



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SKRIPSI



Rancang Bangun Sistem Monitoring

Kondisi Kandang Sapi Perah Berbasis *Wireless Sensor Network*

Disusun oleh

Fidela Puri Wedyanti

2103421026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fidela Puri Wedyanti
NIM : 2103421026
Tanda Tangan : 
Tanggal : 26 Juni 2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

Tugas Akhir Diajukan Oleh

Nama : Fidela Puri Wedyanti

NIM : 2103421026

Program Studi : Broadband Multimedia

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Kandang
Sapi Perah Berbasis *Wireless sensor network*

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada 30 Juni 2025 dan dinyatakan
LULUS.

Pembimbing: Agus Wag yana, S.T., M.T. ()
NIP. 196808241999031002

Depok, 21 Juli 2025
Disahkan oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwi yanti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Kandang Sapi Perah Berbasis *Wireless sensor network*” ini. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Tidak lupa untuk menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Agus Wagyana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak dan Ibu pemilik Kandang Sapi Peternakan Perhimpunan Peternak Sapi Perah-Sapi Potong (PPSP-SP), Tanjung Barat, Jakarta Selatan sebagai mitra.
3. Orang tua dan adik-adik atas doa dan dukungan yang telah menjadi sumber penguat utama dan semangat Penulis dalam menjalani perjalanan ini hingga akhirnya sampai ke titik ini.
4. Muhammad Ridho Alfikri yang dengan sabar mendukung, menemani dan meluangkan waktunya di tengah kesibukan untuk membantu Penulis sampai ke titik ini.
5. Sahabat omaygat (Naila, Novita, Rahma, Ghani, Icad, dan Fazle), fansclub (Acha, Sabila, dan Azzahra), Desy, Farah, Leni, Junita, dan teman-teman lainnya yang selalu memberikan dukungn dan semangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya..

Depok, 25 Juni 2025

Fidela Puri Wedyanti



Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Kandang Sapi Perah Berbasis Wireless sensor network

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring kandang sapi perah berbasis Wireless sensor network (WSN) untuk memantau kondisi suhu, kelembaban, dan kadar gas amonia secara real-time. Sistem terdiri dari dua Node berbasis mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi sensor DHT22 dan MQ135. Node bertugas membaca data lingkungan kandang, lalu mengirimkannya ke Gateway menggunakan protokol komunikasi ESP-NOW. Gateway kemudian meneruskan data tersebut ke Firebase Realtime Database melalui koneksi Wi-Fi. Data yang tersimpan ditampilkan dalam aplikasi Android bernama TERNAQU, yang dilengkapi fitur notifikasi peringatan apabila nilai sensor melebihi ambang batas. Pengujian dilakukan di Peternakan Perhimpunan Peternak Sapi Perah-Sapi Potong (PPSP-SP), Tanjung Barat, Jakarta Selatan, selama Juni 2025. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki rata-rata selisih pembacaan suhu sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$ – $0,8^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban sebesar $0,2\%$ – $1,2\%$ RH dibandingkan alat ukur standar. Sensor MQ135 merespons perubahan kadar amonia secara signifikan, dengan nilai tertinggi 13 ppm saat kandang kotor dan suhu tinggi. Komunikasi ESP-NOW menunjukkan keberhasilan pengiriman data hingga 100% pada jarak 1–50 meter tanpa penghalang. Sistem ini berhasil memberikan informasi suhu, kelembapan, dan kadar gas amonia pada kandang sapi perah secara real-time saat dibandingkan data di Firebase dan Aplikasi. Dengan demikian, sistem ini layak untuk digunakan di kandang sapi perah.

Kata Kunci: Wireless sensor network, ESP32, ESP-NOW, Firebase, DHT22, MQ135, Amonia, Monitoring Kandang.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Design and Construction of a Wireless sensor network Based Dairy Cow Pen Condition Monitoring System

Abstract

This research developed a dairy cattle barn monitoring system based on a Wireless sensor network (WSN) to monitor temperature, humidity, and ammonia gas levels in real-time. The system consists of two Node devices using ESP32 microcontrollers equipped with DHT22 and MQ135 sensors. Each Node reads environmental data and transmits it to a Gateway using the ESP-NOW communication protocol. The Gateway then forwards the data to Firebase Realtime Database via Wi-Fi. The collected data is displayed in an Android application named TERNAQU, which includes a warning notification feature when sensor values exceed predefined thresholds. Testing was conducted at the PPSP-SP Dairy Cattle Farm, Tanjung Barat, South Jakarta, in June 2025. The results showed that the DHT22 sensor had an average temperature reading difference of 0.1°C–0.8°C and a humidity deviation of 0.2%–1.2% RH compared to standard measuring instruments. The MQ135 sensor responded significantly to changes in ammonia concentration, with the highest recorded value of 13 ppm in dirty and high-temperature barn conditions. The ESP-NOW communication protocol achieved a 100% data transmission success rate at distances of 1–50 meters without obstacles. This system successfully provides real-time information on temperature, humidity, and ammonia gas levels in the dairy cow barn, as verified by the data on Firebase and the application. Therefore, the system is considered suitable for use in dairy cow barns.

Keywords: Wireless sensor network, ESP32, ESP-NOW, Firebase, DHT22, MQ135, Ammonia, Barn Monitoring.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kandang Sapi Perah	4
2.2 <i>Wireless sensor network</i> (WSN)	6
2.3 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	9
2.4 ESP32	12
2.5 ESP-NOW	14
2.6 DHT22.....	16
2.7 Sensor MQ135.....	18
2.8 Modul DFPlayer Mini	19
2.9 Arduino IDE	21
2.10 Android Studio	23
2.11 Firebase	25
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	27
3.1 Perencanaan Skripsi	27
3.1.1 Perancangan Alat	31
3.1.2 Perancangan Aplikasi Android	37
3.2 Realisasi Sistem.....	43
3.2.1 Realisasi Alat	44
3.2.2 Realisasi Aplikasi.....	45
3.3 Realisasi Program.....	49



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.3.1	Realisasi Pemrograman pada Alat	49
3.4	Realisasi Pemrograman pada Aplikasi	61
3.4.11	Notifikasi Aplikasi	95
3.5	Realisasi Pemrograman <i>Back-end</i>	96
3.5.1	Firestore Realtime Database	96
3.5.2	Firestore Authentication	98
3.5.3	<i>SharedPreferences</i>	100
BAB IV PEMBAHASAN.....		101
4.1	Pengujian Akurasi Suhu	101
4.1.1	Deskripsi Pengujian	101
4.1.2	Prosedur Pengujian	101
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	103
4.1.4	Analisis Data	104
4.2	Pengujian Akurasi Kelembaban	108
4.2.1	Deskripsi Pengujian	108
4.2.2	Prosedur Pengujian	108
4.2.3	Data Hasil Pengujian.....	110
4.2.4	Analisi Data.....	111
4.3	Pengujian Gas Amonia	114
4.3.1	Deskripsi Pengujian	114
4.3.2	Prosedur Pengujian	115
4.3.3	Data Hasil Pengujian.....	115
4.3.4	Analisis Data	116
4.4	Pengujian Performasi ESP-NOW.....	118
4.4.1	Deskripsi Pengujian	118
4.4.2	Prosedur Pengujian	119
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	119
4.4.4	Analisis Data	120
4.5	Pengujian Aplikasi	120
4.5.1	Deskripsi Pengujian	120
4.5.2	Prosedur Pengujian	120
4.5.3	Data Hasil Pengujian.....	121
4.5.4	Analisis Data	121
BAB V PENUTUP		123
5.1	Kesimpulan.....	123
5.2	Saran	124



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA	125
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	131
LAMPIRAN.....	132



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kandang Sapi Perah	5
Gambar 2.2 Arsitektur <i>Wireless sensor network</i> (WSN)	7
Gambar 2.3 Arsitektur Node Sensor	7
Gambar 2.4 Karakteristik Internet of Things (IoT).....	10
Gambar 2.5 Arsitektur IoT Tiga Lapis.....	11
Gambar 2.6 Diagram Blok ESP32	12
Gambar 2.7 Pinout ESP32	13
Gambar 2.8 Komunikasi ESP-NOW.....	15
Gambar 2.9 DHT.....	16
Gambar 2.10 MQ135	18
Gambar 2.11 DFPlayer Mini.....	19
Gambar 2.12 Arduino IDE.....	22
Gambar 2.13 Android Studio	24
Gambar 2.14 Layanan Firebase Realtime Database	25
Gambar 3.1 Kondisi Kandang Sapi.....	28
Gambar 3.2 Layout Kandang Sapi	30
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem	30
Gambar 3.4 Ilustrasi alat	32
Gambar 3.5 Flowchart Sistem.....	34
Gambar 3.6 Mockup Menu Splash	38
Gambar 3.7 Mockup Menu Login.....	39
Gambar 3.8 Mockup Menu Home	40
Gambar 3.9 Mockup Menu Monitoring.....	40
Gambar 3.10 Mockup Menu Kontrol Kipas	41
Gambar 3.11 Mockup Menu Note	42
Gambar 3.12 Use Case Aplikasi	43
Gambar 3.13 Realisasi Node.....	44
Gambar 3.14 Realisasi Gateway	45
Gambar 3.15 Node Monitor	98
Gambar 3.16 Node Kontrol.....	98
Gambar 3.17 Daftar Provider Aktif	99
Gambar 3.18 Daftar User	99
Gambar 4.1 Ilustrasi Layout Pengujian Akurasi Suhu.....	102
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Suhu Berdasarkan Kondisi Lingkungan Tertentu (Node 1).....	105
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Akurasi Suhu Sepanjang Hari (Node 1)	106
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Akurasi Suhu Sepanjang Hari (Node 2)	107
Gambar 4.5 Ilustrasi Layout Pengujian Akurasi Kelembaban.....	109
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Akurasi Kelembaban Berdasarkan Kondisi Lingkungan Tertentu	112
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Akurasi Kelembaban Sepanjang Hari (Node 1) .	113
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Akurasi Kelembaban Sepanjang Hari (Node 2) .	113
Gambar 4. 9 Pengujian Kadar Gas Amonia Berdasarkan Kondisi Lingkungan Tertentu	116



Gambar 4.10 Grafik Pengujian Akurasi Kadar Gas Amonia Sepanjang Hari	117
Gambar 4. 11 Layout Pengujian ESP-NOW	118



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor DHT22	17
Tabel 2. 2 Spesifikasi MQ135.....	18
Tabel 2.3 Pinout DFPlayer Mini	20
Tabel 3.1 Spesifikasi Komponen pada Alat35	
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat	36
Tabel 3.3 Spesifikasi Aplikasi	37
Tabel 3.4 Tampilan Halaman Aplikasi	46
Tabel 4.1 Pengujian Akurasi Suhu Berdasarkan Kondisi Lingkungan Tertentu...103	
Tabel 4.2 Pengujian Akurasi Suhu pada DHT22	104
Tabel 4.3 Pengujian Akurasi Kelembaban Berdasarkan Kondisi Lingkungan Tertentu.....	110
Tabel 4.4 Pengujian Akurasi Kelembaban Sepanjang Hari	111
Tabel 4.5 Pengujian Kadar Gas Amonia Berdasarkan Kondisi Lingkungan Tertentu.....	115
Tabel 4.6 Pengujian Kadar Gas Amonia Sepanjang Hari	115
Tabel 4.7 Performasi ESP-NOW Berdasarkan Jarak.....	119
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian FIrebase dan Aplikasi.....	121

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Pembuatan Alat	132
Lampiran 2 Foto Gateway Tampak Luar	132
Lampiran 3 Foto Node Tampak Luar.....	132
Lampiran 4 Dokumentasi Pengujian.....	133



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peternakan merupakan salah satu sektor penting dalam memenuhi kebutuhan pangan manusia, termasuk salah satunya yaitu sapi perah. Peternakan sapi perah dapat berperan untuk memenuhi konsumsi susu manusia. Perubahan pola hidup masyarakat menuju gaya hidup sehat mendorong peningkatan konsumsi susu dari tahun ke tahun (Gofur, Risqiwati, & Nastiti, 2021). Di sisi lain, produktivitas sapi perah untuk menghasilkan susu sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kandang, terutama suhu, kelembaban, dan kadar amonia (NH_3).

Sapi perah memiliki daya tahan terhadap panas yang relatif rendah, sehingga lebih rentan mengalami stres panas (*heat stress*) atau stres termal. Kondisi ini berdampak negatif terhadap kesehatan ternak dan produktivitas susu. Salah satu faktor yang memicu stres tersebut adalah suhu lingkungan di sekitar kandang. Kondisi lingkungan di daerah Jakarta kisaran 23,5-33,50 °C. Produksi susu masih cukup baik bila suhu lingkungan meningkat sampai 21,1°C serta suhu kritis sebesar 27 °C (Suherman & Purwanto, 2020).

Selain suhu sekitar, kelembaban lingkungan juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi tingkat keparahan stres termal. Paparan terhadap nilai *Temperature Humidity Index* (THI) atau kelembaban diatas 72 bersifat stres bagi sapi perah dan cenderung menyebabkan dampak negatif pada kesejahteraan dan produksi susu (Gupta, Sharma, Joy, Dunshea, & Chauhan, 2023).

Adapun masalah lain yang dihadapi adalah kebersihan dari kandang sapi itu sendiri. Jika kandang sapi tidak diperhatikan maka udara yang dihasilkan oleh bau kotoran sapi yang mengeluarkan gas amonia (NH_3) dapat tercampur oleh udara sekitar yang sangat berbahaya bagi kesehatan sapi perah. Konsentrasi amonia dibatasi hingga 15 ppm (11 mg/m³) di ruangan tempat anak sapi dibesarkan dan hingga 25 ppm (18 mg/m³) di kandang untuk sapi muda dan dewasa (Bleizgys & Naujokien'e, 2023). Pada sumber lain disebutkan bahwa konsentrasi amonia sebesar 10 ppm dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan, sementara kadar di



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

atas 25 ppm berdampak pada penurunan pertumbuhan dan efisiensi pakan (Konapathri & Azimov, 2024).

Untuk menjaga sapi tetap sehat, perlu dilakukan monitoring kondisi kandang secara rutin, sehingga faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, dan kualitas udara dapat terjaga dengan baik. Oleh karena itu, dirancanglah sistem berbasis IoT yang mampu mendeteksi suhu, kelembaban, dan kadar NH_3 secara akurat serta memberikan notifikasi kepada peternak apabila kondisi lingkungan tidak ideal. Sistem ini dapat melakukan monitoring kondisi kandang sapi perah yang dapat dipantau secara *real-time* yang dapat membantu peternak dalam mengambil tindakan preventif sebelum stres panas berdampak signifikan pada kesehatan dan produksi sapi perah (Utama, Sasmito, & Faisol, 2021).

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana merancang sistem monitoring suhu, kelembaban, dan kadar NH_3 berbasis IoT?
- b. Bagaimana cara menampilkan data hasil monitoring kondisi kandang sapi secara *real-time* melalui aplikasi *mobile*?
- c. Bagaimana membangun mekanisme notifikasi dan kontrol otomatis untuk kondisi lingkungan yang tidak ideal di kandang sapi?

1.3 Tujuan

- a. Merancang alat monitoring kondisi kandang berbasis IoT untuk mendeteksi suhu, kelembaban, dan kadar NH_3 .
- b. Membangun aplikasi berbasis Android sebagai antarmuka untuk menampilkan data kondisi kandang sapi secara *real-time*.
- c. Membangun sistem notifikasi berupa alarm suara dan notifikasi aplikasi, serta kontrol kipas ketika kondisi lingkungan kandang tidak ideal.

1.4 Luaran

- a. Laporan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kondisi Kandang Sapi Perah Berbasis *Wireless sensor network*”.
- b. Alat dan aplikasi yang saling terintegrasi untuk monitoring kondisi kandang sapi perah.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- c. Artikel ilmiah berupa prosiding yang akan diseminarkan di Seminar Nasional Inovasi Vokasi.
- d. Artikel yang akan dikirimkan ke jurnal untuk di *submit*.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring suhu, kelembaban, dan kadar gas amonia pada kandang sapi perah berbasis *Wireless sensor network* (WSN), dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah menjawab rumusan masalah yang diajukan, yaitu terkait perancangan sistem, tampilan data *real-time* pada aplikasi, serta mekanisme notifikasi dan kontrol otomatis. Adapun kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut:

1. Sistem berhasil berfungsi dengan baik yang mampu membaca data suhu, kelembaban, dan kadar gas amonia secara *real-time* sesuai dengan pengujian. Dirancang menggunakan sensor DHT22 dan MQ135 yang terpasang pada *Node* ESP32. Data kemudian dikirim ke *Gateway* menggunakan protokol komunikasi nirkabel ESP-NOW tanpa *packet loss* seperti pada pengujian dan diteruskan ke aplikasi android yang dirancang, yaitu TERNAQU.
2. Hasil monitoring suhu, kelembaban, dan kadar gas amonia berhasil ditampilkan dengan mengintegrasikan antara ESP32, Firebase Realtime Database, dan Android Studio. Dari pengujian yang dilakukan, suhu, kelembaban, dan kadar gas amonia dapat mengirimkan data dari sensor dan ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi amonia berhasil ditampilkan secara *real-time* sesuai dengan pengujian melalui aplikasi TERNAQU. Dengan demikian, sistem mampu memberikan informasi kondisi kandang secara cepat dan akurat kepada pengguna
3. Mekanisme notifikasi dan kontrol otomatis berhasil dibangun dengan sistem yang terintegrasi melalui Firebase Realtime Database, dengan logika kendali yang diprogram di Arduino IDE untuk ESP32, dan antarmuka pengguna dibangun menggunakan Android Studio. Dari pengujian yang dilakukan, notifikasi dapat muncul dan kontrol kipas otomatis dapat berjalan saat suhu melebihi 31°C, kelembaban melebihi 72%RH, dan amonia melebihi 25ppm.

Secara keseluruhan, sistem monitoring ini telah memenuhi tujuan penelitian dengan baik, yaitu menciptakan sistem pemantauan lingkungan kandang sapi perah



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

secara *real-time* yang efisien, akurat, dan mudah diakses melalui perangkat Android. Sistem ini diharapkan dapat membantu peternak dalam menjaga kondisi kandang yang optimal demi kesehatan dan produktivitas ternak.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

- a. Gunakan Firebase Cloud Messaging (FCM) agar notifikasi tetap muncul meski aplikasi ditutup.
- b. Lakukan pengujian ESP-NOW di jarak lebih jauh tanpa adanya halangan untuk uji stabilitas.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Afdhaluddin, M., dan Palingga, I. (2023). Analisis Rancangan Sistem Monitoring Posisi Hewan Menggunakan Lora. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 1155–1167.
- Alimin, Topan, P. A., Bahri, S., dan Fardila, D. (2024). Implementasi Modul DFPlayer Mini MP3 untuk Mempermudah Pemutaran Audio Surah Al-Qur'an di Masjid Al-Kahfi Universitas Teknologi Sumbawa. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 3140-3148.
- Android Developers. (2023). *Get to know the Android Studio UI*. Retrieved from Android Developers: <https://developer.android.com/studio/intro/user-interface>
- Arduino. (2024, 10 24). *ESP-NOW Communication: Nano ESP32*. Retrieved from Arduino Documentation: <https://docs.arduino.cc/tutorials/nano-esp32/esp-now>
- Arduino. (2025). *Getting started with Arduino IDE 2*. Retrieved from Arduino Documentation: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v2/tutorials/getting-started-ide-v2>
- Arta, I. K., Febriyanto, A., Nugraha, I. B., Widharma, I. G., dan Purnama, I. B. (2022). Animal Tracking Berbasis Internet of Things. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 7-12.
- Aspriyono, H., Saputra, N., dan Rohmawan, E. P. (2024). Penerapan *Wireless sensor network* Untuk Deteksi Suhu, Kelembaban dan Gas Amonia Pada Kandang Sapi. *Jurnal Amplifier*, 89-94.
- Badali, M. R., dan Rizal, M. (2023). Pengaruh Fisiologis Sapi Perah pada Kondisi Lingkungan Terkontrol. *Jurnal Penelitian Peternakan Lahan Basah*, 18-23.
- Bleizgys, R., dan Naujokien'ė, V. (2023). Ammonia Emissions from Cattle Manure under Variable Moisture Exchange between the Manure and the Environment. *Agronomy*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DFRobot. (2021). *DFPlayer Mini MP3 Player Module*. Retrieved from https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299

Erwidodo, Ariningsih, E., Purwantini, T. B., dan Purwantini, T. B. (2022). Meningkatkan Budaya Bersih dan Sehat serta Manfaatnya pada Usaha Ternak Sapi Perah Rakyat di Jawa Barat. *Analisis Kebijakan Pertanian (AKP)*, 209-230.

Espressif IoT Development Framework. (2025, May 22). *ESP-NOW*. Retrieved from Espressif Systems: https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-reference/network/esp_now.html

Espressif System. (2025). *ESP32 series of SoCs*. Retrieved from Espressif: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>

Firebase. (2025). *Realtime Database*. Retrieved from <https://firebase.google.com/docs/database/>

Ginantika, P. S., Tasripin, D. S., Indijan, H., Arifin, J., dan Mutaqin, B. K. (2021). Performa Produksi Sapi Perah Friesian Holstein Laktasi 1 dengan Produksi Susu Lebih dari 7000 Kg (Studi Kasus di PT. Ultra Peternakan Bandung Selatan). *Jurnal Sumber Daya Hewan*, 10-14.

Gofur, M., Risqiwati, D., dan Nastiti, V. R. (2021). Sistem Monitoring Gas Amonia dan Kadar Bersih Udara pada Kandang Sapi Perah Dengan Menggunakan Protokol Komunikasi MTT dan Algoritma Rule Based System. *Repositor*, 77-86.

Gupta, S., Sharma, A., Joy, A., Dunshea, F. R., dan Chauhan, S. S. (2023). The Impact of Heat Stress on Immune Status of Dairy Cattle and Strategies to Ameliorate the Negative Effects. *Animals*.

Hasanah, N., Yulinarsari, A. P., dan Ramadhan, M. A. (2024). Korelasi Suhu dan Kelembaban Terhadap Tingkat Produksi Susu pada Ketinggian Kandang Berbeda. *The 5th National Conference of Applied Animal Science 2024*, 139-146.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Iqbal, M. A., Hussain, S., Xing, H., dan Imran, M. (2021). *Enabling the Internet of Things: Fundamentals, Design, and Applications*. Hoboken, New Jersey (NJ), USA: John Wiley dan Sons, Inc.
- Kamal, Firdayanti, Tyas, U. M., Buckhari, A. A., dan Pattasang. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino IDE pada Mata Kuliah Sistem Digital. *Teknos*.
- Khalifeh, A., Mazunga, F., Nechibvute, A., dan Nyambo, B. M. (2022). Microcontroller Unit-Based *Wireless sensor network Nodes*: A Review. *MDPI*.
- Maimunir, F. M., dan Widayaka, P. D. (2024). Rancang Bangun Protokol ESP-Now Untuk Monitoring Kondisi Lingkungan Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknik Elektro*, 168-173.
- Maulana, I. F. (2020). Penerapan Firebase Realtime Database pada Aplikasi E-Tilang Smartphone berbasis Mobile Android. *JURNAL RESTI (Rekayas a Sistem dan Teknol ogi Informasi)*, 854-863.
- Mujahid, A., Abdullah, M. Y., Suharya, dan Adriansyah, A. R. (2021). Analisis dan Pengembangan Sistem Informasi Pengelolaan Masjid Berbasis Mobile dengan Teknologi API Web Service. *Jurnal Informatika Terpadu*, 80-86.
- Ngafidin, K. N., Arista, A., dan Amriza, R. N. (2021). Implementasi Firebase Realtime Database pada Aplikasi FeedbackMe sebagai Penghubung Guru dan Orang Tua. *JURNAL RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 327-334.
- Nizam, M., Yuana, H., dan Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler ESP 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 767-772.
- Noviarno, N., dan Uranus, H. P. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pengendalian Kandang Ayam Pintar dengan Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan Visualisasi Blynk. *FaST- Jurnal Sains dan Teknologi*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Novitasari, A., Hutasoit, R. A., Rozi, A. F., dan Rohmah, A. A. (2023). Faktoryang Mempengaruhi Produksi Susu (Studi Kasus Peternakan Sapi Perah di Kota Batu). *Jurnal Triton*, 359-372.
- Pendriadi, Meliala, S., Muthalib, M. A., dan Bintoro, A. (2023). Studi Kadar Gas Amonia Menggunakan Sensor Amonia MQ135 Menggunakan Spreadsheet Berbasis Internet of Things (IoT). *Transmisi : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 75-84.
- Pratama, E. W., dan Kiswantono, A. (2022). Electrical Analysis Using ESP-32 Module in Realtime. *Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 1273-1284.
- Ramadhan, A. R., Purnomo, D., dan Mardhatilla, F. (2022). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Usaha Ternak Sapi Perah. *MaduRanch Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*.
- Rianof, E. M., Adhi, B. P., dan Putra, Z. F. (2020). Pengembangan Aplikasi M-Commerce pada Toko Optik Menggunakan Andrid Studio. *Jurnal PINTER*.
- Rifai, M. H., Rachmat, H., dan Prasetyo, M. D. (2021). Pemanfaatan Internet of Things (IoT) untuk Rancang Bangun UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Alat Pengukuran Polutan CO dan CO₂ di Pabrik Manufaktur Menggunakan ESP-NOW. *e-Proceeding of Engineering* (pp. 7096-7106). e-Proceeding of Engineering.
- Ruccy, M. V., Suharno, dan Asmarantaka, R. W. (2021). Analisis Tingkat Ketergantungan Impor pada Industri Susu Indonesia. *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)*, 101-112.
- Rustamaji, Aprilia, S. D., dan Sawitri, K. (2024). Alat Peraga Elektronik Berbasis Arduino dengan Keluaran Cahaya dan Suara untuk Pengenalan Warna bagi Balita. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 1331-1341. Retrieved from Institut Teknologi Nasional Malang Eprints: https://eprints.itn.ac.id/10859/8/1812003_Jurnal.pdf



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Safiuddin, dan Putra, F. P. (2023). Sleep Mode: Strategi Efisiensi *Wireless sensor network*. *Informatics for Educators And Professionals : Journal of Informatics*, 52-56.
- Salahuddin, Yusman, Bakhtiar, dan Raju, M. (2022). Perancangan Software Robot Pencari dan Penyusun Menara Lagori pada Abu Robocon 2022. *Jurnal Teknologi*, 92-98.
- Salsabila, Zuhrie, M., Rakhmawati, L., dan Wiyono, A. (2024). Penerapan Protokol ESP-Now Untuk Komunikasi Pada Robot Tari Humanoid. *Jurnal Teknik Elektro*, 13, 201-208.
- Saputra, A. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Kelembaban Serta Gas Amonia pada Kandang Sapi Perah Berbasis Teknologi Internet of Things (IoT). *Repository Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya*.
- Sasmita, S. D., Wibowo, S. A., dan Prasetya, R. P. (2021). Penerapan IoT (Internet of Thing) Smart Flower Container pada Tanaman Hias Aglaonema Berbasis Arduino. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 776-784.
- Setyawan, R. A. (2024). Penerapan Firebase Realtime Database Pada Aplikasi Catatan Harian Diabetes Melitus . *FAHMA –Jurnal Informatika Komputer, Bisnis dan Manajemen*, 1-9.
- Suherman, D., dan Purwanto, B. (2020). Model Estimasi Suhu Kritis Atas pada Sapi Perah Dara Berdasarkan Manajemen Pakan. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 200-211.
- Systems, E. (2023). *ESP32 Series Datasheet*. Retrieved from https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datash_eet_en.pdf
- Tossa, F., Faga, Y., Abdou, W., Ezin, E. C., dan Gouton, P. (2025). *Wireless sensor network Deployment: Architecture, Objectives, and Methodologies. Sensors*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tropea, M., Spina, M. G., Rango, F. D., dan Gentile, A. F. (2022). Security in *Wireless sensor networks: A Cryptography Performance Analysis at MAC Layer. Future Internet*.

Utama, A. T., Sasmito, A. P., dan Faisol, A. (2021). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Monitoring Online Suhu Sapi Potong Berbasis IoT. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 16-24.

Utama, A., dan Budi, A. S. (2024). Sistem Pendeteksian *Node* Baru Otomatis pada WSN Topologi Mesh berbasis ESP-NOW. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* , 51-57.

Zijie, F., Al-Shareeda, M. A., Saare, M. A., Manickam, S., dan Karuppayah, S. (2023). *Wireless sensor networks in the internet of things: review, techniques, challenges, and future directions. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 1190-1200.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Fidela Puri Wedyanti

Lulusan dari SDIT Ar Rahman tahun 2015, MTsN 13 Jakarta pada tahun 2018, SMAN 42 Jakarta pada tahun 2021. Sampai saat Tugas Akhir ini dibuat, penulis masih merupakan mahasiswa aktif Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi DIV Broadband Multimedia.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Pembuatan Alat



Lampiran 2 Foto Gateway Tampak Luar



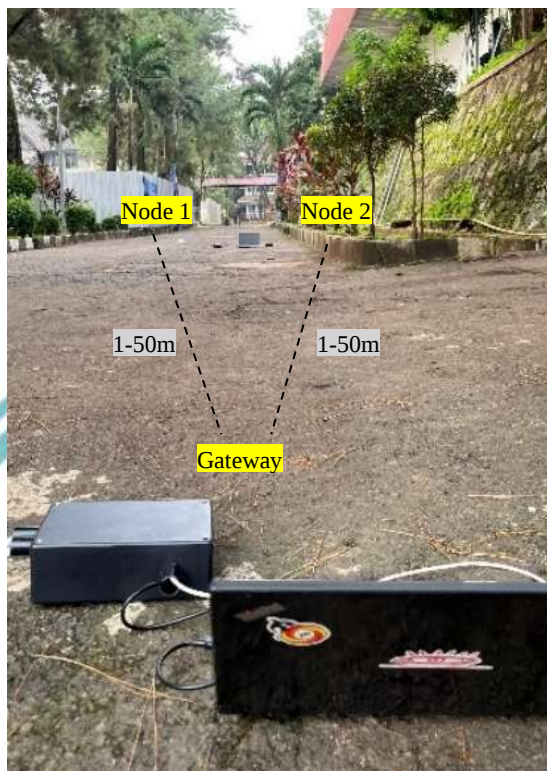
Lampiran 3 Foto Node Tampak Luar





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Dokumentasi Pengujian



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA