

IMPLEMENTASI KOMUNIKASI DATA MENGGUNAKAN PROTOKOL RF24NETWORK PADA SISTEM PEMANTAUAN KONDISI RUANGAN BERBASIS JARINGAN SENSOR NIRKABEL

**Alfrits William Pandoju^{1*}, Yuliaman Saragih², Patia Welly Sirait³, Puji Waluyo⁴,
Suroyo⁵**

^{1,3,4}Universitas Mitra Karya, ²Universitas Singaperbangsa Karawang, ⁵STIE Tribuana
Bekasi

*E-mail: alfritspandoju@gmail.com

ABSTRACT

Wireless Sensor Network (WSN) is an infrastructure consisting of a number of sensor nodes that are distributed in certain environments and coordinated using a wireless network. WSN can be implemented using the nRF24L01 module. One protocol that supports the nRF24L01 module is the RF24 protocol. But for the implementation of monitoring the vast room conditions this protocol has the disadvantage of using a single-hop mechanism. So that for a large area range, multi-hop mechanism is needed. The RF24Network protocol is a protocol designed to meet the needs of RF24-based multi-hop mechanisms, users simply build a header that contains the correct destination address and the network will forward it to the destination node. In accordance with the above problems, the authors implement sensor nodes using Arduino Nano as Microcontroller, nRF24L01 for communication media and DHT11 to acquire sensor data. From the implementation results obtained network performance for monitoring the condition of the room with the level of accuracy of data transmission and delay as follows. Single-hop data transmission mechanism without barrier distance 3-12 meters 100% accuracy, 15 meters 70%, 18 meters 40%, 21 meters 0% with a total average delay of 145 ms, with a distance barrier of 3-9 meters 100% accuracy, 12 meters 60%, 15 meters 30%, 18 meters 0% with a total average delay of 276 ms. The multi-hop mechanism of data transmission accuracy reaches 100% with average delay (1 hop without barrier 110 ms with a total distance of 24 meters, with a barrier of 270 ms with a total distance of 18 meters. 2 hops without barrier 270 ms with a total distance of 36 meters, with a 350 ms barrier with a total distance of 27 meters, 3 hops without a 280 ms barrier with a total distance of 48 meters, with a barrier of 260 ms with a total distance of 36 meters)..

Keywords : *WSN, RF24Network, nRF24L01, Paket Loss, Delay, Room Monitoring.*

PENDAHULUAN

Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) adalah infrastruktur jaringan yang terdiri dari sejumlah sensor node yang didistribusikan dalam suatu lingkungan tertentu dan dikoordinasikan oleh sebuah sistem menggunakan jaringan nirkabel. Setiap node memiliki kemampuan untuk pengolahan data (Mikrokontroler, CPU), memiliki memori (program, data), RF transceiver, catu daya (baterai), dan melibatkan satu atau lebih sensor serta aktuator (Syafri, 2013).

Teknologi Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) banyak memberikan inspirasi dalam penerapan dan penggunaannya di segala bidang. Salah satunya adalah monitoring lingkungan. Terbukti dengan banyaknya penelitian terkait monitoring yang menggunakan teknologi JSN diantaranya yang dilakukan oleh Suhada mengenai implementasi sistem keamanan gedung menggunakan NRF24 (Suhada, 2016). Penelitian tersebut membahas mengenai pemantauan seluruh ruangan

untuk mendeteksi gerakan, jika di ruangan terdapat gerakan sistem akan mengirimkan data ke smart phone.

Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) banyak diimplementasikan menggunakan ZigBee. Selain menggunakan Zigbee, Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) juga dapat di bangun menggunakan modul nRF24L01. Salah satu protokol yang mendukung modul nRF24L01 adalah protokol RF24. Namun untuk implementasi pemantauan kondisi ruangan di area yang luas protokol ini mempunyai kelemahan yang menggunakan mekanisme single-hop. Dikutip dari kesimpulan penelitian yang dilakukan oleh Suhada, pada mekanisme single-hop receiver mampu menerima data maksimal 10 meter (Suhada, 2016). Sehingga untuk jangkauan area yang luas dibutuhkan mekanisme multi-hop.

Protokol RF24Network merupakan protokol yang di rancang untuk memenuhi kebutuhan mekanisme multihop berbasis RF24, pengguna cukup membangun header yang berisi alamat tujuan yang tepat dan jaringan akan meneruskannya ke node tujuan. Radio dalam jaringan ini dihubungkan oleh alamat yang di tugaskan ke pipe. Setiap radio dapat mendengarkan 6 alamat pada 6 pipe, oleh karena itu setiap radio memiliki pipe induk dan 5 pipe anak, yang digunakan untuk membentuk struktur tree.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis melakukan penelitian untuk “Implementasi Sistem Pemantauan Kondisi Ruangan Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol RF24Network”. Arduino Nano digunakan sebagai Mikrokontroler, nRF24L01 sebagai media transmiter dan receiver data, dan DHT11 untuk sensor suhu dan kelembaban. Diharapkan dari implementasi yang dilakukan, node sensor dapat mengakuisisi data suhu dan kelembaban ruangan dan mengirimkannya ke node receiver menggunakan mekanisme multi- hop. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi untuk pengembangan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) kedepannya.

Adapun tujuan penelitian adalah

1. Merancang modul JSN menggunakan Arduino Nano, nRF24L01 dan DHT11 dengan protokol RF24Network.
2. Menjelaskan mekanisme pengiriman data sensor menggunakan jaringan sensor nirkabel berbasis RF24Network.
3. Mengetahui kinerja dari protokol RF24Network untuk pemantauan kondisi ruangan.

Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai Jaringan Sensor Nirkabel untuk monitoring telah banyak dilakukan, di antaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Saputra dengan judul penelitian “Implementasi Arduino dan nRF24L01 Sebagai Modul Jaringan Sensor Nirkabel Menggunakan Metode Master-Slave” (Saputra, 2015). Penelitian tersebut membahas mengenai implementasi Jaringan Sensor Nirkabel menggunakan Arduino Pro Mini dan nRF24L01 dengan evaluasi kinerja berdasarkan packet loss dan RTT, pada penelitian tersebut modul nRF24L01 digunakan untuk komunikasi pengiriman data antar nodenya, dan protokol yang digunakan adalah mirf.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Suhada dengan judul penelitian “Sistem Keamanan Gedung Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel Dengan Modul NRF24” (Suhada, 2016). Penelitian tersebut membahas mengenai implementasi Jaringan Sensor Nirkabel untuk sistem keamanan gedung menggunakan modul transciever NRF24. Jika di ruangan terdapat gerakan node sensor akan mengirimkan data ke smartpone, dan jarak terbaik untuk pengiriman data menggunakan NRF24 adalah 1000cm (10 meter) tanpa halangan untuk mekanisme single-hop.

Berdasarkan referensi di atas didapat topik pembahasan menyangkut penelitian yang akan dilakukan, yaitu “Implementasi Sistem Pemantauan Kondisi Ruangan Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol RF24Network”

METODE PENELITIAN

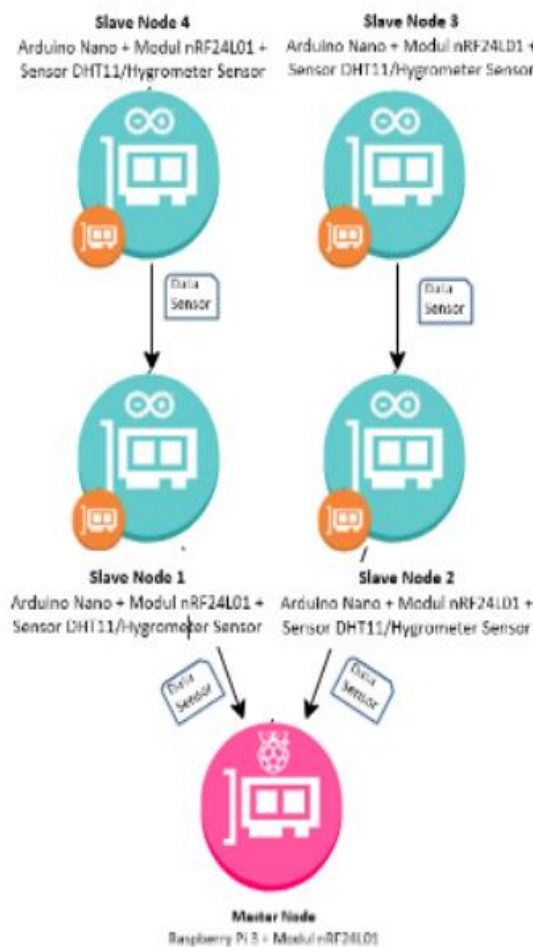
Menjelaskan mengenai tahapan yang dilakukan untuk penyusunan penelitian yang meliputi : studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi, pengujian dan analisa, kesimpulan. Untuk diagram alir pengerjaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Rancangan Topologi Jaringan Komunikasi

Topologi jaringan merupakan gambaran dari bentuk jaringan dari sistem yang dibangun. Dalam topologi jaringan yang digunakan dalam system pemantauan ruangan juga dapat dilihat bagaimana gambaran umum tentang bagaimana alur kerja dalam sistem. Gambaran dari topologi jaringan sistem yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Topologi Jaringan Sistem

Dalam Gambar 2 dapat dilihat bahwa dalam topologi dari sistem terdapat dua macam perangkat keras yang masing-masing berperan sebagai slave node dan master node. Cara kerja

dari topologi yang dirancang untuk menggunakan protokol RF24 Mesh terdiri dari beberapa tahap. Tahap pertama adalah *slave node* berusaha bergabung dalam sebuah jaringan dengan meminta alamat pada master node. Master node lalu akan menyimpan setiap alamat dari *slave node* yang ada dalam jaringan dan mengembalikan alamat-alamat tersebut pada setiap *slave node*. Proses pengalamatan ini berjalan secara otomatis menggunakan protokol RF24 Network yang termasuk dalam *library* RF24. Setelah mendapatkan alamat setiap *slave node* akan mencari node terdekat dan saling menghubungkan diri untuk membuat rute menuju master node dan akhirnya terbentuklah sebuah jaringan yang berbentuk seperti jaring-jaring (*mesh*)

Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dibutuhkan untuk mendapatkan gambaran tentang sistem yang akan dirancang, analisa kebutuhan sistem mencakup kebutuhan fungsional dan non-fungsional.

Kebutuhan fungsional pada sistem ini antara lain :

1. Node transmiter dapat mengakuisisi sensor suhu dan kelembaban.
2. Node transmiter dapat mengirimkan data sensor ke node receiver.
3. Node receiver dapat menerima data sensor yang dikirim dari node transmiter.
4. Jaringan sensor nirkabel dapat berkomunikasi menggunakan mekanisme multi-hop.

Analisis kebutuhan non-fungsional mencakup kebutuhan yang terkait dengan perangkat keras dan perangkat lunak. Kebutuhan non-fungsional pada sistem ini antara lain :

1. Kebutuhan Perangkat Keras :
 - a. 2 buah PC/Laptop.
 - b. 5 buah Arduino Nano sebagai Mikrokontroler.
 - c. 4 buah nRF24L01 sebagai sebagai transmitter dan 1 buah nRF24L01 sebagai receiver.
 - d. 3 buah power bank sebagai catu daya.
 - e. 5 buah Kabel USB.
 - f. 4 buah DHT11 untuk sensor suhu dan kelembaban.
 - g. kabel jumper.
 - h. 5 buah kapasitor 10uf.
2. Kebutuhan Perangkat Lunak :
 - a. Arduino IDE.
 - b. Python

Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibutuhkan untuk dapat mengerti rancangan yang akan dibuat. Pada perancangan sistem terdapat 2 tahapan, dapat dilihat pada diagram blok perancangan sistem pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Blok Perancangan Sistem

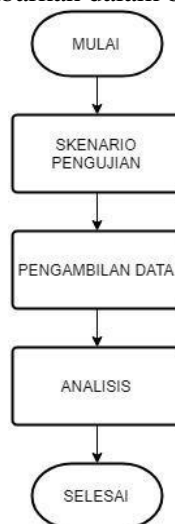
Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras digunakan untuk merancang node-node yang akan dibuat, baik transmitter maupun receiver. Adapun kebutuhan perangkat keras dalam pembuatan sistem di antaranya:

- Arduino Nano
- nRF24L01
- Komputer(PC)/Laptop
- Kabel USB
- Kabel Jumper
- Capacitor
- DHT11
- Powerbank

Pengujian dan Analisis

Pada tahap ini skenario pengujian dilakukan untuk melihat bagaimana kinerja dari hasil sistem yang dibuat. Analisa yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada packet loss dan delay. Tahapan pengujian dan analisis digambarkan dalam bentuk diagram alir seperti Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir pengujian dan analisis

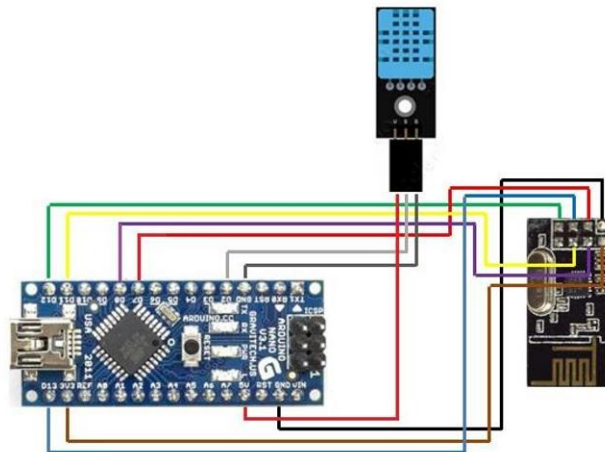
Terdapat beberapa pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini dengan skenario pengujian yaitu :

1. Pengujian perangkat keras, untuk mengetahui apakah node sensor berjalan dengan baik atau tidak.
2. Pengujian perangkat lunak, untuk mengetahui apakah perangkat keras sudah berjalan sesuai dengan fungsinya.
3. Pengujian mekanisme single-hop pada ruang terbuka dan ruang tertutup dengan parameter uji packet loss dan delay.
4. Pengujian mekanisme multi-hop pada ruang terbuka dan ruang tertutup dengan parameter uji packet loss dan delay.

Dari pengujian yang telah dilakukan, data dari masing-masing tahap pengujian akan dianalisis untuk mengetahui kinerja dari implementasi sistem dan untuk menarik kesimpulan dari penelitian apakah sistem yang dibuat sudah sesuai dengan tujuan penulisan. Pengambilan kesimpulan dan saran dilakukan setelah semua tahapan selesai untuk mengetahui hasil penelitian dari pengujian sistem. Kesimpulan ini diambil dari hasil akhir pada tahap pengujian dan analisis dari perancangan sistem yang dibangun. Sedangkan saran adalah tahap terakhir penulisan yang bertujuan untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi dan dapat disempurnakan lagi oleh penelitian berikutnya serta untuk memberikan pertimbangan pada pengembangan perancangan sistem selanjutnya.

Perancangan Transmitter

Perancangan perangkat keras pada node transmitter terdiri dari Mikrokontroler, sensor, dan modul wireless. Node transmitter menggunakan ATmega328 (Arduino Nano) sebagai Mikrokontroler. Catu daya yang digunakan oleh node transmitter menggunakan laptop/powerbank dan kabel USB sebagai penghubung untuk catu daya. Untuk rangkaian sensor pada node transmitter menggunakan DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan area di sekitar node. Dan modul wireless yang digunakan adalah nRF24L01 yang berfungsi untuk mengirimkan data ke node receiver. Rangkaian dari node sensor transmitter dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Skematik desain modul transmisi

Perancangan Perangkat Keras

Kebutuhan fungsional merupakan fungsionalitas dari sistem yang akan diimplementasikan. Kebutuhan fungsional dari sistem yang akan dibuat meliputi :

1. DHT11 dapat mengakuisisi suhu dan kelembaban ruangan.
Diharapkan DHT11 dapat mengakuisisi suhu dan kelembaban untuk mengetahui kondisi ruangan, yang nantinya data suhu dan kelembaban akan dikirimkan ke node receiver.
2. Node transmitter dapat mengirimkan data sensor ke node receiver.
Node transmitter diharapkan mampu berkomunikasi dengan node receiver, bisa mengirimkan data sensor kepada node receiver menggunakan modul nRF24L01 berbasis protokol RF24Network.
3. Node receiver dapat menerima data sensor dari node transmitter.

Node receiver diharapkan bisa menerima data yang dikirimkan oleh node transmitter menggunakan modul nRF24L01 berbasis protokol RF24Network.

4. Jaringan sensor nirkabel mampu berkomunikasi menggunakan mekanisme multi-hop.

Diharapkan antar node bisa berkomunikasi dengan mekanisme multi-hop menggunakan protokol RF24Network.

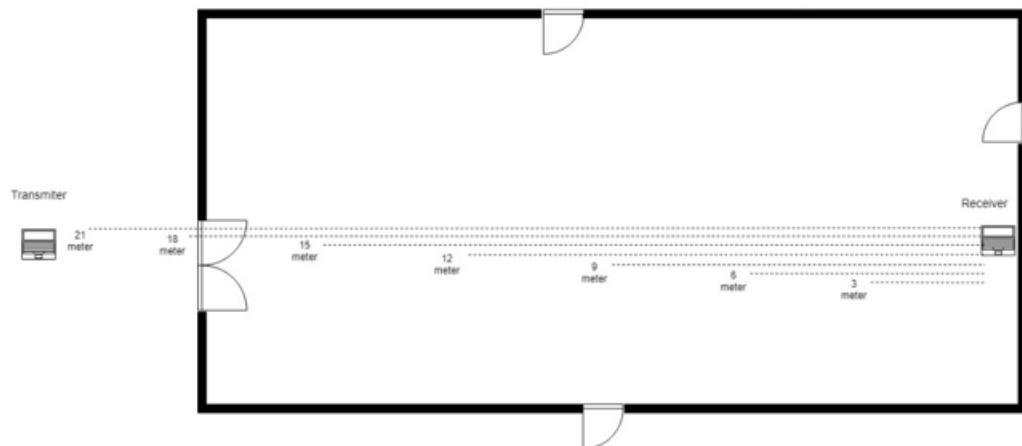
Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional merupakan kebutuhan opsional agar sistem dapat berjalan lebih baik. Kebutuhan non fungsional mencakup kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian tanpa penghalang

Pada percobaan pengujian 2 node tanpa penghalang, node transmitter akan mengirimkan 10 data kepada node receiver dengan rentang jarak kelipatan 3 meter dari letak node receiver. Denah pengujian untuk komunikasi 2 node dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Denah Pengujian 2 Node Tanpa Penghalang

1. *Packet loss*

Berdasarkan hasil pengujian pengiriman data sensor dengan rentang jarak kelipatan 3 meter pada percobaan 2 node tanpa penghalang, terlihat pada jarak 15 meter sudah terdapat beberapa paket data yang tidak sampai ke node receiver. Untuk presentase *packet loss* pengiriman data dapat dilihat pada Tabel 1.

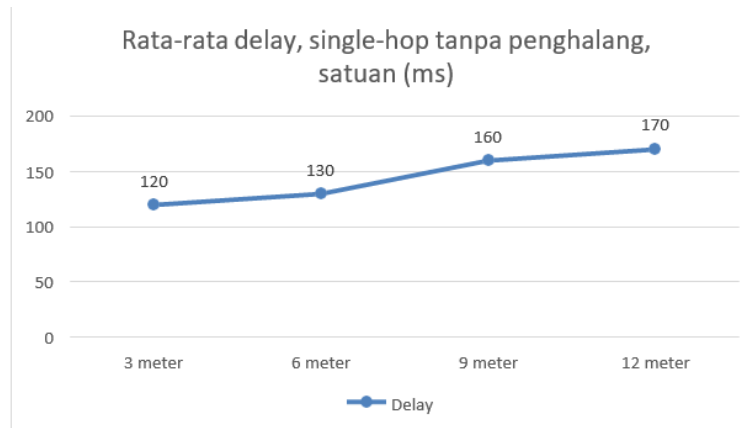
Tabel 1. *Packet loss* Mekanisme *Single-hop* Tanpa Penghalang

Jarak	Data Dikirim	Data Diterima	Packet Loss
3 meter	10	10	0%
6 meter	10	10	0%
9 meter	10	10	0%
12 meter	10	10	0%
15 meter	10	7	30%
18 meter	10	4	60%

21 10 0 100%
 meter

2. *Delay*

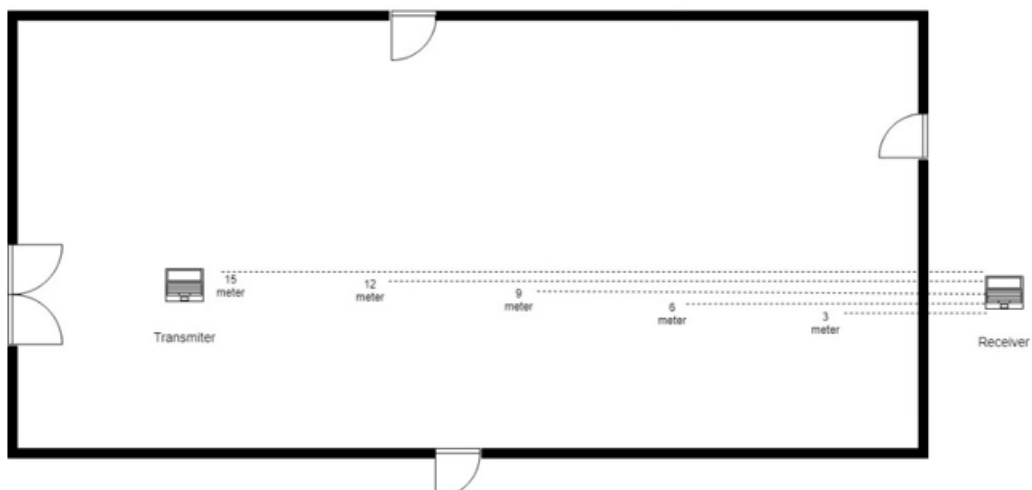
Dari hasil percobaan pengujian pengiriman data antar *node* tanpa penghalang terlihat pada jarak 15 meter paket data yang dikirim sudah banyak yang tidak sampai ke *node receiver*. Maka diambil *delay* pengiriman paket data untuk pengujian dari jarak 3 meter sampai 12 meter yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rata-rata *Delay* Mekanisme *Single-hop* Tanpa Penghalang

Pengujian dengan penghalang

Percobaan pengujian 2 *node* dengan penghalang hampir sama dengan percobaan 2 *node* tanpa penghalang, *node transmitter* akan mengirimkan 10 data kepada *node receiver* dengan rentang jarak kelipatan 3 meter dari letak *node receiver*. Denah pengujian untuk komunikasi 2 *node* dengan penghalang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Denah Pengujian 2 *Node* dengan Penghalang

1. *Packet loss*

Berdasarkan hasil pengujian pengiriman data sensor antar *node* dengan rentang jarak kelipatan 3 meter dengan penghalang, terlihat pada jarak 12 meter

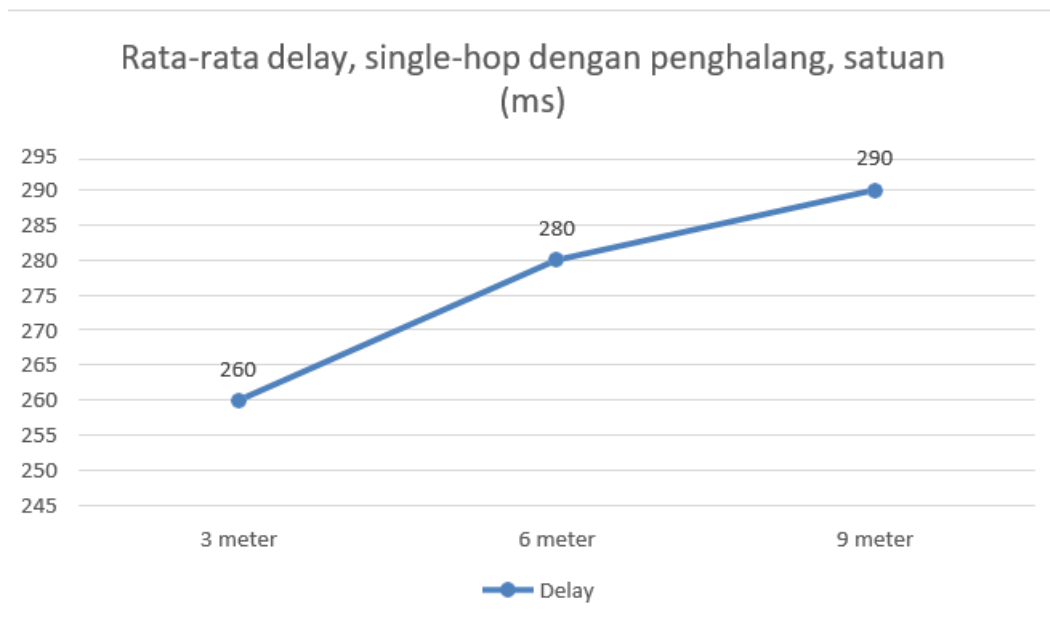
sudah terdapat beberapa paket data yang tidak sampai ke *node receiver*. Untuk presentase *packet loss* pengiriman data dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Packet loss* Mekanisme *Single-hop* dengan Penghalang

Jarak	Data Dikirim	Data Diterima	Packet Loss
3 meter	10	10	0%
6 meter	10	10	0%
9 meter	10	10	0%
12 meter	10	6	40%
15 meter	10	3	70%
18 meter	10	0	100%

2. *Delay*

Dari hasil percobaan pengujian pengiriman data antar *node* terlihat pada jarak 12 meter paket data sudah banyak yang tidak sampai ke *node receiver*. Maka diambil *delay* pengiriman paket data untuk pengujian dari jarak 3 meter sampai 9 meter. *Delay* pengiriman paket dari jarak 3 meter sampai 9 meter dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Rata-rata *Delay* Mekanisme *Single-hop* dengan Penghalang

KESIMPULAN

Berdasarkan dari perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem dan analisis sistem dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Agar antar node dapat berkomunikasi menggunakan modul nRF24L01 dengan protokol RF24Network dibutuhkan library RF24.h, RF24Network.h dan SPI.h
2. Untuk mekanisme multi-hop agar node transmiter dapat mengirimkan data sensor ke node receiver dibutuhkan pengalamatan yang sesuai dengan node clusternya.
3. Mekanisme single-hop didapatkan tingkat akurasi pengiriman data dan total rata-rata delay sebagai berikut:
 - Tanpa penghalang jarak 3-12 meter akurasi pengiriman data mencapai 100%, 15 meter 70%, 18 meter 40%, 21 meter 0% dengan total rata-rata delay sebesar 145 ms,
 - Dengan penghalang jarak 3-9 meter akurasi pengiriman data mencapai 100%, 12 meter 60%, 15 meter 30%, 18 meter 0% dengan total rata-rata delay sebesar 276 ms.

Dari kesimpulan pada penelitian ini didapatkan beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Agar modul wireless bisa berkomunikasi antar node dengan jarak yang cukup jauh dapat menambahkan antena pada modul nRF24L01 agar jangkauan pengiriman data antar node bisa lebih jauh.
2. Jika node sensor berada pada area yang jauh dan banyak penghalang, agar data bisa sampai pada node receiver bisa memperbanyak node relay agar data yang dikirim ke node receiver bisa sampai.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino, 2017. Datasheet Arduino Nano. [online] Tersedia di: <<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardNano>> [Di akses pada 23- 06-2017].
- Doxygen, 2016. Newly Optimized RF24Network Layer. [online] Tersedia di: <<http://tmrh20.github.io/RF24Network>> [Diakses pada 25-09-2017].
- Hendradjaya, B., Hulu E. 2015. Tinjauan Penggunaan Jaringan Sensor Nirkabel untuk Pemantauan Gunung Api di Indonesia. Teknik Elektro dan Informatika, ITB. [online] Tersedia di : <https://www.researchgate.net/publication/277892798_Tinjauan_Penggunaan_Jaringan_Sensor_Nirkabel_untuk_Pemantauan_Gunung_Api_di_Indonesia> [Diakses pada 23-05-2017].
- Iqbal, M. 2015. Rancang Bangun Wireless Sensor Network Berbasis Topologi Tree- Like Mesh Untuk Sistem Pemantauan Polusi Udara. [online] Tersedia di: <<https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/76902>> [Diakses pada 23- 06-2017].
- Nordic Semiconductor, 2007. nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver. [online] Tersedia di : <https://www.nordicsemi.com/eng/content/download/2730/34105/file/nbRF24L01_Product_Specification_v2_0.pdf> [Diakses pada 22-09-2017].
- Saputra, M.S.N. 2015. Implementasi Arduino dan NR24L01 Sebagai Modul Wireless Sensor Network Menggunakan Metode Master-Slave. S1. Universitas Brawijaya.
- Satyawan, Arief Suryadi. 2010. Pembuatan Sistem Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Pengukuran Kondisi Lingkungan Pada Medan Terpencil. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Syafril, D., Wijaya Y. P., Madona P. 2013. Penghematan Daya Pada Sensor Node Menggunakan Metode Pengaturan Waktu Kirim Data. [online] Tersedia di: <https://www.researchgate.net/publication/268926119_Penghematan_Daya_Pada_Sensor_Node_Menggunakan_Metode_Pengaturan_Waktu_Kirim_Data> [Diakses pada 20-05-2017].
- Hadikusuma, R. S., Sitindjak, H. G., & Assubhi, M. H. . (2021). ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) JARINGAN PROVIDER TRI MELALUI DRIVE TEST DI PURWAKARTA. Barometer, 6(2), 387–394.
- Sugiarto, B. 2010. Perancangan Sistem Pengendali Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi Wireless Sensor Network. [online] Tersedia di : <<https://ojs.unud.ac.id/index.php/jem/article/view/2321/1528>> [Diakses pada 17-01-2018].

Suhada, A. 2016. Sistem Keamanan Gedung Berbasis Wireless Sensor Network Dengan Modal NRF24. [online] Tersedia di:
<http://repository.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/116852/jurnal_epr/oc/sistem-keamanan-gedung-berbasis-wireless-sensor-network-dengan-modul-nrf24.pdf> [Diakses pada 12-03-2018].