

PERANCANGAN SISTEM *WIRELESS SENSOR NETWORK* (WSN) UNTUK MONITORING TEMPERATUR, KELEMBABAN, DAN KADAR AMONIA PADA KANDANG AYAM MODEL *CLOSED-HOUSE*

*Eden Wawi Putra, Munadi, Joga Dharma Setiawan

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: edenw95@gmail.com

Abstrak

Sistem untuk *monitoring* dan akuisisi data pada peternakan ayam broiler sangat diperlukan dalam menjaga kondisi lingkungan yang sesuai di dalam kandang. Sistem *monitoring* berbasis kabel cenderung sulit dalam pemasangan instalasi dan *maintenance*. Oleh karena itu dikembangkan sistem WSN yang berfungsi menangani permasalahan dalam *monitoring* dan akuisisi data pada kandang ayam broiler *closed-house* berbasis kabel. Pada Tugas Akhir ini dirancang sistem *Wireless Sensor Network* (WSN) untuk *monitoring* temperatur, kelembaban, dan kadar amonia pada kandang ayam model *closed-house*. Pada penelitian ini, sistem WSN terdiri dari lima *sensor node* yang menggunakan lima sensor DHT22, satu sensor MQ-137, Arduino Nano Atmega328 sebagai mikrokontroler, dan LoRa SX1278 sebagai *transceiver*. Pada *sink node* digunakan Arduino Mega2560 sebagai mikrokontroler, LoRa SX1278 sebagai *transceiver*, dan Nextion HMI TFT LCD untuk menampilkan hasil *monitoring*. Pengujian validasi sensor DHT22 menunjukkan error relatif temperatur dan kelembaban secara berturut turut, sensor 1 (0.4% dan 9.4%), sensor 2 (0.3% dan 9.4%), sensor 3 (1.2% dan 5.1%), sensor 4 (1.5% dan 4.7%), sensor 5 (1.3% dan 6.7%). Hasil kalibrasi dan validasi sensor MQ-137 menunjukkan error relatif sebesar 1.1%. Hasil pengujian sistem jarak menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi optimal hingga jarak 120 meter. Hasil pengujian sistem WSN menunjukkan bahwa *monitoring* temperatur, kelembaban, dan kadar amonia pada kandang ayam broiler *closed-house* dapat dilakukan dengan baik melalui HMI TFT LCD.

Kata kunci: *closed-house*; LoRa; sistem WSN; *transceiver*

Abstract

Systems for monitoring and data acquisition on broiler farms are needed to maintain appropriate environmental conditions in the coop. Monitoring system with cable has some advantages in the installation process and maintenance. Therefore, a WSN system is developed which functions to handle problems in monitoring and data acquisition in closed-house broiler chicken coops with cable. In this final project, a WSN system is designed to monitor temperature, humidity, and ammonia levels in closed-house broiler chicken coops. In this study, WSN system has five sensor nodes that uses five DHT22 sensors, MQ-137 sensor, Arduino Nano Atmega328 as a microcontroller, and LoRa SX1278 as transceiver. In the sink nodes uses Arduino Mega2560 as microcontroller, LoRa SX1278 as transceiver, and Nextion HMI TFT LCD to view the result of monitoring. The DHT22 sensor validation test shows the relative error of temperature and humidity respectively, sensor 1 (0.4% dan 9.4%), sensor 2 (0.3% dan 9.4%), sensor 3 (1.2% dan 5.1%), sensor 4 (1.5% dan 4.7%), sensor 5 (1.3% dan 6.7%). The results of the calibration and validation of the MQ-137 sensor show the relative error is 1.1%. The result of length test show that the system can work properly until 120 meters length. The results of the WSN system test show that monitoring of temperature, humidity, and ammonia levels in closed-house broiler chicken coops can be done properly through the HMI TFT LCD..

Keywords: *closed-house*; LoRa; *transceiver*; WSN system

1. Pendahuluan

Kandang ayam broiler memiliki 2 jenis, yaitu sistem terbuka (*open-house*) dan tertutup (*closed-house*). Mayoritas peternak ayam broiler di Indonesia menggunakan sistem kandang *open-house*. Penggunaan kandang sistem terbuka menimbulkan respon kurang baik ketika kondisi cuaca tidak mendukung atau terjadi perubahan cuaca yang sangat drastis. Pemanfaatan kandang ayam broiler menggunakan sistem tertutup (*closed-house*) adalah salah satu cara inovasi teknologi untuk menghadapi perubahan cuaca ekstrim, sehingga diharapkan dapat meminimalisir efek buruk perubahan cuaca lingkungan atau di luar kandang. Tujuan penggunaan sistem kandang tertutup adalah untuk menciptakan iklim mikro yang terkendali di dalam kandang, meningkatkan produktivitas, efisiensi tenaga kerja, serta menciptakan bisnis peternakan yang ramah lingkungan [11].

Suhu, kelembaban, dan kadar amonia dalam kandang merupakan beberapa aspek yang sangat memengaruhi pertumbuhan ayam broiler. Sistem monitoring temperatur, kelembaban, dan kadar amonia merupakan suatu sistem yang wajib ada dalam suatu sistem kandang ayam *closed-house*. Sistem monitoring yang sudah ada pada mayoritas kandang ayam *closed-house* menggunakan media kabel untuk mengirimkan data pembacaan sensor [14].

Sistem monitoring menggunakan kabel memiliki kekurangan yaitu proses instalasi dan *maintenance* yang rumit, serta mengurangi estetika akibat banyaknya kabel di dalam kandang. Untuk itu dirancanglah sistem *Wireless Sensor Network* (WSN) pada kandang ayam yang memiliki fungsi untuk monitoring temperatur, kelembaban, dan kadar amonia pada kandang ayam *closed-house*. WSN inilah yang nantinya dapat memperbaiki kelemahan dari sistem monitoring berbasis kabel yang sudah ada sekarang.

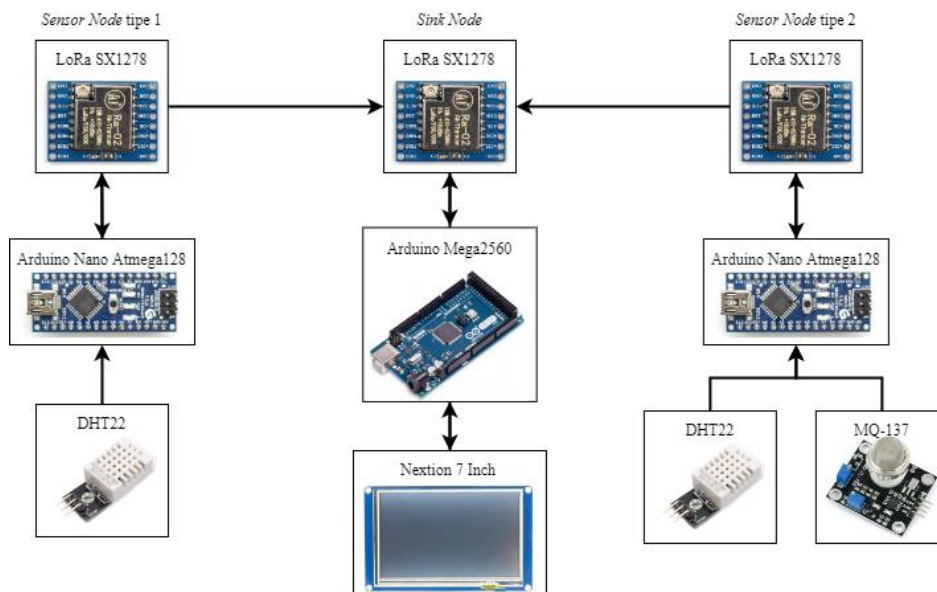
2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini diperlukan komponen *hardware* berupa Arduino Mega2560, Arduino Nano Atmega328, LoRa SX1278, sensor DHT22, sensor MQ-137, dan Nextion HMI 7 Inch. Untuk *software* digunakan Arduino IDE untuk memprogram Arduino, Autodesk EAGLE untuk mendesain PCB dan *electrical schematic*, dan Nextion Editor untuk mendesain *interface* HMI.

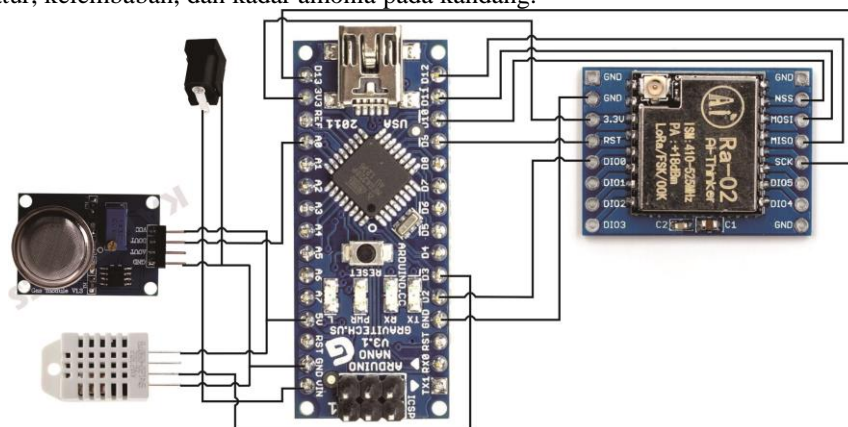
2.2. Pembuatan Alat

Perancangan alat dimulai dengan perancangan *hardware* sistem WSN. Sistem WSN yang dirancang terdiri dari 4 *sensor node* yang terdapat sensor DHT22, 1 *sensor node* dengan sensor MQ-137 dan DHT22, dan *sink node*.

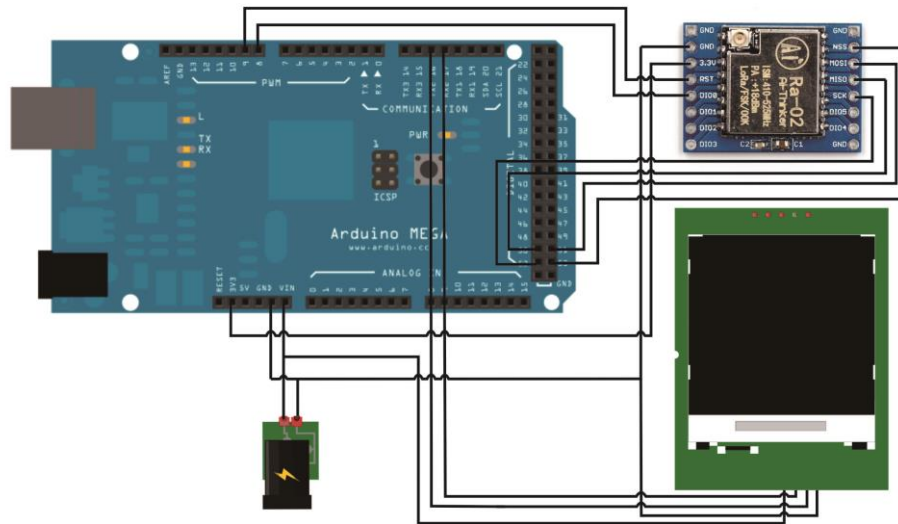


Gambar 1. Diagram blok WSN

Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem WSN. Perangkat keras elektronika sistem WSN ini terdiri dari 6 jenis komponen berbeda yang terhubung sedemikian rupa seperti pada Gambar 1. Semua *hardware* yang digunakan disusun membentuk sebuah diagram elektronika dalam bentuk *wiring diagram*. Setelah semua *hardware* terhubung seperti pada *wiring diagram*, dilakukan pemrograman melalui PC pada semua Arduino agar WSN dapat berkerja untuk memonitor temperatur, kelembaban, dan kadar amonia pada kandang.



Gambar 2. Wiring sensor node



Gambar 3. Wiring sink node

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Validasi DHT22

Pengujian validasi pembacaan sensor DHT22 dilakukan dengan membandingkan pembacaan temperatur dan kelembaban antara sensor DHT22 dengan sensor LM8010. Hasil validasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil validasi sensor DHT22 dengan sensor LM8010

Sensor ke-	Percobaan ke-	Sensor LM8010		Sensor DHT22		Rata-rata Error Relatif	
		Temperatur (°C)	Kelembaban (%RH)	Temperatur (°C)	Kelembaban (%RH)	Temperatur (%)	Kelembaban (%)
1	1	31.4	45.3	31.4	50.5	0.4	9.4
	2	34.5	42.6	34.4	46.0		
	3	39.6	33.3	40.0	36.2		
2	1	31.4	45.3	31.4	49.9	0.3	9.4
	2	34.5	42.6	34.5	46.6		
	3	39.8	33.2	40.2	36.1		
3	1	31.4	45.3	31.7	47.3	1.2	5.1
	2	34.6	43.5	34.5	41.8		
	3	39.8	33.3	40.7	31.0		
4	1	31.4	45.3	31.5	49.8	1.5	4.7
	2	34.6	43.5	34.5	44.8		
	3	40.0	33.0	41.5	33.4		
5	1	31.4	45.3	32.0	50.7	1.3	6.7
	2	34.8	42.5	35.5	44.7		
	3	40.0	34.8	40.0	35.8		

Berdasarkan hasil pengujian sensor DHT22 pada Tabel 1, didapatkan hasil yaitu sensor 1 memiliki rata rata error relatif 0.4 % untuk temperatur dan 9.4 % untuk kelembaban, sensor 2 memiliki rata rata error relatif 0.3 % untuk temperatur dan 9.4 % untuk kelembaban, sensor 3 memiliki rata rata error relatif 1.2 % untuk temperatur dan 5.1 % untuk kelembaban, sensor 4 memiliki rata rata error relatif 1.5 % untuk temperatur dan 4.7 % untuk kelembaban sensor 5 memiliki rata rata error relatif 1.3 % untuk temperatur dan 6.7 % untuk kelembaban.

3.2. Hasil Validasi MQ-137

Pengujian validasi pembacaan sensor MQ-137 dilakukan dengan membandingkan pembacaan kadar amonia antara sensor MQ-137 dengan Ammonia Gas Detector AR8500. Hasil validasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil validasi sensor MQ-137 dengan Ammonia Gas Detector AR8500.

Percobaan ke-	Waktu (menit)	Ammonia Gas Detector AR8500 (PPM)	Sensor MQ-137 (PPM)	Error relatif (%)	Error Relatif Rata-rata (%)

1	2	8.5	8.59	1.1	1.1
	4	8.6	8.71	1.3	
	6	8.6	8.59	0.1	
	8	8.7	8.83	1.5	
	10	9.0	8.95	0.6	
2	2	9.8	10.00	2.0	
	4	10.0	10.21	2.1	
	6	10.3	10.38	0.8	
	8	10.4	10.80	3.8	
	10	10.8	10.95	1.4	
3	2	18.9	18.84	0.3	
	4	19.3	19.35	0.3	
	6	22.0	22.06	0.3	
	8	23.6	23.55	0.2	
	10	23.8	23.90	0.4	

Pada Tabel 2 terlihat hasil pengukuran sensor MQ-137 yang digunakan dengan alat ukur kadar amonia eksternal yang berupa Ammonia Gas Detector AR8500. Terlihat besarnya error relatif rata – rata sensor MQ-137 adalah sebesar 1.1%.

3.3. Hasil Pengujian Sistem WSN

Pengujian sistem WSN dilakukan dengan membedakan jarak *sensor node* dengan *sink node*. Variasi jarak digunakan untuk mengetahui apakah sistem WSN dapat berjalan sesuai jarak yang dibutuhkan. Nilai *spreading factor* yang digunakan adalah 7 dan *signal bandwidth* sebesar 123 kHz. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian jarak sistem WSN

No.	Jarak	Durasi (detik)	Percobaan ke-	Jumlah Data Diterima	Error (%)	Error Rata-rata (%)
1	10	60	1	59	1.7	1.7
			2	58	3.3	
			3	60	0.0	
2	20	60	1	58	3.3	3.9
			2	55	8.3	
			3	60	0.0	
3	30	60	1	56	6.7	3.9
			2	57	5.0	
			3	60	0.0	
4	40	60	1	56	6.7	3.3
			2	60	0.0	
			3	58	3.3	
5	50	60	1	60	0.0	3.9
			2	56	6.7	
			3	57	5.0	
6	60	60	1	59	1.7	1.1
			2	59	1.7	
			3	60	0.0	
7	70	60	1	58	3.3	2.8
			2	58	3.3	
			3	59	1.7	
8	80	60	1	57	5.0	6.7
			2	55	8.3	
			3	56	6.7	
9	90	60	1	56	6.7	6.7
			2	58	3.3	
			3	54	10.0	
10	100	60	1	58	3.3	1.7
			2	59	1.7	

			3	60	0.0	
11	110	60	1	57	5.0	2.8
			2	58	3.3	
			3	60	0.0	
			1	55	8.3	
12	120	60	2	59	1.7	3.3
			3	60	0.0	

Pada Tabel 3 terlihat hasil pengujian sistem WSN dengan variasi jarak mulai dari 10 meter hingga 120 meter. Untuk jumlah data yang seharusnya diterima adalah 1 data setiap detiknya, jadi jumlah data yang seharusnya diterima pada setiap pengujian adalah 60 data. Dari tabel 3 dapat terlihat jika error rata-rata sistem WSN pada jarak 10 meter adalah sebesar 1.7%, pada jarak 20 meter sebesar 3.9%, pada jarak 30 meter sebesar 3.9%, pada jarak 40 meter sebesar 3.3%, pada jarak 50 meter sebesar 3.9%, pada jarak 60 meter sebesar 1.1%, pada jarak 70 meter sebesar 2.8%, pada jarak 80 meter sebesar 6.7%, pada jarak 90 meter sebesar 6.7%, pada jarak 100 meter sebesar 1.7%, pada jarak 110 meter sebesar 2.8%, dan jarak 120 meter sebesar 3.3%.

3.4. Hasil Pengujian Daya dan Muatan pada *Sensor Node*

Pengujian ini dilakukan untuk mendesain kebutuhan baterai yang diperlukan pada sistem WSN, terutama pada *sensor node*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mencari besarnya arus yang diperlukan oleh *sensor node*. Hasil pengujian daya dan muatan dapat dilihat pada Tabel 4.

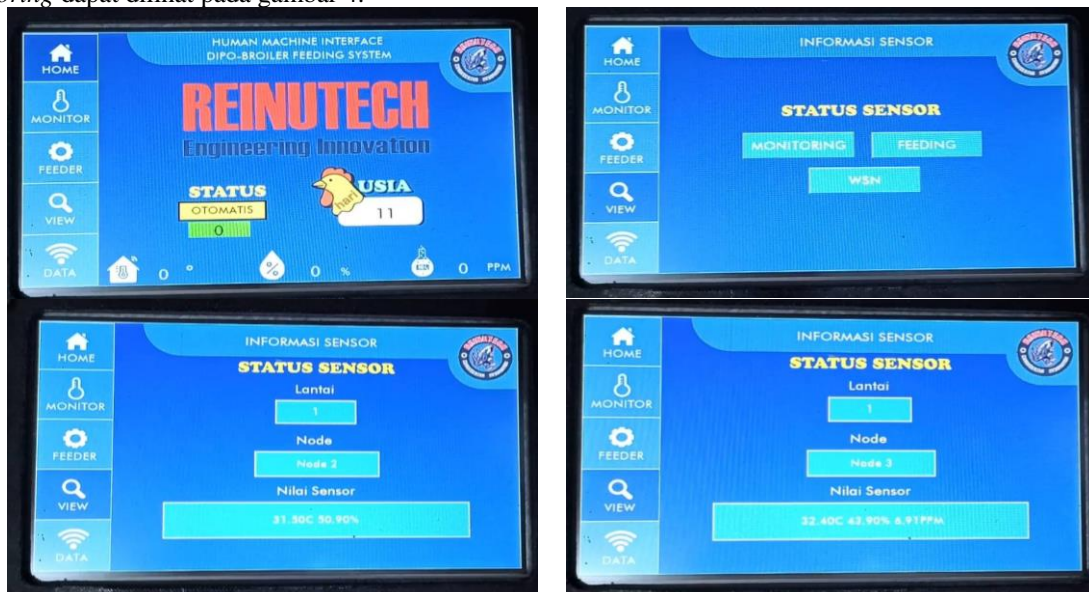
Tabel 4. Hasil pengujian daya dan muatan pada *sensor node*

Sensor yang Digunakan	Arus Listrik (mA)	Daya (mW)	Muatan untuk 1 Hari (mAh)	Muatan Baterai yang Diperlukan (mAh)
DHT22	22	110	528	15.840
DHT22 + MQ-137	122	610	2.928	87.840

Dari hasil pengujian dan perhitungan yang sudah dilakukan dapat ditemukan untuk sensor node dengan DHT22 membutuhkan daya sebesar 110 mW, muatan 528 mAh untuk 1 hari, dan kapasitas baterai sebesar 15.840 mAh untuk 1 kali masa panen. Sensor node dengan DHT22 dan MQ-137 membutuhkan daya sebesar 610 mW, muatan 2.928 mAh untuk 1 hari, dan kapasitas baterai sebesar 87.840 mAh untuk 1 kali masa panen. Dari hasil perhitungan kebutuhan muatan baterai yang diperlukan, maka dapat disimpulkan *power supply* dari arus AC merupakan pilihan yang paling efektif pada sistem WSN yang dirancang.

3.5. Hasil Pengujian Sistem *Monitoring*

Pengujian monitoring dilakukan melalui HMI TFT LCD yang dipasang di kandang ayam. Proses *monitoring* temperatur, kelembaban, dan kadar amonia dapat berjalan dengan lancar. Tampilan dari HMI pada saat melakukan *monitoring* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan *Monitoring* pada HMI TFT LCD

4. Kesimpulan

Pada penelitian Perancangan Sistem WSN untuk *Monitoring* Temperatur, Kelembaban, dan Kadar Amonia pada Kandang Ayam Model *Closed-House*, terdapat beberapa kesimpulan, yaitu berhasil merancang dan membuat sistem WSN (*Wireless Sensor Network*) untuk *monitoring* temperatur, kelembaban, dan kadar amonia pada kandang ayam broiler model *closed-house*. Keseluruhan sistem dapat berjalan dengan baik. Hasil validasi sensor DHT22 dengan sensor LM8010 diperoleh error temperatur dengan rentang 0.4% - 1.5% dan error kelembaban dengan rentang 4.7% - 9.4%. Hasil validasi sensor MQ-137 dengan sensor AR8500 diperoleh error relatif sebesar 1.1%. LoRa SX1278 digunakan sebagai transceiver untuk mengirim dan menerima data pembacaan setiap sensor. Pengiriman data dari *sensor node* dapat berjalan dengan baik pada jarak 10-120 meter dan sistem dapat berjalan optimal pada durasi waktu yang lama. Sistem WSN (*Wireless Sensor Network*) untuk *monitoring* temperatur, kelembaban, dan kadar amonia pada kandang ayam broiler model *closed-house* dapat berjalan sesuai program. Keseluruhan sistem WSN dapat berjalan dengan optimal.

5. Daftar Pustaka

- [1] Aarif, L'housseine, dkk. (2022) '*Experimental test and performance of RSSI-based indoor localization in LoRa Networks*' *Procedia Computer Science*, 203, pp. 420-425.
- [2] Arijuddin, Haidar, dkk. (2019) '*Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network*', *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 3, No. 2, pp. 1655-1659.
- [3] Bathre, Mukesh, Pradipta Kumar Das. (2022) '*Water supply monitoring system with self-powered LoRa based wireless sensor system powered by solar and hydroelectric energy harvester*' *Computer Standards & Interfaces*, 82, pp. 2-6.
- [4] Berto, Riccaedo, dkk. (2021) '*A LoRa-Based Mesh Network for Peer-to-Peer Long-Range Communication*' *Sensors*, 21, 4314, pp. 2-7.
- [5] Bouras, Christos, dkk. (2021) '*Energy efficient mechanism for LoRa networks*' *Internet of Things*, 13, pp. 2-10.
- [6] Cattani, Marco, dkk. (2017) '*An Experimental Evaluation of the Reliability of LoRa Long-Range Low-Power Wireless Communication*' *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 6(7), pp. 1-4.
- [7] Farooq, Muhammad Omer. (2021) '*Multi-hop communication protocol for LoRa with software-defined networking extension*' *Internet of Things*, 14, pp. 2-4.
- [8] Firdaus, dkk. (2017) '*Wireless Sensor Network menggunakan Radio Transceiver 2,4 Ghz pada Aplikasi Sistem Akuisisi Data*', *Industrial Research Workshop and National Seminar Politeknik Negeri Bandung*, pp. 731-736.
- [9] Muhanned, AL-RAWI. (2019) '*Design of 2.4 GHz Transceiver for Wireless Communication*', *Land Forces Academy Review* Vol. XXIV, No 3(95), pp. 232-241.
- [10] Munabbih, M Ihaab . (2020) '*Rancang Bangun Sistem Pemantau Kualitas Udara Menggunakan Arduino dan LoRa Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel*', *Transmisi*, 22, (1), pp. 6-13.
- [11] Pakage, S., Hartono, B., Fanani, Z., dan Nugroho, B. A. (2014) '*Analysis of Technical Efficiency of Poultry Broiler Business with Pattern losed House System in Malang East Java Indonesia*', *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(12), pp.1.
- [12] Prade, Lucio, dkk. (2022) '*Multi-radio and multi-hop LoRa communication architecture for large scale IoT deployment*' *Computers and Electrical Engineering*, 102, pp. 1-5.
- [13] Prasanna, Ram K, dkk. (2021) '*LoRa network based high performance forest fire detection system*, *Materials Today: Proceedings*, pp. 1-5.
- [14] Soim, Sophian, dkk. (2020) '*Analisis Jarak Jangkauan LoRa dengan Parameter RSSI dan Packet Loss pada Area Urban*', *Jurnal Teknologi Technoscientia*, Vol. 13 No. 1, pp. 59-65.
- [15] Wijanarko, Heru, dkk. (2021) '*Penerapan Komunikasi Nirkabel LoRa pada Sistem Pencatat Kehadiran Portabel*', *Journal of Applied Electrical Engineering*, Vol. 5, No. 2, pp. 30-35.