

Rancang Bangun Pemantauan Jarak Jauh Suhu Dan Kelembaban Udara Kandang Anak Ayam Berbasis Arduino Dan Borland Delphi 7.0

Guntur Noor Fadhy¹, Muhammad Khosyi'in², Agus Suprayitno³

^{1, 2, 3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung
Jl. Raya Kaligawe KM. 4, Indonesia

E-Mail : gfnfadhy@gmail.com

Abstrak –Pemanfaatan teknologi yang terbaru dapat diaplikasikan ke sistem pemantauan jarak jauh untuk memonitor suhu dan kelembaban kandang ayam tersebut. Salah satu teknologi yang bisa dipakai adalah teknologi wireless dengan menggunakan modulasi frekuensi, sehingga dapat memantau secara real time walaupun jarak kandang dan rumah yang relatif jauh. Teknologi dengan teknik modulasi frekuensi dengan menggunakan frekuensi yang sudah umum dipakai, yaitu frekuensi 2,4 GHz dapat dipakai untuk mengirimkan dan menerima data dalam jarak yang jauh. Sensor DHT22 digunakan untuk mengindera suhu dan kelembaban dalam kandang anak ayam dan modul RF NRF24L01 digunakan untuk memodulasi dan demodulasi data yang dikirim dan data yang diterima. Borland Delphi 7.0 digunakan sebagai antarmuka visual dalam pemantauan suhu dan kelembaban kandang anak ayam. Lampu dan kipas diatur hidup dan matinya berdasarkan pengaturan nilai suhu dan kelembaban dalam program Arduino. Penerimaan data suhu dan kelembaban secara wireless akan memudahkan peternak untuk memantau kondisi kandang anak ayam secara real time. Hasil pengujian sensor DHT22 dengan thermohyrometer analog dan digital menunjukkan ada selisih dalam pembacaan suhu dan kelembaban, dengan akurasi 97,11% untuk pengukuran suhu dan 87,49% untuk pengukuran kelembaban. Sedangkan tingkat kepresisian pengukuran suhu 98,491% dan kelembaban 97,76%. Data bisa diterima ke penerima sampai dengan jarak 100 meter tanpa halangan. Data juga dapat secara baik diterima dan ditampilkan di software Borland Delphi 7.0 dalam bentuk visual text dan grafik.

Kata kunci: wireless, NRF24L01, Arduino, DHT22, Borland Delphi 7.0

Abstract – The use of the latest technology can be applied to a remote monitoring system to monitor the temperature and humidity of the chicken coop. One technology that can be used is wireless technology using frequency modulation, so that it can access in real time even though the distance between the cage and the house is relatively far. Technology with frequency modulation techniques using frequencies that are commonly used, namely the 2.4 GHz frequency, can be used to send and receive data over long distances. The DHT22 sensor is used to sense temperature and humidity in the chicks' house and the NRF24L01 RF module is used to modulate and demodulate transmitted and received data. Borland Delphi 7.0 is used as a visual interface in monitoring the temperature and humidity of the chicks' house. The lights and fans are set on and off based on the temperature and humidity value settings in the Arduino program. Receiving temperature and humidity data wirelessly will make it easier for breeders to monitor the conditions of the chicks in real time. The test results of the DHT22 sensor with analog and digital thermohyrometer showed a difference in temperature and humidity readings, with an accuracy of 97.11% for temperature measurement and 87.49% for humidity measurement. While the precision level of temperature measurement is 98.491% and humidity is 97.76%. Data can be received to the receiver up to a distance of 100 metre without obstruction. Data can also be received and displayed in the Borland Delphi 7.0 software in the form of visual text and graphics.

Key words: : wireless, NRF24L01, Arduino, DHT22, Borland Delphi 7.0

I. PENDAHULUAN

Dalam beternak ayam diperlukan perencanaan dan penataan yang matang sehingga didapatkan hasil yang maksimal. Salah satu penataan yang perlu diperhatikan adalah penataan yang baik untuk anak ayam yang baru lahir. Anak ayam yang baru lahir memerlukan kondisi ruangan yang hangat. Untuk meningkatkan produksi, biasanya anak ayam yang baru lahir dipisahkan dari indukannya. Hal itu dilakukan agar induk ayam bisa bertelur kembali dan anak ayam yang baru lahir dibuatkan kandang tersendiri, yang suhu dan kelembaban udaranya dibuat sesuai dengan kondisi induk anak ayam tersebut.

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut, pemantauan suhu dan kelembaban diperlukan secara real time untuk meningkatkan kualitas ternak ayam tersebut. Pemantauan secara wireless berbasis komputer dapat diaplikasikan untuk pemantauan jarak jauh suhu dan kelembaban kandang ayam,

sehingga walaupun jarak antara rumah dengan kandang ayam jauh, peternak bisa memonitor kondisi suhu dan kelembaban secara *real time*.

Pembahasan ini dibatasi dengan pembahasan rangkaian kontrol monitor suhu dan kelembaban udara di lokal (kandang ayam) berbasis Arduino dan sistem transmisi RF (GFSK) untuk mengirimkan data ke rumah menggunakan modul *NRF24L01*, rangkaian kontrol penerima data suhu dan kelembaban udara berbasis Arduino dan dengan sistem *receiver* RF (GFSK) menggunakan modul *NRF24L01* serta dengan *interfacing* berbasis Borland Delphi 7.0 dan sistem pemantauan jarak jauh ini berkomunikasi dengan satu arah.

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah untuk merancang sistem pemantauan jarak jauh untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban udara pada kandang ayam, sehingga suhu dan kelembaban udara dapat terpantau secara *real time*, meskipun jarak antara rumah dan kandang ayam relatif jauh. Sistem telemetri yang digunakan menggunakan RF (GFSK) menggunakan modul *NRF24L01*.

II. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

Arduino Uno

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 *bit* (1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin mengukur nilai tegangan dari *ground* (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin *AREF* dan fungsi *analogReference()*. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (*SDA*) dan pin A5 (*SCL*) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan *Wire library*.



Gambar 1. Arduino Uno

Sensor DHT22

Dalam pengukuran suhu dan kelembaban ini, digunakan sensor suhu dan kelembaban *DHT22*. *DHT22* merupakan sensor suhu dan kelembaban dari *Aosong Electronic* yang terdiri dari dua bagian, yaitu sensor kelembaban kapasitif dan *thermistor*. Sensor ini tidak memerlukan rangkaian pengendali sinyal dan ADC dikarenakan sudah menggunakan chip mikrokontroler dengan keluaran sinyal digital, serta memiliki 4 pin yang terdiri dari *power supply*, data signal, *null* dan *ground*. Beberapa kelebihan *DHT22* dibandingkan dengan sensor suhu yang lain adalah output yang sudah berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh mikrokontroler 8 *bit* terpadu, sensor yang sudah terkalibrasi secara akurat dengan kompensasi suhu di ruang penyesuaian dengan nilai koefisien kalibrasi tersimpan dalam memori *One Time Programmable* (OTP) terpadu, rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang lebih besar, mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel yang panjang hingga 20 meter, sehingga sensor cocok untuk ditempatkan di mana saja.



Gambar 2. Modul sensor *DHT22*

Transmisi data dan modul *NRF24L01*

Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK) adalah suatu modulasi yang biasanya ditemukan dalam komunikasi digital. *GFSK* merupakan pengembangan dari modulasi *Frequency Shift Keying* (FSK), yaitu pemodulasian dengan melakukan pergeseran frekuensi yang mentransmisikan data secara lebih presisi.

Salah satu modul RF yang menunjang untuk berkomunikasi dengan sistem *GFSK* adalah modul *NRF24L01*. Modul *wireless* ini menggunakan *chip* produksi *Nordic Semiconductor* dari Norwegia yang bekerja di pita frekuensi *ISM* (*Industrial, Scientific and Medical*) 2,4 Ghz yang bebas lisensi dengan kecepatan data hingga 2 Mbps. Modul ini dapat menggunakan 125 saluran berbeda yang memberikan kemungkinan untuk memiliki jaringan sebanyak 125 *modem* yang bekerja secara *independen* di satu tempat. Setiap saluran dapat memiliki hingga enam alamat, atau setiap unit dapat berkomunikasi dengan hingga enam unit lainnya secara bersamaan. Konsumsi daya modul ini hanya sekitar 12mA selama transmisi, yang bahkan lebih rendah dari satu *LED*. Tegangan pengoperasian modul adalah dari 1,9 Vdc hingga 3,6 Vdc.

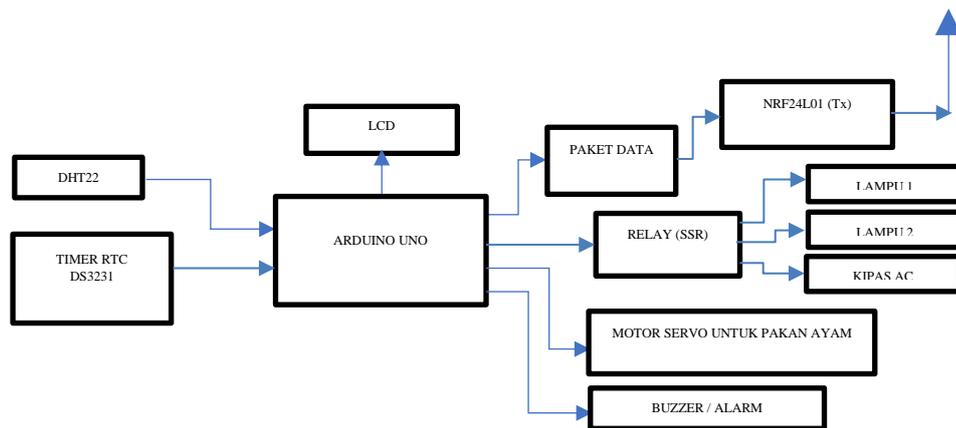


Gambar 4. Modul *NRF24L01+PA*

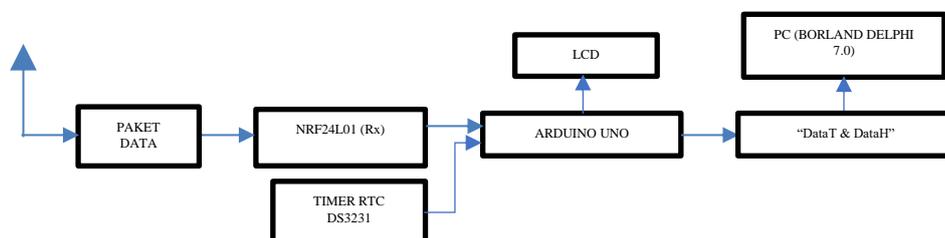
III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

Bagian *transmitter (Tx)* terdapat sensor *DHT22* untuk mengukur suhu dan kelembaban udara didalam kandang, 2 buah lampu bohlam, kipas AC untuk membuang panas di kandang ayam, *RTC module*, *LCD* untuk penampil, saklar manual untuk mematikan dan menghidupkan lampu, *optocoupler relay*, modul *NRF24L01* untuk tranmit data serta Arduino Uno sebagai mikrokontrolernya. Sensor *DHT22* akan membaca suhu dan kelembaban udara dikandang. Hasil pengukuran akan ditampilkan di *LCD* dan akan dibandingkan dengan pengaturan suhu dan kelembaban udara disisi Arduino Uno. Lampu dan kipas AC akan hidup dan mati sesuai dengan pengaturan suhu dan kelembaban udara. Kemudian data tersebut yang berupa suhu dan kelembaban udara akan ditransmit ke sistem *wireless* melalui jalur *FSK* dengan modul *NRF24L01*.

Sedangkan bagian *receiver (Rx)* terdapat modul *NRF24L01* yang berfungsi sebagai *receiver* melalui jalur *FSK*, *LCD* sebagai penampil dan Arduino Uno yang terhubung serial ke komputer melalui USB serta software Borland Delphi 7.0 yang berfungsi untuk memanipulasi data serial yang masuk dari Arduino Uno. Borland Delphi 7.0 akan mengolah data yang masuk yang berupa data suhu dan kelembaban udara, dan akan ditampilkan secara visual berupa grafik dan datalog. Data juga akan ditampilkan di *LCD* untuk memudahkan user jika sistem tidak tersambung ke komputer.



Gambar 5. Diagram blok sisi *Transceiver (Tx)*



Gambar 6. Diagram blok sisi *Receiver (Rx)*

Perancangan *hardware* di bagian *transceiver (Tx)* dan *receiver (Rx)* terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian input, kontroler dan output. Bagian input akan memberikan masukan berupa data atau nilai dan kemudian akan diteruskan ke bagian kontroler. Bagian input dari sistem ini terdiri dari :

1. Sensor *DHT22*, yang berfungsi membaca nilai aktual suhu dan kelembaban dalam kandang anak ayam, kemudian data tersebut akan diteruskan ke Arduino uno untuk diolah dan diproses.
2. *RTC DS3231*, yang berfungsi sebagai inputan pewaktuan secara real time. *RTC DS3231* akan memberikan *trigger* ke Arduino uno agar pewaktuan secara *real time* diproses dan ditampilkan di *LCD*.
3. *NRF24L01 (Rx)*, modul *RF* di sisi penerima berfungsi sebagai inputan. *NRF24L01* di sisi penerima (*Rx*) akan melakukan demodulasi paket data yang berupa frekuensi menjadi data digital. Selanjutnya data tersebut akan diteruskan ke Arduino uno untuk diolah kembali.

Bagian kontroler merupakan bagian sentral dari sistem ini. Di bagian kontroler, semua inputan data dan nilai akan diolah dan diproses, sehingga bisa dihasilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan. Arduino uno berfungsi sebagai bagian kontroler. Arduino akan mengolah dan memproses data dari sensor *DHT22* menjadi sebuah nilai untuk ditampilkan, dikontrol, dan dibuat dalam satu paket data untuk kemudian ditransmisikan melalui modul *NRF24L01*.

Bagian output merupakan sebuah hasil dari pemrosesan data yang dilakukan oleh bagian kontroler. Bagian output dari sistem ini adalah :

1. *LCD*, yang berfungsi sebagai penampil dari data sensor *DHT22* yang sudah diolah oleh Arduino.

2. Relay *SSR*, yang berfungsi sebagai *interface* antara Arduino dengan *ouput* beban AC yang berupa lampu dan kipas. Relay *SSR* ini akan menghidupkan atau mematikan lampu dan kipas sesuai dengan pengolahan data yang dilakukan oleh Arduino.
3. *NRF24L01 (Tx)*, modul *RF* di sisi pengirim (*Tx*) ini berfungsi sebagai keluaran dari pemrosesan yang dilakukan oleh Arduino. Fungsi utama dari modul *NRF24L01 (Tx)* adalah sebagai modulator dari data digital yang telah diproses Arduino menjadi frekuensi.

Tabel 1. Tabel Hubungan pin Arduino Uno ke modul sisi *Receiver (Rx)* dan *Transceiver (Tx)*

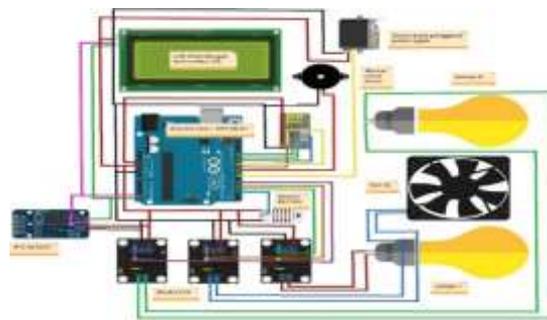
Receiver (Tx)		Transceiver (Tx)	
Pin Arduino Uno	Hubungan ke modul	Pin Arduino Uno	Hubungan ke modul
Pin A4 dan A5	Pin <i>SDA</i> dan <i>SCL</i> <i>RTC DS3231</i>	Digital Pin 2	Pin data sensor <i>DHT22</i>
Pin <i>SDA</i> dan <i>SCL</i>	Pin <i>SDA</i> dan <i>SCL</i> <i>LCD 20x4</i>	Pin A4 dan A5	Pin <i>SDA</i> dan <i>SCL</i> <i>RTC DS3231</i>
Digital Pin 9	Pin <i>CE</i> modul <i>NRF24L01</i>	Pin <i>SDA</i> dan <i>SCL</i>	Pin <i>SDA</i> dan <i>SCL</i> <i>LCD 20x4</i>
Digital Pin 10	Pin <i>CSN</i> modul <i>NRF24L01</i>	Digital Pin 3, 4, 5	Pin <i>CHI</i> masing-masing modul <i>SSR</i>
Digital Pin 11	Pin <i>MOSI</i> modul <i>NRF24L01</i>	Digital Pin 7	Pin data motor <i>servo</i>
Digital Pin 12	Pin <i>MISO</i> modul <i>NRF24L01</i>	Digital Pin 9	Pin <i>CE</i> modul <i>NRF24L01</i>
Digital Pin 13	Pin <i>SCK</i> modul <i>NRF24L01</i>	Digital Pin 10	Pin <i>CSN</i> modul <i>NRF24L01</i>
		Digital Pin 11	Pin <i>MOSI</i> modul <i>NRF24L01</i>
		Digital Pin 12	Pin <i>MISO</i> modul <i>NRF24L01</i>
		Digital Pin 13	Pin <i>SCK</i> modul <i>NRF24L01</i>

Sensor *DHT22* akan mengukur suhu dan kelembaban dalam kandang anak ayam, dan data output dari sensor berupa data digital. Pin dari modul sensor *DHT22* akan terhubung ke Arduino Uno melalui digital pin 2, sementara dua pin sisanya akan terhubung ke kaki *Vcc 5V* dan *ground*. Jika pembacaan suhu dan kelembaban terlalu rendah atau terlalu tinggi, maka akan ada alarm dari *buzzer* yang terhubung ke Arduino Uno.

LCD digunakan disisi pengirim dan penerima untuk menampilkan waktu secara *real time* dan data suhu serta kelembaban. Sedangkan modul *RTC DS3231* digunakan sebagai *trigger* pewaktuan ke Arduino yang *real time*.

Modul relay *SSR* akan mendapatkan *trigger 5Vdc (High)* dari Arduino sesuai dengan data yang didapatkan Arduino dari sensor *DHT22*. Jika nilai suhu < 25 dan kelembaban > 65, maka lampu 1 dan 2 akan hidup, sedangkan kipas AC akan mati. Jika nilai suhu > 33 dan kelembaban < 55, maka lampu 1 hidup, lampu 2 akan mati, dan kipas AC hidup.

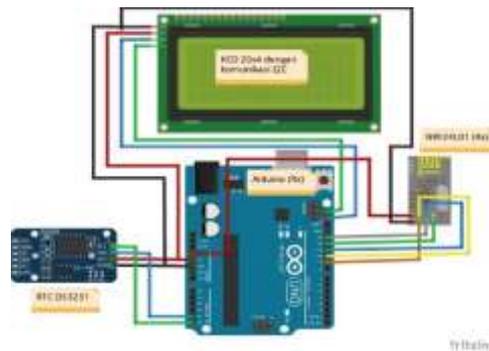
Modul *NRF24L01* dipasang disisi pengirim dan penerima yang berfungsi sebagai modulator dan demodulator data yang akan dikirim maupun data yang diterima. Saat berfungsi sebagai pengirim, modul *NRF24L01* akan memodulasi data digital yang sudah dikodekan menjadi frekuensi sesuai dengan program yang dibuat. Modul *NRF24L01* akan mengirimkan data suhu dan kelembaban ke sisi penerima secara bersamaan. Modul *NRF24L01 (transceiver dan receiver)* akan terhubung ke Arduino Uno melalui pin 9 (*CE*), pin 10 (*CSN*), pin 11 (*MOSI*), pin 12 (*MISO*), pin 13 (*SCK*), serta pin *Vcc 3,3 Vdc* dan *ground*. Data suhu dan kelembaban akan dikirim dalam satu paket data (*dataStruct*).



Gambar 7. Perancangan hardware di sisi *Transceiver (Tx)*

Pada sisi pengirim, Arduino akan menerima dan mengolah output keluaran sensor *DHT22* yang berupa sinyal digital. Data kemudian akan ditampilkan di penampil *LCD 20x4* dan dimodulasi serta akan dikirim melalui *wireless* ke penerima melalui modul *NRF24L01*. Selain data dikirim ke penerima, data suhu dan kelembaban juga akan diolah untuk mengatur suhu dan kelembaban dengan cara mengatur hidup matinya lampu dan kipas yang ada di dalam kandang anak ayam berdasarkan setting suhu dan kelembaban dalam pemrograman Arduino. Jika nilai suhu dan kelembaban terlalu tinggi

atau rendah, maka akan ada alarm sebagai peringatan bahwa kondisi kandang tidak ideal. Arduino juga akan diprogram untuk mengatur automasi kapan tempat pakan anak ayam akan terisi pakan sesuai waktu yang telah diprogram.



Gambar 8. Perancangan hardware di sisi Receiver (Rx)

Pada sisi penerima, paket data berupa nilai suhu dan kelembaban akan diterima modul *NRF24L01* untuk didemodulasi dan diolah lagi oleh Arduino untuk ditampilkan di *LCD* dan dikirim ke serial *buffer* untuk ditampilkan di Borland Delphi 7.0 secara *real time*.

Untuk pengiriman data suhu dan kelembaban ke *software* Borland Delphi 7.0, masing-masing data suhu dan kelembaban akan diberi kode tersendiri. Hal ini untuk memudahkan pengambilan dan pemisahan data, karena data yang dikirim melalui serial *buffer* merupakan satu paket data. Data suhu akan diberi tambahan kode *string* berupa huruf 'T' dan data kelembaban diberi kode *string* 'H'. Sehingga jika dilihat data yang masuk ke serial melalui serial monitor *software* Arduino Ide, maka data yang akan dikirim adalah suhuT dan kelembabanH. Misal data suhu adalah 29 °C dan kelembaban adalah 60 %, maka data yang dikirim ke serial menjadi 29T dan 60H.

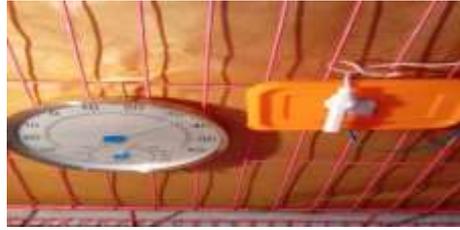
Setelah data sampai di serial *buffer* dan dibaca *software* Borland Delphi 7.0 melalui komponen *Comport*, maka paket data tersebut akan dipisahkan dengan cara *memparsing* data tersebut sesuai masing-masing kode. Hal ini bisa dilihat dari potongan listing program berikut ini :

```
procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
var
  T,H,DataT, DataH : string;
  s : TStringList;
begin
  repeat
  begin
    comport1.ReadStr(T,1);
    dataT:=dataT+T;
  end;
  until T='T';
  s:=TStringList.Create;
  s.Delimiter:='T';
  s.DelimitedText:=DataT;
  listbox1.Items:=s;
  edit1.Text:=listbox1.Items[0];
  listbox1.Clear;
```

Data suhu yang berupa *string* (DataT) akan dipisahkan kode 'T' dengan data yang asli (Data), sehingga yang akan ditampilkan hanya berupa suhu saja tanpa ada tambahan kode 'T'. Sedangkan data kelembaban yang berupa *string* (DataH) akan dipisahkan kode 'H' dengan data yang asli (Data), sehingga yang akan ditampilkan hanya berupa kelembaban saja tanpa ada tambahan kode 'H'.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian sensor *DHT22* secara tersendiri, selanjutnya sensor *DHT22* akan diuji dan dibandingkan dengan *thermohyrometer* yang standar yang ada dipasaran, yaitu satu *thermohyrometer* analog *Anymetre* tipe *TH603A* yang sudah dikalibrasi serta satu *thermohyrometer* mini digital dengan *probe* sensor. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran sensor *DHT22* dengan pembacaan aktual dari *thermohyrometer* analog dan digital. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil data sebanyak 15 kali mulai pukul 09:00 WIB sampai dengan pukul 16:00 WIB dengan interval setiap 30 menit.



Gambar 9. Pengujian dibandingkan dengan *thermohygrometer* analog dan digital

Berikut tabel data dari pengujian perbandingan sensor *DHT22* dengan *thermohygrometer* analog dan *thermohygrometer* digital :

Tabel 2. Hasil pengujian sensor *DHT22* dengan *Thermohygrometer* analog dan digital

Waktu Pengukuran (WIB)	Pengukuran ke-n	Suhu (°C)			Kelembaban (%)		
		<i>DHT22</i>	Analog Anymetre TH603A	<i>Thermohygrometer</i> mini digital	<i>DHT22</i>	Analog Anymetre TH603A	<i>Thermohygrometer</i> mini digital
9:00	1	33	34,5	34,5	44	48	51
9:30	2	33	34,5	34,6	43	48	51
10:00	3	34	35	35	44	48	50
10:30	4	33	34	34,1	43	50,5	52
11:00	5	33	33,5	34,2	43	51	51
11:30	6	33	34	34,5	42	48,5	50
12:00	7	33	34	34,8	43	47	48
12:30	8	34	34,5	35,3	43	48,5	49
13:00	9	34	35	35,4	43	48	49
13:30	10	34	35	35,5	43	50	50
14:00	11	34	35	35,5	43	48	49
14:30	12	34	35	35,5	45	52	51
15:00	13	34	35	35,5	42	50	50
15:30	14	34	35	35,3	42	50	50
16:00	15	34	35	35,5	41	48,5	49
Jumlah hasil pengukuran dengan $\bar{x}=15$		504	519	525,2	644	736	750
Rata-rata $\bar{x} = \frac{\sum \chi_i}{n}$		33,60	34,60	35,01	42,93	49,07	50,00

Berdasarkan data hasil pengujian sensor *DHT22* dibandingkan dengan *thermohygrometer* analog dan *thermohygrometer* mini digital, maka dapat dihitung nilai deviasi dari hasil pengukuran tersebut. Perhitungan deviasi dari pengukuran dengan sensor *DHT22* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum \chi_i}{n} \qquad \delta = \pm \sqrt{\frac{\sum (\chi_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Keterangan :

\bar{x} : adalah nilai rata-rata dari jumlah seluruh hasil pengukuran ($\sum \chi_i$) dibagi dengan jumlah pengukuran (n) yang dilakukan.

χ_i : adalah hasil pengukuran yang telah dilakukan.

δ : adalah nilai *deviasi* dari semua pengukuran yang dilakukan.

Berdasarkan rumus diatas, maka deviasi dari hasil pengukuran suhu menggunakan *DHT22* sebesar $\pm 0,507$, dan deviasi hasil pengukuran kelembaban menggunakan *DHT22* sebesar $\pm 0,961$. Hasil rata-rata pengukuran tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Suhu} = 33,6^\circ \text{C} \pm 0,507$$

$$\text{Kelembaban} = 42,93 \% \pm 0,961$$

Dari data tersebut dapat dirumuskan ketidakpastian relatif (KR) atau deviasi rata-rata relatif dengan menggunakan rumus :

$$\text{KR} = (\delta / \bar{x}) \times 100 \%$$

$$\text{KR suhu} = (0,507 / 33,6) \times 100\% = 1,509 \%$$

$$\text{KR kelembaban} = (0,961 / 42,93) \times 100\% = 2,239 \%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat diketahui nilai kepresisian dari pengukuran menggunakan sensor DHT22 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Nilai presisi suhu DHT22} &= 100 \% - \text{nilai KR suhu} \\ &= 100 \% - 1,509 \% = 98,491 \% \\ \text{Nilai presisi kelembaban DHT22} &= 100 \% - \text{nilai KR kelembaban} \\ &= 100 \% - 2,239 \% = 97,761 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus deviasi diatas, maka deviasi dari hasil pengukuran suhu menggunakan *thermohyrometer analog TH603A* sebesar $\pm 0,507$, dan deviasi hasil pengukuran kelembaban menggunakan *thermohyrometer analog TH603A* sebesar $\pm 1,414$. Hasil rata-rata pengukuran tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Suhu} &= 34,6^\circ\text{C} \pm 0,507 \\ \text{Kelembaban} &= 49,07 \% \pm 1,414 \end{aligned}$$

Dari data tersebut dapat dirumuskan ketidakpastian relatif (KR) atau deviasi rata-rata relatif pengukuran dengan *thermohyrometer analog TH603A* dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{KR} &= (\delta / \bar{x}) \times 100 \% \\ \text{KR suhu} &= (0,507 / 34,6) \times 100 \% = 1,465 \% \\ \text{KR kelembaban} &= (1,414 / 49,07) \times 100 \% = 2,88 \% \end{aligned}$$

Nilai kepresisian dari pengukuran menggunakan *thermohyrometer analog TH603A* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Nilai presisi suhu TH603A} &= 100 \% - \text{nilai KR suhu} \\ &= 100 \% - 1,465 \% = 98,535 \% \\ \text{Nilai presisi kelembaban TH603A} &= 100 \% - \text{nilai KR kelembaban} \\ &= 100 \% - 2,88 \% = 97,12 \% \end{aligned}$$

Deviasi dari hasil pengukuran suhu menggunakan *thermohyrometer mini digital* sebesar $\pm 0,515$, dan deviasi hasil pengukuran kelembaban menggunakan *thermohyrometer mini digital* sebesar $\pm 1,069$. Hasil rata-rata pengukuran tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Suhu} &= 35,01^\circ\text{C} \pm 0,515 \\ \text{Kelembaban} &= 50 \% \pm 1,069 \end{aligned}$$

Dari data tersebut dapat dirumuskan ketidakpastian relatif (KR) atau deviasi rata-rata relatif pengukuran dengan *thermohyrometer mini digital* dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{KR} &= (\delta / \bar{x}) \times 100 \% \\ \text{KR suhu} &= (0,515 / 35,01) \times 100 \% = 1,471 \% \\ \text{KR kelembaban} &= (1,069 / 50) \times 100 \% = 2,138 \% \end{aligned}$$

Nilai kepresisian dari pengukuran menggunakan *thermohyrometer mini digital* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Nilai presisi suhu mini digital} &= 100 \% - \text{nilai KR suhu} \\ &= 100 \% - 1,471 \% = 98,529 \% \\ \text{Nilai presisi kelembaban TH603A} &= 100 \% - \text{nilai KR kelembaban} \\ &= 100 \% - 2,138 \% = 97,862 \% \end{aligned}$$

Jika dibandingkan dengan *thermohyrometer analog Anymetre TH603A* yang sudah dikalibrasi sebagai acuan standar, maka dapat dianalisa tingkat akurasi pembacaan suhu dan kelembaban *DHT22* dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = 100\% - \left[\frac{\text{Nilai Acuan} - \text{Nilai rata rata}}{\text{Nilai Acuan}} \times 100\% \right]$$

Hasil pengukuran menunjukkan nilai suhu dan kelembaban rata-rata menggunakan *thermohyrometer analog TH603A* adalah $34,6^\circ\text{C}$ dan $49,07\%$, maka akurasi dari pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan sensor *DHT22* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Akurasi suhu} &= 100\% - \left[\frac{34,6 - 33,6}{34,6} \times 100\% \right] = 97,11 \% \\ \text{Akurasi kelembaban} &= 100\% - \left[\frac{49,07 - 42,93}{49,07} \times 100\% \right] = 87,49 \% \end{aligned}$$

Modul *NRF24L01* akan diuji dan dianalisa dengan cara mengirimkan data suhu dan kelembaban dari *transceiver* (T_x) ke *receiver* (R_x) dengan mengatur jarak pengiriman, sehingga pengujian ini akan didapatkan hasil jarak yang maksimal sesuai dengan datasheetnya. Dalam *datasheet* yang dipublikasikan oleh vendornya, diketahui bahwa modul *NRF24L01* bisa mencapai jarak 1000 meter di area terbuka.

Pengujian modul *NRF24L01* akan dilakukan sampai dengan jarak 100 meter dengan tiap 10 meter akan diambil datanya, dan dilakukan di area terbuka perumahan tanpa ada halangan atau LOS (Line Of Sight) dengan penguatan *Power Amplifier* (*PA*) diatur diposisi rendah (*LOW*).

Tabel 3. Hasil pengujian modul *NRF24L01* dengan jarak 100 meter

Jarak (meter)	Transceiver (Tx)		Receiver (Rx)		Keterangan
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	
10	32	41	32	41	Data-data suhu dan kelembaban yang dikirim dari <i>Transceiver (Tx)</i> ke <i>Receiver (Rx)</i> diterima dengan baik tanpa ada <i>delay</i> dan hambatan
20	33	42	33	42	
30	33	42	33	42	
40	33	42	33	42	
50	33	42	33	42	
60	34	43	34	43	
70	34	43	34	43	
80	34	43	34	43	
90	34	43	34	43	
100	34	43	34	43	

Pengujian ini akan membandingkan data yang diterima di modul *receiver* dengan data yang diolah dan ditampilkan di Borland Delphi 7.0. Data yang diterima modul *receiver NRF24L01* adalah suhu 33°C dan kelembaban 44 %, pada hari Selasa tanggal 18 Agustus 2020 pukul 10:14 WIB.



Gambar 10. Tampilan LCD 20x4 di modul *receiver NRF24L01*

Data yang diterima di Delphi harus sama, yaitu suhu 33°C dan kelembaban 44 % pada hari Selasa tanggal 18 Agustus 2020 pukul 10:14 WIB. Hal ini bisa dilihat dalam tampilan *grid*, yaitu terbaca suhu 33°C dan kelembaban 44 % pada tanggal 18 Agustus 2020 pukul 10:14 WIB. Data bisa terbaca secara *real time*, artinya data bisa diterima di Delphi setiap saat setiap waktu selama komunikasi serial tetap dinyalakan. Data yang masuk ke Delphi juga sama dengan data yang diterima modul *receiver NRF24L01*.



Gambar 11. Tampilan data yang masuk ke Borland Delphi 7.0

V. SIMPULAN

Berdasarkan analisa dari perancangan pemantauan jarak jauh suhu dan kelembaban udara kandang anak ayam, maka dapat disimpulkan :

1. Modul *NRF24L01* bisa diaplikasikan sangat baik untuk mengirimkan data secara *wireless*. Pengaturan *power amplifier (PA)* juga berpengaruh dalam proses pengiriman data. Hasil pengukuran dengan jarak 100 meter tanpa halangan, paket data suhu dan kelembaban dapat dikirimkan dengan baik ke *receiver (Rx)*. Paket data suhu dan kelembaban yang diterima *receiver (Rx)* dapat dikirim dengan baik melalui komunikasi serial antara Arduino dengan Borland Delphi 7.0, dengan cara mengatur port Arduino yang digunakan, menyamakan *baudrate* antara Arduino dengan Delphi, dan dengan membuka komunikasi serial melalui komponen *comport*, sehingga data bisa ditampilkan dalam bentuk grafik dan text.
2. Hasil pengujian sensor *DHT22*, menunjukkan sensor *DHT22* memiliki nilai presisi 98,491 % untuk pengukuran suhu dan 97,761 % untuk pengukuran kelembaban, dan jika dibandingkan dengan *thermohygrometer analog Anymetre TH603A* sebagai acuan, maka sensor *DHT22* memiliki akurasi 97,11 % untuk pengukuran suhu dan 87,49 % untuk pengukuran kelembaban. Sensor *DHT22* juga dapat digunakan untuk melakukan kontrol

pengaturan suhu dan kelembaban dengan cara mengatur nyala dan matinya lampu dan kipas AC sesuai pemrograman yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinata, Y. M. (2015). *ARDUINO itu Mudah*. Arduino Itu Mudah–2015-ISBN: 978-602-02-5851-5-PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [2] Jurusan Teknik Elektro -Fak eknik Undip Jl Sudharto Tembalang, S. T. (n.d.). *Perancangan Telemetri Suhu dengan Modulasi Digital FSK-FM (Sukiswo) PERANCANGAN TELEMETRI SUHU DENGAN MODULASI DIGITAL FSK-FM*.
- [3] Komputer, W. (2003). Panduan Praktis Pemrograman Borland Delphi 7.0. *Andi, Yogyakarta*.
- [4] Komputer, W. (2009). Aplikasi Cerdas Menggunakan Delphi. *CV Andi OFFSET, Yogyakarta*.
- [5] Krismas Sebayang, R., Zebua, O., Soedjarwanto, N., Teknik Elektro Universitas Lampung Jl Sumantri Brojonegoro No, J., & Lampung, B. (n.d.). *Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Kandang Ayam Berbasis Mikrokontroler*.
- [6] Kurnia, Y. A. (n.d.). *Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan menggunakan Arduino Pro Mini*. <https://www.researchgate.net/publication/323993725>
- [7] lastminuteengineers.com. (2020a). *How Servo Motor Works & Interface It with Arduino*. <https://Lastminuteengineers.Com/>. <https://lastminuteengineers.com/servo-motor-arduino-tutorial/>
- [8] lastminuteengineers.com. (2020b). *Interface DS3231 Precision RTC Module with Arduino*. <https://Lastminuteengineers.Com/>. <https://lastminuteengineers.com/ds3231-rtc-arduino-tutorial/>
- [9] Nedelkovski, D. (2017). *Arduino Wireless Communication – NRF24L01 Tutorial*. <https://Howtomechatronics.Com/>. <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-wireless-communication-nrf24l01-tutorial/>
- [10] poultryshop.id. (2016). *Cahaya, Suhu dan Kelembaban Kandang Ayam Petelur*. www.Poultryshop.Id. <https://www.poultryshop.id/2016/10/cahaya-suhu-dan-kelembapan-kandang-ayam.html>
- [11] Saptaji W, H. (2015). *Mudah Belajar Mikrokontroler Dengan Arduino* (Yoen, Ed.; 1st ed.). Widya Media.
- [12] Seto, R. (2018). *Kontrol Suhu Dan Kelembaban Saat Brooding*. <http://Www.Majalahinforet.Com/>. <http://www.majalahinforet.com/2018/02/kontrol-suhu-dan-kelembaban-saat.html>
- [13] Syahwil, M. (2013). Panduan mudah simulasi dan praktek mikrokontroler arduino. *Yogyakarta: Andi*.
- [14] Syefudin, M. (2018). *Cara Menggunakan Buzzer pada Arduino Uno*. <http://Indomaker.Com/>. <http://indomaker.com/index.php/2018/12/29/cara-menggunakan-buzzer-pada-arduino-uno/>
- [15] Zuhail, P. (2004). *Prinsip dasar elektroteknik*. Gramedia Pustaka Utama.