

**IMPLEMENTASI JARINGAN MESH PADA *MICROCONTROLLER*
ESP32**

PROJEK

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di
Program Studi Teknik Komputer DIII



Oleh :

Muhammad Zakki Farhan
09040581822008

PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

AGUSTUS 2023

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI JARINGAN MESH PADA MICROCONTROLLER ESP32

PROJEK

Sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di
Program Studi Teknik Komputer DIII

Oleh :

MUHAMMAD ZAKKI FARHAN

09040581822008

Palembang, 31 Juli 2023

Pembimbing

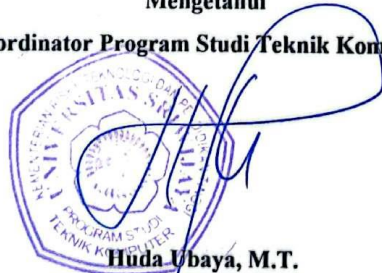


Huda Ubaya, M.T.

NIP 198106162012121003

Mengetahui

Koordinator Program Studi Teknik Komputer,



Huda Ubaya, M.T.

NIP 198106162012121003

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : 28 Juli 2023

Tim penguji :

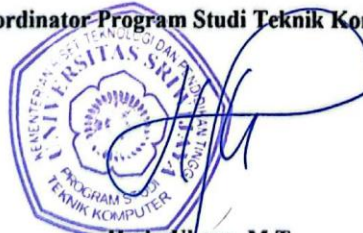
1. Ketua : Sarmayanta Sembiring, M.T
2. Pembimbing : Huda Ubaya, M.T
3. Penguji : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.



Handwritten signatures of the examiners, including a date stamp "11/8/2023".

Mengetahui

Koordinator Program Studi Teknik Komputer,



Huda Ubaya, M.T.

NIP 198106162012121003

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Zakki Farhan
NIM : 09040581822008
Program Studi : Teknik Komputer
Peminatan : Teknik Komputer Jaringan
Judul : Implementasi Jaringan Mesh Pada

Microcontroller Esp32

Hasil iThenticate/Turnitin : 13%

Menyatakan bahwa Laporan Projek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat, apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.

Palembang, 31 Juli 2023



Muhammad Zakki Farhan
NIM 09040581822008

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Bermimpilah dalam hidup, jangan hidup dalam mimpi
-Andrea Hirata-

Masa depan adalah milik mereka yang percaya pada keindahan mimpi mereka
-Eleanor Roosevelt-

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”(Al-Baqarah:286)

PERSEMBAHAN

*Dengan mengucap syukur alhamdulillah atas Allah Subhanahu wa Ta'ala,
kupersembahkan karya kecil ini untuk...*

Kedua orang tua tercinta

(Papa Adi Yuliansyah dan Mama Yulia Purnamasari)

Kedua Adik Kesayangan

(M.Hatta dan Garda Patra Satya)

Sahabat seperjuanganku

(Dandy Abizar Pamungkas dan Ahmad Arbain)

Almamater perjuangan

(Universitas Sriwijaya)

Agustus 2023

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena berkat nikmat rahmat dan karunia-Nyalah penulis dapat menyelesaikan penulisan projek akhir dengan judul **“IMPLEMENTASI JARINGAN MESH PADA MICROCONTROLLER ESP32** “. Penulisan projek ahir ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya untuk memperoleh gelar Ahli Madya Komputer.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, membimbing, dan terus mendukung penulis dalam menyelesaikan laporan kerja praktik ini di antaranya:

1. Allah SWT, yang selalu memberikan rencana dan jalan yang terbaik, mempermudah segala urusan, yang telah memberikan kesehatan, ilmu dan rizki yang tak dapat di hitung jumlahnya.
2. Nabi Muhammad SAW, yang mana mengingatnya membuat hati terasa tenang, kata-kata dalam riwayat hadistnya selalu memberikan semangat serta motivasi untuk terus menuntut ilmu dan berlomba dalam kebaikan.
3. Kedua Orang tua, kedua adik saya, serta keluarga tercinta, yang senantiasa untuk mendidik serta memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan projek akhir.
4. Bapak Huda Ubaya, M.T. selaku Dosen Pembimbing Projek Akhir, yang telah memberikan bimbingan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan projek akhir.
5. Bapak Huda Ubaya, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Muhammad Ali Buchari, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang telah membimbing dari awal masuk hingga selesainya projek akhir.

7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
8. Staff di Program Studi Teknik Komputer, khususnya Mbak Faula yang selalu membantu menyelesaikan proses administrasi.
9. Keluarga Besar Fakultas Ilmu Komputer, bagian akademik, kemahasiswaan, tata usaha, perlengkapan, dan keuangan.
10. Seluruh Pimpinan yang ada di lingkungan Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya.
11. Teman teman seperjuangan angkatan 2018 yang saling menghibur satu sama lain Dalam pengerjaan proyek akhir bu yani, sifa, zorgy dan brandi. Sukses selalu untuk kita semua.
12. Serta semua pihak yang telah membatu baik moril maupun materil yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam penyelesaian proyek akhir ini. Terima kasih semuanya.

Semoga dengan terselesainya proyek ahir ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi kita semua dalam mempelajari Implementasi Jaringan Mesh Pada *Microcontroller Esp32*.

Dalam penulisan laporan ini, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan, oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan laporan proyek akhir ini, agar menjadi lebih baik dimasa yang akan datang.

Palembang, 31 Juli 2023

Muhammad Zakki Farhan

IMPLEMENTASI JARINGAN MESH PADA *MICROCONTROLLER* ESP32

Oleh :

Muhammad Zakki Farhan

09040581822008

Abstrak

Jaringan mesh merupakan jaringan yang terdiri dari beberapa simpul (node) yang saling terhubung dan dapat saling berkomunikasi satu sama lain. Setiap simpul dalam jaringan mesh dapat berfungsi sebagai pengirim dan penerima data, sehingga memungkinkan adanya multiple hop atau pengiriman data melalui beberapa simpul sekaligus. Esp32 merupakan salah satu mikrokontroler yang sangat populer di kalangan pengembang IoT karena memiliki performa yang cukup tinggi serta dilengkapi dengan berbagai fitur yang mendukung konektivitas, seperti WiFi dan Bluetooth. Dapat membentuk jaringan mandiri yang adaptif dan dapat beradaptasi dengan perubahan topologi. Untuk memperluas jangkauan jaringan. Bagaimana cara kerja Esp32 dalam mengirimkan data di jaringan Mesh Bagaimana skalabilitas pada jaringan mesh Esp32. Pada kerangka kerja ini akan menjelaskan pada tahapan penelitian yang meliputi perancangan pada sistem, pengujian dan analisis. Proses perancangan menjelaskan bagaimana perancangan sistem, pendekatan yang digunakan dan skema pengujian terhadap sistem. Jaringan Mesh menunjukkan stabilitas koneksi yang sangat baik.

Kata Kunci : ESP32, IoT, node, *Mesh*

MESH NETWORK IMPLEMENTATION ON ESP32 MICROCONTROLLER

By :

Muhammad Zakki Farhan

09040581822008

Abstract

A mesh network is a network consisting of several nodes that are connected and can communicate with each other. Each node in a mesh network can function as a sender and receiver of data, thus enabling multiple hops or sending data through several nodes at once. Esp32 is a very popular microcontroller among IoT developers because it has quite high performance and is equipped with various features that support connectivity, such as WiFi and Bluetooth. Can form an adaptive self-sustaining network and can adapt to topology changes. To extend network coverage. How does Esp32 work in sending data on Mesh network How is scalability on Esp32 mesh network. This framework will explain the research stages which include system design, testing and analysis. The design process describes how to design the system, the approach used and the testing scheme for the system. The Mesh network shows very good connection stability.

Keywords : ESP32, IoT, nodes, Mesh

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
Abstrak.....	i
Abstract.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
1.4 Rumusan Masalah.....	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Metodologi Penelitian.....	3
1.7 SISTEMATIKA PENELITIAN.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 MESH	5
2.2 INTERNET OF THINGS (IoT).....	6
2.3 MIKROKONTROLLER ESP32.....	7
2.4 ARDUINO IDE	8
2.5 MENULIS SKETSA.....	9
2.6 UPLOADING	9
2.7 LIBRARY	10
2.8 SERIAL MONITOR.....	10
2.9 PREFERENCES	11
2.10 BOARDS	11
BAB III.....	12
METODOLOGI PENELITIAN	12

3.1	PENDAHULUAN	12
3.2	KERANGKA KERJA.....	12
3.3	TOPOLOGI.....	12
3.4	SPESIFIKASI ALAT.....	14
3.4.1.	PERANGKAT KERAS (<i>HARDWARE</i>).....	14
3.4.2.	PERANGKAT LUNAK (<i>SOFTWARE</i>).....	15
3.5	PENERAPAN ESP MESH.....	16
3.6	PERANCANGAN SISTEM.....	17
3.6.1.	Setting ESP32 pada Arduino IDE.....	17
3.6.2.	Instalasi Board Manager ESP32.....	18
3.6.3.	Melakukan pada Instalasi Board ESP32.....	18
3.6.4.	WIFIScan.....	19
3.7	SKENARIO	20
3.7.1	SKENARIO 10 Meter	20
3.7.2	Skenario 20 Meter.....	21
3.7.3	Skenario 30 Meter.....	21
3.8	FLOWCHART SKENARIO ESP MESH	21
3.9	Denah Skenario Pengujian.....	22
BAB IV		23
HASIL DAN ANALISIS.....		23
4.1	Pendahuluan.....	23
4.2	Node Sender.....	23
4.3	Node Receiver.....	24
4.4	Pengujian Jarak 10 Meter.....	25
4.5	Pengujian Jarak 20 Meter.....	26
4.6	Pengujian Jarak 30 Meter.....	28
4.7	Hasil Pengujian Jarak 10 , 20 dan 30 Meter	30
4.8	Hasil Jika Node Berhasil Tersambung.....	31
4.9	Hasil Jika Node Berhasil Terputus	32
BAB V.....		33
KESIMPULAN DAN SARAN		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		34
LAMPIRAN.....		35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Esp <i>Mesh Network Architecture</i>	5
Gambar 2.2 Arsitektur <i>Internet Of Things</i>	7
Gambar 2.3 <i>Mikrokontroller ESP32</i>	7
Gambar 2.4 Cara Kerja Jaringan Mesh	8
Gambar 2.5 <i>Arduino IDE</i>	9
Gambar 3.1 Diagram Kerangka Kerja	12
Gambar 3.2 Topologi <i>Mesh</i>	13
Gambar 3.3 Konfigurasi Menu Board Manager	17
Gambar 3.4 Konfigurasi Board Manager ESP32	18
Gambar 3.5 Instalasi Board Manager ESP32	18
Gambar 3.6 Menu Pemilihan Board ESP32	19
Gambar 3.7 WIFIScan	19
Gambar 3.8 Hasil WIFIScan	20
Gambar 3.9 Topologi Skenario Pengujian	20
Gambar 3.10 Flowchart ESP32 Mesh	21
Gambar 3.11 Denah Skenario Pengujian	22
Gambar 4.1 Hello From Node	24
Gambar 4.2 Node Receiver	24
Gambar 4.3 ESP32 jarak 10 meter	25
Gambar 4.4 Hasil Echonode node 1, 2 dan 3	26
Gambar 4.5 Node 4 dan 7 ke node 1	26
Gambar 4.6 ESP32 jarak 20 meter	27
Gambar 4.7 Hasil Echonode 4, 5 dan 6	27
Gambar 4.8 Node 2 dan 8 ke node 4	28
Gambar 4.9 ESP32 Jarak 30 Meter	28
Gambar 4.10 Hasil Echonode 7, 8 dan 9	29
Gambar 4.11 Node 3 dan 6 ke node 9	29
Gambar 4.12 Hasil -dBm 10, 20 dan 30 meter 30	30
Gambar 4.13 Node 9 mengirim ke node 4, 5 dan 6	30
Gambar 4.14 Node 6 mengirim ke node 1, 2 dan 3	30
Gambar 4.15 Node 0 mengirim ke semua node	31
Gambar 4.16 Node berhasil tersambung	31
Gambar 4.17 Node berhasil terputus	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi ESP32	14
Tabel 3.2 Spesifikasi ESP32	14
Tabel 3.3 Spesifikasi ESP32	14
Tabel 4.1 Spesifikasi ESP32	23

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
SKTA	A-1
Kartu Konsultasi Pembimbing I.....	B-1
Verifikasi Hasil Siluet.....	C-1
Surat Rekomendasi Projek pembimbing I	D-1
Turnitin Plagiarism	E-1
Form Revisi Penguji.....	F-1
Form Revisi Pembimbing I.....	F-2

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era digital yang semakin berkembang, jaringan komunikasi sangat penting dalam mendukung aktivitas manusia. Salah satu bentuk jaringan komunikasi yang saat ini semakin populer adalah jaringan mesh. Jaringan mesh merupakan jaringan yang terdiri dari beberapa simpul (node) yang saling terhubung dan dapat saling berkomunikasi satu sama lain. Setiap simpul dalam jaringan mesh dapat berfungsi sebagai pengirim dan penerima data, sehingga memungkinkan adanya multiple hop atau pengiriman data melalui beberapa simpul sekaligus. Esp32 merupakan salah satu mikrokontroler yang sangat populer di kalangan pengembang IoT karena memiliki performa yang cukup tinggi serta dilengkapi dengan berbagai fitur yang mendukung konektivitas, seperti WiFi dan Bluetooth. Esp32 juga dapat diimplementasikan sebagai simpul dalam jaringan mesh, sehingga memungkinkan pengembang untuk membuat jaringan IoT yang lebih fleksibel dan skalabel.[1]

Dalam implementasi jaringan mesh pada Esp32, terdapat beberapa protokol yang dapat digunakan, seperti protokol Thread, BLE Mesh, dan ESP-MESH. Masing-masing protokol memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri, sehingga pengembang dapat memilih protokol yang paling sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang dibangun. Dengan adanya jaringan mesh, pengembang dapat membuat sistem IoT yang lebih efisien dalam penggunaan energi dan memiliki jangkauan jaringan yang lebih luas. Pada kesempatan ini, kita akan membahas mengenai implementasi jaringan mesh pada Esp32 dengan menggunakan protokol ESP-MESH. Protokol ini dikembangkan oleh Espressif, pembuat Esp32, dan memiliki keunggulan dalam hal kemudahan penggunaan dan konfigurasi. Dalam implementasi jaringan mesh dengan protokol ESP-MESH, Esp32 dapat berfungsi sebagai simpul induk (root node) atau simpul anak (child node), tergantung pada konfigurasi yang dilakukan. Dengan demikian, jaringan mesh pada Esp32 dapat digunakan untuk berbagai aplikasi IoT, seperti smart home, smart industry, dan smart city.

Konsep Internet of Things (IoT) adalah konsep dimana objek memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui internet tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Internet of Things

biasanya didukung oleh perangkat atau pengontrol yang digunakan untuk membawa sensor dan aktuator seperti Intel Edison, Intel Galileo, Raspberry Pi, prosesor berbasis Arduino dan lainnya. masyarakat dapat di tepis karena adanya informasi secara akurat dari monitoring tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut. Sistem tersebut adalah jaringan mesh pada microcontroller esp32 yang berfungsi fleksibilitas dalam konfigurasi jaringan dan pengiriman data yang lebih efisien.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui cara kerja ESP32 saling berkomunikasi di jaringan Mesh.
2. Dapat membentuk jaringan mandiri yang adaptif dan dapat beradaptasi dengan perubahan topologi.
3. Untuk memperluas jangkauan jaringan.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir yang dilakukan, antara lain :

1. Dapat digunakan dalam penelitian lainnya yang menggunakan jaringan Mesh
2. Memperluas jangkauan jaringan tanpa infrastruktur yang kompleks.
3. Agar dapat diketahui skalabilitas jaringan yang lebih baik.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan di atas, adapun beberapa rumusan

masalah yang terdapat pada penelitian ini:

1. Bagaimana cara kerja ESP32 dalam mengirimkan data di jaringan Mesh?
2. Bagaimana skalabilitas pada jaringan mesh Esp32?
3. Apa manfaat dari jaringan mesh pada Esp32 dalam aplikasi IoT?

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Modul yang digunakan adalah modul WiFi ESP32 berjumlah 10 Modul.
2. Jaringan Mesh yang digunakan hanya di jaringan local.
3. Parameter yang digunakan adalah delay, persentase packet loss, dan throughput.

1.6 Metodologi Penelitian

Agar tujuan penelitian ini tercapai berikut beberapa tahapan yang akan dilewati yaitu :

1. Tahapan Literature Pada Tahap pertama ini diawali dengan mencari masalah yang sesuai dan relevan untuk diangkat sebagai penelitian. Setelah itu, mencari beberapa sumber seperti artikel, jurnal, buku, dan yang lainnya yang berhubungan langsung dengan tugas akhir.
2. Perancangan Sistem pada tahapan ini merupakan tahapan mengenai bagaimana membangun dan menerapkan metode pada sistem tugas akhir. Selain itu, apa yang digunakan pada penelitian seperti hardware dan software, kemudian bagaimana proses konfigurasi ataupun menulis kode untuk penerapan metode pada tugas akhir.
3. Pengujian pada tahap ketiga ini merupakan tahap lanjutan dari perancangan system dimana pada tahap ini dilakukan pengujian berdasarkan metodologi penelitian dan penelitian sebelumnya sehingga didapatkan hasil uji yang sesuai dan tepat secara konsep ataupun praktis.
4. Analisa pada tahap ini adalah menganalisa data hasil pengujian dengan diterapkan pendekatan tertentu, sehingga didapat hasil yang objektif dimana data diperoleh dari proses pengujian.
5. Tahapan Hasil dan Kesimpulan Pada tahap ini menjelaskan mengenai hasil dari perancangan penelitian dan dapat mengambil kesimpulan dari pembuatan projek akhir yang telah dibuat.

1.7 SISTEMATIKA PENELITIAN

Untuk memudahkan dalam proses penyusunan tugas akhir ini dan memperjelas isi dari setiap bab maka dibuat sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan secara sistematis mengenai landasan topik penelitian yang meliputi latar belakang, Tujuan, Manfaat, Rumusan dan Batasan Masalah. Kemudian Metodologi Penelitian dan yang terakhir mengenai sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dasar – dasar teori dari penelitian terkait mengenai pengertian monitoring, Internet of Thing, Mikrokontroler ESP32, Jaringan Mesh. Yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara sistematis, bagaimana proses penelitian dilakukan. Penjelasan pada bab ini meliputi tahapan perancangan sistem (System design) dan penerapan penelitian.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini menjelaskan hasil pengujian yang dilakukan serta analisis dari tiap data yang diperoleh dari hasil pengujian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan tentang penelitian yang dilakukan, serta menjawab tujuan yang hendak dicapai pada BAB I PENDAHULUAN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Al Amien and C. Wibowo, "Implementasi Wireless Mesh Network Menggunakan Controller Access Point System Manager Di Lingkungan Kampus Universitas Muhammadiyah Riau," *J. Fasilkom*, vol. 7, no. 2, pp. 273–283, 2018, doi: 10.37859/jf.v7i2.658.
- [2] I. W. Pramono, A. S. Anwar, and A. A. Rizky, "Perancangan Sistem Transceiver Sebagai Repeater Berbasis NodeMCU," *J. Petik*, vol. 8, no. 1, pp. 11–18, 2022, doi: 10.31980/jpetik.v8i1.1291.
- [3] P. K. Kusumadani, I. Wahidah, and ..., "Analisis Keamanan Pada Bluetooth Low Energy (ble): Implementasi Di Wireless Body Area Network (wban) Menggunakan Watchdog Sebagai Intrusion Detection ...," *eProceedings ...*, vol. 9, no. 2, pp. 325–330, 2022, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/17567>
- [4] Kalisa, A. Nurdin, and M. Fadhli, "Perancangan Alat Peringatan Dini Longsor dengan Sensor Ultrasonik dan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Internet of Things," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind. 2019*, vol. 5, no. 2, pp. 188–192, 2019.
- [5] F. M. Darajat *et al.*, "Sistem Monitoring Reservoir Air Terdistribusi Sebagai Pendukung Smart Building," vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2016.
- [6] K. Muhammad, S. Hadiyoso, and Y. S. Hariyani, "IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK UNTUK KONTROL PERANGKAT ELEKTRONIK (SUBSYSTEM MASTER NODE) IMPLEMENTATION OF WIRELESS SENSOR NETWORK FOR CONTROLLING ELECTRONIC DEVICES (MASTER NODE SUBSYSTEM)," vol. 1, no. 3, 2015.
- [7] A. S. Putra, H. Sukri, and K. Zuhri, "Sistem Monitoring Realtime Jaringan Irigasi Desa (JIDES) Dengan Konsep Jaringan Sensor Nirkabel," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 8, no. 2, p. 221, 2018, doi: 10.22146/ijeis.39783.
- [8] F. Yunazar, "Implementasi teknologi wireless mesh untuk jaringan komunikasi data pada wireless weather station," *INKOM J.*, 2013, [Online]. Available: <https://jurnal.informatika.lipi.go.id/index.php/inkom/article/view/191>
- [9] M. Jufri and H. Heryanto, "Analisa dan Implementasi Wireless Outdoor Connection Menggunakan Unifi AC Mesh Pada PT. Bandar Abadi," *Conf. Business, Soc. Sci. ...*, vol. 1, no. 1, pp. 537–546, 2021, [Online]. Available: <https://journal.uib.ac.id/index.php/conescintech/article/view/5910>
- [10] M. A. Rizqulloh, Lintang, D Wahyudin, and R Pramudita, "Distribusi Air Ledeng Dan Metering Menggunakan Mesh Network Untuk Perumahan," *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 8, no. 2, pp. 325–331, 2022, doi: 10.33197/jitter.vol8.iss2.2022.837.
- [11] R. A. Setyawan, A. Muttaqin, and M. Muslichin, "Optimasi Daya Baterai Menggunakan Bluetooth Low Energy Pada Routing di Wireless Sensor Network," *J. EECCIS (Electrics, Electron. Commun. Control. Informatics, Syst.)*, vol. 15, no. 2, pp. 62–67, 2022, doi: 10.21776/jeccis.v15i2.1545.