

TRANSMISI DATA MULTISENSOR SECARA *REAL TIME* TERTAMPIL PADA MS. EXCEL BERBASIS DAQ

Agus Haery Musita¹, Leonardus Sandy Ade Putra², Jannus Marpaung³

d1021201032@student.untan.ac.id¹, leonardusandy@ee.untan.ac.id²,

jannus.marpaung@ee.untan.ac.id³

Universitas Tanjungpura

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *transmisi* data multisensor secara *real time* yang ditampilkan langsung pada Microsoft Excel berbasis sistem akuisisi data (DAQ). Sistem ini menggunakan sensor BME280, DHT22, dan DS18B20. Ketiga sensor dikalibrasi untuk memastikan akurasi pengukuran dan dihubungkan dengan *mikrokontroler* Arduino Uno sebagai data *logger*. Data dari sensor dikirimkan secara *nirkabel* menggunakan modul LoRa RFM95 dengan parameter komunikasi LoRa diatur antara lain *Spreading Factor* 12, *Coding Rate* 4/5, dan *Bandwidth* 250 kHz. Proses akuisisi data dilakukan menggunakan *software* PLX-DAQ yang memungkinkan tampilan data *real time* dalam bentuk angka dan grafik di Microsoft Excel tanpa input manual. Pengujian dilakukan dalam kondisi *Non-Line of Sight* (NLOS) dengan lima variasi jarak mulai dari 100 hingga 300 meter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi pengukuran dari sensor BME280 mencapai 94,93% untuk suhu dan 95,9% untuk kelembaban; sensor DHT22 mencapai 97,86% untuk suhu dan 99,13% untuk kelembaban serta sensor DS18B20 mencapai 96,44% untuk suhu. Selain itu, sistem menunjukkan performa komunikasi yang baik dengan nilai *Packet Delivery Ratio* (PDR) 100 % dan *Packet Loss* 0 %. Sistem berhasil menampilkan data pengukuran multisensor secara otomatis, cepat, dan akurat pada Microsoft Excel dalam bentuk tabel dan grafik secara *real time*.

Kata Kunci: Transmisi Data, Multisensor, LoRa RFM95, DAQ, Microsoft Excel.

ABSTRACT

This study aims to design and implement a real-time multisensor data transmission system that displays measurement results directly in Microsoft Excel based on a Data Acquisition (DAQ) system. The system uses BME280, DHT22, and DS18B20 sensors. All three sensors were calibrated to ensure measurement accuracy and connected to an Arduino Uno microcontroller as a data logger. Sensor data is transmitted wirelessly using the LoRa RFM95 module, with LoRa communication parameters configured as Spreading Factor 12, Coding Rate 4/5, and Bandwidth 250 kHz. The data acquisition process is carried out using PLX-DAQ software, which enables real-time data display in numeric and graphical form in Microsoft Excel without manual input. Testing was conducted under Non-Line of Sight (NLOS) conditions with five distance variations ranging from 100 to 300 meters. Testing results showed that the BME280 sensor achieved 94.93% accuracy for temperature and 95.9% for humidity; the DHT22 sensor achieved 97.86% for temperature and 99.13% for humidity; and the DS18B20 sensor achieved 96.44% for temperature. In addition, the system demonstrated excellent communication performance with a Packet Delivery Ratio (PDR) of 100% and Packet Loss of 0%. The system successfully displays multisensor measurement data automatically, quickly, and accurately in Microsoft Excel in the form of tables and real-time graphs.

Keywords: Data Transmission, Multisensor, LoRa RFM95, DAQ, Microsoft Excel.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin maju membutuhkan alat pendukung pekerjaan yang serba cepat dan efisien, seperti halnya pengolahan data. Akuisisi data merupakan sebuah sistem yang memungkinkan pengolahan data secara *real time*, cepat, mudah, dan akurat sehingga sistem ini cocok digunakan untuk mengolah data multisensor agar data yang didapatkan dari pengukuran multisensor dapat diproses dengan cepat dan efisien [1]. Saat ini, proses analisis data dari pengukuran multisensor seringkali harus menginput hasil

pengukuran secara manual ke Microsoft Excel, tentunya hal ini memerlukan waktu, belum lagi hasil pengukuran selalu berubah dengan cepat sehingga dibutuhkan sistem untuk mengolah data multisensor agar cepat dan efisien [2].

Terdapat beberapa *software* yang dapat digunakan untuk akuisisi data seperti SQL dan Python, namun dalam penggunaannya cenderung lebih rumit sehingga kurang cocok jika digunakan untuk analisis data yang sifatnya basic atau dasar. Oleh sebab itu, pada penelitian ini penulis memilih menggunakan *software* PLX-DAQ (*Parallax Data Acquisition tool*) yang dalam penggunaannya lebih mudah dibandingkan SQL dan Python. Dengan *software* PLX-DAQ dapat dilakukan pengukuran, pengumpulan data, dan penyimpanan data multisensor secara bersamaan, belum lagi hasil pengukuran multisensor akan mengalami perubahan dengan cepat sehingga sistem ini diperlukan agar pengolahan data lebih praktis serta hasil analisis data menjadi lebih cepat dan akurat. [2]. *Software* PLX-DAQ dapat langsung menampilkan data dan grafik pengukuran secara *real time* tanpa harus memadamkan *board* arduino yang digunakan sebagai data *logger*. Program pada *software* PLX-DAQ menjadi penghubung antara mikrokontroler dan Microsoft Excel untuk membaca sel atau menulis pada Microsoft Excel dengan cepat, program akuisisi ini dapat membaca karakteristik arduino sehingga menghasilkan output yang akurat tanpa harus mengkompilasi ulang seluruh kode program [3].

Selama pengukuran dari sensor masih berjalan, maka history dari data pengukuran sensor yang terekam akan disimpan pada Microsoft Excel secara *real time*, selain itu juga akan tersimpan pada SD *card* sebagai *backup* apabila terjadi *error* ataupun hilang dalam proses pengambilan data [4]. Dengan demikian data dari pengukuran sensor tidak perlu diinput secara manual pada Microsoft Excel sehingga untuk pengolahan data nya tidak memerlukan waktu yang lama, [5]. Oleh sebab itu maka pada penelitian ini penulis mengimplementasikan sistem akuisisi data ini pada pengukuran multisensor dari jarak jauh menggunakan LoRa RFM95, sensor BME280 untuk mengukur suhu, kelembaban, dan tekanan udara secara *real time*, serta Arduino Uno yang akan digunakan sebagai data *logger* serta *software* PLX-DAQ yang menjadi penghubung antara arduino dengan Microsoft Excel untuk menampilkan data pengukuran secara *real time* dalam bentuk tabel dan grafik.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang ditujukan untuk menguji hipotesis sebab-akibat dengan mengontrol variabel tertentu. Pendekatan ini menggunakan desain eksperimen yang sistematis untuk memahami pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen [26]. Terdapat beberapa komponen penting dari metode eksperimen sebagai berikut :

- a. Manipulasi Variabel Independen : memanipulasi satu atau lebih variabel yang dianggap sebagai faktor penyebab (*variabel independen*) yang bertujuan untuk melihat bagaimana perubahan dari variabel ini mempengaruhi variabel lain.
- b. *Variabel Dependensi* : Variabel yang dipengaruhi atau diukur sebagai respon terhadap manipulasi variabel independen disebut variabel dependen. Tujuannya untuk menentukan apakah manipulasi variabel independen menghasilkan perubahan yang signifikan pada variabel dependen.

Pengukuran dan Analisis Data : Data yang dikumpulkan biasanya berupa data numerik yang diukur secara objektif. Metode statistik digunakan untuk menganalisis data guna mengetahui perbedaan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol signifikan secara statistik.

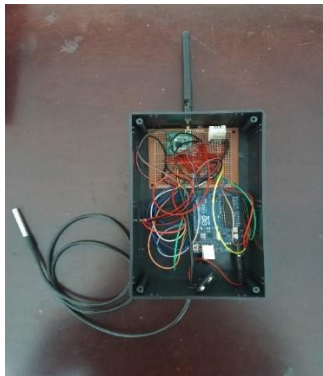
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan *Hardware*

Hasil rancangan *hardware* untuk melakukan monitoring multisensor menggunakan sensor BME280, DHT22, dan DS18B20 untuk mengukur suhu, kelembaban, dan tekanan udara dari jarak jauh secara *wireless* menggunakan LoRa RFM95, menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan *software* PLX-DAQ menjadi penghubung dengan Ms.Excel untuk sistem akuisisi data, sehingga data pengukuran multisensor dapat ditampilkan langsung pada Ms.Excel secara *real time*.

Hasil Rancangan *Transmitter*

Pada rancangan transmitter terdapat 3 buah sensor yaitu, sensor BME280 untuk mengukur suhu, kelembaban, dan tekanan udara pada area terbuka, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban pada area tertutup, sensor DS18B20 untuk mengukur suhu tanah. Ketiga sensor terhubung pada Arduino uno sebagai mikrokontroler, data yang diperoleh dari hasil pengukuran ketiga sensor akan dikirim secara *wireless* menggunakan LoRa RFM95.



Gambar 1. Hasil rancangan *hardware transmitter*.

Hasil Rancangan *Reciever*

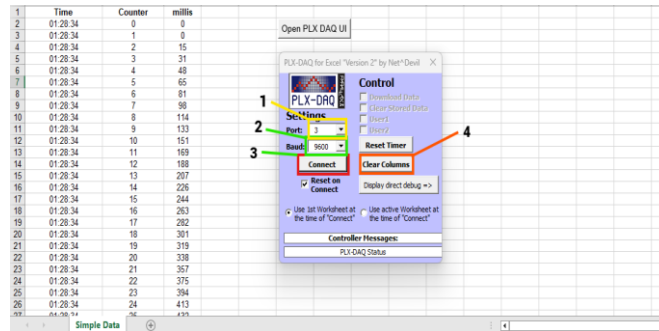
Pada *reciever* terdapat beberapa komponen yang digunakan dalam penelitian ini untuk menerima data dari *transmitter*, komponen yang digunakan diantaranya adalah 1 buah mikrokontroler arduino uno yang berfungsi sebagai data *logger* dan penghubung antara *hardware reciever* dengan laptop untuk menampilkan data. Selain itu juga terdapat 1 buah LoRa RFM95 yang digunakan untuk menerima data dari *transmitter*.



Gambar 2. Hasil rancangan *hardware reciver*.

Interface Ms.Excel Untuk Menampilkan Data

Spreadsheet Microsoft Excel yang terhubung dengan PLX-DAQ digunakan untuk menampilkan data pengujian secara *real time*, baik data pengujian kalibrasi sensor, data pengujian komunikasi LoRa RFM95, maupun data pengukuran multisensor.



Gambar 3. Interface Ms.Excel.

Keterangan :

- 1 = *Port* berfungsi untuk menghubungkan PLX-DAQ dengan arduino agar dapat melakukan akuisisi data, port pada PLX-DAQ harus sama dengan port yang digunakan pada arduino.
- 2 = *Baud rate* merupakan kecepatan transfer data, *baud rate* pada PLX-DAQ harus diseting sama dengan *baud rate* arduino agar data dapat ditampilkan.
- 3 = connect berfungsi untuk menghubungkan PLX-DAQ setelah *port* dan *baud rate* sesuai.
- 4 = *Clear Column* digunakan untuk membersihkan *spreadsheet* microsoft excel.

Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor bertujuan untuk memastikan bahwa sensor memberikan data pengukuran yang akurat. Pada proses kalibrasi ini terdapat tiga buah sensor yang akan dikalibrasi yaitu sensor BME280, sensor DHT22, dan sensor DS18B20. Proses kalibrasi dilakukan dengan cara menaikkan dan menurunkan suhu untuk ketiga sensor tersebut serta menaikkan dan menurunkan kelembaban untuk sensor BME280 dan DHT22.

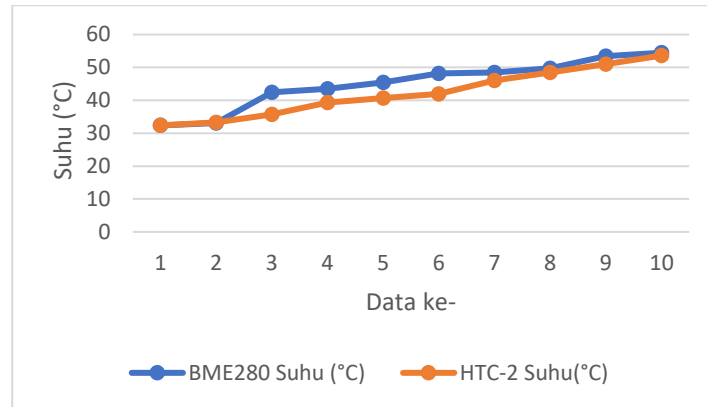
Hasil Kalibrasi Sensor BME280

Pada pengujian sensor BME280, Sensor dipanaskan dengan menggunakan korek api sehingga suhu menjadi naik, dengan demikian maka secara otomatis kelembaban yang dibaca oleh sensor BME280 akan menurun, hal ini disebabkan oleh panas yang ditimbulkan dari korek api. Untuk menurunkan suhu penulis memasukan sensor kedalam kantong yang berisi es batu sehingga suhu akan menurun dan kelembaban akan naik

Tabel 1. Tabel Pengujian BME280 dan HTC-2 Saat Suhu Naik dan Kelembaban Turun.

Data ke	BME280	HTC-2	BME280	HTC-2
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kelembaban (%)
1	32,38	32,4	64,72	60
2	33,13	33,3	63,11	58
3	42,41	35,7	51,37	53
4	43,51	39,3	43,48	47
5	45,44	40,7	42,38	44
6	48,19	42	38,77	39
7	48,49	46	37,92	37
8	49,72	48,5	36,99	35
9	53,43	51	34,41	33
10	54,48	53,6	30,26	29

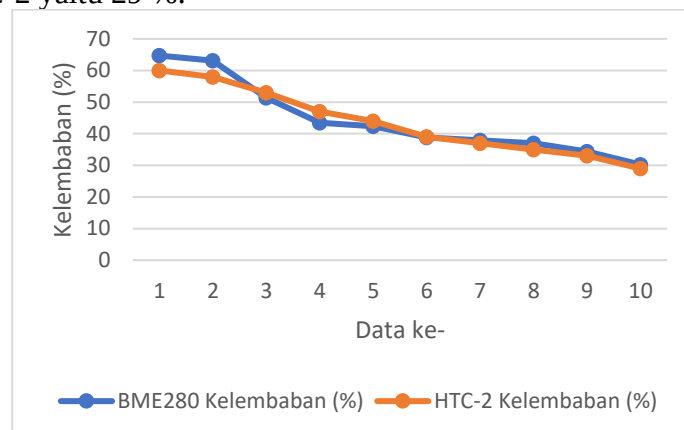
Dari hasil pengujian pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa suhu tertinggi yang terukur oleh sensor BME280 yaitu 54,48 °C sedangkan suhu yang terbaca pada HTC-2 yaitu 53,6 °C.



Gambar 4. Grafik Pengukuran Suhu Naik BME280 dan HTC-2.

Dari hasil grafik pada Gambar 4. diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor BME 280 dan HTC-2 tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran suhu sensor BME280 yaitu 45,12 °C, sedangkan hasil rata-rata pengukuran suhu HTC-2 yaitu 42,25 °C. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 93,21%.

Untuk pengujian kelembaban pada Tabel diatas dapat dilihat bahwa kelembaban terendah yang terukur oleh sensor BME280 yaitu 30,26 % sedangkan kelembaban yang terbaca pada HTC-2 yaitu 29 %.



Gambar 4. Grafik Pengukuran Kelembaban Turun BME280 dan HTC-2.

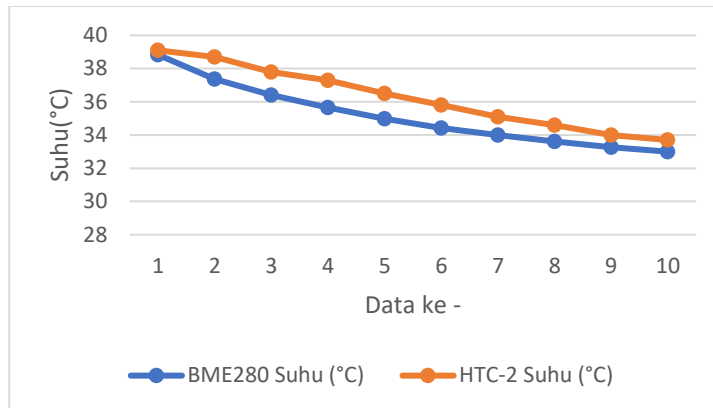
Dari hasil grafik pada Gambar 4.5 diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor BME 280 dan HTC-2 tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran kelembaban sensor BME280 yaitu 44,34 %, sedangkan hasil rata-rata pengukuran kelembaban HTC-2 yaitu 43,50 %. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 98,07 %.

Tabel 2. Tabel Pengujian BME280 dan HTC-2 Saat Suhu Turun dan Kelembaban Naik.

Data ke -	BME280	HTC-2	BME280	HTC-2
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kelembaban (%)
1	38,83	39,1	53,37	52
2	37,36	38,7	53,91	54
3	36,41	37,8	54,59	54
4	35,66	37,3	54,85	55
5	34,98	36,5	55,41	56
6	34,43	35,8	56,69	57
7	33,99	35,1	57,11	57
8	33,61	34,6	58,15	58

Data ke -	BME280	HTC-2	BME280	HTC-2
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kelembaban (%)
9	33,26	34	59,75	59
10	33	33,7	60,71	61

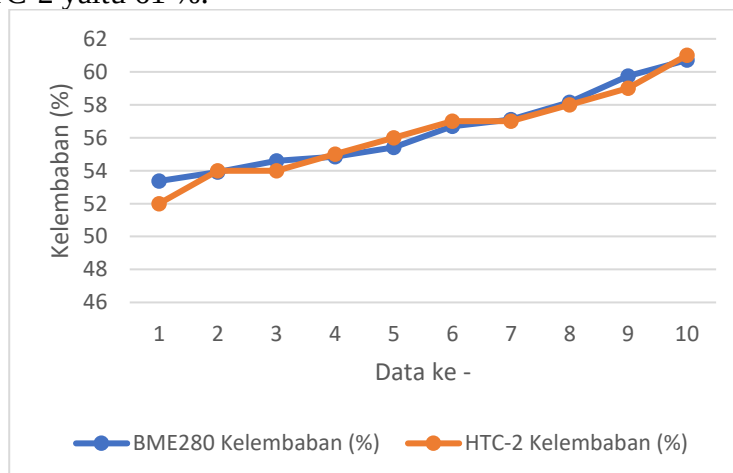
Dari hasil pengujian pada Tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa suhu terendah yang terukur oleh sensor BME280 yaitu 33°C sedangkan suhu yang terbaca pada HTC-2 yaitu 33,7°C.



Gambar 5. Grafik Pengukuran Suhu Turun BME280 dan HTC-2.

Dari hasil grafik pada Gambar 6. diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor BME 280 dan HTC-2 tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran suhu sensor BME280 yaitu 35,15°C, sedangkan hasil rata-rata pengukuran suhu HTC-2 yaitu 36,26°C. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 96,65%.

Untuk pengujian kelembaban pada Tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa kelembaban tertinggi yang terukur oleh sensor BME280 yaitu 60,71 % sedangkan kelembaban yang terbaca pada HTC-2 yaitu 61 %.



Gambar 6 Grafik Pengukuran Kelembaban Naik BME280 dan HTC-2.

Dari hasil grafik pada Gambar 7 diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor BME 280 dan HTC-2 tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran kelembaban sensor BME280 yaitu 56,45 %, sedangkan hasil rata-rata pengukuran kelembaban HTC-2 yaitu 56,30 %. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 93,73 %.

Hasil Kalibrasi Sensor DHT22

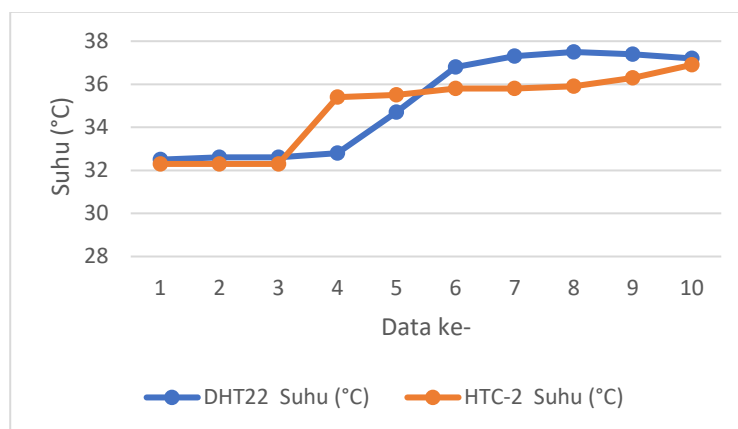
Pada pengujian sensor DHT22, Sensor dipanaskan dengan menggunakan korek api sehingga suhu menjadi naik, dengan demikian maka secara otomatis kelembaban yang

dibaca oleh sensor DHT22 akan menurun, hal ini disebabkan oleh panas yang ditimbulkan dari korek api. Untuk menurunkan suhu penulis memasukan sensor kedalam kantong yang berisi es batu sehingga suhu akan menurun dan kelembaban akan naik.

Tabel 3. Tabel Pengujian DHT22 dan HTC-2 Saat Suhu Naik dan Kelembaban Turun.

Data ke -	DHT22	HTC-2	DHT22	HTC-2
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kelembaban (%)
1	32,5	32,3	62,4	61
2	32,6	32,3	61	61
3	32,6	32,3	60,2	60
4	32,8	35,4	60	59
5	34,7	35,5	59,9	59
6	36,8	35,8	59,4	58
7	37,3	35,8	58,6	57
8	37,5	35,9	57,2	57
9	37,4	36,3	56,1	56
10	37,2	36,9	55,4	55

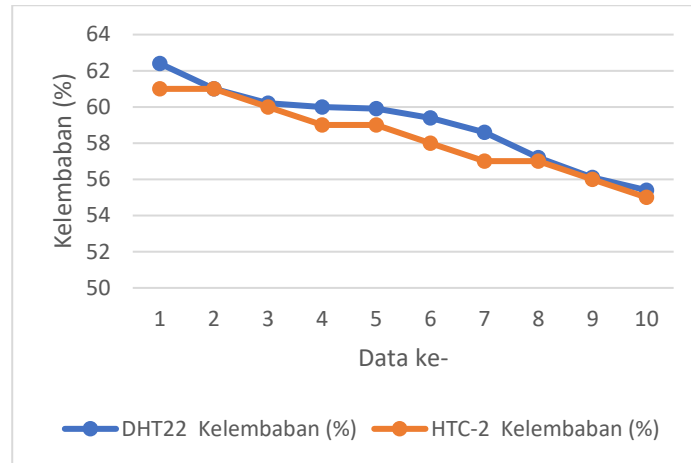
Dari hasil pengujian pada Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa suhu tertinggi yang terukur oleh sensor DHT22 yaitu 37,2°C sedangkan suhu yang terbaca pada HTC-2 yaitu 36,9°C.



Gambar 7. Grafik Pengukuran Suhu Naik DHT22 dan HTC-2.

Dari hasil grafik pada Gambar 8 diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor DHT 22 dan HTC-2 tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran suhu sensor DHT 22 yaitu 35,14 °C, sedangkan hasil rata-rata pengukuran suhu HTC-2 yaitu 34,85 °C. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 99,17 %.

Untuk pengujian kelembaban pada Tabel diatas dapat dilihat bahwa kelembaban terendah yang terukur oleh sensor DHT 22 yaitu 55,4 % sedangkan kelembaban yang terbaca pada HTC-2 yaitu 55 %.



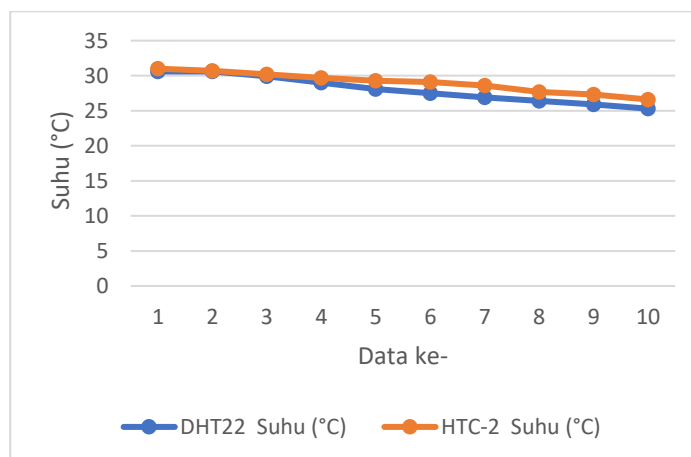
Gambar 8 Grafik Pengukuran Kelembaban Turun DHT22 dan HTC-2.

Dari hasil grafik pada Gambar 9 diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor DHT 22 dan HTC-2 tidak tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran kelembaban sensor DHT 22 yaitu 59,02 %, sedangkan hasil rata-rata pengukuran kelembaban HTC-2 yaitu 58,3 %. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 98,77 %.

Tabel 4. Tabel Pengujian DHT22 dan HTC-2 Saat Suhu Turun dan Kelembaban Naik.

Data ke -	DHT22	HTC-2	DHT22	HTC-2
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kelembaban (%)
1	30,6	31	53,2	53
2	30,6	30,7	54,9	54
3	29,9	30,2	55,2	55
4	29	29,7	55,9	56
5	28,1	29,3	56	57
6	27,5	29,1	57,5	57
7	26,9	28,6	58,5	58
8	26,4	27,7	58,7	58
9	25,9	27,3	59,6	59
10	25,3	26,6	60,4	60

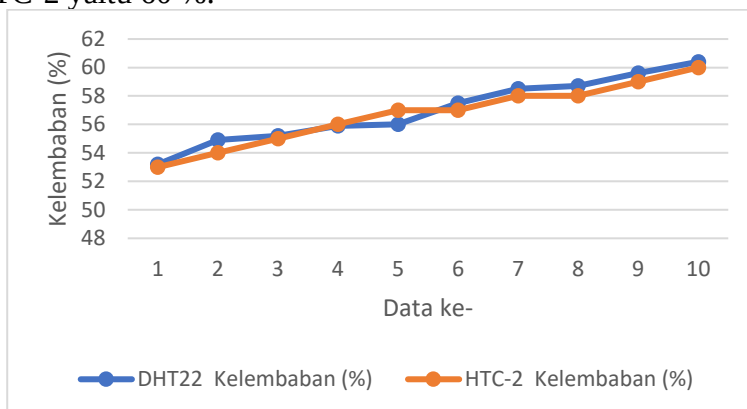
Dari hasil pengujian pada Tabel 4. diatas dapat dilihat bahwa suhu terendah yang terukur oleh sensor DHT 22 yaitu 25,3 °C sedangkan suhu yang terbaca pada HTC-2 yaitu 26,6 °C.



Gambar 9. Grafik Pengukuran Suhu Turun DHT22 dan HTC-2.

Dari hasil grafik pada Gambar 10 diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor DHT 22 dan HTC-2 tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran suhu sensor DHT 22 yaitu 28,02 °C, sedangkan hasil rata-rata pengukuran suhu HTC-2 yaitu 29,02 °C. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 96,55 %.

Untuk pengujian kelembaban pada Tabel diatas dapat dilihat bahwa kelembaban tertinggi yang terukur oleh sensor DHT 22 yaitu 60,04 % sedangkan kelembaban yang terbaca pada HTC-2 yaitu 60 %.



Gambar 10. Grafik Pengukuran Kelembaban Naik DHT22 dan HTC-2.

Dari hasil grafik pada Gambar 11. diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor DHT 22 dan HTC-2 tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran kelembaban sensor DHT 22 yaitu 56,99 %, sedangkan hasil rata-rata pengukuran kelembaban HTC-2 yaitu 56,7 %. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 99,49 %.

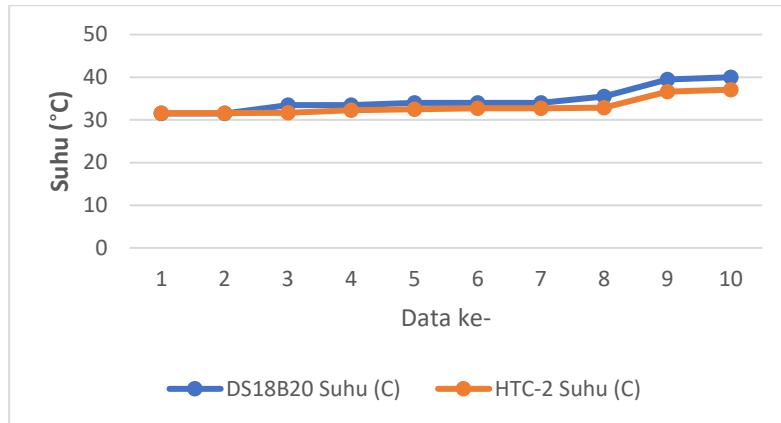
Hasil Kalibrasi Sensor DB18B20

Pada pengujian sensor DB18B20, Sensor dipanaskan dengan menggunakan korek api sehingga suhu menjadi naik. Untuk menurunkan suhu penulis memasukan sensor kedalam kantong yang berisi es batu sehingga suhu akan menurun.

Tabel 4. Tabel Pengujian DS18B20 dan HTC-2 Saat Suhu Turun dan Suhu Naik.

Data ke -	Suhu naik		Suhu turun	
	DS18B20	HTC-2	DS18B20	HTC-2
	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Suhu (°C)	Suhu (°C)
1	31,5	31,6	31	30,7
2	31,5	31,6	31	30,5
3	33,5	31,7	30,5	30
4	33,5	32,3	30	29,1
5	34	32,5	29,5	28,7
6	34	32,7	29,5	28,1
7	34	32,7	29	27,4
8	35,5	32,9	28,5	27,6
9	39,5	36,6	28	27,6
10	40	37,1	27,5	27,6

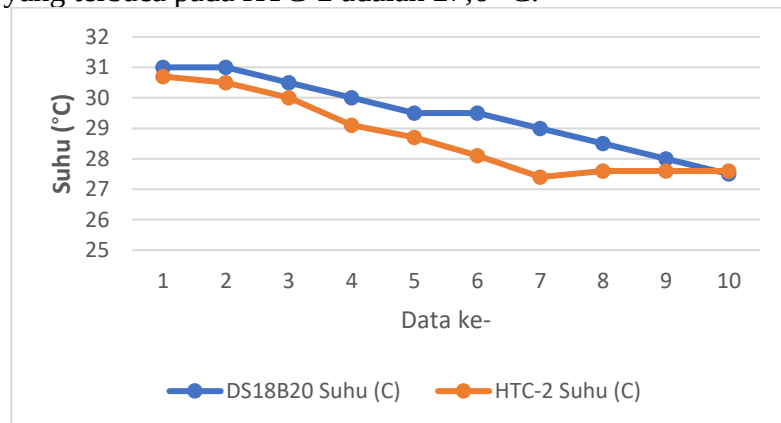
Dari hasil pengujian pada Tabel 5 diatas dapat dilihat bahwa suhu tertinggi yang terukur oleh sensor DS18B20 pada saat dipanaskan dengan korek api yaitu 40 °C sedangkan suhu yang terbaca pada HTC-2 yaitu 37,1 °C.



Gambar 11. Grafik Pengukuran Suhu Naik DS18B20 dan HTC-2.

Dari hasil grafik pada Gambar 12 diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor DS18B20 dan HTC-2 tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran suhu sensor DS18B20 yaitu 34,70 °C, sedangkan hasil rata-rata pengukuran suhu HTC-2 yaitu 33,17 °C. Dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 95,39 %.

Pada pengujian saat sensor DS18B20 didinginkan dengan memasukan sensor kedalam kantong yang berisi es batu, suhu terendah yang terbaca oleh sensor DS18B20 adalah 27,5 °C sedangkan yang terbaca pada HTC-2 adalah 27,6 °C.



Gambar 12 Grafik Pengukuran Suhu Turun DS18B20 dan HTC-2.

Dari hasil grafik pada Gambar 13 diatas dapat dilihat bahwa hasil dari setiap pengujian sensor DS18B20 dan HTC-2 tidak berbeda jauh, untuk hasil rata-rata dari pengukuran suhu sensor DS18B20 yaitu 29,45 °C, sedangkan hasil rata-rata pengukuran suhu HTC-2 yaitu 28,73 °C. dari rata-rata hasil pengukuran tersebut maka didapatkan akurasi sebesar 97,49 %.

Analisis Hasil Kalibrasi Sensor BME280, DHT22, dan DB18B20.

Dari hasil pengujian sensor BME280 yang dibandingkan dengan HTC-2 untuk mengukur suhu dan kelembaban, hasil dari akurasi pengukuran suhu adalah 94,93 %. Pada pengujian untuk mengukur kelembaban, akurasi pengukuran BME280 yang dibandingkan dengan HTC-2 adalah 95,9 %.

Pada pengujian sensor DHT22 terhadap HTC-2 untuk mengukur suhu mendapatkan akurasi 97,86 %, pada pengujian untuk mengukur kelembaban menggunakan DHT22 yang dibandingkan dengan HTC-2 mendapatkan akurasi sebesar 99,13 %.

Pada pengujian sensor DB18B20 terhadap HTC-2 untuk mengukur suhu, dari hasil pengujian diperoleh akurasi sebesar 96,44 %. Dari hasil pengujian ketiga sensor yaitu

BME280, DHT22, dan DB18B20 maka penulis menyimpulkan bahwa sensor dapat digunakan dalam penelitian ini dengan toleransi akurasi maksimal sebesar 5 %.

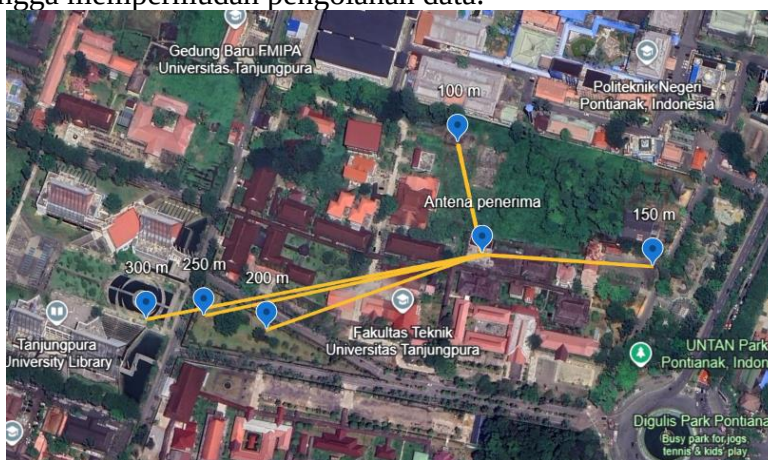
Data Pengujian Komunikasi LoRa RFM95

Pengujian komunikasi LoRa RFM95 ini dilakukan untuk mengetahui *Packet Delivery Ratio* (PDR) dan *Packet Loss* serta *Recive Signal Strength Indicator* (RSSI) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR). Pengujian dilakukan pada 5 variasi jarak yaitu 100 meter, 150 meter, 200 meter, 250 meter, dan 300 meter, dengan ketinggian antenna penerima 12 meter dari permukaan tanah dan ketinggian antenna pengirim 1 meter dari permukaan tanah. Setiap pengujian antenna pengirim akan dipindahkan sesuai dengan titik koordinat yang didapatkan berdasarkan variasi jarak.

Tabel 5 Titik Koordinat *Transmitter* dan *Reciever*

Titik Koordinat				Jarak TX- RX (m)	Sudut TX- RX (°)
TX		RX			
<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>		
0°03'21"S	109°20'48"E	0°03'21"S	109°20'51"E	100	6,24°
0°03'17"S	109°20'53"E	0°03'21"S	109°20'51"E	150	4°
0°03'28"S	109°20'50"E	0°03'21"S	109°20'51"E	200	2,86°
0°03'29"S	109°20'49"E	0°03'21"S	109°20'51"E	250	2,24°
0°03'31"S	109°20'49"E	0°03'21"S	109°20'51"E	300	1,71°

Pada pengujian ini dilakukan pengiriman data sebanyak 25 data, data yang dikirim transmitter adalah jumlah data yang dikirim dan akan ditampilkan pada serial monitor. Sedangkan data yang diterima pada reciever adalah jumlah data diterima, Recive Signal Strength Indicator (RSSI) dan Signal to Noise Ratio (SNR) yang ditamplkan langsung pada MS.Excel sehingga mempermudah pengolahan data.



Gambar 13. Titik Lokasi Pengujian.

Gambar 14 diatas adalah lokasi pengambilan data yang dilakukan di beberapa titik yang sesuai dengan variasi pengujian jarak dan titik koordinat dengan 5 titik lokasi transmitter dan 1 titik lokasi reciever. Pengujian ini dilakukan pada kondisi NLOS dengan adanya penghalang seperti bangunan dan pohon.

Data Hasil Pengujian Variasi Jarak

Pengujian jarak dilakukan sebanyak 5 variasi jarak yaitu 100 meter,150 meter,200 meter, 250 meter, dan 300 meter. Ketinggian antenna penerima 12 meter diatas permukaan tanah dan ketinggian antenna pengirim 1 meter diatas permukaantanah. Pada parameter transmisi LoRa diset untuk Coding Rate = 5, Spreading Factor = 12, dan Bandwidth = 250 kHz, dengan menggunakan antenna 3 dBi pada transmitter dan reciever.

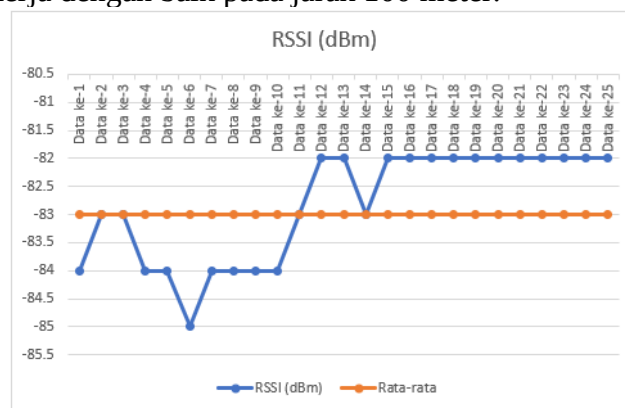
Hasil Pengujian Jarak Transmisi 100 Meter.

Pengujian dilakukan pada kondisi NLOS dengan mengirimkan 25 data, data yang diterima langsung ditampilkan pada Ms.Excel, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini.

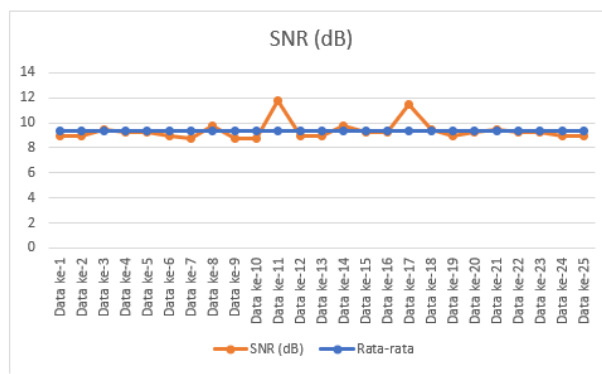
Tabel 6 Hasil Pengujian Jarak 100 m

No	Data ke -	RSSI (dBm)	SNR (dB)
1	Data ke-1	-84	9
2	Data ke-2	-83	9
3	Data ke-3	-83	9,5
4	Data ke-4	-84	9,25
5	Data ke-5	-84	9,25
6	Data ke-6	-85	9
7	Data ke-7	-84	8,75
8	Data ke-8	-84	9,75
9	Data ke-9	-84	8,75
10	Data ke-10	-84	8,75
11	Data ke-11	-83	11,75
12	Data ke-12	-82	9
13	Data ke-13	-82	9
14	Data ke-14	-83	9,75
15	Data ke-15	-82	9,25
16	Data ke-16	-82	9,25
17	Data ke-17	-82	11,5
18	Data ke-18	-82	9,5
19	Data ke-19	-82	9
20	Data ke-20	-82	9,25
21	Data ke-21	-82	9,5
22	Data ke-22	-82	9,25
23	Data ke-23	-82	9,25
24	Data ke-24	-82	9
25	Data ke-25	-82	9

Berdasarkan Tabel 7 hasil pengujian diatas, pengujian pada jarak 100 meter pada kondisi NLOS. Nilai RSSI tertinggi yaitu – 82 dBm dan nilai RSSI terendah – 85 dBm dengan rata-rata RSSI – 83 dBm. Untuk nilai SNR tertinggi yaitu 11,75 dB dan nilai SNR terendah yaitu 8,75 dB dengan rata-rata nilai SNR 9,37 dB. Dari hasil pengujian data yang dikirim adalah 25 data dan data yang diterima juga berjumlah 25 data. Ini menunjukkan *Packet Delivery Ratio* (PDR) sebesar 100 % dan *packet loss* 0 % yang menunjukkan sistem sistem transmisi bekerja dengan baik pada jarak 100 meter.



(a)



(b)

Gambar 14 Grafik hasil pengujian RSSI pada jarak 100 m (a) dan grafik hasil pengujian SNR pada jarak 100 m (b).

Hasil pengujian Jarak Transmisi 150 Meter.

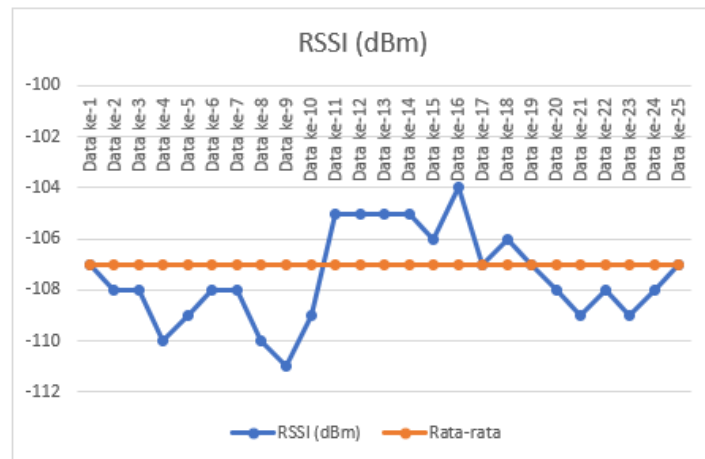
Pengujian dilakukan pada kondisi NLOS dengan mengirimkan 25 data, data yang diterima langsung ditampilkan pada Ms.Excel, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 7 Hasil Pengujian Jarak 150 m

No	Data ke -	RSSI (dBm)	SNR (dB)
1	Data ke-1	-107	0
2	Data ke-2	-108	1,75
3	Data ke-3	-108	2
4	Data ke-4	-110	-0,25
5	Data ke-5	-109	0,25
6	Data ke-6	-108	2,5
7	Data ke-7	-108	1,5
8	Data ke-8	-110	-0,5
9	Data ke-9	-111	-3,5
10	Data ke-10	-109	-1,5
11	Data ke-11	-105	3,5
12	Data ke-12	-105	4
13	Data ke-13	-105	3,75
14	Data ke-14	-105	3,25
15	Data ke-15	-106	3,25
16	Data ke-16	-104	6,25
17	Data ke-17	-107	1,75
18	Data ke-18	-106	3,5
19	Data ke-19	-107	1,5
20	Data ke-20	-108	-0,75
21	Data ke-21	-109	-4,5
22	Data ke-22	-108	0,5
23	Data ke-23	-109	0
24	Data ke-24	-108	0,75
25	Data ke-25	-107	1,5

Berdasarkan Tabel 8 hasil pengujian diatas, pengujian pada jarak 150 meter pada kondisi NLOS. Nilai RSSI tertinggi yaitu – 104 dBm dan nilai RSSI terendah – 111 dBm dengan rata-rata RSSI – 107 dBm. Untuk nilai SNR tertinggi yaitu 6,25 dB dan nilai SNR terendah yaitu - 4,5 dB dengan rata-rata nilai SNR 1,22 dB. Dari hasil pengujian data yang dikirim adalah 25 data dan data yang diterima juga berjumlah 25 data. Ini menunjukkan

Packet Delivery Ratio (PDR) sebesar 100 % dan *packet loss* 0 % yang menunjukkan sistem sistem transmisi bekerja dengan baik pada jarak 150 meter.



(a)

Gambar 15. Grafik hasil pengujian RSSI pada jarak 150 m (a) dan grafik hasil pengujian SNR pada jarak 150 m (b).

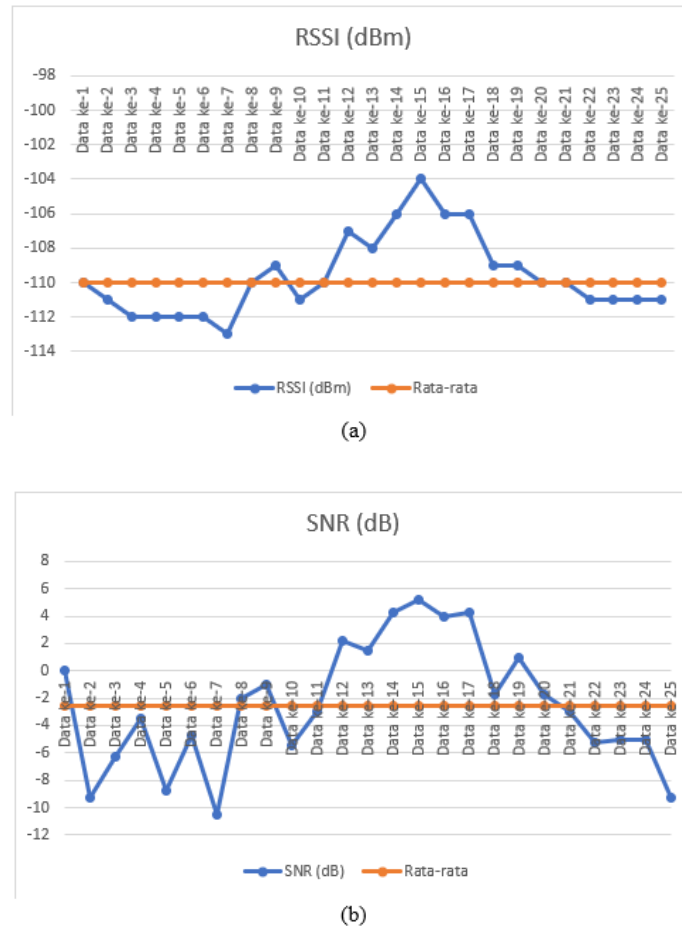
Hasil Pengujian Jarak Trasnmsi 200 Meter.

Pengujian dilakukan pada kondisi NLOS dengan mengirimkan 25 data, data yang diterima langsung ditampilkan pada Ms.Excel, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 8 Hasil Pengujian Jarak 200 m.

No	Data ke -	RSSI (dBm)	SNR (dB)
1	Data ke-1	-110	0
2	Data ke-2	-111	-9,25
3	Data ke-3	-112	-6,25
4	Data ke-4	-112	-3,5
5	Data ke-5	-112	-8,75
6	Data ke-6	-112	-4,75
7	Data ke-7	-113	-10,5
8	Data ke-8	-110	-2
9	Data ke-9	-109	-1
10	Data ke-10	-111	-5,5
11	Data ke-11	-110	-3
12	Data ke-12	-107	2,25
13	Data ke-13	-108	1,5
14	Data ke-14	-106	4,25
15	Data ke-15	-104	5,25
16	Data ke-16	-106	4
17	Data ke-17	-106	4,25
18	Data ke-18	-109	-1,75
19	Data ke-19	-109	1
20	Data ke-20	-110	-1,75
21	Data ke-21	-110	-3
22	Data ke-22	-111	-5,25
23	Data ke-23	-111	-5
24	Data ke-24	-111	-5
25	Data ke-25	-111	-9,25

Berdasarkan Tabel 9 hasil pengujian diatas, pengujian pada jarak 200 meter pada kondisi NLOS. Nilai RSSI tertinggi yaitu – 104 dBm dan nilai RSSI terendah – 111 dBm dengan rata-rata RSSI – 110 dBm. Untuk nilai SNR tertinggi yaitu 5,25 dB dan nilai SNR terendah yaitu - 10,5 dB dengan rata-rata nilai SNR - 2,52 dB. Dari hasil pengujian data yang dikirim adalah 25 data dan data yang diterima juga berjumlah 25 data. Ini menunjukan *Packet Delivery Ratio* (PDR) sebesar 100 % dan *packet loss* 0 % yang menunjukan sistem sistem transmisi bekerja dengan baik pada jarak 200 meter.



Gambar 16. Grafik hasil pengujian RSSI pada jarak 200 m (a) dan grafik hasil pengujian SNR pada jarak 200 m (b).

Hasil Pengujian Jarak Trasnsmisi 250 Meter.

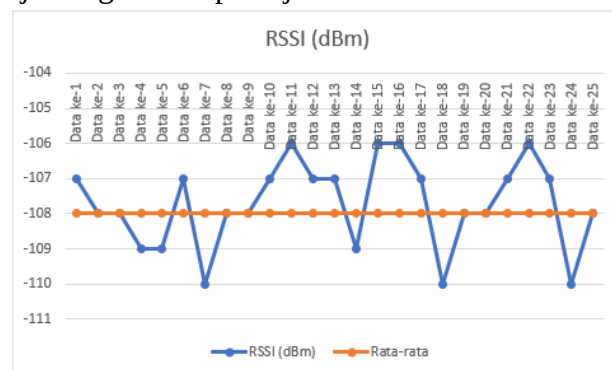
Pengujian dilakukan pada kondisi NLOS dengan mengirimkan 25 data, data yang diterima langsung ditampilkan pada Ms.Excel, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10 dibawah ini.

Tabel 9. Hasil Pengujian Jarak 250 m.

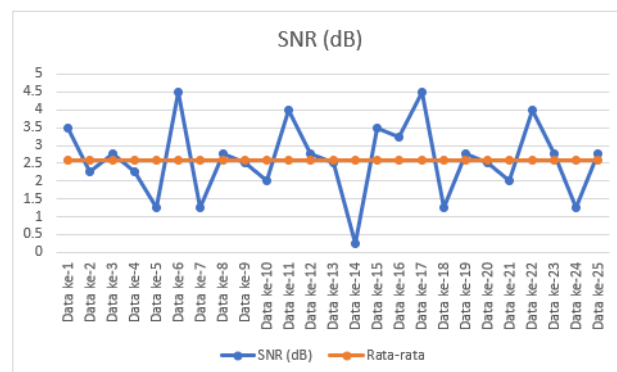
No	Data ke -	RSSI (dBm)	SNR (dB)
1	Data ke-1	-107	3,5
2	Data ke-2	-108	2,25
3	Data ke-3	-108	2,75
4	Data ke-4	-109	2,25
5	Data ke-5	-109	1,25
6	Data ke-6	-107	4,5
7	Data ke-7	-110	1,25
8	Data ke-8	-108	2,75
9	Data ke-9	-108	2,5

No	Data ke -	RSSI (dBm)	SNR (dB)
10	Data ke-10	-107	2
11	Data ke-11	-106	4
12	Data ke-12	-107	2,75
13	Data ke-13	-107	2,5
14	Data ke-14	-109	0,25
15	Data ke-15	-106	3,5
16	Data ke-16	-106	3,25
17	Data ke-17	-107	4,5
18	Data ke-18	-110	1,25
19	Data ke-19	-108	2,75
20	Data ke-20	-108	2,5
21	Data ke-21	-107	2
22	Data ke-22	-106	4
23	Data ke-23	-107	2,75
24	Data ke-24	-110	1,25
25	Data ke-25	-108	2,75

Berdasarkan Tabel 10 hasil pengujian diatas, pengujian pada jarak 250 meter pada kondisi NLOS. Nilai RSSI tertinggi yaitu – 106 dBm dan nilai RSSI terendah – 110 dBm dengan rata-rata RSSI – 108 dBm. Untuk nilai SNR tertinggi yaitu 4,5 dB dan nilai SNR terendah yaitu 0,25 dB dengan rata-rata nilai SNR 2,6 dB. Dari hasil pengujian data yang dikirim adalah 25 data dan data yang diterima juga berjumlah 25 data. Ini menunjukkan *Packet Delivery Ratio* (PDR) sebesar 100 % dan *packet loss* 0 % yang menunjukkan sistem sistem transmisi bekerja dengan baik pada jarak 250 meter.



(a)



(b)

Gambar 17 Grafik hasil pengujian RSSI pada jarak 250 m (a) dan grafik hasil pengujian SNR pada jarak 250 m (b).

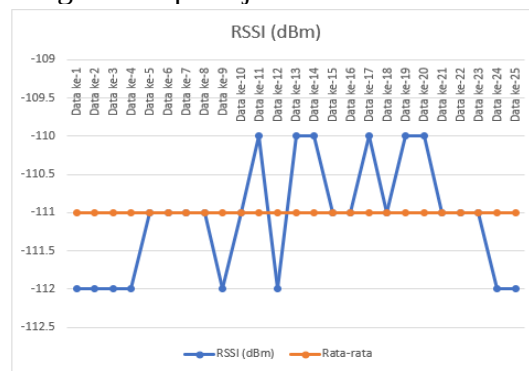
Hasil pengujian Jarak Trasnmsisi 300 Meter.

Pengujian dilakukan pada kondisi NLOS dengan mengirimkan 25 data, data yang diterima langsung ditampilkan pada Ms.Excel, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 11 dibawah ini.

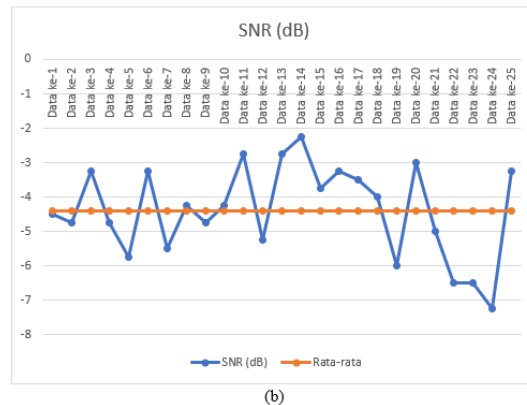
Tabel 10 Hasil Pengujian Jarak 300 m.

No	Data ke -	RSSI (dBm)	SNR (dB)
1	Data ke-1	-112	-4,5
2	Data ke-2	-112	-4,75
3	Data ke-3	-112	-3,25
4	Data ke-4	-112	-4,75
5	Data ke-5	-111	-5,75
6	Data ke-6	-111	-3,25
7	Data ke-7	-111	-5,5
8	Data ke-8	-111	-4,25
9	Data ke-9	-112	-4,75
10	Data ke-10	-111	-4,25
11	Data ke-11	-110	-2,75
12	Data ke-12	-112	-5,25
13	Data ke-13	-110	-2,75
14	Data ke-14	-110	-2,25
15	Data ke-15	-111	-3,75
16	Data ke-16	-111	-3,25
17	Data ke-17	-110	-3,5
18	Data ke-18	-111	-4
19	Data ke-19	-110	-6
20	Data ke-20	-110	-3
21	Data ke-21	-111	-5
22	Data ke-22	-111	-6,5
23	Data ke-23	-111	-6,5
24	Data ke-24	-112	-7,25
25	Data ke-25	-112	-3,25

Berdasarkan Tabel 11 hasil pengujian diatas, pengujian pada jarak 300 meter pada kondisi NLOS. Nilai RSSI tertinggi yaitu – 110 dBm dan nilai RSSI terendah – 112 dBm dengan rata-rata RSSI – 111 dBm. Untuk nila SNR tertinggi yaitu -2,25 dB dan nilai SNR terendah yaitu -7,25 dB dengan rata-rata nilai SNR -4,4 dB. Dari hasil pengujian data yang dikirim adalah 25 data dan data yang diterima juga berjumlah 25 data. Ini menunjukkan *Packet Delivery Ratio* (PDR) sebesar 100 % dan *packet loss* 0 % yang menunjukkan sistem sistem transmisi bekerja dengan baik pada jarak 300 meter.



(a)



Gambar 18 Grafik hasil pengujian RSSI pada jarak 300 m (a) dan grafik hasil pengujian SNR pada jarak 300 m (b).

Analisis Hasil Pengujian Variasi Jarak

Pada pengujian jarak 100 meter dengan sudut pancar TX terhadap RX $6,24^\circ$. Nilai RSSI tertinggi yaitu -82 dBm dan nilai RSSI terendah -85 dBm dengan rata-rata RSSI -83 dBm, nilai RSSI termasuk dalam skala baik. Untuk nilai SNR tertinggi yaitu $11,75$ dB dan nilai SNR terendah yaitu $8,75$ dB dengan rata-rata nilai SNR $9,37$ dBm, nilai SNR termasuk dalam skala baik.

Pada pengujian jarak 150 meter dengan sudut pancar TX terhadap RX 4° . Nilai RSSI tertinggi yaitu -104 dBm dan nilai RSSI terendah -111 dBm dengan rata-rata RSSI -107 dBm, nilai RSSI termasuk dalam skala lemah. Untuk nilai SNR tertinggi yaitu $6,25$ dB dan nilai SNR terendah yaitu $-4,5$ dB dengan rata-rata nilai SNR $1,22$ dB, nilai SNR termasuk dalam lemah.

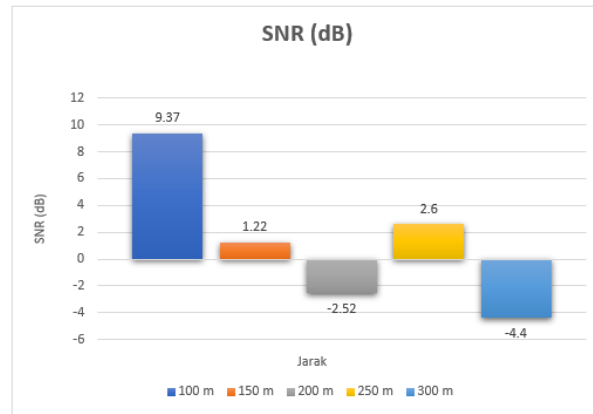
Pada pengujian jarak 200 meter dengan sudut pancar TX terhadap RX $2,86^\circ$. Nilai RSSI tertinggi yaitu -104 dBm dan nilai RSSI terendah -111 dBm dengan rata-rata RSSI -110 dBm, nilai RSSI termasuk dalam skala lemah. Untuk nilai SNR tertinggi yaitu $5,25$ dB dan nilai SNR terendah yaitu $-10,5$ dB dengan rata-rata nilai SNR $-2,52$ dB, nilai SNR termasuk dalam lemah.

Pada pengujian jarak 250 meter dengan sudut pancar TX terhadap RX $2,24^\circ$. Nilai RSSI tertinggi yaitu -106 dBm dan nilai RSSI terendah -110 dBm dengan rata-rata RSSI -108 dBm, nilai RSSI termasuk dalam skala lemah. Untuk nilai SNR tertinggi yaitu $4,5$ dB dan nilai SNR terendah yaitu $0,25$ dB dengan rata-rata nilai SNR $2,6$ dB, nilai SNR termasuk dalam lemah.

Pada pengujian jarak 300 meter dengan sudut pancar TX terhadap RX $1,71^\circ$. Nilai RSSI tertinggi yaitu -110 dBm dan nilai RSSI terendah -112 dBm dengan rata-rata RSSI -111 dBm, nilai RSSI termasuk dalam skala buruk. Untuk nilai SNR tertinggi yaitu $-2,25$ dB dan nilai SNR terendah yaitu $-7,25$ dB dengan rata-rata nilai SNR $-4,4$ dB, nilai SNR termasuk dalam buruk.



(a)



Gambar 19 Hasil pengujian Rata-Rata RSSI pada 5 variasi jarak (a) dan hasil pengujian Rata-Rata SNR pada 5 variasi jarak (b).

Pada Gambar 20. grafik RSSI hasil pengujian variasi jarak (a), grafik SNR hasil pengujian variasi jarak (b), dapat dilihat bahwa perubahan jarak dan sudut pancar mempengaruhi nilai RSSI dan SNR, semakin jauh jarak transmisi maka nilai RSSI semakin kecil dan nilai SNR semakin besar, begitu juga pada perubahan sudut, semakin kecil sudut pancar maka nilai RSSI semakin besar dan nilai SNR semakin kecil. Pada penelitian ini dapat dilihat pada Pada Gambar 18. grafik RSSI hasil pengujian variasi jarak (a) perubahan nilai RSSI nya tidak begitu signifikan, ini disebabkan banyaknya jumlah penghalang pada tiap variasi jarak berbeda, dapat dilihat Pada Gambar 18. grafik SNR hasil pengujian variasi jarak(b) pada jarak 250 m grafik yang dihasilkan lebih stabil dan lebih baik jika dibandingkan dengan jarak 200 m dan 150 m yang grafik nya naik dan turun secara signifikan, ini menunjukkan pada jarak 250 m jumlah penghalang nya lebih sedikit dibandingkan dengan jarak 200 m dan 150 m. Pada jarak 300 meter terlihat grafik SNR cukup stabil yang menunjukkan pada jarak 300 m penghalang tidak begitu banyak sehingga nilai RSSI tidak berubah signifikan terhadap nilai RSSI pada jarak 150, 200, 250 m. Dengan konfigurasi parameter LoRa (SF12, CR 4/5, BW 250 kHz) data dapat ditransmisikan dengan optimal untuk skenario transmisi *Non-Line of Sight* (NLOS) hingga 300 meter.

Microsoft Excel dan Software PLX-DAQ

Microsoft excel yang terhubung dengan *software* PLX-DAQ akan menampilkan hasil pengukuran multisensor yang dikirim oleh *transmitter* secara *real time* dalam bentuk tabel dan grafik tanpa harus menginput data secara manual kedalam microsoft excel yang akan mempermudah untuk melakukan perekapan dan analisis sehingga menjadi lebih efisien dari segi waktu. *Software* PLX-DAQ menjadi penghubung antara arduino uno pada *reciever* dengan *spreadsheet* excel untuk menampilkan data dengan kabel serial.

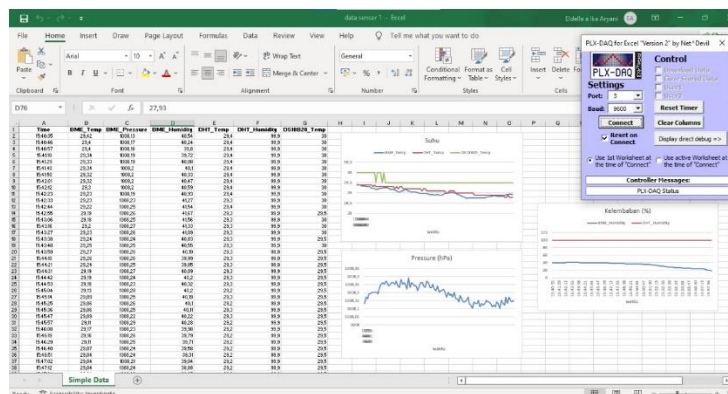


Gambar 20 Tampilan software PLX-DAQ

Gambar 21 diatas memperlihatkan tampilan PLX-DAQ pada microsoft excel yang menjadi penghubung dengan arduino uno pada *reciever* untuk menampilkan data dimana:

- Port : COM port yang digunakan (contoh: Port 3).
- Baud : Kecepatan komunikasi serial (9600 baud).
- Connect : Menghubungkan Excel dengan perangkat arduino uno.
- Reset Timer : Mengatur ulang waktu internal Excel untuk pencatatan.
- Clear Columns: Menghapus isi kolom di *worksheet* saat ini.

Jika port yang digunakan sudah sesuai dengan port arduino uno, maka dapat langsung menekan tombol *connenct* untuk menampilkan data pengukuran multisensor pada microsoft excel.



Gambar 21 Tampilan data pada microsoft excel.

Dapat dilihat pada Gambar 22 diatas, data pengukuran ditampilkan pada 7 coulumb dimana :

- A : Time – Waktu pencatatan data.
- B : BME_Temp – Suhu dari sensor BME280.
- C : BME_Pressure – Tekanan udara dari BME280.
- D : BME_Humidity – Kelembaban dari BME280.
- E : DHT_Temp – Suhu dari sensor DHT.
- F : DHT_Humidity – Kelembaban dari sensor DHT.
- G : DS18B20_Temp – Suhu dari sensor DS18B20.

Selain itu terdapat 3 buah grafik, grafik pertama untuk menampilkan suhu dari 3 buah sensor yaitu sensor BME280, DHT22, dan DS18B20, grafik kedua menampilkan pengukuran tekanan udara dari sensor BME280 dan grafik ketiga menampilkan pengukuran kelembaban dari sensor BME280 dan DHT22.

Hasil Pengujian Multisensor Tertampil Pada Ms.Excel

Pada pengujian ini dilakukan pengujian multisensor untuk mengukur suhu, kelembaban, dan tekanan udara menggunakan sensor BME280, DHT22, DS18B20. Pengujian dilakukan pada jarak 100 m, hal ini didasari oleh hasil pengujian komunikasi LoRa RFM95 pada Tabel 8 yang menunjukkan nilai RSSI dan SNR paling bagus. Dengan begitu penulis menyimpulkan menggunakan jarak 100 meter untuk pengujian multisensor sebagai sistem monitoring jarak jauh.

Tabel 11 Hasil Pengujian Multisensor

Waktu	BME280			DHT22		DS18B20
	Suhu (°C)	Tekanan (hPa)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)
15:40:35	29,42	1008,13	40,54	29,4	40,5	30
15:40:46	29,4	1008,17	40,24	29,4	40	30
15:40:57	29,4	1008,16	39,8	29,4	40,4	30
15:41:18	29,34	1008,19	39,72	29,4	39	30
15:41:29	29,33	1008,19	40,08	29,4	40	30
15:41:40	29,34	1008,2	40,1	29,4	40	30
15:41:50	29,32	1008,2	40,33	29,4	40,2	30
15:42:01	29,32	1008,2	40,47	29,4	40	30
15:42:12	29,3	1008,2	40,59	29,4	40	30
15:42:23	29,23	1008,19	40,93	29,4	40,9	30
15:42:33	29,23	1008,23	41,27	29,3	40	30
15:42:44	29,22	1008,25	41,54	29,4	41,3	30
15:42:55	29,19	1008,26	41,67	29,3	41	29,5
15:43:06	29,18	1008,25	41,56	29,3	41,5	30
15:43:16	29,2	1008,27	41,33	29,3	41,3	30
15:43:27	29,23	1008,26	41,09	29,3	41,7	30
15:43:38	29,24	1008,24	40,83	29,3	40	29,5
15:43:48	29,25	1008,25	40,55	29,3	39	30
15:43:59	29,27	1008,26	40,19	29,3	39	29,5
15:44:10	29,26	1008,26	39,99	29,3	40	29,5
15:44:21	29,24	1008,25	39,85	29,3	39,8	29,5
15:44:31	29,19	1008,27	40,09	29,3	40,3	29,5
15:44:42	29,19	1008,24	40,2	29,3	40	29,5
15:44:53	29,18	1008,23	40,32	29,3	40,5	29,5
15:45:04	29,13	1008,28	40,2	29,2	39,7	29,5
15:45:14	29,09	1008,25	40,19	29,3	40,1	29,5
15:45:25	29,06	1008,26	40,1	29,2	40	29,5
15:45:36	29,06	1008,25	40,11	29,3	40	29,5
15:45:47	29,09	1008,22	40,22	29,3	40,1	29,5
15:45:57	29,11	1008,29	40,28	29,2	39,8	29,5
15:46:08	29,17	1008,23	39,98	29,2	39,8	29,5
15:46:19	29,16	1008,26	39,79	29,2	39,5	29,5
15:46:29	29,11	1008,25	39,71	29,2	39,6	29,5
15:46:40	29,07	1008,24	39,58	29,2	39,6	29,5
15:46:51	29,04	1008,24	39,31	29,2	39,3	29,5
15:47:02	29,04	1008,21	39,04	29,2	38,9	29,5
15:47:12	29,04	1008,24	38,88	29,2	38,7	29,5
15:47:34	29,04	1008,26	38,65	29,2	38,6	29,5
15:47:34	29,03	1008,26	38,48	29,2	38,4	29,5
15:47:45	29,01	1008,24	38,37	29,2	38,3	29,5

Waktu	BME280			DHT22		DS18B20
	Suhu (°C)	Tekanan (hPa)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)
15:47:55	28,98	1008,23	38,28	29,2	38	29,5
15:48:06	28,97	1008,27	38,18	29,1	37,9	29,5
15:48:17	28,97	1008,26	38,04	29,2	37,9	29,5
15:48:27	28,96	1008,23	37,94	29,2	37,9	29,5
15:48:38	28,96	1008,23	37,79	29,1	37,7	29,5
15:48:49	28,94	1008,25	37,66	29,1	37,5	29,5
15:49:00	28,93	1008,22	37,45	29,1	37,5	29,5
15:49:10	28,92	1008,21	37,28	29,1	37,3	29,5
15:49:21	28,91	1008,24	37,06	29,1	37	29,5
15:49:32	28,9	1008,2	36,96	29,1	36,9	29,5
15:49:43	28,92	1008,21	36,75	29,1	36,7	29,5
15:49:53	28,92	1008,21	36,74	29,1	36,8	29,5
15:50:04	28,9	1008,22	36,76	29,1	36,7	29,5
15:50:15	28,89	1008,2	36,71	29,1	36,5	29,5
15:50:25	28,92	1008,17	36,63	29,1	36,6	29,5
15:50:36	28,96	1008,2	36,48	29,1	36,4	29,5
15:50:47	28,98	1008,18	36,28	29	36,3	29,5
15:50:58	29,01	1008,19	36,02	29	35,9	29,5
15:51:08	29,01	1008,17	35,72	29,1	35,7	29,5
15:51:19	29,02	1008,2	35,38	29,1	35,5	29,5
15:51:30	29,02	1008,16	35,11	29,1	35,1	29,5
15:51:41	29	1008,16	34,92	29,1	34,9	29,5
15:51:51	28,99	1008,14	34,41	29	34,4	29,5
15:52:02	28,95	1008,18	33,69	29	33,7	29,5
15:52:13	28,91	1008,16	33,32	29	33,3	29,5
15:52:24	28,89	1008,14	32,78	29	32,6	29,5
15:52:34	28,85	1008,14	32,05	29	31,4	29,5
15:52:45	28,82	1008,15	31,53	29	31	29,5
15:52:56	28,79	1008,17	30,88	29	30,3	29,5
15:53:06	28,74	1008,13	30,32	29	30,2	29,5
15:53:17	28,76	1008,12	29,76	29	29,6	29,5
15:53:28	28,76	1008,1	29	29	29,3	29,5
15:53:39	28,77	1008,14	28,57	29	28,7	29,5
15:53:49	28,76	1008,13	28,22	29	28,3	29,5
15:54:00	28,75	1008,13	27,93	28,9	27,8	29,5
15:54:11	28,75	1008,15	27,7	28,9	27,5	29,5
15:54:22	28,76	1008,11	27,33	28,9	27,3	29,5
15:54:32	28,76	1008,13	27,04	28,9	27	29,5
15:54:43	28,76	1008,12	26,7	28,9	26,5	29,5
15:54:54	28,77	1008,13	26,42	28,9	26,4	29,5
15:55:04	28,77	1008,15	26,08	28,9	26	29,5
15:55:15	28,79	1008,14	25,62	28,9	25,4	29,5
15:55:26	28,82	1008,14	25,48	28,9	25	29,5
15:55:37	28,82	1008,13	25,45	28,9	25	29,5
15:55:47	28,83	1008,11	25,41	28,9	24,9	29,5
15:55:58	28,85	1008,12	25,27	28,9	24,8	29,5
15:56:09	28,88	1008,11	24,98	28,9	24,9	29,5
15:56:20	28,86	1008,14	24,92	28,9	24,8	29,5

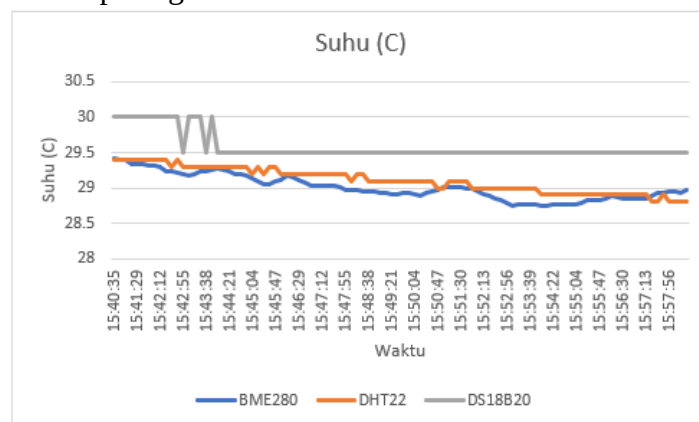
Waktu	BME280			DHT22		DS18B20
	Suhu (°C)	Tekanan (hPa)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)
15:56:30	28,84	1008,13	24,83	28,9	24,8	29,5
15:56:41	28,85	1008,1	24,62	28,9	24,7	29,5
15:56:52	28,85	1008,15	24,46	28,9	24,5	29,5
15:57:02	28,84	1008,13	24,38	28,9	24,3	29,5
15:57:13	28,85	1008,12	24,33	28,9	24,3	29,5
15:57:24	28,88	1008,17	24,09	28,8	24,1	29,5
15:57:35	28,92	1008,13	22,6	28,8	22,8	29,5
15:57:45	28,92	1008,17	21,4	28,9	21,5	29,5
15:57:56	28,95	1008,15	20,47	28,8	20,4	29,5
15:58:07	28,94	1008,14	19,57	28,8	19,7	29,5
15:58:18	28,93	1008,15	19,04	28,8	19	29,5
15:58:28	28,98	1008,14	17,83	28,8	17,5	29,5

Dari hasil pengukuran multisensor yang dapat dilihat pada Tabel 12, pada pengukuran suhu menggunakan sensor BME280, suhu tertinggi yang terukur adalah 29,24 °C, sedangkan suhu terendah yang terukur adalah 28,74 °C dengan hasil rata-rata pengukuran 29,01 °C. Pada pengukuran tekanan udara menggunakan sensor BME280, tekanan udara tertinggi yang terukur adalah 1008,29 hPa, sedangkan tekanan udara terendah yang terbaca adalah 1008,1 hPa, rata-rata hasil pengukuran tekanan udara adalah 1008,19 hPa. Pada pengukuran kelembaban, kelembaban tertinggi yang terukur oleh sensor BME280 adalah 41,67 %, sedangkan kelembaban terendah yang terbaca adalah 17,83%, rata-rata dari hasil pengukuran kelembaban adalah 34,25%.

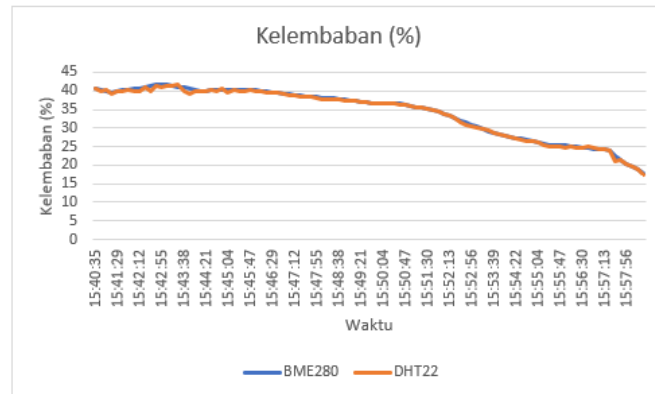
Pada hasil pengukuran sensor DHT22 yang dapat dilihat pada Tabel 12, suhu tertinggi yang terbaca oleh sensor DHT22 adalah 29,4 °C, sedangkan suhu terendah yang terbaca oleh sensor DHT22 adalah 28,8 °C, hasil rata-rata pengukuran suhu sensor DHT22 adalah 29,11 °C. Pada hasil pengukuran kelembaban menggunakan DHT22, kelembaban tertinggi yang terukur 41,7% sedangkan kelembaban terendah yang terukur oleh sensor DHT22 adalah 17,5% dengan rata-rata hasil pengukuran kelembaban 34,09%.

Pada hasil pengukuran sensor DS18B20 yang dapat dilihat pada Tabel 12, suhu tertinggi yang terbaca oleh sensor DS18B20 adalah 30 °C sedangkan suhu terendah yang terbaca adalah 29,5 °C dengan rata-rata pengukuran 29,58 °C.

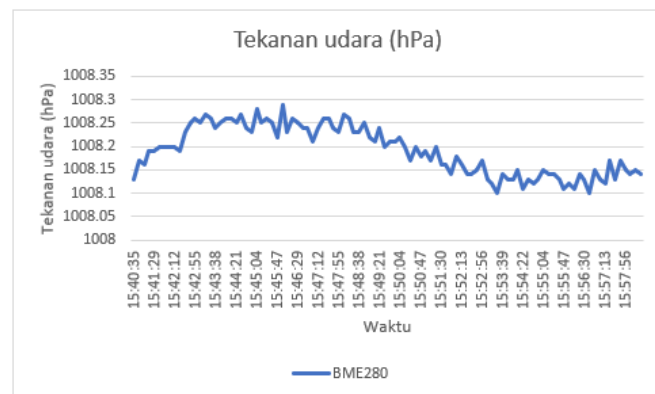
Dari hasil pengujian multisensor ini data juga ditampilkan langsung dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



(a)



(b)



(c)

Gambar 22 Hasil pengujian multisensor untuk mengukur suhu (a), kelembaban (b), dan tekanan udara (c) tertampil pada Ms.Excel.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal antara lain :

1. Hasil pengujian transmisi data multisensor menggunakan LoRa RFM95 berhasil mengirimkan data dari transmitter ke receiver pada pengujian 5 variasi jarak mulai dari 100, 150, 200, 250, sampai 300 meter dengan jumlah data terkirim 25 data dan jumlah data diterima 25 data, maka *Packet Delivery Ratio* (PDR) pada tiap variasi jarak nya adalah 100 %.
2. Nilai hasil pengujian *Recive Signal Strength Indicator* (RSSI) pada jarak 100 m dengan rata-rata nilai RSSI -83 dBm, hasil pengujian jarak 150 m dengan rata-rata nilai RSSI -107 dBm, hasil pengujian jarak 200 m dengan rata-rata nilai RSSI -110 dBm, hasil pengujian jarak 250 m dengan rata-rata nilai RSSI -108 dBm dan nilai RSSI pada jarak 300 m dengan rata-rata -111 dBm. Nilai RSSI tertinggi yaitu pada jarak 100 m dengan nilai -83 dBm dan nilai RSSI terendah yaitu pada jarak 300 m dengan nilai RSSI -111 dBm.
3. Nilai hasil pengujian *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) pada jarak 100 m dengan rata-rata nilai SNR $9,37$ dB, hasil pengujian jarak 150 m dengan rata-rata nilai SNR $1,22$ dB, hasil pengujian jarak 200 m dengan rata-rata nilai SNR $-2,52$ dB, hasil pengujian jarak 250 m dengan rata-rata nilai SNR $2,6$ dB, dan nilai SNR pada jarak 300 m dengan rata-rata $-4,4$ dB. Nilai SNR tertinggi yaitu pada jarak 100 m dengan nilai $9,37$ dB dan nilai SNR terendah yaitu pada jarak 300 m dengan nilai SNR $-4,4$ dB.
4. Data hasil pengukuran multisensor berhasil ditampilkan pada Microsoft Excel yang terintegrasi dengan *software* PLX-DAQ sebagai sistem akuisisi data dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik secara *real time* tanpa harus melakukan input manual.

Saran

Berdasarkan kajian dari penelitian ini, penulis ingin memberikan saran adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengubah variasi parameter transmisi LoRa seperti *spreading factor* (SF), *coding rate* (CR), *Bandwidth* (BW).
2. Memvariasikan ketinggian antenna *transmitter* untuk mengetahui perubahan nilai RSSI dan SNR terhadap perubahan ketinggian antenna.

DAFTAR PUSTAKA

- A. A. Matarru, A. Djafar, G. Gunawan, and H. Wicaksono, "Arduino artikel," *J. Informatics, Inf. Syst. Softw. Eng. Appl.*, vol. 4, pp. 22–31, 2022.
- A. B. Pulungan, L. Son, S. Syafii, S. Huda, and U. Ubaidillah, "Design and Implementation Data Logger with Integrated Circuit Multiplexer for Solar Panel Park," *TEM J.*, vol. 11, no. 1, pp. 427–433, 2022, doi: 10.18421/TEM111-54.
- A. O. Adelakun and O. Akano, "Development of an alternative device for measurement and characterization of selected meteorological parameters," *Sci. Rep.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.1038/s41598-023-35839-5.
- A. PUDIN and I. R. MARDIYANTO, "Desain dan Implementasi Data Logger untuk Pengukuran Daya Keluaran Panel Surya dan Iradiasi Matahari," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 2, p. 240, 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i2.240.
- Bosch, "Datasheet BME280," no. September, pp. 139–149, 2018.
- C. Moreno, A. González, J. L. Olazagoitia, and J. Vinolas, "The acquisition rate and soundness of a low-cost data acquisition system (LC-DAQ) for high frequency applications," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 2, 2020, doi: 10.3390/s20020524.
- D. C. Dewi, F. S. Ningsih, D. F. Atmoko, and I. Shobari, "Desain Mapping Dan Komunikasi Lora Sx1276 Pada Sistem Deteksi Radiasi Menggunakan Drone," *PRIMA - Apl. dan Rekayasa dalam Bid. Iptek Nukl.*, vol. 17, no. 2, pp. 21–30, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.batan.go.id/index.php/prima/article/view/6076>
- E. Nurraharjo, "Analisis Model Akuisisi Data Terhadap Piranti Analog To Digital (Adc)," *J. Din. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 73–78, 2011.
- F. Imansyah *et al.*, "Real-Time Information System of Raw Water Salt Levels Pdam Tirta Khatulistiwa Pontianak Based on Lora Gateway Technology," *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 100, no. 18, pp. 5147–5158, 2022.
- Faldian, I. Wallid, and Y. Cahyana, "Monitoring Temperatur Sistem AC Split dengan Metode Akuisisi Data Berbasis Arduino Uno," *Pros. Nas. Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. XIII*, vol. 2018, no. November, pp. 259–266, 2018.
- H. A. Sandi, Sudjadi, and Darjat, "Perancangan Sistem Akuisisi Data Multisensor (Sensor Oksigen, Hidrogen, Suhu, Dan Tekanan) Melalui Website Berbasis Android," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 457–463, 2018.
- H. Kiuchi, J. Amagai, S. Hama, and M. Imae, *KSP data-acquisition system*, vol. 46, no. 1. 1999.
- H. Patmawati and S. Santika, "Penggunaan Software Microsoft Excel sebagai Alternatif Pengolahan Data Statistika Penelitian Mahasiswa Tingkat Akhir," pp. 124–129.
- H. Satria, "Pengukuran Parameter Sistem PV Power Plant Tersambung Pada Jaringan Tenaga Listrik Berdasarkan Real Time Clock," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 81–89, 2020, doi: 10.36055/setrum.v9i2.9295.
- Hope RF, "RFM95 DataSheet," vol. 98, [Online]. Available: <http://www.hoperf.com>
- I. M. Aq-ja, "User ' s Manual 光スペクトラムアナライザ ユーザーズマニュアル," vol. 02, p. 2792.
- J. K. Brajamusti and C. K. Nurjanah, "Rancang Bangun Sistem Satelit Buatan Berbasis Esp32 Dengan Fitur Komunikasi Menggunakan Modul GsmSim800L," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 10, no. 1, p. 17, 2023.
- M. A. Triawan, H. Husnawati, and F. Humam, "Sistem Pemantauan Lingkungan Menggunakan

- Sensor BME280 Berbasis Internet of Things,” *Generic*, vol. 15, no. 2, pp. 37–41, 2023, doi: 10.18495/generic.v15i2.154.
- M. Huda, F. Imansyah, J. Marpaung, and R. R. Yacoub, “Rancang Bangun Sistem Komunikasi Monitoring Level Air Pada Water Barrel Covid-19 Menggunakan Lora Dengan Model Point To Point,” *J. S1 Tek. Elektro Untan*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/48647>
- 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, pp. 3977–3986, 2022, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/11483>
- M. R. Fachri, I. D. Sara, and Y. Away, “Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 11, no. 4, p. 123, 2015, doi: 10.17529/jre.v11i3.2356.
- M. Setya Fajar, F. Imansyah, and J. Marpaung, “Analisis Kinerja Modul Transceiver Sx1278 Pada Sistem Monitoring Dengan Model Jaringan Star,” *J. Electr.*, 2021.
- Maxim integrated, “DS18B20 Programmable Resolution 1,” vol. 92, pp. 1–20, 2019.
- P. Input, P. Output, A. External, M. Part, S. Part, and I. Component, “WARNING! Advanced Section The following information is for advanced use only and,” 2022.
- S. Anjani, N. Munawaroh, and Y. M. Nasrullah, “JIIC : JURNAL INTELEK INSAN CENDIKIA Vol : 1 No : 8 , Oktober 2024 Penerapan Metode Pembelajaran Two Stay Two Stray Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Tarikh (Penelitian Eksperimen di Kelas V MDT Al-Mubtadiin) Implementation of T,” pp. 3653–3677, 2024.
- T. Liu, “Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302),” *Aosong Electron. Co.,Ltd*, vol. 22, pp. 1–10, 2015, [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>