

Rancang Bangun WSN Menggunakan Ebyte E22-900T30D sebagai Media Komunikasi Jarak Jauh di Daerah Urban Area (Palur, Surakarta)

Fajar Budi Setiawan

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Informatika Universitas Surakarta, Surakarta, Indonesia

email: fajar.budi.st@unsu.ac.id*

*Corresponding Author

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah artikel:

Received 10 Oktober 2023
Reviewed 30 Oktober 2023
Revised 11 November 2023
Accepted 30 November 2023

Kata kunci:

Internet Of Things
Lora
LORAWAN
WSN
LPWAN

ABSTRAK

Kehidupan kita saat ini semakin terkoneksi dan serba digital. Dari perangkat rumah pintar hingga kendaraan otonom, semuanya memerlukan konektivitas yang handal dan efisien. Di tengah transformasi ini, LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) telah muncul sebagai solusi canggih yang memenuhi kebutuhan manusia saat ini dengan mendominasi dalam konektivitas penghubung antara perangkat internet of Things (IoT) saat ini. LoRaWAN telah menjadi elemen kunci dalam transformasi menuju masyarakat yang semakin terkoneksi dan cerdas. Terdapat penelitian yang telah mengamati kinerja dan karakteristik LoRa dalam dunia nyata di daerah perkotaan. Dalam implementasi penggunaan LoRa terdapat variable yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan diantaranya spreading factor (SF), Coding Rate (CR), Bandwidth, Received Signal Strength Indicator (RSSI), Signal To Noise Ratio (SNR), dan Preamble Length. Chengdu Ebyte Electronic Technology Co., Ltd. merupakan salah satu perusahaan yang aktif bergerak dalam bidang pengembangan riset Internet of Things. Berdasarkan beberapa kajian mengenai karakteristik lora itu dalam penelitian ini, penulis ingin menguji karakteristik modul LoRa E22-900T30D yang diklaim oleh ebyte mampu melakukan transmisi data pada jarak 10KM. Hasil kajian uji karakteristik ini akan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Hasil menunjukkan bahwa LoRa-900T30D mampu melakukan transmisi efektif sejauh 2,08 KM dengan success rate 75% pada daerah urban di palur surakarta dengan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu 700 meter dengan success rate sebesar 73%.

1. Pendahuluan

Kehidupan kita saat ini semakin terkoneksi dan serba digital. Dari perangkat rumah pintar hingga kendaraan otonom, semuanya memerlukan konektivitas yang handal dan efisien. Di tengah transformasi ini, LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) telah muncul sebagai solusi canggih yang memenuhi kebutuhan manusia saat ini dengan mendominasi dalam konektivitas penghubung antara perangkat internet of Things (IoT) saat ini. Keunikan LoRaWAN terletak pada kemampuannya untuk memberikan konektivitas nirkabel yang sangat luas dan efisien untuk berbagai macam perangkat IoT. Dengan jangkauan yang jauh, konsumsi energi yang rendah, dan biaya yang terjangkau, LoRaWAN telah menjadi elemen kunci dalam transformasi menuju masyarakat yang semakin terkoneksi dan cerdas [1]. Selain itu dalam implementasi penggunaan LoRa terdapat variable yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan diantaranya spreading factor (SF), Coding Rate (CR), Bandwidth, Received Signal Strength Indicator (RSSI), Signal To Noise Ratio (SNR), dan Preamble Length [2]. Variable factor tersebut sangat menentukan hasil dari transmisi data yang diperoleh dalam komunikasi menggunakan LoRa.

Terdapat penelitian yang telah mengamati kinerja dan karakteristik LoRa dalam dunia nyata di daerah perkotaan [3]. Penelitian dilakukan di universitas brawijaya dengan ketinggian 45 meter dari tanah pada gedung bertingkat. Hasil dari penelitian tersebut menggunakan RSSI sebagai salah satu parameter menunjukkan bahwa jarak maksimal transmisi terjauh adalah 700 meter dalam kondisi luar ruangan dengan sukses ratio sebesar 73% dan Spreading Factor 11. Dari penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa untuk transmisi jauh, maka nilai spreading factor yang tinggi dan bandwidth yang rendah sangat direkomendasikan. Dalam penelitian karakteristik transmisi didalam ruangan telah dilakukan oleh hairdar *et.al* [4]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa didalam ruangan lora mampu melakukan transmisi sejauh 150m dengan nilai RSSI -101dBm. Namun hasil tersebut perlu dikaji lebih mendalam tentang pengaruh jumlah node, payload dan pemilihan antenna yang digunakan.

Dalam implementasi teknologi LoRaWAN terdapat beberapa vendor perusahaan yang aktif memproduksi dan mengembangkan modul telekomunikasi berbasis LoRa. Chengdu Ebyte Electronic Technology Co., Ltd. merupakan salah satu perusahaan yang aktif bergerak dalam bidang pengembangan riset Internet of Things. Salah satu produk yang dikembangkan adalah E22 series yang menggunakan chip SX1262 yang diclaim oleh ebyte mampu mentransmisikan data dengan jarak hingga 10 KM dalam keadaan ideal [5]. Berdasarkan beberapa kajian mengenai karakteristik lora itu dalam penelitian ini, penulis ingin menguji karakteristik modul LoRa E22-900T30D yang diklaim oleh ebyte mampu melakukan transmisi data pada jarak 10KM. Hasil kajian uji karakteristik ini akan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Kajian akan dilakukan dengan menggunakan nilai RSSI dan success rate sebagai acuan, serta penentuan setting parameter yang dibutuhkan.

1.1 LPWAN (*Low Power Wide Area Network*)

LPWAN (Low Power Wide Area Network) adalah jenis jaringan nirkabel yang dirancang khusus untuk menghubungkan perangkat dengan daya rendah, yang membutuhkan jangkauan yang luas (wide area), dan memiliki konsumsi energi yang sangat efisien. LPWAN adalah salah satu solusi komunikasi nirkabel yang penting dalam Internet of Things (IoT) dan aplikasi M2M (Machine-to-Machine) karena memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi secara nirkabel dengan jarak jauh sambil tetap hemat daya. Dikarenakan LPWAN merupakan aplikasi komunikasi machine-to-machine maka LPWAN hanya mengirim dan menerima paket yang berukuran kecil serta dalam interval waktu pengiriman data yang jarang. Dengan metode ini maka LPWAN cukup reliable untuk digunakan dalam telekomunikasi data M2M dengan jarak pengiriman yang jauh dan dapat bertahan hingga berbulan-bulan hingga bertahun-tahun hanya dengan memanfaatkan sumber daya baterai. Namun kekurangan dari LPWAN yaitu terkadang pesan yang dikirimkan gagal diterima oleh gateway (paket loss). Sehingga untuk mengantisipasi paket loss maka diperlukan beberapa gateway agar rate paket loss menjadi lebih kecil [6].

1.2 LoRa WAN (*Long Range Wide Area Network*)

LoRaWAN adalah salah satu protokol komunikasi yang digunakan dalam LPWAN). Ini adalah salah satu varian teknologi LPWAN yang populer dan memiliki karakteristik khusus yang membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi IoT (Internet of Things) yang memerlukan konektivitas jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Protokol LoRaWAN memiliki keunggulan dibandingkan protokol komunikasi yang lainnya diantaranya, memiliki jarak transmisi yang jauh, hemat biaya, konsumsi daya rendah, skalabilitas tinggi, memiliki fitur Quality of Service (QoS), serta memiliki kemampuan enkripsi data untuk membangun jaringan wireless yang aman. Dalam arsitektur LoRaWAN, node device tidak terasosiasi langsung dengan gateway tertentu, melainkan Node device akan mengirimkan data pada beberapa gateway yang selanjutnya dikirimkan ke network server yang ada di cloud melalui jaringan internet [7]

1.3 LoRa (*Long Range*)

LoRa adalah sebuah teknologi komunikasi nirkabel jarak jauh yang dikembangkan oleh Semtech untuk memstandarisasi LPWAN (*Low Power Wide Area Network*). LoRa memungkinkan komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah, memungkinkan pengoperasian yang efisien dengan baterai. Jaringan LoRa memberikan cakupan sinyal yang luas, yang dapat mencapai beberapa kilometer. Di lingkungan perkotaan, LoRa bisa berkomunikasi hingga sejauh 5 kilometer, sementara di daerah pedesaan, jangkauannya bisa mencapai lebih dari 15 kilometer, tergantung pada apakah perangkat akhirnya berada di dalam atau di luar ruangan [8].

2.4 RSSI (*Received Signal Strength Indicator*)

RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) adalah parameter yang digunakan untuk mengukur tanda kekuatan sinyal yang diterima oleh suatu perangkat nirkabel. Pengukuran ini berdasarkan pada kekuatan sinyal yang diterima, dan tujuannya adalah untuk mengevaluasi tingkat akurasi pengukuran dan perhitungan yang menggunakan komunikasi nirkabel. Ketika jarak transmisi semakin jauh, sinyal yang diterima akan menjadi semakin lemah, yang mengakibatkan keterlambatan dalam pengiriman data. RSSI berfungsi sebagai indikator yang mencerminkan kekuatan sinyal yang diterima oleh penerima dari pengirim. Kekuatan sinyal nirkabel diukur dalam satuan desibel miliwatt (dBm). Kualitas sinyal yang diterima dianggap baik jika nilai RSSI mendekati 0, dengan nilai RSSI selalu bersifat negative. Standarisasi signal strength menurut THIPHON [9] yaitu :

Tabel 1. Tabel Kategori *Signal Strenght*

Kategori RSSI	Signal Strength (dBm)
Sangat Bagus	< - 70 dBm
Bagus	-70 dBm s/d -85 dBm
Sedang	-86 dBm s/d -100 dBm
Buruk	-100 dBm

2.5 Packet Loss

Packet loss merupakan parameter yang menunjukkan berapa banyak data yang hilang dalam proses transmisi data antara pengirim (TX) dan penerima (RX). Hal ini dapat terjadi karena adanya *collision*, *congestion*, interferensi dan attenuasi dalam jaringan. Perhitungan packet loss dapat dilakukan dengan persamaan berikut [9] :

$$Packetloss = \frac{\text{Paket Data Dikirim} - \text{Paket Data Diterima}}{\text{Paket Data yang dikirim}} \times 100\%$$

Tabel 2. Tabel Kategori *Packet Loss*

Kategori <i>Packetloss</i>	<i>Packetloss</i>	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2
Buruk	25%	1

2.6 Haversine Theory

Teori haversine merupakan sebuah persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung jarak antara dua buah titik yang berada pada permukaan bumi dengan menghilangkan factor bahwa bumi itu sedikit elips. Persmaan ini merupakan turunan dari hasil perhitungan trigonometri pada kasus trigonometri bola. Teori ini sangat penting dalam perhitungan system navigasi yang digunakan pada perangkat GPS saat ini. Dengan menggunakan persamaan teori haversine penulis dapat menghitung jarak antara Base Station dan Sensor node hanya dengan mengetahui koordinat bujur dan

lintang hasil dari perhitungan sensor GPS. Yusup *et al* [10] menjelaskan tentang perhitungan jarak antara dua titik menggunakan persamaan berikut :

$$a = \sin^2 \left(\frac{\Delta lat}{2} \right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \sin^2 \left(\frac{\Delta long}{2} \right) \quad (1)$$

$$d = 2r \cdot \arcsin (\sqrt{a})$$

Keterangan:

d = Jarak
 r = Jari-jari bumi
 Δlat = besaran perubahan latitude
 $\Delta long$ = besaran perubahan longitude

2. Metode

2.1 Metode Penelitian

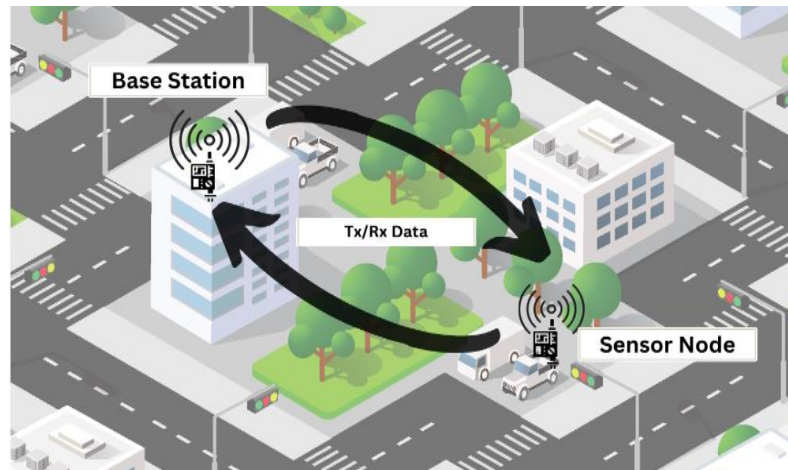
Metode penelitian yang kami lakukan adalah dimulai dari studi literature penelitian terdahulu yang relevan mengenai LPWAN, WSN, LoRa dan implementasi lora yang telah dilaksanakan oleh peneliti. Lalu diperoleh sebuah research gap dimana daya transmisi Lora masih terbatas dibawah 1 km untuk daerah urban area. Namun dari hasil studi literature datasheet Ebyte E22-900T30D disebutkan bahwa device ini mampu melakukan transmisi data sejauh 10KM secara ideal. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah Uji karakteristik dari Ebyte E22-900T30D untuk memastikan jarak transmisinya apakah sesuai dengan datasheet. Dari analisis kebutuhan tersebut dirancanglah suatu modeling system untuk mengetahui karakteristik Ebyte E22-900T30D.

Instrument modeling menggunakan Arduino Nano, GPS Neo 6MV2, serta SDcard sebagai media data logger. Instrumen terdiri dari 2 device yaitu 1 node base station dan 1 node penerima mobile. Selanjutnya tahap implementasi diimplementasikan dalam Project board. Hasil dari implementasi adalah dilakukan pengujian di kawasan palur, karanganyar dengan base station berada di gedung pusat Universitas Surakarta lantai 5 dan penerima berjalan menjauhi Base Station. Setelah dilakukan pengujian data diolah dan ditarik kesimpulan.

2.1.1 Modelling System

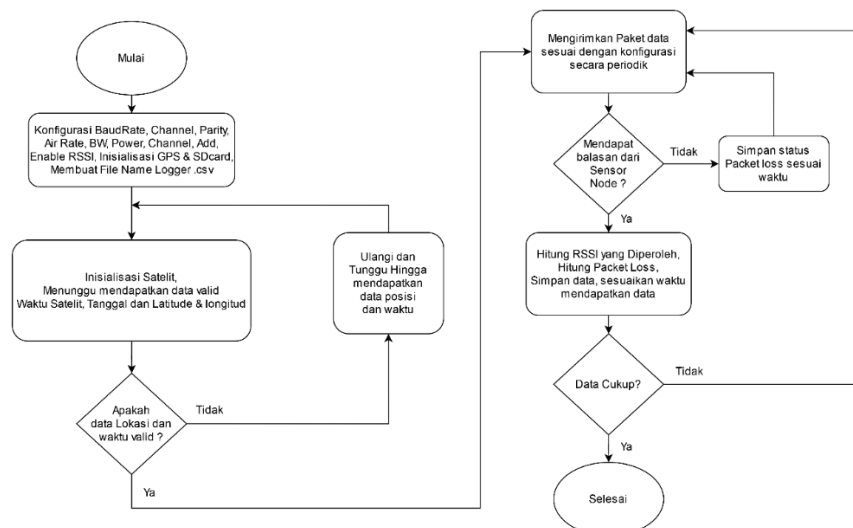
Pemodelan system dilaksanakan menggunakan metode seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. System terdiri dari BS pemancar yang berada diatas gedung setinggi 25 meter. Base station terdiri dari sebuah Arduino nano dilengkapi dengan modul LoRa Ebyte E22-900T30D sebagai modul transmisi data serta GPS sebagai perekam koordinat lokasi agar lebih akurat dan sebuah modul MicroSD sebagai media data logger dari data yang diperoleh. Pada Sensor Node juga memiliki spesifikasi yang sama seperti base station. metode pengambilan data diperoleh dengan melakukan data logging nilai RSSI dibandingkan dengan koordinat lokasi serta nilai paket loss yang diperoleh.

Base station memiliki posisi statis dan sensor node akan bergerak di sekitar area base station hingga posisi menjauh mengikuti jalur jalan umum yang biasa digunakan oleh public. Data tersebut selanjutnya disimpan didalam micro SD dalam format CSV lalu di ekstrak untuk diubah menjadi formal excel agar lebih mudah untuk diolah kedepannya. Peneliti akan berhenti bergerak menjauh jika paket loss yang diterima oleh sensor Node lebih besar dari 25%. Nilai RSSI tentunya tidak hanya diukur dari besaran sinyal yang ditangkap Sensor Node saja, melainkan RSSI juga dihitung dari besarnya sinyal yang ditangkap oleh Base Station dari Sensor Node. Semua data tersebut selanjutnya di olah menggunakan Microsoft Excel kemudian baru diperoleh data karakteristik dari karakteristik pancaran modul LoRa Ebyte E22-900T30D di area Urban.



Gambar 1 menjelaskan ilustrasi pemodelan system penguji karakteristik modul LoRa Ebyte E22-900T30D pada area urban.

2.1.2 Flow Chart Pengirim



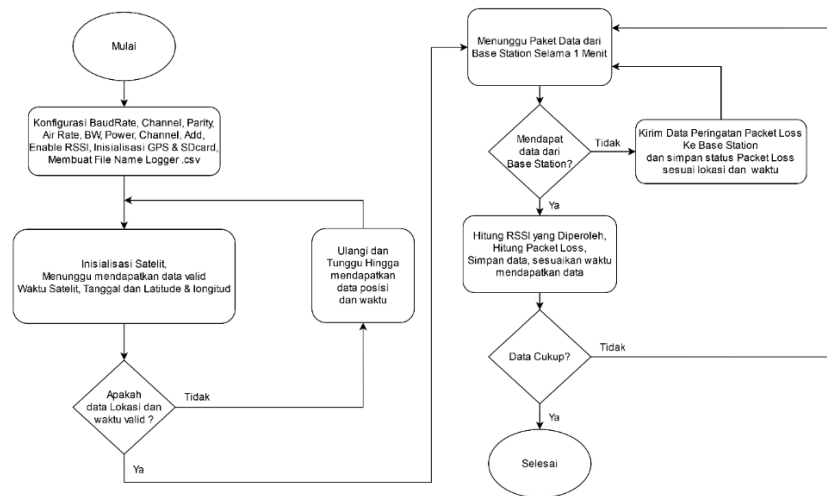
Gambar 2 Base Station Alogorithm Flow Chart

Gambar 2 menunjukkan alur program dari base station. Program dimulai dengan inisialisasi semua modul yang diperlukan, inisialisasi dilakukan untuk memastikan modul device GPS, SD Card, dan EByte E22900T30D telah siap digunakan. inisialisasi dilakukan dengan melihat respons dari setiap modul melalui komunikasi serial dari setiap baudrate. langkah selanjutnya adalah memastikan bahwa GPS telah memperoleh data yang valid, kondisi tersebut ditunjukkan oleh banyaknya jumlah satelit yang terbaca oleh GPS, dikarenakan semakin banyak data koordinat satelit yang tertangkap, maka triangulasi posisi lokasi GPS akan semakin akurat. alur program menunjukkan jika tidak terdapat satelit yang tertangkap atau jumlah satelit masih dibawah target dan mengakibatkan data lokasi yang diperoleh GPS menjadi invalid, maka program akan menunggu dan tidak akan mengeksekusi alur program selanjutnya.

Sebaliknya, jika data posisi telah valid maka, base station akan segera mengirimkan paket data berupa data Pinger yang disertai dengan data counter-up yang bertujuan untuk mengidentifikasi jika terdapat data yang hilang atau tidak diterima oleh sensor Node. data tersebut akan dikirim setiap 1 detik. tentunya ini berbeda dengan konsep lora yang seharusnya, dimana lora akan mengirim data secara jarang. Alur selanjutnya adalah base station menunggu paket data yang dikirim oleh Sensor Node dan merekam data nilai RSSI yang ditangkap oleh sensor node dan nilai RSSI yang berhasil

diterima oleh Base Station dari pancaran Sensor Node. Selanjutnya data akan di rekam dan alur ini akan berulang terus menerus hingga dianggap data yang dikirimkan sudah cukup oleh peneliti.

2.1.2 Flow Chart Penerima

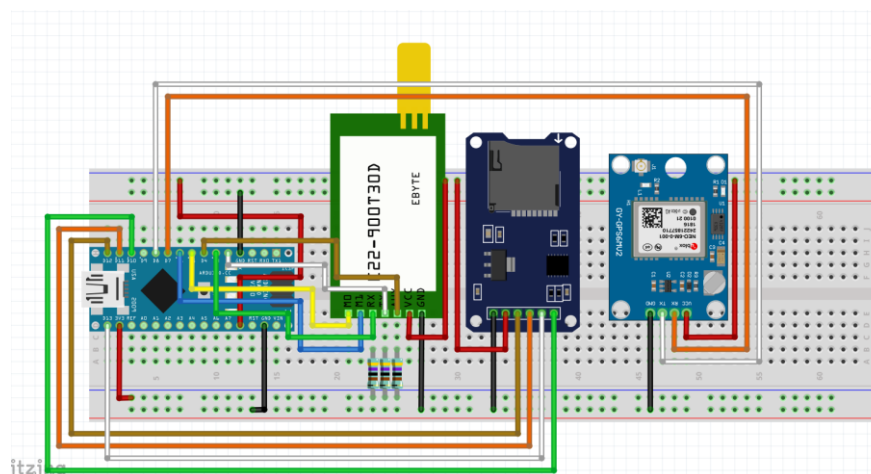


Gambar 3 Sensor Node Alogorithm Flow Chart

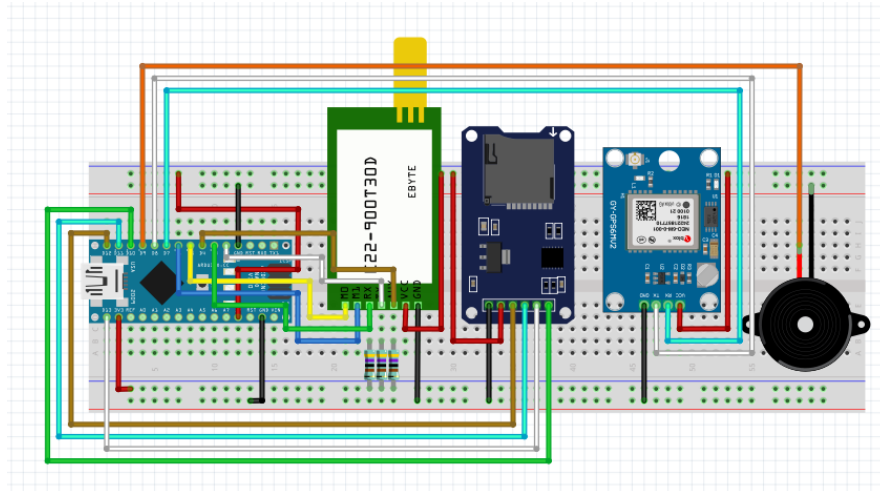
Gambar 3 adalah merupakan alir program dari sensor node. Dengan garis besar yang cukup mirip namun pada algoritma program sensor node memiliki perbedaan pada sisi pengiriman data dan perekaman data. Pada device sensor node, ketika seluruh data posisi tanggal dan modul pemancar sudah siap, maka sensor node akan mulai melakukan perhitungan dalam penerimaan data pancaran. Jika dalam waktu 1 30 detik sensor node tidak mendapatkan sinyal data dari base station, maka sensor node akan melakukan broadcast menggunakan channel yang sama dengan sebuah data peringatan paket loss yang ditujukan ke base station. ini digunakan untuk menganalisa penyebab terjadinya kehilangan data yang terjadi.

Sebaliknya jika data dari base station telah diterima dengan baik oleh sensor node, maka sensor node akan menghitung berapa besar nilai RSSI yang diperoleh, hingga melakukan analisa packet loss dari counter data yang ditangkap, lalu menyesuaikan nilai data tersebut dngan koordinat lokasi geografis serta waktu diterimanya data tersebut. Proses ini akan terus berulang hingga data yang diperoleh dirasa cukup oleh peneliti, untuk kemudian kedua data dari base station dan sensor node akan diolah dan dianalisa selanjutnya.

2.1.3 Wiring design



Gambar 4. Base Station Wiring Diagram



Gambar 5. Sensor Node Wiring Diagram

Gambar 4. Menunjukkan wiring diagram dari sistem Base station yang terdiri dari sebuah Arduino Nano sebagai MCU serta Ebyte E22-900T30D sebagai transceiver untuk pengiriman data dengan protocol Lora. Sebuah modul Micro SD card juga diintegrasikan ke dalam system dengan tujuan sebagai data logger dari data yang berhasil diukur oleh system Base station untuk memudahkan analisa. Modul GPS dari Block Neo6Mv2 digunakan sebagai acuan pembacaan koordinat posisi base station dan sensor node. Modul Micro SD card menggunakan protocol SPI untuk berkomunikasi dengan MCU, sedangkan modul GPS dan Lora Ebyte E22-900T30D menggunakan protocol I2C untuk berkomunikasi dengan MCU.

Secara garis besar diagram wiring dari base station dan sensor node yang ditunjukkan oleh gambar 5 memiliki konfigurasi yang hamper mirip. Perbedaan hanya pada penggunaan buzzer pada sensor node untuk memudahkan peneliti dalam mengambil data melalui notifikasi pinger dari buzzer. Buzzer akan aktif ketika data pinger dari base station berhasil diterima oleh sensor node. Pada implementasinya kedua devais ini menggunakan sumber daya baterai 2 x LiPO 18650 3.7 Volt yang rangkai secara seri dan tegangan diregulasi menjadi 5 Volt 1 Ampere. Tegangan 3.3 Volt juga diperlukan oleh modul Lora Ebyte E22-900T30D sebagai input pull-up pada port TX, RX dan AUX sesuai penjelasan dari data sheet. Tegangan 3.3 Volt tersebut diperoleh dari output tegangan 3.3 V Arduino nano yang secara perhitungan cukup untuk mensupply tegangan pull-up dari Lora Ebyte E22-900T30D.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Implementasi

Pada tahap implementasi ini peneliti memastikan bahwa dari desain yang telah dibahas pada bab sebelumnya dapat berfungsi secara benar dan dapat menghasilkan output sesuai target desain. Seluruh modul dipastikan berjalan dengan normal dan posisi yang terdeterksi oleh GPS juga memiliki keakuratan yang cukup dalam penelitian ini. Testing mengenai kinerja komunikasi data antar lora base station dan sensor node dapat menerima sinyal dengan baik tanpa error dalam kondisi ideal terbaik.

Testing Module GPS

Modul GPS menggunakan power supply 5 V menggunakan komunikasi serial dan memanfaatkan library software serial dengan menggunakan port digital D6 dan D7 sebagai port TX RX. Secara algoritma program data posisi diperoleh dengan persyaratan minimal terdapat 6 Satelit yang terkoneksi untuk meningkatkan akurasi posisi. Data hasil pembacaan modul kita bandingkan dengan GPS smart phone yang memiliki akurasi sensing yang lebih akurat. Selanjutnya data posisi

dari modul kami bandingkan dengan penandaan lokasi menggunakan google maps. Dari 8 sample data posisi yang telah diperoleh selanjutnya kami hitung besarnya nilai error posisinya.

Tabel 3. Tabel *Error* perhitungan GPS Block Neo 6Mv2

Data	Neo 6Mv2	GPS Glonas	Error
1	Lat : -7.564774102052534, Long : 110.8652871141243	Lat : -7.564772772620128, Long : 110.86529449019828	1,26 meter
2	Lat : -7.564818638035637, Long : 110.86548895033047	Lat : -7.56483193235806, Long : 110.86548425646522	1,57 meter
3	Lat : -7.564935628058902, Long : 110.86538233253387	Lat : -7.564939616354579, Long : 110.86539641412963	2,07 meter
4	Lat : -7.565729398334457, Long : 110.86521273561908	Lat : -7.565731392478631, Long : 110.86522011169306	0.92 meter
5	Lat : -7.565635673547609, Long : 110.86529186077632	Lat : -7.565636338262482, Long : 110.86530929513299	1,86 meter
6	Lat : -7.568245819101587, Long : 110.87523279064304	Lat : -7.568245819101587, Long : 110.875247542791	1,77 meter
7	Lat : -7.5687176399768905, Long : 110.87381229990264	Lat : -7.568718969397146, Long : 110.87382369928969	1,13 meter
8	Lat : -7.568482654246347, Long : 110.8745834964579	Lat : -7.568480660114883, Long : 110.87459288418842	1,20 meter
RATA-RATA ERROR			1,47 meter

Dari hasil test menunjukkan bahwa module GPS yang diintegrasikan dalam system ini mampu bebrikan informasi posisi yang cukup akurat dengan nilai error sebesar 1,47 meter. Dengan hasil tersebut maka nilai data posisi dari system ini dapat dijadikan acuan untuk menghitung jarak antara Sensor Node dan Base Station.

Testing module Lora Ebyte E22-900T30D

Setelah kami mengetahui bahwa data posisi yang diambil sudah cukup akurat, maka selanjutnya kami membutuhkan nilai eror untuk kebutuhan validasi proses pengiriman data menggunakan lora. Untuk memastikan bahwa data pasti terkirim maka kami menggunakan skenario pengiriman data pada jarak pendek. Yaitu 25 m, 50 m, dan 100m dengan mode stati yaitu kedua device antara Base station dan wireless sensor node dalam posisi diam. selanjutnya untuk memastikan bahwa Lora mampu melakukan transmisi melalui attenuator gedung maka pada jarak yang sama kami membandingkan proses transmisi dengan halangan dan tanpa halangan LOS (Line of Sight). Jumlah data yang dikirim adalah 100 data pinger. Yang dikirim setiap 1 detik sekali. Data yang kami peroleh adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Tabel *Packet Loss testing* modul Lora Ebyte E22-900T30D

Data	Jarak	Pengahalang	Jumlah Data		Packet Loss
			Dikirim	Diterima	
1	25 m	LOS	100 Ping	100 Ping	0 %
2	50 m	LOS	100 Ping	100 Ping	0 %
3	100 m	LOS	100 Ping	100 Ping	0 %
4	25 m	Terhalang	100 Ping	100 Ping	0 %
5	50 m	Terhalang	100 Ping	100 Ping	0 %
6	100 m	Terhalang	100 Ping	99 Ping	1 %
RATA-RATA PACKET LOSS					0,16 %

Dari hasil test tersebut diketahui bahwa modul Lora E22-900T30D yang diintegrasikan dengan Arduino Nano pada penelitian ini mampu melakukan transmisi jarak pendek pada jarak 100 meter dalam kondisi line of sight ataupun terhalang. Nilai packet loss rata rata yang diperoleh dalam

proses transmisi ini sangat rendah dan tidak signifikan yaitu sebesar 0,16 % dari 100 data yang dikirim.

Pengambilan Data Transmisi Jarak Jauh

Setelah kami memastikan bahwa tidak terdapat packet loss yang significant pada proses transmisi data pada system ini maka selanjutnya yang kami lakukan adalah melakukan proses transmisi data jarak jauh dengan sama scenario sebagai berikut :

1. Pengambilan data diambil menggunakan mode statis, dimana lokasi BS (base station) dan WSN (wireless sensor node) dalam proses pengiriman data dalam kondisi diam.
2. Data yang dikirim adalah sejumlah 20 data pinger per posisi dengan frekuensi pengiriman data sebanyak 1 data pinger/ 2 detik.
3. Secara bertahap setelah 20 data pinger dikirim per posisi, maka selanjutnya WSN akan berpindah ke lokasi selanjutnya menjauh dengan radius 10 meter dari lokasi sebelumnya.
4. Kondisi dilapangan tidak *Line of Sight* (terhalang) karena WSN berada pada posisi 2 meter diatas tanah dan BS berada pada ketinggian 25meter diatas gedung rektorat Universitas Surakarta yang tentunya selama proses transmisi akan terhalang gedung yang berada disekitar jalan Palur – Karanganyar.
5. Jalur yang dilalui tidak tegak lurus melainkan mengikuti jalan Palur – Karanganyar.
6. Posisi awal WSN dimulai didepan gedung rektorat yang berjarak 100 meter dari BS.
7. Pengambilan data dihentikan setelah packet loss yang diperoleh sebesar 100% pada radius 100 meter dari posisi data yang gagal diterima sebelumnya.
8. Jarak terjauh diukur dari posisi koordinat terjauh yang memiliki nilai error 100%

Dari skenario tersebut diperoleh tabel pengambilan data transmisi dari sebagai berikut :

Tabel 5. Tabel data Success Rate transmisi jarak jauh

Data	Jarak	Success Rate	Data	Jarak	Success Rate
1	0 - 100 m	100 %	15	1401 – 1500 m	88 %
2	101 – 200 m	100 %	16	1501 – 1600 m	87 %
3	201 – 300 m	100 %	17	1601 – 1700 m	83 %
4	301 – 400 m	100 %	18	1701 – 1800 m	81,5 %
5	401 – 500 m	99 %	19	1801 – 1900 m	81 %
6	501 – 600 m	99 %	20	1901 – 2000 m	78,5 %
7	601 – 700 m	99,5 %	21	2001 – 2100 m	76 %
8	701 – 800 m	98,5 %	22	2101 – 2200 m	69 %
9	801 – 900 m	97,5 %	23	2201 – 2300 m	63 %
10	901 – 1000 m	97 %	24	2301 – 2400 m	54,5 %
11	1001 – 1100 m	97,5 %	25	2401 – 2500 m	45,5 %
12	1101 – 1200 m	96 %	26	2501 – 2600 m	34,5 %
13	1201 – 1300 m	94,5 %	27	2601 – 2700 m	11 %
14	1301 – 1400 m	89,5 %	28	2701 – 2800 m	0%

Tabel 5 merupakan data olahan yang dituliskan packet loss dalam rentang 100 meter. Namun setiap rentang data tersebut sebenarnya merupakan hasil rerata dari 10 posisi pengambilan data transmisi yang terdiri dari 20 data pinger untuk setiap posisi. Sehingga dapat dikatakan success rate dari setiap rentang 100 meter terdiri dari 200 data pinger yang dikirimkan Base Station.

3.2 Analisis

Data percobaan kami catat melalui data logger yang dicatat menggunakan data berformat .csv menggunakan modul Micro SDcard. Selanjutnya data yang diperoleh adalah data posisi dalam format koordinat latitude dan longitude selanjutnya dari data posisi antara base station dan WSN

kita hitung jarak menggunakan metode haversine. Data posisi, jarak dan jumlah packet loss diperoleh nilai success rate yang ditunjukkan pada Tabel 5. Dari data tersebut diperoleh data success rate yang berfluktuasi ketika WSN bergerak menjauh. Terlihat pada jarak 400 – 600 meter terjadi penurunan success rate yang kemudian nilai success rate kembali naik sebesar 0,5% ketika WSN menuju posisi dengan jarak 700 meter. Hal tersebut terjadi karena pada jarak 400 – 600 meter lokasi WSN tertutup oleh jembatan layang palur dan WSN terakut gedung karena posisi jalan agak menikung. Menurut penulis hal ini terjadi dikarenakan losses akibat atenuasi gedung yang dilalui oleh gelombang elektromagnetik Lora. hal tersebut juga terjadi pada jarak 901 – 1000 meter dari base station. Secara garis besar rancang bangun komunikasi jarak jauh menggunakan Ebyte E22-900T30D ini mampu melakukan transmisi data maksimal pada jarak 2.680 meter dari base station dengan success rate sebesar 5% pada titik tersebut. Dan rerata success rate sebesar 11% dari rentang jarak 2601 – 2700 meter. Namun tentunya pada jarak tersebut bukan merupakan jarak yang efektif untuk melakukan proses komunikasi data karena nilai success rate yang rendah. Maka berdasarkan standar komunikasi data yang baik yaitu nilai packet loss kurang dari 25% yaitu dengan success rate minimum adalah 75% maka diperoleh hasil transmisi maksimum yang dapat diperoleh dari sistem ini adalah sejauh 2.080 meter dari base station dengan nilai success rate sebesar 75%. Data rerata success rate maksimum adalah 76% pada rentang jarak 2.001 – 2.100 meter dari base station. Tidak seperti data datasheet yang menyatakan bahwa Ebyte E22-900T30D mampu melakukan transmisi hingga 10KM dalam kondisi ideal ataupun LOS (*Line Of Sight*). Untuk membandingkan data sheet tersebut perlu dilakukan penelitian lanjutan pada rural area dan dalam kondisi pancaran *Line of Sight*.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa rancang bangun WSN menggunakan modul Ebyte E22-900T30D mampu melakukan komunikasi jarak jauh dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano pada daerah Urban khususnya studi kasus Palur Surakarta. Hasil jarak pancaran transmisi data masih jauh jika dibandingkan target datasheet yaitu 10KM kondisi ideal, namun penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa hasil transmisi menggunakan Lora Ebyte E22-900T30D mampu melakukan transmisi lebih jauh jika dibandingkan penelitian sebelumnya yaitu 700 meter dengan success rate sebesar 73%. Hasil dari penelitian kami menunjukkan bahwa rancang bangun WSN menggunakan Ebyte E22-900T30D mampu melakukan transmisi jarak jauh dengan jarak maksimal 2.080 meter dengan success rate sebesar 75%. Untuk melakukan pembuktian klaim Ebyte E22-900T30D yang mampu melakukan transmisi 10KM, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan pengukuran pada daerah yang mendekati ideal yaitu di daerah rural yang minim interferensi dan pada posisi transmisi yang line of sight sehingga atenuasi dikarenakan faktor penghalang semakin minim dan diharapkan jarak pancar semakin jauh.

7. Referensi

- [1] F. Raza, "A technical overview of LoRa ® and LoRaWAN TM What is it", Accessed: Sep. 11, 2023. [Online]. Available: https://www.academia.edu/31617677/A_technical_overview_of_LoRa_and_LoRaWAN_What_is_it
- [2] C. Ebi, F. Schaltegger, A. Rüst, and F. Blumensaat, "Synchronous LoRa Mesh Network to Monitor Processes in Underground Infrastructure," IEEE Access, vol. 7, pp. 57663–57677, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2913985.
- [3] M. M. Kurniawan, K. Amron, and R. A. Siregar, "Analisis Karakteristik Transmisi LoRa pada Wilayah Perkotaan," J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput., vol. 6, no. 8, Art. no. 8, Sep. 2022.
- [4] H. H. Hadhiansah, K. Amron, and R. A. Siregar, "Analisis Karakteristik Transmisi LORA dalam Ruang," J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput., vol. 7, no. 4, Art. no. 4, Aug. 2023.

-
- [5] "E22-900T30D_SX12**_SPI/SOC/UART_Module_Chengdu Ebyte Electronic Technology Co., Ltd." <https://www.cdebyte.com/products/E22-900T30D> (accessed Sep. 11, 2023).
- [6] bluee, "LPWAN, Apa itu?," KMTek, Sep. 11, 2021. <https://www.kmtech.id/post/lpwan-apa-itu> (accessed Sep. 11, 2023).
- [7] Imelda, "Teknologi LoRa dan Protokol LoRaWan," KMTek, May 01, 2021. <https://www.kmtech.id/post/teknologi-lora-dan-protokol-lorawan> (accessed Sep. 11, 2023).
- [8] A. R. Batong, P. Murdiyat, and A. H. Kurniawan, "Analisis Kelayakan LoRa Untuk Jaringan Komunikasi Sistem Monitoring Listrik Di Politeknik Negeri Samarinda," *PoliGrid*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Dec. 2020, doi: 10.46964/poligrid.v1i2.602.
- [9] T. S. J. Putra, "Analisis Kualitas Signal Wireless Berdasarkan Received Signal Strength Indicator (RSSI) pada Universitas Kristen Satya Wacana," Thesis, Program Studi Teknik Informatika FTI-UKSW, 2018. Accessed: Sep. 11, 2023. [Online]. Available: <https://repository.uksw.edu/handle/123456789/18975>
- [10] Y. Miftahuddin, S. Umaroh, and F. R. Karim, "PERBANDINGAN METODE PERHITUNGAN JARAK EUCLIDEAN, HAVERSINE, DAN MANHATTAN DALAM PENENTUAN POSISI KARYAWAN," *J. Tekno Insentif*, vol. 14, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2020, doi: 10.36787/jti.v14i2.270.
-