

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1 Peternakan Ayam**

Peternakan ayam merupakan bidang usaha yang sangat penting untuk dikembangkan, selain pertumbuhannya yang relatif cepat, peternakan ayam sangat berperan dalam memenuhi gizi masyarakat yang semakin meningkat. Terutama yang bersumber dari protein hewani (Sholikha, 2022). Selain membawa manfaat yang sangat penting, dalam pengelolaan peternakan ayam membutuhkan modal yang cukup besar. Dari segi pembuatan kandang dan pemeliharaannya, serta pemeliharaan ayam itu sendiri. Berdasarkan perolehan data dari Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur tahun 2020, produksi daging ayam mengalami peningkatan pada tahun 2018. Produksi pada tahun 2017 yaitu 270.881.906 Kg, pada tahun 2018 menjadi 348.820.173 Kg (Eka Pratiwi dan Suprapti, 2022). Hal ini menandakan bahwa benar adanya keperluan untuk meningkatkan kualitas perkembangan pada peternakan ayam seiring bertambahnya kebutuhan masyarakat. Mengingat bahwa dalam proses pengelolaan peternakan ayam membutuhkan modal yang cukup besar, peternakan ayam biasanya menginginkan agar dalam proses peternakan cenderung mengeluarkan biaya yang relatif murah dan dengan hasil keuntungan yang cukup besar (Sholikha, 2022). Penggunaan Inkubator sebagai alternatif dalam proses penetasan telur memungkinkan untuk menekan biaya yang dikeluarkan dalam proses penetasan telur. Karena peternak tidak akan lagi membutuhkan induk ayam untuk mengerami telur, melainkan cukup meletakkan telur tersebut pada inkubator dengan kapasitas yang cenderung bisa lebih banyak dibandingkan yang bisa di

erami oleh induk ayam. Dan dengan resiko kegagalan penetasan yang lebih kecil dibandingkan menggunakan indukan ayam.

### **2.1.2 Kegagalan Penetasan Telur**

Peternakan ayam juga sama seperti bidang usaha lainnya yang memiliki resiko. Salah satu resiko yang mungkin dialami oleh peternakan ayam adalah kegagalan dalam proses penetasan telur (Suyudi dkk, 2022). Kegagalan proses ini dapat diakibatkan dari berbagai macam hal, salah satunya adalah faktor cuaca, ataupun faktor dari kesehatan indukan ayam yang mengerami telur. Cuaca sangat berperan dalam proses penetasan telur karena telur membutuhkan suhu dan kelembapan tertentu agar dapat menetas dengan baik. Suhu antara 37° hingga 39° dan kelembapan udara pada 50% sampai 60% adalah standar yang dibutuhkan pada proses penetasan telur (Amin dkk. 2023). Jika kondisi cuaca buruk, maka suhu dan kelembapan akan terpengaruh dan pada akhirnya bisa mengakibatkan kegagalan proses penetasan telur. Dengan menggunakan inkubator penetas telur sebagai penurun resiko kegagalan penetasan telur, dan melibatkan konsep *Internet of Things*, diharapkan proses monitoring dan controlling dalam penetasan telur dapat dilakukan dengan lebih mudah.

### **2.1.3 Internet of Things (IoT)**

Internet of Things adalah konsep pada pengembangan sistem teknologi yang pada dasarnya merujuk pada banyaknya device yang saling terhubung menggunakan internet dan saling berbagi data, bertujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, serta bertukar data melalui perangkat lain (Selay dkk. 2022). Konsep ini secara dasar bertujuan untuk meminimalisir interaksi antar manusia atau manusia ke komputer. Pada penelitian ini, ada beberapa komponen

yang digunakan dalam perancangan sistem inkubator penetas telur ini, yaitu *sensor*, *gateway*, *aktuator* dan *cloud*.

#### 2.1.3.1 *Sensor*

Sensor adalah sebuah perangkat yang berfungsi sebagai pendeteksi perubahan pada besaran fisik seperti gaya, tekanan, listrik, gerakan, cahaya, suhu, kelembapan, kecepatan, dan lainnya. Sensor yang akan digunakan pada sistem inkubator penetas telur ini adalah sensor suhu, kelembapan, gerakan, dan ultrasonik. Sensor suhu dan kelembapan berfungsi sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan yang berada di dalam inkubator. Suhu dan kelembapan akan disesuaikan dengan kebutuhan sehingga suhu dan kelembapan tetap stabil dan terjaga. Sensor gerakan berfungsi sebagai pendeteksi gerakan jika ada telur yang berhasil menetas. Sehingga peternak bisa mengetahui disaat telur sudah berhasil menetas. Sensor ultrasonik berfungsi sebagai pendeteksi volume air yang akan digunakan di dalam inkubator. Jika volume air sudah berada pada angka bawah, data tersebut dikirimkan ke aktuator pompa air untuk mengisi air yang ada di dalam inkubator.

#### 2.1.3.2 *Gateway*

Gateway adalah perangkat yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat satu dan perangkat lainnya. Gateway yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai pengirim data dari masing-masing sensor, preprocessing dan pemfilteran data yang akan dikirimkan kepada cloud.

### *2.1.3.3 Aktuator*

Aktuator adalah perangkat yang digunakan sebagai penggerak atau pengendali suatu komponen atau sistem. Pada penelitian kali ini, beberapa aktuator akan digunakan seperti pompa air yang akan mengisi air di dalam inkubator jika volume wadah air yang ada di dalam inkubator sudah menyentuh angka minimum, dan motor dc yang akan menggerakkan wadah telur dengan interval tertentu sehingga telur yang berada di dalam inkubator bisa mendapatkan suhu dengan merata.

### *2.1.3.4 Cloud*

Cloud adalah sebuah penyedia sumber daya komputasi yang berfungsi sebagai penyimpanan data, jaringan, dan perangkat lunak melalui internet. Cloud computing yang akan digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai penyimpanan data yang akan dikirimkan oleh mikrokontroler melalui jaringan Wi-Fi dan selanjutnya akan ditampilkan pada perangkat yang digunakan sebagai monitoring dari sistem yang akan dirancang.

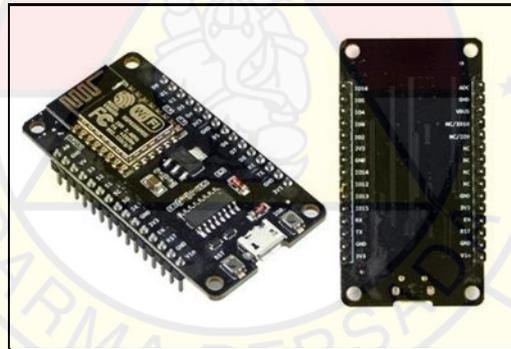
## **2.1.4 Inkubator Penetas Telur**

Inkubator penetas telur merupakan alat alternatif yang bisa digunakan dalam proses penetasan telur. Proses penetasan telur menggunakan indukan ayam sangat bergantung kepada sang induk dan cuaca serta kelembapan udara yang berubah-ubah. Perubahan ini akan menyebabkan penetasan telur terganggu dan hanya bisa menetas dengan persentase 50% sampai 60% saja (Amin dkk. 2023) Penggunaan inkubator penetas telur menawarkan efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan induk hewan ternak dalam proses penetasan telur. Dari segi waktu, biaya, dan persentase keberhasilan penetasan telur.

## 2.1.5 Peralatan Analisa

### 2.1.5.1 Mikrokontroler (NodeMCU)

NodeMCU merupakan sebuah board elektronik yang biasa digunakan untuk kebutuhan peralatan dalam bidang *Internet of Things*. Board ini bersifat *opensource* yang terdiri dari hardware berupa chip. Board ini memiliki beberapa jenis di pasaran. Dua tipe yang sangat laris di pasaran saat ini adalah tipe ESP-32 dan ESP8266. Mikrokontroler ini memiliki keunggulan berupa kemampuan untuk menjalankan fungsi koneksi internet Wi-Fi, sehingga jika ingin mengirimkan data kepada platform-platform IoT yang saat ini sudah banyak beredar, mikrokontroler ini sangat cocok untuk digunakan. Penelitian kali ini akan menggunakan mikrokontroler ESP8266 sebagai mikrokontroler utama.



Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP8266  
(Prasetya, Sumaryana, dan Sudiarjo 2024)

*NodeMCU* memiliki 11 pin digital dan 1 pin analog input. Mulai dari pin D0 sampai dengan D8, lalu dengan pin SD2 dan SD3. Serta memiliki sepasang pin TX dan RX yang bisa digunakan untuk berkomunikasi dengan host lain. TX berfungsi untuk mengubah sinyal informasi menjadi sinyal radio dan mentransmisikannya. Sementara RX berfungsi untuk menerima sinyal radio serta mengubahnya kembali ke sinyal informasi. Pelabelan nomor pin pada

mikrokontroler ini tidak sama dengan nomor pin GPIO (*General Purpose Input Output*) yang tertera pada panduan penggunaan. Berikut tabel nomor pin GPIO pada mikrokontroler ESP8266 :

*Tabel 2. 1 Label nomor pin ESP8266*

<b>Nama pin pada NodeMCU ESP8266</b>	<b>Nomor pin internal GPIO ESP8266</b>
D0	GPIO16
D1	GPIO5
D2	GPIO4
D3	GPIO0
D4	GPIO2
D5	GPIO14
D6	GPIO12
D7	GPIO13
D8	GPIO15
RX	GPIO3
TX	GPIO1
SD2	GPIO9
SD3	GPIO10

Beberapa pin GPIO digunakan saat proses booting, jadi dalam penggunaan pin pada mikrokontroler ini tidak bisa sembarangan. Kesalahan dalam penggunaan pin akan mengakibatkan gagalnya proses booting pada sistem. Sebagai contoh pin GPIO6 sampai dengan GPIO11 tidak tertera pada tabel dikarenakan pin ini terhubung langsung ke chip flash pada board tersebut. Penggunaan pin yang aman

digunakan jika ingin menghubungkan ke perangkat relay adalah pin GPIO1, GPIO3, GPIO4, GPIO5, GPIO9, GPIO10, GPIO16.

#### 2.1.5.2 Mikrokontroler (Arduino)

Arduino merupakan salah satu mikrokontroler populer yang beredar di pasaran. Sama seperti *NodeMCU*, Arduino juga bersifat *opensource* yang terdiri dari hardware berupa chip. Namun sayangnya mikrokontroler ini belum memiliki module Wi-Fi dalam proses pekerjaannya sehingga jika ingin mengirim data melalui internet, mikrokontroler ini harus didampingkan dengan module Wi-Fi. Sama seperti mikrokontroler lainnya.



Gambar 2. 2 Arduino UNO  
(Saputra Dinata dan Rahayu 2021)

Arduino memiliki beberapa jenis yang beredar di pasaran. Seperti Arduino UNO, Due, Mega, Leonardo, Fio, Lilypad, Nano, dan Micro. Pada umumnya Arduino UNO merupakan Arduino yang paling sering digunakan karena jenis ini sangat direkomendasikan bagi pemula. Versi terakhir dari mikrokontroler ini adalah Arduino UNO R3. Ditenagai oleh microchip ATMEGA328 dan menggunakan kabel data USB type A ke USB type B dalam penggunaannya. Dalam penelitian ini, mikrokontroler ini akan menjadi mikrokontroler pendamping yang akan

digunakan. Dikarenakan pin yang ada pada mikrokontroler ESP8266 tidak cukup banyak untuk bisa digunakan.

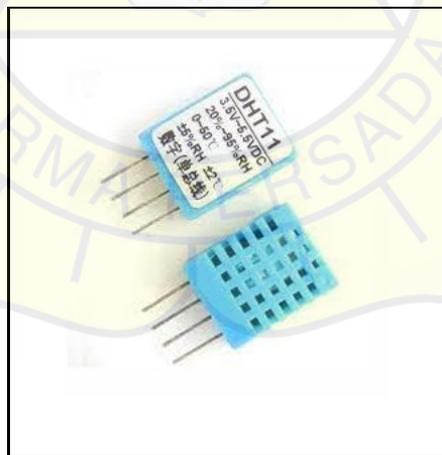
*Tabel 2. 2 Tabel pin Arduino*

<b>Nomor pin pada Arduino</b>	<b>Fungsi</b>
0 (RX)	Pin serial penerimaan data
1 (TX)	Pin serial pengiriman data
2	Pin PWM digital input & output
3	Pin PWM analog input & output
4	Pin PWM digital input & output
5	Pin PWM analog input & output
6	Pin PWM analog input & output
7	Pin PWM digital input & output
8	Pin PWM digital input & output
9	Pin PWM analog input & output
10	Pin PWM analog input & output
11	Pin PWM analog input & output
12	Pin PWM digital input & output
13	Pin LED digital
A0	Pin analog input
A2	Pin analog input
A3	Pin analog input
A4	Pin analog input
A5	Pin analog input

3,3V	Power (+)
5V	Power (+)
Ground	Ground (-)
10 (SS)	Pin install bootloader
11 (MOSI)	Pin install bootloader
12 (MISO)	Pin install bootloader
13 (SCK)	Pin install bootloader
Reset	Pin install bootloader

### 2.1.5.3 Sensor Suhu dan Kelembapan (DHT11)

Sensor DHT11 adalah sensor yang memiliki modul pendeteksi suhu dan kelembapan pada suatu ruangan. Sensor ini pada umumnya terdapat fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembapan yang akurat.



*Gambar 2. 3 DHT11*  
(Saputra Dinata dan Rahayu 2021)

Sensor ini memiliki 2 jenis tipe yang beredar di pasaran. Tipe pertama menggunakan 3 pin dan tipe kedua menggunakan 4 pin. Tidak ada perbedaan pada

kedua tipe tersebut. Pada model 4 pin, pin nomor 1 merupakan tegangan input (VCC), berkisar 3V sampai dengan 5V. pin nomor 2 adalah keluaran data. Pin nomor 3 adalah pin *Normally Close* yang tidak digunakan. Dan pin nomor 4 adalah *Ground*. Untuk model 3 pin, versi ini hanya menghilangkan pin *Normally Close*. Pada penelitian kali ini, sensor ini akan digunakan sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan di dalam inkubator. Sensor ini akan mengirimkan data kepada mikrokontroler yang selanjutnya akan diproses dan ditampilkan pada serial monitor atau pada platform IoT yang akan digunakan.

#### 2.1.5.4 Sensor Gerakan PIR (*Passive Infrared Receiver*)

Sensor *PIR (Passive Infrared Receiver)*, adalah sensor untuk pendeteksi adanya gerakan. Sensor ini mendeteksi sinar infra merah dari objek. Sesuai dengan namanya, yaitu *Passive Infrared Receiver*, sensor ini hanya bisa menerima pancaran sinar infra merah tanpa bisa memancarkan sinar tersebut. Sensor ini memiliki 3 pin. Pin pertama sebagai pin tegangan sumber (VCC) berkisar antara 3V sampai 5V. Pin kedua adalah keluaran data (output). Pin ketiga adalah pin *Ground*. Output yang dikeluarkan oleh sensor ini adalah logika 0 dan 1. Logika 0 adalah disaat sensor tidak mendeteksi adanya gerakan, dan logika 1 adalah disaat sensor mendeteksi adanya gerakan. Umumnya sensor ini memiliki jangkauan pembacaan hingga 5 meter. Sensor ini memiliki pengaturan untuk jeda waktu dan sensitivitas. Pengaturan jeda waktu bisa diatur untuk mengatur durasi pulsa high saat gerakan terdeteksi dan gerakan berakhir. Pengaturan sensitivitas digunakan sebagai pengatur sensitivitas pembacaan pada sensor. Sensitivitas juga bisa diatur menurut jarak pembacaan hingga kurang lebih 7 meter.



*Gambar 2. 4 Sensor PIR*  
(Prasetya, Sumaryana, dan Sudiarjo 2024)

Dalam penelitian ini, sensor PIR akan digunakan sebagai pendeteksi adanya gerakan pada telur yang akan ditetaskan. Jika telur berhasil menetas, maka secara otomatis akan terdeteksi adanya gerakan dari anakan ayam yang selanjutnya data gerakan tersebut akan ditampilkan ke serial monitor atau pada platform IoT yang akan digunakan, serta data tersebut akan disimpan sebagai record dari inkubator.

#### *2.1.5.5 Sensor Ultrasonik*

Sensor ultrasonik merupakan perangkat sensor yang digunakan sebagai pendeteksi jarak pada suatu objek. Sensor ini memiliki 4 pin dalam penggunaannya, yaitu pin tegangan sumber (VCC) berkisar antara 3V dan 5V, pin *Trigger* sebagai pin pemantul pulsa ultrasonik, pin *Echo* sebagai penerima pantulan kembali, dan pin *Ground*. Cara kerja dari sensor ini adalah dengan cara memantulkan sinyal pulsa ultrasonic yang dikeluarkan dan menerima pantulan tersebut kembali yang selanjutnya akan diproses jarak pantulan dari sinyal tersebut. Sensor ultrasonik yang paling populer saat ini adalah tipe HCSR04. Sensor ini bisa mengukur jarak suatu objek mulai dari 2-450cm. Sensor ini mengadopsi sistem navigasi seekor kelelawar yang mengeluarkan bunyi ultrasonik. Bunyi tersebut akan terpantulkan kembali dan diterima oleh sistem pendengaran kelelawar yang tajam.



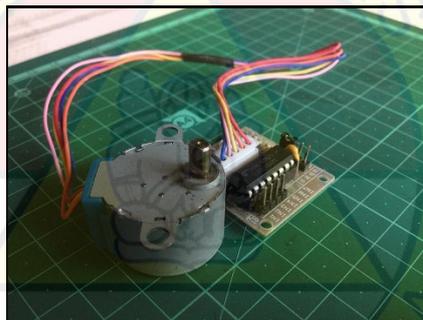
*Gambar 2. 5 Sensor Ultrasonik HC-SR04  
(Ardiliansyah dkk. 2021)*

Dalam penelitian ini, sensor ultrasonik akan digunakan sebagai pendeteksi jarak level air yang akan diletakkan di dalam inkubator. Wadah air yang digunakan akan berfungsi sebagai pendukung kelembapan yang ada di dalam inkubator. Inkubator tidak boleh kering, sehingga inkubator memiliki kelembapan yang cukup pada saat proses penetasan telur. Sensor ini akan memantulkan sinyal kepada permukaan air yang ada di wadah air di dalam inkubator dan selanjutnya sinyal akan dipantulan kembali, dan data yang diperoleh akan diolah kembali menggunakan dukungan hitungan tinggi wadah air, sehingga level air pada wadah air bisa terdeteksi. Wadah air di dalam inkubator akan terisi otomatis ketika level air sudah berada pada level bawah. Menggunakan bantuan pompa air yang akan memompa air dari wadah stok air yang berada di luar inkubator. Sehingga user hanya perlu mengisi wadah stok air yang berada di luar inkubator.

#### *2.1.5.6 Motor Stepper DC dengan modul ULN2003*

Motor stepper merupakan aktuator penggerak yang akan digunakan pada penelitian ini, motor ini memiliki modul ULN2003 yang berfungsi sebagai pengatur gerakan pada motor. Cara kerja motor stepper adalah dengan menggunakan roda bergerigi dan elektromagnet untuk mendorong roda berputar satu langkah pada satu

waktu. Setiap pulsa *HIGH* yang dikirim akan memberikan perintah pada kumparan, menarik gigi yang paling dekat dengan roda bergerigi dan memutar motor dalam peningkatan sudut yang tepat dan tetap yang disebut sebagai step. Urutan pulsa yang dikirimkan akan menentukan arah dari putaran motor. Frekuensi pulsa akan menentukan kecepatan dari putaran motor. Banyaknya pulsa yang dikirimkan akan menentukan seberapa jauh motor akan berputar. Motor stepper yang menggunakan modul ULN2003 ini memiliki 6 pin. 1 pin berfungsi untuk tegangan sumber (VCC) yang berkisar antara 3V sampai 5V. 1 pin berfungsi sebagai *Ground*. Lalu 4 pin lainnya berfungsi sebagai data keluaran (output) yang mengatur setiap sisi kumparan dari motor tersebut.



*Gambar 2. 6 Motor Stepper dengan modul ULN2003*  
(Saputra Dinata dan Rahayu 2021)

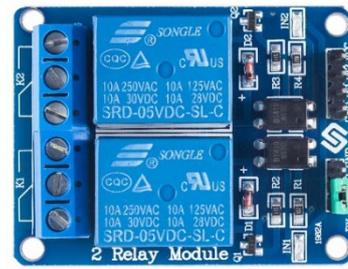
Pada penelitian ini, motor stepper akan digunakan sebagai pemutar dari wadah telur yang akan digunakan di dalam inkubator. Bertujuan agar telur bisa mendapatkan kehangatan di dalam inkubator secara merata. Pemutaran motor akan diatur untuk mendapatkan interval waktu yang tepat untuk wadah telur yang akan diputar.

#### 2.1.5.7 Relay

Relay merupakan perangkat yang berfungsi sebagai pengontrol perangkat listrik. Perangkat ini bekerja dengan cara menyambungkan atau memutuskan aliran listrik tergantung dari arus listrik yang diterima. Relay yang digunakan pada penelitian *Internet of Things* umumnya memiliki 2 tipe. Tipe pertama adalah *Low Trigger Relay*, dimana jika tidak ada arus listrik yang diterima atau arus listrik yang diterima kecil, maka relay akan menyambungkan aliran listrik. Dan jika ada arus listrik yang diterima atau arus listrik yang diterima tinggi, maka relay akan memutuskan aliran listrik. Sebaliknya, tipe kedua adalah *High Trigger Relay*, dimana jika tidak ada aliran listrik yang diterima atau aliran listrik yang diterima kecil, maka relay akan memutuskan arus listrik. Dan jika ada aliran listrik yang diterima atau aliran listrik yang diterima besar, maka relay akan menyambungkan aliran listrik. Cara penggunaan dari kedua relay tersebut tergantung dari tipe relay dan program yang ditanamkan pada mikrokontroler. Relay yang saat ini populer di pasaran juga memiliki 2 tipe channel. Yang pertama hanya memiliki 1 channel dan yang kedua memiliki 2 channel. Tidak ada perbedaan diantara keduanya dalam cara penggunaan. Perbedaan dari hal tersebut hanya dari banyaknya channel yang digunakan.



*Gambar 2. 7 Relay 1 Channel*  
(Amin dkk. 2023)



*Gambar 2. 8 Relay 2 Channel*  
(Prasetya, Sumaryana, dan Sudiarjo  
2024)

Pada penelitian ini, relay akan difungsikan sebagai penyambung dan pemutus arus listrik pada lampu pijar, kipas angin, dan pompa air. Parameter yang digunakan untuk lampu pijar adalah ketika suhu di dalam inkubator rendah, maka relay pada lampu pijar akan menyambungkan arus listrik untuk menghidupkan lampu pijar untuk memberi kehangatan di dalam inkubator. Parameter yang digunakan untuk kipas angin adalah ketika kelembapan terlalu tinggi, maka relay akan menyambungkan arus listrik kepada kipas angin dan kipas angin akan hidup untuk mengurangi kelembapan yang ada di dalam inkubator. Sedangkan parameter yang akan digunakan untuk pompa air adalah ketika level air di wadah air di dalam inkubator berada pada level rendah, maka relay akan menyambungkan arus listrik ke pompa air dan pompa air akan hidup untuk mengisi air di wadah air yang berada di dalam inkubator.

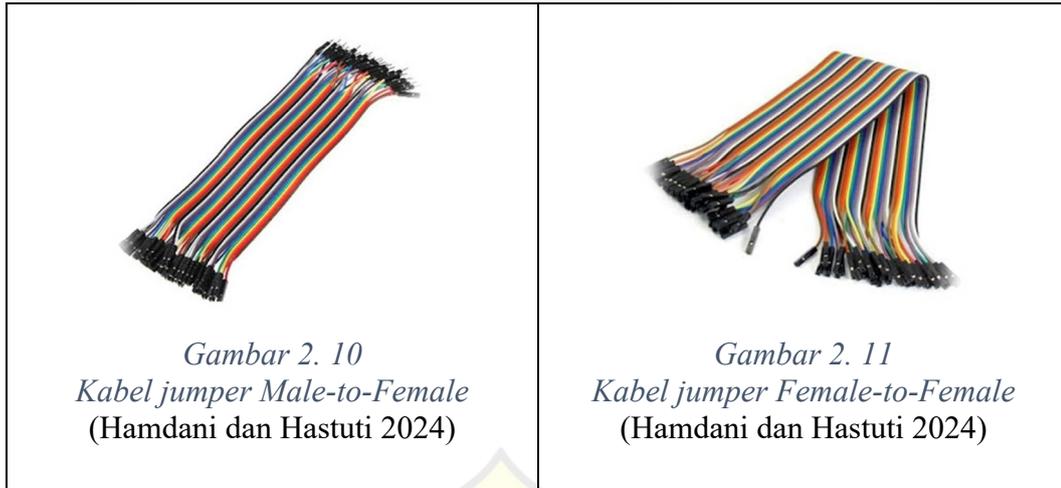
#### *2.1.5.8 Kabel Jumper*

Kabel jumper merupakan penghubung yang mempunyai pin konektor pada setiap ujungnya. Memungkinkan untuk mengkoneksikan dua komponen tanpa solder. Kabel jumper memiliki 3 jenis yang ada di pasaran. Yaitu tipe Male-to-Male, Male-to-Female, Female-to-Female. Penggunaan dari setiap jenis kabel

jumper tergantung dari mikrokontroler dan sensor yang digunakan. Seperti contoh jika menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266*, maka ujung dari kabel jumper yang dibutuhkan untuk mikrokontroler ini adalah tipe Female, dan jika sensor yang digunakan sensor ultrasonik HCSR04, maka ujung dari kabel jumper yang dibutuhkan adalah tipe Female, jadi penghubung dari dua komponen tersebut adalah kabel jumper dengan tipe Female-to-Female. Dalam penjualan kabel jumper ini memiliki warna yang banyak. Warna dari kabel jumper terdiri dari warna hitam, coklat, merah, orange, kuning, hijau, biru, ungu, abu-abu, dan putih. Satu strip penjualan kabel jumper memiliki 10 warna yang berbeda. Tidak ada fungsi khusus pada setiap warna. Perbedaan warna hanya berfungsi sebagai pembeda antara kabel satu dan yang lainnya. Panjang dari kabel jumper yang dijual di pasaran juga berbeda-beda. Berkisar antara 10cm sampai 40cm. Sama seperti warna kabel jumper, panjang kabel jumper juga tidak memiliki fungsi khusus.



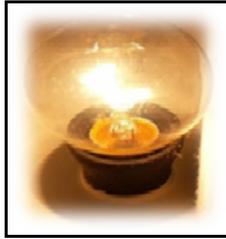
*Gambar 2. 9 Kabel jumper Male-to-Male*  
(Hamdani dan Hastuti 2024)



Pada penelitian ini, kabel jumper akan digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler, sensor, relay, serta aktuator.

#### 2.1.5.9 Lampu Pijar

Lampu pijar atau yang sering dikenal dengan nama lampu bohlam ini adalah cahaya buatan yang diperoleh dari penyaluran arus listrik melewati filamen yang memanaskan. Jadi, selain berfungsi sebagai sumber cahaya, lampu pijar ini bisa difungsikan sebagai pemanas pada ruangan. Berbeda dengan lampu LED yang hanya berfungsi sebagai sumber cahaya, namun suhu yang dikeluarkan tidak bisa seperti layaknya lampu pijar yang bisa digunakan sebagai pemanas. Lampu pijar yang akan digunakan pada penelitian ini akan difungsikan sebagai pemanas di dalam inkubator. Untuk memberikan suhu yang cukup pada saat proses penetasan telur.



*Gambar 2. 12 Lampu pijar  
(Iqbal dan Candra 2023)*

#### *2.1.5.10 Kipas*

Kipas angin merupakan perangkat yang bisa membantu dalam penanganan sirkulasi udara agar lebih baik. Selain berfungsi sebagai sirkulasi udara, kipas angin juga bisa dimanfaatkan sebagai penurun suhu ruangan yang berlebih. Dalam penelitian kali ini, kipas angin akan dimanfaatkan sebagai pendukung kestabilan suhu dan kelembapan di dalam inkubator. Dalam penggunaannya, kipas angin akan dihubungkan dengan relay, kipas akan menyala berdasarkan suhu dan kelembapan yang ada di dalam inkubator. Dan kipas akan mati secara otomatis jika suhu dan kelembapan di dalam inkubator telah sesuai.



*Gambar 2. 13 Kipas angin  
(Amin dkk. 2023)*

### *2.1.5.11 Pompa Air*

Dalam penyesuaian suhu dan kelembapan yang berada di dalam inkubator, selain menggunakan lampu pijar dan kipas angin, perlu adanya wadah air untuk membantu penyesuaian kelembapan. Wadah air yang diletakkan di dalam inkubator akan membantu penyesuaian kelembapan yang ada di dalam inkubator. Tetapi air yang ada di wadah tersebut akan habis seiring waktu. Maka dari itu, wadah air perlu diisi ulang saat air sudah habis pada wadahnya. Peran pompa air adalah sebagai pengisi air pada wadah air tersebut agar wadah air tidak pernah kering. Wadah air yang ada di dalam inkubator akan diisi secara otomatis tergantung level air yang ada pada wadah air tersebut. Menggunakan sensor ultrasonik, level air akan di deteksi secara otomatis, jika level air sudah berada pada level bawah, maka mikrokontroler akan menghidupkan pompa air melalui relay dan selanjutnya air akan diisi secara otomatis sampai batas level air tertentu. Jika level air sudah menyentuh batas atas, maka pompa air akan otomatis mati kembali. Dalam penggunaannya, pompa air ini menggunakan tegangan antara 3V sampai 5V.



*Gambar 2. 14 Pompa air  
(Ardiliansyah dkk. 2021)*

### 2.1.6 Software Editor (Arduino IDE)

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*), merupakan salah satu software editor yang biasa digunakan untuk membuat sketch pemrograman pada board mikrokontroler yang ingin di program. Software ini bisa memodelkan rancangan dari berbagai rangkaian, menguji rangkaian dengan kemungkinan komponen dengan melakukan analisis AC / DC atau transient (Mahanin Tyas dkk. 2023).

### 2.1.7 Unified Modeling Language (UML)

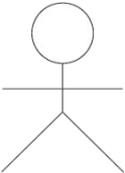
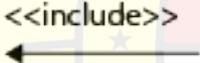
Unified Modeling Language (UML) adalah teknik diagram standar yang merepresentasikan grafis yang cukup komprehensif untuk memodelkan proyek dari pengembangan sistem apa pun.

Diagram ini dibagi menjadi dua kategori: *struktur* dan *perilaku*. Diagram struktur mencakup *composire structure*, *component*, *deployment*, *package*, *object*, dan *class diagram*. Diagram perilaku mencakup *use case*, *protocol state machine*, *behavior stats machine*, *timing*, *interaction overview*, *communication*, *sequence*, dan *activity diagram*. Pada penelitian ini, perancangan sistem akan direpresentasikan menggunakan *use case* dan *activity diagram*.

#### 2.1.7.1 Use Case Diagram

Use case diagram merupakan salah satu model diagram Unified Modeling Language (UML) yang mendefinisikan interaksi sistem dan aktor. Use case dapat mendefinisikan interaksi antara pengguna dan sistem. Penjelasan dari diagram ini bisa dilihat pada tabel dibawah.

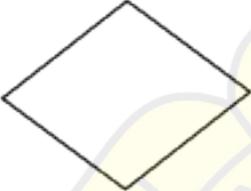
Tabel 2. 3 Simbol dan keterangan use case diagram

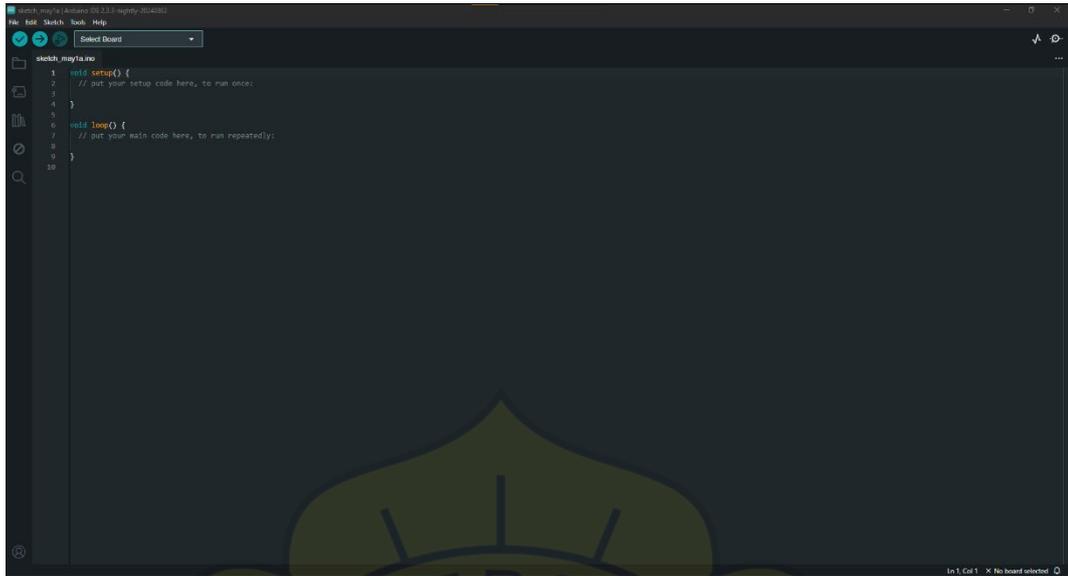
Simbol	Keterangan
	Aktor : Mewakilkkan peran seseorang, sistem lainnya, atau merupakan alat saat berkomunikasi dengan use case
	Use case : Abstraksi juga interaksi antara aktor dan sistem
	Association : Abstraksi penghubung antar aktor menggunakan use case
	Generalisasi : Memperlihatkan spesialisasi aktor yang bisa berpartisipasi dengan use case
	Memperlihatkan bahwa sebuah use case semuanya merupakan fungsionalitas dari use case lain
	Memperlihatkan bahwa sebuah use case memiliki tambahan fungsionalitas dari use case lain bila suatu kondisi telah terpenuhi

### 2.1.7.2 Activity Diagram

Activity diagram merupakan salah satu dari beberapa jenis diagram Unified Modeling Language (UML) yang menggambarkan aktifitas atau proses-proses yang terjadi pada sebuah sistem. Runtutan proses dari sistem digambarkan secara vertikal. Penjelasan dari diagram ini bisa dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2. 4 Simbol dan keterangan activity diagram

Simbol	Nama	Keterangan
	Status awal	Status awal dari sebuah diagram aktivitas
	Aktivitas	Aktivitas sistem yang biasanya diawali dengan kata kerja
	Percabangan / Decision	Percabangan untuk pilihan aktivitas yang lebih dari satu
	Penggabungan / Join	Penggabungan dimana ada aktivitas yang lebih dari satu lalu digabungkan menjadi satu
	Status Akhir	Status akhir dari sistem.
	Swimlane	Pemisah yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi



Gambar 2. 15 Tampilan awal software Arduino IDE

Software ini berguna untuk mengedit, membuat, mengupload ke board yang digunakan. Software ini dilengkapi dengan *library C/C++*, yang membuat operasi *input* serta *output* menjadi lebih mudah. Saat pertama kali membuka software ini, tampilan awal akan langsung terlihat dua buah fungsi yang sudah tertulis, yaitu *void setup(){}* dan *void loop(){}*. Void setup merupakan fungsi yang akan menjalankan program sebanyak satu kali yang ditulis di dalam kurung kurawal. Sedangkan void loop merupakan fungsi yang akan menjalankan program yang ada di dalam kurung kurawal secara berulang sampai sumber power dimatikan. Beberapa sintak umum yang biasa digunakan dalam software ini adalah // (1 baris komentar), /\* \*/ (2 baris komentar), {} (kurung kurawal), dan ; (titik koma). Sintak // (1 baris komentar) digunakan untuk memberikan komentar atau catatan dalam satu baris kode. Sintak /\* \*/ (2 baris komentar) digunakan untuk memberikan komentar atau catatan dalam satu atau lebih baris kode. Sintak {} berfungsi untuk mendefinisikan blok pada

program dimulai dan berakhir, dan juga digunakan untuk fungsi dan pengulangan. Syntak ; digunakan untuk mengakhiri setiap kode yang ditulis. Berikut tabel menu yang lain yang ada pada software *Arduino IDE* :

*Tabel 2. 5 Tabel menu software Arduino IDE*

<b>Menu</b>	<b>Fungsi</b>
Verify	Menu ini digunakan untuk meng- <i>compile</i> atau memverifikasi sketch coding apakah ada kesalahan dari kode tersebut atau tidak.
Upload	Menu ini digunakan untuk memasukan program yang telah ditulis ke dalam board mikrokontroler yang digunakan.
★ New	Menu ini digunakan untuk membuat objek baru atau membuat <i>sketch</i> yang baru.
Open	Menu ini digunakan untuk membuka projek yang sudah pernah dibuat yang telah disimpan.
Save	Menu ini digunakan untuk menyimpan projek yang sedang dibuat untuk digunakan di waktu lain.
Serial Monitor	Menu ini digunakan untuk menampilkan program yang telah dibuat.

### 2.1.8 Library

Library merupakan kumpulan kode yang telah dibuat sebelumnya dan disusun menjadi sebuah modul yang dapat digunakan kembali. Dengan tujuan untuk mempermudah atau mempersingkat program. Library bisa digunakan tergantung dari sensor-sensor yang digunakan. Seperti *DHT Sensor Library* yang digunakan untuk sensor suhu dan kelembapan seperti DHT11 dan DHT22. Library dapat diinstal melalui menu *Library Manager* yang ada pada software Arduino IDE. Selain itu, library juga dapat diinstal melalui file internal di dalam directory computer berupa folder yang telah di compress menjadi ekstensi .zip. Masing-masing sensor memiliki library tersendiri. Dalam penelitian ini, beberapa library akan digunakan berdasarkan sensor-sensor yang digunakan.

#### 2.1.8.1 DHT Sensor Library

*DHT Sensor Library* merupakan library yang diterbitkan oleh *Adafruit*. Library ini digunakan untuk mempermudah proses pemrograman terhadap sensor suhu dan kelembapan yang biasa diimplementasikan pada sensor DHT11 atau DHT22. Untuk menggunakan library ini, maka library ini harus di deklarasikan dengan cara menulis `#include "DHT.h"`, lalu secara otomatis library ini sudah bisa digunakan.

#### 2.1.8.2 Library ESP8266WiFi.h

Library *ESP8266WiFi.h* merupakan library yang digunakan pada mikrokontroler ESP8266. Library ini memungkinkan user dapat menghubungkan board mikrokontroler ke jaringan Wi-Fi dengan cara menuliskan SSID dan password dari jaringan Wi-Fi yang ingin dihubungkan. Dengan cara ini, maka program bisa dikirimkan melalui internet ke platform IoT yang diinginkan. Untuk

menggunakan library ini, maka library ini harus di deklarasikan dengan cara menulis `#include <ESP8266WiFi.h>`, lalu secara otomatis library ini sudah bisa digunakan.

#### 2.1.8.3 Library *AccelStepper*

Library *AccelStepper* merupakan library yang digunakan pada motor DC 5V. Library ini memungkinkan untuk mengontrol pergerakan motor DC yang akan digunakan. Pada umumnya motor DC 5V ini di damping dengan modul ULN2003 dalam proses pekerjaannya. Dengan menggunakan library ini, maka user dapat menggunakan fungsi-fungsi yang ada pada library ini seperti *setMaxSpeed* untuk mengatur kecepatan maksimum dari motor DC, *setAcceleration* untuk mengatur percepatan langkah per detik, *setSpeed* untuk mengatur kecepatan langkah per detik, *moveTo* untuk menggerakkan motor searah jarum jam, dan fungsi-fungsi lainnya. Untuk menggunakan library ini, maka library ini harus di deklarasikan dengan cara menulis `#include <AccelStepper.h>`, lalu secara otomatis library ini sudah bisa digunakan.

#### 2.1.8.4 Library *NewPing.h*

Library *NewPing.h* merupakan library yang biasa digunakan pada sensor ultrasonik untuk mengukur jarak suatu objek. Dengan menggunakan library ini, maka sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak suatu objek. Pada penelitian kali ini, sensor ultrasonik akan dimanfaatkan untuk mengukur ketinggian air pada wadah air yang akan diletakkan di dalam inkubator. Untuk menggunakan library ini, maka library ini harus di deklarasikan dengan cara menulis `#include <NewPing.h>`, lalu secara otomatis library ini sudah bisa digunakan.

## 2.2 Kajian Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai perancangan inkubator penetas telur berbasis *Internet of Things* telah lama dilakukan dan hasil dari perancangan tersebut juga telah banyak di publikasikan. Berikut tinjauan studi yang mendukung penelitian ini :

Tabel 2. 6 Tabel Kajian Penelitian Terdahulu

1	Peneliti	Iqbal dan Candra
	Judul Penelitian	Rancang Bangun Alat Incubator Telur Otomatis Berbasis Internet Of Things (IOT) Menggunakan Wemos D1 R1
	Tahun	2023
	Model Mikrokontroler	Wemos D1 R1
	Hasil	Komparasi kelembaban berada dalam kisaran 0,1% sampai 1,0% pada inkubator. Perbedaan suhu 0,3°C dan 0,4°C. Sensor PIR berhasil mendeteksi semua gerakan yang ada di pada inkubator. Perangkat dapat dipanaskan atau didinginkan dengan kisaran 36°C sampai 38°C. Saat kelembaban di bawah 55% atau melebihi 60%, gadget berhasil mengirimkan notifikasi. interface online berhasil menampilkan informasi serupa dengan layar LCD pada inkubator. Dalam penelitian ini, 83,3% telur berhasil menetas, dan 16,7% tidak berhasil menetas.
2	Peneliti	Agustian Yulanda

	Judul Penelitian	Rancang Bangun Inkubator Telur Berbasis IoT Dengan Sumber Daya Listrik Dari Panel Surya
	Tahun	2023
	Model Mikrokontroler	Node MCU ESP8266
	Hasil	Pengujian Sensor DHT22 menunjukkan sensor berhasil mengukur suhu dan kelembaban dengan akurat. Perbedaan suhu antara sensor DHT22 dan Temperatur HTC-2 memiliki selisih error kurang lebih 0,58%. Dapat disimpulkan bahwa sistem inkubator berbasis IoT berfungsi dengan baik, dan memberikan pengontrolan yang efisien dan akurat dalam penggunaannya.
3	Peneliti	Hamdani dan Hastuti
	Judul Penelitian	Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Smart Inkubator Telur Ayam Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Esp8266 Dan Modul Timer Delay Relay (TDR)
	Tahun	2024
	Model Mikrokontroler	Node MCU ESP8266
	Hasil	Dalam merancang dan membangun sistem Monitoring inkubator ini digabungkan dengan system aplikasi Blynk yang dapat diakses melalui handphone, sistem kontrol ini menggunakan Esp8266 yang mengambil data dari sensor

		<p>DHT11 yang akan dikirimkan ke NodeMCU dan output dari pembacaan sensor itu akan digunakan untuk mengontrol relay yang difungsikan sebagai saklar dari lampu bohlam. Dan Modul TimerDelay Relay (TDR) ini digunakan untuk mengontrol Motor servo sebagai pembolak-balik telur. Dari Perancangan dan pembangunan Inkubator ini memiliki tingkat keberhasilan yang masih tergolong sedang karena dari pengujian penulis awal penetasan dengan jumlah 18 telur yang ditetaskan ada sekitar 3 telur yang pecah diawal karena adanya sistem kinerja pembolakbaliknya yang kurang sempurna. Sehingga jumlahnya tinggal 15 telur yang ditetaskan dan berhasil menetas 10 karena bebeapa sudah ada yang menetas sebelum waktunya atau kurang dari 20 hari.</p>
4	Peneliti	Sari, Achmady, dan Qadriah
	Judul Penelitian	Sistem Monitoring Incubator Penetasan Telur Berbasis NodeMCU Dan Bot Telegram
	Tahun	2022
	Model Mikrokontroler	Node MCU ESP8266
	Hasil	Perancangan sistem Monitoring Incubator Penetasan Telur yang dapat dikontrol melalui

		telegram berhasil dimonitoring dari jarak jauh dimanapun dan kapanpun. Perangkat keras yang digunakan yaitu NodeMCU, Sensor Dht11, Relay Module, Kipas, Lampu Piajr, Kabel Jumper. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan yaitu Bot Telegram dan Arduino IDE.
5	Peneliti	Prasetia, Sumaryana, dan Sudiarjo
	Judul Penelitian	Sistem Monitoring Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Bebek Menggunakan Modul NodeMCU 8266 Yang Terintegrasi Dengan Aplikasi Blynk
	Tahun	2024
	Model Mikrokontroler	Node MCU ESP8266
	Hasil	Perancangan inkubator penetas telur berbasis iot berfungsi dengan baik. Mulai dari hari ke 27 telur menetas dengan presentase 73,3%. Alat ini berhasil memberikan efektivitas monitoring dalam proses penetasan telur dari jarak jauh. NodeMCU 8266 berfungsi sebagai mikrokontroler, sensor DHT 22 untuk membaca suhu dan kelembapan, dan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan.