

# Sistem Akuisisi Data Suhu dan Kelembapan pada Lahan Pertanian Berbasis *Wireless Sensor Network* Menggunakan NRF24L01

Wahyu Cristianto<sup>1\*</sup>, dan Hery Teguh Setiawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Tidar, Magelang, Indonesia

\*Email: hery.teguh.s@untidar.ac.id

**Abstrak**—Pemantauan kondisi lingkungan pada lahan pertanian sangat dibutuhkan untuk menyesuaikan karakteristik lingkungan terhadap kebutuhan suatu jenis tanaman. Beberapa faktor utama yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman terdiri dari intensitas cahaya, kelembapan udara, suhu lingkungan, serta kadar karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada lingkungan. Luasnya lahan memungkinkan kondisi parameter lingkungan pada beberapa titik dapat berbeda, sehingga diperlukan pemantauan kondisi lingkungan yang bisa mencakup suatu area yang relatif luas. Teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan dalam cakupan wilayah yang cukup luas sehingga layak untuk diterapkan dalam proses akuisisi data pada lahan pertanian. Pada penelitian ini, teknologi WSN dengan topologi cluster diterapkan untuk mengukur data suhu dan kelembapan. Topologi cluster terdiri dari beberapa sensor node yang terdiri dari child node, cluster head, dan parent node. Berdasarkan data hasil pengujian yang diperoleh bahwa sensor node mampu bekerja dengan baik dalam proses akuisisi data dimana dapat membaca data suhu dan kelembapan dengan eror suhu sebesar 2%-5% dan eror kelembapan sebesar 0%-2%, dengan rata-rata waktu tunda untuk proses pengiriman dan penerimaan data sebesar 100–500 milidetik, dimana jarak maksimum transceiver dalam proses pengiriman data menggunakan topologi cluster pada penelitian ini adalah sekitar 2 km. Hasil akuisisi data suhu dan kelembapan yang didapat berkisar antara 20 °C- 25 °C dengan kelembapan berkisar antara 90%-95%.

**Kata Kunci:** *Wireless Sensor Network, Node Sensor, Topology cluster*

## I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani. Salah satu kendala dalam bidang pertanian adalah dalam hal upaya peningkatan hasil produksi pertanian. Permasalahan yang sering dihadapi adalah faktor lingkungan, dimana hal tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil produksi pertanian. Sangat penting untuk mengetahui kondisi lingkungan dalam mengetahui jenis serta varietas tanaman yang cocok untuk kondisi geografis tertentu. Luasnya lahan pertanian adalah kendala tersendiri,

sehingga perlu adanya integrasi teknologi untuk membantu proses pertanian salah satunya adalah dengan menerapkan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN).

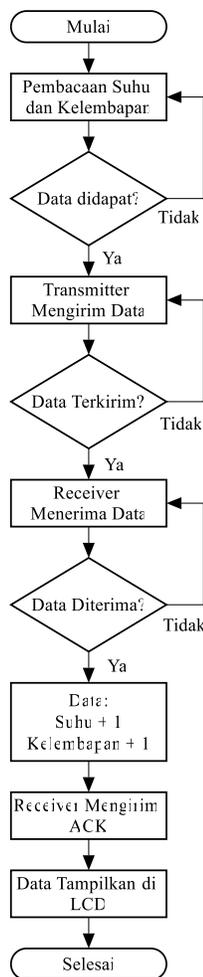
Penerapan teknologi WSN dalam bidang pertanian telah terbukti dapat meningkatkan kualitas serta mutu hasil pertanian [1][2]. Pemantauan dan pengontrolan kondisi lingkungan diperlukan agar sesuai dengan karakteristik lingkungan yang dibutuhkan tanaman. Faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah cahaya, kadar air pada tanah, temperatur, CO<sub>2</sub>, dan sebagainya [3].

Sistem akuisisi data merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan suatu data yang diinginkan. Beberapa penelitian tentang pemanfaatan sistem akuisisi data telah dilakukan pada [4] [5][6]. Penelitian tersebut menggunakan sistem akuisisi data untuk mengetahui data kelembapan tanah pada lahan pertanian dengan menggunakan perangkat zigbee dan protokol LoRaWAN. Kelemahan dari perangkat zigbee adalah pada jangkauan yang tidak begitu luas sehingga untuk penerapan WSN akan sangat banyak memakan biaya jika diterapkan pada lahan yang cukup luas.

Pada lahan pertanian yang luas diperlukan perangkat yang dapat memancarkan dan menerima informasi dalam cakupan yang cukup jauh. NRF24L01 merupakan modul pemancar dan penerima yang dapat bekerja pada jarak maksimal 1,1 km dengan kondisi Line of Sight (LOS). Penerapan teknologi WSN dengan menggunakan modul NRF24L01 pada lahan pertanian dengan menggunakan topologi mesh telah dilakukan pada [7]. Topologi mesh memiliki kekurangan pada konsumsi daya yang relatif boros sehingga memerlukan daya listrik yang lebih besar jika dibandingkan dengan menggunakan topologi cluster, dari sisi pengiriman data dan koordinasi perangkat topologi cluster lebih sederhana dan relatif lebih stabil. Oleh karena itu, pada penelitian diterapkan WSN untuk monitoring suhu dan kelembapan pada lahan pertanian dengan menggunakan topologi cluster sehingga diharapkan perangkat yang dibuat dapat beroperasi secara lebih sederhana dan memiliki stabilitas pengiriman data yang baik.

## II. METODE

Penelitian ini berfokus pada penerapan topologi *cluster* pada sistem *wireless sensor network* (WSN) untuk akuisisi data suhu dan kelembapan pada lahan pertanian.

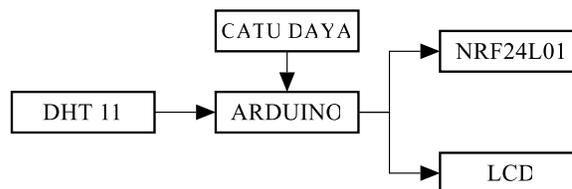


Gambar. 1. Diagram sistem data akuisisi suhu dan kelembapan dengan menggunakan teknologi WSN dan NRF24L01

Pada penelitian ini, hal yang pertama dilakukan adalah sensor DHT11 melakukan proses sensing kondisi lingkungan. Data yang didapat dari proses sensing adalah suhu dan kelembapan. Kemudian data dikirimkan oleh *transmitter* menuju ke *receiver*. Modul *transceiver* yang digunakan adalah NRF24L01. *Receiver* melakukan penerimaan data. Apabila data telah diterima, maka data suhu dan kelembapan akan ditambahkan 1 dan dikirim ke *transmitter* dan ke stasiun penerimaan akhir. Hal itu disebut dengan proses *Acknowledgment* (ACK). Setelah data sampai pada stasiun penerimaan akhir, maka data akan ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD). Diagram blok dari perancangan sistem yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 2.

### A. Diagram Alir

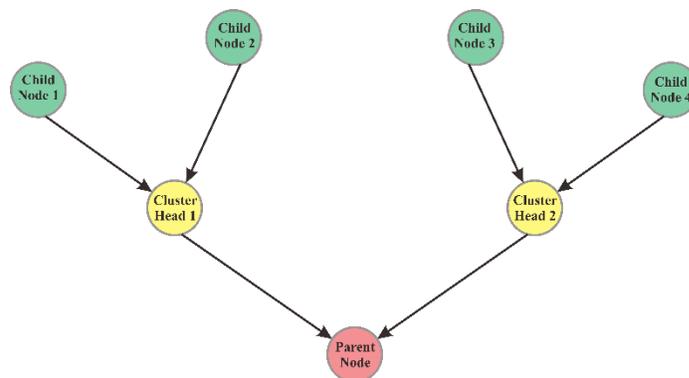
Untuk prinsip kerja dari sistem yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram *child node*

### B. Topologi Jaringan

Pada penelitian ini teknologi WSN yang diterapkan menggunakan topologi *cluster* yang tersusun atas *child node*, *cluster head*, dan *parent node*. Sebagai koordinator *cluster head* bertugas mengkoordinir beberapa *child node*, selanjutnya *parent node* akan mengkoordinir beberapa *cluster head* dalam proses transmisi dan penerimaan data. Secara skematik teknologi WSN dengan topologi *cluster* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur Jaringan Untuk Topologi *Cluster*

### C. Arduino Nano

Arduino Nano merupakan *board* Arduino yang memiliki ukuran relatif kecil serta sangat sederhana dengan konsumsi daya yang relatif rendah dengan spesifikasi yang cukup lengkap dan dibekali mikrokontroler ATMEGA 168 atau ATMEGA 328, maka Arduino nano sangat layak untuk digunakan baik sebagai *child node*, *cluster head* maupun *parent node*. Spesifikasi Arduino Nano ditunjukkan pada Tabel I.

### D. Modul NRF24L01

Modul *Wireless* NRF24L01 dapat melakukan proses komunikasi dengan memanfaatkan gelombang radio pada frekuensi 2.4GHz. Modul ini *compatible* dengan Arduino dimana modul ini dapat diakses secara langsung melalui protokol komunikasi serial (SPI), memiliki laju transmisi data hingga 2Mbps. Modul NRF24L01 memiliki keistimewaan pada konsumsi daya yang cukup rendah. Skematik untuk modul NRF24L01 dapat dilihat pada Gambar 4.



TABEL II  
HASIL PENGUJIAN *CHILD NODE*

No	Pembacaan sensor node 1		Pembacaan Alat Ukur		Error (%)	
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Suhu	Kelembapan
1	24,80	93,00	25,50	94,00	2,74	1,06
2	24,80	93,00	25,50	94,00	2,74	1,06
3	24,60	93,10	25,50	94,00	3,52	0,95
4	24,60	93,10	25,50	94,00	3,52	0,95
5	24,80	93,00	25,50	94,00	2,74	1,06
6	24,70	93,10	25,50	94,00	3,13	0,95
7	24,60	93,20	25,50	94,00	3,52	0,85
8	24,50	93,20	25,50	94,00	3,92	0,85
9	24,80	93,00	25,50	94,00	2,74	1,06
10	24,80	93,10	25,50	94,00	2,74	0,95

TABEL III  
HASIL PEMBACAAN KESELURUHAN *CHILD NODE*

No	Pembacaan Suhu (°C)				Pembacaan Kelembapan (%)			
	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4
1	24,80	25,00	24,00	24,50	93,00	95,00	92,00	95,00
2	24,80	24,90	24,00	24,40	93,00	95,10	92,00	95,10
3	24,60	25,00	24,10	24,50	93,10	95,00	91,90	95,00
4	24,60	25,00	24,10	24,50	93,10	95,00	91,80	95,00
5	24,80	25,10	24,00	24,30	93,00	94,80	92,00	95,10
6	24,70	25,10	23,90	24,30	93,10	94,90	92,20	95,20
7	24,60	25,00	24,00	24,50	93,20	95,00	92,00	95,00
8	24,50	25,10	24,00	24,40	93,20	94,90	92,00	95,10
9	24,80	25,00	24,10	24,40	93,00	95,00	91,90	95,10
10	24,80	25,00	24,20	24,50	93,10	95,00	91,80	95,00

Selanjutnya dilakukan pengujian *Acknowledgement (ACK)* untuk mengetahui kualitas pengiriman data antar *node*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL IV  
HASIL PENGUJIAN ACK PADA *CHILD NODE*

No	Data Terkirim		Data Diterima		ACK
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	
1	24,80	93,00	25,80	94,00	Sesuai
2	24,80	93,00	25,80	94,00	Sesuai
3	24,60	93,10	25,60	94,10	Sesuai
4	24,60	93,10	25,60	94,10	Sesuai
5	24,80	93,00	25,80	94,00	Sesuai
6	24,70	93,10	25,70	94,10	Sesuai
7	24,60	93,20	25,60	94,20	Sesuai
8	24,50	93,20	25,50	94,20	Sesuai
9	24,80	93,00	25,80	94,00	Sesuai
10	24,80	93,10	25,80	94,10	Sesuai

TABEL IV  
HASIL PENGUJIAN JARAK TRANSMISI

No	Jarak Jangkauan	Sistem dapat berkomunikasi
1	1 km	Ya
2	2 km	Ya
3	3 km	Tidak

Untuk mengetahui jarak transmisi maksimal antar perangkat agar informasi yang dikirim oleh salah satu perangkat dapat diterima oleh perangkat lainnya maka dilakukan pengujian jarak transmisi. Hasil pengujian jarak transmisi dapat dilihat pada Tabel V. Jarak jangkauan 3 km pada pengujian jarak transmisi menunjukkan bahwa sistem tidak dapat berkomunikasi. Hal ini dikarenakan modul *transceiver NRF24L01* memiliki jarak jangkauan maksimal mampu berkomunikasi sejauh 1,1 km dengan kondisi *Line of Sight (LOS)*. Pada topologi *cluster* yang diterapkan masing-masing *node* berjarak ±1 km sehingga jarak antara *child node* dengan *parent node* sejauh ±2 km.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, serta pengujian perangkat WSN yang telah dilakukan diperoleh bahwa sensor *node* mampu bekerja dengan baik dalam proses akuisisi data dimana dapat membaca data suhu dan kelembapan dengan eror pembacaan suhu sebesar 2%-5% dan error pembacaan kelembapan sebesar 0%-2%. Dengan *delay* optimal pada pengiriman dan penerimaan dalam proses ACK sebesar 100–500 milidetik, hal ini menunjukkan stabilitas pengiriman data antar perangkat yang cukup baik. Jarak maksimum antar *node* dalam proses pengiriman data menggunakan topologi *cluster* pada penelitian ini adalah sekitar 2 km. Hasil pengukuran data suhu yang diperoleh berkisar antara 200 °C sampai dengan 250 °C dengan kelembapan berkisar antara 90%-95%

REFERENSI

- [1] S. A. Kumar and P. Ilango, "The Impact of Wireless Sensor Network in the Field of Precision Agriculture: A Review," *Wireless Personal Communications 2017* 98:1, vol. 98, no. 1, pp. 685–698, Aug. 2017, doi: 10.1007/S11277-017-4890-Z.
- [2] D. K. Rathinam, D. Surendran, A. Shilpa, A. Santhiya Grace, and J. Sherin, "Modern Agriculture Using Wireless Sensor Network (WSN)," *2019 5th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, ICACCS 2019*, pp. 515–519, Mar. 2019, doi: 10.1109/ICACCS.2019.8728284.
- [3] H. Wijaya and W. A. Kusuma, "Implementasi Sistem Multi-Telemetry menggunakan Protokol RF24 untuk monitoring Pada Greenhouse," *Techno.Com*, vol. 17, no. 4, pp. 365–376, Nov. 2018, doi: 10.33633/TC.V17I4.1788.
- [4] A. Widodo, I. Artikel, and D. Juli, "Sistem Akuisisi Data Kelembaban Tanah Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Zigbee," *Edu Elektrika Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 28–28, 2016, doi: 10.15294/EEJ.V5I2.23225.
- [5] Richad Gilang Wisduanto, Adhitya Bhawiyuga, and Dany Primanita Kartikasari, "Implementasi Sistem Akuisisi Data Sensor Pertanian Menggunakan Protokol Komunikasi LoRa," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 3, pp. 2201–2207, Jan. 2019.
- [6] R. K. Singh, M. Aernouts, M. de Meyer, M. Weyn, and R. Berkvens, "Leveraging LoRaWAN Technology for Precision Agriculture in Greenhouses," *Sensors 2020, Vol. 20, Page 1827*, vol. 20, no. 7, p. 1827, Mar. 2020, doi: 10.3390/S20071827.
- [7] Alldo Raafi'ilman, Adhitya Bhawiyuga, and Reza Andria Siregar, "Implementasi Protokol RF24Mesh dalam Wireless Sensor Network pada Lahan Pertanian," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 7, Dec. 2021.
- [8] "Single chip 2.4 GHz Transceiver," *Nordic Semiconductor ASA*. Nordic Semiconductor ASA, Dec. 2004.
- [9] "DHT11 Humidity & Temperature Sensor." Mouser Electronics, pp. 1–9.