

**RANCANG BANGUN *WIRELESS SENSOR NETWORK* PADA
SISTEM PEMANTAUAN PURWARUPA *GREENHOUSE*
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Hery Ardiyanto

219441010



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Rancang Bangun *Wireless Sensor Network* pada Sistem
Pemantauan Purwarupa *Greenhouse* Berbasis *Internet Of Things***

Oleh:

Hery Ardiyanto

219441010

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 23 Juli 2024

Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Aris Budiyarto, S.T., M.T.

NIP 197012301995121001

Pembimbing II,

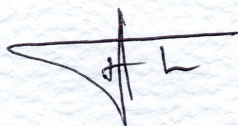


Dini Hadiani, S.Pd., M.Pd.

NIP 197506122005012005

Disahkan,

Penguji I,



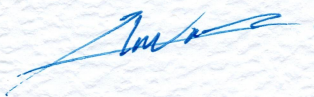
Gun Gun Maulana,

S.Pd., M.T.

NIP.

198204272014041001

Penguji II,



Nur Jamiludin

Ramadhan, S.Tr., M.T.

NIP.

199402272020121005

Penguji III,



Abdur Rohman Harits

Martawireja, S.Si., M.T.

NIP.

198803132019031009

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Hery Ardiyanto
NIM	: 219441010
Jurusan	: Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	: Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	: Diploma 4
Jenis Karya	: Tugas Akhir
Judul Karya	: Rancang Bangun Wireless Sensor Network pada Sistem Pemantauan Purwarupa Greenhouse Berbasis Internet of Things

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 23 – 07 – 2024
Yang Menyatakan,

(Hery Ardiyanto)
NIM 219441010

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hery Ardiyanto
NIM : 219441010
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Wireless Sensor Network pada Sistem Pemantauan Purwarupa Greenhouse Berbasis Internet of Things

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 23 – 07 – 2024
Yang Menyatakan,

(Hery Ardiyanto)
NIM 219441010

MOTO PRIBADI

In omnia paratus.

Selalu siap untuk apapun yang terjadi.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembahyan yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun *Wireless Sensor Network* pada Sistem Pemantauan Purwarupa *Greenhouse* Berbasis *Internet of Things*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mochammad Nurdin, S.T., M.AB.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi , Ibu Nuryanti S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Dr. Aris Budiarto S.T., M.T., dan Ibu Dini Hadiani, S.Pd., M.Pd..
5. Para Penguji siding tugas akhir Bapak Gun Gun Maulana, S.Pd., M.T., Bapak Nur Jamiludin Ramadhan S.Tr., M.T., dan Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja S.Si., M.T..

6. Seluruh panitia tugas akhir AE 2023/2024.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu dan Ayah yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh sahabat dan rekan-rekan yang telah mendukung saya.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 23 Juli 2024

Hery Ardiyanto

ABSTRAK

Kualitas udara dan tanah merupakan hal yang penting dalam sektor pertanian khususnya petani *greenhouse*. Tingkat suhu udara, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan kadar karbon dioksida serta karbon monoksida merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kualitas tanaman. Oleh karena itu, kesehatan lingkungan pada *greenhouse* merupakan salah satu permasalahan penting yang perlu mendapat perhatian khusus dalam pengelolaannya. Salah satu solusi untuk memantau dan mengelola kualitas udara dan tanah secara efektif adalah dengan menggunakan *Wireless Sensor Network* (WSN) atau jaringan sensor nirkabel berbasis *Internet of Things* (IoT). Penggunaan modul ESP-32 sebagai modul *Wi-Fi* banyak digunakan oleh aplikasi berbasis *Internet of Things* karena harga yang cukup terjangkau sehingga mengurangi banyak biaya serta mempunyai kemampuan yang baik serta fiturnya yang lengkap. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan konsep *Wireless Sensor Network* menggunakan modul ESP32 sebagai *microcontroller* dari *master* dan tiap *node* sensor, modul NRF24L01 untuk komunikasi nirkabel WSN, sensor DHT22 untuk memantau nilai suhu dan kelembapan udara, *capacitive soil moisture sensor* untuk memantau kelembapan tanah dari tanaman, sensor MH-Z19 untuk mendeteksi kadar CO_2 di udara, sensor MQ-9 untuk memantau kadar gas CO di udara, serta sensor MQ-2 untuk pendeteksi kebakaran. Selain itu, terdapat aktuator di dalam *greenhouse* seperti *exhaust fan*, *water pump*, dan *buzzer*. Hasil akhir pada penelitian ini adalah sebuah sistem untuk melakukan pemantauan lingkungan pada sebuah *greenhouse* dengan menerapkan komunikasi WSN menggunakan topologi jaringan *star*, serta menggunakan aplikasi berbasis *web* sebagai antarmuka dari hasil pemantauan.

Kata kunci: Karbon Dioksida, Kelembapan Udara, Topologi Star, *Wireless Sensor Network*

ABSTRACT

Air and soil quality are important in the agricultural sector, especially for greenhouse farmers. Air temperature levels, air humidity, soil moisture, and carbon dioxide and carbon monoxide levels are factors that can affect crop quality. Therefore, environmental health in greenhouses is one of the important issues that needs special attention in its management. One solution to effectively monitor and manage air and soil quality is to use a Wireless Sensor Network (WSN) or an Internet of Things (IoT)-based wireless sensor network. The use of the ESP-32 module as a Wi-Fi module is widely used by Internet of Things-based applications because the price is affordable enough to reduce many costs and has good capabilities and complete features. This research aims to develop the concept of Wireless Sensor Network using ESP32 module as the microcontroller of the master and each sensor node, NRF24L01 module for WSN wireless communication, DHT22 sensor to monitor air temperature and humidity values, capacitive soil moisture sensor to monitor soil moisture from plants, MH-Z19 sensor to detect CO_2 levels in the air, MQ-9 sensor to monitor CO gas levels in the air, and MQ-2 sensor for fire detection. In addition, there are actuators in the greenhouse such as exhaust fans, water pumps, and buzzers. The final result of this research is a system for monitoring the environment in a greenhouse by implementing WSN communication using a star network topology, and using a web-based application as an interface to the monitoring results.

Keywords: Air Humidity, Carbon Dioxide, Star Topology, Wireless Sensor Network

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
I BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-4
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-5
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Wireless Sensor Network.....	II-1
II.1.2 Quality of Service (QoS).....	II-2
II.1.3 Greenhouse.....	II-4
II.1.4 Topologi Star.....	II-5
II.1.5 Internet of Things (IoT)	II-5
II.2 Tinjauan Alat.....	II-6
II.2.1 Mikrokontroler ESP32	II-6
II.2.2 Sensor DHT-22	II-6
II.2.3 Capacitive Soil Moisture Sensor.....	II-7
II.2.4 Sensor MH-Z19.....	II-7
II.2.5 Sensor MQ-9	II-8
II.2.6 Sensor MQ-2	II-9
II.2.7 Modul NRF24L01.....	II-9

II.2.8	Exhaust Fan.....	II-10
II.2.9	Water Pump.....	II-10
II.2.10	Modul RTC.....	II-11
II.2.11	MQTT.....	II-11
II.2.12	Node-Red.....	II-12
II.2.13	MySQL	II-13
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-14
III	BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1	Metodologi Penelitian.....	III-1
III.2	Gambaran Umum Sistem.....	III-2
III.3	Diagram Blok Sistem.....	III-3
III.4	Metode Penyelesaian	III-3
III.4.1	Studi Literatur	III-3
III.4.2	Analisis Kebutuhan	III-4
III.4.3	Perancangan Sistem	III-6
III.4.4	Pengujian Sistem.....	III-16
IV	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1	Implementasi.....	IV-1
IV.1.1	Purwarupa Greenhouse	IV-1
IV.1.2	Perangkat Keras	IV-1
IV.1.3	Perangkat Lunak.....	IV-2
IV.2	Pengujian Sensor.....	IV-4
IV.2.1	Sensor DHT22 (Node 1)	IV-4
IV.2.2	Sensor Capacitive Soil Moisture (Node 2).....	IV-6
IV.2.3	Sensor MH-Z19 (Node 3)	IV-8
IV.2.4	Sensor MQ-9 (Node 4).....	IV-10
IV.2.5	Sensor MQ-2 (Node 5).....	IV-12
IV.3	Pengujian Fungsional Aktuator	IV-15
IV.4	Pengujian Latency Pengiriman Data (QoS).....	IV-16
IV.4.1	Latency Pengiriman Data Sensor DHT22 (Node 1)	IV-16
IV.4.2	Latency Pengiriman Data Sensor Capacitive Soil Moisture (Node 2) IV-16	
IV.4.3	Latency Pengiriman Data Sensor MH-Z19 (Node 3)	IV-17
IV.4.4	Latency Pengiriman Data Sensor MQ-9 (Node 4).....	IV-18
IV.4.5	Latency Pengiriman Data Sensor MQ-2 (Node 5).....	IV-18
IV.4.6	Latency Pengiriman Data melalui MQTT.....	IV-19

IV.5	Pengujian Jitter (QoS).....	IV-20
IV.6	Pengujian Packet Loss (QoS)	IV-21
IV.6.1	Pengujian Packet Loss di Dalam Ruangan.....	IV-21
IV.6.2	Pengujian Packet Loss di Luar Ruangan.....	IV-23
IV.7	Pengujian Throughput (QoS).....	IV-24
IV.8	Pengujian Jarak	IV-24
IV.9	Pengujian Antarmuka	IV-25
IV.9.1	Pengujian Login dan Logout.....	IV-25
IV.9.2	Pengujian Histori Data	IV-26
IV.9.3	Pengujian Batch Pengambilan Data	IV-29
V	BAB V PENUTUP	V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-2
	DAFTAR PUSTAKA	xvi
VI	LAMPIRAN	xx

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Standar Nilai Indeks QoS [20]	II-2
Tabel II.2 Standar Nilai Indeks Latency [20].....	II-2
Tabel II.3 Standar Nilai Indeks Jitter [20]	II-3
Tabel II.4 Standar Nilai Indeks Packet Loss [20]	II-3
Tabel II.5 Standar Nilai Indeks Throughput [20].....	II-4
Tabel II.6 Penelitian terdahulu	II-14
Tabel III.1 Kebutuhan <i>Hardware</i>	III-4
Tabel III.2 Spesifikasi <i>Hardware</i> (Laptop).....	III-4
Tabel III.3 Kebutuhan <i>Software</i>	III-4
Tabel IV.1 Pengujian sensor DHT22	IV-5
Tabel IV.2 Pengujian Capacitive Soil Moisture Sensor.....	IV-7
Tabel IV.3 Pengujian sensor MH-Z19	IV-9
Tabel IV.4 Pengujian sensor MQ-9	IV-11
Tabel IV.5 Pengujian sensor MQ-2	IV-13
Tabel IV.6 Pengujian fungsional aktuator	IV-15
Tabel IV.12 Hasil Pengujian Latency MQTT.....	IV-20
Tabel IV.13 Hasil pengujian jitter.....	IV-21
Tabel IV.14 Pengujian packet loss 10 meter dalam ruangan	IV-22
Tabel IV.15 Pengujian packet loss 10 meter luar ruangan.....	IV-23
Tabel IV.16 Hasil pengujian throughput.....	IV-24
Tabel IV.17 Pengujian Jarak	IV-25
Tabel IV.18 Pengujian fungsi login	IV-26
Tabel IV.19 Pengujian fungsi logout	IV-26
Tabel IV.20 Pengujian histori data node 1	IV-27
Tabel IV.21 Pengujian histori data node 2	IV-28
Tabel IV.22 Pengujian histori data node 3	IV-28
Tabel IV.23 Pengujian histori data node 4	IV-29
Tabel IV.24 Pengujian histori data node 5	IV-29
Tabel IV.25 Pengujian input batch.....	IV-30
Tabel IV.26 Pengujian 2 kali input batch.....	IV-31
Tabel IV.27 Pengujian reset batch	IV-31

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Wireless Sensor Network [19].....	II-1
Gambar II.2 Topologi Star [24]	II-5
Gambar II.3 Pin I/O pada ESP32 [28]	II-6
Gambar II.4 Struktur sensor DHT22 [29]	II-7
Gambar II.5 Capacitive Soil Moisture Sensor [32]	II-7
Gambar II.6 Sensor MH-Z19 [33]	II-8
Gambar II.7 Sensor MQ-9 [35]	II-9
Gambar II.8 Sensor MQ-2 [37]	II-9
Gambar II.9 Pinout NRF24L01 [39]	II-10
Gambar II.10 Exhaust Fan [42]	II-10
Gambar II.11 Water Pump DC [43]	II-11
Gambar II.12 <i>Real Time Clock (RTC) Module</i> [44]	II-11
Gambar II.13 <i>MQTT Broker</i> [30]	II-12
Gambar II.14 Node-Red [30]	II-12
Gambar II.15 MySQL [45]	II-13
Gambar III.1 Metodologi Penelitian Waterfall	III-1
Gambar III.2 Gambaran Umum Sistem	III-2
Gambar III.3 Diagram Blok Sistem	III-3
Gambar III.4 Rancangan Struktur Sistem Secara Keseluruhan	III-6
Gambar III.5 Rancangan skematik <i>Master Node</i>	III-7
Gambar III.6 Rancangan <i>board Master Node</i>	III-7
Gambar III.7 Rancangan skematik <i>Node 1 (DHT22)</i>	III-8
Gambar III.8 Rancangan <i>board Node 1 (DHT22)</i>	III-8
Gambar III.9 Rancangan skematik <i>Node 2 (Soil Moisture)</i>	III-9
Gambar III.10 Rancangan <i>board Node 2 (Soil Moisture)</i>	III-9
Gambar III.11 Rancangan skematik <i>Node 3 (MH-Z19)</i>	III-10
Gambar III.12 Rancangan <i>board Node 3 (MH-Z19)</i>	III-10
Gambar III.13 Rancangan skematik <i>Node 4 (MQ-9)</i>	III-11
Gambar III.14 Rancangan <i>board Node 4 (MQ-9)</i>	III-11
Gambar III.15 Rancangan skematik <i>Node 5 (MQ-2)</i>	III-12
Gambar III.16 Rancangan <i>board Node 5 (MQ-2)</i>	III-12
Gambar III.17 Rancangan antarmuka hasil pemantauan	III-13
Gambar III.18 Flowchart Penggunaan Aplikasi	III-13
Gambar III.19 Use Case Diagram	III-14
Gambar III.20 Activity Diagram	III-15
Gambar III.21 Rancangan Purwarupa Greenhouse	III-16
Gambar IV.1 Implementasi Purwarupa Greenhouse	IV-1
Gambar IV.2 Perangkat keras	IV-2
Gambar IV.3 Tampilan node pembacaan sensor	IV-3
Gambar IV.4 Tampilan grafik pada pembacaan sensor	IV-3
Gambar IV.5 Tampilan fitur riwayat pembacaan sensor	IV-3
Gambar IV.6 Pengujian Sensor DHT22	IV-4
Gambar IV.7 Hasil pembacaan sensor DHT22	IV-5
Gambar IV.8 Pengujian <i>Capacitive Soil Moisture Sensor</i>	IV-6
Gambar IV.9 Hasil pembacaan <i>Capacitive Soil Moisture Sensor</i>	IV-7
Gambar IV.10 Pengujian sensor MH-Z19	IV-8

Gambar IV.11 Hasil pembacaan sensor MH-Z19.....	IV-9
Gambar IV.12 Pengujian sensor MQ-9.....	IV-10
Gambar IV.13 Hasil pembacaan sensor MQ-9	IV-11
Gambar IV.14 Pengujian sensor MQ-2.....	IV-12
Gambar IV.15 Hasil pembacaan sensor MQ-2 ketika mendeteksi asap	IV-13
Gambar IV.16 Hasil pembacaan sensor MQ-2 ketika tidak ada asap.....	IV-13
Gambar IV.17 Grafik Latency Node 1.....	IV-16
Gambar IV.18 Grafik Latency Node 2.....	IV-17
Gambar IV.19 Grafik Latency Node 3.....	IV-17
Gambar IV.20 Grafik Latency Node 4.....	IV-18
Gambar IV.21 Grafik Latency Node 5.....	IV-19
Gambar IV.22 Hasil Pengujian Latency MQTT	IV-19
Gambar IV.23 Paket data pengiriman dari node di dalam ruangan	IV-22
Gambar IV.24 Paket data yang diterima pada master/receiver di dalam ruangan	IV-22
Gambar IV.25 Paket data pengiriman dari node di luar ruangan.....	IV-23
Gambar IV.26 Paket data yang diterima master/receiver di dalam ruangan....	IV-23
Gambar IV.27 Throughput yang diterima.....	IV-24
Gambar IV.28 Halaman login	IV-25
Gambar IV.29 Hasil pembacaan histori data pembacaan sensor	IV-27
Gambar IV.30 Input untuk batch yang akan diproses.....	IV-30
Gambar IV.31 Batch yang telah dibuat.....	IV-30
Gambar IV.32 Batch tidak dapat dimasukkan lagi dengan kelompok yang sama	IV-30

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** *Datasheet* ESP-32
- Lampiran 2** *Datasheet* NRF24L01
- Lampiran 3** *Datasheet* DHT-22
- Lampiran 4** *Datasheet* Capacitive Soil Moisture Sensor
- Lampiran 5** *Datasheet* MH-Z19
- Lampiran 6** *Datasheet* MQ-9
- Lampiran 7** *Datasheet* MQ-2
- Lampiran 8** Program Syntax Master (Receiver)
- Lampiran 9** Program Syntax Node Sensor 1 DHT22 (Trasnmitter)
- Lampiran 10** Program Syntax Node Sensor 2 Soil Moisture Sensor (Trasnmitter)
- Lampiran 11** Program Syntax Node Sensor 3 MH-Z19 (Trasnmitter)
- Lampiran 12** Program Syntax Node Sensor 4 MQ-9 (Trasnmitter)
- Lampiran 13** Program Syntax Node Sensor 5 MQ-2 (Trasnmitter)

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

bps = bit per second
CO = *Carbon Monoxide* (karbon monoksida)
CO₂ = *Carbon Dioxide* (karbon dioksida)
CH₄ = Gas Metana
DHT = *Digital Humidity and Temperature*
IoT = *Internet of Things*
LPG = *Liquefied Petroleum Gas*
MB = *Mega Byte*
MHz = *Mega Hertz*
MQTT = *Message Queuing Telemetry Transport*
NDIR = *Non-Dispersive Infrared*
PWM = *Pulse Width Modulation*
QoS = *Quality of Service*
RAM = *Random Acces Memory*
RF = *Radio Frequency*
RTC = *Real Time Clock*
SoC = *System on Chip*
SDLC = *Software/System Development Life Cycle*
SPI = *Serial Peripheral Interface*
SRAM = *Static Random Acces Memory*
UART = *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*
UV = *Ultraviolet*
Wi-Fi = *Wireless Fidelity*
WSN = *Wireless Sensor Network*

PAPER NAME

219441010_hery ardiyanto_rancang ban
gun wireless sensor network pada siste
m pemantauan purwarupa gre

AUTHOR

Hery Ardiyanto

WORD COUNT

11789 Words

CHARACTER COUNT

69036 Characters

PAGE COUNT

77 Pages

FILE SIZE

7.7MB

SUBMISSION DATE

Aug 8, 2024 10:49 AM GMT+7

REPORT DATE

Aug 8, 2024 10:50 AM GMT+7

● 28% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 21% Internet database
- 13% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 21% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk Indonesia, kebutuhan akan makanan terus meningkat. Kondisi ini juga diikuti oleh peningkatan urbanisasi di sektor industri, yang menyebabkan laju urbanisasi di pertanian menurun [1], [2], [3]. Selain itu, peningkatan jumlah hunian penduduk juga berdampak pada pertanian, mengakibatkan penurunan jumlah lahan produktif yang tersedia untuk pertanian [1], [3]. Salah satu solusi agar pertanian dapat terus berjalan di Indonesia adalah dengan menerapkan teknologi *greenhouse*. *Greenhouse* adalah bangunan khusus yang dapat digunakan untuk menanam tanaman dengan menciptakan lingkungan yang terkendali. *Greenhouse* atau rumah kaca biasanya dilengkapi dengan panel transparan berupa plastik UV, akrilik, dan kaca yang memungkinkan cahaya matahari masuk dan menjaga suhu di dalamnya. *Greenhouse* digunakan untuk menanam berbagai jenis tanaman, mulai dari sayuran hingga tanaman hias. Teknologi *greenhouse* adalah salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan pangan yang semakin meningkat karena lahan pertanian semakin berkurang [4], [5].

Dengan memanfaatkan sarana *greenhouse*, kegiatan pertanian tetap dapat dilakukan tanpa khawatir musim yang ekstrem, karena panel transparan pada *greenhouse* berfungsi untuk melindungi tanaman dari gangguan luar seperti hujan deras, angin kencang, dan perubahan suhu yang ekstrem [6], [7]. *Greenhouse* juga dapat digunakan untuk mengendalikan kondisi lingkungan tanaman di dalamnya, dengan parameter seperti suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah yang mempengaruhi kondisi lingkungan serta tanaman [8]. Salah satu cara yang efektif untuk mendukung pertumbuhan pertanian adalah menerapkan sistem tanam dengan prinsip *greenhouse*, prinsip ini sangat ramah lingkungan dan dapat meminimalisir pemanasan global. Keuntungan menerapkan *greenhouse* untuk pertanian, seperti tanaman yang lebih mudah dilindungi dari hama dan penyakit, dan kondisi lingkungan *greenhouse* lebih mudah dipantau untuk mendapatkan hasil tanaman yang terbaik [1], [4], [5].

Untuk memudahkan pemantauan pada sebuah *greenhouse*, *wireless sensor network* (WSN) dapat menjadi salah satu solusi, teknologi ini memungkinkan pengiriman data hasil pemantauan dari sebuah *greenhouse* secara nirkabel dari *node* sensor ke *node master* kemudian diproses untuk dikirim menuju *web server* untuk disimpan pada *database* kemudian dapat ditinjau oleh petani. *Wireless Sensor Network* (WSN) adalah jaringan sensor yang terhubung secara nirkabel ke master atau penerima dan memiliki kemampuan untuk memantau berbagai kondisi fisik seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, tekanan, atau objek lainnya. WSN merupakan sebuah metode komunikasi data dengan kumpulan *node* dan sensor yang mengumpulkan dan mengirimkan data dari *slave node* ke *node* utama (*master/receiver*) secara nirkabel [9], [10]. Secara umum, WSN memiliki beberapa topologi jaringan, diantaranya topologi *star* [11], topologi *tree* [12], topologi *mesh* [13], topologi *bus* [14], dan topologi *point to point* [15]. WSN dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari pemantauan lingkungan, pemantauan infrastruktur, hingga pemantauan dalam bidang kesehatan. Dengan memanfaatkan teknologi nirkabel, WSN memungkinkan pengumpulan data yang luas dan efisien dari berbagai titik dalam suatu area tanpa memerlukan instalasi kabel yang rumit. *Internet of Things*, didefinisikan sebagai kemampuan untuk menghubungkan benda-benda cerdas yang memiliki kemampuan untuk berinteraksi satu sama lain atau dengan berbagai perangkat komputasi cerdas melalui internet. IoT telah diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan dalam berbagai desain [8]. Pada penggunaan IoT, ada beberapa unsur pendukung pada sebuah sistem yang berbasis IoT yaitu, sensor, konektivitas, *interface*, serta perangkat lainnya [16].

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, diperlukan suatu sistem untuk memantau kesehatan sebuah lingkungan pada bangunan *greenhouse*. Pemantauan yang dilakukan mencakup suhu ruangan dan kelembapan udara dengan menggunakan DHT22, kelembapan tanah dengan menggunakan *capacitive soil moisture*, pendeteksi kadar karbon dioksida menggunakan MH-Z19, pendeteksi kadar karbon monoksida menggunakan MQ-9, serta fitur keamanan yaitu pendeteksi asap kebakaran menggunakan MQ-2. Setelah itu, data yang diolah oleh sensor akan ditampilkan oleh *interface* (antarmuka) [17]. Penerapan fungsi IoT pada penelitian ini untuk menampilkan seluruh pengolahan data dari sensor-sensor

yang akan ditampilkan pada *interface*. *Interface* yang akan digunakan adalah aplikasi berbasis *web*. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan beberapa aktuator yaitu, *exhaust fan* untuk menyetabilkan suhu ruangan dan membuang kadar gas CO yang berlebihan, *water pump* untuk mengendalikan kelembaban tanah, serta *buzzer* untuk memberikan tanda adanya asap kebakaran. Pemantauan *greenhouse* ini juga menerapkan sistem komunikasi *wireless sensor network* antara node utama (*master/receiver*) dengan beberapa *slave node* [9], [10]. Penggunaan metode WSN pada penelitian ini karena minim biaya, serta mudah secara perawatannya jika dibandingkan dengan metode komunikasi serial (*wired*) [18]. Pemilihan topologi *star* merupakan pilihan yang tepat karena topologi ini cukup aman dan tahan terhadap lalu lintas jaringan yang tinggi, lebih mudah mendeteksi masalah pada jaringan, serta lebih fleksibel karena semua *slave node* langsung terhubung ke *master node* [11]. Diharapkan penelitian ini menjadi sebuah sistem pemantauan yang efektif bagi para petani *greenhouse* karena *greenhouse* dapat dipantau dengan lebih efektif dan mencakup informasi pemantauan yang dibutuhkan, serta dapat memudahkan dalam melakukan pemantauan dan perawatan pada tanaman *greenhouse*.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, terdapat beberapa rumusan masalah, yaitu :

1. Bagaimana merancang dan membangun sebuah sistem yang dapat melakukan pemantauan terhadap lingkungan pada sebuah purwarupa *greenhouse*?
2. Bagaimana cara mengaplikasikan komunikasi *wireless sensor network* pada sebuah sistem pemantauan *greenhouse*?
3. Bagaimana performa transmisi data dari sistem *wireless sensor network*?
4. Bagaimana antar muka untuk menampilkan data hasil pemantauan?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang diperoleh, maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Sistem pemantauan *greenhouse* dirancang dengan menggunakan 1 buah ESP-32 sebagai *master node/base station* dan 5 buah ESP-32 sebagai *slave node*

dengan menggunakan 5 jenis sensor dan 3 jenis aktuator yang digunakan, yaitu pada *node* 1 terdapat DHT22 dan *exhaust fan*, pada *node* 2 terdapat capacitive soil moisture sensor dan *water pump*, pada *node* 3 terdapat MH-Z19, pada *node* 4 terdapat MQ-9 dan *exhaust fan*, dan pada *node* 5 terdapat MQ-2 dan *active buzzer*. Selain itu, sistem *wireless sensor network* pada pemantauan *greenhouse* ini menggunakan modul NRF24L01 sebagai modul komunikasi untuk pengiriman data antara *node* ke *master*.

2. Sistem pemantauan ini meliputi suhu dan kelembapan ruangan, kelembapan tanah, pendeteksi CO_2 , pendeteksi CO, dan sensor asap kebakaran.
3. Sistem pemantauan *greenhouse* ini berupa pemantauan pada purwarupa *greenhouse* tanpa menerapkan prinsip kerja *greenhouse* secara nyata.
4. Sistem pemantauan ini difokuskan pada rancangan *wireless sensor network* yang diterapkan pada sebuah purwarupa *greenhouse*, tidak terfokus pada tanaman yang digunakan, prinsip kesehatan lingkungan secara sepenuhnya, dan prinsip penggunaan *greenhouse* secara sepenuhnya.
5. Jenis topologi jaringan yang digunakan pada *wireless sensor network* ini adalah topologi *star*.
6. Pemantauan purwarupa *greenhouse* ini menerapkan aplikasi berbasis *web* sebagai antarmuka.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini, yaitu :

1. Untuk pengujian sistem komunikasi *wireless sensor network*,
2. Untuk pengembangan dan pengaplikasian sistem *wireless sensor network*,
3. Mengaplikasikan *wireless sensor network* untuk melakukan pemantauan pada purwarupa *greenhouse*.

Manfaat dari penelitian ini, yaitu :

1. Bagi Pendidikan
Menambah pengetahuan di bidang pendidikan khususnya bidang otomasi mengenai sistem komunikasi data *wireless sensor network*.
2. Bagi Penelitian

Memberikan dan menambah pengetahuan pada peneliti mengenai perancangan sistem pemantauan *greenhouse* berbasis IoT dengan menerapkan konsep komunikasi antar sensornya dengan sistem *wireless sensor network*.

3. Bagi Masyarakat

Menjadi alat bantu para petani *greenhouse* untuk memantau kondisi kesehatan lingkungan *greenhouse*.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait, serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil penelitian tugas akhir berupa implementasi dan pengujian sistem,

BAB V KESIMPULAN, berisi kesimpulan pada hasil penelitian tugas akhir berdasarkan rumusan masalah yang dibuat.