BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kandang ayam boiler merupakan tempat dimana ayam boiler di besarkan untuk tujuan komersional,terutama untuk produksi daging.ayam boiler adalah jenis ayam yang di rancang khusus untuk pertumbuhan cepat dan memiliki bobot tubuh yang besar.kandang ayam boiler biasanya di lengkapi dengan sistem ventilasi yang baik,penerangan yang cukup,dan perlengkapan lainya untuk mendukung pertumbuhan dan kesejahtraan ayam.dalam kandang ayam boiler,pemeliharaan ayam boiler memerlukan perhatian yang intensif dan pengelolaan yang baik agar dapat mencapai hasil produksi yang maksimal.oleh karna itu,kandang ayam boiler biasanya di lengkapi dengan monitoring dan menejemen yang canggih untuk memastikan kondisi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan ayam dengan demikian kandang ayam boiler merupakan bagian penting bagi industri peternakan ayam untuk memenuhi kebutuhan daging ayam yang tinggi di pasar komersial.industri peternakan ayam boiler merupakan salah satu sektor yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat.dalam oprasionalnya,kualitas kandang ayam boiler menjadi faktor krusial yang mempengaruhi performa produksi dan kesejahtraan hewan.salah satu aspek penting dalam menjaga kualitas lingkungan kandang adalah pengendalian parameter lingkungan seperti suhu,dan pencahayaan.

Namun,dalam praktiknya,pengendalian parameter lingkungan kandang ayam boiler sering kali masih dilakukan secara manual dan kurang optimal,hal ini dapat menyebabkan fluktuasi suhu yang tidak di inginkan.oleh karena itu pengembangan system kendali otomatis untuk mengontrol parameter lingkungan kandang ayam boiler sangat penting.sistem kendali otomatis ini diharapkan dapat memantau dan mengontrol suhukandang secara langsung berdasarkan sensor sensor yang terintegrasiMuhtar, M. (2018).dengan adanya system kendali otomatis ini,diharapkan kualitas lingkungan kandang dapat terjaga dengan baik,sehingga dapat meningkatkan performa produksi ayam boiler secara keseluruhan.dengan memperhatikan kondisi tersebut,penelitian ini bertujuan untuk pengembangan sistem kendaliparameter suhu kandang ayam boiler yang efektif dan efisien.dengan adanya sistem kendali ini,diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kualitas lingkungan kandang,melalui penelitian ini diharap dapat memberikan solusi yang inovatif dan berkelanjutan dalam pengelolaan lingkungan kandang ayam boiler,penelitian ini diharapkan juga dapat menjadi referensi dan landasan bagi penelitian-penelitian selanjutnya dalam bidang pengendalian lingkungan peternakan ayam boiler.dengan demikian,penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang nyata bagi industri peternakan ayam boiler serta pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pertanian.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem kendali closed loop yang dapat menghemat penggunaan daya listrik dengan beberapa komponen sensor suhu?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui penggunaan daya listrik dalam sistem kendali closed loop dalam 1 siklus budidaya.

D. Batasan Masalah

1. penelitian ini di fokuskan pada kandang ayam boiler skala kecil dan menengah
2. system kendali ini akan fokus pada parameter lingkungan kandang ayam boiler seperti suhu,dan pencahayaan

E. Manfaat Penelitian

Untuk membantu mengoptimalkan penggunaan energi dalam kandang ayam boiler,mengurangi konsumsi energi yang berlebihan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A.Kajian Teori

1. Suhu Kandang Ayam Boiler

Ayam boiler atau ayam pedaging adalah ayam yg mempunyaikumampuan hidup yang tinggi dan mampu mengubah menjadi secara efisien.ayam boiler memiliki sistem budidaya yang berkelanjutan sehingga kualitas genetiknya dapat dikatakan baik.pada umumnya ayam boiler siap di panen pada usia 30-45 hari dengan berat badan 1,2-2 kg/ekor.suhu lingkungan sangat mempengaruhi pertumbuhan ayam Renita, V. (2017). apabila ayam di pelihara di bawah atau di atas suhu lingkungan tang tidak sesuai,pada saat suhu 34 ℃,ayam mengalami kesulitan untuk membuang panas,terutama saat lingkungan ayam lembab dalam keadaan demikian ayam tidak dapat membuang panasnya,sehingga suhu tubuh ayam akan melambung.pada saat hewan tidak mampu lagi mempertahankan *homeotern,*hewan akan mereduksi produksi panas dengan menggunakan mekanisme *fisiologis internal* untuk mengupayakan pengaturan keseimbangan menjadi lebih baik kembali.konsumsi pakan dan sekresi hormone termogenik akan mengalami penurunan untuk mengurangi metabolism basal yang akan di ikuti dengan adanya penurunan produktivitas.jika semua mekanisme fisiologi tersebut gagal untuk memperbaiki atau mengembalikan keseimbangan muatan panas tubuh maka suhu tubuh hewan akan meningkat dan hewan tersebut akan memasuki fase

akut.jika sistem tersebut masih gagal maka fase selanjutnya akan dapat mengakibatkan kematian.

Tabel dibawah menunjukkan suhu bagi ayam boiler pada tingkat umur yang berbeda-beda

Tabel 2. 1 Suhu Ayam Boiler Tingkat Umur

(Sumber: Medion ardhika bhakti,menejemen bording boiler)

UMUR(HARI)	SUHU(°C)
1-7	32-33
8-14	30-32
15-21	28-30
22-28	26-28
29-35	24-26

Tabel 2. 2 Intensitas Cahaya pada Kandang Ayam Boiler Tingkat Umur

(Sumber:Medion ardhika bhakti,menejemen bording boiler)

Umur (Hari)	Waktu Terang (Jam)	Waktu Gelap (Jam)
1-7	23	1
8-14	16	8
15-21	18	5
22-28	20	4
29-35	22	2

2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem *mikroprosesor* lengkap yang terkandung di dalam sebuah chipHerawati,S. (2018). mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serbaguna yang di gunakan dalam sebuah *PC*,karna didalam sebuah *mikrokontroler* umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal

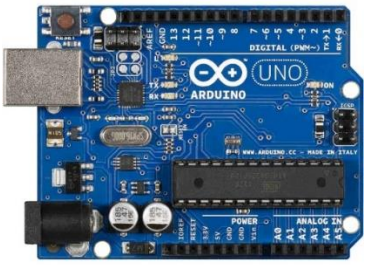
mikroprosesor,yakni memori dan antar muka I/O,sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi *CPU* saja.Adapun mikrokontroler yang di pakai meneliti adalah mikrokontroler jenis arduino uno sebagai pengontrol elekronik untuk membaca dan menulis data untuk tersambung ke computer.

Arduino Uno adalah salah satu papan mikrokontroler yang paling populer dalam platform Arduino. Arduino Uno dirancang untuk memudahkan pengguna dalam membangun proyek elektronik, baik untuk pemula maupun profesional. Papan ini sangat cocok untuk eksperimen dengan sensor, aktuator, dan berbagai komponen elektronik lainnya.

Arduino Uno menggunakan mikrokontroler ATmega328P yang mengontrol seluruh operasi pada papan tersebut. Selain itu, Arduino Uno dilengkapi dengan berbagai fitur dan konektivitas untuk memudahkan pengguna dalam membuat prototipe, serta dapat diprogram menggunakan Arduino IDE (Integrated Development Environment).

Arduino uno dan ekosistemnya punya kelebihan sebagai berikut

a. Didukung oleh arduino IDE dan bahasa pemrograman yang sudah cukup lengkap librarynya.
b. Terdapat modul yang siap pakai yang dapat langsung dipasang pada board arduino.
c. Dukungan dokumentasi yang bagus dan memiliki komunikasi yang solid.



Gambar 2. 1 Arduino Uno

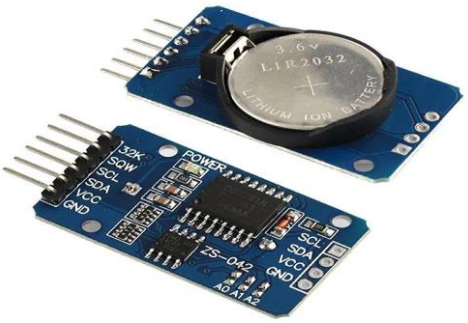
(Sumber:ALDYRAZOR.com)

Tabel 2. 3 Spesifikasi Arduino Uno

(sumber: ALDYRAZOR.com)

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan operasi	5V
Tegangan input	7-12 V
Pin digital I/O/1	14
Pin analog input	8 pin
Arus DC per pin I/O	40 Ma
Arus/1 DC untuk pin 3,3 V	50Ma
Flash memory	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 MHz
Panjang	4,3 cm
Lebar	1,8cm
Berat	5 Gram

3. Real time clock (RTC)



Gambar 2. 2 Real Time Clock (RTC)

RTC adalah jam atau kalender berdaya rendah dengan dua alarm waktu terprogram dan output gelombang persegi yang dapat di program. INT/SQW menyedikan sinyal interupsi pada kondisi alarm output gelombang persegi.

RTC (real time clock) merupakan sebuah IC yang memiliki fungsi untuk menghitung waktu,mulai dari detik,menit,jam,tanggal,bulan,serta tahun.akhir tanggal bulan secara otomatis di sesuaikan dengan bulan dengan kurang 31 hari,termasu koreksi atau tahun kabisatKusumawati, D., (2020). jam oprasional baik 24 jam atau format 12 jam dengan indikator AM/PM.real tie clock merupakan terintegrasi pada motherboard computer yang di tenagai oleh betrei CMOS yang menyimpan time-value.RTC adalah jam atau kalender yang berdaya rendah yang menggunakan 2 alarm waktu terprogram dan output gelombang persegi yang dapat di program.

4. Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan modul penampilan data yang menggunakan crystal cair sebagai bahan untuk menampilkan data yang berupa tulisan atau gambar. pengaplikasian pada kehidupan sehari hari yang mudah di jumpai antara lain pada kalkulator,game bot,televise,ataupun layar komputer.ada

dua jenis LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan,kalkulator,dll) dan menampilkan teks alfa numerik (sering di gunakan pada mesin foto copy dan telfon genggam) dalam menampilkan numerik ini keristal yang di bentuk menjadi bar,dan dalam menampilkan alfanumerik Kristal hanya di atur kedalam pola titikSeptryanti, A.(2020).setiap Kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat di kontrol secara independen.



Gambar 2. 3 Liquid Crystal Display (LCD)

5. Modul Relay



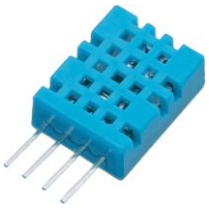
Gambar 2. 4 Modul Relay 4 channel 5v

Modul relay adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi ON ke OFF atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik Amin, M. M. (2014).peristiwa terbuka dan tertutup kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi megnet yang timbul dari kumparan induksi listrik. Perbedaan yang paling mendasar antara relay dan saklar adalah saat pemindahan dari posisi ON ke OFF

relay melakukan pemindahannya secara otomatis dengan arus listrik,sedangkan saklar dengan cara manual.

6.Sensor Suhu

DHT22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udarasekitar.Sensorinisangatmudahdigunakandenganarduino,inisangatstabil dan memiliki kalibrasi yang sangat akuratMansyur, M.F.(2018). Koefisien kalibrasi disimpan dalam memoriprogramOTP,sehinggamodulinimasukkedalamperhitungansaatsensor



Gambar 2. 5 Sensor Suhu DHT22

mendeteksi sesuatu.

7.Sensor BH1750

Sensor BH1750 adalah sensor cahaya digital yang dirancang untuk mengukur intensitas cahaya lingkungan dalam satuan lux. Sensor ini menggunakan protokol komunikasi I2C, memungkinkan integrasi yang mudah dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, dan ESP32. Supatmi, S. (2011).



Gambar 2. 6 Sensor BH1750

8.Kipas Angin DC



Gambar 2. 7 Kipas Angin AC (Fan AC)

Fan adalah mengatur volume panas udara agar ruangan tidak mengalami suhu panas dan dapat bersirkulasi udara secara normal. Pada umumnya kipas angin dimanfaatkan untuk pendingin udara,penyegar udara,ventilasi (exaust fan),atau pengering(umumnya memakai komponen penghasil panas)Rachmat, D.(2020).Terdapat dua jenis kipas angin berdasarkan arah angin yang di hasilkan,yaitu kipas angin centrifugal (angin mengalir dengan searah poros kipas) dan kipas angin axial (angin mengair secara parallel dengan poros kipas).

9. Heat Gun



Gambar 2. 8 Heat Gun

Heat Gun adalah alat yang di gunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang di alirkan dalam dalam satu ruangan tertentu,juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu.biasanya blower digunakan untuk mensirkulasikan gas-gas tertentu di dalam suatu ruangan.heat gun atau hot gun adalah alat yang mengalirkan udara panas alat ini bias di gunakan untuk membantu berbagai macam pekerjaan kita di kehidupan sehari-hari dari pekerjaan yang sederhana hingga pekerjaan yang rumit sekalipun heat gun mempunyai posisi penting sebagai solusi dari masalah yang ada Saputra, A. A. (2016).

10. Termometer digital



Gambar 2.9 termometer digital

Termometer digital ini digunakan untuk mengukur suhu ruangan yang ada di dalam kandang ayam,sebagai pembanding sensor suhu DHT22 apakah pembacaan hampir sama dengan suhu real time.

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang menjadi salah satu acuan dalam melakukan penelitian,sehingga penulis dapat memperbanyak teori yang di gunakan dalam mengkaji penelitian yang di lakukan.penulis sengaja mengankat beberapa penelitian sebelumnya untuk dijadikan sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian dalam penelitian ini.berikut ini merupakan penelitian terdahulu berupa jurnal yang terkait dengan penelitian yang di lakukan oleh penulis:

Penelitian ini dilakukan oleh (muh.fuad mansyur) dengan judul “rancangan bangun sistem control otomatis pengaturan suhu dan kelembapan kandang ayam boiler menggunakan arduino” pada sistem otomatis kandang ternak ini menggunakan arduino sebagai pengontrol keseluruhan sistem dengan metode literatur dan eksperimental yang memanipulasi atau mengontrol situasi alamiah denga cara membuat kondisi buatan penelitian ini menggunakan TP Link dan modem GSM Mansyur, M. F. (2018).

Penelitian ini dilakukan oleh (Rio krismas Sebayang,Osea Zebua,Noer soedjarwanto)’’perancangan sistem pengaturan suhu kandang ayam berbasis mikrokontroler’’ penelitian ini menggunakan sensor LM35 sebagai sensor suhu pada kandang ayam boiler dan IC L239D sebagai driver motor DC pada penelitian ini mikrokontroler ini akan memerintahkan motor DCuntuk bekerja apa bila suhu

yang terukur diatas dari batasan suhu yang di tetapkan dan akan memerintahkan delay untuk menyalakan atau mematikan lampu pijar apabila suhu yang terukur di bawah dari batasan suhu yang telah di tentukan.

Penelitian ini dilakukan oleh (Nina Lestari, Ketut Abimanyu,Iqra Hadi Setyo, Deden Hadian)''Rancang bangun pengatur suhu kandang ayam untuk peternakan ayam skala kecil''pada penelitian ini Sistem pangatur suhu kandang menggunakan mikrokontroler ATmega 328, sensor suhu LM35switch kipas / blower dan lampu pijar diatur dengan Relay. Jika suhu yang terukur diatas 290C, relay akan diperintahkan oleh mikrokontroler untuk menyalakan atau mematikan kipas/blower dan jika suhu yang terukur dibawah 260C, relay akan diperintahkan untuk menyalakan atau mematikan lampu pijar.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini,jenis penelitian ini yang di gunakan adalah penelitian kuantititatif dengan metode eksperimental Rangkuti, A. N. (2016). Eksperimental didefinisikan sebagai suatu situasi penelitian yang sekurang-kurangnya satu variable bebas,yang disebut variable eksperimental. Dipilihnya jenis penelitian ini karena penulis melakukan pengembangan sebuah alat dan melakukan penelitian berupa eksperimen terhadap objek penelitian penulis

B. Lokasi Dan Waktu

Lokasi penelitian di laksanakan di Laboratorium Elektro Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah ParePare dan waku penelitian dilakukan selama 6 bulan.

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu kegiatan											
		Bulanke-1				Bulanke-2				Bulanke-3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur												
2	Perancanganperangkat keras												
3	Perancanganperangkat lunak												
4	Realisasiperangkatkeras												
5	Realisasiperangkatlunak												

No	Kegiatan	Waktu kegiatan											
		Bulanke-1				Bulanke-2				Bulanke-3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
6	Integrasiperangkatkeras dan perangkat lunak												
7	Pengujian												
8	Analisishasil pengujian												
9	Pembuatanlaporanhasil penelitian												

C. Alat dan Bahan

Dalam membuat miniature kandang ayam ini dibutuhkan beberapa bahan dan komponen untuk merealisasikan rancangan sistem.adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu hardware dan software.

a. Perangkat keras (Hardware)

   Perangkat keras yang digunakan terdiri dari beberapa komponen dan modul elektronika yaitu: Laptop,Arduino,Rtc,Modul relay,Kipas angin,Pemanas blower,Sensor BH 1750 ,dan Liquid Crystal (LCD)

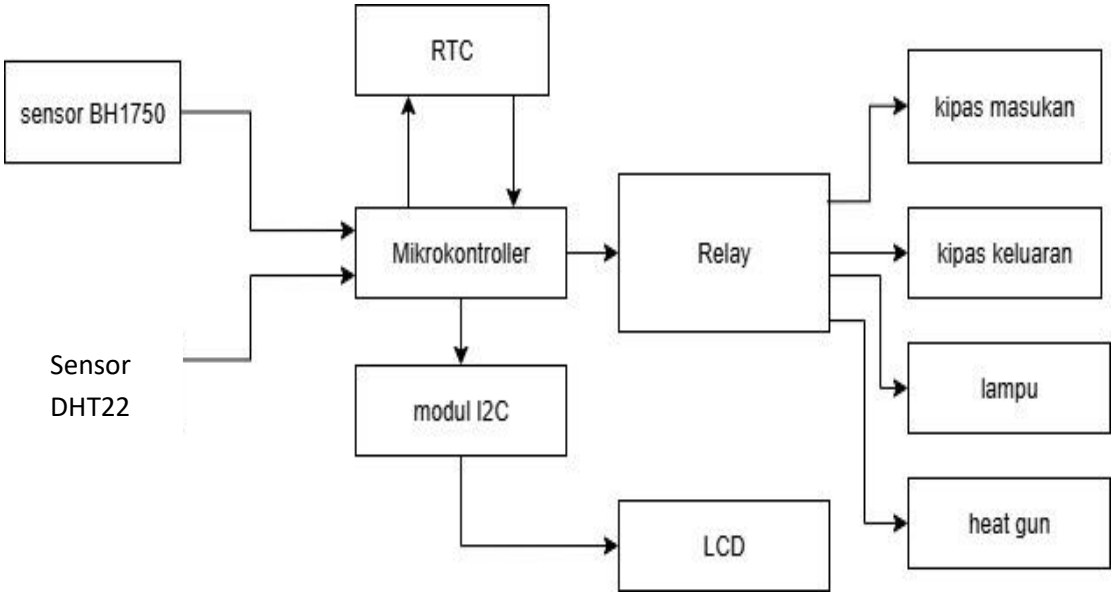
b. Perangkat Lunak (software)

   Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem operasi windows, Arduino IDEsoftware, dan Driver Arduino.

D. Rancangan Sistem

a. Perancangan elektronik

Pada bagian ini akan dibahas secara umum bagaimana perancangan dari sistem kendali pengaturan suhu,intensitas cahaya,serta montoring kelembapan pada kandang ayam.



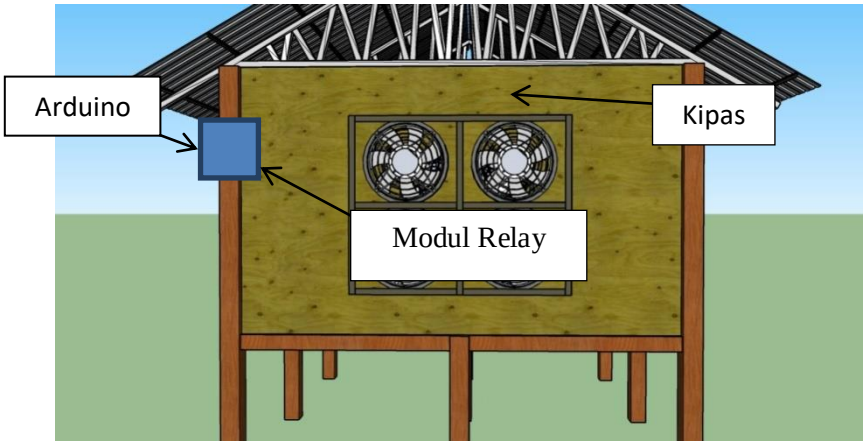
Gambar 3. 1 Blok Diagram

Prinsip kerja rangkaian ini menggunakan Arduino sebagai kontrol utama,Arduino ini akan mengolah data keluaran dan data masukan. dimana masukan diperoleh dari sensor suhu DHT22 dan sensor BH1750,digunakan sebagai komponen untuk mendeteksi suhu,dan intensistas cahaya pada kandang ayam Pembacaan sensor suhu akan diproses oleh Arduino ,kemudian Arduino mengirim data pembacaan sensor ke LCD sehingga LCD dapat menampilkan.RTC disini berfungsi untuk mengatur waktu yang akurat sehingga dapat mengubah suhu.RTC berfungsi untuk

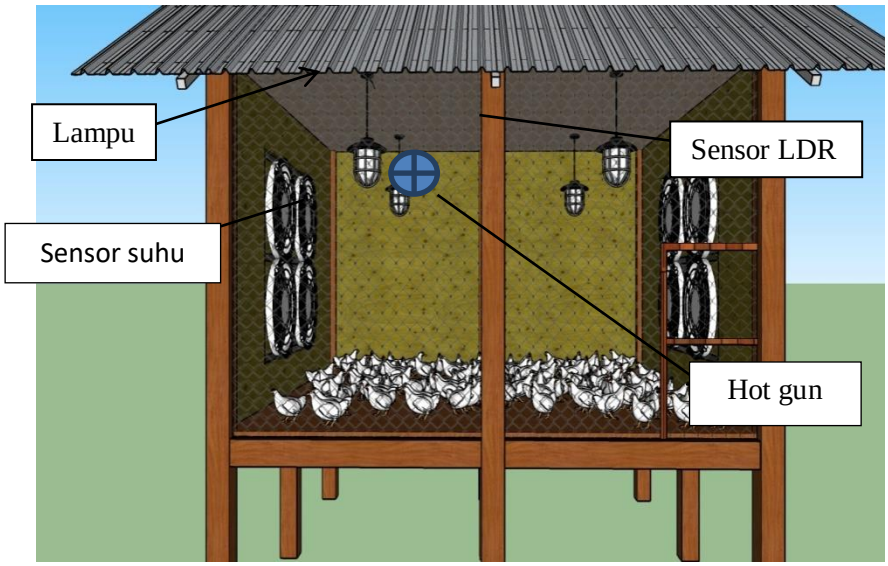
mengatur waktu yang akurat sehingga dapat mengubah suhu kandang sesuai dengan usia ayam dengan waktu yang telah ditentukan,jika suhu kandang ayam melebihi melebihi suhu 32℃ pada usia ayam 1-7 hari,suhu 30℃ pada usia ayam 8-14 dan suhu 28℃ pada usia ayam 15-21 hari,pada umur 22-28 hari sudu dalam kandang ayam adalah 26℃,dan pada umur 29-35 suhu dalam kandang ayam yaitu 24℃,maka arduino maka arduino akan mengirim sinyal kerelay untuk mengubah arus AC ke DC sehingga kipas dapat menyala untuk menurunkan suhu didalam kandang. begitupun sebaliknya ketika suhu kandang kurang dari 32℃ pada usia ayam 1-7 hari,suhu 30℃ pada usia 8-14 hari,dan 38℃ pada usia ayam 14-20,pada usia 21-27 hari suhu dalam kandang ayam adalah 26℃,dan pada usia 28-35 hari maka suhu pada kandang ayam adalah 24 ℃ .maka arduino akan mengirim singnal kemodul relay untuk mengubah arus dari AC ke DC sehingga pemanas dapat berfungsi untuk menstabilkan suhu didalam kandang ayam.dan pada Sensor BH1750 disini berfungsi untuk memantau cahaya lampu pada kandang ayam boiler ketika ayam berumur 1 sampai 7 hari maka waktu pencahayaan 23 jam terang 1 jam gelap,ketika ayam telah berumur 8-14 hari maka waktu penerangan yang berbeda yakni 16 jam terang 8 jam gelap,15-21 hari waktu peneranganya 3 jam gelap,2 jam terang,dan 3 jam gelap, pada hari ke 22-28 waktu penerangan 16 jam gelap,2 jam gelap,4jam terang,2jam gelap,di hari ke 29-35 waktu penerangan 16 jam terang,1 jam gelap,6 jam terang,dan 1 jam terang,dan pada hari 36-49 hari intensitas cahaya tetap 180 dengan waktu penerangan 23 jam terang,1 jam gelap,setingan waktu akan di atur oleh RTC waktu hidup dan nyalanya lampu

Rancangan mekanik

Gambar 3. 2 Kandang Ayam (Tampak Depan)



Gambar 3. 3 Kandang Ayam (Tampak samping)



Pada prinsip kerja dari rancangan ini menggunakan Arduino sebagai kontrol utama,Arduino ini akan mengolah data keluaran dan data masukan.dimana data masukan diperoleh dari sensor suhu DHT22,sensor suhu DHT22 digunakan untuk

mendeteksi suhu dan kelembapan didalam kandang.pembacaan sensor akan diproses oleh arduino,kemudian Arduino akan mengirim data pembacaan sensor ke LCD,sehingga LCD akan menampilkan data suhu derajat yang ada di dalam kandang. RTC disini berfungsi untuk mengatur waktu yang akurat sehingga dapat mengubah suhu.RTC berfungsi untuk mengatur waktu yang akurat sehingga dapat mengubah suhu kandang sesuai dengan usia ayam dengan waktu yang telah ditentukan,jika suhu kandang ayam melebihi suhu 32℃ pada usia ayam 1-7 hari,suhu 30℃ pada usia ayam 8-14 dan suhu 28℃ pada usia ayam 15-21 hari,pada umur 22-28 hari sudu dalam kandang ayam adalah 26℃,dan pada umur 29-35 suhu dalam kandang ayam yaitu 24℃,maka arduino maka arduino akan mengirim sinyal kerelay untuk mengubah arus AC ke DC sehingga kipas dapat menyala untuk menurunkan suhu didalam kandang. begitupun sebaliknya ketika suhu kandang kurang dari 32℃ pada usia ayam 1-7 hari,suhu 30℃ pada usia 8-14 hari,dan 38℃ pada usia ayam 14-20,pada usia 21-27 hari suhu dalam kandang ayam adalah 26℃,dan pada usia 28-35 hari maka suhu pada kandang ayam adalah 24 ℃ .maka arduino akan mengirim singnal kemodul relay untuk mengubah arus dari AC ke DC sehingga pemanas dapat berfungsi untuk menstabilkan suhu didalam kandang ayam.dan pada Sensor BH1750 disini berfungsi untuk memantau cahaya lampu pada kandang ayam boiler ketika ayam berumur 1 sampai 7 hari maka waktu pencahayaan 23 jam terang 1 jam gelap,ketika ayam telah berumur 8-14 hari maka waktu penerangan yang berbeda yakni 16 jam terang 8 jam gelap,15-21 hari waktu peneranganya 3 jam gelap,2 jam terang,dan 3 jam gelap, pada hari ke 22-28 waktu penerangan 16 jam gelap,2 jam

gelap,4jam terang,2jam gelap,di hari ke 29-35 waktu penerangan 16 jam terang,1 jam gelap,6 jam terang,dan 1 jam terang,dan pada hari 36-49 hari intensitas cahaya tetap 180 dengan waktu penerangan 23 jam terang,1 jam gelap,semua waktu itu akan di atur oleh RTC waktu hidup dan nyalanya lampu

E. Teknik Pengumpulan Data

Pengujian pertama akan dimulai dari pengujian kelayakan masing-masing komponen,pengujian keduan yaitu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui bagian-bagian blok diagram,pengujian tahap ketiga yaitu pengujian secara keseluruhan untuk mengetahui apakah komponen dapat berfungsi normal sesuai yang diinginkan,apabila alat sudah berfungsi secara normal,selanjutnya melakukan beberapa pengujian untuk mendapatkan yang akan dianalisis

F. Teknik Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan rancang alat,pengujian dan evaluasi hasil pengujian.Hasil penelitian nantinya berupa alat dan data analisis. Dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif untuk mengolah data-data yang berupa angka dapat dihitung.

BAB IV

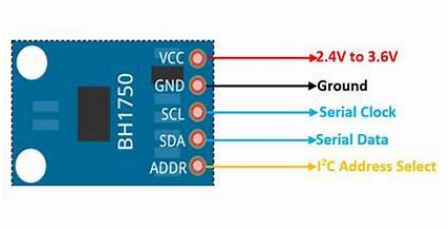
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan perangkat keras

Pembuatan perangkat keras di lakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta perangkat elektroniknya.ranvangan ini menjelaskan beberapa rancangan alat yang digunakan dan bagaimana memilih komponen yang di gunakan.pemilihan komponen dengan searching beberapa referensi agar dapat memberikan tingkat akurasi.hal ini di maksud agar rancangan alat sistem kendali pengaturan suhu pada kandang ayam dapat berjalan sesuai dengan deskripsi awal yang telah direncanakan.

1. Rangkaian sensor cahaya

Rangkaian pengukur intensitas cahaya dengan komponen utama yaitu sensor cahaya BH 1750 berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya dalam kandang ayam.



Gambar 4. 1 Skematik modul BH 1750

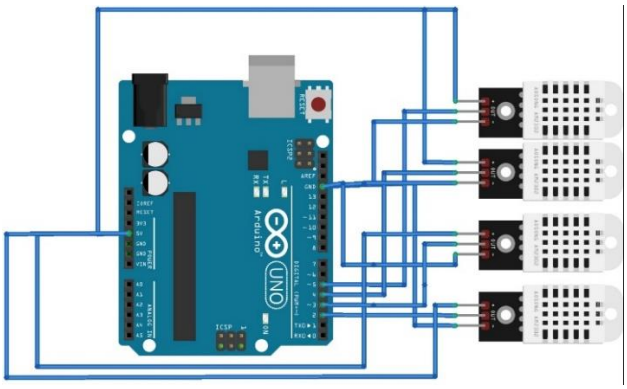
Berikut adalah pin yang terhubung dengan modul sensor cahaya BH 1750

Tabel 4. 1 Pengkoneksian Pin Pada Modul Sensor BH 1750

No	Pin	Keterangan
1	VCC	Di hubungkan ke +5V Arduino
2	GND	Di hubungkan ke GND Arduino
3	SCL	Di hubungkan ke pin A5 Arduino
4	SDA	Di hubungkan ke pin A4 Arduino

2. Rangkaian pengukur suhu

Rangkaian pengukur suhu dengan komponen utama yaitu sensor suhu DHT22berfungsi untuk mengukur suhu dalam kandang ayam.



Gambar 4. 2 Skematik modul sensor DHT22

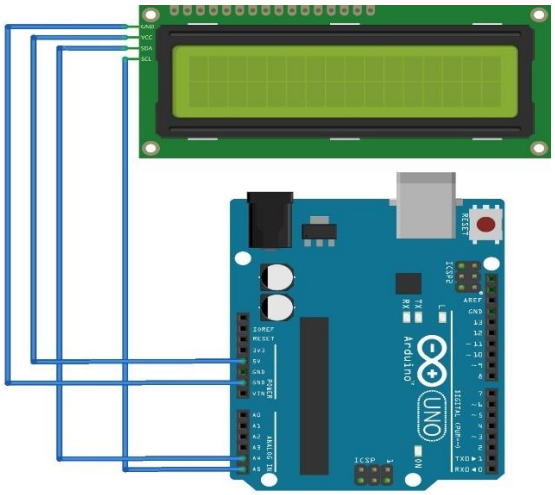
Berikut adalah pin yang terhubung dengan modul sensor suhu DHT22

Tabel 4. 2 Pengkoneksian Pin Pada Modul Sensor Suhu DHT22

No	Pin	Keterangan
1	OUT	Dihubungkan ke Pin 2 Digital Arduino
2	GND	Dihubungkan ke GND Arduino
3	VCC	Dihubungkan ke +5V Arduino

3. Rangkaian Penampil /Tampilan

Rangkaian penampil/tampilan dengan komponen utama LCD.fungsi LCD pada alat ini yaitu untuk menampilkan suhu,intensitas cahaya dan kelembaban pada kandang ayam.



Gambar 4. 3skematik I2C LCD

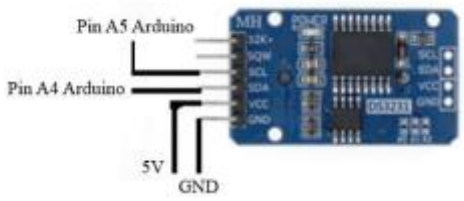
Berikut adalah pin yang terhubung dengan I2C LCD

Tabel 4. 3 Pengkoneksian Pin pada I2C LCD

No	Pin	KETERANGAN
1	GND	Dihubungkan ke GND
2	VCC	Dihubungkan ke 5V
3	SDA	Dihubungkan ke Pin A4 Arduino
4	SCL	Dihubungkan ke Pin A5 Arduino

4. Rangkaian RTC (Real Time Clock)

Rangkaian untuk mengatur waktu pada kandang ayam dengan komponen utama RTC(Real Time Clock). Fungsi RTC pada alat ini untuk mengatur waktu kandang ayam yang telah ditentukan.



Gambar 4. 4skematik RTC (Real Time Clock)

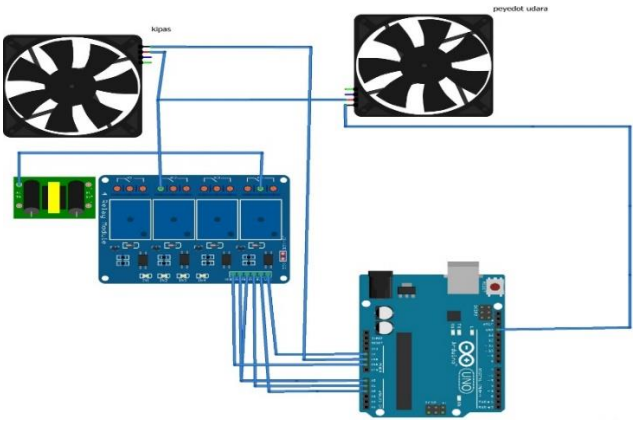
Berikut adalah pin yang terhubung dengan RTC (Real Timr Clock)

Tabel 4. 4 Pengkoneksian Pin pada RTC (Real Time Clock)

NO	Pin	KETERANGAN
1	SDA	Dihubungkan ke pin A4 Arduino
2	SCL	Dihubungkan ke Pin A5 Arduino
3	GND	Dihubungkan ke GND
4	VCC	Dihubungkan ke 5V

5. Rangkaian Fan AC dan exaus

Rangkaian untuk mengubah suhu pada kandang ayam dengan komponen dengan komponen utama Fan AC dan exaus.fungsi Fan AC pada alat ini untuk menghisap udara yang diluar kandang ayam,kedalam kandang ayam dan fungsi exaus adalah mengeluarkan udara yang ada di dalam kandang ayam.



Gambar 4. 5skematik Fan AC

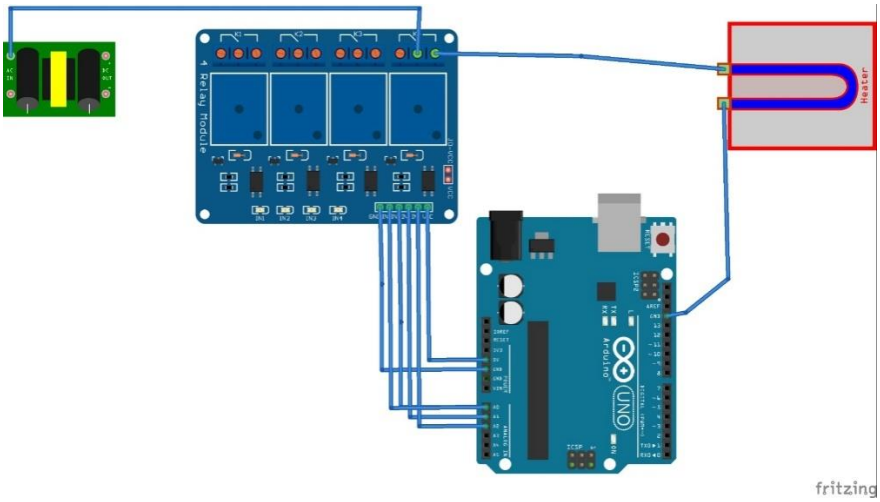
Berikut adalah pin yang terhubung pada Fan AC

Tabel 4. 5 Penkoneksian Pin pada Fan AC

NO	Pin	KETERANGAN
1	GND	Dihubungkan ke GND Arduino
2	VCC	Dihubungkan ke 5V Arduino
3	IN1	Dihubungkan ke pin 6 digital Arduino
4	IN2	Dihubungkan ke pin 7 digital Arduino
5	IN3	Dihubungkan ke pin 8 digital Arduino
6	IN4	Dihubungkan ke pin 9 digital Arduino

6.Rangkaian pemanas

Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan suhu panas pada kandang ayam. Fungsi pemanas pada alat ini yaitu sebagai sumber suhu panas terhadap kandang ayam jika suhu kandang ayam turun di bawah suhu yang telah ditentukan pada pemanas ini akan berfungsi untuk memberikan suhu pada kandang ayam.



Gambar 4. 6 Skematik Pemanas

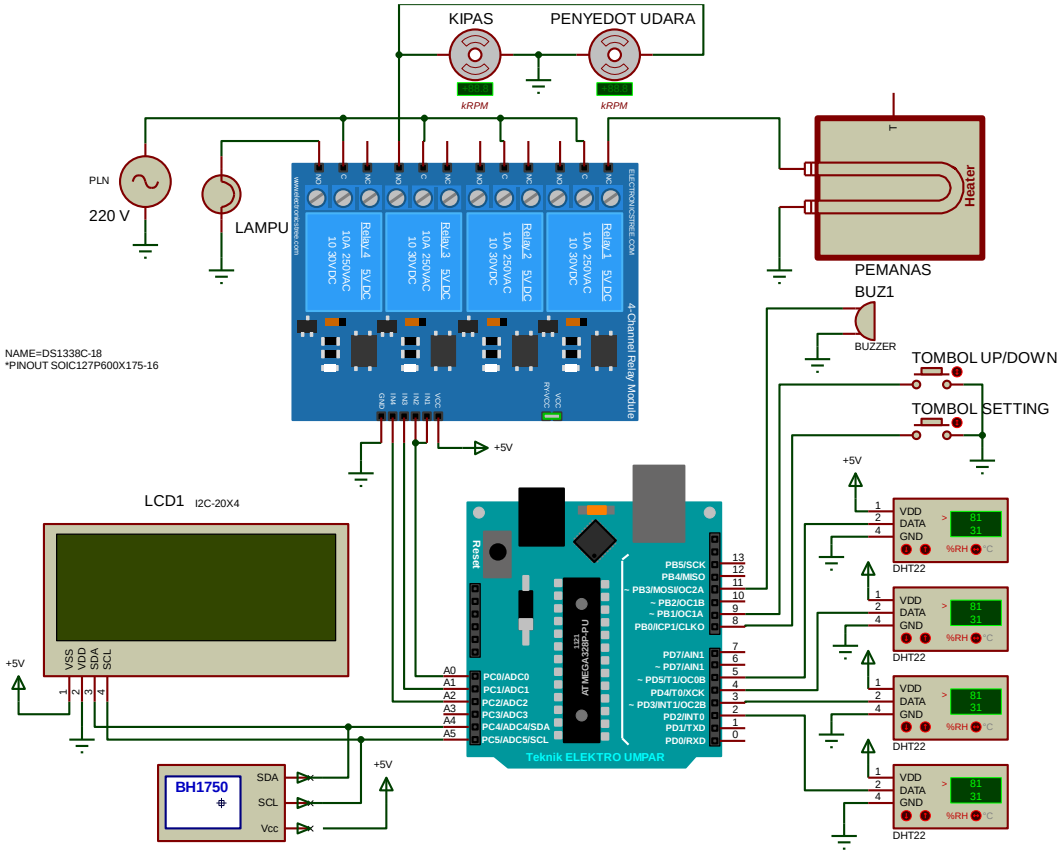
Berikut adalah pin yang terhubung pada pemanas

Tabel 4. 6 Pengkoneksian Pin pada Pemanas

NO	Pin	KETERANGAN
1	GND	Dihubungkan ke GND Arduino
2	VCC	Dihubungkan ke 5V Arduino
3	IN	Dihubungkan ke pin 10 digital Arduino

7. Rangkain Keseluruhan

Setelah dilakukan perancangan dan penyusunan tiap modul rangkaian secara terpisah, pada tahap ini seluruh bagian dirangkai menjadi satu sistem yang utuh. Rangkaian keseluruhan ini merupakan integrasi dari seluruh komponen utama, seperti sensor suhu dan cahaya, RTC, mikrokontroler, relay, kipas, pemanas, serta LCD sebagai penampil. Tujuan dari penyusunan rangkaian secara keseluruhan ini adalah untuk memastikan bahwa semua komponen dapat bekerja secara terkoordinasi dalam mendukung sistem kendali suhu, intensitas cahaya, serta monitoring kelembapan pada kandang ayam boiler. Berikut ini adalah tampilan skematik dari rangkaian secara keseluruhan:



Gambar 4. 7skematik rangkaian keseluruhan



Gambar 4. 8 Realisasi Rancangan Alat

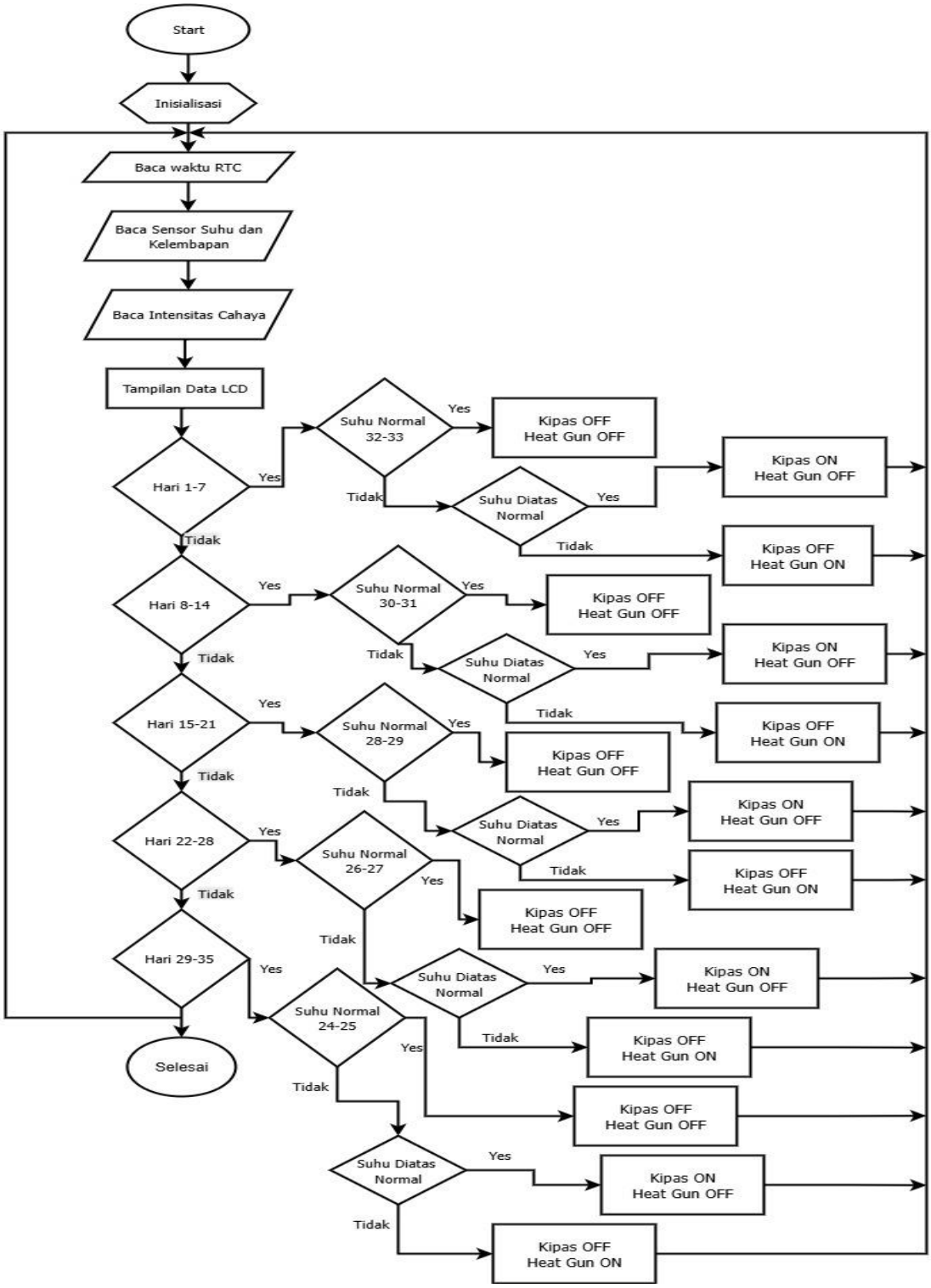
B. Perancangan Perangkat Lunak

Tahap selanjutnya adalah perancangan perangkat lunak sebagai pusat kendali dari sistem. Perangkat lunak ini berfungsi untuk membaca data dari berbagai sensor seperti sensor suhu DHT22 dan sensor cahaya BH1750, kemudian mengolah data tersebut berdasarkan logika kendali yang telah ditentukan sesuai kebutuhan lingkungan kandang ayam boiler. Hasil pemrosesan ini selanjutnya digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan

perangkat seperti pemanas, kipas, dan lampu secara otomatis. Perancangan perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman, yang kemudian diunggah ke mikrokontroler Arduino. Pada bagian ini disajikan flowchart dan uraian program yang menunjukkan alur kerja sistem secara menyeluruh.

1. Flowchart

Flowchart adalah grafik yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau proses dalam bentuk simbol-simbol grafis untuk menunjukkan Langkah-langkah aliran kontrol yang berperan dalam proses. Flowchart memudahkan penerimaan pengertian suatu sistem dalam cara yang lebih visual dan terstruktur.Diagram alir sistem kerja di tunjukkan pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Flowchart

Flowchart di atas menggambarkan alur kerja sistem otomatisasi pengendalian suhu dan pencahayaan pada kandang ayam broiler yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Proses dimulai dengan inisialisasi seluruh perangkat sistem, seperti modul RTC untuk mengetahui

waktu, sensor suhu dan kelembapan (DHT22), serta sensor intensitas cahaya (BH1750). Setelah itu, sistem membaca waktu dari RTC untuk menentukan hari keberapa dalam siklus budidaya, lalu membaca nilai suhu dan kelembapan serta intensitas cahaya di dalam kandang. Semua data yang diperoleh akan ditampilkan pada layar LCD sebagai informasi waktu nyata.

Selanjutnya, sistem melakukan pengecekan berdasarkan kelompok hari budidaya, yang dibagi menjadi minggu-minggu tertentu (1–7, 8–14, 15–21, 22–28, dan 29–35 hari). Untuk setiap kelompok hari, sistem akan membandingkan suhu yang terbaca dengan rentang suhu ideal sesuai usia ayam. Jika suhu berada dalam kondisi normal, maka kipas dan heat gun akan dinonaktifkan (OFF). Namun, jika suhu terdeteksi di atas normal, maka kipas akan diaktifkan (ON) dan heat gun tetap OFF. Sebaliknya, jika suhu di bawah normal, maka sistem akan mengaktifkan heat gun dan menonaktifkan kipas.

Logika ini terus diulang dan disesuaikan berdasarkan rentang suhu ideal yang telah ditetapkan untuk setiap minggu usia ayam. Sebagai contoh, pada hari ke-1 hingga ke-7, suhu ideal adalah 32–33°C. Bila suhu aktual melebihi batas tersebut, maka kipas akan menyala untuk menurunkan suhu; jika lebih rendah, heat gun akan menyala untuk menaikkannya. Proses kontrol ini terus berlangsung secara otomatis hingga hari ke-35, saat siklus budidaya selesai.

2. Uraian Program

Adapun sketch program yang di gunakan untuk menjalankan fungsi dari sistem yang dibuat sesuai dengan *flowchart* yaitu:

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <BH1750.h>

#define DS3231_ADDRESS 0x68
byte zero = 0x00; //workaround for issue #527
void(* resetFunc) (void) = 0;

#define dht1 2
#define dht2 3
#define dht3 4
#define dht4 5

DHT dht[] = {
  {dht1, DHT22},{dht2, DHT22},
  {dht3, DHT22},{dht4, DHT22},
};

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
BH1750 lightMeter;

#define  Lampu A2 //relay Lampu aktif LOW
#define  Kipas A1
#define  Heater A0
#define  btnUpDown 9 //btnUpDown aktif LOW (untuk pilih Hari)
#define  btnSet 8  //btnSet aktif LOW (untuk Setting)
#define  Buzzer 11     //Buzzer aktif HIGH
#define  LED 13        //aktif HIGH

float Sr, Kr, S[4], K[4];
float SrX=0.0, KrX=0.0;
float lux;
//================================================================
=========================

//================================  Deklarasi Variabel
====================================
byte detRTC, mntRTC, jamRTC, hriRTC, tglRTC, blnRTC, thnRTC;
byte ht, SetA, SetB, waktu, waktuX, dataRTC;
int nRTC, count=1500;
```

Program di atas merupakan bagian dari sistem monitoring dan kendali otomatis untuk kandang ayam broiler berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Tujuan dari program ini adalah untuk membaca dan mengontrol lingkungan penting seperti suhu, dan intensitas cahaya menggunakan 2 sensor berbeda. Terdapat empat buah sensor DHT22 yang masing-masing terhubung ke pin digital 2 hingga 5, dan dikelola melalui array dht[], guna mengukur suhu (S[]) dan kelembapan (K[]) dari beberapa titik di dalam kandang. Sensor BH1750 digunakan untuk mengukur intensitas cahaya (lux), sedangkan LCD I2C 20x4 (alamat 0x27) dipakai

untuk menampilkan informasi real-time ke pengguna. Selain itu, program juga memanfaatkan modul RTC DS3231 yang berkomunikasi melalui protokol I2C untuk mencatat waktu dan tanggal, yang datanya disimpan ke dalam variabel seperti jamRTC, mntRTC, dan tglRTC. Perangkat output seperti lampu, kipas, dan pemanas masing-masing dikendalikan melalui pin analog A2, A1, dan A0 menggunakan relay aktif LOW. Terdapat pula tombol btnUpDown dan btnSet yang memungkinkan pengguna memilih dan mengatur fase pertumbuhan ayam secara manual. Output tambahan seperti buzzer (aktif HIGH) dan LED indikator digunakan sebagai alarm dan penanda sistem aktif. Selain itu, terdapat variabel Sr dan Kr yang digunakan untuk menyimpan rata-rata suhu dan kelembapan dari empat sensor, serta SrX dan KrX sebagai nilai pembanding atau referensi. Fungsi resetFunc() untuk mereset sistem secara perangkat lunak jika diperlukan. Dengan struktur yang rapi dan penggunaan sensor yang lengkap, program ini menjadi awal dari sistem kendali otomatis yang dapat meningkatkan efisiensi pemeliharaan ayam secara signifikan.

```
int nML = 1080;  //jam 18*60 menit

int OFF1= 1140; //OFF1 = jam 19.00 (1 jam ) atau 19*60=1140
int OFF2= 120;  //OFF2 = jam 02.00 (8 jam ) atau 2*60=120
int OFF3= 1380; //OFF3 = jam 23.00 (5 jam ) atau 1380
int OFF4= 1320; //OFF4 = jam 22.00 (4 jam ) atau 1320
int OFF5= 1200; //OFF5 = jam 20.00 (2 jam) atau 1200
byte Hari=1, Lama, detJedah;
byte countA=0, countB=0, countLCD=0;

bool lcdState = true;
bool staLampu, staKipas, staHeater;
//========================== Akhir Deklarasi Variabel
====================

// ============================== Awal void setup ()
======================
void setup() {
    Wire.begin();
    lightMeter.begin();
    Serial.begin(9600);
    for (auto& sensor : dht) { sensor.begin();}
    lcd.init(); lcd.backlight();
    lcd.home ();         lcd.print(F("  SISTEM OTOMATIS   "));
    lcd.setCursor(0,1); lcd.print(F("  KANDANG TERTUTUP  "));
    delay(1000);
    pinMode(Kipas,OUTPUT);
```

```
    pinMode(Heater,OUTPUT);
    pinMode(Lampu,OUTPUT);
    digitalWrite(Lampu,HIGH);  //relay aktif LOW
    digitalWrite(Kipas,HIGH);
    digitalWrite(Heater,HIGH);
    pinMode(btnUpDown,INPUT_PULLUP);
    pinMode(LED,OUTPUT);  //LED aktif HIGH
    pinMode(btnSet,INPUT_PULLUP);
    pinMode(Buzzer,OUTPUT); //Buzzer aktif HIGH

    delay(2000);
    byte countSet=0;
    while (!digitalRead(btnSet) && lcdState && countSet<30)
          { countSet++; delay(100); }
    if(countSet>=30 && lcdState)
      { beepSet(); Setting_A();}
    lcd.clear();
}
// ======================== Akhir void setup ()
=====================
```

Bagian kode ini merupakan kelanjutan dari sistem kendali otomatis kandang ayam yang mengatur waktu dan inisial perangkat. Beberapa variabel seperti nML, OFF1 sampai OFF5 digunakan untuk menyimpan waktu dalam satuan menit, yang merepresentasikan jam-jam tertentu pada hari tersebut. Misalnya, nML = 1080 berarti pukul 18:00, dan OFF1 = 1140 berarti pukul 19:00, yang menandai waktu-waktu tertentu untuk mematikan atau mengatur ulang perangkat seperti lampu,pemanas. Variabel Hari menunjukkan hari keberapa dalam fase pertumbuhan ayam, sedangkan Lama digunakan untuk menyimpan durasi, dan detJedah sebagai jeda waktu dalam detik. Variabel countA, countB, dan countLCD merupakan penghitung proses atau tampilan, sedangkan lcdState mengatur status tampilan LCD. Boolean staLampu, staKipas, dan staHeater menyimpan status ON/OFF dari masing-masing perangkat.

Fungsi setup() berfungsi menginisialisasi semua komponen saat Arduino pertama kali dijalankan. Library I2C diaktifkan dengan Wire.begin(), sensor cahaya BH1750 dan sensor DHT22 dinyalakan, serta LCD I2C diaktifkan dengan teks sambutan awal. Pin output seperti relay untuk lampu, kipas, dan heater diset sebagai OUTPUT dan dimatikan terlebih dahulu menggunakan logika HIGH karena relay aktif LOW. Tombol btnSet dan btnUpDown

disiapkan sebagai input dengan INPUT_PULLUP, dan indikator berupa LED dan buzzer juga dikonfigurasi. Selanjutnya terdapat logika pemeriksaan tombol btnSet, di mana jika tombol ditekan lebih dari 3 detik (countSet >= 30), maka sistem akan masuk ke mode pengaturan hari atau pengaturan awal dengan memanggil fungsi Setting_A() setelah memberikan bunyi konfirmasi melalui beepSet(). Fungsi lcd.clear() digunakan untuk membersihkan tampilan LCD sebelum masuk ke loop utama. Dengan struktur ini, sistem siap untuk bekerja secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan dan waktu yang sudah ditentukan.

```
void loop() {
   for (int i = 0; i < 4; i++) {
     S[i] = dht[i].readTemperature();
     K[i] = dht[i].readHumidity();
   }
   Kr= (K[0]+K[1]+K[2]+K[3])/4;
   Sr= (S[0]+S[1]+S[2]+S[3])/4;

   Sr=Sr-4.00;
   if(SrX!=Sr || KrX!=Kr) {
     lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Kr:    %   Sr:     C");
     lcd.setCursor(3,1); lcd.print(Kr,0);
     lcd.setCursor(14,1); lcd.print(Sr,0);
     lcd.setCursor(18,1); lcd.print((char)223);
     SrX=Sr;  KrX=Kr;
   }

   lux = lightMeter.readLightLevel();
   if(countLCD==20) {
      countLCD=0;
      lcd.setCursor(0,2); lcd.print("L :    lx ");
      lcd.setCursor(3,2);
      if(lux<10) lcd.setCursor(5,2);
      if(lux>9 && lux<100) lcd.setCursor(4,2);
      lcd.print(lux,0);
   }
   //countLCD++;
   bacaRTC();
   tampilkan_ke_LCD();

   //================= Masuk menu Setting Variabel Control
===========
   byte countSet=0;
   while (!digitalRead(btnSet) && lcdState && countSet<30) {
      countSet++; delay(100); }
   if(countSet>=30 && lcdState)  { beepSet(); Setting_A(); }

   //========================== Status LCD
==========================
  // if(!digitalRead(btnSet) && !lcdState) {count=1500;
```

```
lcdState=1;}
  // if(lcdState) tampilkan_ke_LCD();
  //delay(100); count--;

   if(Hari >= 1 && Hari <= 7) KHari_1();
   if(Hari >= 8 && Hari <14) KHari_2();
```

Loop() dalam program ini merupakan inti dari sistem kendali otomatis kandang ayam broiler yang bekerja terus-menerus untuk membaca data lingkungan dan mengontrol perangkat. sistem membaca suhu dan kelembapan dari empat sensor DHT22 menggunakan perulangan for, lalu menghitung nilai rata-rata suhu (Sr) dan kelembapan (Kr). Nilai suhu dikoreksi dengan mengurangi 4°C (Sr = Sr - 4.00) yang kemungkinan disesuaikan berdasarkan kalibrasi atau lingkungan kandang. Apabila terjadi perubahan nilai suhu atau kelembapan dibandingkan data sebelumnya (SrX dan KrX), maka data terbaru akan ditampilkan pada baris kedua LCD, lengkap dengan simbol derajat (°) untuk suhu.

Sistem membaca intensitas cahaya dari sensor BH1750 dan menampilkannya di baris ketiga LCD jika penghitung countLCD mencapai angka tertentu, dengan penyesuaian posisi kursor tergantung pada jumlah digit dari nilai lux. Setelah pembacaan sensor, sistem memanggil fungsi bacaRTCuntuk mengambil waktu dari RTC dan menampilkan informasi lebih lanjut melalui tampilkan_ke_LCD. Di bagian berikutnya, terdapat logika untuk memasuki mode pengaturan jika tombol btnSet ditekan selama lebih dari 3 detik, yang kemudian akan memicu fungsi Setting_A untuk mengatur parameter seperti hari pemeliharaan.

Program ini melihat fase umur ayam berdasarkan nilai Hari. Jika nilai Hari antara 1 sampai 7, maka fungsi KHari_1() dijalankan yang kemungkinan berisi logika kontrol khusus untuk fase awal ayam. Jika Hari berada di rentang 8 sampai 13, maka fungsi KHari_2() yang dijalankan, sesuai fase grower. Fungsi-fungsi ini secara umum akan mengatur kondisi lingkungan suhu, cahaya, sesuai kebutuhan ayam pada fase pertumbuhan tertentu. Dengan

struktur ini, sistem mampu beroperasi secara otomatis, sekaligus memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk melakukan pengaturan manual melalui tombol fisik.

```
if(Hari >=15 && Hari <=21) KHari_3();
   if(Hari >=22 && Hari <=28) KHari_4();
   if(Hari >=29 && Hari <=35) KHari_5();
   lcd.setCursor(0,3);
     //lcd.print("nML:"+String(nML)); lcd.print("  ");
     //lcd.print("nRTC:"+String(nRTC));
    if(staLampu) lcd.print("L: ON  "); else lcd.print("L:OFF
");
    if(staKipas) lcd.print("K: ON  "); else lcd.print("K:OFF
");
    if(staHeater)lcd.print("H: ON");   else
lcd.print("H:OFF");
}
// ======================  Akhir void loop()
========================

void bacaRTC() {
     Wire.beginTransmission(DS3231_ADDRESS);
     byte zero = 0x00;
     Wire.write(zero);
     Wire.endTransmission();
     Wire.requestFrom(DS3231_ADDRESS, 7);
     detRTC= bcdToDec(Wire.read());
     mntRTC = bcdToDec(Wire.read());
     jamRTC= bcdToDec(Wire.read() & 0x3F); //24 hour time
     hriRTC = bcdToDec(Wire.read()); //1-7 -> sunday -
Saturday
     tglRTC = bcdToDec(Wire.read());
     blnRTC = bcdToDec(Wire.read());
     thnRTC = bcdToDec(Wire.read());
     if(blnRTC==1) Hari=tglRTC;
     else if(blnRTC==2) Hari=tglRTC+31;
     nRTC = jamRTC*60 + mntRTC; //mengubah ke nilai menit nRTC
    // if(Hari>40) setReg(4,1); //Reset Hari ke Satu
}
void tampilkan_ke_LCD(){
     /*
     lcd.setCursor(0,0); lcd.print("T");
     if(tglRTC<10) { lcd.print('0');}
     lcd.print(tglRTC); lcd.print('/');
     if(blnRTC<10) { lcd.print('0');}
     lcd.print(blnRTC); lcd.print('/');
     lcd.print(thnRTC);
     */

     lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Hari Ke:");
     if(Hari<10) lcd.print(0); lcd.print(Hari);
```

Pada bagian akhir dari fungsi loop(), sistem melanjutkan logika pengendalian lingkungan berdasarkan umur ayam yang dikelompokkan dalam minggu-minggu tertentu. Jika Hari bernilai antara 15 hingga 21, maka fungsi KHari_3() dipanggil untuk mengatur kondisi lingkungan sesuai fase pertumbuhan minggu ketiga. Selanjutnya, fungsi KHari_4() dan KHari_5() akan dijalankan jika Hari berada di rentang 22–28 dan 29–35, masing-masing mewakili minggu keempat dan kelima. Kemudian, sistem menampilkan status aktuator pada baris keempat LCD. Jika staLampu, staKipas, atau staHeater bernilai true (aktif), maka akan ditampilkan status ON untuk lampu (L), kipas (K), dan heater (H), sedangkan jika tidak aktif, ditampilkan sebagai OFF. Hal ini memberikan pengguna informasi visual secara langsung tentang status perangkat yang sedang berjalan.

Fungsi bacaRTC() bertugas mengukur waktu real-time dari modul RTC DS3231 melalui protokol I2C. Data yang diambil meliputi detik, menit, jam, hari dalam seminggu, tanggal, bulan, dan tahun. Nilai-nilai ini dikonversi dari format BCD (binary-coded decimal) ke bilangan desimal biasa dengan fungsi bcdToDec(). Waktu dalam jam dan menit kemudian dikonversi ke format satuan menit total dan disimpan dalam variabel nRTC, yang sangat penting untuk perhitungan logika waktu lainnya, seperti pengaktifan atau penonaktifan perangkat berdasarkan jam tertentu. Nilai Hari dihitung secara dinamis berdasarkan tanggal dan bulan, misalnya jika bulan Januari (blnRTC==1), maka Hari = tglRTC, sedangkan jika bulan Februari, maka jumlah hari ditambah 31 hari dari Januari (Hari = tglRTC + 31). Dengan cara ini, sistem dapat mengetahui hari keberapa dalam fase pemeliharaan ayam sejak awal bulan.

Fungsi tampilkan_ke_LCD() digunakan untuk mencetak informasi ke baris pertama LCD. Dalam potongan aktif, fungsi ini menampilkan tulisan "Hari Ke:" diikuti angka hari saat ini berdasarkan perhitungan dari bacaRTC(). Jika nilai Hari kurang dari 10, maka akan ditambahkan angka nol di depan agar tampilannya rapi. Meskipun ada bagian yang

dikomentari, terlihat bahwa sebelumnya juga disiapkan fungsi pencetakan tanggal penuh (tanggal/bulan/tahun), namun saat ini hanya fokus pada penampilan hari keberapa dalam sistem pemeliharaan ayam. Keseluruhan logika ini menunjukkan sistem mampu membaca kondisi lingkungan, memperhitungkan waktu nyata, dan menyesuaikan kontrol secara otomatis sesuai fase pertumbuhan ayam, sekaligus menampilkan status operasional ke LCD agar mudah dipantau pengguna.

```
     lcd.setCursor(10,0); lcd.print(" J");
     if(jamRTC<10) { lcd.print('0');}
     lcd.print(jamRTC); lcd.print(':');
     if(mntRTC<10) { lcd.print('0');}
     lcd.print(mntRTC); lcd.print(':');
     if(detRTC<10) { lcd.print('0');}
     lcd.print(detRTC);
  /*
     if(count==0) {
        lcdState=0;
        lcd.noDisplay();
        lcd.noBacklight();
      }
    */
}

void KHari_1() { //Hari 1-7, Suhu 32-33 derajat, Lampu OFF 1
jam
     if(Sr<31.6) { Heater_ON(); }
     if(Sr>33.5) { Kipas_ON(); }
     if(Sr>=31.6 && Sr<=33.5) { Heater_OFF(); Kipas_OFF(); }
     if(nRTC >= nML && nRTC < OFF1)  LampuPadam();
     else  LampuNyala();
}
void KHari_2() { //Hari 8-14,Suhu 30-31 derajat, Lampu OFF 8
jam
     if(Sr<29.6) { Heater_ON();  }
     if(Sr>31.5) { Kipas_ON(); }
     if(Sr>=29.6 && Sr<=31.5) { Heater_OFF(); Kipas_OFF(); }
     if(nRTC >= nML || nRTC<OFF2) LampuPadam();
     else LampuNyala();
}
void KHari_3() {  //Hari 15-21, Suhu 28-29 derajat, Lampu OFF
5 jam
     if(Sr<27.6) { Heater_ON(); }
     if(Sr>29.5) { Kipas_ON(); }
     if(Sr>=27.6 && Sr<=29.5){ Heater_OFF(); Kipas_OFF(); }
```

Fungsi tampilkan_ke_LCD() pada bagian ini bertugas menampilkan informasi waktu dan hari ke berapa dalam siklus pemeliharaan ayam. Baris pertama LCD diatur untuk menampilkan tulisan "Hari Ke:" diikuti angka dari variabel Hari, yang dihitung berdasarkan tanggal dan bulan saat ini dari RTC. Jika angka hari kurang dari 10, sistem akan menambahkan angka nol di depannya agar format tetap rapi. ditampilkan pula jam, menit, dan detik saat ini dengan format dua digit (JJ:MM:DD). Untuk menjaga konsistensi tampilan, angka nol akan ditambahkan di depan nilai jam, menit, atau detik yang kurang dari 10. Ini memberikan visualisasi waktu yang akurat secara real-time kepada pengguna.

Fungsi KHari_1() hingga KHari_3() adalah bagian dari sistem kontrol otomatis berbasis umur ayam, yang secara langsung mempengaruhi pengaktifan pemanas (heater), kipas, dan lampu. Pada minggu pertama (KHari_1()), sistem mengontrol suhu agar berada dalam rentang ideal 31.6°C hingga 33.5°C. Jika suhu turun di bawah 31.6°C, pemanas akan diaktifkan, dan jika suhu melebihi 33.5°C, kipas diaktifkan. Di luar rentang tersebut, keduanya akan dimatikan. Untuk pencahayaan, lampu akan dimatikan selama satu jam mulai pukul 18:00 (disesuaikan dengan variabel nML dan OFF1), sisanya tetap menyala.

Pada minggu kedua (KHari_2()), rentang suhu ideal diturunkan menjadi 29.6°C–31.5°C. Logika kontrol kipas dan heater tetap sama, namun pengaturan lampu diubah agar padam selama 8 jam, dari pukul 18:00 sampai 02:00, dengan logika if(nRTC >= nML || nRTC < OFF2) yang mendeteksi waktu malam dan dini hari.

Fungsi KHari_3() digunakan untuk minggu ketiga (hari ke-15 sampai ke-21), dengan target suhu lebih rendah yaitu 27.6°C–29.5°C. Logika pemanas dan kipas tetap mengikuti pola yang sama, dan pencahayaan akan disesuaikan lebih lanjut pada bagian kode berikutnya (OFF3, dst). Dengan struktur ini, sistem mampu menyesuaikan kondisi lingkungansesuai dengan kebutuhan ayam berdasarkan umurnya, sehingga membantu menjaga kesehatan dan efisiensi pertumbuhan ayam broiler secara optimal.

```
if(nRTC >= nML && nRTC < OFF3) LampuPadam();
     else LampuNyala();
}
void KHari_4() { //Hari 22-28, Suhu 26-27 derajat, Lampu OFF 4
jam
     if(Sr<25.6) { Heater_ON();  }
     if(Sr>27.5) { Kipas_ON(); }
     if(Sr>=25.6 && Sr<=27.5) { Heater_OFF(); Kipas_OFF(); }
     if(nRTC >= nML && nRTC < OFF4) LampuPadam();
     else LampuNyala();
}
void KHari_5() { //Hari 29-35, Suhu 24-25 derajat, Lampu OFF 2
jam
     if(Sr<23.6) { Heater_ON();  }
     if(Sr>25.5) { Kipas_ON(); }
     if(Sr>=23.6 && Sr<=25.5) { Heater_OFF(); Kipas_OFF(); }
     if(nRTC >= nML || nRTC < OFF5) LampuPadam();
     else LampuNyala();
}
```

Fungsi KHari_3(), KHari_4(), dan KHari_5() masing-masing menangani pengaturan lingkungan kandang ayam broiler pada minggu ketiga hingga minggu kelima (hari ke-15 sampai ke-35) secara otomatis. Fungsi KHari_3() berlaku untuk hari ke-15 sampai ke-21, dengan target suhu 27.6°C hingga 29.5°C. Jika suhu rata-rata (Sr) turun di bawah 27.6°C, maka heater akan diaktifkan (Heater_ON()), dan jika suhu melebihi 29.5°C, maka kipas akan dihidupkan (Kipas_ON()). Di antara rentang suhu tersebut, heater dan kipas akan dimatikan. Untuk pengaturan pencahayaan, lampu dimatikan selama 5 jam, dari pukul 18.00 hingga 23.00, sesuai dengan nilai nML (1080 menit) dan OFF3 (1380 menit), dengan kondisi if(nRTC >= nML && nRTC < OFF3).

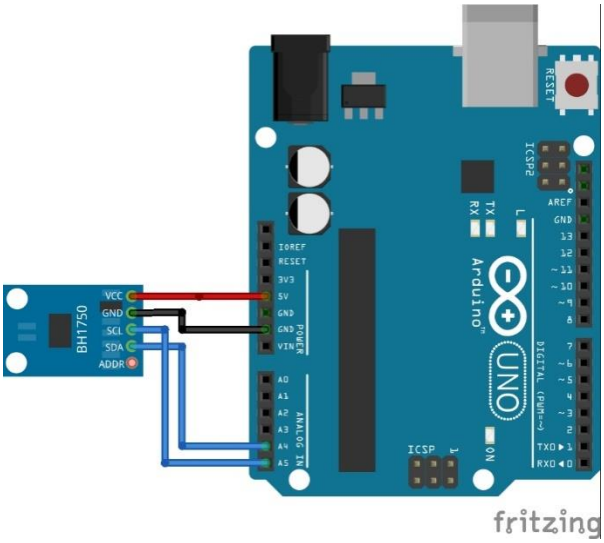
Selanjutnya, KHari_4 mengatur kondisi minggu keempat (hari ke-22 sampai ke-28) dengan rentang suhu yang lebih rendah, yaitu 25.6°C hingga 27.5°C. Pemanas akan menyala jika suhu turun di bawah 25.6°C, dan kipas akan aktif jika suhu naik di atas 27.5°C. Jika suhu berada dalam kisaran ideal, maka kedua alat dimatikan. Untuk pencahayaan, lampu dipadamkan selama 4 jam, dari pukul 18.00 hingga 22.00 (OFF4 = 1320), mengikuti logika waktu yang sama.

Pada minggu kelima (hari ke-29 sampai ke-35), KHari_5() mengatur suhu ideal menjadi lebih rendah lagi, yaitu 23.6℃ hingga 25.5℃. Heater diaktifkan jika suhu terlalu rendah, dan kipas dinyalakan jika suhu terlalu tinggi. Sementara itu, pengaturan lampu menggunakan logika if(nRTC >= nML || nRTC < OFF5), yang mematikan lampu selama 2 jam: dari pukul 20.00 (OFF5 = 1200) sampai pukul 18.00 keesokan harinya, dengan logika rentang waktu melewati tengah malam. Ini berarti lampu padam selama pukul 18.00–20.00, dan menyala di luar waktu tersebut. Secara keseluruhan, fungsi-fungsi ini mencerminkan penurunan bertahap suhu ideal dan durasi cahaya seiring bertambahnya umur ayam, menyesuaikan kebutuhan biologis ayam broiler dari fase starter ke grower dan finisher secara otomatis, efisien, dan berkelanjutan.

C. Pengujian

1.Pengujian Sensor Cahaya

Pengujian sensor cahaya BH1750 dilakukan untuk menentukan tingkat akurasi dan respons sensor tersebut terhadap deteksi intensitas cahaya di lingkungan seperti kandang ayam.Dalam pengujian ini, sensor DHT22 yang dihubungkan ke **mikrokontroler Arduino** sebagai pusat kendali dan pembaca data.Saat melakukan pengujian ini, perbandingan langsung antara sensor BH1750 dan alat ukur standar menggunakan lux meter digital telah diambil sebagai referensi standar. Pengumpulan data dilakukan dengan mengatur jarak antara sumber cahaya dan sensor, mulai dari interval 5 cm hingga 30 cm. Pada setiap jarak, nilai lux yang dibaca oleh BH1750 dibandingkan dengan nilai lux yang terdaftar oleh lux meter pada posisi dan kondisi pencahayaan yang sama, untuk mengevaluasi seberapa akurat pembacaan sensor BH1750 mencerminkan intensitas cahaya dan memvalidasi data yang dihasilkan dibandingkan dengan alat ukur yang dikalibrasi. Dengan pengujian ini, diharapkan sistem nantinya mampu mengatur pencahayaan kandang ayam secara otomatis dan optimal, sesuai kebutuhan cahaya berdasarkan usia ayam.



Gambar 4. 10 Pengujian Sensor Cahaya

Hasil pengujian pada sensor cahaya BH1750 menunjukkan bahwa sensor ini dapat membaca cahaya dengan cukup konsisten terkait dengan perubahan jarak dari sumber cahaya. Semakin jauh jarak dari sumber cahaya, nilai lux yang dilihat oleh sensor BH1750 maupun oleh lux meter cenderung turun. Pada jarak 5 cm, BH1750 membaca nilai 2144 lux, sedangkan lux meter membaca nilai 1570 lux. Kedua instrumen terlihat memiliki perbedaan nilai, tetapi meskipun demikian, tren penurunan lux seiring bertambahnya jarak cukup mirip untuk keduanya. Misalnya, pada jarak 15 cm, BH1750 membaca 490 lux sedangkan lux meter membaca 519 lux, dan pada jarak 30 cm, BH1750 memberikan pembacaan 145 lux sedangkan lux meter membaca 190 lux. Perbedaan nilai menunjukkan bahwa BH1750 cenderung mencatat pembacaan yang lebih tinggi daripada lux meter, terutama pada jarak dekat.

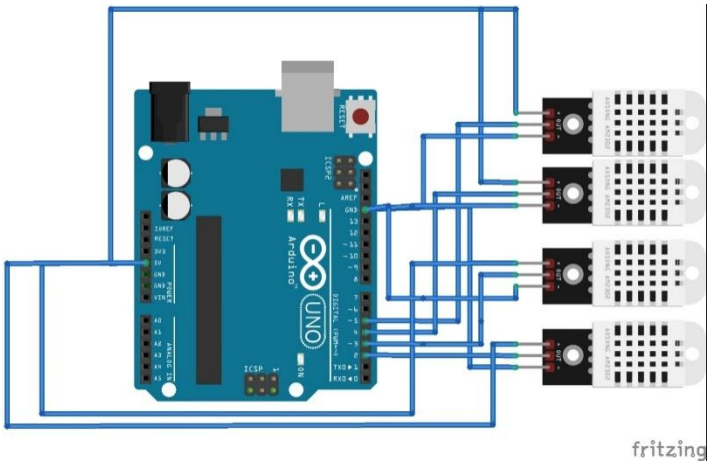
Namun, pembacaan tersebut berada dalam rentang yang dapat diterima dan dengan kecenderungan menurun, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor BH1750 menunjukkan tingkat akurasi dan stabilitas yang baik ketika digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya. Dengan demikian, sensor ini memenuhi syarat untuk digunakan sebagai unit pemantauan pencahayaan dalam sistem kontrol otomatis untuk kandang ayam boiler.

Tabel 4. 7 Pengujian Sensor Cahaya

Jarak	BH1750	Lux meter
5	2144	1570
10	988	1050
15	490	519
20	266	373
25	175	230
30	145	190

2.Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan untuk mengetahui performa dan respons sensor DHT22 dalam mendeteksi perubahan suhu di dalam kandang ayam. Dalam pengujian ini, digunakan empat buah sensor DHT22 yang dihubungkan ke **mikrokontroler Arduino** sebagai pusat kendali dan pembaca data. Pengambilan data dilakukan dengan cara menempatkan semua sensor pada posisi dan jarak yang sama terhadap sumber panas, sehingga seluruh sensor menerima kondisi suhu lingkungan yang serupa. Data suhu dicatat secara berkala setiap **10 menit**, dimulai dari menit ke-10 hingga menit ke-50. Nilai suhu dari masing-masing sensor kemudian dibandingkan untuk melihat konsistensi, akurasi, dan stabilitas bacaan dari sensor DHT22 yang digunakan. Mikrokontroler Arduino memproses dan mencatat data suhu secara digital, yang selanjutnya ditampilkan melalui LCD dan juga dicatat secara manual selama pengujian berlangsung. Melalui pengujian ini, diharapkan sistem dapat memberikan hasil monitoring suhu yang akurat dan andal untuk mendukung pengaturan suhu otomatis di kandang ayam sesuai dengan usia dan kebutuhan ayam boiler.



Gambar 4. 11 Pengujian Sensor Suhu

Dari hasil percobaan sensor suhu DHT22 dari menit ke-10 hingga menit ke-50, menunjukkan nilainya Semua sensor menunjukkan tren peningkatan suhu yang serupa. Empat sensor DHT22 digunakan untuk pengujian dengan menghubungkannya ke mikrokontroler Arduino dan disusun pada posisi yang sama, memaparkannya ke sumber panas yang sama untuk keseragaman pembacaan suhu lingkungan. Berdasarkan pembacaan, ketiga sensor menunjukkan pembacaan yang cukup konsisten, kecuali Sensor 2, yang menunjukkan anomali pada menit ke-50 di mana pembacaan suhu ternyata sangat rendah: 2°C, yang tampaknya tidak logis berdasarkan realitas fisik. Hal ini dapat disebabkan oleh gangguan teknis seperti koneksi yang longgar, data noise, atau kesalahan pada sensor itu sendiri.

Sensor 1, 3, dan 4 menunjukkan nilai suhu akhir sekitar 39,7°C hingga 41,9°C, yang konsisten dengan peningkatan suhu akibat aktivitas heat gun. Rata-rata rekaman ini menunjukkan nilai sensor dalam kisaran 36° hingga 37°C, yang kurang lebih menunjukkan bahwa DHT22 dapat membaca perubahan suhu dan merupakan perangkat yang cukup responsif terhadap waktu. Keempat sensor juga membentuk pola yang serupa, per setiap

Melalui pengujian ini dapat disimpulkan bahwa sensor DHT22 memiliki performa yang baik dan layak digunakan dalam sistem monitoring suhu otomatis di kandang ayam. Namun, penting untuk melakukan **kalibrasi dan pengecekan berkala**, serta menerapkan logika

pemfilteran (filter data outlier) untuk menghindari kesalahan pembacaan seperti yang terjadi pada Sensor 2. Dengan integrasi bersama mikrokontroler Arduino, sensor ini dapat memberikan data yang cukup akurat untuk dijadikan dasar pengendalian suhu dalam sistem otomatisasi kandang

Tabel 4. 8 Pengujian Sensor 1

Waktu(M)	Suhu(℃)
10	31,30
20	34,30
30	36,30
40	38,30
50	39,90

Tabel 4. 9 Pengujian Sensor 2

Waktu(M)	Suhu (℃)
10	30,30
20	33,20
30	36,60
40	39,60
50	42,00

Tabel 4. 10 Pengujian Sensor 3

Waktu(M)	Suhu (℃)
10	32,34
20	35,30
30	37.30
40	39,39
50	39,70

Tabel 4. 11 Pengujian Sensor 4

Waktu(M)	Suhu(℃)
10	30,32
20	32,30
30	37.30
40	39,40
50	41,90

3. Pengujian Keseluruhan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat bekerja secara optimal dalam kondisi lingkungan yang bervariasi, baik pada pagi, siang, maupun malam hari. Komponen utama yang diuji meliputi sensor suhu DHT22, sensor cahaya BH1750, serta aktuator berupa heat gun dan kipas pendingin. Seluruh sensor dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Uno yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem.

Pengujian dilakukan dalam dua kondisi lingkungan, yaitu saat suhu berada di atas normal, dan di bawah normal, untuk melihat bagaimana respons sistem terhadap perubahan suhu dan pencahayaan. Data pengujian dikumpulkan selama 35 hari, dengan rentang pengamatan mingguan yang mencakup suhu rata-rata, durasi waktu aktif perangkat (heat gun dan kipas), serta respons otomatis sistem terhadap pembacaan sensor.

Hasil dari pengujian ini dianalisis untuk menilai akurasi sensor, keandalan sistem kendali otomatis, serta efisiensi perangkat dalam menjaga kestabilan suhu dan cahaya di dalam kandang ayam. Dengan adanya pengujian ini, sistem yang dirancang diharapkan dapat mendukung efisiensi energi dan meningkatkan kenyamanan ayam dalam proses budidaya secara otomatis dan berkelanjutan.

Hari	**Suhu Normal**°C	**Suhu Rata-Rata**°C	**Kipas 1**	**Kipas 2**	**Heat Gun**
1-7	32-33	34,2	Off	Off	Off
8-14	30-31	33,1	Off	Off	Off
15-21	28-29	31,1	Off	Off	Off
22-28	26-27	29,6	Off	Off	Off
29-35	24-26	27,2	Off	Off	Off

a. Suhu Diatas Normal

Hari	Suhu Normal°C	Suhu Rata-Rata°C	Kipas 1	Kipas 2	Heat Gun	WaktuPer Hari (Menit)
1-7	32-33	34,2	ON	ON	Off	32,12
8-14	30-31	33,1	ON	ON	Off	26,84
15-21	28-29	31,1	ON	ON	Off	35,95
22-28	26-27	29,6	ON	ON	Off	26,88
29-35	24-26	27,2	ON	ON	Off	24,33

Pengujian dilakukan pada kondisi suhu lingkungan yang melebihi batas suhu normal kandang ayam boiler, yaitu di atas 33°C pada minggu pertama hingga ketiga. Data menunjukkan bahwa suhu rata-rata pada minggu ke-1 mencapai 34,2°C, minggu ke-2 sebesar 33,1°C, dan minggu ke-3 sebesar 31,1°C, yang masih tergolong tinggi untuk ayam berusia muda. Sebagai respons, sistem secara otomatis mengaktifkan kipas 1 dan kipas 2, sementara heat gun dinonaktifkan karena tidak dibutuhkan dalam kondisi suhu panas.

Durasi pemakaian kipas juga menunjukkan nilai yang cukup tinggi, dengan waktu rata-rata menyala per hari sebesar 32,12 menit pada minggu pertama, 26,84 menit pada minggu kedua, dan 35,95 menit pada minggu ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa sistem berhasil membaca kondisi suhu aktual dari sensor DHT22 dan memberikan respons pendinginan sesuai kebutuhan. Meskipun suhu cenderung menurun di minggu ke-4 dan ke-5, yakni menjadi 29,6°C dan 27,2°C, kipas tetap aktif karena suhu masih berada di atas suhu ideal ayam pada masa pertumbuhan.

Secara keseluruhan, sistem kendali suhu otomatis telah menunjukkan kinerja yang baik pada kondisi suhu tinggi. Aktivasi kipas berjalan sesuai logika program, dan penggunaan heat gun tidak diperlukan karena suhu lingkungan telah cukup tinggi. Pola ini membuktikan bahwa sistem dapat bekerja adaptif dan responsif, menjaga suhu kandang tetap dalam batas optimal untuk kenyamanan dan pertumbuhan ayam boiler.

b. Suhu Dibawah Normal

Hari	Suhu Normal℃	Suhu Rata-Rata℃	Kipas 1	Kipas 2	Heat Gun	Waktu Per Hari (Menit)
1-7	32-33	29	Off	Off	ON	21,99
8-14	30-31	27	Off	Off	ON	36,91
15-21	28-29	26	Off	Off	ON	24,89
22-28	26-27	25	Off	Off	ON	37,45
29-35	24-25	22,3	Off	Off	ON	32,86

Pengujian dilakukan dalam kondisi suhu lingkungan yang berada di bawah batas suhu ideal ayam boiler, yaitu di bawah 30°C. Berdasarkan data yang diperoleh, suhu rata-rata pada minggu ke-1 hingga minggu ke-5 berkisar antara 29°C hingga 22,3°C, yang termasuk dalam kategori suhu dingin bagi ayam pada berbagai tahapan usia. Dalam kondisi ini, sistem secara otomatis mengaktifkan heat gun, sementara kipas tetap dalam kondisi mati karena tidak dibutuhkan untuk pendinginan.

Waktu aktif heat gun per hari menunjukkan variasi sesuai dengan penurunan suhu lingkungan. Pada minggu pertama, heat gun menyala selama 21,99 menit, lalu meningkat signifikan menjadi 36,91 menit pada minggu kedua, saat suhu rata-rata turun menjadi 27°C. Durasi ini kemudian sedikit menurun pada minggu ketiga menjadi 24,89 menit, namun kembali meningkat pada minggu keempat dan kelima masing-masing menjadi 37,45 menit dan 32,86 menit. Pola ini menunjukkan bahwa sistem merespons penurunan suhu dengan sangat baik, menyesuaikan lama kerja heat gun berdasarkan suhu yang terdeteksi oleh sensor DHT22.

Secara keseluruhan, pengujian pada suhu di bawah normal membuktikan bahwa sistem kendali otomatis dapat bekerja dengan efisien dan responsif, mengaktifkan heat gun hanya saat dibutuhkan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa suhu di dalam kandang tetap terjaga sesuai standar kenyamanan ayam boiler, sehingga proses pertumbuhan tidak terganggu oleh suhu lingkungan yang terlalu rendah.

c. Kondisi Pagi Hari (06.00 – 10.00 WITA)

Hari	Suhu Normal	Suhu Rata-rata	Kipas 1	Kipas 2	Heat Gun	Waktu (Menit)
1-7	32-33°C	31,0°C	Off	Off	ON	12,60
8-14	30-31°C	28,8°C	Off	Off	ON	17,45
15-21	28-29°C	26,5°C	Off	Off	ON	18,70
22-28	26-27°C	25,2°C	Off	Off	ON	22,35
29-35	24-25°C	23,4°C	Off	Off	ON	26,90

Pengujian pada kondisi pagi hari dilakukan untuk mengamati respons sistem terhadap suhu lingkungan yang cenderung lebih rendah akibat minimnya pencahayaan matahari pada awal hari. Berdasarkan data yang diperoleh, suhu rata-rata pagi hari selama 5 minggu berturut-turut mengalami tren penurunan, dimulai dari 31,0°C pada minggu pertama, lalu menurun menjadi 28,8°C, 26,5°C, 25,2°C, dan 23,4°C pada minggu-minggu berikutnya. Penurunan suhu ini sesuai dengan kondisi alami pagi hari yang lebih sejuk, terutama di lingkungan kandang ayam yang tertutup.

Dalam kondisi ini, sistem secara otomatis mengaktifkan heat gun sebagai respons terhadap suhu yang berada di bawah rentang ideal. Durasi penyalaan heat gun pun meningkat seiring menurunnya suhu, mulai dari 12,60 menit pada minggu pertama hingga mencapai 26,90 menit pada minggu kelima. Sementara itu, kipas 1 dan kipas 2 tidak diaktifkan, karena suhu belum mencapai ambang atas yang memerlukan pendinginan.

Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian suhu mampu merespons kondisi pagi hari dengan baik dan bekerja secara adaptif terhadap suhu aktual. Aktivasi heat gun secara bertahap mengikuti tren penurunan suhu menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi otomatis, tetapi juga efisien dan selektif dalam penggunaan perangkat, menjaga kestabilan suhu ideal bagi ayam tanpa pemborosan energi.

d. Kondisi Siang Hari (11.00 – 15.00 WITA)

Hari	Suhu Normal	Suhu Rata-rata	Kipas 1	Kipas 2	Heat Gun	Waktu (Menit)
1-7	32-33°C	35,0°C	ON	ON	Off	11,10
8-14	30-31°C	33,7°C	ON	ON	Off	9,20
15-21	28-29°C	31,9°C	ON	ON	Off	11,85
22-28	26-27°C	30,6°C	ON	ON	Off	13,40

29-35	24-25°C	29,8°C	ON	ON	Off	14,75

Pengujian pada kondisi siang hari bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam merespons suhu lingkungan yang meningkat akibat paparan sinar matahari. Berdasarkan hasil pengamatan, suhu rata-rata siang hari cenderung tinggi, dimulai dari 35,0°C pada minggu pertama, lalu secara bertahap menurun ke 33,7°C, 31,9°C, 30,6°C, hingga 29,8°C pada minggu kelima. Seluruh nilai suhu ini berada di atas suhu ideal ayam boiler, yang mengharuskan sistem untuk melakukan pendinginan.

Sebagai respons, sistem secara otomatis mengaktifkan kipas 1 dan kipas 2, sedangkan heat gun tetap dalam keadaan off, karena suhu sudah melampaui batas atas kenyamanan ayam. Durasi kipas menyala bervariasi, disesuaikan dengan besar suhu rata-rata harian. Pada minggu pertama, kipas bekerja selama 11,10 menit per hari, lalu sedikit menurun menjadi 9,20 menit pada minggu kedua. Namun, pada minggu ketiga hingga kelima, waktu kerja kipas kembali meningkat hingga mencapai 14,75 menit per hari, menyesuaikan dengan kondisi suhu yang tetap tinggi.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan baik dan akurat dalam menyesuaikan perangkat pendingin berdasarkan suhu lingkungan. Aktivasi kipas yang tepat dan efisien pada siang hari menunjukkan sistem mampu mengendalikan suhu secara otomatis, menjaga suhu kandang ayam agar tetap berada dalam rentang aman dan nyaman. Hal iini penting dalam mencegah stres panas yang dapat mengganggu pertumbuhan ayam boiler.

e. Kondisi Malam Hari (18.00 – 22.00 WITA)

Hari	**Suhu Normal**	**Suhu Rata-rata**	**Kipas 1**	**Kipas 2**	**Heat Gun**	**Waktu (Menit)**
1-7	32-33°C	29,2°C	Off	Off	ON	15,85
8-14	30-31°C	27,0°C	Off	Off	ON	22,34
15-21	28-29°C	25,6°C	Off	Off	ON	26,10
22-28	26-27°C	24,4°C	Off	Off	ON	29,55
29-35	24-25°C	23,1°C	Off	Off	ON	33,40

Pengujian suhu malam hari dilakukan untuk mengetahui performa sistem pengendalian suhu otomatis saat suhu lingkungan berada di bawah ambang batas kenyamanan ayam boiler. Malam hari secara alami menyebabkan penurunan suhu akibat tidak adanya paparan sinar matahari. Berdasarkan data pengujian, suhu rata-rata malam hari menurun secara bertahap dari minggu ke minggu, mulai dari 29,2°C pada minggu pertama, hingga mencapai 23,1°C pada minggu kelima.

Menanggapi penurunan suhu ini, sistem secara otomatis mengaktifkan heat gun, sementara kipas 1 dan kipas 2 tetap dalam keadaan nonaktif. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu membaca kondisi suhu aktual dan mengaktifkan hanya perangkat yang dibutuhkan. Durasi kerja heat gun juga menunjukkan pola peningkatan, yaitu dari 15,85 menit per malam pada minggu pertama menjadi 33,40 menit per malam pada minggu kelima. Ini menunjukkan bahwa semakin rendah suhu malam hari, semakin lama waktu yang dibutuhkan sistem untuk memanaskan kandang.

Dari hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali suhu bekerja dengan efektif dan efisien dalam kondisi suhu malam hari. Aktivasi heat gun yang meningkat secara bertahap sesuai penurunan suhu menunjukkan bahwa sistem mampu beradaptasi secara otomatis, menjaga kestabilan suhu untuk mendukung kesehatan dan pertumbuhan ayam boiler selama masa pemeliharaan malam hari.

f. Pemakain Kipas dan Heat Gun ON 1 Periode Budidaya

Pada penggunaan utama berupa kipas dan heat gun selama satu periode budidaya ayam boiler, yaitu selama 35 hari. Pengamatan dilakukan secara berkala dalam tiga kondisi waktu utama: pagi, siang, dan malam, yang merepresentasikan perubahan suhu lingkungan harian secara alami. Pemakaian perangkat ini dikendalikan secara otomatis oleh sistem berbasis mikrokontroler, yang merespons data suhu dari sensor DHT22.

Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi sistem pengendali suhu otomatis, serta mengukur sejauh mana perangkat aktif sesuai kebutuhan. Dengan mengetahui pola aktifasi kipas dan heat gun, diharapkan sistem mampu menjaga suhu kandang tetap ideal tanpa pemborosan energi, serta memberikan kenyamanan termal yang optimal bagi ayam selama masa pertumbuhan.

1. Kondisi Saat Pagi dan Malam Heat Gun ON

umur ayam (Hari)	**Suhu Normal (°C)**	**Suhu Rata-rata**	**Kipas 1**	**Kipas 2**	**Heat Gun**	**Waktu Per Hari (Menit)**
1-7	32-33°C	29,2°C	Off	Off	ON	28,45
8-14	30-31°C	27,0°C	Off	Off	ON	39,79
15-21	28-29°C	25,6°C	Off	Off	ON	44,8
22-28	26-27°C	24,4°C	Off	Off	ON	51,9
29-35	24-25°C	23,1°C	Off	Off	ON	60,3

a). Hitung Total Waktu Selama 35 Hari (miniatur kandang ayam)

(28,45×7)+(39,79×7)+(44,80×7)+(51,90×7)+(60,30×7)

=199,15+278,53+313,60+363,30+422,10=1.576,68 menit

= 26 jam 16 menit

Umur Ayam (Hari)	**Suhu Normal (°C)**	**Suhu Rata - Rata (°C)**	**Kipas 1**	**Kipas 2**	**Heat Gun**	**WaktuPer Hari (jam)**
1 – 7	32 – 34	32**°C**	Off	Off	ON	24
8 – 14	31 – 33	31**°C**	Off	Off	ON	20
15 – 21	29 – 31	29**°C**	Off	Off	ON	16
22 – 28	27 – 30	27**°C**	Off	Off	ON	10
29 – 35	26 – 28	25 **°C**	Off	Off	ON	4

b). Hitung waktu total pemanas (*Medion ardhika bhakti,menejemen bording boiler*)

(24×7) + (20×7) + (16×7) + (10×7) + (4×7)

= 168 + 140 + 112 + 70 + 28 = 518 jam

Hasil perbandingan pemakaian heat gun dan heater selama 35 hari menunjukkan bahwa sistem pengendali suhu bekerja secara otomatis dan adaptif tetapi heater harus selalu di kontrol agar suhu pada kandang tidak melebihi 33°C pada minggu pertama. Berdasarkan data, suhu rata-rata harian terus mengalami penurunan dari minggu ke minggu, mulai dari 29,2°C pada minggu pertama hingga mencapai 23,1°C pada minggu kelima. Penurunan suhu ini mengharuskan sistem untuk mengaktifkan heat gun secara otomatis guna menjaga suhu tetap ideal bagi ayam broiler, terutama pada pagi dan malam hari. Sedangkang dengan menggunakan heater kandang harus dijaga dan di ukur secara bertahap untuk melontrok panas dari pemanas

Kondisi ini membuktikan bahwa sistem pengendali suhu yang dirancang mampu menjalankan fungsinya secara efisien dan tepat sasaran, dengan mengaktifkan perangkat hanya saat diperlukan. Selain itu, tidak adanya aktivasi kipas (karena suhu selalu di bawah ambang atas) semakin memperkuat bahwa sistem berfungsi selektif dan hemat energi.

Secara keseluruhan, penggunaan heat gun yang meningkat secara bertahap sejalan dengan penurunan suhu lingkungan menjadi indikator keberhasilan sistem dalam merespons kebutuhan suhu ayam boiler pada masa pertumbuhan. Sistem mampu menjaga kestabilan suhu secara otomatis tanpa intervensi manual, sehingga sangat mendukung efisiensi budidaya dan kenyamanan hewan ternak.

2. Kondisi Siang Kipas ON

Hari	**Suhu Normal**	**Suhu Rata-rata**	**Kipas 1**	**Kipas 2**	**Heat Gun**	**Waktu Per Hari (Menit)**
1-7	32-33°C	35,0°C	ON	ON	Off	11,10
8-14	30-31°C	33,7°C	ON	ON	Off	9,20
15-21	28-29°C	31,9°C	ON	ON	Off	11,85
22-28	26-27°C	30,6°C	ON	ON	Off	13,40
29-35	24-25°C	29,8°C	ON	ON	Off	14,75

a). Hitung Total Waktu Selama 35 Hari (miniatur kandang ayam)

(11,10×7)+(9,20×7)+(11,85×7)+(13,40×7)+(14,75×7)

=77,70+64,40+82,95+93,80+103,25

=422,10 menit

= 7 jam 2 menit

Umur Ayam (Hari)	Suhu Normal (°C)	Suhu Rata-rata	Kipas 1	Kipas 2	Heat Gun	Waktu hari (menit)
1–7	32–33	32 °C	ON	ON	Off	15
8–14	30–31	31°C	ON	ON	Off	30
15–21	28–29	29 °C	ON	ON	Off	60
22–28	26–27	29 °C	ON	ON	Off	60
29–35	25–26	28 °C	ON	ON	Off	120

b). Hitungan waktu Total kipas selama 35 hari (*Medion ardhika bhakti,menejemen bording boiler*)

(15×7) + (30×7) + (60×7) + (60×7) + (120)

= 210+420+840+840+1.680

= 3.990 jam

Pengujian pemakaian kipas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem pengendali suhu otomatis dapat merespons kondisi suhu tinggi yang umum terjadi pada siang hari. Berdasarkan data suhu rata-rata harian yang tercatat selama 35 hari masa budidaya, suhu lingkungan seringkali melampaui batas ideal ayam broiler, terutama pada minggu-minggu awal.

Respons otomatis sistem yang mengaktifkan kipas saat suhu naik, dan menonaktifkannya saat suhu mendekati normal, menunjukkan bahwa perangkat telah bekerja dengan efisien dan responsif. Hal ini juga membuktikan bahwa sistem tidak hanya mampu menjaga kenyamanan termal ayam secara otomatis, tetapi juga menghemat energi dengan

menghindari aktivasi perangkat yang tidak perlu. Di bandingkan dengan menggunakan ventilasi yang yang waktu kipas menyala yang cukup lama dengan menggunakan daya yang terkadang berlebihan hal ini dapat merugikan peternak ayam boiler.

Secara keseluruhan, pengujian ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan menangani suhu tinggi dengan baik, dan pemakaian kipas telah disesuaikan secara dinamis mengikuti perubahan suhu harian selama satu periode budidaya.

3. Kondisi lampu ON

a. Kondisi lampu pada kandang ayam miniatur

Umur (Hari)	Waktu Terang (Jam/hari)	Daya Listrik (kW)	Konsumsi Per Hari (kWh)	KonsumsiPer Minggu (kWh)	Total Waktu Pemakaian (Jam)
1-7	23 Jam	0,1 kW	2,3	16,1	23 × 7 = 161 jam
8-14	16 Jam	0,1 kW	1,6	11,2	16 × 7 = 112 jam
15-21	18 Jam	0,1 kW	1,8	12,6	18 × 7 = 126 jam
22-28	20 Jam	0,1 kW	2,0	14,0	20 × 7 = 140 jam
29-35	22 Jam	0,1 kW	2,2	15,4	22 × 7 = 154 jam

(23×7) + (16×7) + (18×7) + (20×7) + (22)

=161+112+126+140+154

=693 Jam

= 10 W = 0,01 kW

=0,01×693=6,93 kWh

B. Kondisi lampu pada kandang (*Medion ardhika bhakti,menejemen bording boiler*)

Umur Ayam (Hari)	Waktu Terang (Jam/hari)	Daya Listrik (W)	Konsumsi Per Hari (kWh)	KonsumsiPer Minggu (kWh)	Total Waktu Pemakaian (Jam)
1 – 7	23 jam	20	4,60	32,20	23 × 7 = 161 jam

8 – 14	16 jam	20	3,20	22,40	16 × 7 = 112 jam
15 – 21	18 jam	20	3,60	25,20	18 × 7 = 126 jam
22 – 28	20 jam	20	2,40	16,80	20 × 7 = 140 jam
29 – 35	22 jam	20	1.60	11,20	22 × 7 = 154 jam

(4,60×7)+(3,20×7)+(3,60×7)+(2,40×7)+(1,60×7)

=32,20+22,40+25,20+16,80+11,20

=107,80 kWh

Perbandingan antara dari alat yang dibuat dengan perbandingan dari peternak yang diberikan menunjukkan perbedaan pendekatan dalam menghitung konsumsi listrik lampu pada kandang ayam broiler sistem closed house selama satu siklus budidaya (35 hari). menggunakan daya listrik sebesar 0,1 kW atau 100 watt dan menghitung konsumsi berdasarkan asumsi total daya dari semua lampu. Dalam perhitusngan ini, konsumsi listrik per hari berkisar antara 1,6 kWh hingga 2,3 kWh, dengan total pemakaian per minggu antara 11,2 kWh hingga 16,1 kWh tergantung umur ayam dan durasi pencahayaan harian.

Sementara itu, pada kandang peternak daya lampu sebesar 20 watt dan didasarkan pada penggunaan 10 unit lampu (total 200 watt). Karena asumsi jumlah lampunya lebih besar, konsumsi listrik per hari dan per minggu dalam kandang peternak lebih tinggi, yakni antara 1,6 kWh hingga 4,6 kWh per hari, dan 11,2 kWh hingga 32,2 kWh per minggu. Selain itu, kedua kandang mencantumkan waktu pemakaian lampu total dalam jam per minggu, yang nilainya sama karena mengikuti waktu pencahayaan yang sama.

Secara keseluruhan, kandang peternak memberikan gambaran yang lebih realistis untuk kondisi kandang yang menggunakan beberapa lampu sekaligus, seperti yang umum digunakan dalam budidaya ayam broiler modern. Sedangkan kandang miniatur ini lebih cocok jika digunakan untuk simulasi sederhana atau untuk kandang skala kecil dengan daya lampu yang lebih sedikit. Maka dari itu, untuk perhitungan operasional yang akurat dan

estimasi biaya listrik secara keseluruhan, kandang peternak lebih direkomendasikan untuk skala kecil dan menengah.

g. Jumlah Pemakain Dalam 35 Hari

Peralatan	**Daya (Watt)**	**Lama Menyala (Jam)**	**Energi (kWh)**
Heat Gun	350 W	26,28 jam	0,35 × 26,28 = **9,20**
2 Kipas AC	440 W	7,04 jam	0,44 × 7,04 = **3,10**
Lampu 10W	10 W	693 jam	0,01 × 693 = **6,93**
Total	—	—	**19,23 kWh**

a). Heat Gu**n**

- Total waktu menyala dalam 35 hari = **1.576,68 menit = 26,28 jam**
- Daya = **350 W = 0,35 kW**

Energi=0,35×26,28=9,20 kWh

b). 2 Kipas

- Total waktu menyala selama 35 hari: 422,10 menit = 7,04 jam
- Daya total kipas: 0,44 kW

Energi = 0,44 × 7,04 = 3,10 kWh

c). Lampu 10 Watt

- Total menyala = 693 jam selama 35 hari
- Daya = 10 W = 0,01 kW

Energi=0,01×693=6,93 kWh

Berdasarkan hasil pengujian dan pencatatan konsumsi energi selama 35 hari budidaya ayam broiler, total energi yang digunakan oleh seluruh perangkat dalam sistem otomatisasi mencapai 19,23 kWh. Perangkat yang digunakan terdiri atas heat gun sebagai pemanas, dua unit kipas AC untuk pendingin, serta lampu LED sebagai penerangan kandang.

Penggunaan energi tertinggi berasal dari heat gun, yaitu sebesar 9,20 kWh. Hal ini menunjukkan bahwa sistem lebih banyak bekerja untuk menaikkan suhu kandang, terutama pada pagi dan malam hari, ketika suhu lingkungan cenderung berada di bawah normal.

Aktivasi heat gun yang cukup intensif ini merupakan respon sistem terhadap suhu rata-rata yang menurun dari minggu ke minggu, sejalan dengan kebutuhan termal ayam pada usia awal.

Lampu LED 10W, meskipun memiliki daya rendah, mencatat penggunaan energi sebesar 6,93 kWh akibat durasi nyala yang sangat lama, yaitu 693 jam selama 35 hari. Ini menunjukkan bahwa pencahayaan kandang juga memberikan kontribusi signifikan terhadap total konsumsi listrik, walaupun secara efisiensi energi tergolong rendah (hemat).dua unit kipas AC menyumbang konsumsi energi sebesar 3,10 kWh, dengan durasi menyala total selama 7,04 jam. Kipas hanya aktif saat suhu lingkungan melebihi ambang batas atas, yang umumnya terjadi di siang hari. Ini membuktikan bahwa sistem mengaktifkan perangkat pendingin secara selektif dan hanya pada saat dibutuhkan.

Secara keseluruhan,Perbandingan antara hasil penelitian miniatur dan simulasi sistem aktual menunjukkan perbedaan signifikan dari segi penggunaan daya listrik.pada penelitian menggunakan daya 0,1 kW (100 watt) dengan total konsumsi sekitar 72,3 kWh selama 35 hari. Sementara tabel simulasi menggunakan asumsi 10 lampu masing-masing 20 watt (200 watt total), menghasilkan konsumsi listrik sekitar 107,8 kWh untuk satu siklus budidaya.

Perbedaan ini disebabkan oleh skala sistem: penelitian menggunakan model miniatur, sedangkan pembanding mewakili kondisi nyata peternakan kecil-menengah. Meskipun pola pencahayaan mengikuti siklus umur ayam yang sama, besarnya konsumsi energi sangat bergantung pada jumlah dan daya lampu,penggunaan ventilasi dan pemanas yang di gunakan yang digunakan.Dengan demikian, penggunaan sistem otomatis pencahayaan seperti yang dirancang dalam penelitian efektif secara fungsional, namun perlu disesuaikan daya dan jumlah lampu jika diterapkan pada skala kandang sebenarnya untuk mendapatkan estimasi energi yang lebih akurat.

sistem berbasis mikrokontroler ini terbukti mampu bekerja secara efisien dan adaptif terhadap perubahan suhu lingkungan. Aktivasi perangkat dilakukan berdasarkan pembacaan

sensor suhu secara real-time, yang memungkinkan penghematan energi dibandingkan sistem konvensional yang bekerja terus-menerus tanpa kontrol otomatis. Selain itu, total konsumsi energi sebesar 19,23 kWh selama 35 hari tergolong efisien untuk skala budidaya kecil.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil rangkaian dan pengujian sistem secara keseluruhan dapatdisimpulkan dalam beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil merancang sistem kendali otomatis yang mampu mengatur suhusecara real time pada kandang ayam boiler.dengan mempertahankan suhu yang dipengaruhi oleh suhu luar kandang ayam jika suhu luar naik maka suhu dalam kandang ayam juga naik,jika suhu luar turun maka suhu dalam kandang juga turun jika suhu kandang ayam melebihi 33°Cpada siang hari maka secara otomatis kipas 1 dan kipas 2 akan menyala selama untuk memasukkan udara dan mengengeluarkan udara selama 14,75 menit hingga suhu menurun ke 24°C,jika suhu dalam kandang ayam 23,1°C pada pagi hari maka heat gun akan menyala selama 26,90 menit untuk menaikkan suhu hingga 24°C.
2. Secara keseluruhansistem ini dapat meningkatkan efisiensi pemeliharaan,dengan penggunaan listrik yang hemat yakni 19,23 kWh untuk 1 siklus budidaya ayam boiler dan mengurangi ketergantungan pada kontrol manual,dan memberikan lingkungan yang lebih stabil bagi pertumbuhan ayam.jika dibandingkan dengan sistem manual yang menggunakan konsumsi daya yang lebih besar yakni 107,80 kWh.

B. Saran

Dalam pembuatsn alat ini terdapat beberapa kelemahan pada sistem.saran untuk pengembangan alat ini kedepanya diharapkan pengembangan yang menggunakan pengontrolan aplikasi dan database sebagai penyimpan data agar data sebelumnya dapat diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, M. M. (2014). Kontrol refrigerasi dan tata udara kelas XI semester 3.

Fahmi, M. (2018). *Mikrokontroler Arduino untuk Pemula dan Mahir*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

Hartono, (2020). *Penerapan Sensor DHT22 dan BH1750 dalam Sistem Monitoring Lingkungan*. Bandung: Informatika.

Hartono, D., & Fahmi, M. (2020). *Integrasi Sensor BH1750 dan DHT22 untuk Kendali Lingkungan Otomatis*. Bandung: Informatika Publishing House.

Herawati, S. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Ruangan Bagian Pembukuan Berbasis Web Meggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, *13*(1), 18-33.

Iksal, I., Suherman, S., & Sumiati, S. (2018, November). Perancangan Sistem Kendali Otomatisasi On-Off Lampu Berbasis Arduino dan Borland Delphi. In *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Informasi| SNARTISI* (Vol. 1).

Kusumawati, D., & Wiryanto, B. A. (2020). Perancangan Bel Sekolah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Avr Atmega 328 Dan Real Time Clock Ds3231. *Jurnal Elektronik Sistem Informasi Dan Komputer*, *4*(1), 13-22.

Mansyur, M. F. (2018). Rancangan Bangun Sistem Kontrol Otomatis Pengatur Suhu dan Kelembapan Kandang Ayam Broiler Menggunanakan Arduino. *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*, *1*(1), 28-39.

Mansyur, M. F. (2018). Rancangan Bangun Sistem Kontrol Otomatis Pengatur Suhu dan Kelembapan Kandang Ayam Broiler Menggunanakan Arduino. *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*, *1*(1), 28-39.

Muhtar, M. (2018). Kendali suhu dan karbon dioksida pada closed housebroiler berbasis bluetooth & pid. *JREC (Journal of Electrical and Electronics)*, *6*(2), 81-90.

Nugroho, M., & Astuti, F. Y. (2021). Analisis Kelayakan Usaha Peternakan Ayam Pedaging. *Jurnal Manajemen Dayasaing*, *23*(1), 59-72.

Pambudi, A. D. (2024). *Sistem Otomasi Suhu dan Kelembaban Greenhouse Berbasis Arduino*. Yogyakarta: ResearchGate Preprint.

Rachmat, D., & Puspita, H. (2020). Pembuatan Alat Penstabil Suhu Pada Modem Berbasis Mikrokontroler Avr Atmega 8535. *Jurnal: Industri Elektro dan Penerbangan*, *7*(3).

Rahmawati, S. (2022). *Sistem Monitoring dan Kontrol Rumah Walet Berbasis ESP8266*. Tarakan: Universitas Borneo Tarakan Press.

Rangkuti, A. N. (2016). Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, PTK, dan penelitian pengembangan.

Renita, V. (2017). *Strategi program pembinaan kemandirian bagi warga binaan pemasyarakatan dalam proses reintegrasi sosial di lembaga pemasyarakatan terbuka klas II B Jakarta* (Bachelor's thesis, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Dakwah dan Ilmu Komunikasi, 2017).

Safitri, E., & Plumeriastuti, H. (2023). Ayam Broiler, Aspek Fisiologi Reproduksi dan Patologinya.

Saputra, A. A. (2016). Analisis Pengelasan Friction Welding Magnesium AZ31 Menggunakan Aplikasi Thermografi.

Saputro, A. H., & Priambodo, A. (2023). *Prototype Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Intensitas Cahaya pada Tanaman Cabai Berbasis IoT*. Jakarta: Universitas Indraprasta PGRI.

Septryanti, A., & Permana, E. S. (2020). Pengaman Pintu Rumah Berbasis Sensor Sidik Jari Dan Magnetic Sensor. *Journal of Coumputer Engineering, System and Science*, *5*(2), 306-307.

Suandhi, K., Aryawan, I. G. N. A., & Putra, I. B. G. W. (2021). *Monitoring Iklim Mikro Greenhouse dengan Sensor DHT22 dan BH1750 Berbasis Arduino*. Denpasar: Universitas Udayana.

Supatmi, S. (2011). Pengaruh sensor LDR terhadap pengontrolan lampu. *Majalah Ilmiah UNIKOM*.

Sutanto, A. (2019). *Sistem Kendali Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Yogyakarta: Andi Publisher.

Wibowo, S. (2021). *Pengembangan Alat Pendingin Otomatis dengan Sensor DHT22 dan Arduino Uno*. Tangerang: Jurnal Informatika, Universitas Pamulang.

Wijaya, R. (2021). *Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Rumah Pintar Berbasis Arduino*. Surabaya: Deepublish.