

BROIBRIX* PADA BUDIDAYA AYAM MENGUNAKAN *MQTT* PROTOCOL MELALUI *HYBRID NETWORK

Pinasthika Putri¹, Naya Ramadhani Putri², Nicodemus FR Hutabarat³
pinasthikaputri@students.polmed.ac.id¹, nayaramadhaniputri@students.polmed.ac.id²,
nicodemushutabarat@polmed.ac.id³

ABSTRAK Budidaya ayam *broiler* merupakan hal lazim yang dilakukan masyarakat Indonesia. Budidaya ayam *broiler* membutuhkan pembudidaya agar dapat menjaga suhu dan kelembaban yang tepat untuk tumbuh kembang ayam. Mengingat kandang ayam *broiler* yang luas, pendeteksian suhu dan kelembaban pada kandang ayam *broiler* perlu dideteksi di beberapa titik untuk mengetahui suhu keseluruhan kandang. Untuk itu, dibuatlah sistem jaringan sensor suhu yang bernama *Broibrix*. Sistem ini menggunakan node sensor suhu yang terhubung dengan mikrokontroler. Dimana, node sensor suhu pada sistem ini akan mem-*publish* data suhu dan kelembaban ke *server MQTT* dan Node-RED akan membaca data suhu dan kelembaban dari server *MQTT* dan dikirim ke *Firebase*. Sehingga, pembudidaya dapat mengakses data suhu dan kelembaban pada aplikasi melalui jaringan *hybrid*. Pada beberapa kali uji coba sistem, didapati hasil bahwa seluruh sistem dapat berjalan dengan baik. Beberapa pengujian dilakukan dengan membandingkan keakuratan sensor suhu yang digunakan dengan sensor suhu yang banyak dijual di pasaran, dari hasil pengujian terdapat perbedaan pembacaan suhu dan kelembaban dengan *error* rata-rata 1,33% dan 7,45% serta *delay* waktu kirim data ke *MQTT Protocol* sebesar 0,12 detik dan *Firebase* sebesar 1,4 detik. Sehingga, node sensor ini cukup dapat diandalkan dalam memonitoring suhu kandang ayam *broiler*.

KATA KUNCI Suhu dan Kelembaban, *Firebase*, Mikrokontroler, *MQTT*, *Node-RED*

PENDAHULUAN Latar Belakang

Pembudidayaan unggas terutama budidaya ayam *broiler* di Indonesia yang memiliki iklim tropis dihadapkan dengan faktor suhu pada lingkungan budidaya. Tidak jarang terjadi hambatan dalam produksi ayam *broiler* dikarenakan sulit untuk memantau suhu dan kelembaban pada setiap bagian kandang ayam *broiler* sehingga kualitas pertumbuhan ayam *broiler* terganggu. Suhu udara yang ideal pada ayam *broiler* pada usia diatas 14 hari yaitu 24-25°C dengan kelembaban 60-70%. Oleh karena itu, penulis membuat suatu aplikasi yang bernama *Broibrix*, dimana pada *Broibrix* terdapat sebuah sistem pemantauan suhu dan kelembaban. Sistem ini menggunakan node sensor yang didalamnya terdapat sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban di beberapa titik agar persebaran suhu dapat diketahui secara merata.

^{1,2}adalah Mahasiswa Prodi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Medan

³adalah Dosen Prodi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Medan

Sensor DHT22 yang berbasis ESP32 akan mendeteksi suhu dan kelembaban di beberapa titik agar persebaran suhu dapat diketahui secara merata. Sensor DHT22 yang berbasis ESP32 akan mendeteksi suhu dan kelembaban di beberapa titik lalu mengirimkan data suhu dan kelembaban tersebut ke *server*, data tersebut akan di-*subscribe APP Inventor* agar dapat ditampilkan pada aplikasi *Broibrix*, sehingga suhu dan kelembaban pada kandang ayam broiler dapat di *monitoring* oleh pembudidaya. Dalam penelitian ini, penulis melakukan penelitian atau uji coba di Lab. Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Medan. Penelitian mengenai *monitoring* suhu pada budidaya hewan ternak telah dilakukan oleh beberapa peneliti, yaitu Penelitian yang berjudul “*PROTOTYPE PETERNAKAN AYAM BROILER BERBASIS INTERNET OF THINGS*” (Selao & Hidayat, 2022) menjelaskan bahwa pada penelitian tersebut digunakan sensor DHT22 untuk mendapatkan nilai suhu dan kelembaban yang terhubung dengan ESP32 sebagai pengolah data dan juga menggunakan *firebase cloud* sebagai *database*. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan nilai persentase *error* sebesar 2,36 % (*temperature*) dan 7,55 % (*humidity*) masing-masing setelah 5 kali pengujian. Persamaan dengan penelitian ini adalah menggunakan sensor DHT22 untuk *monitoring* suhu pada kandang ayam *broiler* yang menjadi pembeda yaitu peneliti ini hanya dapat fokus pada satu titik untuk pengukuran suhu dan kelembaban sementara penulis menggunakan dua node sensor untuk mendeteksi beberapa titik pada kandang ayam broiler. sistem jaringan sensor ini digunakan agar penulis dapat *me-monitoring* suhu pada beberapa titik kandang ayam *broiler* untuk memastikan persebaran suhu yang merata. penulis juga menggunakan *MQTT Protocol*, sehingga data nantinya dapat diakses secara lokal maupun *online* melalui aplikasi yang telah dirancang menggunakan *APP Inventor*. Hal ini menjadi salah satu keunggulan pada penelitian, dikarenakan sistem jaringan sensor yang dirancang penulis akan *me-monitoring* suhu pada beberapa titik kandang ayam *broiler* untuk memastikan persebaran suhu yang merata. Penulis juga menggunakan *MQTT Protocol*, sehingga data nantinya dapat disimpan pada *MQTT*. Kelemahan dari penelitian ini adalah untuk akses koneksi *MQTT Protocol* hanya dapat di akses menggunakan jaringan *local* sehingga penulis menambahkan *Firebase* sebagai *database online* agar data suhu dan kelembaban dapat diakses secara *online*.

Penelitian yang berjudul "*Sistem Monitoring* Peternakan Ayam *Broiler* Berbasis *Internet of Things*" (Masriwilaga et al., 2019). Prinsip kerja sistem pengontrolan suhu pada penelitian ini menggunakan dua mode, yaitu mode otomatis dan mode manual. Pada mode otomatis pengontrolan suhu akan bekerja sesuai *set point* yang sudah ditentukan oleh peneliti, sedangkan mode manual dibuat untuk mengatur nilai *set point* dari suhu yang Penulis inginkan dengan menggunakan *keypad*. Pada penelitian ini Penulis menggunakan mode otomatis yang sama dengan peneliti ini, namun penelitian ini digunakan *Hybrid Network* dan tidak dibuat mode manual, sehingga hal ini menjadi kelebihan pada penelitian ini dikarenakan semua sistem dilakukan secara *wireless* dan otomatis untuk memudahkan pembudidaya ayam *broiler* serta menghemat waktu dalam *monitoring* suhu kandang ayam *broiler*. Kelemahan dari penelitian ini dibanding dengan penelitian ini adalah penulis tidak dapat mengatur nilai *set point* dari suhu yang Penulis inginkan secara langsung di tempat maupun aplikasi.

Penelitian yang berjudul "*Sistem Monitoring* Suhu Pada Kandang Kambing Berbasis *Internet of things (IoT)*" (Ahmada, 2021) pada penelitian ini sensor DHT22 akan mendeteksi suhu kandang kambing, sehingga pembudidaya dapat *memonitoring* suhu pada kandang kambing. Sistem *monitoring* pada penelitian ini menggunakan *blynk*, dimana data suhu pada kandang kambing akan dapat terlihat pada aplikasi *blynk*. Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa suhu ideal untuk budidaya kambing berbeda dengan budidaya hewan lain, seperti budidaya ayam

broiler yang menjadi topik penelitian ini. Perbedaan pada sistem *monitoring* suhu di penelitian ini dan penelitian penulis adalah aplikasi yang akan diakses oleh pembudidaya, dengan menggunakan *APP Inventor* dan *MQTT Protocol* sebagai *database*-nya. Penulis dapat membuat aplikasi yang memiliki kelebihan dimana penulis dapat membuat dan mengubah tampilan aplikasi untuk data sistem *monitoring* suhu sesuai yang Penulis inginkan. Kekurangan dari alat yang dibuat oleh penulis dibanding penelitian ini adalah aplikasi yang dibuat untuk penelitian ini tidak sekompleks aplikasi *blynk* yang digunakan pada penelitian ini.

Sistem jaringan sensor ini digunakan agar penulis dapat memonitoring suhu pada beberapa titik kandang ayam *broiler* untuk memastikan persebaran suhu yang merata. penulis juga menggunakan protokol *MQTT*, sehingga data nantinya dapat diakses secara lokal maupun *online* melalui aplikasi yang telah dirancang menggunakan *APP Inventor*.

Masalah

Faktor suhu dan kelembaban pada lingkungan budidaya merupakan masalah yang serius dalam pertumbuhan dan produksi ayam *broiler*. Kandang pada budidaya ayam *broiler* memiliki ukuran yang luas dan tertutup. Dengan hal ini, pembudidaya harus mengetahui persebaran suhu kandang ayam *broiler* secara merata. Tujuannya, agar pembudidaya dapat mencegah terjadinya kondisi suhu yang tidak ideal sehingga mengakibatkan efek negatif terhadap perkembangan ayam *broiler* kedepannya secara signifikan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan agar penulis dapat membuat sistem monitoring suhu dan kelembaban pada budidaya ayam *broiler* dengan beberapa node sensor yang menggunakan *MQTT Protocol* melalui *Hybrid Network*, agar pembudidaya dapat mengakses data suhu melalui aplikasi, dan Penulis juga akan membuat rangkaian node sensor untuk sistem monitoring suhu dan kelembaban pada budidaya ayam *broiler* dengan menggunakan *MQTT Protocol* melalui *Hybrid Network*, agar pembudidaya dapat memonitoring suhu dan kelembaban pada kandang ayam *broiler*.

TINJAUAN PUSTAKA 1. Budidaya Ayam *Broiler*

Ayam *broiler* merupakan salah satu pangan yang berkontribusi besar dalam memenuhi kebutuhan protein. Peningkatan suhu yang tergolong tinggi dapat menyebabkan penurunan konsumsi pada ayam *broiler*, sehingga suhu lingkungan sangat mempengaruhi produksi ayam *broiler*. Ayam *broiler* akan berproduksi secara optimal pada suhu 18-21°C. Suhu internal pada kandang ayam berasal dari panas matahari dan panas dari tubuh ayam. Suhu lingkungan yang tinggi di daerah tropis dapat meningkat hingga 3°C pada siang hari, yang dapat menyebabkan panas tubuh dan stress panas pada ternak.

2. Sensor DHT22

Sensor suhu atau sensor suhu adalah komponen yang dapat mengubah sejumlah panas menjadi energi listrik sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu suatu benda. Sensor suhu mengukur besaran energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu benda sehingga Penulis dapat mengetahui atau mendeteksi gejala perubahan suhu ini sebagai keluaran analog atau digital.

Prinsip pengoperasian sensor ini adalah sensor ini memiliki pemancar tipe *NTC (Negative Temperature Coefficient)*. Naik turunnya suhu mempengaruhi naik turunnya resistansi termistor. Berdasarkan naik turunnya resistansi tersebut, sensor memberikan keluaran berupa nilai analog, yang dibaca ESP32 dan diubah menjadi suhu (dalam °C) dan kelembaban (dalam %).

3. ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah mikrokontroler *SoC (System on Chip)* terintegrasi dengan *WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth* versi 4.2 dan berbagai peripheral ESP32 memiliki 36 pin dan ESP32 dapat mendukung koneksi langsung ke *WiFi* dan *Bluetooth*. Dengan *processor Xtensa dual-core (or single-core) 32-bit LX6 microprocessor, operating at 160 or 240 MHz*.

ESP32 dapat bekerja pada tegangan 2,2V sampai 3,6V dengan 15 pin *ADC*, dan 2 *pin DAC*. *Board* pada ESP32 memiliki antarmuka *USB-UART* yang mudah diprogram dengan program pengembangan aplikasi seperti *Arduino IDE* (Ardutech, 2020).

4. MQTT

MQ Telemetry Transport (MQTT) adalah protokol komunikasi *Machine-to-Machine (M2M)* *MQ Telemetry Transport (MQTT)* adalah protokol komunikasi *Machine-to-Machine (M2M)* yang dirancang untuk mentransfer informasi dengan sangat mudah menggunakan arsitektur *TCP/IP*. *MQTT Protocol* memiliki keunggulan mampu mentransmisikan data dimana pentransmisian data tersebut dapat dilakukan dengan *bandwidth* rendah, konsumsi energi rendah, latensi dan konektivitas sangat tinggi, ketersediaan banyak variabel dan jaminan transmisi data yang dapat dinegosiasikan. Protokol *MQTT* menggunakan prinsip *publish* atau *subscribe*, dimana *publish* merupakan cara suatu perangkat untuk mengirimkan datanya ke *subscribers*. Pada setiap transaksi data antara *Publisher* dan *Subscriber* harus memiliki suatu topik tertentu untuk membedakan data satu dengan yang lainnya. Contoh penggunaan topik, yaitu “*temperature*”, “*humidity*”, dll. Komponen ketiga dalam jaringan ini disebut sebagai *broker* pesan yang nantinya akan menangani komunikasi antara pengirim dan penerima pesan (Scholarship & Academy, n.d.).

5. Node-RED

Node-RED adalah sebuah tool berbasis browser untuk membuat *aplikasi Internet of Things (IoT)* yang mana lingkungan pemrograman visualnya mempermudah penggunaannya untuk membuat aplikasi sebagai “*flow*”. Daripada membuat aplikasi sebagai barisan kodingan, *Node-RED* fokus ke program sebagai *flow*. *Flow* ini terbentuk dari node-node yang saling berhubungan di mana tiap node melakukan tugas tertentu. Walaupun *Node-RED* didesain untuk *Internet of Things (IoT)*, *Node-RED* juga dapat digunakan untuk keperluan umum dan untuk berbagai macam jenis aplikasi (TeknoJurnal, 2016).

6. Firebase

Firebase adalah solusi pengembangan aplikasi seluler yang disediakan oleh *Google*. Dua fitur menarik dari *Firebase* adalah *Firebase Remote Config* dan *Firebase Real Time Database*. Basis data *Firebase* adalah penyimpanan basis data *non-SQL*

yang memungkinkan untuk menyimpan berbagai jenis data. Tipe data adalah *String*, *Long* dan *Boolean*. Basis data *Firebase* disimpan sebagai objek pohon *JSON* (Moroney, 2017).

7. MIT APP Inventor

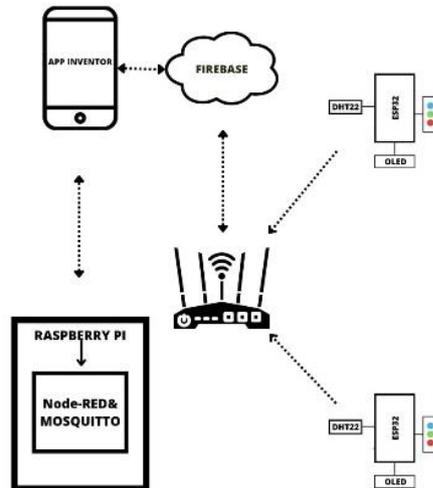
MIT App Inventor merupakan *platform* untuk memudahkan proses *pembuatan* aplikasi sederhana tanpa harus mempelajari atau menggunakan bahasa pemrograman yang terlalu banyak MIT App Inventor menggunakan *Visual Block Programming* yang menjadikan pengguna *platform*-nya dapat melihat, menyusun, dan melakukan *drag and drop object* yang disusun menjadi suatu algoritma program untuk sebuah aplikasi (Indobot, 2021). Pengguna dapat mendesain aplikasi *android* sesuai keinginan dengan menggunakan berbagai macam *layout* dan komponen yang tersedia (Antares, 2023). Beberapa menu dasar yang dapat membantu dalam pembuatan tampilan aplikasi, yaitu *Palette*, *Viewer*, *Components*, *Properties*, dan *Blocks*.(Antares, 2023).

8. Hybrid Network

Hybrid Network pada penelitian ini digunakan agar pembudidaya dapat mengakses data suhu dan kelembaban yang telah di-*monitoring* secara *online* dan *offline*. Penggunaan *Hybrid Network* ini akan memudahkan pembudidaya untuk *me-monitoring* suhu dan kelembaban pada kandang ayam *broiler* dimana saja dengan mengakses internet (*online*) dan pembudidaya juga dapat mengakses data suhu dan kelembaban tanpa memerlukan akses internet (*offline*) dengan menggunakan *Access Point* yang sama dengan node sensor.

METODE PENELITIAN

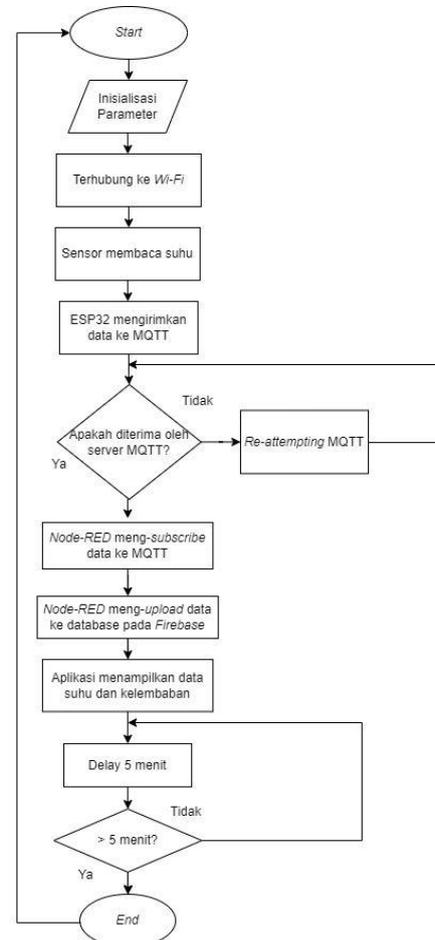
Rancangan kegiatan yang dilakukan penulis pada penelitian ini yaitu, studi literatur, pemilihan komponen, perancangan *hardware* dan *software*, realisasi dari perancangan sistem node sensor, serta uji coba node sensor.



Gambar 1 Blok Diagram Broibrix

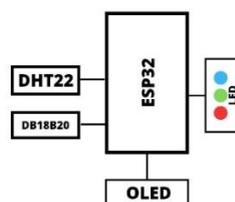
Penulis merancang sebuah sistem untuk dapat mengetahui data suhu dan kelembaban yang telah dideteksi oleh node sensor pada aplikasi android sesuai dengan Gambar 1. Data suhu tersebut nantinya akan diupload ke server, dimana *Raspberry PI* digunakan sebagai *server* yang didalamnya telah terinstall *Node-RED* sebagai *database offline*, kemudian *Node-RED* akan mengupload data tersebut pada

Firestore sebagai database *online* dari aplikasi yang akan digunakan, sehingga pembudidaya dapat mengakses sistem ini baik secara online maupun offline. Sistem ini akan memiliki beberapa sub bagian, yaitu node sensor, server, dan aplikasi.



Gambar 2 Flowchart Sistem

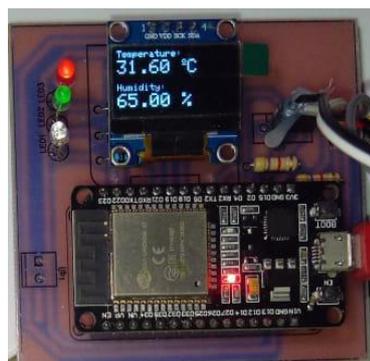
1. Node Sensor



Gambar 3 Blok Diagram Node Sensor

Node sensor yang direalisasikan pada penelitian ini merupakan *WSN (Wireless Sensor Network)*, dimana kemampuan *WSN* akan sangat bervariasi, node sensor sederhana mampu memonitor sebuah keadaan lingkungan. Jaringan sensor yang kompleks dapat terdiri dari beberapa jenis sensor, jenis komunikasi yang berbeda, kemampuan data rate maupun latensi yang berbeda-beda (Hutabarat et al., 2021). Pada Gambar 3 terdapat blok diagram node sensor yang dimana

perancangan node sensor saat Node Sensor dijalankan atau dinyalakan maka node sensor akan menginisialisasi parameter terlebih dahulu lalu menghubungkan ESP32 ke *WiFi*, selanjutnya setelah tersambung ke *WiFi* maka sensor suhu pada node sensor (DHT22) akan membaca suhu dan kelembaban pada kandang ayam *broiler*. Setelah sensor membaca suhu dan kelembaban maka node sensor akan mengecek konektivitas pada *MQTT Server* agar node sensor dapat mengirim data suhu dan kelembaban ke *MQTT Server*. Setelah node terkoneksi pada *server*, indikator pada node akan menyala sesuai dengan rentang suhu yang telah diatur, pada saat suhu $>25^{\circ}\text{C}$ (lebih tinggi daripada 25°C), LED Merah akan menyala (*High*), pada suhu $24-25^{\circ}\text{C}$ (diantara 24°C sampai 25°C), LED Hijau akan menyala (*High*), serta pada suhu $<25^{\circ}\text{C}$ (lebih rendah daripada 25°C), LED Biru akan menyala (*High*). Jika ESP32 dan *MQTT Server* dapat terkoneksi dengan baik, maka data suhu dan kelembaban yang telah dibaca oleh node sensor akan dikirimkan ke *MQTT Server*. Setelah node sensor berhasil mengirimkan data ke *MQTT Server* maka node sensor akan menunggu membaca suhu dan kelembaban kembali dan mengirimkan data ke *MQTT Server* selama 5 menit, setelah lima menit node sensor akan kembali menghubungkan ESP32 ke *WiFi*.



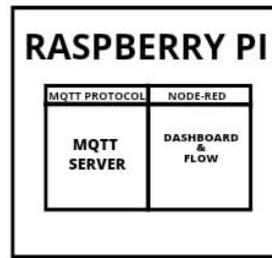
Gambar 4 Node Sensor

Node sensor yang penulis rancang pada Gambar 4 terdiri dari beberapa komponen yang akan membaca suhu dan kelembaban pada kandang ayam *broiler* untuk di-*upload* pada *server*. Komponen-komponen yang menjadi bagian dari node sensor ini akan dihubungkan pada mikrokontroler. Komponen-komponen tersebut, yaitu:

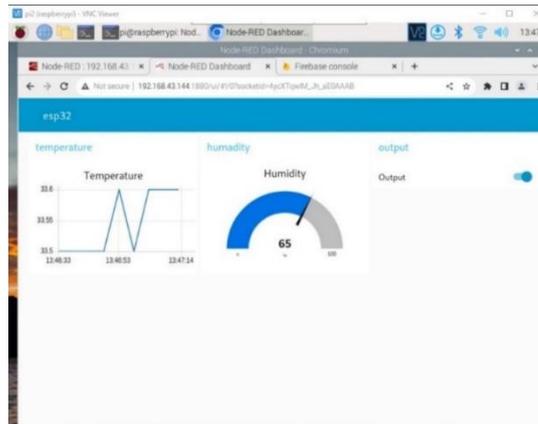
a. DHT22

DHT22 pada perancangan node sensor ini dirancang untuk mendeteksi suhu dan kelembaban pada kandang ayam *broiler*. DHT22 memiliki 3 pin dimana pin tersebut adalah Vcc, Data, dan GND yang akan terhubung pada mikrokontroler seperti pada Pin data akan terhubung pada GPIO 4 pada ESP32, sedangkan untuk pin Vcc akan terhubung pada pin 3v3, dan pin GND akan terhubung pada pin GND. Penulis akan memprogram ESP32 untuk dapat membaca dan menampilkan data suhu dan kelembaban pada serial monitor.

- b. Tampilan Suhu dan Kelembaban
Tampilan suhu dan kelembaban pada perancangan node sensor ini akan menggunakan OLED LCD sebagai layar penampil data suhu dan kelembaban yang telah dideteksi oleh sensor DHT22. OLED LCD sebagai indikator dari node sensor sendiri memiliki 4 pin dimana, 4 pin tersebut ialah Vcc, GND, SDA, SCL yang akan terhubung pada pin Vcc, GND, D21 sebagai pin serial data, dan D22 sebagai pin serial clock pada Esp32 sebagai mikrokontroler dari node sensor. Penulis akan memprogram ESP32 untuk dapat menampilkan data suhu dan kelembaban pada OLED.
 - c. Indikator Suhu
Pada perancangan node sensor ini akan dirancang indikator suhu menggunakan LED dirancang untuk menyala sesuai dengan rentang suhu yang telah ditentukan. Rentang suhu yang telah ditentukan ini adalah pada saat suhu $>25^{\circ}\text{C}$ (lebih tinggi daripada 25°C), LED Merah akan menyala (High), pada suhu $24-25^{\circ}\text{C}$ (diantara 24°C sampai 25°C), LED Hijau akan menyala (High), serta pada suhu $<25^{\circ}\text{C}$ (lebih rendah daripada 25°C), LED Biru akan menyala (High). Penulis akan memprogram ESP32 untuk dapat menghidupkan LED dengan rentang suhu yang telah ditentukan, berdasarkan pembacaan dari sensor DHT22 yang sebelumnya telah dirancang.
 - d. ESP32
ESP32 sebagai mikrokontroler dari node sensor akan terhubung ke jaringan internet dan terhubung dengan beberapa indikator, setelah terhubung ke jaringan internet maka ESP32 akan mencoba untuk terhubung ke *server*. Setelah terhubung maka ESP32 memerintah sensor untuk membaca tingkat kelembaban dan suhu ruang. Selanjutnya ESP32 akan menghidupkan indikator-indikator sesuai dengan suhu yang telah terbaca, hal ini dilakukan bersamaan dengan ESP32 mengirimkan data tersebut ke *server* untuk dapat ditampilkan pada aplikasi.
2. Perancangan Server
Pada perancangan *server* seperti Gambar 5, *server* dirancang dimana node sensor akan mengirimkan data yang telah dibaca oleh sensor suhu ke *MQTT Server*. *MQTT Server* akan menerima data yang telah diukur, selanjutnya *Node-RED* akan *subscribe* data *MQTT* dan menampilkan grafik dan gauge terhadap data yang diterima seperti pada Gambar 6, lalu *Node-RED* akan *upload* data pada *Firestore* sebagai *database* dari aplikasi. Perancangan *Server* dilakukan terlebih dahulu dengan menginstal *Node-RED* dan *MQTT Server* pada *Raspberry PI*, sehingga data yang diterima oleh *server* dapat di-*upload* pada *Firestore*.



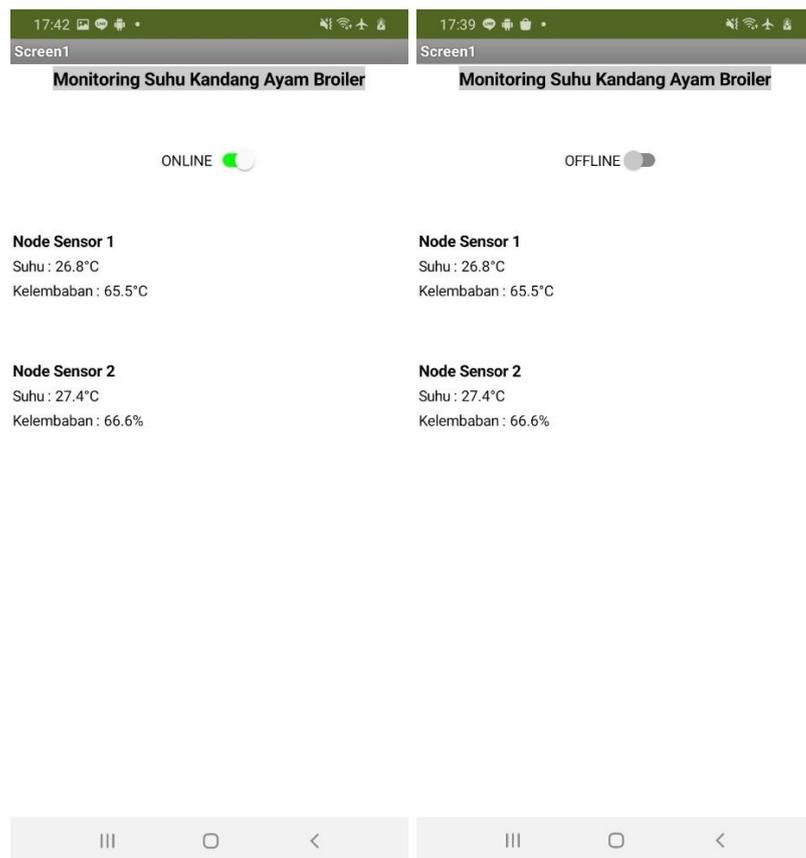
Gambar 5 Server



Gambar 6 Dashboard Node-RED

3. Perancangan Aplikasi

Pada perancangan aplikasi penelitian ini, penulis membuat suatu aplikasi yang digunakan oleh pembudidaya/*user* untuk memonitoring data suhu dan kelembaban pada kandang ayam *broiler*. Penulis menggunakan APP Inventor untuk merancang tampilan aplikasi yang akan menampilkan data suhu dan kelembaban pada kandang ayam broiler, tampilan aplikasi yang penulis rancang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Tampilan Aplikasi Broibrix

APP Inventor mempunyai banyak fitur dalam merancang sebuah aplikasi. Salah satu fitur yang penulis gunakan adalah fitur *switch*, dimana fitur ini mendukung dalam perubahan mode *offline* dan *online* pada aplikasi. Sehingga aplikasi akan dapat diakses menggunakan *hybrid network*.

Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode pengumpulan data dilakukan dengan membandingkan data suhu dan kelembaban pada sensor DHT22 menggunakan termometer ruangan yang banyak terjual di pasaran. yang memungkinkan penulis untuk mengetahui keakuratan dari pembacaan suhu sensor mana yang lebih baik. Selain itu, penulis juga mengumpulkan data daya pancar yang diterima pada saat ESP32 terkoneksi ke *Access Point* dengan rentang jarak 10-100 meter. Data yang penulis kumpulkan dari beberapa percobaan dapat menjadi pembanding keakuratan penggunaan sensor suhu dan jarak optimal node sensor untuk dapat mengirimkan data suhu dan kelembaban ke server dengan dua *Access Point* yang berbeda, sehingga penulis dapat mengetahui *Access Point* mana yang memiliki konektivitas yang lebih stabil dengan rentang jarak dekat maupun jauh.

HASIL DAN PEMBAHASAN Hasil Pengujian Sensor

Pada pengujian ini Penulis dapat membandingkan hasil pembacaan suhu dan kelembaban pada DHT22 dengan termometer ruangan. Dengan dilakukannya pengujian ini Penulis dapat melihat berapa persen tingkat akurasi dari sensor DHT22 dan dalam membaca suhu di dalam kandang. Pada Tabel 1 dan Tabel 2 terdapat hasil data perbandingan suhu dan kelembaban yang terdeteksi oleh DHT22 dan HTC-2 (Termometer Ruang Digital).

Tabel 1 Hasil Pengujian Perbandingan Suhu antara DHT22 pada HTC2

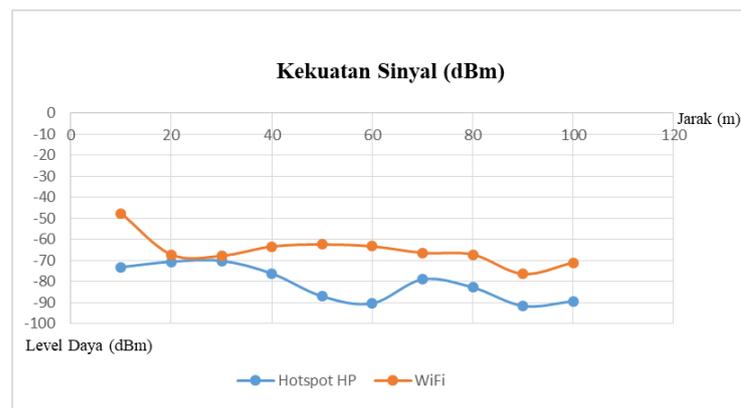
DHT22	HTC-2	Selisih <i>error</i>
21,10°C	21,20°C	0,47%
22,40°C	22,10°C	1,35%
21,90°C	22,30°C	1,79%
23,00°C	23,70°C	2,95%
25,10°C	25,60°C	1,95%
25,20°C	26,00°C	3,07%
27,00°C	27,10°C	0,36%
27,10°C	27,50°C	1,45%
32,10°C	32,40°C	0,92%
33,00°C	33,50°C	1,49%
33,20°C	33,50°C	0,89%
34,60°C	34,50°C	0,28%
35,00°C	34,80°C	0,57%

Tabel 2 Hasil Pengujian Perbandingan Kelembaban DHT22 dan HTC-2

DHT-22	HTC-2	Selisih <i>error</i>
59,10%	56%	5,53%
58,40%	52%	12,3%
57,60%	52%	10,76%
59,80%	51%	17,25%
65,00%	64%	1,5%
66,10%	67%	1,64%
66,20%	68%	3,23%

Hasil Pengujian Komunikasi pada ESP32 dan *Access Point*

Dalam pengujian ini penulis melakukan pengujian konektivitas pada ESP32 dan *Access Point* pada beberapa jarak. Pengambilan data *RSSI* ini dilakukan dengan mengambil 5 data di setiap perpindahan node sensor pada rentang jarak 10-100m, sehingga penulis dapat mengetahui berapa nilai rata-rata *RSSI* di setiap jarak perpindahan node sensor. Grafik pengujian komunikasi ESP32 dan *Access Point* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Pengujian Kekuatan Sinyal (dBm)

Hasil Pengujian Komunikasi pada ESP32 dan *database (Firebase/MQTT)*

Pada pengujian ini penulis akan mencatat delay yang terjadi saat terdapat komunikasi antara ESP32 dan *database*, dengan data yang telah tercatat maka kita akan mengetahui berapa lama rata-rata waktu untuk *database* menerima dan menyimpan data dari node sensor. Pada Tabel 3 dapat dilihat hasil pengujian waktu pengiriman data node sensor ke *Firebase*.

Tabel 3 Pengujian waktu pengiriman data ke *Firebase*

Pengiriman data ke	Nilai <i>delay Firebase</i> (s)	Nilai <i>delay MQTT</i> (s)
1	0,66	0
2	0	0,1
3	0	0
4	5,6	0,3
5	1,2	0,06
6	0,4	0
7	0	0,12
8	0,02	1
9	0	0
10	0,02	0,1
11	4	0
12	5	0
13	0,23	0,12
14	0,8	0
15	5	0
16	0,15	0,12
17	0	0
18	5	0
19	0,01	0,41
20	0	0

Pembahasan

Sistem *Broibrix* pada kandang ayam *broiler* ini terdiri dari beberapa Node sensor yang terhubung pada *access point* akan mendeteksi suhu dan kelembaban pada kandang ayam *broiler* menggunakan sensor DHT22, untuk pembacaan dari kedua sensor ini didapati rata-rata selisih pembacaan dengan termometer ruang. Setelah dikumpulkan beberapa data didapat error rata-rata

sebesar 1,33% untuk pembacaan suhu sensor DHT22. Pada Node sensor juga terdapat beberapa indikator suhu yang akan dinyalakan, yaitu OLED LCD dan LED. OLED LCD akan menampilkan data suhu yang telah dibaca oleh sensor DHT22, begitu juga LED yang akan hidup berdasarkan data pembacaan suhu DHT22. Node sensor selanjutnya akan mengupload data suhu dan kelembaban ke *server* melalui *access point*, dimana pada *server* terdapat *MQTT Server* dan *Node-RED*.

Pada pengujian daya konektivitas menggunakan *WiFi* dan *Hotspot* seluler dapat diamati bahwa semakin jauh jarak node sensor terhadap pusat jaringan dan *server* maka akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengupload data ke *server*, dari beberapa pengujian juga didapati bahwa jangkauan dari *WiFi* maupun *Hotspot* seluler dapat menjangkau hingga 100 meter. Sehingga data pada Node sensor dapat diupload ke *server* dengan jarak maksimal 100 meter. Hal tersebut dikarenakan saat node sensor berada di jarak 100 meter dibutuhkan waktu yang lama untuk kembali menghubungkan ulang node sensor ke *access point* dan mengupload nya ke *server*.

Setelah data tersebut diterima oleh *server MQTT* sebagai *database local*, maka data pada *MQTT* akan di-upload oleh *Node-RED* ke *Firebase* sebagai *database online* agar dapat ditampilkan pada aplikasi dengan menggunakan *hybrid network* untuk memudahkan pembudidaya dalam memonitoring suhu dan kelembaban pada kandang ayam broiler secara online maupun offline. Pengambilan data ini dilakukan dengan mengambil lima data di setiap perpindahan node sensor, sehingga penulis dapat mengetahui apakah terjadi kesalahan saat komunikasi antara *access point* dan node sensor serta komunikasi antara node sensor dan *server*. Sedangkan untuk komunikasi antara ESP32 dan *Firebase* didapati *delay* rata rata, yaitu sebesar 1,4 detik dan 0,12 detik untuk *delay* rata-rata pada komunikasi antara ESP32 dan *MQTT Protocol*.

SIMPULAN Setelah dilakukannya perencanaan, perancangan dan pengujian pada seluruh komponen. Diperoleh beberapa kesimpulan terhadap kinerja “*BROIBRIX PADA KANDANG AYAM BROILER MENGGUNAKAN MQTT PROTOCOL MELALUI HYBRID NETWORK*“, yaitu keseluruhan sistem dapat berjalan baik dengan tingkat error rata rata dari hasil pembacaan suhu dan kelembaban sensor DHT22 adalah sebesar 1,33% dan 7,45%, kemudian dari pengujian konektivitas dapat dibuktikan bahwa node sensor dapat terhubung dengan *access point* hingga 100m pada *open space*. Namun, penggunaan *WiFi/Router* lebih disarankan untuk digunakan sebagai *access point* dibandingkan *hotspot hp*. Pada pengujian pengiriman data ke server didapati data delay waktu kirim data ke *MQTT* sebesar 0,12 detik, dan delay waktu kirim data ke *firebase* sebesar 1,4 detik.

RUJUKAN Ahmada, Q. (2021). *Sistem Monitoring Suhu Pada Kandang Kambing Berbasis Internet of Things (IoT)*. <https://www.scribd.com/document/540001570/Sistem-Monitoring-Suhu-pada-Kandang-Kambing-Berbasis-Internet-of-Things-IoT#>
Antares. (2023). *MIT APP INVENTOR*. <https://Docs.Antares.Id/Contoh-Kode-Dan-Library/Mit-App-Inventor>. <https://docs.atares.id/contoh->

- kode-dan-library/mit-app-inventor
- Ardutech. (2020, March 5). *Mengenal ESP32 Development Kit untuk IoT (Internet of Things)*. <https://www.ardutech.com/mengenal-esp32-development-kit-untuk-iot-internet-of-things/>.
- Hutabarat, N. F. R., Sirait, R., Halomoan, D., & Napitu, S. (2021). *the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)*. *Analisa Unjuk Kerja nRF2401 Pada Komunikasi Multi Hop Dengan Database Lokal*. https://doi.org/10.51510/trekritel.v1i1.____
- Indobot. (2021, November 23). *Mengenal MIT APP Inventor Sebagai Platform Pembuat Aplikasi Smartphone untuk Pemula*. <https://indobot.co.id/blog/mengenal-mit-app-inventor-sebagai-platform-pembuat-aplikasi-smartphone-untuk-pemula/>.
- Masriwilaga, A. A., Al-hadi, T. A. J. M., Subagja, A., & Septiana, S. (2019). *Monitoring System for Broiler Chicken Farms Based on Internet of Things (IoT)*. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v7i1.1641>
- Moroney, L. (2017). *The Definitive Guide to Firebase: Build Android Apps on Google's Mobile Platform*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2943-9>
- Scholarship, D., & Academy, P. (n.d.). *Pengenalan Platform*.
- Selao, A., & Hidayat, T. (2022). *PROTOTYPE PETERNAKAN AYAM BROILER BERBASIS INTERNET OF THINGS*. *JURNAL SINTAKS LOGIKA*, 2(1).
- TeknoJurnal. (2016, June 6). *Cara Membuat Aplikasi IoT dengan Node-RED*. <https://teknajurnal.com/tutorial-cara-membuat-aplikasi-iot-dengan-node-red/>