

Analisis Kinerja Topologi WSN Untuk Aplikasi Kelembapan Tanah Perkebunan Kentang

Performance Analysis for Soil Humidity Monitoring in Potato Plants Using Network Topology

Frafana Arifudin Khawas^{*1}, Sri Supatmi²

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

²Magister Sistem Informasi, Fakultas Pascasarjana

Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung

*Email: frafana@mahasiswa.unikom.ac.id

Abstrak - Kentang merupakan komoditas hortikultura yang berperan penting dalam mewujudkan ketahanan pangan. Pemantauan kelembaban tanah dalam perawatan tanaman kentang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan kentang. Banyak kendala yang dihadapi untuk dapat melakukan pengawasan terhadap lahan gambut di Indonesia, maka diperlukan metode surveilans alternatif yang dapat menjangkau lokasi yang sulit. Salah satu pendekatan yang dilakukan adalah kolaborasi antara teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) dan *Internet of Things* (IoT) berbasis mikrokontroler. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang node sensor kelembaban tanah dengan menerapkan IoT pada sistem *wireless* sehingga sistem dapat diakses dari jarak jauh, serta membandingkan akurasi, jarak, dan kecepatan pada topologi *Tree* dan *mesh*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif analitis dengan pendekatan kualitatif. Sedangkan pada proses pembangunan aplikasi menggunakan WSN. Sistem ini terintegrasi dengan IoT yang menggunakan ESP8266 sebagai prosesor dari sensor *node* yang dibuat dan menggunakan Raspberry Pi sebagai server dari seluruh sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem bisa dipantau dari jarak jauh dan memudahkan petani untuk mengetahui kelembaban tanah. Pada akhirnya, aplikasi ini hadir sebagai media informasi untuk menentukan komunikasi antar *node* sensor di dunia pertanian. Sistem ini juga memiliki fitur terintegrasi dengan instansi atau wilayah setempat untuk melaporkan kelembaban tanah di perkebunan kentang melebihi kelembaban yang ditentukan. Dampak nyata setelah melakukan pengujian ini adalah bisa diaplikasikan oleh petani untuk memudahkan dalam proses menganalisis kelembaban dengan sistem jarak jauh bisa diaplikasikan oleh petani untuk memudahkan dalam proses menganalisis kelembaban dengan sistem jarak jauh.

Kata kunci : *IoT, Mesh, Sensor Soil Moisture, Topologi Jaringan Tree, WSN*

Abstract - *Potato is a horticultural commodity that plays an important role in realizing food security. Monitoring soil moisture in potato plant care plays an important role in potato growth and development. There are many obstacles faced in being able to monitor peatlands in Indonesia, so alternative surveillance methods are needed that can reach difficult locations. One of the approaches taken is a collaboration between Wireless Sensor Network (WSN) technology and IoT based on a microcontroller. The purpose of this study is to design a soil moisture sensor node by implementing IoT on a wireless system so that the system can be accessed remotely, and to compare accuracy, distance, and speed in tree and mesh topologies. The research method used in this research is descriptive analytical method with a qualitative approach. While in the application development process using the Wireless Sensor Network. This system is integrated with the IoT that uses ESP8266 as the processor of the sensor node that was created and uses the Raspberry Pi as a server for the entire system. The results showed that the system could be monitored remotely and made it easier for farmers to determine soil moisture. In the end, this application is present as an information medium to determine communication between sensor nodes in the agricultural world. This system also has an integrated feature with local agencies or regions to report soil moisture in potato plantations exceeding the specified humidity. The results of this study can be applied by farmers to facilitate the process of analyzing humidity with a remote system.*

Keywords : *IoT, Mesh, Soil Moisture Sensor, Tree Network Topology, WSN*

I. PENDAHULUAN

Kentang merupakan komoditas hortikultura yang berperan penting dalam mewujudkan ketahanan pangan. Kentang dikenal sebagai alternatif sumber karbohidrat yang dapat menggantikan kebutuhan pokok masyarakat. Produksi fotosintesis yang tinggi menguntungkan tanaman kentang untuk menghasilkan umbi yang lebih besar dengan bobot per tanaman sehingga menghasilkan total umbi yang lebih besar [1].

Pemantauan kelembaban tanah dalam perawatan tanaman kentang memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan kentang [2]. Berdasarkan permasalahan tersebut maka *Wireless Sensor Network* (WSN) dapat menjadi salah satu solusi, dengan memanfaatkan teknologi ini memungkinkan pengiriman data dari akuisisi kondisi secara wireless dari Arduino ke web server yang kemudian disimpan dalam *database* sehingga petani dapat memonitoring secara *real*, waktu kondisi setiap saat [3].

WSN umumnya digunakan untuk melakukan pengawasan terhadap sebuah daerah yang sulit dijangkau oleh manusia seperti pada penelitian sebelumnya, lahan gambut terpencil [4]. Berdasarkan permasalahan tersebut *Wireless Sensor Network* (WSN) bisa menjadi salah satu solusi, dengan memanfaatkan teknologi ini memungkinkan pengiriman data hasil akuisisi kondisi secara nirkabel dari ESP8266 ke web server yang kemudian disimpan di *database* sehingga petani dapat memantau secara *real-time* kondisi setiap waktu [5].

Kelembaban tanah merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan tingkat kekeringan suatu lahan. Kelembaban optimal untuk kentang adalah 40%-60%. Hubungan antara unsur-unsur dasar didalam suatu jaringan yaitu *node*, *link*, dan *station* dalam jaringan komputer atau telekomunikasi disebut yang dinyatakan sebagai topologi jaringan. Pada penelitian ini, topologi jaringan yang dianalisis adalah *Tree* dan *mesh* [6].

Parameter yang diukur dalam kinerja jaringan komunikasi nirkabel yaitu *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), jarak jangkauan komunikasi, *throughput* dan *delay*. RSSI merupakan suatu ukuran kekuatan sinyal radio yang dapat diterima oleh *receiver*. Hal yang mempengaruhi besarnya nilai RSSI adalah jarak antara pemancar [7].

WSN merupakan sistem yang telah peneliti rancang, sistem ini merupakan suatu sistem yang

terintegrasi dengan IoT. ESP8266 merupakan prosesor yang digunakan dari sensor node dengan memanfaatkan server Raspberry Pi. Sistem yang digunakan ini mengutamakan pencegahan kekeringan dengan mendeteksi tingkat kelembaban lingkungan disetiap node. Hasil yang diharapkan dari sistem ini yaitu bisa dideteksinya kelembaban tanah dengan cara pemantauan jarak jauh [8][9].

Penelitian sebelumnya tentang jaringan sensor *Wireless* dilakukan oleh S. Meka dan B. Fonseca [10]. Dalam penelitian tersebut disebutkan bahwa teknologi WSN sangat membantu untuk mendeteksi dan memprediksi hubungan *node* sensor yang ditentukan node mana yang dilewati. Hal ini senada dengan S. A. Putra [11], yang menyatakan bahwa teknologi IoT berdampak signifikan terhadap pengelolaan data node sensor dan jaringan sensor nirkabel. Ada juga penelitian lain yang mengkaji topologi jaringan untuk membandingkan dan menganalisis hasil perbandingan antara penggunaan topologi bus dan topologi star [12].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang node sensor kelembaban tanah dengan menerapkan IoT pada sistem *Wireless* sehingga pengukuran kelembaban dapat diakses dari jarak jauh, dengan mempertimbangkan kualitas jaringan dalam hal ini kuat sinyal yang dihasilkan berdasarkan jarak antar node.

II. METODOLOGI

Perancangan alat pada penelitian ini terdapat penentuan jumlah dan posisi *node* sensor, *node* server, perangkat keras dan perangkat lunak. Metode untuk menentukan jumlah dan posisi node sensor menggunakan metode topologi jaringan *tree* dan *mesh*. Sedangkan untuk perangkat lunak dalam rancangan sistem ini program pengaplikasiannya menggunakan *Wireless Sensor Network* (WSN).

WSN merupakan sistem yang telah peneliti rancang, sistem ini merupakan suatu sistem yang terintegrasi dengan IoT. ESP8266 merupakan prosesor yang digunakan dari sensor node dengan memanfaatkan server Raspberry Pi. Sistem yang digunakan ini mengutamakan pencegahan kekeringan dengan mendeteksi tingkat kelembaban lingkungan disetiap node. Hasil yang diharapkan dari sistem ini yaitu bisa dideteksinya kelembaban tanah dengan cara pemantauan jarak jauh [13].

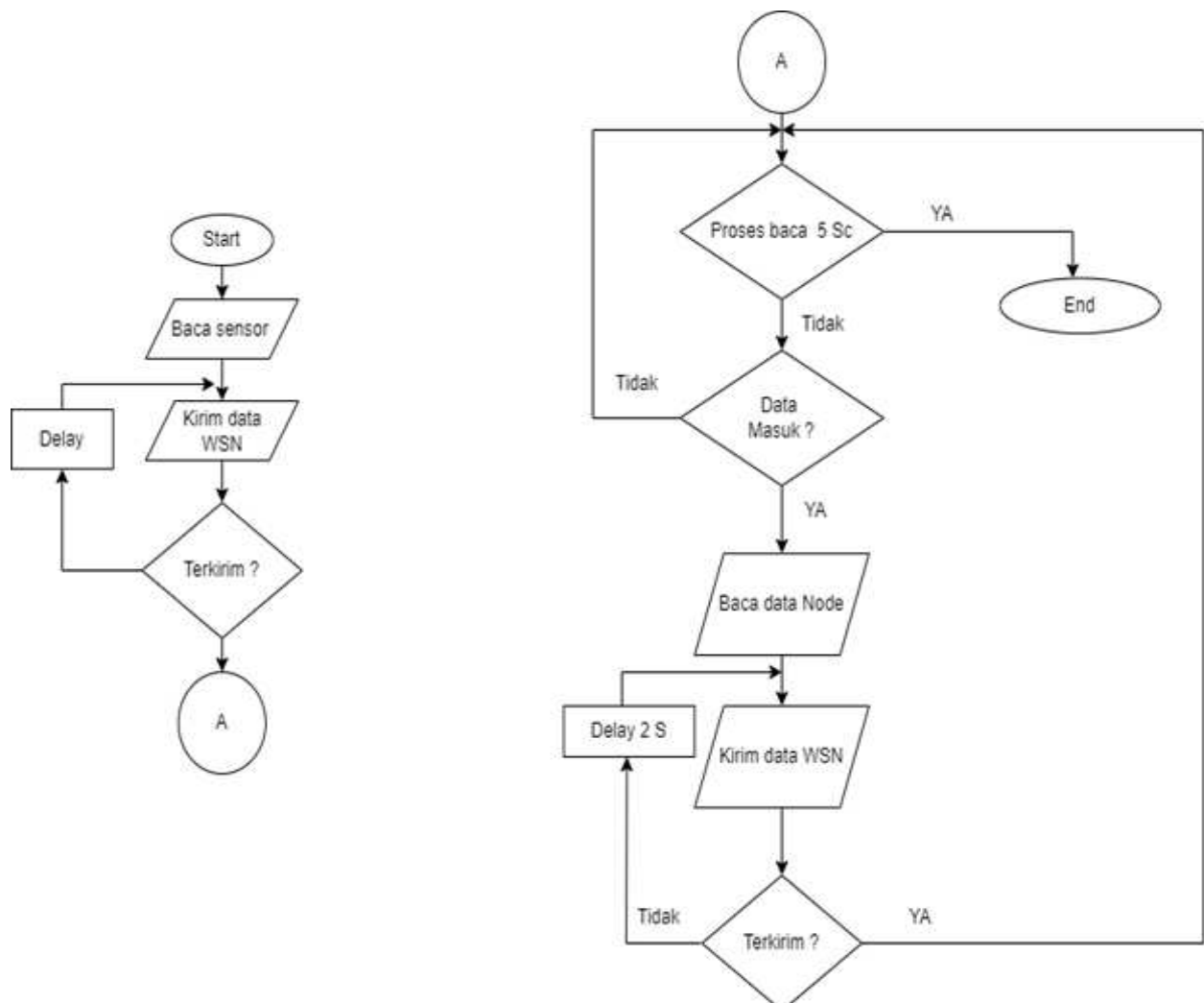
Beberapa parameter yang bisa menilai kinerja jaringan komunikasi nirkabel yaitu *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), jarak jangkauan komunikasi, *throughput* dan *delay*, bagian proses blok pada sensor *node* terdapat pada **Gambar 1**.

Diagram alir sensor yang telah dibuat dijelaskan pada **Gambar 1**. Node membaca kelembaban lahan menggunakan sensor *soil moisture*, data yang dihasilkan yaitu berupa data *array* pembacaan kelembaban disekeliling sensor. Data yang telah dibaca kemudian dikirimkan oleh *node* ke server atau ke *node* setelahnya untuk kemudian diteruskan ke server. Apabila terjadi masalah seperti terhambatnya pengiriman sinyal, maka akan dilakukan pengiriman kembali yang akan melewati proses *delay* selama dua detik. Selain itu sistem akan membutuhkan waktu selama *t0* detik sebelum proses program selesai. Selama waktu tersebut sensor *node* akan melakukan pembacaan data dari sensor lainnya [14].

ESP8266 merupakan mikrokontroler yang melakukan perancangan komunikasi antar node, Esp 8266 merupakan hasil dari pengembangan

produk IoT berbasis *Firmware eLua* dan *y* (SoC) ESP8266-12E. ESP8266 adalah chip WiFi dengan *protocol stack* TCP/IP lengkap sedangkan board arduino-nya yang digunakan adalah NodeMCU.

Node MCU telah menggabungkan ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler. Pada NodeMCU juga terdapat kapabilitas akses untuk mengakses *Wifi* serta *chip* komunikasi USB ke serial. Maka dari itu dalam memprogramnya hanya dibutuhkan perpanjangan kabel data USB, hal ini menyerupai *charging smartphone*. Alasan dipilihkan NodeMCU ESP8266 adalah dikarenakan node ini mudah untuk deprogram dan juga pin I/O yang ditandai dengan bisa dilakkan akses jaringan Internet dalam mengirimkan serta mengambil data melalui koneksi internet berbasis *WiFi*. Bentuk dari *Node Sensor* terdapat pada **Gambar 2**.



Gambar 34. Flowchart Proses Sensor Node



Gambar 35. Bentuk *Node Sensor*

Gambar 2 menunjukkan bentuk *Node sensor* yang digunakan dalam komunikasi antar *node*. Sensor yang telah dirancang akan disimpan di area tanah sehingga bisa mendeteksi kelembapan tanah pada lahan tersebut.

Beberapa alasan dalam pemilihan komponen pada penelitian ini yaitu berdasarkan fungsinya. Fungsi *Soil Moisture* sebagai input, proses pengolahan data pada mikrokontroler ESP8266 dan Raspberry Pi, sedangkan untuk bagian keluaran (*output*) terdapat Pompa dc. Sensor *soil moisture* yang digunakan bisa menghasilkan keluaran berupa nilai kelembapan yang akan diproses oleh mikrokontroler [15].

ESP8266 mempunyai 10 pin masukan atau keluaran, dimana pada 10 buah pin tersebut bisa dimanfaatkan sebagai GPIO, Fungsionalitas PWM, antarmuka I2C dan SPI Antar muka 1 *wire*, *power input*, ADC, dan tombol *reset*.

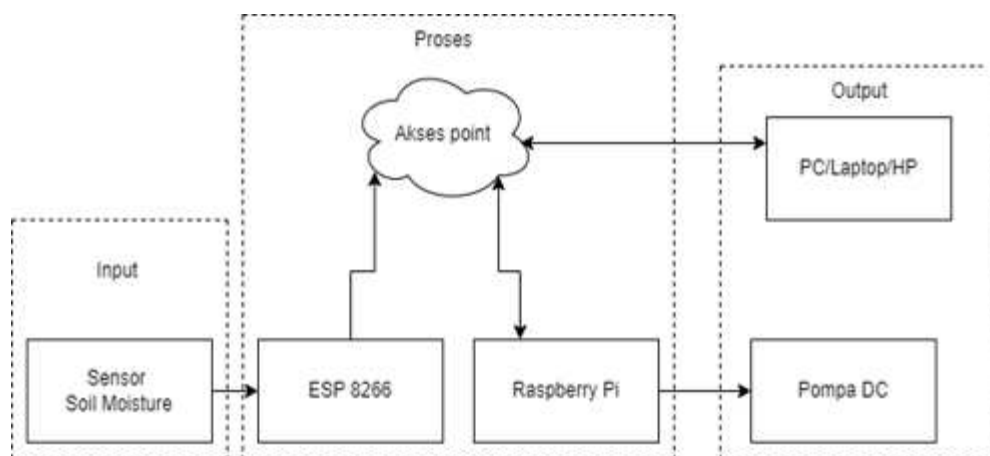
Raspberry Pi merupakan salah satu komponen yang memiliki fungsi sebagai sensor dalam penerimaan data, pengirim data, dan juga dalam pemroses data. Dalam perancangan perangkat

keras harus disesuaikan berdasarkan kebutuhan dari sistem. Sedangkan untuk pembuatan *Software* atau perangkat lunak bertujuan untuk mengendalikan seluruh proses kerja sistem. Perangkat lunak yang telah dibuat akan memberikan intruksi kepada perangkat keras untuk melaksanakan tugas tertentu agar sistem bisa merespon masalah yang muncul di lingkungan [16].

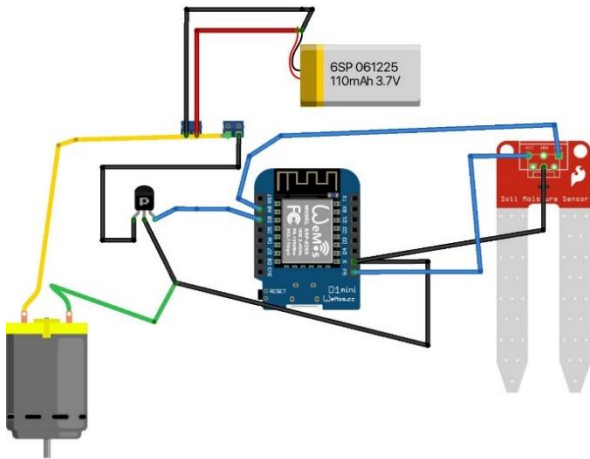
Dalam system yang telah dirancang ini terdapat tiga bagian yaitu sensor *Soil Moisture* untuk melakukan penginderaan kelembapan pada lahan tanah yang menjadi masukan, pengendalian system node sensor dilakukan oleh ESP8266 serta Raspberry pi sebagai penerima data, pengirim data, atau juga berfungsi sebagai pemroses data, bentuk dari blok diagram terdapat pada **Gambar 3**.

Seperti ditunjukkan pada **Gambar 3**, bagian masukan sistem menggunakan sensor *Soil moisture* yang nantinya bisa ditempatkan di lahan gambut, data yang dibaca kemudian akan di proses, sehingga kesalahan pembacaan sensor dapat di minimalisir. Mikrokontroler ESP8266 berfungsi untuk melakukan pemrosesan data kelembapan. Setelah proses selesai maka digunakan untuk masukan topologi jaringan WSN [17]. Untuk bagian keluaran terdapat satu Pompa air dc yang memiliki fungsi sebagai keluaran jika terjadi kekeringan dari pembacaan *sensor soil moisture* yang telah mengalami proses pengiriman data.

Skematik rangkaian yang telah dibuat yaitu di **Gambar 4** menunjukkan adanya jalur kaki komponen yang nantinya akan saling terhubung. dalam menyalurkan tegangan antar komponen. Perancangan kaki komponen yang dirancang dapat dilihat pada **Tabel I**.



Gambar 36. Blok Diagram



Gambar 37. Skematik Rangkaian

Tabel IV. Saluran kaki pin

NO	Pin Esp 8266	Komponen	Fungsi
1	A0	Sensor Soil moisture	Pembacaan kelembapan tanah
2	D1	Relay	Aktuator pompa

Pada Gambar 5. Terdapat perancangan node yang digunakan menggunakan ESP8266, Sensor Soil moisture, baterai dan pompa. Dirancang untuk mendeteksi kelembapan tanah dan pengiriman data antar node sensor. Perancangan perangkat keras merupakan langkah awal dalam penyusunan perangkat keras. Penggambaran dan

penyederhanaan proses baris program yang akan digunakan bisa dilihat pada Flowchart pada Gambar 1.



Gambar 5. Rancangan 5 buah node sensor

Gambar 6. Merupakan hasil pengujian pengiriman data dari Esp 8266 sebagai input kemudian di proses di Raspberry pi setelah itu ditampilkan pada dashboard Web server. Terdapat beberapa indikator yang ditampilkan, diantaranya nilai kelembapan tanah yang di persentasikan dengan persen, Nilai RSSI, Nilai bars dan grafik kekuatan sinyal berdasarkan waktu yang telah ditentukan. Pengujian berhasil dilakukan dengan ditampilkanya beberapa indikator dan fungsinya.



Gambar 6. Tampilan web server dari 5 buah node sensor

Kinerja jaringan komunikasi nirkabel dapat dinilai berdasarkan beberapa parameter yaitu RSSI, jarak jangkauan komunikasi, *throughput* dan *delay*. Besarnya nilai RSSI ditentukan oleh jarak antara pemancar dan penerima, nilai RSSI didapat dari dalam Persamaan:

$$RSSI = P_r - P_L - 10 \log n d + X_{\infty}(dBm) \dots(1)$$

Dimana simbol P_r merupakan daya pancar, P_L merupakan rugi lintasan, n ialah eksponen rugi lintasan, d ialah jarak serta X_{∞} merupakan variabel acak gaussian dari lingkungan propagasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pertama dilakukan pada lingkungan lapangan luas. Pada pengambilan data ini dilakukan pengujian sebanyak 5 sampai 10 kali percobaan data yang diambil yaitu mencari nilai kelembapan yang tepat untuk dijadikan nilai yang akan ditampilkan pada *web server*, kedua adalah mengukur akurasi, jarak dan kecepatan pengiriman data dari 1 node sensor ke node sensor lain.

Pengujian dan implementasi sistem bertujuan untuk melihat apakah sistem yang dirancang sudah sesuai dengan apa yang diinginkan atau belum, setelah dilakukannya pengujian dan implementasi, kualitas sebuah sistem akan terlihat. Berikut ini adalah implementasi dari perancangan sistem.

Hasil pengujian pengiriman data dari Esp 8266 sebagai input kemudian di proses di Raspberry pi setelah itu ditampilkan pada dashboard Web server. Terdapat beberapa indikator yang ditampilkan, diantaranya nilai kelembapan tanah yang di persentasikan dengan persen, Nilai RSSI, Nilai bars dan Grafik kekuatan sinyal berdasarkan waktu yang telah ditentukan. Pengujian berhasil dilakukan dengan ditampilkannya beberapa indikator dan fungsinya.

A. Pengujian Topologi jaringan

Pada tahap pengujian topologi jaringan dan mengimplementasikan suatu konfigurasi pada jaringan yang telah dibuat dan mendefinisikan parameter-parameter konfigurasi yang dibutuhkan agar bisa berjalan dengan baik dan sesuai apa yang diharapkan.

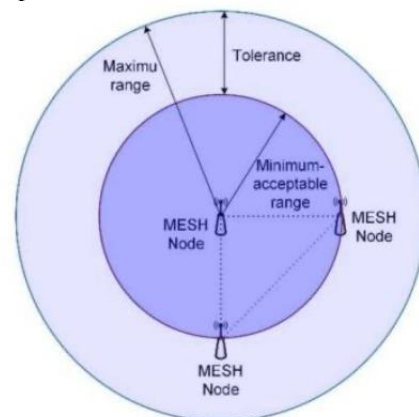
Sensitifitas node yaitu tolak ukur untuk mengetahui baik atau buruknya suatu kualitas sinyal pada node. Semakin baik sinyal wifi ESP8266 yang di hasilkan maka semakin cepat juga konektivitas nya. Besaran sinyal wifi di tunjukkan dengan dBm. Standar sensitifitas pada

wifi ESP8266 dengan indikator Level Signal, seperti yang ditunjukan pada **Tabel II**.

Tabel II. Skala tingkatan kualitas sinyal node

No	Kualitas Sinyal	Nilai kuat sinyal (dBm)
1	Sangat baik	0 to -60 dBm
2	Baik	-60 to - 70 dBm
3	Cukup baik	-71 to - 80 dBm
4	Buruk	-81 to -90 dBm
5	Sangat buruk	-90 to -100 dBm

Dala struktur jaringan mesh harus mempertimbangkan kekuatan node maksimum dan minimum yang diterima. Perbedaan antara kedua kekuatan tersebut menciptakan faktor toleransi yang menyediakan koneksi ke semua node dalam jaringan. Dengan demikian, toleransi secara langsung mempengaruhi daya pemancar yang terdapat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Skema jangkauan node

Pada **Gambar 7** merupakan jangkauan minimum dan maksimum dari sebuah node, perbedaan pada gambar tersebut menciptakan faktor toleransi. Sehingga toleransi secara langsung mempengaruhi daya pemancar yang digunakan. Untuk hasil pengukuran range node, dapat dilihat seperti pada **Tabel III**.

Tabel III. Hasil pengukuran range node

Range ESP 8266	Jarak	RSSI (dBm)	Bars
Range Minimum	1 meter	-70	3
	2 meter	-72	3
	3 meter	-74	3
	4 meter	-75	2
	5 meter	-75	2
Range Maksimum	6 meter	-77	2
	7 meter	-80	1
	8 meter	-81	1
	9 meter	-85	1
	10 meter	-85	1

Hasil pada pengukuran ini didapat sesuai jarak sebenarnya yang ada pada lingkaran ESP8266 sehingga mendapatkan nilai RSSI yaitu pengukuran daya yang ada dalam sinyal radio yang diterima.

Tabel IV menunjukkan ID node setiap Titik dan jarak dari server Gateway menuju node, sehingga bisa didapatkan kualitas kuat sinyal yang terukur dari setiap node yang terbaca.

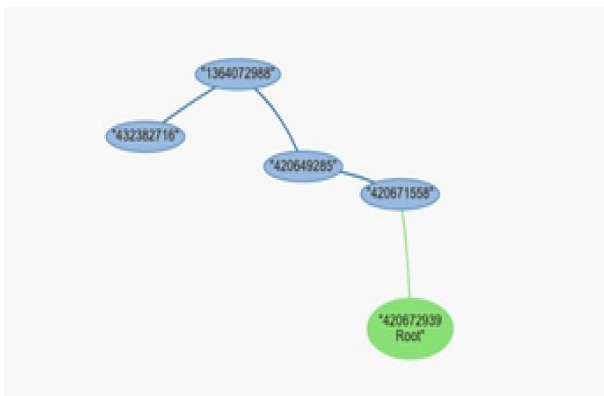
Tabel IV. Pembacaan ID Node dan Jarak Node

No	Nama Titik	ID Node	Jarak (m)
1	Titik A	1	1
2	Titik B	2	3
3	Titik C	3	5
4	Titik D	4	7
5	Titik E	5	9

B. Pengujian kuat sinyal

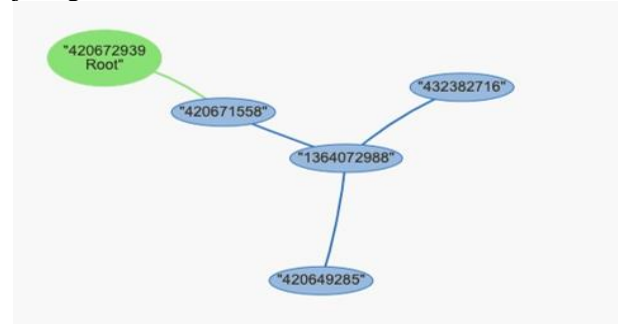
Hasil pengukuran pembacaan node menggunakan jaringan topologi mesh didapatkan bahwa setiap node memiliki kualitas sinyal yang baik, dimana Semua node tidak diperlukan untuk terhubung ke *access point* (AP) sebagai gantinya node dapat terhubung ke node tetangga. Node saling bertanggung jawab untuk menyapaikan transmisi satu sama lain, jika terdapat dua atau lebih jalur router maka node akan memilih jalur tercepat atau terdekat dari posisi node tersebut sehingga hanya satu node saja yang terhubung ke dalam AP sehingga mengurangi beban pada AP. Hal ini juga memungkinkan jaringan untuk memiliki jangkauan yang lebih jauh lebih besar karena node masih dapat mencapai interkoneksi tanpa perlu berada dalam jangkauan AP

Pada **Gambar 8**, komunikasi antar node menggunakan topologi jaringan mesh berhasil dilakukan dengan terhubungnya dari satu node ke node dengan ditampilkannya server topologi jaringan mesh.



Gambar 8. komunikasi antar node menggunakan topologi jaringan mesh

Pada **Gambar 9**, komunikasi antar node menggunakan topologi jaringan tree berhasil dilakukan dengan terhubungnya dari satu node ke node dengan ditampilkannya server topologi jaringan tree.



Gambar 9. komunikasi antar node menggunakan topologi jaringan tree

C. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Secara keseluruhan, sistem komunikasi antara *node sensor* dengan ESP8266 sebagai data counter dibagi menjadi menjadi tiga bagian yaitu transmitter , router, dan receiver. Berikut bagian transmitter, router, dan receiver.

Berdasarkan hasil pengujian seluruh Sensor node dengan *delay* yang berbeda pada setiap titik pengaruh *delay* yang didapat didasari dari kuat sinyal yang didapat dari tiap node. Hal ini berpengaruh terhadap jarak dan kecepatan internet yang dimiliki di lapangan dalam pengiriman pesan kontrol pada setiap nodenya. Seperti pada **Tabel V- Tabel VII**.

Tabel V. Tabel pengujian seluruh node

Nama titik	ID Node	RSSI (dBm)	Kelembapan (%)
Titik A	420672939	-37	26
Titik B	420671558	-23	78
Titik C	1364072988	-24	97
Titik D	1364072999	-23	33
Titik E	420649285	-40	22

Tabel VI. Hasil pengujian kuat sinyal dengan topologi jaringan tree

ID Node	RSSI (dBm)	Kualitas sinyal	Pengiriman data
420672939	-37	Baik	Berhasil
420671558	-23	Baik	Berhasil
1364072988	-24	Baik	Berhasil
1364072999	-23	Baik	Berhasil
420649285	-40	Baik	Berhasil

Hasil pengukuran pembacaan node menggunakan jaringan topologi tree didapatkan bahwa setiap node memiliki kualitas sinyal yang baik, dengan rata-rata nilai RSSI (dBm) -29,4

dBm. Dimana semua node tidak diperlukan untuk terhubung ke access point (AP) sebagai gantinya node dapat terhubung ke node tetangga. Node saling bertanggung jawab untuk menyampaikan transmisi satu sama lain, jika terdapat dua atau lebih jalur router maka node akan memilih jalur tercepat atau terdekat dari posisi node tersebut sehingga hanya satu node saja yang terhubung ke dalam AP sehingga mengurangi beban pada AP. Hal ini juga memungkinkan jaringan untuk memiliki jangkauan yang lebih jauh lebih besar karena node masih dapat mencapai interkoneksi tanpa perlu berada dalam jangkauan AP. Komunikasi topologi jaringan tree terdapat pada **Gambar 9**.

Tabel VII. Hasil pengujian kuat sinyal dengan topologi jaringan mesh.

ID Node	RSSI (dBm)	Kualitas sinyal	Pengiriman data
420672939	-36	Baik	Berhasil
420671558	-28	Baik	Berhasil
420649285	-49	Baik	Berhasil
1364072988	-25	Baik	Berhasil
432382716	-65	baik	berhasil

Hasil pengukuran pembacaan node menggunakan jaringan topologi mesh didapatkan bahwa setiap node memiliki kualitas sinyal yang baik dengan rata-rata nilai RSSI (dBm) -40,6 dBm. Dimana Semua node tidak diperlukan untuk terhubung ke access point (AP) sebagai gantinya node dapat terhubung ke node tetangga. Node saling bertanggung jawab untuk menyampaikan transmisi satu sama lain, jika terdapat dua atau lebih jalur router maka node akan memilih jalur tercepat atau terdekat dari posisi node tersebut sehingga hanya satu node saja yang terhubung ke dalam AP sehingga mengurangi beban pada AP. Hal ini juga memungkinkan jaringan untuk memiliki jangkauan yang lebih jauh lebih besar karena node masih dapat mencapai interkoneksi tanpa perlu berada dalam jangkauan AP. Komunikasi topologi jaringan mesh terdapat pada **Gambar 8**.

IV. KESIMPULAN

Data sensor telah berhasil di tampilkan secara jarak jauh dengan server Node-Red. Kekuatan sinyal masing-masing node sensor telah berhasil didapatkan untuk node 1 kekuatan sinyal RSSI nya dengan rata-rata nilai -75 dBm, RSSI topologi jaringan tree rata-rata nilai 29,4 dBm dan topologi mesh rata-rata nilai -40,6 dBm. Sinyal yang diterima topologi jaringan tree lebih baik

dibandingkan dengan penerimaan sinyal dari topologi mesh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Popescu, Stoican, Stamatescu, Chenaru, dan Ichim, "A Survey of Collaborative UAV-WSN Systems for Efficient Monitoring," *Sensors*, vol. 19, no. 21, hal. 4690, Oct. 2019, doi: 10.3390/s19214690.
- [2] H. Campos dan O. Ortiz, Eds., *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind*. Cham: Springer International Publishing, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-28683-5.
- [3] M. Shafiq *et al.*, "Robust Cluster-Based Routing Protocol for IoT-Assisted Smart Devices in WSN," *Computers, Materials & Continua*, vol. 67, no. 3, hal. 3505-3521, 2021, doi: 10.32604/cmcc.2021.015533.
- [4] H. Mohapatra dan A. K. Rath, "Survey on fault tolerance-based clustering evolution in WSN," *IET Networks*, vol. 9, no. 4, hal. 145-155, Jul. 2020, doi: 10.1049/iet-net.2019.0155.
- [5] C. Savojardo, P. L. Martelli, P. Fariselli, G. Profiti, dan R. Casadio, "BUSCA: an integrative web server to predict subcellular localization of proteins," *Nucleic Acids Research*, vol. 46, no. W1, hal. W459-W466, Jul. 2018, doi: 10.1093/nar/gky320.
- [6] M. Li, P. Wu, dan Z. Ma, "A comprehensive evaluation of soil moisture and soil temperature from third-generation atmospheric and land reanalysis data sets," *Int J Climatol*, vol. 40, no. 13, hal. 5744-5766, Nov. 2020, doi: 10.1002/joc.6549.
- [7] D. J. Leith dan S. Farrell, "Coronavirus contact tracing: evaluating the potential of using bluetooth received signal strength for proximity detection," *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 50, no. 4, hal. 66-74, Oct. 2020, doi: 10.1145/3431832.3431840.
- [8] R. Firmansyah, A. Widodo, A. D. Romadhon, M. S. Hudha, P. P. S. Saputra, dan N. A. Lestari, "The prototype of infant incubator monitoring system based on the internet of things using NodeMCU ESP8266," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1171, hal. 012015, Feb. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1171/1/012015.
- [9] J. Utama, T. Rahajoeningroem, and Y. Firmansyah, "Rancang Bangun Kit Pembelajaran Mikrokontroler Arduino untuk Menunjang Pelajaran Jarak Jauh Menggunakan Raspberry Pi", *JATI*, vol. 12, no. 2, pp. 131-148, Sep. 2022.
- [10] S. Meka dan B. Fonseca, "Improving Route Selections in ZigBee Wireless Sensor Networks," *Sensors*, vol. 20, no. 1, hal. 164, Dec. 2019, doi: 10.3390/s20010164.
- [11] S. A. Putra, "Pemodelan Sistem Multiagent pada Wireless Sensor Network". *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, I(01), 166-172, 2016.
- [12] F. Rofii dan S. Sholawati, "Kinerja Jaringan Komunikasi Nirkabel Berbasis Xbee pada Topologi Bus, Star dan Mesh". *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(3), 393, 2018.
- [13] P. Malhotra, Y. Singh, P. Anand, D. K. Bangotra, P. K. Singh, dan W.-C. Hong, "Internet of Things: Evolution, Concerns and Security Challenges," *Sensors*, vol. 21, no. 5, hal. 1809, Mar. 2021, doi: 10.3390/s21051809.
- [14] A. James, A. Seth, dan S. C. Mukhopadhyay, "IoT enabled sensor node: a tutorial paper," *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, vol. 13, no. 1, hal. 1-18, Jan. 2020, doi: 10.21307/ijssis-2020-022.
- [15] H. Ouldzira, A. Mouhsen, H. Lagraini, M. Chhiba, A. Tabyaoui, dan S. Amrane, "Remote monitoring of an object using a wireless sensor network based on NODEMCU ESP8266," *IJECS*, vol. 16, no. 3, p. 1154, Dec. 2019, doi: 10.11591/ijeecs.v16.i3.pp1154-1162.
- [16] K. G. Chaudhari, "Windmill Monitoring System Using Internet of Things with Raspberry Pi," *SSRN Journal*, 2019, doi: 10.2139/ssrn.3729041.
- [17] I. D. Sumitra, H. Rongtao, dan S. Supatmi, "performances of fuzzy algorithm and wireless sensor networks for outdoor localization in flood alert system technology," no. 5, hal. 9. October, 2020.