromedis PKU II Gamping pada pukul 12.00-13.40 WIB dan Tabel Data Hasil Pengukuran di Ruang Lab *Microcontroller* pada pukul 09.40-11.20 WIB.

NO	HASIL PENGUKURAN SUHU		HASIL PENGUKURAN KELEMBABAN	
	Modul TA	DPM4 IG	Modul TA	DPM4 IG
1	27.8	27	58	69.9
2	27.4	26.6	58	69.8
3	27.7	27	58	68.6
4	27.7	27.1	58	68.3
5	27.6	26.9	58	67.8
6	28.3	28.9	58	67.5
7	28.8	28.3	58	67.1
8	27.8	26.5	58	65.8
9	27.5	27.9	58	65.4
10	28	28.9	54	64.7
11	28.7	27.9	54	63.5
12	27.7	26.9	54	62.7
13	26.5	27.3	54	62.2
14	28.8	27.7	54	61.8
15	26	27.6	54	58.8
16	27	28.5	48	57.9
17	28.4	27.8	48	56.9
18	27.7	28	48	56.5
19	27.4	28	48	56.3
20	27.7	27.5	48	55.9
Rata-rata	27.725	27.615	54.3	60.574
Error	0.40%		10.35%	

Pengukuran penulis lakukan di ruang Elektromedis PKU II Gamping pada pukul 12.00-13.40 WIB, dengan pengambilan data per 5 menit. Pencatatan untuk suhu dari Modul Tugas Akhir dan juga suhu untuk alat

kalibrator. Didalam pengambilan data penulis memakai alat DPM4 agar data yang dihasilkan dari Modul Tugas Akhir dapat dipantau keakurasiannya maka dilakukan kalibrasi dengan alat DPM4. Untuk hasil yang didapat pada rata-rata alat adalah Modul Tugas Akhir untuk suhu : 27.725.°C, alat pembanding untuk suhu : 27.615°C.

Pengukuran penulis lakukan di ruang lab *microcontroller* pada pukul 09.40-11.20 WIB, dengan pengambilan data per 5 menit. Pencatatan untuk kelembaban dari Modul Tugas Akhir dan kelembaban untuk alat kalibrator. Didalam pengambilan data penulis memakai alat DPM4 IG agar data yang dihasilkan dari Modul Tugas Akhir dapat dipantau keakurasiannya maka dilakukan kalibrasi dengan alat DPM4 IG. Untuk hasil yang didapat pada rata-rata alat adalah Modul Tugas Akhir untuk kelembaban : 54,3% dan alat pembanding untuk kelembaban : 60,574%.

Tabel 4.2. Tabel Data Hasil Pengukuran di Ruang Elektromedis RSI Klaten pada jam 13.01-14.06 WIB dan Tabel Data Hasil Pengukuran di Ruang Elektromedis RSI Klaten pada jam 13.10-13.10 WIB.

NO	HASIL PENGUKURAN SUHU		HASIL PENGUKURAN KELEMBABAN	
	Modul TA	DPM4 IG	Modul TA	DPM4 IG
1	27	27	45	44.7
2	27	26.5	46	46.6
3	27.5	27.1	45	44.8
4	27	27.1	46	46.7
5	27	26.7	46	44.5
6	28.5	28.3	46	45.5
7	28	28.4	45	44.8
8	25.5	26.1	46	46.1
9	28.5	27.7	46	45.6
10	29	28.7	46	46.3
11	27.7	27.3	46	46.1
12	27	26.3	46	46.5
Rata-rata	27.47	27.26	45.91	45.68
error	0.77%		0,1926%	

Pengukuran penulis lakukan di ruang Elektromedis RSI Klaten pada jam 13.01 - 14.06 WIB, dengan pengambilan data per 5 menit pencatatan untuk suhu dan kelembaban dari Modul Tugas Akhir dan juga suhu dan kelembaban untuk alat kalibrator. Didalam pengambilan data saya memakai alat DPM4 agar data yang dihasilkan dari Modul Tugas Akhir dapat dipantau keakurasianya maka dilakukan kalibrasi dengan alat DPM4. Untuk hasil yang didapat pada rata-rata alat adalah Modul TA untuk suhu : 27.47°C, alat pembanding untuk suhu : 27.26°C.

Pengukuran penulis lakukan di ruang Elektromedis RSI Klaten pada jam 12.10 - 13.10 WIB, dengan pengambilan data per 5 menit pencatatan untuk suhu dan kelembaban dari Modul Tugas Akhir dan juga suhu dan kelembaban untuk alat kalibrator. Didalam pengambilan data saya memakai alat DPM4 agar data yang dihasilkan dari Modul Tugas Akhir dapat dipantau keakurasianya maka dilakukan kalibrasi dengan alat DPM4. Untuk hasil yang didapat pada rata-rata alat adalah Modul Tugas Akhir untuk kelembaban : 45,91% dan alat pembanding untuk kelembaban : 45,68%.

Tabel 4.5. Tabel Data Hasil Pengukuran di Ruang Elektromedis PKU

Muhammadiyah Kota pada jam 11.01-12.06 WIB dan Tabel Data Hasil Pengukuran di Ruang Elektromedis RSI Klaten pada jam 12.10-13.10 WIB.

NO	HASIL PENGUKURAN SUHU		HASIL PENGUKURAN KELEMBABAN	
	Modul TA	DPM4 IG	Modul TA	DPM4 IG
1	28.8	28.2	48	45.7
2	29.3	28.7	46	45.6
3	28.5	29.4	46	46.3
4	27.8	28.1	48	46.7
5	27.2	27.7	46	45.5
6	28.8	28.3	46	44.5
7	28.2	29.0	54	45.8
8	27.5	28.1	48	46.3
9	27.2	27.8	48	46.6
10	28.0	28.2	46	46.3
11	27.6	27.7	46	45.1
12	27.8	27.3	48	46.3
Rata-rata	28.05	28.20	47.5	42.18
error	0.5319%		12.61%	

Pengukuran penulis lakukan di ruang Elektromedis PKU Muhammadiyah Kota pada jam 11.40 -12.40 WIB, dengan pengambilan data per 5 menit pencatatan untuk suhu dan kelembaban dari Modul Tugas Akhir dan juga suhu dan kelembaban untuk alat kalibrator. Didalam pengambilan data saya memakai alat DPM4 agar data yang dihasilkan dari Modul Tugas Akhir dapat dipantau keakurasiannya maka dilakukan kalibrasi dengan alat DPM4. Untuk hasil yang didapat pada rata-rata alat adalah Modul Tugas Akhir untuk suhu : 28.05°C , alat pembanding untuk suhu : 28.20°C

Pengukuran penulis lakukan di ruang Elektromedis RSI Kelaten pada jam 12.10 - 13.10 WIB, dengan pengambilan data per 5 menit pencatatan untuk suhu dan kelembaban dari Modul Tugas Akhir dan juga suhu dan kelembaban untuk alat kalibrator. Didalam pengambilan data saya memakai alat DPM4 agar data yang dihasilkan dari Modul Tugas Akhir dapat dipantau keakurasiannya maka dilakukan kalibrasi dengan alat DPM4. Untuk hasil yang didapat pada rata-rata alat adalah Modul Tugas Akhir untuk kelembaban : 47.5% dan alat pembanding untuk kelembaban : 42,18%.

4.5. Pembahasan Kinerja Sistem Keseluruhan

Cara kerja modul Tugas Akhir *Thermohygrometer* ini, yaitu ketika *power ON/OFF* dalam posisi *ON* maka seluruh rangkaian akan mendapatkan tegangan dari baterai (*power bank*) sebesar $+5\text{V DC}$. Kemudian, sensor akan mendeteksi suhu dan kelembaban yang akan masuk dan diolah datanya oleh *IC Microcontroller ATmega16*. Suhu dan kelembaban ruangan yang terbaca

akan ditampilkan pada *LCD* 16x2, dengan ketentuan terdapat empat digit angka (puluhan, satuan, dan satu angka dibelakang koma untuk suhu dan puluhan, satuan untuk kelembaban).

1. Kelebihan modul TA *thermohygrometer*

- 1) Alat mampu mendeteksi suhu Sensor LM35 ini akurat.
- 2) Jika sensor LM35 rusak, alat masih bisa di gunakan dengan memanfaatkan sensor DHT11.
- 3) Menggunakan baterai (*power bank*) yang dapat *dicharger*.
- 4) Alat dapat di gunakan dengan muda karna fleksibel dan praktis.

2. Kekurangan modul TA *thermohygrometer*

- 1) Menggunakan dua Sensor.
- 2) Alat belum memiliki fungsi penyimpanan data.
- 3) Modul sensor dalam pembacaan data sedikit mengalami respon lambat.
- 4) Alat belum Memiliki *range* untuk tampilan suhu dan kelembaban yang terbaca.
- 5) Baterai belum menggunakan indikator pada saat baterai dalam kondisi *high, medium, dan low*.

4.6. Langkah-langkah penggunaan alat atau SOP

1. Pastikan baterai terpasang dan ada tegangannya.
2. Pasang sensor LM35 dan DHT11 pada alat *thermohygrometer*.
3. Keluarkan ujung sensor LM35 dan DHT11 pada ruangan.
4. Tekan tombol *power* pada posisi *ON*.
5. Pada layar *LCD* akan muncul kalimat pembuka dan tunggu sesaat.

6. Pengukuran suhu dan kelembaban dimulai, data akan secara langsung muncul pada layar *LCD* sesuai data yang terbaca oleh sensor LM35 dan DHT11.
7. Jika alat sudah tidak digunakan maka matikan dengan tekan *power off*.

4.7. Hasil dari pengukuran

1. Rata-rata (Mean)

$$\text{Mean} (\bar{X}) = \frac{\sum Xi}{n}$$

Dimana :

\bar{X} = rata – rata

$\sum Xi$ = Jumlah nilai data

n = Banyak data

1) Perhitungan rata-rata suhu pada beberapa ruangan menggunakan modul tugas akhir *thermo hygrometer*.

$$\bullet \quad \bar{X} = 27.8+27.4+27.7+27.7+27.6+28.3+28.8+27.8+27.5+28.0$$

$$+28.7+27.7+26.5+28.8+26.0+27.0+28.4+27.7+27.4+27.7$$

20

$$= 27.725 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\bullet \quad \bar{X} = 27.0+27,0+27,5+27,0+27,0+28,5+28,0+25,5+28,5+29,0$$

$$+27,7+27,0$$

12

$$= 27.47 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \bar{X} &= \frac{28.8+29.3+28.5+27.8+27.2+28.8+28.2+27.5+27.2+28.0+}{12} \\ &\quad \frac{27.6+27.8}{12} \\ &= 28.05 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

2) Perhitungan rata-rata kelembaban pada beberapa ruangan menggunakan modul tugas akhir *thermohygrometer*.

$$\begin{aligned} \bullet \quad \bar{X} &= \frac{58+58+58+58+58+58+58+58+58+54+54+54+54+54}{20} \\ &\quad \frac{+48+48+48+48+48}{20} \\ &= 54.3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \bar{X} &= \frac{45+46+45+46+46+46+45+46+46+46+46+46}{12} \\ &= 45,91\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \bar{X} &= \frac{48+46+46+48+46+46+54+48+48+46+46+48}{12} \\ &= 47.5\% \end{aligned}$$

2. Simpangan

$$\text{Simpangan} = Y - \bar{X}$$

Dimana :

Y = suhu setting

\bar{X} = rerata

1) Perhitungan simpangan suhu pada beberapa ruangan

menggunakan modul tugas akhir *thermohygrometer*.

- Rata-rata Alat Ukur = 27.615

$$\begin{aligned}\text{Simpangan} &= 27.615 - 27.725 \\ &= -0.11 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

- Rata-rata Alat Ukur = 27.26

$$\begin{aligned}\text{Simpangan} &= 27.26 - 27.47 \\ &= -0.21 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

- Rata-rata Alat Ukur = 28.20

$$\begin{aligned}\text{Simpangan} &= 28.05 - 28.20 \\ &= -0.15 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

2) Perhitungan simpangan kelembaban pada beberapa ruangan

menggunakan modul tugas akhir *thermohygrometer*.

- Rata-rata Alat Ukur = 60.574

$$\begin{aligned}\text{Simpangan} &= 60.574 - 54.3 \\ &= 6.274 \text{ } \%\end{aligned}$$

- Rata-rata Alat Ukur = 45.68

$$\begin{aligned}\text{Simpangan} &= 45.68 - 45.91 \\ &= 0.088 \text{ } \%\end{aligned}$$

- Rata-rata Alat Ukur = 42.18

$$\begin{aligned}\text{Simpangan} &= 42.18 - 47.5 \\ &= -5.32 \text{ } \%\end{aligned}$$

3. Error (%)

$$Error\% \left(\frac{dataDPM4 - dataTA}{DataDPM4} \right) \times 100\%$$

$$Error\% = \frac{SIMPANGAN}{DATA DPM4} \times 100\%$$

1) Perhitungan *error* suhu pada beberapa ruangan

menggunakan modul tugas akhir *thermohygrometer*.

- Rata – Rata Alat Ukur = 27.615

$$Simpangan = -0.11 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Error = \frac{0.11}{27.615} \times 100\% \\ = 0.4035 \%$$

- Rata – Rata Alat Ukur = 27.26

$$Simpangan = -0.21$$

$$Error = \frac{0.21}{27.26} \times 100\% \\ = 0.7703 \%$$

- Rata – Rata Alat Ukur = 28.20

$$Simpangan = -0.15$$

$$Error = \frac{0.15}{28.20} \times 100\% \\ = 0.5319 \%$$

2) Perhitungan *error* kelembaban pada beberapa ruangan

menggunakan modul tugas akhir *thermohygrometer*.

- Rata – Rata Alat Ukur = 60.572

$$Simpangan = 6.274$$

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{6.274}{60.572} \times 100\% \\ &= 10.35\% \end{aligned}$$

- Rata – Rata Alat Ukur = 45,68

Simpangan= 0.088

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{0.088}{45,68} \times 100\% \\ &= 0,1926\% \end{aligned}$$

- Rata – Rata Alat Ukur = 42.18

Simpangan= -5.32

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{5.32}{42.18} \times 100\% \\ &= 12.61\% \end{aligned}$$