

ID: 24

Implementasi *Wireless Sensor Network* Pada Sistem Monitoring Suhu Ruang Rumah

Implementation Of A Wireless Sensor Network In A Home Room Temperature Monitoring System

Isma Aprilia¹, Yayang Helma², Akhmad Fauzi Ikhsan³, Tri Arif Wiharso⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Teknik Universitas Garut

Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

ismaaprilialia415@gmail.com¹, yayanghelma024@gmail.com²,

akhmadfauzi@uniga.ac.id³

Abstrak - Jaringan Sensor Nirkabel (*Wireless Sensor Network*) telah menjadi teknologi yang berkembang pesat dengan potensi aplikasi luas, termasuk dalam pemantauan suhu ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan dalam sistem pemantauan suhu ruang dengan merancang komunikasi pengiriman data pada jaringan sensor nirkabel (*Wireless Sensor Network*) serta mengimplementasikan sistem monitoring menggunakan *Human Machine Interface (HMI)*. Penelitian ini mengusulkan sistem monitoring suhu ruangan menggunakan jaringan nirkabel dengan sensor suhu DHT 11 dan modul komunikasi NRF24L01. Sistem terdiri dari Node sensor yang mengumpulkan data suhu dan mengirimkannya ke base station melalui komunikasi nirkabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa node-node berhasil terhubung dengan efisien menunjukkan konektivitas antar node tanpa penghalang dengan jarak 30 meter packet loss 0% dengan rata-rata delay sekitar 2,10 detik, konektivitas antar node dengan penghalang packet loss 0% dengan rata-rata delay 3,62 detik dan 3,50 detik. Pengujian menggunakan mekanisme single hop, ketika tidak ada penghalang dengan jarak 3 meter packet loss 0%. Namun, pada jarak 4 meter dalam kondisi penghalang dan interferensi sinyal terjadi penurunan dengan tingkat packet loss mencapai 70%. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem monitoring suhu ruangan menggunakan jaringan nirkabel, namun perlu mempertimbangkan faktor-faktor seperti penghalang dan interferensi sinyal untuk meningkatkan stabilitas dan kinerja jaringan sensor nirkabel.

Kata kunci : DHT 1, *Human Machine Interface*, NRF24L01, *Wireless Sensor Network*

Abstract - *Wireless Sensor Networks* have become a rapidly developing technology with wide application potential, including in room temperature monitoring. This research aims to overcome challenges in room temperature monitoring systems by designing data transmission communications on a wireless sensor network and implementing a monitoring system using a *Human Machine Interface (HMI)*. This research proposes a room temperature monitoring system using a wireless network with a DHT 11 temperature sensor and an NRF24L01 communication module. The system consists of sensor nodes that collect temperature data and send it to the base station via wireless communication. The results of the research show that the nodes were successfully connected efficiently showing connectivity between nodes without barriers with a distance of 30 meters, 0% packet loss with an average delay of around 2.10 seconds, connectivity between nodes with barriers, 0% packet loss with an average delay 3.62 seconds and 3.50 seconds. Testing uses a single hop mechanism, when there are no obstacles at a distance of 3 meters packet loss is 0%. However, at a distance of 4 meters in conditions of obstructions and signal interference there is a decrease with the packet loss rate reaching 70%. This research contributes to the development of a room temperature monitoring system using wireless networks, but needs to consider factors such as obstructions and signal interference to improve the stability and performance of wireless sensor networks.

Keyword : DHT 11, *Human Machine Interface*, NRF24L01, *Wireless Sensor Network*.

1. Pendahuluan

Pada penerapan WSN dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pemantauan suhu secara otomatis melalui penempatan sensor-sensor yang berkomunikasi nirkabel [2]. Node-node pada *Wireless Sensor Network* (WSN) bertugas untuk mengumpulkan data dari pengamatan yang dilakukan dan mengirimkan data tersebut ke pusat data. Data yang dikumpulkan dapat beragam, seperti suhu udara dan parameter lainnya. Kenyamanan dalam ruangan menjadi perhatian utama bagi banyak individu, karena kenyamanan tersebut dapat memengaruhi kualitas kerja dan aktivitas sehari-hari. Salah satu faktor yang signifikan dalam menciptakan kenyamanan ruangan adalah suhu. Perubahan cuaca yang tidak menentu dapat mempengaruhi suhu ruangan, dan monitoring suhu menjadi solusi penting untuk menjaga kenyamanan[3]. Saat ini, monitoring suhu masih dilakukan secara manual, namun perkembangan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) memungkinkan monitoring secara otomatis dengan penempatan sensor-sensor yang berkomunikasi nirkabel. Dari permasalahan tersebut maka penulis dalam penelitian ini ingin membangun sistem monitoring suhu ruang dengan jaringan nirkabel yang terdiri dari *sensor node* yang berfungsi sebagai titik pemasangan sensor serta *base station* yang bertugas sebagai pusat pengumpulan data. Sensor DHT11 digunakan sebagai alat pendeteksi suhu dalam sistem ini. Sensor tersebut terhubung ke Arduino Uno, dan kemudian data dari sensor tersebut diteruskan menggunakan modul NRF24L01. Data yang dibaca oleh sensor suhu akan diteruskan ke modul NRF24L01, kemudian disampaikan ke server untuk pengolahan data lebih lanjut yang ditampilkan dalam bentuk HMI (*Human Machine Interface*) untuk memudahkan operator dalam pengoperasiannya.

2. Metode Penelitian

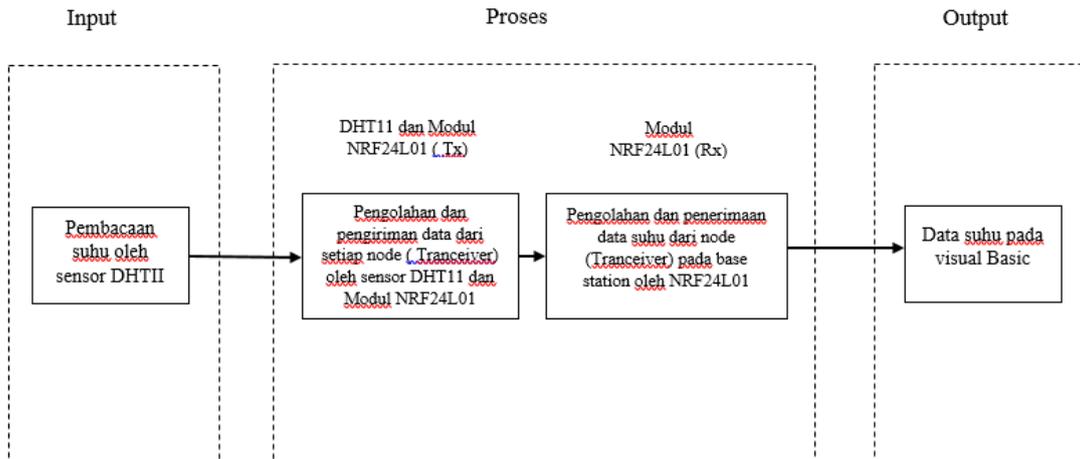
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode studi literatur, perancangan dan perakitan sistem serta uji coba. Metode studi literatur yaitu metode yang menjelaskan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-kajian yang berkorelasi dengan skripsi, yang dilanjutkan dengan perancangan dan perakitan sistem yaitu membuat meliputi perancangan rangkaian serta penalaran metode yang digunakan, lalu uji coba yaitu agar mengetahui apakah sistem berfungsi dengan baik atau ada kegagalan dalam proses perakitan dan perancangannya [3].

2.1. Alat dan Bahan

Tabel 1 Alat dan Bahan

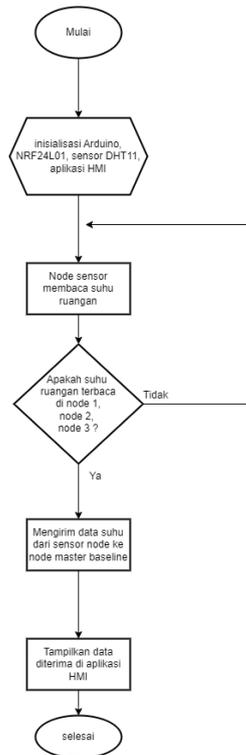
No.	Perangkat Keras	Kegunaan
1.	<i>Modul NRF24L01</i>	Modul komunikasi jarak jauh yang beroperasi pada rentang gelombang RF 2,4-2,5 GHz.
2.	Sensor DHT11	Sensor suhu dan kelembapan.
3.	Arduino Uno	Pelaksana instruksi atau program, pengendali sistem serta sebagai pusat pengolah data digital.
	Perangkat Lunak	Kegunaan
1.	IDE Visual Basic 6.0	<i>Software</i> untuk membuat aplikasi penampil data <i>monitoring</i> .
2.	Arduino IDE	Digunakan untuk media pemrograman perangkat Arduino

2.2. Diagram Blok



Gambar 7 Diagram Blok

2.3. Flow Chart



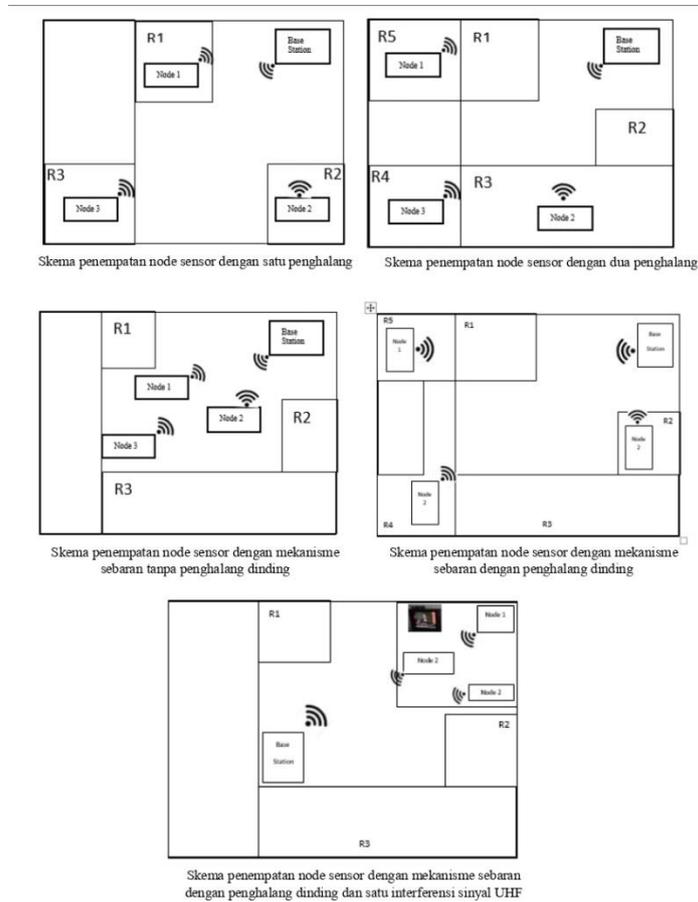
Gambar 2 Flowchart Sistem Keseluruhan

3. Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengujian didapatkan melalui beberapa kali percobaan, data yang ditampilkan merupakan data yang memenuhi kriteria keberhasilan. Dibawah ini merupakan data-data dari hasil pengujian yang dilakukan.

3.1. Pengujian Koneksi Node Berdasarkan Jarak

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi konektivitas yang terdapat pada setiap node, serta mengukur *delay* waktu yang terjadi dalam pengujian tanpa adanya penghalang yang dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan. Gambar 3 merupakan skema penempatan sensor node pada saat pengujian.



Gambar 3 Skema Penempatan Node

Tabel 2 Pengujian Konektivitas Tx-Rx berdasarkan Jarak

Jarak Pengiriman (<i>Tranceiver</i>)	Respon Konektivitas di Pengirim (<i>Receiver</i>)	Jarak Pengiriman (<i>Tranceiver</i>)	Respon Konektivitas di Pengirim (<i>Receiver</i>)
1 m	Terkoneksi	16 m	Terkoneksi
2 m	Terkoneksi	17 m	Terkoneksi
3 m	Terkoneksi	18 m	Terkoneksi
4 m	Terkoneksi	19 m	Terkoneksi
5 m	Terkoneksi	20 m	Terkoneksi

Jarak Pengiriman (<i>Tranceiver</i>)	Respon Konektivitas di Pengirim (<i>Receiver</i>)	Jarak Pengiriman (<i>Tranceiver</i>)	Respon Konektivitas di Pengirim (<i>Receiver</i>)
6 m	Terkoneksi	21 m	Terkoneksi
7 m	Terkoneksi	22 m	Terkoneksi
8 m	Terkoneksi	23 m	Terkoneksi
9 m	Terkoneksi	24 m	Terkoneksi
10 m	Terkoneksi	25 m	Terkoneksi
11 m	Terkoneksi	26 m	Terkoneksi
12 m	Terkoneksi	27 m	Terkoneksi
13 m	Terkoneksi	28 m	Terkoneksi
14 m	Terkoneksi	29 m	Terkoneksi
15 m	Terkoneksi	30 m	Terkoneksi
		31 m	Tidak terkoneksi

3.2. Pengujian Konektivitas Node Berdasarkan Sebaran Tanpa Penghalang Dalam Ruangan (*Indoor*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi konektivitas yang terdapat pada setiap node, serta mengukur *delay* waktu yang terjadi dalam pengujian tanpa adanya penghalang yang dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan. Gambar 3 merupakan skema penempatan sensor node pada saat pengujian,

Tabel 3. Delay waktu Konektivitas Node Tanpa Penghalang

Pengujian ke	Penghalang	Delay Waktu (detik)	Respon Konektivitas
1	Tidak ada dinding	1,56	Terkoneksi
2	Tidak ada dinding	3,57	Terkoneksi
3	Tidak ada dinding	2,41	Terkoneksi
4	Tidak ada dinding	1,23	Terkoneksi
5	Tidak ada dinding	2,68	Terkoneksi
6	Tidak ada dinding	1,61	Terkoneksi
7	Tidak ada dinding	1,72	Terkoneksi
8	Tidak ada dinding	3,30	Terkoneksi
9	Tidak ada dinding	1,62	Terkoneksi
10	Tidak ada dinding	1,38	Terkoneksi
Rata-rata Delay	2,10 detik		

3.3. Pengujian Konektivitas Node Berdasarkan Sebaran Dengan Penghalang Dalam Ruang (Indoor)

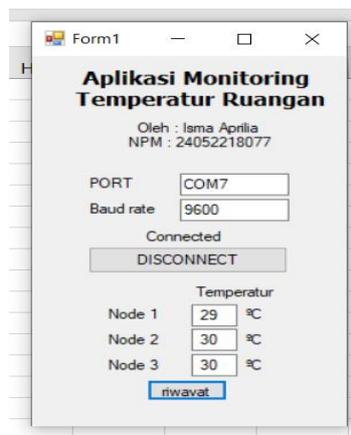
Pengujian ini dilakukan untuk konektivitas dan delay waktu dengan melakukan mekanisme sebaran dengan beberapa penghalang. Untuk mekanisme yang pertama antara Node 3 dan Node 2 terdapat satu penghalang dinding dengan jarak 7 meter, Node 3 dan Node 1 terdapat satu penghalang dinding dengan jarak 9 meter, dan yang terakhir Node 1 dan Node 2 terdapat satu penghalang dinding dengan jarak 6 meter. Skema penempatan node sensor pada pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 4 Delay waktu Konektivitas Node Dengan Penghalang Satu Dinding

Pengujian Ke	Penghalang	Delay Waktu (detik)	Respon Konektivitas
1	1 dinding	3,15 detik	Terkoneksi
2	1 dinding	1,52 detik	Terkoneksi
3	1 dinding	4,17 detik	Terkoneksi
4	1 dinding	6,94 detik	Terkoneksi
5	1 dinding	3,38 detik	Terkoneksi
6	1 dinding	1,93 detik	Terkoneksi
7	1 dinding	3,29 detik	Terkoneksi
8	1 dinding	3,23 detik	Terkoneksi
9	1 dinding	5,56 detik	Terkoneksi
10	1 dinding	3,57 detik	Terkoneksi
Rata-rata Delay	3,62 detik		

Pada Tabel 4. dapat diketahui waktu yang diperlukan dari saat sensor node dinyalakan hingga data suhu dikirimkan, dan kemudian waktu yang diperlukan oleh base station untuk membaca data suhu yang diterima, dapat ditarik kesimpulan bahwa tingkat konektivitas pada setiap node menunjukkan konsistensi yang relatif sama, dengan rata-rata *delay* 3,50 detik.

3.4. Pengujian Pengiriman Data Dengan Mekanisme Sebaran Tanpa Penghalang



Gambar 4 Tampilan Aplikasi Monitoring Suhu

Tabel 5 Tabel Packet Loss Tanpa Penghalang

Jarak antar Node	Durasi	Data yang dikirim	Data yang diterima dari node 1	Packet loss	Data yang diterima dari node 2	Packet loss	Data yang diterima dari node 3	Packet loss
3 meter	40 detik	20	20	0%	20	0%	20	0%

Tabel 5. Merupakan hasil pengujian pengiriman data sensor pada jarak antar node sejauh 3 meter. Ketiga node berhasil mengirim data dengan sukses masing-masing mentransmisikan sebanyak 20 paket data dalam waktu 40 detik dan dengan tingkat *packet loss* yang mencapai 0%.

3.5. Pengujian Pengiriman Data Dengan Mekanisme Sebaran Dengan Adanya Penghalang

Pada tahap pengujian ini interaksi antara sensor node 1, sensor node 2, dan sensor node 3 ditempatkan di sepanjang satu penghalang dinding. Dalam skenario ini, jarak antar setiap node diperlebar menjadi 4 meter.

Pada Tabel 6 hasil pengujian pengiriman data antar node. Node 1 menunjukkan hasil yang sangat memuaskan, dengan keseluruhan 20 paket data yang berhasil diterima tanpa satu pun kehilangan paket dengan *packet loss* sebesar 0%. Node 2 kehilangan paket data dalam proses pengiriman data hanya 15 paket yang berhasil diterima dari total paket yang dikirimkan, menghasilkan tingkat *packet loss* sebesar 25%. Node 3 mencapai tingkat kinerja yang memadai dengan menerima 19 paket data dari total yang dikirimkan, meskipun dengan tingkat kehilangan paket sebesar 5%. Hal ini memberikan indikasi bahwa node 3 dapat mengatasi sebagian besar *noise* dalam pengiriman data, namun mungkin masih memerlukan peningkatan untuk mengurangi tingkat *packet loss*.

Tabel 6 Tabel Packet Loss Dengan Penghalang

Jarak antar Node	Durasi	Data yang dikirim	Data yang diterima dari node 1	Packet loss	Data yang diterima dari node 2	Packet loss	Data yang diterima dari node 3	Packet loss
4 meter	40 Detik	20	20	0%	15	25%	19	5%

Tabel 7 merupakan hasil pengujian dimana node 1, node 2, dan node 3 ditempatkan dalam kondisi satu penghalang fisik dan gangguan dari sinyal UHF. Node 1 menerima sebanyak 18 paket data dari total 20 paket yang dikirimkan dalam rentang waktu 40 detik. Meskipun berhasil mengirimkan mayoritas paket, node 1 mengalami tingkat *packet loss* sebesar 10%. Node 2 hanya berhasil menerima 6 paket dari total 20 paket yang dikirim kehilangan paket sebesar 70%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya hambatan dalam komunikasi antara node 2 dan node lainnya berdampak negatif dari keberadaan penghalang fisik dan interferensi sinyal UHF antenna. Node 3 mencapai tingkat kinerja yang relatif baik dengan menerima 14 paket data dari total 20 paket yang dikirim, meskipun mengalami tingkat *packet loss* sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kondisi lingkungan yang sulit node 3 masih mampu mempertahankan koneksi yang relatif stabil.

Tabel 7 Tabel Packet loss Dengan Penghalang

Jarak antar Node	Durasi	Data yang dikirim	Data yang diterima dari node 1	Packet loss	Data yang diterima dari node 2	Packet loss	Data yang diterima dari node 3	Packet loss
3 meter	40 Detik	20	18	10%	6	70%	14	30%

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada pengujian konektivitas node-node berhasil terhubung secara efisien. Tanpa adanya penghalang dalam ruangan dengan rata-rata *delay* sekitar 2,10 detik dengan jarak maksimal 30 m. Pada kondisi dengan satu dinding penghalang tingkat konektivitas dengan rata-rata *delay* sekitar 3,62 detik. Pada kondisi dua dinding penghalang, node menunjukkan tingkat konektivitas, dengan rata-rata *delay* 3,50 detik. Pada kondisi tiga penghalang node mengalami kesulitan dalam menjalin konektivitas, disebabkan oleh banyaknya penghalang yang menghambat jalur komunikasi. Pada pengujian sebaran tanpa penghalang pada jarak 3 meter menunjukkan konektivitas dengan tingkat *packet loss* 0%. Pengiriman data dengan penghalang pada jarak 4 meter menunjukkan dampak negative terutama pada node 2 dengan tingkat *packet loss* 25% dan node 3 sebesar 5%. Pengujian dengan penghalang dan interferensi sinyal UHF antenna memperlihatkan penurunan konektivitas dengan tingkat *packet loss* node 2 mencapai 70% dan node 3 sebesar 30%.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa bimbingan, bantuan dan dukungan moral dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Garut dan pihak lain yang telah memberikan kerjasama dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] B. H. Assiddiq, R. Munadi, and ..., "Perancangan Dan Analisa Sistem Kenyamanan Ruangan Yang Terkontrol Berbasis Wireless Sensor Network," *eProceedings ...*, vol. 4, no. 3, pp. 3680–3687, 2017, [Diakses pada 20 Februari 2023]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/5036%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/download/5036/5007>.
- [2] O. N. Samijayani and I. Fauzi, "Perancangan Smart Home Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel," *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Teknol.*, vol. 3, no. 2, p. 76, 2017, doi: 10.36722/sst.v3i2.188.
- [3] D. R. A. H. Faqih Rofii, Fachrudin Hunaini, "Pengukuran Jangkauan Jaringan Sensor Nirkabel Multihop pada Pemantauan Suhu dan kelembaban," *Fak. Tek. Univ. Widyagama Malang*, vol. 5, no. 1, pp. 58–65, 2017.
- [4] Q. H. Fathur Zaini Rachman, Armin, Nur Yanti, "Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Zigbee Menggunakan Topologi Mesh," no. April, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201743438.
- [5] C. D. Rumahorbo, M. Hannats, H. Ichsan, and A. S. Budi, "Implementasi Wireless Sensor Network pada Sistem Keamanan Rumah menggunakan Sensor PIR dan Fingerprint,"

Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya, vol. 3, no. 10, pp. 9386–9394, 2019.

- [6] A. Kurniawan, R. Munadi, and R. Mayasari, “Implementasi dan Analisa Jaringan Wireless Sensor Untuk Monitoring Suhu , Kelembaban dan Kadar CO2 Pada Ruangan,” *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind.*, pp. 20–25, 2016.