

BAB I PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan kandang sangat penting dilakukan bagi peternak seperti lokasi, desain, dan peralatan yang diperlukan di dalam kandang untuk meningkatkan produktivitas dan memberikan kenyamanan sehingga ayam yang dipelihara di dalam kandang mendapatkan pertumbuhan yang baik (Risna et al., 2022). Salah satu jenis kandang yang efisien dalam hal biaya operasional adalah kandang tipe *open-house*. Namun demikian sistem kandang *open-house* juga memiliki kekurangan yaitu kandang yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dari luar terutama di Indonesia dengan iklim tropis dan perubahan cuaca sangat ekstrim.

Kondisi lingkungan di kandang ayam sangat berpengaruh terhadap kesehatan ayam, terutama jika terjadi kesalahan atau keterlambatan dalam penanganannya (Putu et al., 2021). Apabila suhu dan kelembapan tidak ditangani berdasarkan standar yang sudah ditetapkan maka akan mengganggu pertumbuhan ayam dan mempengaruhi produktivitas kandang (Fathurrahmani et al., 2019). Selain itu, pemberian cahaya dilakukan dengan manajemen yang kurang baik maka akan mengganggu aktivitas dan metabolisme (Sadi & Liat Nuhon, 2022). Proses fisiologi dan tingkah laku ayam juga dipengaruhi oleh banyaknya pemberian cahaya (Lunardi & Fahrudin Husen, 2023). Pemasangan sistem pemantauan menjadi salah satu langkah meminimalkan efek ini (Putu et al., 2021).

Sistem Pemantauan dirancang untuk melakukan pemantauan secara berkelanjutan dengan kinerja suatu sistem, jaringan, atau proses. Sistem pemantauan berfokus untuk memberikan deteksi, pelaporan, dan respon perubahan yang terjadi dalam lingkungan yang diamati (Zhang et al., 2020). Salah satu solusi teknologi yang dapat digunakan untuk pemantauan lingkungan adalah *Internet of Things* (IoT), yang menghubungkan perangkat fisik dan memungkinkan pertukaran data *real-time*. Penerapan teknologi IoT menawarkan solusi inovatif yang memungkinkan peternak untuk memantau kondisi kandang secara *real-time* dengan menggunakan sensor-sensor yang terhubung ke jaringan IoT (Prasetya et al., 2024). Selain itu, penelitian oleh (Chen et al., 2017) menekankan perlunya kalibrasi yang tepat untuk memastikan akurasi sensor dalam berbagai kondisi lingkungan.

Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Lingkungan Secara *Real-Time* di Kandang Ayam *Open-House*, Fakultas Peternakan, Universitas an untuk merancang dan mengimplementasikan alat pemantauan f *Things* (IoT). Sistem ini dirancang untuk mengukur suhu, nsitas cahaya secara *real-time* di kandang ayam tipe *open-house*. uk memantau perubahan parameter lingkungan yang terjadi serta ur pengiriman data secara *daring*. Selain itu, kalibrasi dilakukan ata yang dihasilkan oleh alat pemantauan memiliki akurasi yang



1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Merancang dan membuat sistem pemantauan lingkungan berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk merekam dan mengirimkan data suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya secara *real-time* di kandang ayam *open-house*, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin.
2. Memantau data secara jarak jauh melalui internet dan mengkalibrasi sensor untuk memastikan akurasi pengukuran.

1.2.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah membantu dalam pengembangan teknologi pemantauan lingkungan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memudahkan pemantauan suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya di dalam kandang ayam *open-house*, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin sehingga pengelolaan lingkungan menjadi lebih terkontrol dan efisien.

1.4 Landasan Teori

1.4.1 Kandang Ayam *Open-House*

Kandang open house banyak digunakan di Indonesia karena biaya pembangunannya yang terjangkau bagi peternak skala kecil maupun rumahan (Laili et al., 2022). Kandang ini memanfaatkan ventilasi alami dari angin serta cahaya matahari untuk pencahayaan di dalam kandang. Namun, kelemahan utama kandang *open-house* adalah ketergantungannya pada kondisi lingkungan luar. Indonesia memiliki cuaca yang cukup ekstrem dan berubah-ubah, sehingga kondisi di dataran rendah cenderung panas dengan angin kencang, sedangkan di dataran tinggi suhu lebih dingin dengan kelembapan yang tinggi (Tamalluddin, 2012).

Perubahan lingkungan yang tidak menentu dapat mempengaruhi kenyamanan ayam dalam kandang open house. Cuaca yang tidak mendukung berkontribusi terhadap penurunan produksi dan meningkatnya angka kematian akibat suhu dan kelembapan yang tidak stabil (Pakage et al., 2020). Kesulitan dalam mengontrol perubahan suhu dan kelembapan ini berdampak negatif pada fisiologi ayam, mengurangi asupan pakan, serta kemampuan ayam dalam menghilangkan panas tubuh, yang berisiko terhadap kesehatannya (Martindah, 2020).



Real-Time

adalah proses pengawasan langsung dan berkelanjutan terhadap suhu, kelembapan, atau lingkungan, dengan pengumpulan serta penyajian data

secara aktual atau mendekati waktu nyata (Rahman, 2023). Sistem ini dirancang untuk memantau secara kontinu, mendeteksi, melaporkan, dan merespons perubahan pada lingkungan yang diamati (Zhang et al., 2020). Pemantauan mencakup aspek perangkat keras, perangkat lunak, keamanan, dan ketersediaan layanan. Data dikumpulkan secara *real-time* menggunakan sensor atau perangkat pemantau, kemudian dianalisis untuk memberikan wawasan mendalam tentang kinerja sistem, memprediksi potensi masalah, dan mendukung pengambilan keputusan yang efektif. Dalam bidang peternakan, khususnya pada kandang unggas, pemantauan *real-time* berperan penting dalam menjaga kondisi lingkungan tetap optimal. Parameter seperti suhu, kelembapan, ventilasi dan pencahayaan harus dikontrol secara berkelanjutan untuk memastikan kesejahteraan ternak. Selain itu, pengendalian parameter ini juga dapat meningkatkan efisiensi energi serta produktivitas peternakan (Sitaram et al., 2018).

1.4.3 Internet of Things (IoT)

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah banyak diterapkan dalam sistem pemantauan *real-time* di kandang ayam. IoT memungkinkan sensor untuk terhubung secara *online* dan mengirimkan data secara *real-time* ke platform yang dapat diakses peternak, sehingga meningkatkan efisiensi dan responsivitas terhadap perubahan kondisi lingkungan (Usamah, 2023). Penerapan IoT memberikan manfaat signifikan, seperti memantau parameter lingkungan secara *real-time*, mengurangi risiko kerusakan akibat kondisi yang tidak sesuai serta meningkatkan efisiensi operasional. Data dari berbagai sensor yang terpasang memungkinkan pengambilan keputusan berbasis informasi yang akurat. Aplikasi mobile memberikan akses mudah ke data, memungkinkan peternak untuk memantau kondisi tanpa harus berada di lokasi, sehingga menjaga kesehatan dan kesejahteraan ayam secara optimal serta mengurangi risiko penyakit akibat lingkungan yang tidak ideal (Manshor et al., 2019). Implementasi sistem IoT berbasis ESP32 memungkinkan pengiriman data ke database melalui jaringan internet. Data dapat dipantau secara *real-time* melalui antarmuka web yang mudah diakses. Teknologi ini mengatasi keterbatasan metode konvensional yang memerlukan pemantauan fisik, sehingga meningkatkan efisiensi dan produktivitas peternakan ayam dengan menjaga kualitas lingkungan hidup ayam (Alfaridli et al., 2023).

1.4.4 Mikrokontroler NodeMCU ESP32

Mikrokontroler NodeMCU ESP32 sangat berguna sebagai server web dan untuk pekerjaan *real-time* (Allafi & Iqbal, 2017). NodeMCU ESP32 adalah mikrokontroler sistem *on-chip* yang membutuhkan daya rendah dan berbiaya murah (Fabregat et al., 2020).

ESP32 adalah unit kendali mikro (mikrokontroler) yang diluncurkan oleh Espressif Systems (ramytha, 2022). Keandalan NodeMCU ESP32 terletak pada daya frekuensi (RF) yang terbaik serta kegunaannya dalam berbagai aplikasi (Sri et al., 2019). Penggunaan mikrokontroler ESP32 telah banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT berbiaya rendah (Babiuch et al., 2019). ESP32 memiliki prosesor mikro 32-bit dual-core Tensilica Xtensa LX6 yang bekerja pada 240 MHz. Sistem ini menyediakan RAM internal sebesar 520 KiB,



Optimized using
trial version
www.balesio.com

namun hampir semua board berbasis ESP32 dilengkapi dengan modul SRAM eksternal yang memperluas kapasitas memorinya (Michon et al., 2020).



Gambar 1. Mikrokontroller ESP32 (Savitri & Paramytha, 2022)

Secara umum, ESP32 merupakan penerus dari ESP8266. Modul ini menawarkan peningkatan signifikan dibandingkan pendahulunya, baik dari sisi jumlah GPIO yang mencapai 36 jalur, konektivitas Wi-Fi yang lebih cepat, hingga dukungan terhadap Bluetooth 4.2 dan Bluetooth Low Energy (BLE). Selain itu, ESP32 juga dilengkapi dengan fitur-fitur lanjutan seperti pin sentuh kapasitif, modulasi sinyal PWM pada berbagai GPIO, serta antarmuka komunikasi yang lebih fleksibel, seperti UART, I2C, SPI dan lainnya yang dapat dikonfigurasi secara bebas melalui kode program berkat fitur *multiplexing*. Oleh karena itu, ESP32 menjadi pilihan yang tepat untuk proyek IoT yang membutuhkan sumber daya dan fleksibilitas lebih tinggi (Fezari et al., 2019). Perbedaan Mikrokontroller ESP32 dengan mikrokontroler lain dapat di lihat pada tabel 1

Tabel 1. Perbedaan Mikrokontroller ESP32 dengan mikrokontroller yang lain (Fezari et al., 2019b; Pi, 2021; Sokop et al., 2016).

Parameter	Arduino UNO	ESP8266	ESP32	Raspberry Pi Pico
GPIO	14 digital, 16 analog	17 GPIO	36 GPIO	26 GPIO
CPU	ATmega328P @ 16MHz	Tensilica L106 @ 80–160MHz	Dual-core Xtensa LX6 @ 240MHz	Dual-core Cortex-M0+ @ 133MHz
Tegangan	5V	3.3V	3.3V – 5V	1.8V – 3.3V
SRAM	2 KB	96 KB RAM	520 KB SRAM	264 KB SRAM
Arsitektur	AVR -8 bit	Xtensa 32-bit	Xtensa 32-bit	ARM Cortex-M0+ 32-bit
Flash Memori	32 KB	4 MB	4 MB	2 MB
ADC/DAC	6 kanal 10-bit/Tidak ada	1 kanal 10-bit/Tidak ada	Hingga 18 kanal 12-bit/2 kanal 8-bit	3 kanal 12-bit/Tidak ada
	Tidak ada	Ya (802.11 b/g/n)	Ya (802.11 b/g/n)	Tidak ada
	Tidak ada	Tidak ada	Ya (BLE + Classic)	Tidak ada



USB	USB-B	micro-USB	micro-USB	1x micro-USB (Device)
Komunikasi Antarmuka	UART, SPI, I2C	UART, SPI, I2C, PWM	UART, SPI, I2C, PWM, I2S, CAN, SDIO	UART, SPI, I2C, PWM, PIO

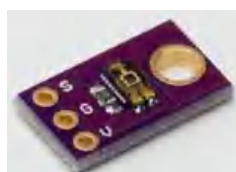
1.4.5 Sensor BME280 dan TEMT6000

Modul sensor BME280 merupakan kombinasi dari pendeteksi parameter kelembapan udara, tekanan udara, dan temperatur udara (Suprihanto et al., 2023). Sensor digital ini telah dikalibrasi oleh pabrik. Berdasarkan dokumentasi teknisnya, resolusi pengukuran suhu adalah 0,01°C, akurasi maksimum pengukuran kelembapan mencapai 3%, dan akurasi pengukuran tekanan sekitar 1 hPa. BME280 mendukung antarmuka *Serial Peripheral Interface* (SPI) dan *Inter-Integrated Circuit* (I2C), serta dapat diberi suplai tegangan input antara 1,71 V hingga 3,6 V untuk suplai tegangan sensor (VDD) dan 1,2 V hingga 3,6 V untuk suplai antarmuka (VDDIO). Pengukuran sensor dapat dikontrol oleh pengelola atau disajikan secara berkala. Pada saat sensor dimatikan, pemakaian arus akan menurun sampai dengan 0,1 μ A. Pada fitur antarmuka I2C, terdapat *pin Serial Clock* (SCL), *Serial Data* (SDA), tegangan *input* (VIN), dan *ground* (GDN) (Sari et al., 2023).



Gambar 2. Sensor BME280 (Suprihanto et al., 2023).

Sensor TEMT6000 atau *TEMT6000 ambient light sensor* merupakan sensor untuk mengidentifikasi banyaknya cahaya dengan sudut ketajaman < 60 derajat semakin banyak intensitas cahaya yang diterima, maka semakin besar tegangan pada signal pin. Sensor bekerja pada spektrum tampak (390–700 nm). Sensor cahaya TEMT6000 mempunyai luas permukaan tangkap 2,45 x 2,00 mm dengan sudut tangkap 60°. Sensor TEMT6000 dapat dimanfaatkan sebagai luxmeter dengan hasil pembacaan paling efektif pada tegangan keluaran 4 volt sampai 5 volt. Sensor TEMT6000 memiliki waktu respon 15ms (Arachman & Antony, 2023).



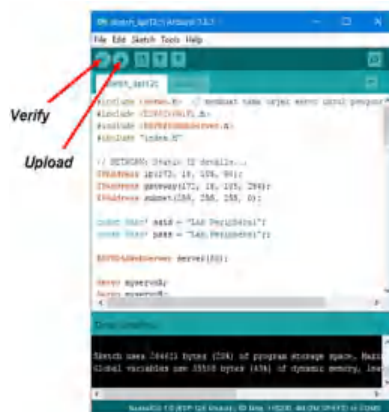
Gambar 3. Sensor TEMT6000 (Ptak et al., 2019)

1.4.6 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan software yang beroperasi mencatat kode program, *debugger* kode program dan *compiler* program. Dimana file hasil *compile* akan ditulis ke *chip* Arduino sehingga Arduino dapat berfungsi secara mandiri (Suprianto et al., 2019). Arduino dirancang untuk para pemula bahkan yang tidak mempunyai dasar bahasa pemrograman sama sekali sebab platform ini memakai bahasa C++ yang sudah diintegrasikan melalui *library*. Arduino memanfaatkan software *processing* yang dioperasikan untuk menulis program kedalam Arduino. *Processing* sendiri adalah kumpulan antara bahasa C++ dan Java. Software Arduino dapat diunduh di beberapa *operating system* (OS) seperti: LINUX, MacOS dan Windows (Arifin et al., 2016).

Program yang ditulis dengan memanfaatkan software Arduino IDE dikatakan sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis pada suatu editor teks dan dicadangkan dalam bentuk file dengan ekstensi *.ino*, yang bertujuan menyajikan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan software Arduino IDE, menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan (Endra et al., 2019).

- Verify/Compile*, bertujuan untuk memeriksa *sketch* yang dihasilkan ada kesalahan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan, maka sintaks yang dihasilkan akan dikumpulkan menjadi bahasa mesin. Pada software Arduino IDE, terdapat *message box* berwarna hitam.
- Upload*, bertujuan mendistribusikan program yang sudah dikompilasi ke Arduino Board.



Gambar 4. Tampilan Software Arduino IDE (Endra et al., 2019)



Optimized using
trial version
www.balesio.com

InfluxDB dan Grafana

Platform yang memfasilitasi pengguna untuk memanfaatkan data tanpa persyaratan mengunduh perangkat lunak tambahan, dengan aplikasi browser. Melalui sistem *client-server*, pengguna antarmuka melalui web browser (*client*), sedangkan pemrosesan

data dan logika aplikasi terjadi di server (Ali et al., 2020). Kelebihan utama dari sistem ini adalah tingkat kemudahan akses yang tinggi, memungkinkan pengguna untuk terkoneksi dari berbagai lokasi dengan jaringan internet, menyediakan kerja jarak jauh (Maududy & Nursyamsi, 2023).

Grafana adalah platform sumber terbuka untuk pemantauan, analisis, dan visualisasi data, dilengkapi dengan server web yang memungkinkan akses dari mana saja. Ini adalah perangkat lunak gratis di bawah lisensi Apache 2.02 yang memungkinkan pengguna membuat grafik dan dashboard berbasis waktu. Sebagai platform sistem operasi yang independen, Grafana juga merupakan alat penting untuk membuat *alert*. Grafana memiliki API HTTP yang lengkap, menjadikannya sangat efisien. Platform ini memungkinkan pembuatan dashboard dan grafik dari berbagai sumber, termasuk basis data deret waktu seperti Graphite, InfluxDB, serta MySQL (Cheddadi et al., 2020).

Data yang dikirimkan dari kontroler ESP32 disimpan di *cloud*, dalam hal ini dipasang secara lokal pada basis data InfluxDB. Grafana menawarkan platform bagi peneliti dan insinyur untuk mengakuisisi, menganalisis dan memvisualisasikan informasi penting secara grafis. Selain itu, Grafana dapat terhubung ke berbagai basis data lokal dan server web termasuk InfluxDB. Platform ini juga menyediakan dashboard waktu nyata dan dapat membagikan data melalui tautan publik. Data yang disimpan di *cloud* dapat digunakan untuk analisis lebih mendalam. Proses menghubungkan sistem ke basis data InfluxDB dan *cloud* Grafana mengikuti langkah-langkah berikut (Cheddadi et al., 2020):

1. Terhubung ke akses poin menggunakan SSID dan kata sandi melalui ponsel, tablet atau komputer pribadi.
2. Konfigurasi basis data dengan Grafana. Kontroler kemudian terhubung ke akses poin menggunakan Wi-Fi.
3. Data dari kontroler dimuat ke dalam basis data.
4. Data ditampilkan secara grafis pada platform *cloud*.



Optimized using
trial version
www.balesio.com

mpilan Dashboard Web System Cloud (Cheddadi et al., 2020)

1.4.8 Suhu, Kelembapan dan Intensitas Cahaya terhadap Ayam Pedaging

Suhu merupakan tingkat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu. Satuan suhu yang biasa digunakan adalah derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) (Hidayat & Sari, 2021). Ayam yang terpapar suhu ekstrem, baik terlalu tinggi atau terlalu rendah, dapat mengalami gangguan termal yang merusak aktivitas makan, reproduksi serta pertumbuhan ayam (Sandro Saputra et al., 2020). Hal tersebut kemudian dapat menurunkan produksi telur dan daging ayam, serta menambah angka tingkat kematian. Suhu normal atau optimal dalam kandang ayam dapat bervariasi tergantung pada tahap pertumbuhan dan jenis ayam yang dipelihara (Tri Wahyudi et al., 2020), (Rifaini et al., 2021). Ayam adalah hewan yang memiliki kemampuan untuk menjaga suhu tubuh mereka tetap stabil artinya mampu mengontrol suhu tubuh tetap konstan meskipun suhu di sekitarnya berfluktuasi, asalkan variasinya tidak berlebihan. Suhu lingkungan yang tinggi dapat mengganggu homeostasis dan proses metabolisme, sehingga mempengaruhi berbagai fungsi organ pada ayam (Edy Fradinata & Yaman, 2022).

Kelembapan udara merujuk pada jumlah uap air yang terkandung dalam udara. Kandungan uap air di udara tidak tetap tergantung pada suhu (Wijanarko & Hasanah, 2017). Kelembapan pada kandang ayam menjadi faktor yang sangat mendasar sebab berdampak terhadap suhu yang dirasakan ayam, jika kelembapan terlalu tinggi maka suhu yang dirasakan ayam juga tinggi sedangkan kelembapan terlalu rendah ayam akan merasakan suhu yang lebih rendah dari suhu sebenarnya (Ramadhan et al., 2020). Kelembapan zona nyaman ayam berkisar antara 50-70% (Ali et al., 2023). Kandang yang panas dan lembab akan menyulitkan ternak menyeimbangkan panas tubuhnya (Woro et al., 2019). Kelembapan udara yang tinggi dapat menentukan kesehatan ternak yang berhubungan dengan kinerja pernapasan, pertumbuhan parasit dan penyakit ternak yang dapat menyusahkan peternak (Patriani et al., 2019). Kondisi tersebut berkontribusi pada produktivitas dan bahkan dapat mengakibatkan kematian (Puspasari et al., 2018).

Cahaya merupakan faktor lingkungan yang sangat penting dalam kehidupan ayam. Hal ini karena cahaya sangat berpengaruh terhadap perkembangan sel-sel tubuh, efisiensi pakan, proses fisiologis dan perilaku ayam (Sadi & Nuhon, 2022). Program pencahayaan yang klasik pada ayam pedaging adalah dengan memberikan cahaya secara terus menerus. Faktor penting dalam produksi ayam pedaging yakni intensitas dan lama pencahayaan di dalam kandang. Program pencahayaan dapat menjaga kendali pertumbuhan, menambah efisiensi pakan, mengurangi frekuensi kematian, meminimalkan masalah kaki, mengurangi *ascites* dan meningkatkan kemampuan hidup (Anonymous, 2009). Program pencahayaan pada ayam pedaging sangat bervariasi. Satu program pencahayaan yang diterapkan di kandang ayam tidak akan efektif jika program pencahayaan yang ditetapkan harus mengacu pada kondisi kandang (tipe) dan tujuan pemeliharaan. Program pencahayaan yang tidak tepat akan mengganggu rata-rata pertambahan berat badan perhari dan umur hidup ayam (Setianto, 2009).



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2024 hingga Februari 2025 yang terletak di Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin dan kandang ayam *open-house* Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. Secara geografis, Departemen Geofisika berada pada $5^{\circ}07'55.09''$ S dan $119^{\circ}29'11.64''$ E. Sedangkan kandang ayam *open-house* berada di $5^{\circ}12'70.55''$ S dan $119^{\circ}48'39.67''$ E.



Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:



terdiri dari:
fungsi sebagai alat untuk menjalankan program dan isikan data.

±280 adalah sensor yang mengukur parameter suhu dan

6000 adalah sensor yang mengukur parameter intensitas cahaya.

- d. Mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai pusat kendali yang mengendalikan dan memproses data masukan dari sensor.
 - e. *Power supply* bertindak sebagai penyuplai tegangan pada komponen.
 - f. *Automatic Weather System* (AWS) berfungsi sebagai alat pembanding pada sensor.
 - g. Solder berfungsi sebagai alat untuk merekatkan komponen-komponen menjadi satu.
 - h. Kabel *jumper* berfungsi memberikan aliran arus pada mikrokontroler dan sensor.
 - i. *Breadboard* berfungsi untuk menghubungkan komponen yang telah dirangkai.
 - j. Kabel *Universal Serial Bus* (USB) berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler ke *power supply*.
2. Perangkat lunak terdiri atas:
- a. Arduino IDE berfungsi sebagai software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman.
 - b. InfluxDB berfungsi sebagai tempat yang menyimpan data suhu, kelembapan dan intensitas cahaya dari sensor.
 - c. Grafana berfungsi memantau dan memvisualisasikan data secara *real-time* yang tampilannya dalam bentuk dashboard.
 - d. Microsoft Excel 2019 untuk mengolah, mengkalibrasi dan menyimpan data yang dihasilkan dari Grafana.
 - e. Matlab R2021a sebagai software yang digunakan untuk mencari nilai faktor koreksi serta memvisualisasikan data pembanding dan data sensor.

2.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data hasil pemantauan suhu, kelembapan dan intensitas cahaya dalam rentang waktu 15 menit di kandang ayam *open-house*, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin.
2. Data hasil kalibrasi sensor dan alat pembanding yakni *Automatic Weather System* (AWS) dilakukan selama 3 jam yang bertempat di Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Studi Literatur

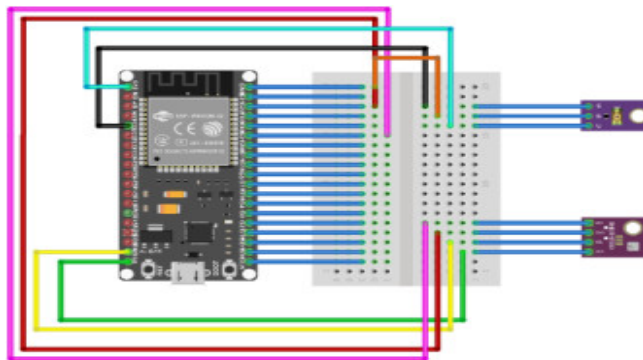
Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan referensi yang relevan sebagai landasan teori. Studi literatur ini bertujuan untuk memahami konsep terkait sistem pemantauan kandang ayam *open-house*.



Analisis dan Pembuatan Sistem

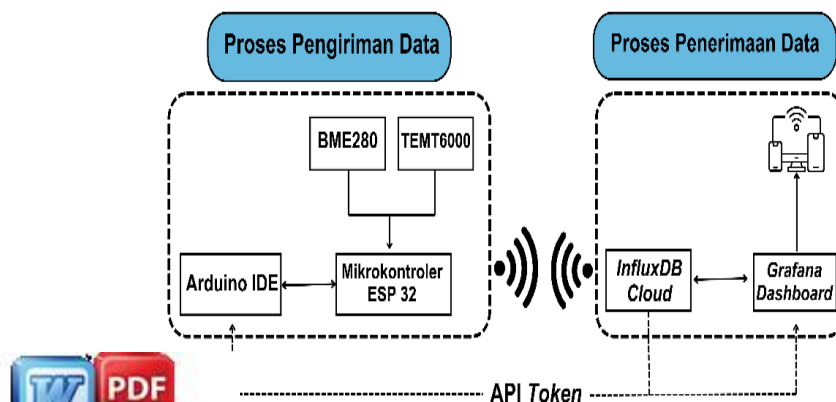
Perencanaan pengembangan sistem ini didasarkan pada studi literatur sebelumnya mengenai perangkat lunak dan perangkat keras. Dalam tahap ini, dirancang

sebuah sistem yang mampu mencatat data suhu, kelembapan dan intensitas cahaya secara berkala. Diagram perancangan sistem pemantauan lingkungan ini dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Desain Skematik Perangkat Keras Sistem Pemantauan

Sensor BME280 dan TEMT6000 dikoneksikan ke mikrokontroler ESP32 untuk mendukung sistem pemantauan lingkungan. Sensor BME280 menggunakan komunikasi I2C, sehingga terhubung dengan ESP32 melalui pin SCL (GPIO 22) dan SDA (GPIO 21), sementara pin VCC dihubungkan ke 3.3V dan GND ke GND ESP32. Sementara itu, sensor TEMT6000 yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya memiliki keluaran tegangan analog, sehingga pin OUT dari sensor ini dikoneksikan ke GPIO 34 pada ESP32 yang berfungsi sebagai pin ADC. Selain itu, VCC sensor TEMT6000 dihubungkan ke 3.3V, dan GND dihubungkan ke GND ESP32. Dengan konfigurasi ini, ESP32 dapat membaca data suhu dan kelembapan dari BME280 melalui komunikasi I2C serta mengukur intensitas cahaya dari TEMT6000 melalui input analog.



Gambar 8. Diagram Alur Sistem Kerja Alat



alat akan diprogramkan menggunakan software Arduino IDE yang akan mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ini kemudian mengirimkan

data ke *server cloud* yaitu InfluxDB, yang berfungsi sebagai penyimpanan data melalui koneksi internet. Pada tahap ini, API token digunakan sebagai identitas penghubung antara perangkat dan database untuk memastikan pengiriman data berlangsung dengan aman. Setelah tersimpan di InfluxDB, data selanjutnya dikirim ke software Grafana untuk divisualisasikan dalam berbagai bentuk, seperti grafik *time series*, tabel data, dan *gauge chart*. Dalam proses ini, koneksi antara InfluxDB dan Grafana juga dilindungi dengan autentikasi menggunakan API token guna memastikan keakuratan data yang ditampilkan. Visualisasi ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara *real-time* serta analisis data historis untuk evaluasi berkelanjutan.

2.3.3 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pemantauan untuk memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik serta memastikan sistem dapat beroperasi secara *real-time* dan mendukung pemantauan jarak jauh. Pengujian ini dilaksanakan di kandang ayam *open-house*, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. Selama pengujian data suhu, kelembapan dan intensitas cahaya dikumpulkan dalam rentang waktu 15 menit. Selain itu, diuji juga kecepatan pengiriman data ke *server* serta waktu tampilnya data pada dashboard Grafana, sekaligus mengevaluasi kestabilan koneksi dan kinerja sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian ini diharapkan dapat membuktikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dalam mendukung pemantauan lingkungan secara *real-time*.

2.3.4 Kalibrasi

Proses kalibrasi dilakukan untuk menilai akurasi sensor yang digunakan dalam pemantauan lingkungan. Dalam penelitian ini, kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran suhu dan kelembapan dari sensor BME280 serta intensitas cahaya dari sensor TEMT6000 dengan data dari *Automatic Weather System* (AWS) sebagai alat pembanding. Sebelum melakukan kalibrasi, terlebih dahulu ditentukan nilai rata-rata dan faktor koreksi. Nilai rata-rata diperoleh dengan membagi total data dengan jumlah pengukuran, sedangkan faktor koreksi dihitung dari selisih antara hasil pengukuran AWS dan sensor (Satya & Puspasari, 2019).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad (1)$$

$$\text{Faktor Koreksi} = \text{Nilai Alat Pembanding} - \text{Hasil Pengukuran Sensor} \quad (2)$$



Optimized using
trial version
www.balesio.com

si ini diterapkan dalam pemrograman melalui Arduino IDE agar asilkan pengukuran yang lebih akurat saat digunakan di lapangan. ulkan, langkah selanjutnya adalah mengolahnya menggunakan < merapikan dan menyusun data dalam bentuk tabel atau grafik. lebih lanjut dilakukan menggunakan MATLAB dengan metode engevaluasi tingkat akurasi hasil pengukuran.

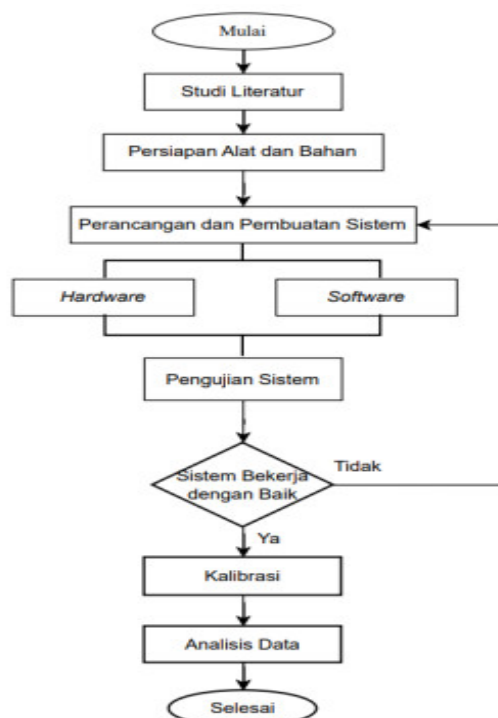
Selain itu, nilai Koefisien Determinasi (R^2) juga dihitung untuk menilai tingkat kesesuaian antara data sensor dan data referensi dari AWS. Nilai R^2 berkisar antara 0 hingga 1 dimana semakin mendekati 1 maka semakin baik model regresi dalam menggambarkan hubungan antara variasi data. Nilai R^2 yang tinggi menunjukkan bahwa sensor berfungsi dengan baik dalam mengukur parameter lingkungan (Johan Harlan, 2018)

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (X_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^m (Y - Y_i)^2} \quad (3)$$

$$Y = ax + b \quad (4)$$

Analisis hubungan antara data sensor dan alat pembanding dilakukan menggunakan regresi linier, yang dinyatakan dalam persamaan $Y = ax + b$, di mana Y adalah nilai referensi dari AWS, X merupakan hasil pengukuran sensor, a adalah koefisien regresi yang menunjukkan kemiringan garis dan b merupakan konstanta atau intersep. Persamaan ini digunakan untuk mengevaluasi akurasi sensor dalam menghasilkan data yang sesuai dengan alat pembanding. Jika nilai a mendekati 1 dan b mendekati 0, maka sensor dianggap memiliki akurasi yang baik karena hasil pengukurannya selaras dengan data referensi (Johan Harlan, 2018).

2.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 9. Bagan Alir Penelitian