

ANALISIS KINERJA JARINGAN KOMUNIKASI NIRKABEL *LoRa* MENGUNAKAN TOPOLOGI *MESH* [Analysis Of *LoRa* Wireless Communication Network Performance Using Mesh Topology] Ardiansyah¹, Misbahuddin², Lalu A. Syamsul Irfan Akbar³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Mataram

¹ardin.agcs@gmail.com, ²misbah.unram@gmail.com, ³irfan@unram.ac.id

ABSTRAK

Jaringan sensor nirkabel atau wireless sensor network (WSN) terdiri dari node-node sensor yang memiliki prosesor sederhana, konsumsi daya rendah, antena dan beberapa detektor. Node sensor mempunyai kemampuan untuk mengambil, memproses dan mengirimkan data melalui node yang berdekatan menuju ke server. Kinerja jaringan komunikasi nirkabel dapat diukur berdasarkan beberapa parameter, antara lain : jarak jangkauan komunikasi, *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), *throughput*, *Jitter* dan *Delay*. Dari permasalahan tersebut dilakukan pengukuran kinerja jaringan nirkabel *LoRa* menggunakan *Topologi Mesh*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan skenario pengukuran dilakukan secara langsung atau Line Of Sight (LoS) dan menggunakan Topologi Mesh dengan mengirimkan data dalam jumlah yang sangat banyak mencapai 3000 data dan 50 data pertama yang di ambil untuk di analisis. Kemudian hasil pengujian setelah diterapkan menggunakan *software Wireshark* untuk mencari nilai QoS. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa proses pengiriman data menggunakan *Topologi Mesh* sangat cepat.

Kata kunci : Received Signal Strength Indicator (RSSI), throughput, Jitter, Delay, LoRa, Topologi Mesh.

ABSTRACT

A wireless sensor network (WSN) consists of sensor nodes with simple processors, low power consumption, antennas, and several detectors. Sensor nodes can retrieve, process, and transmit data through adjacent nodes to the server. The performance of wireless communication networks can be measured based on several parameters, including communication range distance, *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), *throughput*, *Jitter*, and *Delay*. Based on these problems, the performance of *LoRa* wireless networks is measured using the *Mesh Topology*. Based on the tests that have been carried out, the measurement scenario is carried out directly or by Line Of Sight (LoS) and uses a *Mesh Topology* by sending vast amounts of data, reaching 3000 data. The first 50 data are taken for analysis. Then the test results after being applied using the *Wireshark* software to find the quality of service value. From these tests, it can be concluded that sending data using the *Mesh Topology* is speedy.

Keywords: Received Signal Strength Indicator (RSSI), throughput, Jitter, Delay, LoRa, Mesh Topology

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang sangat cepat dan penyebaran koneksi internet yang tersebar sangat luas di seluruh Indonesia membuat permintaan masyarakat akan koneksi internet yang cepat dan dapat diandalkan meningkat.

LoRa adalah teknologi nirkabel yang digunakan untuk membuat *link* komunikasi jarak jauh. Ketika banyak teknologi nirkabel lama menggunakan modulasi *frequency shift keying* (FSK) sebagai lapisan fisik karena

merupakan modulasi yang sangat efisien untuk mencapai daya rendah, pada topologi *Mesh* menerapkan hubungan antar node secara penuh. Komunikasi berjalan relatif cepat dan biasanya digunakan untuk membangun jaringan dengan skala yang tidak terlalu besar. Tingkat mobilitas manusia yang tinggi membutuhkan koneksi internet dengan mobilitas yang tinggi pula, hal ini yang mendorong perkembangan koneksi internet nirkabel di Indonesia.

Dari permasalahan yang terjadi tersebut, untuk mengalisis jaringan komunikasi nirkabel yang di kirim dan di terima dengan basis *LoRa* dengan topologi *Mesh*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian analisis kinerja jaringan komunikasi nirkabel berbasis *LoRa* dengan topologi *Mesh* di titik outdoor dan indoor.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui kinerja jaringan komunikasi nirkabel yang dilakukan menggunakan topologi *mesh* pada kondisi *outdoor*. Dan mengetahui beberapa parameter dari jarak, *throughput*, *Delay* dan *Packet Loss*.

II. DASAR TEORI

Jaringan sensor nirkabel atau wireless sensor network (WSN) terdiri dari node-node sensor yang memiliki prosesor sederhana, konsumsi daya rendah, antena dan beberapa detektor. Node sensor yang mempunyai kemampuan untuk mengambil, memproses dan mengirimkan data melalui node yang berdekatan menuju ke server. Kinerja jaringan komunikasi nirkabel dapat diukur berdasarkan beberapa parameter, antara lain : jarak jangkauan komunikasi, *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), *throughput*, *Jitter* dan *Delay*. RSSI adalah sebuah ukuran kekuatan sinyal radio yang diterima oleh receiver. Faktor jarak antara pemancar dan penerima sangat menentukan besarnya RSSI

LoRa adalah teknologi nirkabel yang digunakan untuk membuat *link* komunikasi jarak jauh. Ketika banyak teknologi nirkabel lama menggunakan modulasi *frequency shift keying* (FSK) sebagai lapisan fisik karena merupakan modulasi yang sangat efisien untuk mencapai daya rendah.

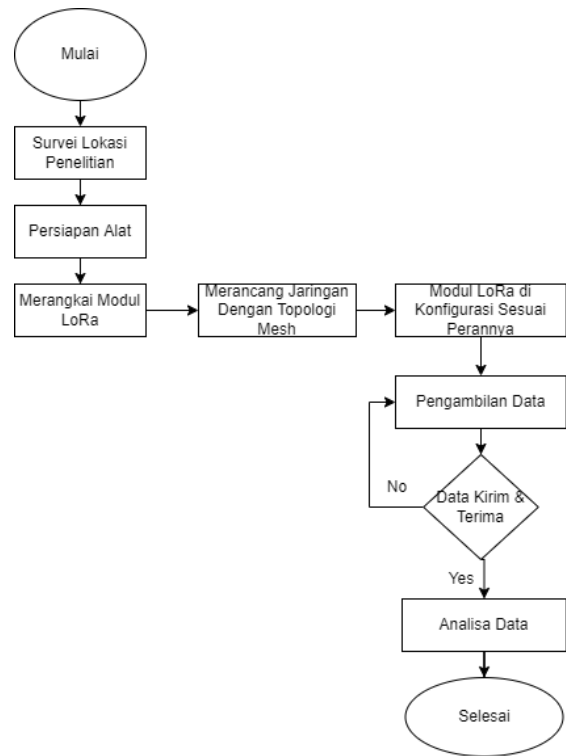
Pada *topologi mesh* menerapkan hubungan antar node secara penuh. Komunikasi berjalan relatif cepat dan biasanya digunakan untuk membangun jaringan dengan skala yang tidak terlalu besar.

III. METODELOGI PENELITIAN

Tahap Penelitian

Didalam penelitian ini terdapat alur penelitian yang bertujuan untuk memudahkan untuk memberikan hasil analisa yang terstruktur dan jelas agar dapat memberikan informasi hasil analisa dengan baik. Dalam alur

penelitian ini terdapat beberapa tahapan-tahapan utama yang nantinya akan dikembangkan.

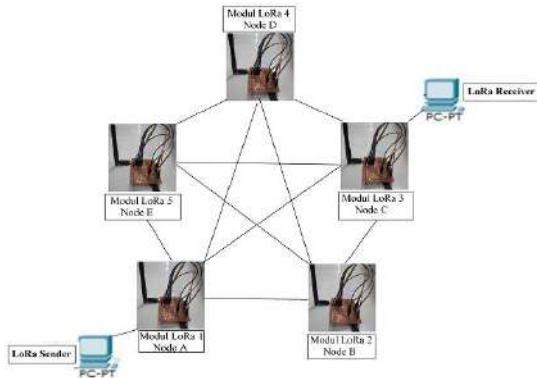


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dapat dilihat diagram alir dari tahapan perancangan sistem yang akan dibangun. Tahapan penelitian yang pertama yaitu studi literatur, menjelaskan tentang pengumpulan data-data yang relevan mengenai yang dibutuhkan seperti jurnal maupun makalah. Tahapan penelitian yang kedua tentang kebutuhan perangkat pengukuran, yang menjelaskan tentang kebutuhan pengambilan data yang akan dibangun mulai dari perancangan alat pengukuran sampai kebutuhan programan alat pengukuran. Tahapan penelitian yang ketiga yaitu pengambilan data, yang menjelaskan tentang data yang di ambil pada keadaan outdoor menggunakan metode topologi mesh. Tahapan penelitian yang keempat yaitu pengujian dan evaluasi data, menjelaskan tentang perbandingan data yang telah di ambil.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem



Gambar 2. Topologi Mesh

Topologi mesh menerapkan hubungan antar node secara penuh. Komunikasi berjalan relatif cepat dan biasanya digunakan untuk membangun jaringan dengan skala yang tidak terlalu besar.

Skanario Pengujian

1. Komunikasi Langsung atau Line Of Sight (LoS) Antara Node

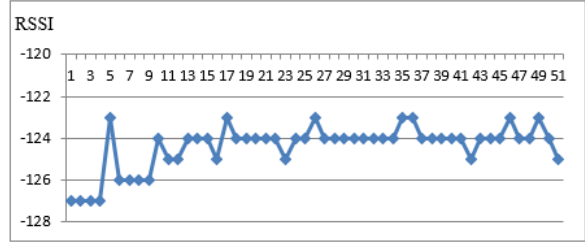
Pada tahap ini mencakup pengambilan data komunikasi secara langsung dan mengetahui jarak jangkauan komunikasi antara LoRa.

a. Data Line Of Sight (LoS) Node A→C (15 Meter)

Tabel 4. 1 Data Line Of Sight (LoS) Antara Node

No	Lintasan Node	RSSI	Jarak (m)
1	A→B	-125.94	5
2	A→C	-124.37	15
3	A→D	-125.06	7
4	A→E	-125.56	6

Tabel 4.1 menunjukkan komunikasi langsung antara tiap Node LoRa yang dimana nilai rata-rata RSSI dan jarak antara tiap Node.

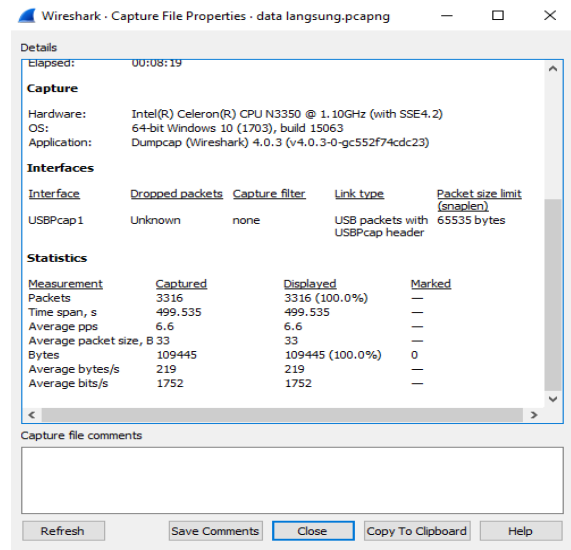


Gambar 4. 1 RSSI LoS Node A→C (15 Meter)

Pada gambar 4.1 menunjukkan hasil data RSSI pada komunikasi langsung atau Line Of Sight (LoS) dan dapat diketahui bahwa nilai awal RSSI adalah -127 dan menuju pada saat data ke 10-49 lebih dominan sering muncul nilai RSSI -124.

b. Hasil Pengukuran QoS Menggunakan Wireshark

Untuk mengetahui hasil *Troughput*, *Delay* dan *Packet Loss* yang terjadi pada komunikasi LoRa di lakukan pengukuran menggunakan *Software Wireshark*. Berikut merupakan tampilan hasil pengukuran QoS menggunakan wireshark.



Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran QoS dengan Wireshark

Pada gambar 4.2 menunjukkan tampilan *Wireshark* yang dimana dari hasil data tersebut akan di cari parameter QoS seperti *Troughput*, *Delay* dan *Packet Loss*.

Tabel 4. 2 Parameter Pada Wireshark

No	Parameter	Nilai
1	Bytes	109445 Kb
2	Time Span (s)	499.535 s
3	Packet Kirim	3316
4	Packet Terima	3316

Throughput dapat juga dihitung sebagai jumlah paket data yang diterima setiap detik, dinyatakan dengan Persamaan:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Base Data}(Kb)}{\text{Wakt Tempuh}(s)}$$

$$\text{Throughput} = \frac{109445(Kb)}{499.535(s)} \times 8$$

$$\text{Throughput} = 219.093 \times 8 = 1752 \text{ Kb/s}$$

Jumlah *Packet Loss* dari LoRa Sender ke LoRa Receiver pada *Wireshark* dinyatakan sebagai :

Tabel 4. 3 Packet Loss

Kategori Degradasi	Packet Loss
Sangat Bagus	0
Bagus	1-3%
Sedang	4-15%
Jelek	16-25%

$$\text{Packet Loss} = \text{Packet dikirim} - \text{Packet diterima}$$

$$\text{Packet Loss} = 3316 - 3316 = 0$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai Packet Loss adalah 0, menandakan bahwa nilai tersebut di kategorikan sangat bagus. Sedangkan *Delay* merupakan waktu tunda paket data tiba di client atau host sampai selesai ditransmisikan. *Delay* transmisi dapat dihitung dengan persamaan.

Tabel 4. 4 Delay

Kategori Degradasi	Delay
Sangat Bagus	<150 ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Jelek	> 450 ms

$$\text{Delay total} = 499.534801 \text{ s}$$

$$\text{Rata-rata Delay} = 0.150643788 \times 1000$$

$$= 150.643788 \text{ ms}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai Delay adalah 150.643788 ms, menandakan bahwa nilai tersebut di kategorikan bagus.

Jitter di akibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian

Kategori Degradasi	Jitter
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 s/d 75 ms
Sedang	75 s/d 125 ms
Jelek	125 s/d 225 ms

$$\text{Total Jitter} = -0.37659$$

$$\text{Rata-rata Jitter} = 0.00011 \times 1000$$

$$= 0.11 \text{ ms}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai Jitter adalah 0.11 ms, menandakan bahwa nilai tersebut di kategorikan bagus.

Tabel 4. 5 Nilai Parameter Qos Komunikasi Langsung

No	Parameter	Nilai
1	Throughput	1752 Kb
2	Packet Loss	0
3	Delay	150.643788 ms
4	Jitter	0.11 ms

2. Komunikasi LoRa Menggunakan Topologi Mesh

Komunikasi antara LoRa menggunakan metode Topologi Mesh, berikut merupakan tabel langkah-langkah pengujian pengambilan data.

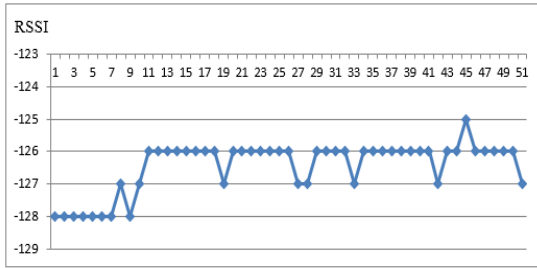
Tabel 4. 6 Proses Pengambilan Data

No	LoRa Sender (Node A)	Node B	Node E	Node D	LoRa Receiver (Node C)
1	Sending packet	ON	OFF	OFF	Received packet
2	Sending packet	OFF	ON	OFF	Received packet
3	Sending packet	OFF	OFF	ON	Received packet

Node B (5 Meter)

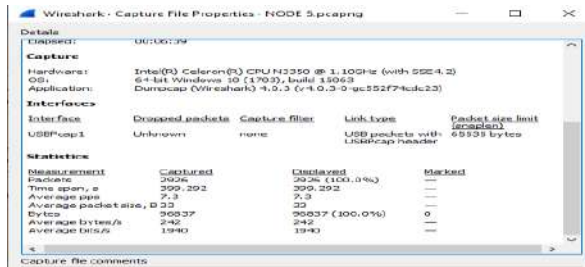
No	LoRa Sender (Node A)	Node B	Node E	Node D	LoRa Receiver (Node C)
1	Sending packet	ON	OFF	OFF	Received packet

Gambar diatas adalah hasil dari proses pengambilan data komunikasi LoRa pada jarak 5M ini menggunakan metode Topologi Mesh yang dimana node B(On), node E(Off) dan node D(Off).



Gambar 4. 3 RSSI Node B (5 Meter)

Gambar di atas menunjukkan hasil data RSSI pada komunikasi antara node 5 meter dan dapat diketahui bahwa nilai awal RSSI adalah -128 dan menuju pada saat data ke 10-49 lebih dominan sering muncul nilai RSSI -126.



Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran Node B dengan Wireshark

Gambar 4.4 menunjukkan tampilan Wireshark yang dimana dari hasil data tersebut akan di cari parameter QoS seperti *Troughput*, *Delay* dan *Packet Loss*.

Tabel 4. 6 Parameter Nilai

No	Parameter	Nilai
1	Bytes	96837 Kb
2	Time Span (s)	399.292 s
3	Packet Kirim	2926
4	Packet Terima	2926

Tabel 4.6 merupakan parameter yang di ambil pada tampilan Wireshark untuk menghitung parameter QoS.

Tabel 4. 71 QoS Node B (5 meter)

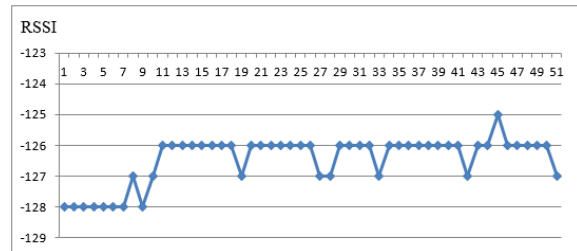
No	Parameter	Nilai
1	Throughput	1940 Kb/s
2	Packet Loss	0
3	Delay	136.46329 ms
4	Jitter	0,26 ms

Tabel 4.7 dapat di ketahui dari hasil perhitungan bahwa nilai Throughput adalah 1940 Kb/s, Packet Loss bernilai 0 menandakan nilai tersebut di kategorikan sangat bagus dan Delay bernilai 136.463 ms di kategorikan sangat bagus.

Node E (6 Meter)

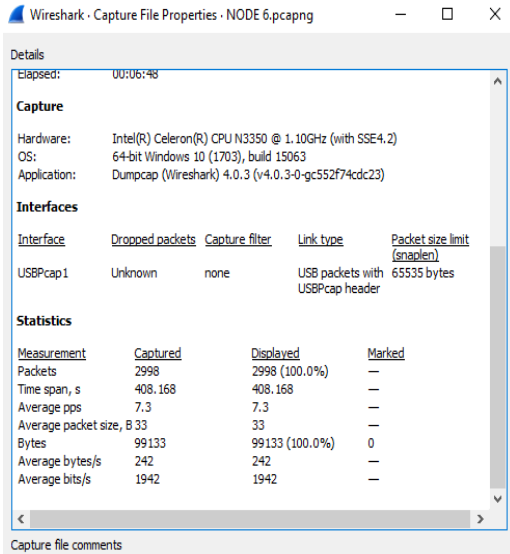
No	LoRa Sender(A)	Node B	Node E	Node D	LoRa Receiver(C)
2	Sending packet	OFF	ON	OFF	Received packet

Proses pengambilan data komunikasi LoRa pada jarak 6M ini menggunakan metode Topologi Mesh yang dimana node B(Off), node E(On) dan node D(Off).



Gambar 4. 4 RSSI Node E (6 Meter)

Pada gambar 4.5 di atas menunjukkan hasil data RSSI pada komunikasi antara node 6 meter dan dapat diketahui bahwa nilai awal RSSI adalah -128 dan menuju pada saat data ke 9-31 lebih dominan sering muncul nilai RSSI -126.



Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran Node B dengan Wireshark

Pada gambar 4.6 menunjukkan tampilan *Wireshark* yang dimana dari hasil data tersebut akan di cari parameter QoS seperti *Throughput*, *Delay* dan *Packet Loss*.

Tabel 4. 8 Parameter Nilai Pada Wireshark

No	Parameter	Nilai
1	Bytes	99133 Kb
2	Time Span (s)	408.168 s
3	Packet Kirim	2998
4	Packet Terima	2998

Tabel 4.8 merupakan parameter yang di ambil pada tampilan *Wireshark* untuk menghitung parameter QoS.

Tabel 4. 9 QoS Node E (6 meter)

No	Parameter	Nilai
1	Throughput	1942 Kb/s
2	Packet Loss	0
3	Delay	136.146902 ms
4	Jitter	7.330 ms

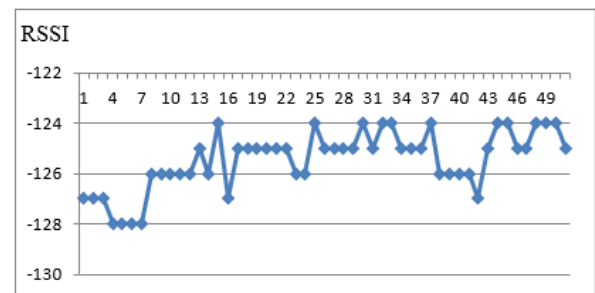
Tabel 4.9 dapat di ketahui dari hasil perhitungan bahwa nilai *Throughput* adalah

1942 Kb/s, *Packet Loss* bernilai 0 menandakan nilai tersebut di kategorikan sangat bagus dan *Delay* bernilai 136.146902 ms di kategorikan sangat bagus.

Node D (7 Meter)

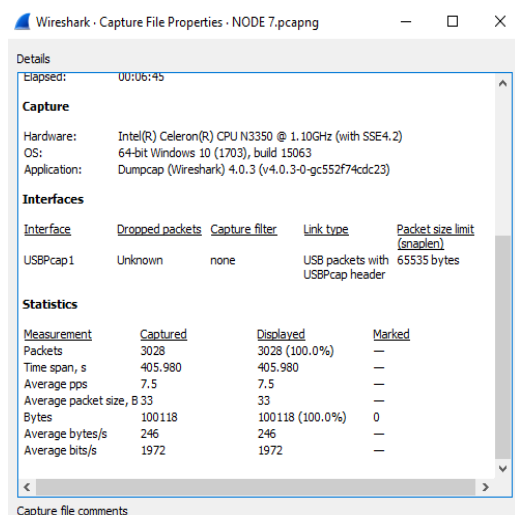
No	LoRa Sender (A)	Node B	Node E	Node D	LoRa Receiver(C)
3	Sending packet	OFF	OFF	ON	Received packet

Proses pengambilan data komunikasi LoRa pada jarak 7M ini menggunakan metode Topologi Mesh yang dimana node B(Off), node E(Off) dan node D(On).



Gambar 4. 6 RSSI Node D (7 Meter)

Pada gambar 4.7 di atas menunjukkan hasil data RSSI pada komunikasi antara node 7 Meter dan dapat ketahui bahwa nilai awal RSSI adalah -127 dan sampai data ke 50 nilai RSSI naik turun atau fluktuatif.



Gambar 4. 7 Hasil Pengukuran Node D dengan Wireshark

Pada gambar 4.8 menunjukkan tampilan Wireshark yang dimana dari hasil data tersebut akan di cari parameter QoS seperti *Throughput*, *Delay* dan *Packet Loss*.

Tabel 4. 10 Parameter Nilai Pada Wireshark

No	Parameter	Nilai
1	Bytes	100118 Kb
2	Time Span (s)	405.980 s
3	Packet Kirim	3028
4	Packet Terima	3028

Tabel 4.10 merupakan parameter yang di ambil pada tampilan Wireshark untuk menghitung parameter QoS.

Tabel 4. 11 QoS Node D (7 meter)

No	Parameter	Nilai
1	Throughput	1972 Kb/s
2	Packet Loss	0
3	Delay	134.0753119 ms
4	Jitter	0.47 ms

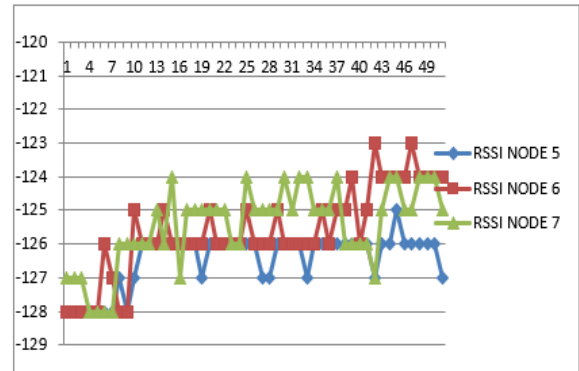
Tabel 4.11 dapat di ketahui dari hasil perhitungan bahwa nilai Throughput adalah 1972 Kb/s, Packet Loss bernilai 0 menandakan nilai tersebut di kategorikan sangat bagus dan Delay bernilai 134.0753119 ms di kategorikan sangat bagus.

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian QoS Node

No	Kondisi Node	Jarak (m)	Throughput	Delay(ms)	Packet Loss	RSSI	Jitter
1	A→B→C	16	1940 Kb/s	136.463	0	-126.451	0,26 ms
2	A→D→C	16	1942 Kb/s	136.146	0	-125.647	7.330 ms
3	A→E→C	16	1972 Kb/s	134.075	0	-125.451	0.47 ms

Tabel 4.12 menunjukkan hasil komunikasi LoRa menggunakan topologi mesh dengan parameter yang di cari yaitu *Throughput*, *Delay*, *Packet Loss*, *Jitter* dan *RSSI*.

3. Perbandingan Data Hasil RSSI Antara Node



Gambar 4. 8 Perbandingan Antara Node

Gambar 4.9 di atas menunjukkan hasil data RSSI pada perbandingan antara node dengan jarak 5,6 dan 7 Meter. Node A (5 meter) dan dapat ketahui bahwa nilai awal RSSI adalah -128 dan menuju pada saat data ke 10-49 lebih dominan sering muncul nilai RSSI -126 dan Node B (6 meter) dan dapat ketahui bahwa nilai awal RSSI adalah -128 dan menuju pada saat data ke 9-31 lebih dominan sering muncul nilai RSSI -126. Sedangkan Node C (7 Meter) dan dapat ketahui bahwa nilai awal RSSI adalah -127 dan sampai data ke 50 nilai RSSI naik turun atau fluktuatif.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa hal yang bisa penulis simpulkan antara lain sebagai berikut.

1. Kinerja jaringan komunikasi nirkabel yang dilakukan menggunakan topologi *mesh* pada kondisi *outdoor* menunjukkan pengukuran jarak maksimum jangkauan komunikasi LoRa sejauh 15 Meter dengan posisi Node di tempatkan pada pertengahan jarak LoRa Sender dan LoRa Receiver yaitu Node B (5m), Node E (6m) dan Node D (7m).
2. Parameter QoS yang diuji RSSI sebagai fungsi jarak pada komunikasi LoS antara LoRa lebih dominan sering muncul nilai RSSI -125, Delay 150.643 ms menandakan nilai tersebut dikategorikan bagus, Jitter bernilai 0.11 ms menandakan nilai tersebut dikategorikan

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Batong, 2020, Analisis Kelayakan *LoRa* Untuk Jaringan Komunikasi Sistem Monitoring Listrik Di Politeknik Negeri Samarinda, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda.
- [2] Chen-Lee, 2021, Monitoring of Large-Area IoT Sensor using a *LoRa* Wireless *Software* Network System: Design and Evaluation.
- [3] Kurniawan. P., Rozeff Pramana., Deni Nusywan. 2017. *Prototype Sistem Deteksi Kebocoran Air Dan Pengurusan Secara Otomatis Pada Kapal Berbasis arduino uno dan labview. Teknik Elektro UMRAH*
- [4] Prasetyo, 2014, Analisis dan Optimalisasi Jaringan Nirkabel Dengan Minimalisasi Roaming di Binus Square . Vol. 5 No. 2 Halaman 611-624. Universitas Jl. K.H. Syahdan.
- [5] Rasudin, 2014, Quality Of Service (QOS) Pada Jaringan Internet Dengan Metode Hierarchy Token Bucket, *TECHSI* Vol 4. Nomor 1 2014 : Jurnal Penelitian Teknik Informatika. [2] PUSOPSKAMSINAS, "Laporan Tahunan Hasil Monitoring Keamanan Siber 2020," *Bul. Jendela Data dan Inf. Kesehat.*, pp. 29–33, 2021.
- [7] Rofii, 2018, Kinerja Jaringan Komunikasi Nirkabel Berbasis Xbee Pada Topologi Bus, Star dan *Software*. *Jurnal Elkomika*. Vol. 6 No. 3 Halaman 393-404. Universitas Widyagama Malang.