

Analisis Quality of Service Modul NRF24L01 pada Sistem Stasiun Cuaca Lokal

Quality of Service Analysis of NRF24L01 Module on Local Weather Station System

Loudry Achmad Tiransri^{1*}, Favian Dewanta², Hilal Hudan Nuha³

Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buahbatu – Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kab.

Bandung, Jawa Barat

loudry@student.telkomuniversity.ac.id^{1*}, favian@telkomuniversity.ac.id²,

hilalnuha@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak – *Internet of Things* sering dimanfaatkan untuk menggantikan pekerjaan manusia secara otomatis, salah satu contohnya adalah sistem stasiun cuaca lokal. Stasiun cuaca lokal sering kali digunakan untuk melakukan pengamatan dan pendeteksian cuaca di kawasan rawan bencana yang belum terjangkau oleh jaringan internet. Sehingga pembuatan sistem stasiun cuaca lokal sering menggunakan modul pengiriman data secara nirkabel sebagai hub yang menghubungkan gateway jaringan dengan perangkat yang berada jauh di lapangan. Salah satu modul pengiriman secara nirkabel tersebut adalah modul NRF24L01 yang merupakan modul *Wireless Personal Area Networks (WPAN)* dengan daya kecil tetapi memiliki kecepatan pengiriman data yang tinggi. Sehingga pada penelitian ini penulis mengimplementasikan modul NRF24L01 pada sistem stasiun cuaca lokal dan melakukan analisis *Quality of Service (QoS)* dari komunikasi tersebut. Eksperimen dilakukan dengan cara pengiriman informasi dari transmitter menuju receiver yang bergerak bebas pada jarak tertentu dan kondisi kanal tertentu yang merepresentasikan LOS dan non-LOS. Selanjutnya, perhitungan *quality of service (QoS)* dari komunikasi antar modul NRF24L01 tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Best Effort Service*, dengan nilai *packet loss* sebesar 21,67% pada jarak pengiriman efektif yang kurang dari 300 meter dan kanal yang bersifat LOS, serta nilai *packet loss* sebesar 4,55% pada jarak pengiriman efektif yang kurang dari 70 meter dan kanal yang bersifat non-LOS.

Kata Kunci: *Internet of Things, NRF24L01, Quality of Service, Line of Sight.*

Abstract – *The Internet of Things* is often used to replace human work automatically; one example is a local weather station system. Local weather stations often observe and detect weather in potential disaster areas the internet network has not reached. So, creating a local weather station system often uses wireless modules as a hub that connects the network gateway with devices far in the field. One of the wireless modules is the NRF24L01 module, a *Wireless Personal Area Networks (WPAN)* module with a small power but high data-sending speed. So in this study, the author implements the NRF24L01 module on the local weather station system and conducts a *Quality of Service (QoS)* analysis of the communication. The experiment was carried out by sending information from the transmitter to the receiver that moved freely at a certain distance and certain canal conditions representing LOS and Non-LOS. Furthermore, the

calculation of the Quality of Service (QoS) of communication between the NRF24L01 module is carried out using the Best Effort Service method, with a loss packet value of 21.67% at an effective transmission distance of fewer than 300 meters and a LOS channel, and packet value Loss of 4.55% at an effective transmission distance of fewer than 70 meters and a non-LOS channel.

Keywords: *Internet of Things, NRF24L01, Quality of Service, Line of Sight, non-Line of Sight.*

1. Pendahuluan

Pada era perkembangan 5G, masyarakat banyak yang berlomba untuk memanfaatkan kemajuan teknologi tersebut dalam memudahkan kehidupan sehari-hari. Salah satu teknologi yang sangat berkembang di era 5G ini adalah teknologi Internet of Things (IoT) yang membuat perangkat, mesin, dan manusia dapat saling berkomunikasi [1][2]. *Internet of Things* banyak dimanfaatkan untuk melakukan berbagai pekerjaan secara otomatis untuk menggantikan peran manusia, salah satu contohnya adalah sistem stasiun cuaca lokal yang banyak digunakan untuk melakukan pengamatan dan pendeteksian cuaca di kawasan rawan bencana dan terpencil. Sehingga pembuatan sistem stasiun cuaca lokal sering menggunakan modul pengiriman data secara nirkabel sebagai hub jaringan internet untuk mengirimkan data ke pusat.

Wireless Personal Area Networks (WPAN) merupakan jaringan nirkabel yang terhubung dengan dua alat atau lebih menggunakan kanal frekuensi radio daya kecil tetapi memiliki kecepatan pengiriman yang tinggi [3]. Salah satu WPAN yang banyak digunakan untuk komunikasi data antar perangkat adalah modul NRF24L01 yang menggunakan frekuensi radio dalam pengiriman data [4][5]. Modul NRF24L01 dapat melakukan komunikasi *end to end* yang menghubungkan *transmitter* ke *receiver* dengan jarak komunikasi sejauh 800 meter [4] pada kawasan *line-of-sight*.

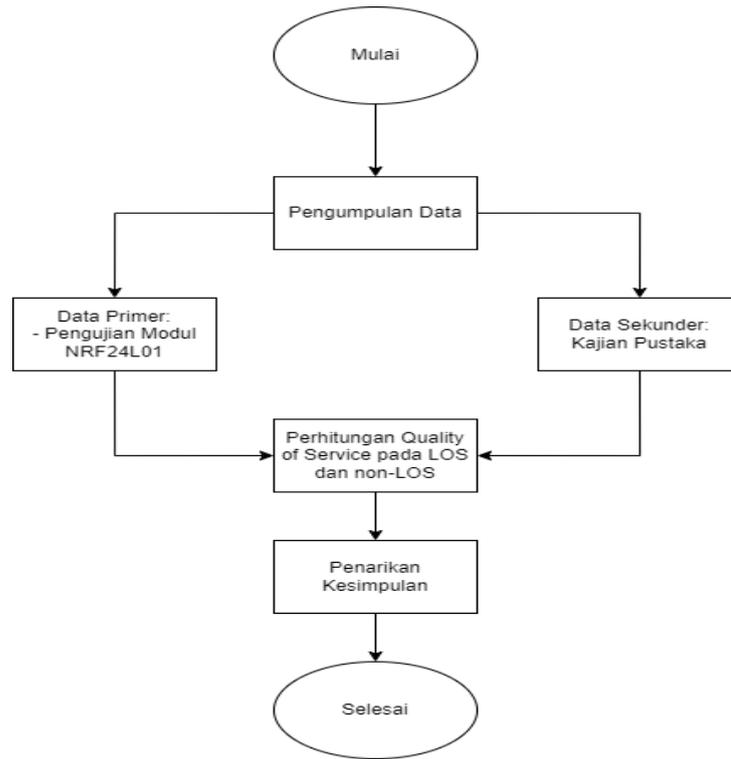
Penelitian sebelumnya [5] telah dilakukan penelitian modul NRF24L01 dengan menggunakan arduino dan menggunakan modul NRF24L01 versi 1.0. Pada penelitian tersebut peneliti menggunakan lokasi pantai dan kawasan urban untuk melakukan pengujian pada alat. Kemudian penelitian [8] mengembangkan perangkat NRF24L01 yang digunakan untuk alat transmisi data temperatur dari gunung berapi dengan menggunakan sensor LM35 dan arduino UNO R3 sebagai mikrokontrolernya. Dengan berbasiskan capaian dari beberapa penelitian sebelumnya [5][8] penulis mengembangkan penggunaan modul NRF24L01 untuk digunakan pada sistem stasiun cuaca lokal yang menggunakan Raspberry Pi 3 untuk basis pengambilan data dari berbagai sensor yang digunakan. Raspberry Pi 3 memiliki performa pemrosesan data yang cepat dan mudah digunakan untuk berbagai macam sensor [7].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji performansi modul NRF24L01 dalam mengirimkan data dari berbagai sensor pada sistem stasiun cuaca lokal dengan menerapkan sistem *packet handling* yang dilakukan dengan memfragmentasi informasi menjadi potongan kecil paket data yang kemudian ditambahkan dengan packet id untuk mengenali paket yang ditransmisikan serta identifikasi paket yang hilang. Pada sistem stasiun cuaca lokal yang dikembangkan ini, penulis menguji dan menganalisis kinerja modul NRF24L01 dengan menggunakan parameter Quality of Service (QoS) pada kondisi LOS dan non-LOS.

2. Metode Penelitian

2.1. Alur Penelitian

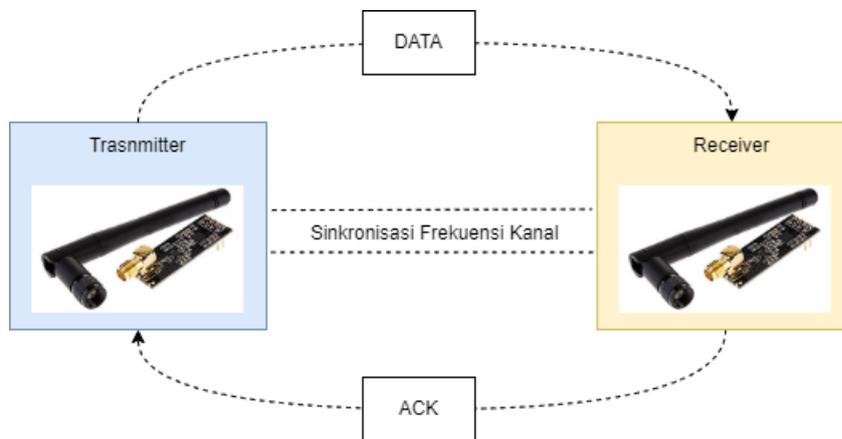
Gambar 1 menunjukkan alur dari penelitian penulis, yang dimulai dengan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang telah terkumpul dengan dilakukannya eksperimen secara langsung terhadap modul NRF24L01 dan data sekunder merupakan pengambilan data dari berbagai referensi serta penelitian-penelitian sebelumnya. Pada tahap selanjutnya, performa sistem akan dievaluasi berdasarkan parameter QoS dengan menggunakan standar ITU-T G.1010 dan penarikan kesimpulan berdasarkan kedua data yang telah didapat.



Gambar 1. Alur penelitian.

2.2. Diagram Blok Sistem

Gambar 2 menunjukkan sistematika komunikasi dari modul nirkabel NRF24L01. Modul NRF24L01 menggunakan antena dengan tipe konektor SMA untuk menghubungkan antena dengan modul pengiriman. Pada penelitian ini penulis menggunakan 2 modul NRF24L01 untuk melakukan pengiriman data dari sensor menuju sistem pusat. Modul pertama digunakan sebagai pengirim data dan modul kedua digunakan sebagai penerima atau *receiver*. Transmitter atau pengirim melakukan pengiriman data menuju penerima dengan menggunakan frekuensi yang sesuai untuk melakukan sinkronisasi antara modul penerima dan pengirim. Kemudian, perangkat penerima akan mengirimkan kembali paket ACK menuju pengirim untuk memberikan konfirmasi penerimaan paket bahwa data berhasil dikirimkan.



Gambar 2. Blok sistem.

2.3. Quality of Service

Quality of Service (QoS) merupakan sebuah metode untuk melakukan pengukuran performa pada suatu jaringan dan usaha yang dilakukan untuk mendefinisikan karakteristik serta sifat dari suatu servis dari parameter kecepatan hingga kehandalan [6]. Pengujian QoS pada suatu jaringan dimanfaatkan untuk mengoptimalkan performa dari komunikasi data. Penulis menggunakan beberapa parameter QoS untuk menganalisa performa NRF24L01 di antaranya *Delay*, *Packet Loss* dan *Throughput* dengan menggunakan metode analisis *Best Effort Service*. Metode tersebut merupakan model layanan QoS yang memiliki pengiriman paket setiap waktu [9]. *Best Effort Service* memberikan kemampuan dalam segi kecepatan dalam mengirimkan paket ke penerima, namun tidak mempunyai jaminan dan reliabilitas terhadap paket yang dikirimkan. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya tabrakan antar paket yang dapat mempengaruhi nilai dari *packet loss*.

2.3.1. Delay

Delay atau yang biasa disebut *latency* adalah waktu yang diperlukan suatu paket dari dikirimkan hingga sampai ke penerima. *Delay* pada komunikasi data dapat dipengaruhi banyaknya antrian data yang akan dikirimkan. Lama pengiriman tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal, di antaranya adalah kecepatan propagasi sinyal elektromagnetik, elektrik, dan cahaya, serta pemilihan rute paket saat melewati perangkat jaringan [6]. Berikut rumus dari perhitungan besarnya *delay* rata-rata.

$$\text{Delay rata-rata} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}} \quad (1)$$

2.3.2. Packet Loss

Packet Loss adalah parameter QoS untuk menunjukkan persentase total paket yang hilang selama pengiriman [6]. Hal tersebut dapat disebabkan oleh banyak faktor di antaranya hambatan yang ada di lintasan sinyal hingga perangkat yang digunakan. *Packet Loss* disebabkan terjadinya *collision* dan *congestion* pada saat pengiriman data. Berikut adalah rumus dari perhitungan *packet loss*.

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{Paket yang dikirim} - \text{Paket yang diterima})}{\text{Paket yang dikirim}} \times 100\% \quad (2)$$

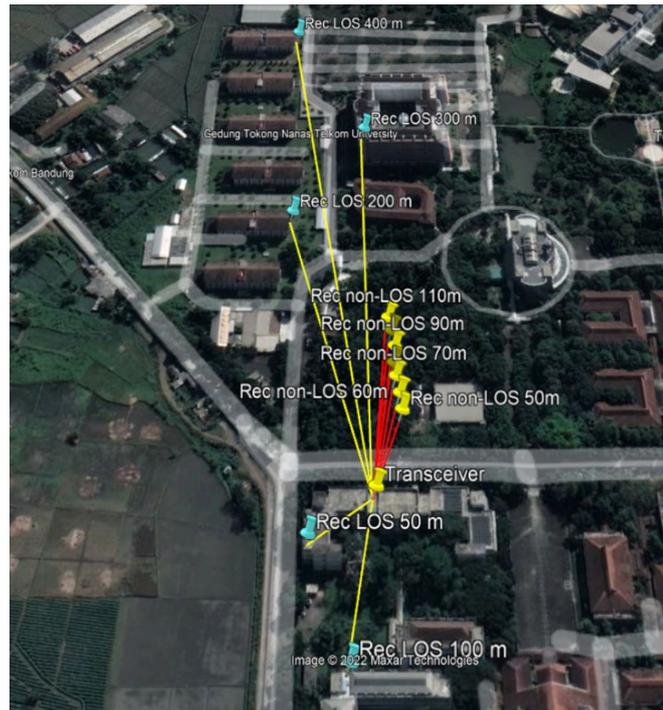
2.3.3. Throughput

Throughput adalah kemampuan atau kecepatan dari pengiriman data pada waktu tertentu [6]. Nilai dari *throughput* berbeda dengan *bandwidth*, parameter ini menjelaskan tentang kecepatan pengiriman yang sebenarnya pada kondisi saat jaringan tersebut digunakan [6]. Parameter ini dapat dihitung dengan membandingkan panjang paket yang diterima dengan interval waktu paket terakhir dengan waktu paket pertama dikirimkan. Nilai dari *throughput* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket yang diterima (bit)}}{\text{Waktu pengiriman (s)}} \quad (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Eksperimen dilakukan dengan memperhitungkan QoS dari modul pengiriman NRF24L01 dengan parameter keadaan LOS dan non-LOS berdasarkan jarak pengujian tertentu. Pengujian dilakukan di atap gedung Deli Fakultas Teknik Elektro Telkom University untuk dijadikan lokasi transmitter saat pengujian berlangsung. Selanjutnya, transmitter yang diletakkan di atap Gedung Deli menghasilkan paket yang dikirimkan kepada *receiver* yang telah diatur jarak dan kondisinya baik LOS maupun non-LOS sebagaimana ditunjukkan dengan peta rancangan aplikasi Google Earth per pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta rancangan penempatan alat.

Pada saat pengujian jarak, pengiriman terpendek dilakukan pada jarak 10 meter dan jarak terjauh pada pengujian ini didasarkan pada saat persentase dari *packet loss* termasuk dalam kategori “JELEK” berdasarkan standar ITU-T G.1010, yakni nilai dari *packet loss* lebih dari 25%. Sehingga, jarak terjauh yang diperoleh pada kondisi LOS sebesar 400 meter serta pada kondisi non-LOS sebesar 100 meter.

3.1. Pengujian *Quality of Service* Pada Kondisi LOS

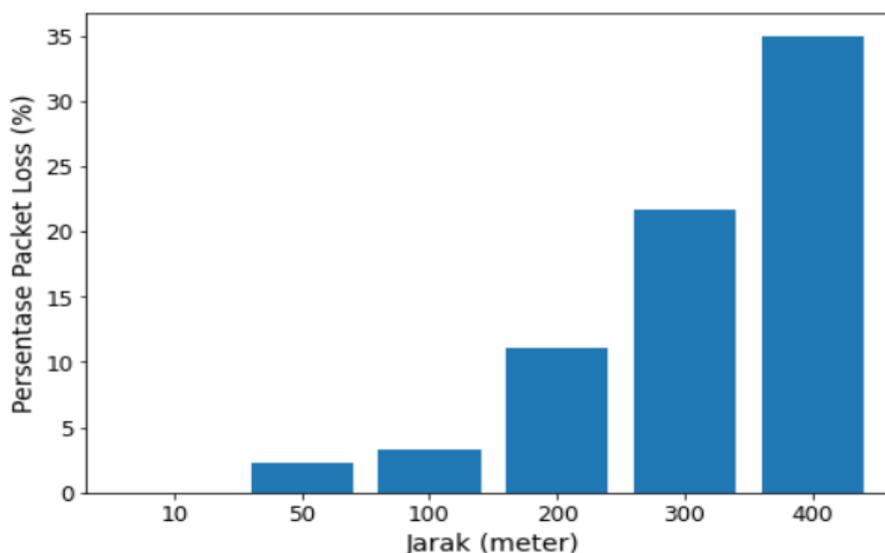
Pengujian pada kondisi *Line of Sight* dilakukan dengan melakukan 30 pengiriman dari *transmitter* ke *receiver* untuk mengetahui jarak ideal atau efisien NRF24L01 dalam melakukan komunikasi. Pengujian yang dilakukan didasarkan pada berbagai parameter di antaranya adalah *delay* pengiriman, *packet loss* dan *throughput* dengan menggunakan standarisasi ITU-T G.1010. Pada penelitian ini penulis menggunakan *datarate* pengiriman sebesar 1 Mbps.

3.1.1. Hasil Pengujian

Hasil pengujian pada kondisi *Line of Sight* seperti pada Tabel 1 menunjukkan bahwa transmisi data pada modul NRF24L01 dengan *datarate* 1 Mbps masih memberikan hasil yang dapat diterima dan memuaskan hingga jarak 300 meter dengan jumlah *packet loss* sebesar 21.67%. Besaran dari nilai *packet loss* tersebut termasuk dalam kategori sedang berdasarkan standarisasi ITU-T G.1010 dengan besaran *delay* yang cukup kecil hingga jarak 400 meter pada kondisi *Line of Sight*.

Tabel 1. Hasil pengujian pada kondisi LOS.

Jarak (meter)	Rata-Rata Delay (detik)	Packet Loss (%)	Throughput (bps)
10	0.006267	0	62553.52
50	0.07732	2.22	50697.96
100	0.028552	3.33	13729.43
200	0.055945	11.11	7000.54
300	0.057669	21.67	6797.38
400	0.066042	35	5935.59



Gambar 4. Grafik paket loss kondisi *line of sight*.

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai dari *packet loss* berbanding lurus dengan jarak pengiriman. Nilai dari *packet loss* dari modul NRF24L01 akan semakin besar jika jarak pengiriman semakin jauh. Berdasarkan Gambar 4 dan Tabel 1, pada kondisi LOS jarak efisien terjauh untuk melakukan pengiriman dengan *datarate* 1 Mbps adalah 300 meter dengan persentase *packet loss* sebesar 21.67% dengan level sedang.

3.2. Pengujian *Quality of Service* Pada Kondisi *non-LOS*

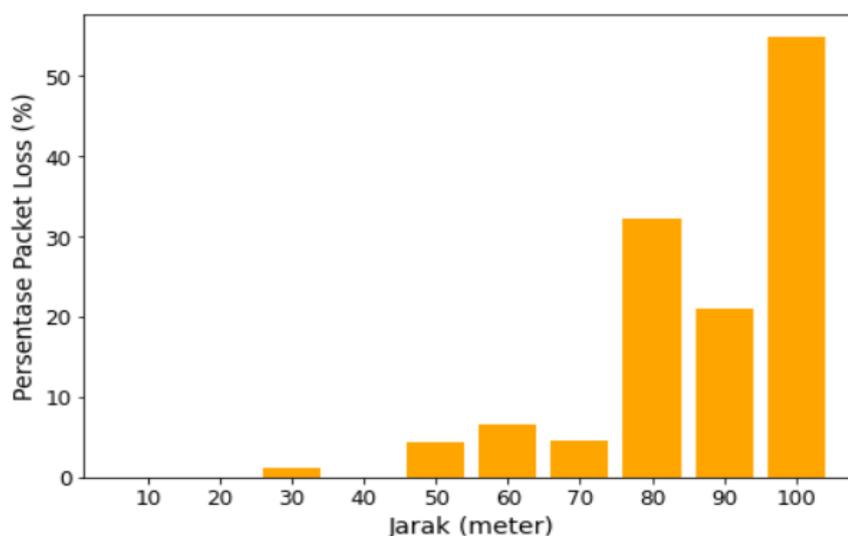
Pengujian pada kondisi *non-LOS* dilakukan dengan melakukan 30 pengiriman dari *transmitter* ke *receiver* dengan kondisi lokasi terdapat banyak hambatan dari pepohonan dan dinding beton. Pengujian yang dilakukan didasarkan pada berbagai parameter di antaranya adalah *delay* pengiriman, *packet loss* dan *throughput* dengan menggunakan standarisasi dari ITU-T G.1010.

3.2.1. Hasil Penelitian

Hasil pengujian *Quality of Service* untuk kondisi *non-LOS* pada Tabel 2 menunjukkan bahwa performa modul NRF24L01 dengan *datarate* pengiriman 1 Mbps mendapatkan nilai persentase *packet loss* tidak stabil. Nilai persentase tersebut dikarenakan kondisi pengujian yang memiliki jumlah hambatan yang berbeda-beda. Sehingga keadaan tersebut mengganggu sinyal pengiriman antara *transmitter* dan *receiver*.

Tabel 2. Hasil pengujian pada kondisi *non-LOS*.

Jarak (meter)	Rata-Rata Delay (detik)	Packet Loss (%)	Throughput (bps)
10	0.011039	0	35510.46
20	0.02038	0	19234.74
30	0.012046	1.07	32541.31
40	0.034004	0	11528.23
50	0.039203	4.44	9999.22
60	0.119276	6.67	3286.49
70	0.028929	4.55	13550.43
80	0.02917	32.26	13438.26
90	0.045974	20.96	8526.61
100	0.063686	55	1501.80



Gambar 5. Grafik *packet loss* keadaan non-LOS.

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 5, Pada pengujian jarak 80 meter, *packet loss* yang didapatkan penulis melonjak secara signifikan dikarenakan pada kondisi non-LOS memiliki banyak hambatan yang menyebabkan transmisi dari sinyal tidak stabil. Sehingga berdasarkan penelitian penulis, pada kondisi non-LOS modul NRF24L01 memiliki jarak efisien terjauh sampai dengan jarak 70 meter. Pada jarak 70 meter, hasil pengujian mendapatkan hasil persentase *packet loss* sebesar 4.55%.

4. Kesimpulan

Stasiun cuaca lokal sering kali digunakan untuk melakukan pengamatan dan pendeteksian cuaca di kawasan rawan bencana yang belum terjangkau oleh jaringan internet. Sehingga sistem stasiun cuaca lokal menggunakan modul NRF24L01 sebagai hub untuk menghubungkan gateway jaringan dengan alat yang berada di lapangan. Pada penelitian ini penulis melakukan pengujian terhadap performa modul NRF24L01 dengan menganalisa *Quality of Service* dengan menggunakan metode *Best Effort Service*. Setelah dilakukan penelitian, penulis mendapatkan kesimpulan kondisi LOS memiliki jarak efisien terjauh hingga 300 meter dengan persentase nilai *packet loss* 21.67%. Sedangkan pengujian kondisi non-LOS memiliki jarak efisien terjauh hingga 70 meter dengan persentase *packet loss* sebesar 4.55%. Pada pengujian kondisi non-LOS nilai dari *packet loss* tidak dapat diprediksi dikarenakan jumlah dan keadaan hambatan yang ada saat pengujian sehingga mendapatkan nilai yang tidak stabil. Pada akhirnya berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis, modul NRF24L01 cocok digunakan pada sistem stasiun cuaca lokal atau project elektronika lainnya dengan penggunaan pada kondisi LOS dikarenakan modul NRF24L01 efisien digunakan hingga jarak 300 meter, serta harga dari modul ini yang relatif murah dibandingkan dengan modul yang serupa.

Referensi

- [1] A. S. Gillis, "What is internet of things (IoT)?," IoT Agenda, August 2021. [Online]. Available: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>. [Accessed 6 January 2022].
- [2] S. D. T. Kelly, N. K. Suryadevara and S. C. Mukhopadhyay, "Towards the Implementation of IoT for Environmental Condition Monitoring in Homes," *IEEE SENSORS JOURNAL*, vol. 13, no. 10, 2013.

- [3] M. Basak, & P. S. Sen, "An Overview of Wireless Local Area Networks and Security System," *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, vol. 3, no. 2, pp. 63-66, 2017.
- [4] M. Mahbub, "Design and Implementation of Multipurpose Radio Controller Unit Using nRF24L01 Wireless Transceiver Module and Arduino as MCU," *International Journal of Digital Information and Wireless Communications (IJDIWC)*, vol. 9, no. 2, pp. 61-72, 2019.
- [5] I. G. M. N. Desnanjaya, M. D. Alfian, "Pengiriman Data NRF24L01+ Dengan Kondisi Line of Sight dan Non Line of Sight," *JURNAL RESISTOR*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [6] H. Fahmi, "Analisis QoS (Quality of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Loss, dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 2, pp. 98-105, 2018.
- [7] A. Nayyar and V. Puri, "Raspberry Pi- A Small, Powerful, Cost Effective and Efficient Form Factor Computer: A Review," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 5, no. 12, 2015.
- [8] M. Shadri and Wildian, "Rancang Bangun Alat Transmisi Data Temperatur Gunung Api Menggunakan Transceiver nRF24L01+," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 6, no. 3, 2017.
- [9] A. Budiman, M. F. Duskarnaen and H. Ajie, "Analisis Quality of Service (QOS) Pada Jaringan Internet SMK Negeri 7 Jakarta," *Jurnal PINTER*, vol. 4, no. 2, 2020.