Monitoring Suhu dan Kelembapan Menggunakan LoRa Arduino dan ESP32 berbasis *Internet Of Things* melalui Aplikasi *Mobile*

Putri Ismi Azizah[1,*], Muhammad Arman[2], Andriyanto Setyawan[3]

[1,2,3]*Jurusan Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559*
E-mail : [1,*]putri.ismi.tptu419@polban.ac.id, [2]akangarman@polban.ac.id,[3]andriyanto@polban.ac.id

ABSTRAK

Teknologi LoRa memanfaatkan gelombang radio dalam implementasinya, dapat digunakan pada wilayah tanpa infrastruktur internet serta hemat daya. Salah satu aplikasinya adalah *monitoring* suhu dan kelembapan pada model *cold storage* dalam bentuk *freezer*. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan alat *monitoring* suhu dan kelembapan *multi node* dengan menggunakan komunikasi LoRa berbasis *internet of things* (IoT). Sistem terdiri dari LoRa–Arduino Uno–Sensor DHT22–OLED *display* sebagai mikrokontroler *end node* dan LoRa–Esp32 sebagai mikrokontroler *gateway*. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah arduino IDE untuk mikrokontroler dan Kodular untuk aplikasi android. Data yang sudah diterima oleh *gateway* akan disimpan pada *database* Firebase, kemudian ditampilkan melalui aplikasi android. Pengujian meliputi: verifikasi, *barrier* dan *line of sight*. Hasil verifikasi memiliki tingkat keakuratan dengan persentase *error* rata – rata sebesar 1,85% untuk nilai suhu dan sebesar 9,22% untuk nilai kelembapan. Pengujian *barrier* dan *line of sight* masing–masing memiliki tingkat persentase *packet loss* sebesar 61,11% dan 54,44%. Pada *smartphone* dapat ditampilkan hasil implementasi IoT.

Kata Kunci
LoRa, *monitoring*, suhu, kelembapan, IoT, aplikasi android

1. PENDAHULUAN

Penggunaan internet menjadi suatu hal yang sulit diakses pada beberapa daerah. Penggunaan *long range* (LoRa) menjadi suatu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. LoRa merupakan suatu teknologi alat komunikasi untuk mengirim data tanpa memerlukan penggunaan internet. LoRa juga mempunyai kelebihan dapat berkomunikasi pada area yang jauh dan hemat daya. Berdasarkan peraturan pemerintah, standar penggunaaan LoRa yang diperbolehkan yaitu pada frekuensi 920 – 923 hz. Namun pada penelitian ini, jenis LoRa yang digunakan yaitu dengan frekuensi 915 hz [1].

LoRaWAN sebagai lapisan atas LoRa memiliki dua mekanisme penggabungan jaringan dan sistem keamanan dalam transfer data, yaitu metode *Activation By Personalization* (ABP) dan metode *Over The Air Activation* (OTAA). Pada penelitian ini penulis menggunakan prosedur ABP, dimana proses *end node* mengirimkan *request join* ke *gateway* dan langsung mengirimkan data tanpa menerima *join accepted*. Sedangkan pada metode OTAA dimana *end device* mengirimkan *request join* dengan *gateway* dan harus menunggu *join accepted* dari *gateway* untuk melanjutkan kepada pengiriman data [2].

Dalam perancangannya LoRa menggunakan dua sistem yaitu *end node* dan *gateway*. mikrokontroler untuk *end node* menggunakan Arduino Uno dan mikrokontroler untuk *gateway* menggunakan esp32.

Arduino merupakan sistem pengendali mikro *single-board* dan bersifat *open-source*. Arduino diturunkan dari *wiring platform* dan dirancang untuk memberikan kemudahan dalam penggunaan elektronik pada berbagai bidang. Bagian *hardware* Arduino dibangun dengan prosesor Atmel AVR dan bagian *software*-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Pada zaman ini tentunya Arduino sangat populer di berbagai penjuru dunia. Banyak pemula yang tertarik untuk belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah diikuti dan dipelajari. Namun tidak hanya pemula, para penggemar atau profesional pun turut ikut senang dalam melakukan pengembangan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai

dalam Arduino bukan bahasa assembler yang relatif sulit melainkan bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka–pustaka (*libraries*) Arduino [3].

Arduino UNO merupakan salah satu *board* Arduino berbasis mikrokontroler ATmega328. Pada *board* ini terdapat 14 digital input/*output* pin (dimana terdapat 6 pin yang dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik, dan tombol reset [4]. Arduino Uno ini terbangun dari semua elemen yang diperlukan pada mikrokontroler. Arduino dijalankan dengan cara dihubungkan pada komputer menggunakan kabel USB untuk menyambungkan pada daya AC DC atau baterai. Elemen utama mikrokontroler Arduino UNO yaitu terdiri dari Input/*Output* atau I/O melalui pin-pin, *port* USB, dan mikrokontroler yang di dalamnya terdapat sejumlah kecil RAM. ATmega328 pada Arduino Uno dilengkapi dengan sebuah *bootloader* yang berfungsi untuk mengunggah kode baru ke ATmega328 [5]. Sifat dari *open source* Arduino tentunya banyak menciptakan keuntungan tersendiri, dikarenakan dengan adanya sifat *open source* komponen yang dapat digunakan tidak hanya tergantung pada satu merek saja tetapi juga memungkinkan dapat digunakan dalam semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman Arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan dengan *syntax* sehingga dapat mempermudah untuk diikuti dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler [6].

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (*System on Chip*) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai *peripheral*. ESP32 adalah *chip* yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (*General Purpose Input Output*). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung [7].

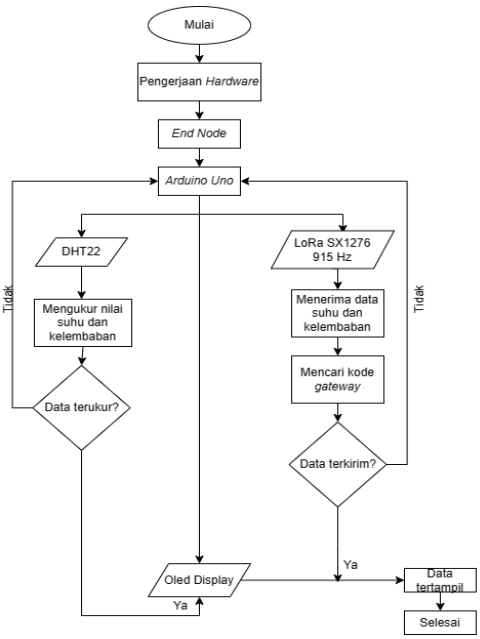
Penggunaan *internet of things* (IoT) sudah banyak diterapkan pada berbagai daerah demi mendukung kemudahan akses tersebut. Dengan adanya kemajuan teknologi, IoT sangat dibutuhkan penerapannya karena memiliki konektivitas internet secara terus menerus. Terlebih lagi mayoritas penduduk saat ini adalah pengguna internet. Internet sudah menjadi suatu kebutuhan bagi penduduk masa kini [8]. IoT juga dapat diartikan sebagai arsitektur 4 lapisan, yaitu lapisan penginderaan, lapisan jaringan, lapisan *middleware*, dan lapisan aplikasi [9].

Penelitian sebelumnya membuat sistem pemantauan kelembapan tanah dan suhu dengan menerapkan komunikasi LoRa serta dilengkapi dengan mikrokontroler Arduino Nano, sensor kelembapan tanah dan sensor suhu. Dalam penelitian ini terlebih dahulu melakukan perancangan sistem untuk bagian *hardware* dan *software* nya. Sistem ini otomatis dikendalikan oleh mikrokontroler. Penelitian ini dilakukan beberapa kali pengujian yaitu dilakukan pengujian dengan variasi *bandwidth*, pengujian performansi LoRa untuk mengkomunikasi data pemantauan dan pengujian dengan variasi *spreading factor*. Berdasarkan beberapa pengujian yang dilakukan, bahwa sistem pada penelitian ini dapat dikatakan berhasil karena sistem pada penelitian ini bekerja dengan baik dengan tingkat akurasi yang sesuai. Sistem pada penelitian ini ditandai dengan adanya sensor suhu yang dapat mengakuisi data dengan akurasi sebesar 96,96 % serta sensor kelembapan tanah dapat mengakuisi pengukuran disertai tingkat akurasi sebesar 90,91 % [10].

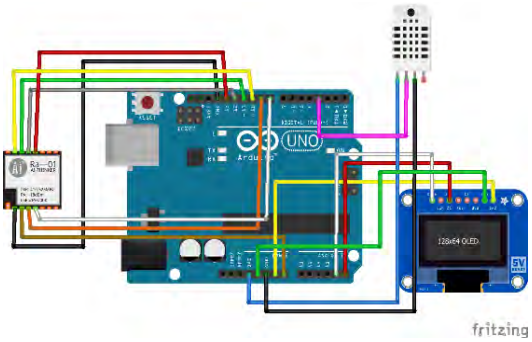
2. Metodologi

2.1 Perancangan Sistem

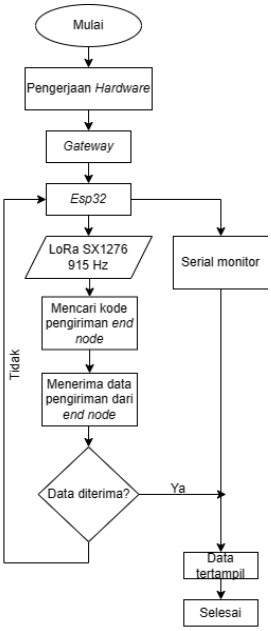
2.1.1 Perancangan *Hardware*



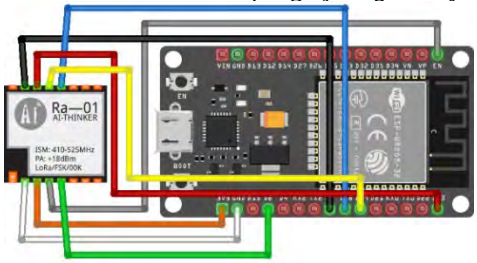
Gambar 1. *Flowchart* pengerjaan *end node*



Gambar 2. *Wiring* pengerjaan *end node*

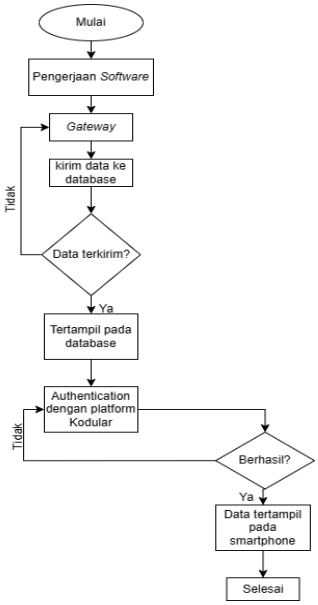


Gambar 3. *Flowchart* pengerjaan *gateway*



Gambar 4. *Wiring* pengerjaan *gateway*

2.1.2 Perancangan *Software*



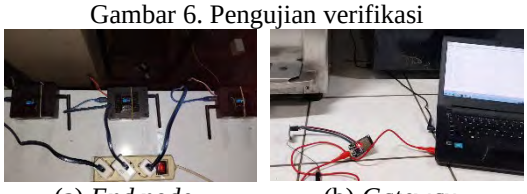
Gambar 5. *Flowchart* pengerjaan *software*

2.2 Pengujian (spesifikasi)

Pengujian dilakukan dengan 3 metode meliputi verifikasi, *barrier* dan *line of sight*. Pada metode verfikasi meliputi tiga variasi yaitu air sedang, air panas dan air dingin. Pada metode pengujian *barrier* meliputi tiga titik lokasi pengukuran yaitu di bengkel bagian luar, bengkel lantai 2 dan bagian belakang bengkel. Pada pengujian *line of sight* meliputi tiga titik pengukuran yaitu dengan jarak 30 m, 100 m dan 250 m.

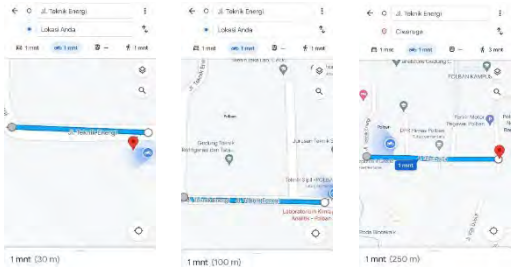
(a) Sedang (b) Panas (c) Dingin

Gambar 6. Pengujian verifikasi



(a) *End node* (b) *Gateway*

Gambar 7. Pengujian *barrier*



(a) 30 m (b) 100 m (c) 250 m

Gambar 8. Pengujian *line of sight*

2.3 Persamaan

$$\%error = \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Acuan}}{\text{Nilai Acuan}} \text{X } 100\% \quad (1)$$

$$Packet\ Loss = \frac{\text{dikirim} - \text{diterima}}{\text{dikirim}} \text{X } 100\% \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Verifikasi

Pada pengujian ini dilakukan untuk membandingkan nilai sensor dengan alat ukur yang dipercaya sehingga dapat diketahui tingkat akurasi yang dimiliki oleh sensor yang digunakan. Pada pengujian ini dilakukan tiga variasi pengujian yaitu air sedang, panas dan dingin dengan masing – masing pengujian dilakukan 2 menit dalam interval 4 detik. Total pengukuran pada masing – masing variasi terdapat 4 kali pengukuran jadi jumlah total pengukuran pada pengujian ini sebanyak 12 kali pengukuran.

Tabel 1. Pengujian verifikasi untuk tiga variasi

Variasi		Suhu	Kelembapan
Sedang	*Node* 1	0,70%	11%
	Node 2	0,40%	8,60%
	Node 3	0,70%	9,80%
Panas	*Node* 1	2,70%	7,50%
	Node 2	2,30%	10%
	Node 3	3,30%	6,80%
Dingin	*Node* 1	4,40%	8,90%
	Node 2	1,70%	9,90%
	Node 3	0,50%	10,50%

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian ketiga variasi untuk masing – masing *node* menyatakan bahwa ketiga *node* memiliki tingkat akurasi yang baik dengan nilai akurasi suhu terbesar berada pada 4,4% untuk nilai temperaturnya dan 11% untuk nilai kelembapannya. Dengan nilai rata – rata persentase *error* untuk nilai suhu sebesar 1,85% dan kelembapan sebesar 9,22%. Kedua rata – rata nilai persentase *error* ini memiliki nilai yang cukup akurat terlebih lagi untuk nilai akurasi persentase *error* temperaturnya sesuai dengan datasheet dan penelitian sebelumnya berada pada nilai 2,31% [11].

3.2 Pengujian *Barrier*

Pada tahapan pengujian ini dilakukan dengan adanya media penghalang antar *end node* dan *gateway*. Pengujian ini dilakukan dengan tiga titik lokasi pengambilan data *gateway* yaitu pada Bengkel Jurusan Refrigerasi dan Tata Udara tepatnya pada bagian luar bengkel (tempat duduk), bagian belakang bengkel dekat *frozen island* dan bengkel lantai 2 (Instalasi Refrigerasi). Setiap titik pengukuran dilakukan selama 20 menit dengan interval 4 detik. Berikut adalah lokasi penempatan *end node* pada bagian belakang *walk in cooler*.

Tabel 2. Perhitungan *packet loss* pada pengujian *barrier*

Lokasi Pengambilan Data	*Packet Loss*
Bagian luar bengkel	58,89%
Bengkel lantai 2	61,11%
Bagian belakang bengkel	43,67%

Berdasakan tabel tersebut dapat dikatakan persentase *packet loss* terbesar ada pada lokasi titik pengukuran di bengkel lantai 2 karena pada pengukuran tersebut merupakan titik pengukuran dengan penghalang terbanyak ditandai adanya beton dan ketinggian. Data yang diterima oleh *gateway* pada pengukuran tersebut adalah sebanyak 350 data. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyaknya penghalang dalam pengiriman data menggunakan komunikasi LoRa kemampuan sinyal pengiriman akan semakin berkurang.

3.3 Pengujian *Line Of Sight*

Pengujian ini dilakukan secara menarik garis lurus dari penempatan *gateway* tanpa adanya halangan. Pengujian ini dilakukan pada titik jarak pengukuran yaitu 30 meter, 100 meter dan 250 meter. Pengukuran dengan jarak 30 meter dilakukan di seberang bagian samping kanan bengkel. Pengukuran dengan jarak 100 meter dilakukan di depan jurusan Teknik Kimia. Dan pengukuran dengan jarak 250 meter dilakukan di parkiran mobil bagian belakang rektorat. Pada

masing–masing titik pengujian dilakukan pengukuran selama 20 menit dengan interval 4 detik. Sementara untuk lokasi penempatan *gateway* diletakkan di belokan jalan Teknik Energi dekat dengan pos satpam.

Tabel 3. Perhitungan *packet loss* pada pengujian *line of sight*

Letak Pengujian	*Packet Loss*
30 meter	50%
100 meter	52,22%
250 meter	54,44%

Berdasakan tabel tersebut dapat dikatakan persentase *packet loss* terbesar ada pada lokasi titik pengukuran dengan jarak 250 meter karena pada pengukuran tersebut merupakan titik penempatan *gateway* terjauh dengan *end node*. Data yang diterima oleh *gateway* pada pengukuran tersebut adalah sebanyak 410 data. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin jauhnya jarak dalam pengiriman data menggunakan komunikasi LoRa kemampuan sinyal pengiriman akan semakin berkurang.

4. KESIMPULAN

Perancangan alat yang dibuat sudah berhasil dirancang, diprogram dan berjalan dengan baik sesuai dengan yang direncanakan.

Hasil pengujian verifikasi pada alat ini didapat hasil yang cukup akurat karena memiliki nilai persentase *error* yang kecil yaitu rata – rata tingkat persentase *error* sebesar 1,85% untuk nilai akurasi suhu dan 9,22% untuk nilai akurasi kelembapan. Hasil pengujian *barrier* memiliki tingkat persentase *packet loss* terbesar sebesar 61,11% di bengkel lantai 2 dan hasil pengujian *line of sight* memiliki tingkat persentase *packet loss* terbesar sebesar 54,44% pada jarak 250 m.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. P. S. Simbolon, H. Wijanarko, F. Nakul, and R. Mahdaliza, "Penerapan Komunikasi Nirkabel LoRa pada Sistem Pencatat Kehadiran Portabel," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 30–35, 2021, doi: 10.30871/jaee.v5i2.3096.

[2] J. Haxhibeqiri, E. De Poorter, I. Moerman, and J. Hoebeke, "A Survey of LoRaWAN for IoT: From Technology to Application," Sensors, vol. 18, no. 11, Art. no. 11, Nov. 2018, doi: 10.3390/s18113995.

[3] A. Rahmat, I. K. Somawirata, and I. T. Nasional, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dan Penetralisir Asap Rokok Dalam Ruangan Menggunakan Metode PI (Proportional Integral) Berbasis Arduino," pp. 1–8, 2018.

[4] Z. N. Saputri, "Aplikasi pengenalan suara pengendali peralatan listrik berbasis Arduino UNO [skripsi]," *Malang (ID): Universitas Brawijaya*, 2011.

[5] M. Ichwan, M. G. Husada, M. I. Rasyid, "Pembangunan prototipe sistem pengendalian peralatan listrik pada platform android," *J Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 13-25, 2013.

[6] N. B. Ginting, "Penggerak antena modem USB tiga dimensi berbasis mikrokomputer menggunakan Arduino UNO," *J Fisika*, vol. 2, no.1, pp. 17-18, 2002.

[7] A. Wagyana and Rahmat, "Prototype Modul Praktik Untuk Pengembangan Aplikasi Internet Of Things (Iot)," *Jurnal Ilmiah Setrum*, pp. 240-241, 2019.

[8] S. Susilawati, S. Suseno, and C. Rozikin, "Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Ruang Produksi Berbasis Wireless Sensor Network Pada Pt. Xxx Manufacturing Services Indonesia," *JUST IT J. Sist. Informasi, Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 10, no. 2, pp. 136, 2020, doi: 10.24853/justit.10.2.136-143.

[9] Eric Ferdy Kurniawan, E. F., Eko Sakti Pramukantoro, E. S. & Bakhtiar, F. A., "Implementasi Perangkat Internet Gateway Device Untuk Menghubungkan Infrastruktur IoT dan Aplikasi Cloud Menggunakan Narrowband Internet of Things (NB-IoT)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, pp. 5215-5224, 2019.

[10] F. R. Ashari, J. Marpaung, F. T. P. W, F. Imansyah, and R. R. Y, "Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Dan Kelembapan Tanah," no. February, 2020.

[11] Fitri Puspasari, Trias Prima Satya, Unan Yusmaniar Oktiawati, Imam Fahrurrozi, and Hristina Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 40, no. 45, pp. 33, 2020.