

RANCANG BANGUN MINIATUR SISTEM KONTROL DAN MONITORING SUHU KANDANG CLOSE HOUSE BERBASIS ARDUINO UNO

Sandy Bhawana Mulia¹⁾, Yuliadi Erdani²⁾, Mochammad Rizky Febrian³⁾, Reffi Fachrushidieq Alfian⁴⁾
Mekatronika^{1),3),4)}, Teknologi Rekayasa Otomasi²⁾, Politeknik Manufaktur Bandung ^{1),2),3),4)}
Email: sandy@ae.polman-bandung.ac.id¹⁾, yul_erdani@polman-bandung.ac.id²⁾

Abstrak

Kandang merupakan salah satu bagian dari manajemen ternak unggas yang sangat penting untuk diperhatikan, kesalahan dalam manajemen kandang dapat berakibat fatal yang berujung pada kerugian bagi peternak. Pada sistem kandang terbuka keadaan suhu di dalam kandang bergantung pada alam saja, tidak dapat diatur sesuai kebutuhan ayam. Keadaan alam yang selalu berubah – ubah dapat mempengaruhi kualitas dari ayam itu sendiri, khususnya kualitas pada daging ayam. Untuk menutupi kekurangan pada sistem kandang terbuka tersebut dapat ditanggulangi dengan dibuatnya sistem kandang tertutup. Sistem kandang tertutup (*Closed House*) merupakan sistem kandang yang dapat membantu mengoptimalkan kondisi lingkungan yang meliputi suhu didalam kandang. Hasil akhir dari sistem *closed house* ini diharapkan dapat mengatur suhu di dalam kandang dan meningkatkan kualitas hasil panen dibandingkan dengan sistem kandang terbuka (*open house*). Keadaan suhu di dalam kandang sistem *closed house* ini tidak melewati ambang kritis yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ayam yang ideal. Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik walaupun masih terdapat error dalam pengukurannya.

Kata Kunci: *Close House, Suhu, Monitoring.*

Abstract

The cage is one part of poultry management that is very important to pay attention to, mistakes in cage management can have fatal consequences which lead to losses for farmers. In an open cage system, the temperature in the cage depends on nature alone, it cannot be adjusted according to the needs of the chicken. Natural conditions that are always changing can affect the quality of the chicken itself, especially the quality of chicken meat. To cover the shortcomings in the open cage system, it can be overcome by making a closed cage system. A closed cage system (*Closed House*) is a cage system that can help optimize environmental conditions including the temperature in the cage. The end result of the closed house system is expected to be able to regulate the temperature in the cage and improve the quality of the harvest compared to the open house system. The temperature conditions in the closed house system do not exceed the critical threshold required for ideal chicken growth. The results of the tool test show that the system can work well even though there are still errors in the measurement.

Keywords: *Close House, Temperature, Monitoring.*

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan ternak ayam sangatlah memperhatikan kesehatan ayam dan tingkat produksi ayam, hal ini tidak dapat dilakukan tanpa pengelolaan manajemen perkandangan yang baik. Tingkat produksi unggas salah satu faktor penentu berhasil dan tidaknya peternak ayam dalam menjalankan bisnisnya, dalam hal produksi faktor penentu keberhasilan adalah dari faktor suhu di dalam kandang ayam tersebut.

Selain suhu beberapa hal penting yang dapat mempengaruhi produksi dan kesehatan ayam adalah faktor manajemen perkandangan. Manajemen perkandangan yang bagus akan membuat ayam menjadi nyaman yang berdampak pada produktifitas ayam tersebut. Di Indonesia masih banyak kita jumpai peternak ayam broiler yang masih menggunakan sistem kandang ayam terbuka (*open house*), akan tetapi kandang ayam seperti ini masih kurang memenuhi aspek ramah lingkungan, hal ini disebabkan oleh tidak tersrukturkannya ventilasi udara yang ada pada kandang ayam yang membuat polusi

udara pada lingkungan sekitar kandang ayam tidak dapat diminimalisir serta pengendalian penyakit pada ayam tidak terkendali.

Untuk mengatasi kekurangan sistem kandang terbuka, maka timbul gagasan untuk membuat sistem kandang ayam tertutup yang biasa dikenal dengan istilah “*Closed House*”. Sistem kandang tertutup dikontrol secara otomatis oleh sistem elektronika, yang mengatur kecepatan udara di dalam kandang. Dalam hal ini Arduino UNO, menjadi pilihan yang sesuai untuk mengontrol sistem otomatis pada kandang sistem tertutup.

Beberapa faktor lain yang juga mempengaruhi tingkat produksi ayam adalah stres yang dialami oleh ayam tersebut, hal ini sering terjadi karena terlalu seringnya ayam melakukan kontak langsung dengan manusia, maka dari itu diperlukan sistem otomatis yang digunakan untuk mengatur kandang ayam tertutup (*closed house*) atau smart kandang untuk mengurangi kontak langsung ayam dengan manusia.

Kandang *closed house* menjamin keamanan secara biologis atau kontak dengan organisme lain.

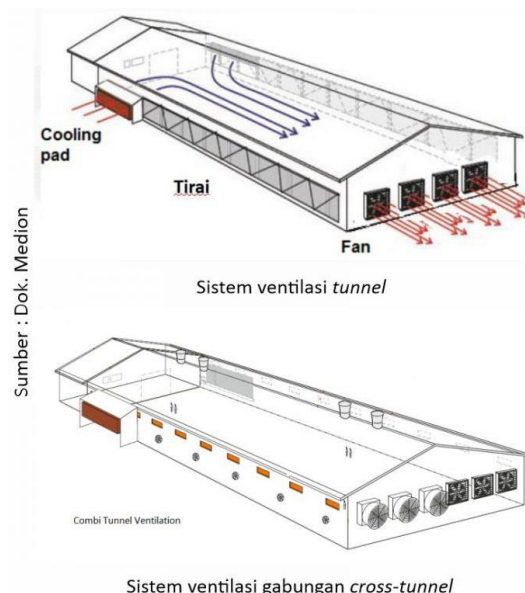
Dengan pengaturan ventilasi udara yang baik maka dapat mengurangi stres pada ternak. Tujuannya ialah untuk menyediakan udara dan iklim yang kondusif bagi ternak sehingga meminimalisasi tingkat stres. Teknologi *closed house* memiliki kelebihan lain, diantaranya ayam akan memiliki kepadatan daging yang efisien, pertumbuhan bobot ayam yang merata, kecepatan udara yang lebih stabil dan dapat disesuaikan, angka kematian ayam rendah dan efisiensi tenaga kerja. Dengan kelebihan yang dimiliki oleh kandang *closed house* banyak peternak memilih sistem kandang ayam *closed house* tersebut.

II. LANDASAN TEORI

Closed House atau kandang tertutup merupakan sistem kandang yang dapat membantu mengoptimalkan kondisi lingkungan yang meliputi ventilasi, suhu dan kelembapan. Kandang tertutup ini akan meminimalkan pengaruh kondisi lingkungan luar yang saat ini sangat berfluktuatif. Prinsip utama dari *closed house* adalah menyediakan kondisi yang nyaman bagi ternak dengan cara mengeluarkan panas dari kandang yang dihasilkan dari tubuh ayam, menurunkan suhu udara masuk, mengatur kelembapan yang sesuai dan mengeluarkan gas yang berdampak buruk seperti karbon dioksida (CO_2) dan amonia (NH_3). Dan semua proses ini bisa diatur secara otomatis [1].

Terdapat 2 bentuk sistem ventilasi pada kandang *closed house* yang biasa digunakan pada peternakan ayam broiler, yaitu *tunnel* dan gabungan *cross* dan *tunnel*. Sistem ventilasi *tunnel* berarti udara mengalir dari bagian depan sampai bagian belakang kandang, layaknya sebuah terowongan. Sistem ini memberikan *wind chill effect* yang maksimal dan lazim digunakan untuk fase *layer* dimana ayam telah dewasa dan membutuhkan suhu yang lebih rendah [3].

Sedangkan sistem ventilasi gabungan *cross* dan *tunnel* menggabungkan sistem ventilasi *tunnel* dengan ventilasi *cross*. Pada sistem ventilasi *cross* udara mengalir dari sisi kandang yang satu menuju sisi yang lainnya. Dengan cara kerja ini, sistem *cross* bisa dengan cepat mengganti udara di dalam kandang, tanpa menimbulkan kecepatan angin yang tinggi. Saat suhu hangat dalam kandang perlu dijaga dan ayam belum membutuhkan pendinginan, udara akan masuk dari samping kandang dengan kecepatan yang rendah sehingga hanya memberikan pergantian udara segera namun tidak menghasilkan *wind chill effect*. Ketika ayam mulai membutuhkan pendinginan, udara akan masuk dari bagian depan kandang dan menghasilkan *wind chill effect* seperti ventilasi *tunnel*. Sistem ventilasi gabungan biasanya digunakan di masa pembesaran (fase *pullet*) dimana terjadi transisi dari kondisi ayam yang membutuhkan kehangatan menjadi kondisi dimana suhu lebih ideal (tidak terlalu panas dan tidak terlalu dingin) [3].



Gambar 1. Sistem Ventilasi Tunnel dan Gabungan Cross-Tunnel [3]

Sistem ventilasi menjadi hal pokok dari sebuah *closed house*. Kelengkapan dari sistem ventilasi ini terdiri dari *fan* (kipas), *evaporative cooling pad*, *controller* dan tirai kandang [3].

Tabel 1. Perbandingan *open house* dan *closed house* [3]

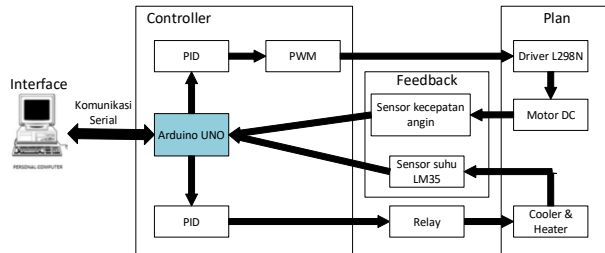
Parameter	Open House	Closed House
Kepadatan	13-16 kg/m ²	25-30 kg/m ²
Cuaca	Sangat Berpengaruh	Tidak Berpengaruh
Lingkungan	Sangat Berpengaruh	Tidak Berpengaruh
Biosekuriti	Tidak dapat diatur	Dapat diatur
Keseragaman	Cukup Bagus	Bagus
Pencahayaan	Tidak Merata	Merata
Biaya Investasi	Rendah	Tinggi
Masa Pemakaian	5 Tahun	>10 Tahun
Tenaga Kerja	Banyak/Boros	Sedikit/efisien
Siklus Produksi	5-6 periode/Tahun	7-8 periode/Tahun
Biaya Produksi	Tinggi	Rendah
Performa	Baik	Baik

III. METODE PENELITIAN

A. Gambaran Umum Sistem

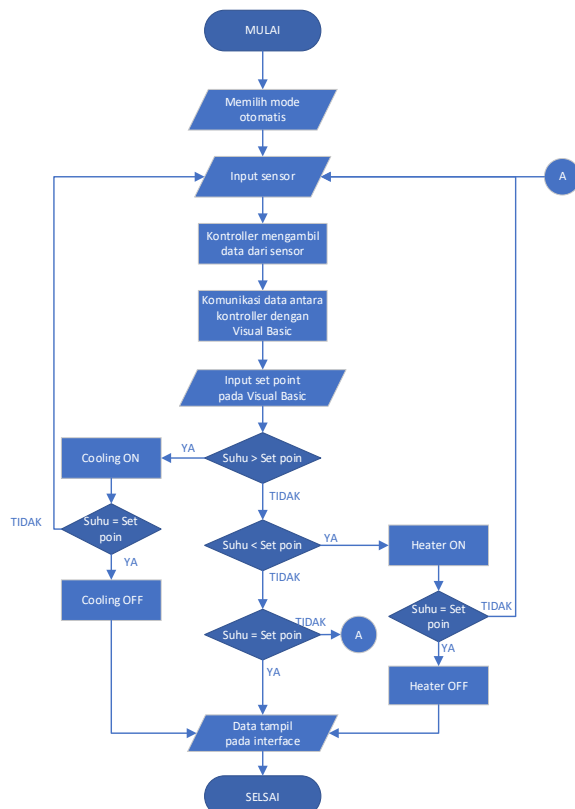
Miniatur sistem kandang otomatis yang akan dibuat ini adalah sistem kandang yang dapat mengatur kecepatan udara dan suhu di dalam kandang secara otomatis. Pada aplikasinya, kandang *close house* memiliki beberapa parameter, dua yang utama adalah suhu dan kecepatan angin. Kecepatan

angin dapat mempengaruhi suhu efektif dari obyek yang ada pada kandang. suhu akan berbanding terbalik dengan kecepatan udara di dalam kandang, ketika kecepatan udara naik maka suhu akan turun. Untuk menjaga kestabilan kedua parameter tersebut diperlukan kontrol otomatis. Untuk pembahasan kontrolnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Gambaran umum sistem kandang Closed House

Kecepatan udara di dalam kandang ini dimonitor oleh sensor anemometer sedangkan suhu di dalam kandang ini dimonitor oleh sensor LM35. Untuk menjaga kecepatan udara diatur dengan menggunakan kipas motor DC yang dikontrol dengan menggunakan kontroller Arduino UNO. sedangkan untuk menjaga suhu sistem pendinginnya diatur dengan menggunakan Pendingin peltier dan untuk pemanasnya menggunakan lampu pemanas ruangan. Untuk user interface sistem ini menggunakan Microsoft Visual Basic 2010.

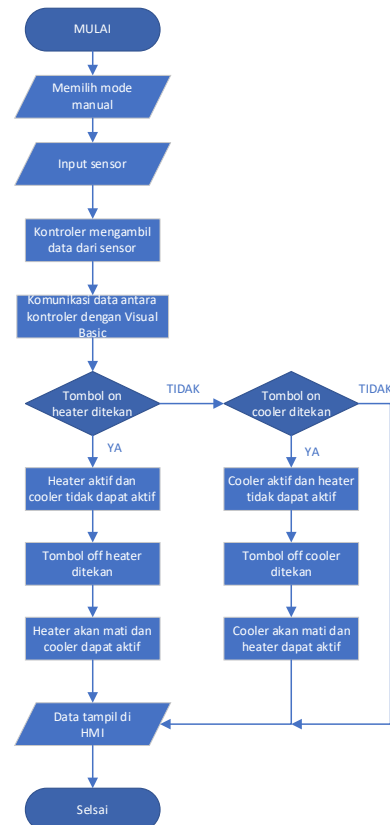


Gambar 3. Flowchart sistem otomatis

B. Flowchart Sistem Otomatis dan Manual

Secara umum dapat dijelaskan perancangan pengendali suhu dengan sistem otomatis dan *TEDC Vol. 16 No. 2, Mei 2022*

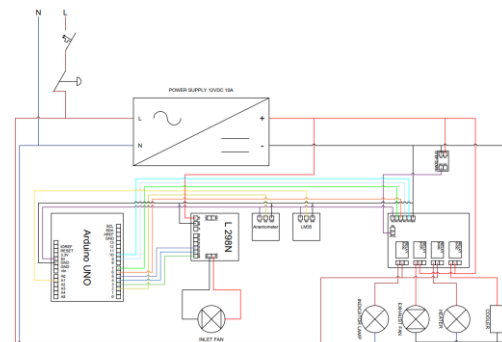
manual kandang *close house* pada *flowchart* yang terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart sistem manual

C. Pembuatan Rangkaian

Gambar 5 memperlihatkan perancangan rangkaian elektrik keseluruhan dari sistem kontrol suhu dengan sensor LM35 sebagai sensor suhu, anemometer sebagai sensor kecepatan udara Arduino Uno sebagai kontroler, Relay sebagai saklar yang mengaktifkan aktuatur, kipas, pendingin, dan pemanas. Untuk sumber DC memerlukan tegangan sebesar 12VDC untuk menjalankan aktuatur kipas, dan pendingin peltier sedangkan untuk lampu pemanas dan lampu indikator menggunakan sumber tegangan AC.

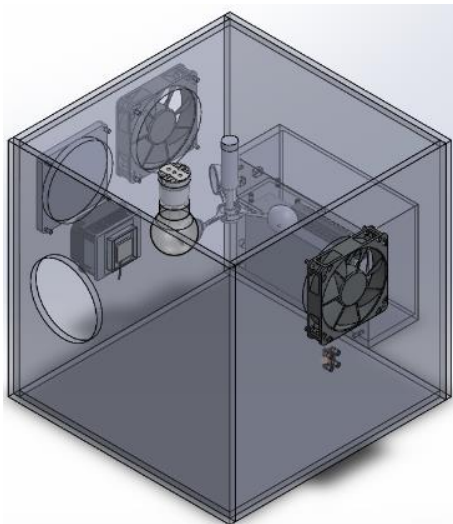


Gambar 5. Rangkaian sistem kendali suhu

D. Desain Miniatur Kandang

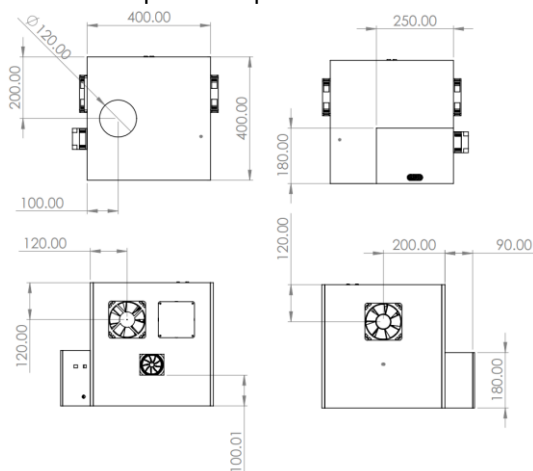
Supaya alat yang dibuat mendapatkan hasil yang diinginkan, maka dilakukan pembuatan rancangan

miniatur kandang. Berikut merupakan perancangan miniatur dari sistem kandang closed house seperti pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Desain Miniatur *Closed House*

Dari Gambar 6 diatas dapat dilihat bahwa miniatur kandang closed house ini berbentuk kubus dengan ukuran 40cm x 40cm x 40cm, dengan penempatan setiap tata letak komponen sensor dan aktuator seperti pada Gambar 6. miniatur ini menggunakan bahan papan kayu setebal 6mm. untuk ukuran miniatur ini dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.



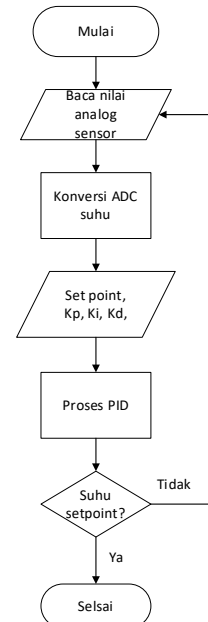
Gambar 7. Desain *Sketch* Miniatur Kandang *Close House*

E. Perancangan Perangkat Lunak

1) Pemrograman Arduino

1. Kontrol Suhu

Perancangan pemrograman kontrol suhu ini menggunakan kontrol PID supaya respon yang diterima dapat lebih baik dan dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Untuk perancangan programnya dapat dilihat pada flowchart dibawah ini.

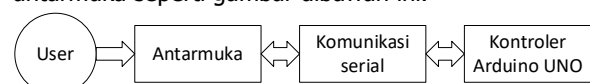


Gambar 8. Alur Pemrograman Arduino

Dapat dilihat pada flowchart Gambar 8 bahwa program diawali dengan pembacaan sensor, lalu sensor akan dikonversi dari besaran analog ke digital oleh kontroller arduino. Setelah itu sensor yang telah diproses oleh kontroller akan diubah menjadi besaran suhu oleh persamaan (4-3). Proses selanjutnya kontroller akan memasukan nilai setpoint, Kp, Ki, dan Kd yang telah ditentukan sebelumnya. Lalu proses kontrol PID akan berlangsung dengan perhitungan PWM pada Arduino dan keluarannya berupa nilai PWM yang akan mengendalikan relay untuk aktuator. program akan mengulang terus menerus sampai setpoint yang diinginkan tercapai.

2. Metode Komunikasi

Jenis komunikasi yang terjadi antara antarmuka visual Basic dan arduino merupakan jenis komunikasi data serial asinkron yang mana komunikasi dilakukan dua arah dari kontroller dan antarmuka. Perlu ditetapkan format data untuk memastikan data yang dikirim dan diterima oleh arduino secara lengkap. Berikut merupakan gambaran umum dari program komunikasi dan antarmuka seperti gambar dibawah ini.



Gambar 9. Gambaran Umum Sistem Komunikasi

3. Data yang Dikirim Arduino

Arduino akan mengirimkan serangkaian data pembacaan sensor kecepatan udara dan sensor suhu untuk kebutuhan pemantauan pada antarmuka visual basic. Format data yang ditetapkan untuk memastikan data yang diterima oleh antarmuka visual basic adalah sebagai berikut:

```
String data_kirim = String (speedwind) + ";" + String
(temperature_read) + ";" ; Serial.println(data_kirim);
delay(400);
```

Setiap satu rangkaian data yang dikirim selalu diakhiri dengan perintah new line. Langkah awal inialisasi data yang akan dikirim dengan variabel string berupa "data_kirim". Lalu memisahkan data dengan perintah ";" digunakan untuk memisahkan parameter yang akan dikirim. Parameter dipisahkan supaya komunikasi serial dapat berjalan sehingga data yang diterima Visual Basic dapat ditempatkan sesuai parameter yang diterimanya. Parameter tersebut diantaranya berupa pembacaan sensor kecepatan udara dan sensor suhu. Setiap data dikirim oleh arduino diberi jeda selama 400ms. Setelah proses parsing pada visual basic dilakukan, present value pada sensor dapat ditampilkan pada antarmuka.

4. Data yang Diterima Arduino

```
Private Sub btn_heat_on_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles btn_heat_on.Click
    send_data("5")
End Sub

Private Sub btn_heat_off_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles btn_heat_off.Click
    send_data("6")
End Sub

Private Sub btn_cooling_on_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles btn_cooling_on.Click
    send_data("7")
End Sub

Private Sub btn_cooling_off_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles btn_cooling_off.Click
    send_data("8")
End Sub
```

Gambar 10. Program VB perintah mode manual

Data yang diterima oleh arduino dari Visual Basic (VB) merupakan data dari komunikasi serial berupa variabel. Variabel setiap tombol pada VB berbeda – beda dan tidak boleh sama, jika sama maka akan perintah akan saling bertabrakan. Gambar di atas merupakan program VB perintah setiap tombolnya untuk pengiriman data berupa variabel yang berbeda beda. Contohnya pada btn_heat_on akan mengirim variabel "5" ke arduino yang nantinya diubah menjadi suatu perintah mengaktifkan output untuk heater.

```
if (Serial.available()) {
    data_masuk = Serial.parseInt();
}
if (data_masuk == 1) {
    mode = 1;
} else if (data_masuk == 2) {
    mode = 2;
```

Gambar 11. Program Arduino Untuk Menerima Data

Setelah data dikirim dari VB, Arduino akan menerima data yang masuk melalui komunikasi serial. Variabel yang dikirim dari perintah tombol pada Visual Basic akan dibaca sebagai perintah oleh Arduino. Dapat dilihat pada Gambar 11 bahwa "data_masuk" merupakan tempat menerima variabel yang dikirim dari VB.

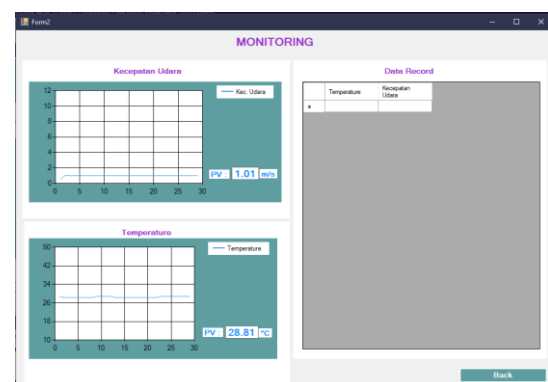
2) Visual Basic 2010

Program antarmuka sistem kontrol kandang tertutup ini dibuat menggunakan perangkat lunak pemrograman Visual Basic 2010. Antarmuka terdiri

dari beberapa panel utama yaitu Connection, Present Value, Setting mode, dan Monitoring. Pengendalian mesin melalui program dapat dilakukan menggunakan dua setting mode, yaitu otomatis dan manual. Berikut merupakan tampilan awal ketika program dijalankan pada Gambar 12 dan tampilan monitoring pada Gambar 13 dibawah ini.



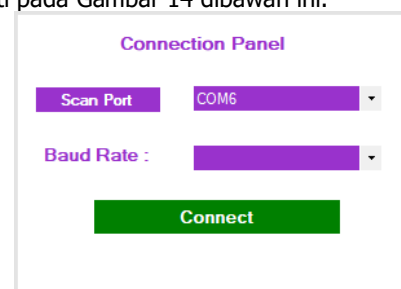
Gambar 12. Tampilan Kontrol Program Antarmuka



Gambar 13. Tampilan Antarmuka Untuk Monitoring

F. Komunikasi Antarmuka

Program antarmuka perlu dihubungkan dengan mikrkontroler arduino dengan suatu bentuk komunikasi data. Komunikasi yang digunakan yaitu komunikasi serial asinkron menggunakan kabel serial A-B. User diharuskan menyamakan port dan baud rate dari program antarmuka dengan mikrokontroler. Berikut merupakan tampilan antarmuka dari VB seperti pada Gambar 14 dibawah ini.



Gambar 14. Tampilan Pengaturan Koneksi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi Miniatur

Berikut merupakan tampilan dari miniatur kandang ayam *closed house* yang dibuat seperti pada Gambar 15 dibawah ini.



Gambar 15. Miniatur Kandang Ayam *Closed House*

Gambar diatas merupakan miniatur kandang ayam tertutup yang dibuat menggunakan material kayu. Untuk kontrol suhu, terdapat sensor suhu LM35 dibagian bawah. Aktuator yang digunakan berupa lampu pemanas untuk ayam pada bagian atas dan pendingin peltier yang dibantu dengan kipas dibagian sisi sebelah kiri berfungsi mendinginkan ruangan.



Gambar 16. Panel Kendali

Panel kendali berfungsi untuk menyimpan komponen – komponen agar tertata rapih, membuat jalur kabel yang efektif dan supaya mudah saat pemeliharaan alat ataupun saat ada kerusakan. Selain itu, panel kendali berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sistem. Terdapat lampu indikator berwarna hijau ketika sistem aktif dan ketika tombol emergency ditekan maka lampu darurat berwarna merah akan aktif dan sistem akan berhenti sampai tombol emergency dilepas. Berikut merupakan tampilan dari panel kendali seperti pada gambar dibawah ini.

B. Hasil Implementasi Antarmuka

1) Antarmuka Kontrol

Antarmuka kontrol berfungsi untuk pengontrolat alat mulai dari mengatur setpoint, memilih mode, kontrol manual, dan panel untuk mengkoneksikan dengan kontroler. Berikut merupakan hasil dari antarmuka kontrol yang telah dirancang seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 17. Antarmuka Kontrol

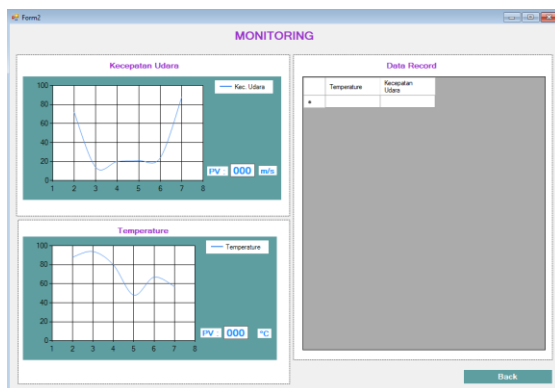
Tabel 2. Fungsi pada antarmuka halaman kontrol

Sub-control	Nama	Fungsi	Hasil Pengujian
Connection Panel	Scan Port	Untuk memindai port yang sedang digunakan arduino.	Berfungsi
	Baudrate	Memilih nilai baudrate yang sesuai dengan Arduino.	Berfungsi
	Connect/ Disconnect	Unntuk melakukan komunikasi antara VB dengan Arduino.	Berfungsi
Kecepatan Udara	PV	Nilai kecepatan udara yang terbaca oleh sensor (<i>Present Value</i>)	Berfungsi
	SV	Nilai kecepatan udara yang ingin dicapai (<i>Set Value</i>)	Berfungsi
Temperature	PV	Nilai suhu yang terbaca oleh sensor (<i>Present Value</i>)	Berfungsi
	SV	Nilaisuhuyang ingin dicapai (<i>Set Value</i>)	Berfungsi
Control	Mode Auto	Untuk menjalankan mode otomatis	Berfungsi
	Mode Manual	Untuk menjalankan mode manual	Berfungsi
	Fan ON	Untuk mengaktifkan kipas <i>blower</i> pada mode manual	Berfungsi
	Fan OFF	Untuk menonaktifkan kipas <i>blower</i> pada mode manual	Berfungsi
	Heater ON	Untuk mengaktifkan heater pada mode manual	Berfungsi
	Heater OFF	Untuk menonaktifkan heater pada mode manual	Berfungsi
	Cooler ON	Untuk mengaktifkan cooler pada mode manual	Berfungsi

Sub-control	Nama	Fungsi	Hasil Pengujian
	Cooler OFF	Untuk menonaktifkan cooler pada mode manual	Berfungsi
	Exhaust Fan ON	Untuk mengaktifkan exhaust fan pada mode manual	Berfungsi
	Exhaust Fan OFF	Untuk menonaktifkan exhaust fan pada mode manual	Berfungsi

2) Antarmuka Monitoring

Antarmuka monitoring berfungsi untuk memantau respon dari alat yang terdapat grafik dan present *value* dari pembacaan sensor serta ditambahkan fitur berupa data *record* untuk dikumentasi data. Berikut merupakan tampilan dari antarmuka monitoring seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 18. Antarmuka Kontrol

Tabel 3. Fungsi antarmuka pada halaman monitoring

Nama	Fungsi
Grafik Monitor Kecepatan Udara	Menampilkan grafik perubahan kecepatan udara
Grafik Monitor Temperature	Menampilkan grafik perubahan suhu
Data Record	Menampilkan <i>history</i> perubahan data

C. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan mulai dari sistem waktu, pengujian hasil sensor dengan tegangan yang di dapat, dan pengujian driver alat. Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa alat yang dibuat telah sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

1) Pengujian Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah program untuk menjalankan sensor sudah berfungsi sesuai atau belum. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan sensor dari program arduino dengan alat ukur suhu dan melakukan pengukuran tegangan keluaran dari sensor.

Mikrokontroler arduino uno yang memiliki 10 bit data analog yang dimulai dari 0-1023 (1024 bit data analog). Tegangan referensi sensor yang terukur yaitu 4,7 V maka bisa diketahui nilai analog persatuan datanya :

$$x = \frac{5V}{1024 \text{ bit}} = 4,883 \text{ mV/bit} \quad (1)$$

Dari datasheet diketahui perubahan tegangan setiap 1 derajat = 10mV Maka setiap kenaikan setiap 1 derajat sensor suhu pada arduino dapat dihitung dengan cara :

$$\text{bit/kenaikan suhu} = \frac{10\text{mV}}{4,883 \text{ mV/bit}} = 2,0479 \text{ bit/}^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

Pada proses terakhir yaitu membuat data analog yang diterima menjadi besaran suhu dengan membagi data analog dengan besaran bit per-kenaikan suhu dengan persamaan :

$$\text{suhu } ^{\circ}\text{C} = \frac{\text{nilai analog}}{2,0479 \text{ bit/}^{\circ}\text{C}} \quad (3)$$

Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa resolusi yang dimiliki suhu LM35 tidak terlalu tinggi dikarenakan pada suhu maksimal, tegangan yang dihasilkan tidak mencapai tegangan referensi maksimal.

Berikut merupakan hasil uji coba rumus hasil dari persamaan 3 diatas dengan membaca suhu ruangan pada siang hari seperti pada Gambar 19 dibawah ini.



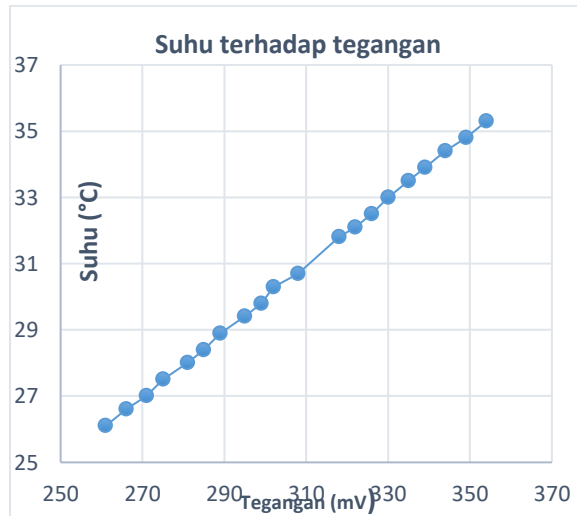
Gambar 19. Pengujian Sensor Pada Suhu 27,4 °C

Untuk memperoleh kinerja sistem yang baik, langkah pertama melakukan pengujian terhadap akurasi sensor LM35 kemudian menguji akurasi pemrograman terhadap proses pengendalian suhu. Hasil pengujian nilai suhu yang terukur oleh sensor LM35 diperlihatkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 4, nilai rata – rata error sensor LM35 sekitar 0,66 % sehingga dapat digunakan untuk mengukur suhu dengan cukup baik.

Tabel 4. Pengujian sensor LM35

No	Suhu sebenarnya (°C)	Suhu sensor LM35 (°C)	Error (%)	Tegangan
1	27,4	27,35	0,18	274 mV
2	29,1	29,3	0,69	290 mV
3	30	30,27	0,9	310 mV
4	31	31,25	0,80	312 mV
5	32	32,23	0,71	322 mV
rata - rata			0,66	

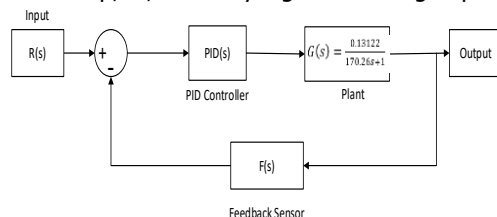
Dari grafik yang didapatkan antara hubungan temperatur dengan tegangan adalah semakin besar temperturnya, Tegangan yang didapat semakin besar begitu juga sebaliknya bahwa semakin besar tegangannya, maka semakin besar juga temperturnya. Maka percobaan ini sudah sesuai dengan datasheet, dimana setiap kenaikan 1°C maka tegangan akan naik sebesar 10mV.



Gambar 20. Grafik hubungan antaran temperature dengan tegangan

2) Pengujian Alat Dengan Kendali Suhu Menggunakan PID dan Tanpa PID

Sebelum pengujian dilakukan, proses tuning PID dilakukan untuk mendapatkan nilai K_p , K_i , dan K_d yang sesuai dengan sistem agar mendapatkan respon yang diinginkan. Untuk menemukan parameter K_p , K_i , dan K_d yang sesuai dengan plant.



Gambar 21. Transfer Function Block Control PID

Dengan menggunakan software MATLAB 2016b dapat melakukan simulasi dan proses tuning dengan otomatis seperti pada Gambar 21 di atas.

Setelah melakukan pemodelan di MATLAB, didapatkan transfer function dari plant yang digunakan yaitu :

$$G(s) = \frac{K_p}{1 + T_{p1}s} \quad (4)$$

Dimana:

$$K_p = 0.13122$$

$$T_{p1} = 170.26$$

Setelah proses tuning dengan respon grafik yang diinginkan, parameter yang didapatkan sebagai berikut :

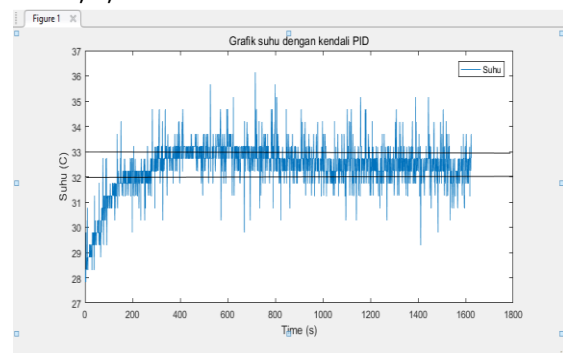
$$K_p = 83.5$$

$$K_i = 1.6$$

$$K_d = -249$$

$$K_d = -249$$

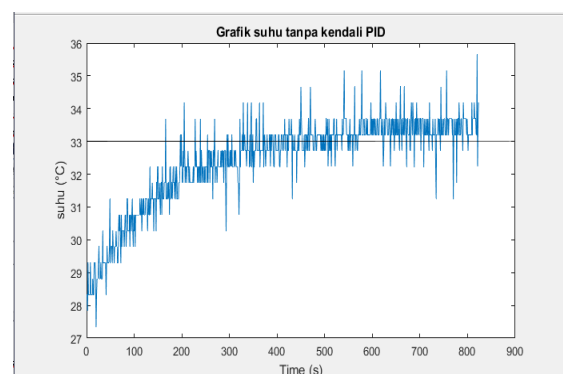
Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagaimana respon sistem pengendalian suhu pada proses pemanasan suhu ruangan bisa bekerja dengan baik sesuai setpoint yang diharapkan. Pengujian dilakukan pada pukul 10.30 pagi selama 20 menit dengan suhu ruangan 27 °C. Gambar 4.4 merupakan hasil respon sistem keseluruhan dengan setpoint 33 °C dengan parameter yang telah di tuning sebelumnya pada gambar4. yaitu $K_p = 83,5$, $K_i = 1,6$, $K_d = -249$.



Gambar 22. Grafik Respon Suhu Terhadap Waktu Dengan Kendali PID

Pada Gambar 22 Diatas dapat dilihat bahwa waktu yang diperlukan untuk suhu mencapai set point adalah sekitar 300 detik. Lalu terjadi overshoot dari setpoint selama beberapa saat sampai akhirnya kembali ke titik setpoint. Setelah itu suhu akan mengalami keadaan steady state. Bentuk grafik pada Gambar 22 diatas sudah sesuai dengan grafik yang diinginkan pada Gambar 21 tetapi terdapat sedikit perbedaan pada waktu yang diperlukan untuk mencapai titik setpoint.

Pada Gambar 23 di bawah, grafik kendali suhu tanpa PID pada set point 33°C waktu yang diperlukannya adalah 300 detik dan mengalami overshoot terus menerus setelahnya. Dibandingkan dengan kendali PID yang terjadi overshoot terlebih dahulu lalu kembali ke titik setpoint dengan stabil.



Gambar 23. Grafik Respon Suhu Terhadap Waktu Dengan Tanpa Kendali PID

3) Hasil Pengujian Alat

Tabel 5. Pengujian Sistem alat

No	Suhu (°C)		Time (s)	Kondisi Output kontroller	
	Set Point	Suhu Terukur		Heater	Cooler
1	33	28,9	30	HIGH	LOW
2		29,83	60	HIGH	LOW
3		30,29	90	HIGH	LOW
4		31,67	150	HIGH	LOW
5		33,04	360	HIGH	LOW
6		33,96	480	LOW	LOW
7	30	32,12	20	LOW	HIGH
8		31,67	40	LOW	HIGH
9		30,75	60	LOW	HIGH
10		30,29	80	LOW	HIGH
11		29,83	120	LOW	HIGH
12		29,37	150	HIGH	LOW
13	28	29,37	20	LOW	HIGH
14		28,91	40	LOW	HIGH
15		28,45	90	LOW	HIGH
16		28,45	150	LOW	HIGH
17		27,99	300	LOW	LOW
18	26	27,54	30	LOW	HIGH
19		27,08	60	LOW	HIGH
20		27,08	90	LOW	HIGH
21		26,62	150	LOW	HIGH
22		26,16	180	LOW	HIGH

Pada pengujian alat secara keseluruhan dilakukan pada pukul 13.00 dan suhu ruangan sebesar 27°C. Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem kandang ayam *closed house* untuk mengetahui alat sudah bekerja dengan baik sesuai rancangan sistem kerjanya. Ujicoba dilakukan dengan mengubah suhu acuan yang telah ditentukan dari rentang 26°C - 33°C dengan parameter Kp, Ki, Kd yang telah didapatkan sebelumnya. Data yang diambil merupakan respon terhadap waktu yang diperlukan hingga mencapai suhu acuan dan respon keluaran dari sistem. Hasil dari ujicoba dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada pengujian ini, dilakukan untuk mengamati respon waktu proses pengendalian aktuator dengan kendali PID. Dapat dilihat pada tabel bahwa respon waktu terhadap suhu yang diinginkan lambat tetapi respon ini sesuai dengan hasil tuning PID. Driver pendingin dan pemanas menggunakan modul relay yang menjalankan beban. Pendingin diharapkan bekerja setelah beberapa waktu suhu terukur lebih besar dari suhu acuan pemanas bekerja saat suhu acuan dibawah suhu terukur. Kedua driver ini cara kerjanya dikontrol oleh Arduino Uno yang akan

memberikan tegangan 0 volt (active low) ketika pendingin dan pemanas harus bekerja.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada miniatur sistem kandang *closed house* dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Miniatur kandang ayam *closed house* berbasis Arduino UNO bekerja sesuai sistem yang telah dirancang. Dimana alat ini bekerja untuk mengontrol suhu sesuai setpoint yang diinginkan.
2. Sensor suhu LM35 yang digunakan memiliki nilai rata-rata error sebesar 0,658994 %. Akurasi yang diperoleh cukup baik tetapi memiliki tingkat resolusi yang tidak terlalu tinggi.
3. Suhu dapat terkontrol dengan baik dan stabil dengan menggunakan kendali PID.
4. Tuning PID dapat dilakukan dengan menggunakan software MATLAB dan respon keluaran dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.
5. Visual Basic dapat menampilkan kondisi suhu yang telah dikirim oleh arduino sebagai hasil pembacaan dari sensor.
6. Sensor LM35 memiliki noise pembacaan ketika aktuator dijalankan hal ini dikarenakan sensor memiliki tegangan keluaran dengan range yang kecil sehingga tingkat sensitifitasnya tinggi.

B. Saran

1. Menggunakan sensor suhu yang tingkat resolusinya lebih tinggi agar mendapatkan nilai suhu dengan akurasi yang tinggi selain itu juga mengganti sensor yang lebih baik berfungsi untuk meminimalisir noise yang diperoleh sensor.
2. Agar respon suhu dapat lebih baik lagi, maka proses tuning PID pada software MATLAB dapat dilakukan dengan data yang lebih banyak.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Closed House, Solusi Peningkatan Performa Ayam". Medion.co.id. 27 Februari 2018. <https://www.medion.co.id/id/closed-house-solusi-peningkatan-performa-ayam/>. Diakses pada 12 April 2021.
- [2] Trisanto, Agus, Raditiya Prihandanu, and Yetti Yuniati. "Model sistem kandang ayam *closed house* otomatis menggunakan omron sysmac CPM1A 20-CDR-A-V1." *Electrician* 9.1 (2015): 54-62.
- [3] Medion. "Mengenal Kandang Closed House untuk Layer Modern." [https://www.medion.co.id/id/mengenal-kandang-closed-house-untuk-layer-modern/\(2021\)](https://www.medion.co.id/id/mengenal-kandang-closed-house-untuk-layer-modern/(2021)). Diakses pada 21 Maret 2021.
- [4] M Susanti, Eka Dwi, Mufid Dahlan, and Dyah Wahyuning. "Perbandingan Produktivitas Ayam

- Broiler Terhadap Sistem Kandang Terbuka (Open House) Dan Kandang Tertutup (Closed House) Di Ud Sumber Makmur Kecamatan Sumberrejo Kabupaten Bojonegoro." *Jurnal Ternak* 7.1 (2016).
- [5] Pakage, S., et al. "Pengukuran Performa Produksi Ayam Pedaging pada Closed House System dan Open House System di Kabupaten Malang Jawa Timur Indonesia." *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* 15.4 (2020): 383-389.