

**PENERAPAN TOPOLOGI *MESH* PADA *MASTER-SLAVE*
UNTUK PENGIRIMAN PAKET DATA SENSOR
*SOIL MOISTURE***

**AWAL CAHYO BAYU AJI
H1051201030**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025**

**PENERAPAN TOPOLOGI *MESH* PADA *MASTER-SLAVE*
UNTUK PENGIRIMAN PAKET DATA SENSOR
*SOIL MOISTURE***

**AWAL CAHYO BAYU AJI
H1051201030**

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer



**PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Penerapan Topologi *Mesh* Pada *Master-Slave* Untuk Pengiriman Paket Data Sensor *Soil Moisture*
Nama Mahasiswa : Awal Cahyo Bayu Aji
NIM : H051201030
Jurusan/Program Studi : Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus : 24 Juli 2025
SK Pembimbing : No. 1487/UN22.8/TD.06/2024 /Tanggal 28 Mei 2024
SK Penguji : No. 2357/UN22.8/TD.06/2025 /Tanggal 22 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I



Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.
198607012014041001

Pembimbing II



Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.
198003192015042001

Dosen Penguji

Ketua Penguji



Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.
199012012019031017

Anggota Penguji



Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom.
199007232023211017

Pimpinan Sidang
(merangkap anggota penguji)



Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs.
198607012014041001

Sekretaris Sidang
(merangkap anggota penguji)



Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs.
198003192015042001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura



Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Awal Cahyo Bayu Aji

NIM : H105120130

Program Studi/ Jurusan : Rekayasa Sistem Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam (MIPA)

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 24 Juli 2025



Awal Cahyo Bayu Aji
H1051201030

**PENERAPAN TOPOLOGI MESH PADA *MASTER-SLAVE* UNTUK
PENGIRIMAN PAKET DATA SENSOR
SOIL MOISTURE**

Abstrak

Sektor pertanian membutuhkan sistem pemantauan tanah yang andal untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal. Salah satu parameter penting yang perlu dipantau adalah kelembaban tanah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kelembaban tanah dengan menerapkan topologi *mesh* pada arsitektur *master-slave*. Sistem ini menggunakan empat buah NodeMCU ESP32, terdiri dari satu *master* dan tiga *slave* yang masing-masing terhubung dengan empat sensor *soil moisture*. Data yang diperoleh dari setiap *slave* akan dikirimkan ke *master*, yang kemudian diteruskan ke *cloud server*. Topologi *Mesh* diterapkan agar sistem tetap dapat mengirimkan data meskipun node *master* mengalami kegagalan, dengan menunjuk node *slave* sebagai *backup master* secara statis. Sistem ini juga mengimplementasikan *batch processing* untuk pengiriman data yang lebih efisien. Hasil pengujian sembilan skenario menunjukkan bahwa pada skenario 1, 2, 3, 4, 7, dan 8, sistem berhasil mencapai tingkat *packet loss* 0% dimana menurut standar TIPHON termasuk dalam kategori sangat bagus. Total *packet loss* dari keseluruhan pengujian berada pada 0,13%, menurut standar TIPHON termasuk dalam kategori sangat bagus. Dengan demikian, sistem ini dapat mengatasi kehilangan data dan memastikan pengiriman data secara berkelanjutan.

Kata kunci: topologi *mesh*, *master-slave*, *packet loss*, *backup master*.

**PENERAPAN TOPOLOGI MESH PADA MASTER-SLAVE UNTUK
PENGIRIMAN PAKET DATA SENSOR
SOIL MOISTURE**

Abstract

The agricultural sector requires a reliable soil monitoring system to ensure optimal plant growth. One of the key parameters that must be monitored is soil moisture. This research aims to design and implement a soil moisture monitoring system using a mesh topology within a master-slave architecture. The system consists of four NodeMCU ESP32 devices: one master node and three slave nodes, each connected to four soil moisture sensors. Data collected by each slave is transmitted to the master node, which then forwards it to a cloud server. The mesh topology is applied to ensure continuous data transmission even if the master node fails, by statically assigning one of the slave nodes as a backup master. The system also implements batch processing to enhance data transmission efficiency. Testing was conducted across nine scenarios, and results show that in scenarios 1, 2, 3, 4, 7, and 8, the system achieved a 0% packet loss rate, which, according to the TIPHON standard, is categorized as very good. Additionally, the total packet loss across all scenarios was only 0.13%, also classified as very good under the TIPHON standard. These results demonstrate the system's ability to prevent data loss and ensure reliable data transmission.

Keywords: *mesh topology, master-slave, packet loss, backup master*

PRAKATA

Segala puji dan syukur panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Penerapan Topologi *Mesh* Pada *Master-Slave* Untuk Pengiriman Paket Data Sensor *Soil Moisture*”** Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu untuk memperoleh gelar (S.kom.) pada jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura Pontianak.

Semua hasil yang diperoleh ini tidak lepas dari segala dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang terus mendorong penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Sebagai penghargaan, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak dan sekaligus dosen Penguji Pertama yang telah memberikan kontribusi dengan memberikan masukan dan pertanyaan yang memperkaya isi dari tugas akhir ini.
3. Bapak Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs., sebagai dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan masukan serta meluangkan waktu dan pikiran yang memberikan dorongan dalam bimbingan penulisan skripsi.
4. Ibu Dwi Marisa Midyanti, S.T., M.Cs., sebagai dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan masukan serta meluangkan waktu dan pikiran yang memberikan dorongan dalam bimbingan penulisan skripsi.
5. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., selaku dosen Penguji Pertama dan Pembimbing Akademik (PA), yang telah memberikan kontribusi dengan memberikan masukan dan pertanyaan yang memperkaya isi dari tugas akhir ini.

6. Bapak Hafiz Muhardi, S.T., M.Kom., selaku dosen Penguji Kedua, yang telah memberikan kontribusi dengan memberikan masukan dan pertanyaan yang memperkaya isi dari tugas akhir ini.
7. Kepada orang tua yang selalu memberi doa, dukungan, motivasi, dan kasih sayang tanpa henti sepanjang perjalanan penulisan tugas akhir ini.
8. Teman-Teman Santai Dulu Agim Aljanata Azwar dan Dimas Bayu Saputro yang senantiasa menemani, memberi semangat dan bantuan dalam bentuk apapun sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
9. Teman-teman TRF Athif, Frans Antonio Tampubolon, Akmal hidayat, Widya Putri, Weni, Agamita Syasa yang memberi semangat dan saran dalam tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan.
10. Para rekan-rekan seperjuangan mahasiswa khususnya Sistem Komputer 2020 (SyComAs) yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menjalani proses perkuliahan dan penulisan tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang terlibat langsung maupun yang tidak langsung dalam penulisan tugas akhir ini.

Pontianak, 24 Juli 2025

Awal Cahyo Bayu Aji

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK	ii
Abstrak	iv
Abstract	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR KODE PROGRAM	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu	7
2.2 NodeMCU ESP32	8
2.3 Sensor <i>Soil Moisture</i>	8
2.4 <i>Master-Slave</i>	9
2.5 Topologi <i>Mesh</i>	9
2.6 Batch Processing	10
2.7 <i>Cloud Server</i>	11
2.8 Arduino IDE	11
2.9 Laravel	12
2.10 <i>Wireshark</i>	12
2.11 <i>Packet loss</i>	13
2.12 Balsamiq Mockup	13
2.13 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	15
3.1 Studi Literatur	15
3.2 Analisis Kebutuhan	16
3.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras	16
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	16
3.3 Perancangan Sistem	16
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras	16
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak	16
3.4 Implementasi	17

3.5	Pengujian	17
3.6	Kesimpulan	17
BAB 4 PERANCANGAN		18
4.1	Deskripsi Sistem	18
4.2	Perancangan Arsitektur Sistem	18
4.3	Perancangan Perangkat Keras.....	20
4.3.1	Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Pada Node <i>Slave</i> Dan Node Serial	21
4.3.2	Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Pada Node <i>Master</i> Dan Node Serial	23
4.3.3	Perancangan Keseluruhan Perangkat	24
4.4	Perancangan Perangkat Lunak.....	25
4.4.1	Perancangan Aplikasi <i>Website</i> Sistem <i>Monitoring</i> Berbasis <i>Master-Slave</i>	27
4.4.2	Perancangan Sistem Komunikasi Antara <i>Master</i> , <i>Backup Mater</i> dengan <i>Cloud server</i>	30
4.4.3	Perancangan Komunikasi Antara <i>Master</i> dengan <i>Slave</i>	30
4.4.4	Perancangan Komukasi Antara <i>Backup master</i> dan <i>Slave</i>	31
4.4.5	Perancangan Keseluruhan Perangkat Lunak.....	31
4.5	Perancangan Basis Data.....	32
4.5.1	Tabel <i>users</i>	34
4.5.2	Tabel <i>Nodes</i>	34
4.5.3	Tabel <i>Soil Moistures Data</i>	35
4.5.4	Tabel <i>Sensors</i>	35
4.5.5	Tabel <i>Logs</i>	36
4.6	Perancangan Antar Muka.....	36
4.6.1	Perancangan Antarmuka <i>Website</i>	36
4.7	Perancangan Pengujian Sistem <i>Monitoring</i> Tanaman Menggunakan Topologi <i>Mesh</i> Berbasis <i>Master-Slave</i>	40
4.8	Perancangan Pengujian Sistem <i>Monitoring</i> Tanah Berbasis Topologi <i>Mesh</i> Berbasis <i>Master-Slave</i> Untuk Pergantian Node.....	41
4.9	Perancangan Pengujian <i>Black box</i>	47
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....		49
5.1	Implementasi Perangkat Keras	49
5.1.1	Implementasi Sistem <i>Monitoring</i> pada Node <i>Slave</i> dan Node Serial	49
5.1.2	Implementasi Sistem <i>Monitoring</i> Pada Node <i>Master</i> dan Node Serial	50
5.2	Implementasi Perangkat Lunak	51
5.2.1	Implementasi Sistem Komunikasi Antara <i>Master</i> dengan <i>Cloud server</i>	51
5.2.2	Implementasi Sistem Komunikasi Antara <i>Master</i> dengan <i>Slave</i>	55
5.2.3	Implementasi Pergantian Antar Node	58

5.2.4	Implementasi Komunikasi Antara <i>Slave</i> Dengan <i>Cloud server</i> .	59
5.2.5	Tampilan Halaman Depan Pada Website.....	63
5.2.6	Tampilan Halaman Login Pada Admin	64
5.2.7	Tampilan halaman <i>Dashboard</i> Admin.....	64
5.2.8	Tampilan Halaman Detail Node	65
5.2.9	Tampilan Halaman Log	65
5.3	Pengujian Sistem.....	66
5.3.1	Pengujian Sistem Monitoring Tanah Berbasis <i>Master-Slave</i>	66
5.3.2	Pengujian Sistem Monitoring Tanah Berbasis <i>Master-Slave</i> Untuk Pergantian Dari <i>Master</i> Ke <i>Slave</i> Dengan Topologi <i>Mesh</i>	72
5.4	Pengujian Black Box	93
5.5	Pembahasan	95
BAB 6 PENUTUP.....		97
6.1	Kesimpulan	97
6.2	Saran	97
DAFTAR PUSTAKA		99
LAMPIRAN		101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Node MCU ESP32	8
Gambar 2. 2 Sensor <i>Soil Moisture</i>	8
Gambar 2. 3 Arsitektur <i>Master-Slave</i>	9
Gambar 2. 4 Topologi <i>Mesh</i>	10
Gambar 2. 5 <i>Batch Processing</i>	10
Gambar 2. 6 Arduino IDE.....	11
Gambar 2. 7 <i>Wireshark</i>	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir	15
Gambar 4. 1 Arsitektur Sistem <i>Master-Slave</i>	19
Gambar 4. 2 Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Tanah Pada Node <i>Slave</i>	22
Gambar 4. 3 Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Pada Node <i>Master</i>	23
Gambar 4. 4 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras.....	25
Gambar 4. 5 Diagram Alir pada Saat Node <i>Slave</i> Mengirimkan Data ke Node <i>Master</i>	26
Gambar 4. 6 Diagram Alir pada Saat Node <i>Master</i> Mati	27
Gambar 4. 7 <i>Flowchart</i> Aplikasi <i>Website</i> Sistem <i>Monitoring</i> Kelembaban Tanah Berbasis <i>Master-Slave</i>	29
Gambar 4. 8 Perancangan Komunikasi Antar <i>Master</i> Dan <i>Slave</i>	30
Gambar 4. 9 Perancangan Komunikasi Antara <i>Backup Master</i> dan <i>Slave</i>	31
Gambar 4. 10 Perancangan Keseluruhan Perangkat Lunak	32
Gambar 4. 11 Rancangan Basis Data.....	33
Gambar 4. 12 Tampilan Halaman <i>Landing Page</i>	37
Gambar 4. 13 Tampilan Halaman <i>Dashboard</i> Admin	37
Gambar 4. 14 Tampilan Halaman Node <i>Slave</i>	38
Gambar 4. 15 Tampilan Halaman Log.....	39
Gambar 4. 16 Tampilan Halaman Profil.....	39
Gambar 4. 17 diagram alir Pengujian Sistem <i>Monitoring</i> Tanah Menggunakan Topologi <i>Mesh</i> Berbasis <i>Master-Slave</i>	40
Gambar 4. 18 <i>Master</i> Mengambil Alih.....	41
Gambar 4. 19 <i>Slave</i> 1 Mengambil Alih Sebagai <i>Backup master</i>	42
Gambar 4. 20 <i>Slave</i> 2 Mengambil Alih Sebagai <i>Backup master</i>	42
Gambar 4. 21 <i>Slave</i> 3 Mengambil Alih Sebagai <i>Backup master</i>	43
Gambar 4. 22 <i>Slave</i> 2 Mengambil Alih Kembali Sebagai <i>Backup master</i>	43
Gambar 4. 23 <i>Slave</i> 1 Mengambil Alih Kembali Sebagai <i>Backup master</i>	44
Gambar 4. 24 <i>Master</i> Mengambil Alih Kembali	44
Gambar 4. 25 <i>Slave</i> 1 Dan <i>Slave</i> 2 Aktif	45
Gambar 4. 26 <i>slave</i> 1 dan <i>slave</i> 3 aktif.....	45
Gambar 4. 27 Diagram alir Pengujian Sistem <i>Monitoring</i> Tanah Menggunakan Topologi <i>Mesh</i> Berbasis <i>Master-Slave</i> Untuk Pergantian Node.....	47

Gambar 5. 1 Implementasi Sistem Monitoring pada Node <i>Slave</i> dan Node Serial	50
Gambar 5. 2 Implementasi Sistem <i>Monitoring</i> Pada Node <i>Master</i> dan Node Serial .	51
Gambar 5. 3 Hasil Implementasi Sistem Komunikasi Antara Node <i>Master</i> dan <i>Cloud server</i>	53
Gambar 5. 4 Implementasi Sistem Komunikasi Antara <i>Master</i> dengan <i>Slave</i>	56
Gambar 5. 5 Implementasi Sistem Komunikasi Antara Node <i>Slave (Backup master)</i> Dan <i>Cloud server</i>	61
Gambar 5. 6 Tampilan Halaman Depan <i>Website</i>	63
Gambar 5. 7 Tampilan Halaman Login Admin	64
Gambar 5. 8 Tampilan Halaman Dashboard.....	64
Gambar 5. 9 Tampilan Halaman Detail Node.....	65
Gambar 5. 10 Tampilan Halaman Log.....	66
Gambar 5. 11 Implementasi Pengiriman Data ke ESP Serial	67
Gambar 5. 12 Implementasi Heartbeat dan Request pada <i>Slave</i>	68
Gambar 5. 13 Implementasi Pengiriman ACK pada <i>Master</i>	69
Gambar 5. 14 Grafik Jumlah Pengiriman dan <i>Packet loss</i> Berbasis <i>Master-Slave</i>	70
Gambar 5. 15 Grafik Ukuran Rata-rata Paket Data Berbasis <i>Master-Slave</i> pada Node <i>Master</i>	70
Gambar 5. 16 Grafik Jumlah Pengiriman dan <i>Packet loss</i> Berbasis <i>Master-Slave</i>	71
Gambar 5. 17 Grafik Ukuran Rata-rata Paket Data Berbasis <i>Master-Slave</i> pada Node <i>Salve</i> Satu, Kedua, dan Ketiga	71
Gambar 5. 18 Hasil Pengujian Pergantian Node dari Node <i>Master</i> Ke Node <i>Slave</i> ..	73
Gambar 5. 19 Hasil Pengujian Node <i>Backup master</i> Mengirimkan Data ke <i>Cloud server</i>	73
Gambar 5. 20 Grafik Ukuran Paket Data Pada Node <i>Master</i>	75
Gambar 5. 21 Grafik <i>Packet loss</i> Pada Node <i>Master</i>	75
Gambar 5. 22 Waktu Perpindahan Yang Tercatat pada Wireshark dan Data Yang Masuk.....	76
Gambar 5. 23 Grafik Ukuran Paket Data pada Node <i>Slave</i> Satu	77
Gambar 5. 24 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Slave</i> Satu	77
Gambar 5. 25 Grafik Ukuran Paket Data Pada Node <i>Slave</i> Dua	78
Gambar 5. 26 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Slave</i> Dua.....	78
Gambar 5. 27 Grafik Ukuran Paket Data Pada Node <i>Slave</i> Tiga.....	79
Gambar 5. 28 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Slave</i> Tiga	79
Gambar 5. 29 Grafik Ukuran Paket Data Pada Node <i>Master</i>	82
Gambar 5. 30 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Master</i>	82
Gambar 5. 31 Waktu Perpindahan Yang Tercatat Pada Wireshark	82
Gambar 5. 32 Grafik Ukuran Paket Data Pada Node <i>Slave</i> Satu	83
Gambar 5. 33 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Slave</i> Satu	84
Gambar 5. 34 Grafik Ukuran Paket Data Pada Node <i>Slave</i> Dua	84
Gambar 5. 35 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Slave</i> Dua.....	85
Gambar 5. 36 Grafik Ukuran Paket Data Pada Node <i>Slave</i> Tiga.....	85
Gambar 5. 37 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Slave</i> Tiga	86

Gambar 5. 38 Grafik Ukuran Packet Data pada Node <i>Master</i>	88
Gambar 5. 39 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Master</i>	88
Gambar 5. 40 Waktu Perpindahan Yang Tercatat Pada Wireshark	89
Gambar 5. 41 Grafik Ukuran Packet Data pada Node <i>Slave</i> Satu	90
Gambar 5. 42 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Slave</i> Satu	90
Gambar 5. 43 Grafik Ukuran Packet Data Pada Node <i>Slave</i> Dua	91
Gambar 5. 44 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Slave</i> Dua.....	91
Gambar 5. 45 Grafik Ukuran Packet Data Pada Node <i>Slave</i> Tiga.....	92
Gambar 5. 46 Grafik <i>Packet loss</i> pada Node <i>Slave</i> Tiga	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 2. 2. Performansi <i>Packet loss</i> Jaringan Standar TIPHON.....	13
Tabel 4. 1 Penggunaan Pin ESP32 Dengan Sensor <i>Soil Moisture</i>	22
Tabel 4. 2 Penggunaan Pin ESP32 Dengan Node Serial	24
Tabel 4. 3 Rancangan Tabel Users.....	34
Tabel 4. 4 Rancangan Tabel Nodes.....	34
Tabel 4. 5. Rancangan Tabel <i>Soil Moistures Data</i>	35
Tabel 4. 6. Rancangan Tabel <i>Sensors</i>	35
Tabel 4. 7. Rancangan Tabel <i>Logs</i>	36
Tabel 4. 8. Pengujian Pergantian Node.....	46
Tabel 4. 9. Perancangan Pengujian <i>Black Box</i> Pada Pengguna	48
Tabel 5. 1. Hasil Pengujian Pertama Sembilan Skenario.....	74
Tabel 5. 2. Hasil Pengujian Kedua Sembilan Skenario	80
Tabel 5. 3. Hasil Pengujian Ketiga Sembilan Skenario	86
Tabel 5. 4. Hasil Pengujian <i>Black Box</i>	93

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5. 1 Sistem <i>Monitoring</i> Pada Node <i>Master</i> Menerima Data Dari Node <i>Slave</i> lalu mengirimkan ke node serial.....	51
Kode Program 5. 2 Pengiriman Data ke <i>Cloud server</i> Pada Node Serial	53
Kode Program 5. 3 Menerima Data dan Menyimpan ke <i>Cloud server</i>	54
Kode Program 5. 4 Sistem <i>Monitoring</i> Pada Node <i>Slave</i> Mengirimkan Data ke Node <i>Master</i>	56
Kode Program 5. 5 Node <i>Master</i> Untuk Menerima Data Dari Node <i>Slave</i>	57
Kode Program 5. 6 Melakukan Pergantian Dan Pemulihan Sesuai Hirarki	58
Kode Program 5. 7 Node <i>Slave</i> Menjadi <i>Backup master</i> Mengirimkan Data Ke Node Serial	60
Kode Program 5. 8 Kode Program pengiriman data ke <i>cloud server</i>	62
Kode Program 5. 9 Menerima Data Dan Menyimpan ke <i>Cloud server</i>	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian memiliki peran penting sebagai penopang kehidupan masyarakat karena menyediakan berbagai kebutuhan penting seperti pangan, bahan baku industri, dan sumber energi, serta berperan dalam pengelolaan lingkungan. Negara Indonesia, sebagai negara agraris, memprioritaskan pembangunan pada sektor pertanian sebagai sumber mata pencaharian utama dan penopang pembangunan. Meskipun mayoritas penduduk bekerja di sektor pertanian, produktivitasnya masih rendah, terutama karena kurangnya kemahiran dalam mengelola lahan pertanian dan hasilnya (Sari, dkk, 2021). Tanaman pertanian adalah tanaman yang paling sering dimanfaatkan oleh penduduk Indonesia. Para petani di Indonesia terus berupaya mengembangkan cara produksi agar dapat memenuhi permintaan yang terus berkembang di pasar. Dalam upaya ini, pemantauan yang cermat terhadap kesuburan tanah yang menjadi kunci untuk memastikan pertumbuhan dan hasil tanaman yang optimal (Barusm, dkk, 2023).

Pada bidang pertanian, pertumbuhan tumbuhan sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban tanah. Secara umum, suhu yang optimal untuk pertumbuhan sebagian besar tanaman berkisar antara 20-30°C, dengan variasi suhu yang lebih rendah pada malam hari (Gunawan, 2016). Kadar air tanah yang ideal untuk mayoritas tanaman berkisar antara 50-70%, tergantung pada jenis dan fase pertumbuhan tanaman. Pentingnya pemantauan terus-menerus terhadap kondisi tanah untuk pertumbuhan tanaman sangatlah berpengaruh, terutama dalam bidang pertanian atau perkebunan, di mana perubahan kondisi tanah tersebut dapat berdampak langsung pada pertumbuhan tanaman (Meilianto, Dkk, 2022).

Pada umumnya pemantauan menggunakan banyak *node* yang digunakan dalam pengiriman data secara bersamaan. Dalam kondisi ini sensor-sensor akan terus-menerus mengirimkan data dan mentransmisikan melalui jaringan. Ketika menggunakan banyak *node* untuk mengirimkan data bisa menyebabkan kehilangan

data ketika salah satu node mengalami masalah. Untuk mengatasi masalah ini, solusi yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan topologi *mesh* pada sistem *master-slave*. Dengan menerapkan topologi *mesh* pada sistem *master-slave* dapat memperoleh fitur *self healing* ketika ada salah satu node yang mati, pengiriman data sensor *soil moisture* dapat dilakukan secara terus menerus. Ketika node *master* mengalami kegagalan, tugasnya akan digantikan oleh node *slave* yang lain. Node *slave* tersebut akan menjadi *master* untuk memastikan keberlanjutan pengiriman data. Dengan demikian, penerapan topologi *mesh* dapat meminimalkan *packet loss* saat mengirimkan data dan memastikan pengiriman serta pemantauan data secara terus-menerus. Konsep *self-healing* yang telah dijelaskan sebelumnya telah diimplementasikan dalam penelitian terdahulu yang secara khusus mengeksplorasi topologi *mesh* untuk sistem IoT.

Penelitian sebelumnya menggunakan topologi *mesh* yang berjudul “*Visual Self-healing Modelling for Reliable Internet-of-Things Systems*” (Dias, dkk., 2020). Membahas tentang pengembangan sistem IoT yang dapat melakukan *self healing* ketika terjadi pada masalah. Menggunakan Node-RED (platform visual untuk IoT), para peneliti membuat ekstensi khusus yang memungkinkan sistem mendeteksi kerusakan dan langsung mengatasinya secara otomatis. Pengujian dilakukan pada *SmartLab* dengan tiga skenario, ketidak tersediaan *message broker*, sensor rusak, dan gangguan koneksi. Hasilnya menunjukkan sistem berhasil mendeteksi masalah dan melakukan perbaikan sendiri tanpa bantuan manusia, sehingga sistem IoT menjadi lebih andal dan tidak mudah rusak. Sementara topologi *mesh* fokus pada aspek *self-healing*, implementasi sistem *master-slave* dalam komunikasi nirkabel juga menjadi pendekatan penting yang telah diteliti untuk memastikan transmisi data.

Penelitian lain yang dilakukan menggunakan *master-slave* yaitu “*Development of NRF24L01 Communication Module-Based Temperature Monitoring System*” dengan membahas *Development of NRF24L01 Communication Module-Based Temperature Monitoring System* (Anastasia, dkk, 2022)”. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur suhu pada rentang 27-50°C melalui sensor PT100 pada Modul Plant. Data dikirim dari Arduino ke LabVIEW secara nirkabel menggunakan NRF24L01.

Hasil dari penelitian ini sistem berhasil mengirimkan dan memantau data suhu secara nirkabel dari *slave* ke *master* dengan tingkat akurasi yang baik. Dan rata-rata persentase eror sistem adalah 0,00453% yang menunjukkan tingkat akurasi yang baik. Kedua pendekatan teknologi komunikasi tersebut kemudian dapat diaplikasikan dalam konteks monitoring pertanian, sebagaimana yang telah diterapkan dalam sistem monitoring tanaman.

Penelitian selanjutnya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah Untuk Tanaman Cabai Berbasis IoT (*Internet of Things*)” (Talli, dkk. 2023). Membahas tentang sistem monitoring kualitas tanah untuk tanaman cabai berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan modul nodeMCU ESP8266, Arduino Uno, serta sensor tanah, sensor kelembaban tanah (*soil moisture*), dan sensor suhu dan kelembaban (DHT11). Hasil penelitian dapat mengukur kadar tanah dan kelembaban tanah, sehingga dapat membantu petani cabai dalam pemantauan tanaman cabai.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka diangkatlah sebuah penelitian yang berjudul “Penerapan Topologi *Mesh* Pada *Master-Slave* Untuk Melakukan Pengiriman Data Sensor *Soil Moisture*”. Dengan masukan data sensor berupa kelembaban tanah. Oleh karena itu, implementasi sistem pemantauan melibatkan pengumpulan data sensor dari node klien (*slave*) menuju satu node pusat (*master*) sebagai tahap awal sebelum transmisi ke *cloud server*. Arsitektur ini mampu meminimalkan *packet loss* karena sistem dilengkapi dengan kemampuan *self-healing*, dimana node *slave* dapat secara dinamis menggantikan fungsi node *master* yang mengalami gangguan, sehingga kontinuitas pengiriman data sensor tetap terjaga.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana performa topologi *mesh* pada sistem *master-slave* pada saat pergantian node untuk pengiriman paket data sensor *soil moisture* terkait dengan persentase *packet loss*?
2. Bagaimana waktu pergantian peran node dalam sistem *master-slave* dengan

topologi *mesh* ketika terjadi kegagalan pada node *master*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun batasan tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengevaluasi performa sistem *master-slave* yang menggunakan topologi *mesh* untuk pengiriman paket data sensor *soil moisture* terkait dengan presentase *packet loss*.
2. Menganalisis faktor yang memengaruhi durasi *failover* antar-node dalam sistem *master-slave* berbasis topologi *mesh*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini berfokus pada pergantian antar *node master* dan *slave*.
2. Menggunakan empat buah ESP-32, tiga sebagai *slave* dan satu sebagai *master*.
3. Menggunakan sensor kelembaban tanah. Penelitian tidak akan memperhitungkan parameter lain yang ada di unsur tanah.
4. Penelitian akan menggunakan 12 sensor kelembaban tanah yang ditempatkan pada tanah.
5. Data akan dikumpulkan dan dikirimkan ke *cloud server* untuk penyimpanan dan kemudian ditampilkan melalui sebuah website.
6. Penelitian ini tidak membahas tentang *delay* namun, hanya berfokus pada *packet loss* data.
7. Penelitian dibatasi pada penggunaan topologi *mesh* untuk komunikasi *master-slave* guna mencegah *loop* dan *broadcast storm*.
8. Penelitian ini tidak membahas analisis atau pengaruh kelembaban tanah, melainkan fokus pada teknologi pemantauannya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem pemantauan kelembaban tanah dengan menerapkan topologi *mesh* pada sistem *master-slave*, dimana sistem ini

dapat mengurangi *packet loss* dan memastikan keberlanjutan pengiriman data sensor *soil moisture* ke *cloud server* melalui mekanisme pergantian otomatis dari node *master* ke node *slave* saat terjadi kegagalan sistem. Penelitian ini mengatasi permasalahan kehilangan data (*packet loss*) ketika salah satu node mengalami kerusakan atau gangguan. Dengan mengintegrasikan fitur *self-healing* melalui topologi *mesh*, sistem yang dikembangkan mampu memberikan solusi praktis bagi petani untuk memantau kondisi kelembaban tanah secara real-time tanpa khawatir terhadap gangguan teknis.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini adalah:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan untuk menggambarkan secara umum isi dari masing-masing bab.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab landasan teori berisi tentang perbandingan penelitian terdahulu, dan dasar-dasar teori pendukung dalam penelitian seperti Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP32, Modul Relay, Lampu LED 10 volt, Arduino IDE, Algoritma C5.0, Confussion Matrix.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian berisi tentang langkah-langkah dalam melakukan penelitian yang terdiri dari diagram alir penelitian, studi literatur, metode pengumpulan data, analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, perancangan, implementasi, pengujian dan integrasi.

BAB 4 PERANCANGAN

Bab perancangan berisi tentang tahapan dalam melakukan perancangan sistem yang terdiri dari deskripsi sistem, perancangan arsitektur sistem, perancangan

perangkat keras, perancangan perangkat lunak, perancangan basis data, perancangan antar muka, dan perancangan pengujian black box.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab implementasi, pengujian, dan pembahasan memuat tentang tahapan yang dilakukan untuk mengimplementasikan, menguji dan membahas sistem yang terdiri dari implementasi sistem, kode program, perhitungan dan pengukuran, pengujian sistem dan pembahasan.

BAB 6 PENUTUP

Bab penutup terdiri dari kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang bermanfaat untuk pengembangan sistem selanjutnya.