



© 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



**Rancang Bangun Alat *Smart Aquaculture* menggunakan Modul
Long Range (LoRa) di Balai Benih Ikan Ciganjur**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ilham Satria Lubis

2103421007

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Rancang Bangun Alat *Smart Aquaculture* menggunakan Modul
Long Range (LoRa) pada Balai Benih Ikan Ciganjur**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ilham Satria Lubis

2103421007

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 mengemukakan 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 : Ilham Satria Lubis

NIM : 2103421007

Tanda Tangan : 

Tanggal : 25 JULI 2025

**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Ilham Satria Lubis
NIM : 2103421007
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat *Smart Aquaculture* menggunakan Modul *Long Range (LoRa)* pada Balai Benih Ikan Ciganjur

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang skripsi pada 21 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Mohamad Fathurahman, S.T., M.T.,

NIP. 197108242003121001

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 7 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Pembibitan Alpukat Pada Perkebunan Kelompok Tani Hutan Kumbang Menggunakan Modul LoRa”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Diploma IV di Politeknik Negeri Jakarta. Proses penyusunan skripsi ini memberikan banyak pengalaman berharga dan tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Mohamad Fathurahman, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan semangat selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
2. Balai Benih Ikan Ciganjur sebagai mitra lapangan yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam pengambilan data serta pelaksanaan pengujian sistem;
3. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan moral maupun material selama proses perkuliahan hingga penyelesaian skripsi;
4. Teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu, bekerja sama, dan memberikan motivasi selama proses pengerjaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas segala masukan dan saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini. Semoga hasil karya ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta,

Penulis

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Rancang Bangun Alat *Smart Aquaculture* menggunakan Modul *Long Range* (LoRa) pada Balai Benih Ikan Ciganjur

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan sistem Smart Aquaculture berbasis komunikasi LoRa yang digunakan di Balai Benih Ikan (BBI) Ciganjur untuk memantau dan mengendalikan kualitas air kolam secara real-time secara efisien dan terintegrasi. Sistem ini dirancang untuk membantu pengelola kolam dalam menjaga kualitas air secara otomatis dan jarak jauh guna meningkatkan produktivitas budidaya ikan. Sistem terdiri dari sisi transmitter (Arduino Mega 2560, sensor pH, turbidity, TDS, suhu, serta aktuator seperti pompa, pemanas, dan kipas) dan receiver (ESP32 dan database MySQL), serta mampu bekerja hingga jarak 1,3 km (LOS) dan 500 m (NLOS). Pengujian sensor menunjukkan hasil akurat, dengan nilai pH 3,2 untuk air asam dan 8,7 untuk air basa, serta deviasi $\pm 0,7$ dari alat ukur standar. Sensor TDS mencatat nilai 141,81 ppm (air mineral), 83,38 ppm (air isi ulang), dan 192,36 ppm (air keran). Sensor suhu mencatat 27,3°C (normal) dan 23,25°C (dingin), dengan status aplikasi yang sesuai. Sensor turbidity membedakan air bersih (0,00 NTU), keruh (135,12 NTU), dan sangat keruh (300,00 NTU) dengan status “Normal”, “Warning”, dan “Bahaya”. Data dari seluruh sensor dikirim dan diterima secara stabil melalui LoRa setiap 30 menit. Hasil menunjukkan bahwa sistem ini akurat, stabil, dan dapat diandalkan dalam pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT), serta berpotensi besar untuk diterapkan secara luas di sektor perikanan modern.

Kata Kunci: *Smart Aquaculture, LoRa, IoT, sensor kualitas air, monitoring kolam*

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Design and Development of a Smart Aquaculture System Using Long Range (LoRa) Module at the Fish Hatchery Center (BBI) Ciganjur

Abstract

This study developed a Smart Aquaculture system based on LoRa communication, implemented at the Fish Hatchery Center (BBI) in Ciganjur to efficiently and integratively monitor and control pond water quality in real-time. The system is designed to assist pond operators in maintaining water quality automatically and remotely, thereby improving aquaculture productivity. It consists of a transmitter unit (Arduino Mega 2560, pH, turbidity, TDS, temperature sensors, and actuators such as pumps, heaters, and fans) and a receiver unit (ESP32 and MySQL database), capable of operating at distances of up to 1.3 km in Line of Sight (LOS) conditions and 500 m in Non-Line of Sight (NLOS) conditions. Sensor tests yielded accurate results, with pH values of 3.2 for acidic water and 8.7 for alkaline water, showing a deviation of ± 0.7 from a standard pH meter. The TDS sensor recorded values of 141.81 ppm (mineral water), 83.38 ppm (refill water), and 192.36 ppm (tap water). The temperature sensor measured 27.3°C (normal) and 23.25°C (cold), with the application correctly reflecting these statuses. The turbidity sensor successfully distinguished between clean water (0.00 NTU), cloudy water (135.12 NTU), and very cloudy water (300.00 NTU), with corresponding application statuses of “Normal,” “Warning,” and “Danger.” All sensor data was transmitted and received reliably via LoRa at 30-minute intervals. The results demonstrate that the system is accurate, stable, and reliable for IoT-based water quality monitoring, and holds great potential for broader application in modern aquaculture practices.

Keyword : Smart Aquaculture, LoRa, IoT, water quality sensor, pond monitoring

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
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 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Smart Aquaculture</i>	4
2.2 Balai Benih Ikan (BBI) Ciganjur	4
2.3 Perikanan.....	5
2.3.1 Ikan Hias	5
2.3.2 Ikan KOI.....	5
2.4 Kolam Fiber	6
2.5 <i>Hardware</i>	6
2.5.1 Modul LoRa	6
2.5.2 Arduino Mega 2560	7
2.5.3 ESP32.....	7
2.5.4 Sensor Turbidity DFRobot.....	8
2.5.5 Sensor pH E4502C DFRobot.....	9
2.5.6 Sensor TDS	10
2.5.7 Sensor Suhu DS18B20.....	11
2.5.8 Sensor Ultrasonik HC-SR04	12
2.5.9 Servo MG90S.....	13
2.5.10 LCD 20x4 I2C.....	14
2.5.11 MOSFET IRF5305	14

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



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

2.5.12 Pompa Air DC 12V	15
2.5.13 Heater Aquarium 100Watt.....	16
2.5.14 <i>Fan</i> PC	16
2.5.15 Power Supply 5V dan 12V.....	17
2.5.16 Relay	17
2.5.17 RTC DS3231	18
2.6 Software	19
2.6.1 Arduino IDE.....	19
2.6.2 Visual Studio Code.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	20
3.1 Rancangan Alat	20
3.1.1 Deskripsi Alat.....	23
3.1.2 Cara Kerja Alat.....	24
3.1.3 Spesifikasi Alat	25
3.1.4 Diagram Blok.....	25
3.1.5 <i>Flowchart</i> Sistem	27
3.2 Realisasi Alat.....	29
3.2.1 Tempat Implementasi Alat	29
3.2.2 Visualisasi Alat.....	30
3.2.3 Realisasi <i>Hardware</i>	32
3.2.4 Realisasi <i>Software</i>	35
BAB IV PEMBAHASAN.....	47
4.1 Pengujian Akurasi Komponen.....	47
4.1.1 Deskripsi Pengujian	47
4.1.2 Prosedur Pengujian	48
4.1.3 Data Hasil Pengujian.....	50
4.1.4 Analisis Data	58
4.2 Pengujian LoRa.....	61
4.2.1 Deskripsi Pengujian LoRa.....	61
4.2.2 Prosedur Pengujian	62
4.2.3 Data Hasil Pengujian LoRa.....	63
4.2.4 Analisa Data	68
BAB V PENUTUP.....	74
5.1 Kesimpulan	74



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran.....	75
L-1 RSSI dan SNR LOS	80
L-2 RSSI dan SNR N-LOS	84
L-3 Pengujian Sensor Ph.....	86
L-4 Pengujian Sensor TDS.....	87
L-5 Pengujian Sensor Suhu.....	88
L-6 Pengujian Sensor <i>Turbidity</i>	89
L-7 Dokumentasi.....	90



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Modul LoRa LILYGO TTGO 915 MHz (Trasmitter dan Receiver)..	6
Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560.....	7
Gambar 2. 3 Mikrokontroler ESP32	8
Gambar 2. 4 Sensor <i>Turbidity</i> DFRobot	9
Gambar 2. 5 Sensor pH-E4502C.....	10
Gambar 2. 6 Sensor TDS	11
Gambar 2. 7 Sensor Suhu DS18B20.....	12
Gambar 2. 8 Sensor Ultrasonik HC-SR04	13
Gambar 2. 9 Servo MG90S.....	13
Gambar 2. 10 LCD I2C 20x4.....	14
Gambar 2. 11 MOSFET IRF5305	15
Gambar 2. 12 Pompa Air DC 12V	15
Gambar 2. 13 <i>Heater</i> Aquarium.....	16
Gambar 2. 14 <i>Fan</i> PC	17
Gambar 2. 15 <i>Power Supply</i>	17
Gambar 2. 16 Relay 1 <i>channel</i>	18
Gambar 2. 17 Modul RTC DS3231	19
Gambar 2. 18 Arduino IDE	19
Gambar 2. 19 <i>Visual Studio Code</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Flowchart Perencanaan dan Realisasi	20
Gambar 3. 2 Diagram Blok Alat	26
Gambar 3. 3 <i>Flowchart Transmitter</i>	27
Gambar 3. 4 <i>Flowchart Receiver</i>	28
Gambar 3. 5 Denah Penempatan Alat	29
Gambar 3. 6 Visualisasi alat <i>transmitter</i> dan <i>receiver</i>	30
Gambar 3. 7 Alat <i>Transmitter</i>	31
Gambar 3. 8 Penjelasan komponen di alat <i>transmitter</i>	31
Gambar 3. 9 Skematik sisi <i>transmitter</i>	32
Gambar 3. 10 Bagian dalam panel box <i>transmitter</i>	33
Gambar 3. 11 Pin ESP32 dan LoRa <i>receiver</i>	34

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 mengemukakan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 12 Bagian dalam panel box <i>receiver</i>	35
Gambar 4. 1 Grafik pengujian data sensor	58
Gambar 4. 2 Lokasi Pengujian LoRa LOS pada Universitas Indonesia	64
Gambar 4. 3 Lokasi Pengujian LoRa N-LOS BBI Ciganjur.....	65
Gambar 4. 4 Lokasi Pengujian LoRa N-LOS Universitas Indonesia.....	67
Gambar 4. 5 Lokasi Pengujian LoRa N-LOS Secara Garis Lurus pada Universitas Indonesia	68
Gambar 4. 6 Grafik RSSI LOS	69
Gambar 4. 7 Grafik SNR LOS	70
Gambar 4. 8 Grafik RSSI N-LOS pada Universitas Indonesia.....	72
Gambar 4. 9 Grafik SNR N-LOS pada Universitas Indonesia	73





DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komponen Perancangan Alat	22
Tabel 3. 2 Tabel pinout sisi <i>transmitter</i>	33
Tabel 3. 3 Tabel pinout sisi <i>receiver</i>	35
Tabel 4. 1 Alat Untuk Pengujian Akurasi Komponen	48
Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Data Keseluruhan	50
Tabel 4. 3 Tabel Pengujian Sensor pH	51
Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Sensor TDS	53
Tabel 4. 5 Tabel Pengujian Sensor Suhu	54
Tabel 4. 6 Tabel Pengujian Sensor <i>Turbidity</i>	56
Tabel 4. 7 Tabel Pengujian Fungsional Sistem	57
Tabel 4. 8 Tabel Komponen LoRa	62
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian LoRa kondisi LOS	64

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

L-1 RSSI dan SNR LOS	80
L-2 RSSI dan SNR N-LOS	84
L-3 Pengujian Sensor Ph.....	86
L-4 Pengujian Sensor TDS.....	87
L-5 Pengujian Sensor Suhu.....	88
L-6 Pengujian Sensor <i>Turbidity</i>	89
L-7 Dokumentasi.....	90



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 mengemukakan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya ikan hias menjadi salah satu usaha yang diminati dan menguntungkan bagi para pembudidaya ikan. Ikan hias menjadi jenis ikan yang dimanfaatkan sebagai hiasan di dalam rumah menggunakan akuarium, dan bisa juga sebagai hiasan di luar rumah seperti kolam kecil di halaman. Selain itu, ikan hias memiliki peminat yang tinggi dikarenakan budidaya ini dapat dengan mudah dilakukan oleh masyarakat dan mudah dipasarkan karena memiliki target pemasaran yang luas. Budidaya ikan hias juga salah satu upaya untuk memanfaatkan sumber daya yang ada di sekitar, dan meningkatkan produktivitas perairan. (Dewantoro & Ulum, 2021)

Menurut Badan Pusat Statistika (BPS), produksi ikan hias di Jakarta mengalami peningkatan dari tahun 2021 hingga 2022. Pada tahun 2021 produksi ikan hias mencapai 16.053, sementara pada tahun 2022 mengalami peningkatan pesat menjadi 13.685.809. (Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta, 2024)

Balai Benih Ikan (BBI) Ciganjur adalah unit pelaksana teknis (UPT) yang merupakan salah satu pusat pengembangan dan pembenihan berbagai jenis ikan air tawar, termasuk ikan hias. BBI merupakan sarana pemerintah untuk menghasilkan benih ikan dalam rangka peningkatan produksi perikanan (Yuliani et al., 2023). Ikan hias memiliki kemampuan dalam berbagai kondisi yang sangat dipengaruhi oleh suhu, keasaman (Ph), dan kekeruhan air. Kualitas air yang ideal untuk ikan hias adalah suhu 25-32°C, pH 6-7, dan kekeruhan dibawah 25 NTU (Dewantoro & Ulum, 2021). Oleh karena itu, syarat-syarat tersebut harus dalam pantauan pengelola agar budidaya ikan hias dilakukan secara optimal. Pada saat ini BBI Ciganjur masih mengelola kolam budidaya secara manual yang dapat mengakibatkan pertumbuhan menjadi terhambat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan teknologi sistem *monitoring* dan *controlling* kolam ikan hias yang terhubung dengan aplikasi *mobile*.



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

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan pada tahun 2024 meneliti tentang sistem yang dapat melakukan pemberian makan ikan secara otomatis menggunakan servo sebagai kontrol katup yang terhubung ke ESP32 untuk di koneksikan ke firebase *firestore* agar dapat terhubung dengan aplikasi *mobile* yang telah di buat (Diwiryo & Wag yana, 2024). Pada penelitian tersebut difokuskan untuk memberikan makan ikan secara otomatis, sedangkan alat *Smart Aquaculture* ini menyediakan fitur untuk memantau pH air, kekeruhan air, memberikan pakan serta menguras dan mengisi air kolam secara otomatis. Selain itu, pada penelitian sebelumnya menggunakan *Wireless Sensor Network* (WSN), sedangkan alat *Smart Aquaculture* yang kami sediakan menggunakan Modul LoRa sehingga dapat digunakan dengan cakupan jarak yang cukup luas.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem *monitoring* kolam ikan pada Balai Benih Ikan menggunakan modul LoRa?
2. Bagaimana merealisasikan sistem *monitoring* kolam ikan pada Balai benih Ikan menggunakan modul LoRa?
3. Bagaimana kenierja alat dari sistem *monitoring* pada Balai benih Ikan menggunakan modul LoRa?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, dapat dikemukakan tujuan dari pembuatan skripsi yang dilakukan sebagai berikut :

- Merancang dan membangun sistem *monitoring* pembenihan ikan hias pada balai benih ikan menggunakan Lora.
- Merealisasikan sistem *monitoring* pembenihan ikan hias pada balai benih ikan menggunakan modul LoRa.
- Mengukur kinerja dari sistem *monitoring* pembenihan ikan hias pada balai benih ikan menggunakan modul LoRa.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan pada proposal skripsi ini yaitu :

1. Sistem *monitoring* dan *controlling* benih ikan hias menggunakan LoRa dapat memudahkan dalam melakukan pemantauan kondisi air kolam guna menghasilkan bibit ikan hias yang berkualitas
2. Laporan skripsi di Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
3. Artikel ilmiah mengenai Rancang Bangun Alat *Smart Aquaculture* menggunakan Modul Long Range (LoRa) di Balai Benih Ikan Ciganjur yang akan diterbitkan pada Prosiding Seminar Nasional Inovasi Vokasi dan sudah di seminarkan pada Seminar Nasional Inovasi Vokasi (SNIV) 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



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 kritis 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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada Rancang Bangun Alat *Smart Aquaculture* menggunakan Modul *Long Range* (LoRa) pada Balai Benih Ikan Ciganjur dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem *monitoring* dan *controlling* air menggunakan modul *Long Range* (LoRa) dapat memantau kualitas pH air, Kekeruhan air, TDS air, dan suhu air dengan baik dari jarak cukup jauh, untuk sistem *controlling* juga terbilang cukup baik.
2. Sistem *monitoring* dan *controlling* ini terdiri dari sisi *transmitter* dan sisi *receiver*. Pada sisi *transmitter* dilengkapi dengan modul LoRa LILYGO TTGO, Arduino Mega 2560, sensor pH, *turbidity*, TDS, suhu, LCD 20x4, pompa kuras dan isi, kipas pendingin, pemanas air, dan tempat pemberi pakan. Pada bagian sisi *receiver* di lengkapi dengan modul LoRa sebagai alat pengirim data dan esp32 sebagai mikrokontroler yang mengolah data untuk dikirimkan ke database MySQL.
3. Sistem kerja LoRa dapat bekerja dengan capaian jarak 1.3 km pada kondisi LOS dan dapat bekerja dengan capaian jarak 500 m pada kondisi NLOS, sedangkan penerapan alat pada BBI Ciganjur dari ruang pembenihan sampai ruangan pengawas kurang lebih 250 m. Hal ini menandakan bahwa sistem LoRa dapat bekerja dengan andal pada kondisi jarak tersebut.
4. Hasil pengujian kinerja sistem *monitoring* kualitas air kolam di Balai benih Ikan Ciganjur menggunakan modul Lora menunjukkan bahwa :
 - a. Berdasarkan hasil pengujian, sensor pH mampu mendeteksi kondisi air asam dan basa dengan akurasi yang cukup baik. Perbedaan nilai antara sensor pH dan pH meter masih berada dalam batas toleransi yang wajar, serta data berhasil dikirim dan ditampilkan dengan baik pada aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa sensor pH berfungsi dengan baik dan sistem bekerja secara efektif.
 - b. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor TDS mampu mendeteksi kadar padatan terlarut pada berbagai jenis air dengan akurasi yang baik. Perbedaan



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

nilai antara sensor dan TDS meter masih dalam batas toleransi yang wajar, serta data berhasil dikirim dan ditampilkan pada aplikasi dengan baik. Hal ini membuktikan bahwa sensor TDS bekerja secara efektif dan sistem berfungsi dengan optimal.

- c. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 mampu mendeteksi suhu air dengan akurasi yang baik. Selisih nilai antara sensor dan alat ukur masih dalam batas toleransi yang wajar, dan status yang ditampilkan pada aplikasi sesuai dengan kondisi suhu yang terdeteksi. Hal ini membuktikan bahwa sensor dan sistem berfungsi secara akurat dan responsif.
- d. Berdasarkan hasil pengujian, sensor turbidity mampu membedakan tingkat kekeruhan air secara akurat pada berbagai kondisi, yaitu bersih, keruh, dan sangat keruh. Setiap perubahan tingkat kekeruhan berhasil dideteksi dengan baik dan ditampilkan secara real-time pada aplikasi melalui status yang sesuai. Hal ini membuktikan bahwa sensor dan sistem monitoring bekerja dengan efektif dan dapat diandalkan dalam memantau kualitas kejernihan air.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat dikembangkan dan selaras dengan kemajuan teknologi, di antaranya:

1. Melakukan penambahan jumlah *node* yang digunakan untuk memperluas jangkauan area transmisi LoRa
2. Melakukan penambahan sensor seperti sensor oksigen (Do) agar dapat menyempurnakan alat *Smart Aquaculture*.



DAFTAR PUSTAKA

- Ariansyah, M. D., & Sariman, S. (2021). Analisa Performa Pompa Air DC 12V 42 Watt terhadap Variasi Kedalaman Pipa Menggunakan Baterai dengan Sumber Energi dari Matahari. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(6), 1083–1102. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i6.251>
- Arifin, T. N., Pratiwi, G. F., & Janrafsasih, A. (2022). Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak. *Jurnal Tera*, 2(2), 55–62.
- Arrahma, S. A., & Mukhaiyar, R. (2023). Pengujian Esp32-Cam Berbasis Mikrokontroler ESP32. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 60–66. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.347>
- Asmara, P., & Thaha, S. (2020). Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 7(2), 69–74. <https://doi.org/10.21107/triac.v7i2.8148>
- Bezaleel Apristiyan Adhi. (2023). *Alat Pengukur Total Dissolved Solid (TDS) Larutan Disertai dengan Output Suara dan Cetak* [Universitas Widya Husada Semarang]. <https://eprints.uwhs.ac.id/2001/1/BEZALEEL%20APRISTIYAN%20ADHI.pdf>
- Deyhan, M. F. (2022). Penggunaan Mosfet untuk Penstabil Tegangan Pompa Air 12 Volt Sumur Dangkal dengan Tenaga Matahari. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)*, 1(3), 96–104.
- Hendri, A. M., Jufrizel, Zarory, H., & Faizal, A. (2023). Alat Monitoring Kadar Amonia dan Pengontrolan pH pada Kolam Ikan Lele Berbasis IoT. *Briliant : Jurnal Riset Dan Konseptual*, 8(2).
- Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 18–23. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/47897>
- Indriyanto, S., Syifa, F. T., & Permana, H. A. (2020). Sistem Monitoring Suhu Air pada Kolam Benih Ikan Koi Berbasis Internet of Things. *TELKA*, 6(1), 10–19. <https://telka.ee.uinsgd.ac.id/index.php/TELKA/article/view/telka.v6n1.10-19/pdf>
- Iqbar, M. Y., & Kartika, K. P. (2020). Rancang Bangun Lampu Portable Otomatis Menggunakan RTC Berbasis Arduino. *ANTIVIRUS: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 14(1), 61–72.

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 mengemukakan 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Kartiria, Erhaneli, & Windra, C. Y. (2021). Penerapan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai Monitoring pada Pembacaan Arus 3 Phasa di Gardu Induk 150 kV Lubuk Alung. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO INSTITUT TEKNOLOGI PADANG*, 10(1), 37–45.
- Lesmana, K. (2025). Prototipe Penggunaan Motor Servo Untuk Dispenser Otomatis Berbasis Arduino dan Sensor HC-SR04. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6063>
- Manurung, S., Parlina, I., Anggraini, F., Hartama, D., & Jalaluddin, J. (2021). Penggunaan Sistem Arduino Menggunakan RFID untuk Keamanan Kendaraan Bermotor. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 1(2), 139–148. <https://doi.org/10.54082/jupin.17>
- Najmurokhan, A., Kusnandar, Wibowo, B. H., & Falah, S. (2020). Desain Pengendali Putaran Kipas Untuk Mempercepat Proses Pendinginan Perangkat Elektronis dan Medis. *Semnastek*.
- Nirwan, S., & MS, H. (2020). Rancang Bangun Aplikasi Untuk Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Peralatan Elektronik Berbasis PZEM-004T. *Jurnal Teknik Informatika*, 12(2).
- Noprianto, Dien, H. E., Ratsanjani, M. H., & Hendrawan, M. A. (2024). Analisis LoRa dengan Teknologi LoRaWAN dalam Ruangan di Lingkungan Politeknik Negeri Malang. *SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi*, 13(2), 698. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v13i2.3884>
- Putra, G. S. A., Nabila, A., & Pulungan, A. B. (2020). Power Supply Variabel Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 139–143.
- Putra, H. A., Hastorahmanto, P. S., Setiawan, F. H., & Setiawan, R. C. (2022). Pembuatan Kolam Pembibitan Ikan Sederhana dan Pembenahan Area Bermain Bagi Warga. *The Center for Sustainable Development Studies Journal (Jurnal CSDS)*, 1(2), 53–74. <https://doi.org/10.37477/csds.v1i2.376>
- Roysihan. (2025). Implementasi Teknologi IoT pada Sistem Budidaya Ikan Nila/Mujair untuk Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas pada Tambak/Bioflok. *SEIKO : Journal of Management & Business*, 8(2), 353–362.
- Saputra, D., & Prayoga, W. B. (2023). Alat Monitoring Suhu Aquarium Dan Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Digital Transformation Technology (Digitech)*, 3(1).
- Sumarahinsih, A., Mahendra, S. A. E., & Nafsi, M. Z. D. (2023). Deteksi Kekeruhan untuk Memantau Kualitas Air Berbasis IoT. *TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi Dan Kontrol*, 9(1), 74–83. <https://doi.org/10.15575/telka.v9n1.74-83>



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sutiani, L., Bachtiar, Y., & Saleh, A. (2020). Analisis Model Budidaya Ikan Air Tawar Berdominansi Ikan Gurame (*Osphronemus Gouramy*) di Desa Sukawening, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(2), 207–214. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/pim/article/view/30390>

Yuliani, I., Pratiwi, R. H., & Yulistiana1. (2023). Analisis Tingkat Serangan Parasit pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) di Balai Benih Ikan (BBI) Ciganjur. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 8(1), 68–80. <https://doi.org/10.24002/biota.v8i1.5502>





DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Ilham Satria Lubis

Lahir di Jakarta, pada tanggal 25 Maret 2003. Lulus dari SDN Pengadegan 01 Pagi pada tahun 2015. Melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Muhammadiyah 36 Tebet Timur Jakarta Selatan dan lulus pada tahun 2018, kemudian melanjutkan pendidikan menengah kejuruan di SMKS Walisongo Jakarta Selatan dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan Diploma IV atau Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Broadband Multimedia

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN

L-1 RSSI dan SNR LOS

- Jarak 100m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
New Line 115200 baud
15:37:14.613 -> RSSI: -110
15:37:14.613 -> Snr: -9.78
15:37:14.613 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=5.87&2=0.00&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=0.00&ket2=16.00
15:37:14.613 -> kirim
15:37:14.613 -> simpan.php?status=1&1=5.87&2=0.00&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=0.00&ket2=16.00
15:37:14.613 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=5.87&2=0.00&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=0.00&ket2=16.00
15:37:19.657 -> Error code : -1
15:37:19.657 -> Sending packet:esp32
15:37:20.708 -> Received packet
15:37:20.742 -> Ph = 6.12
15:37:20.742 -> Keruh = 0.00
15:37:20.742 -> Buhu = 29.19
15:37:20.742 -> YDS = 0.00
15:37:20.742 -> Mode = A
15:37:20.742 -> T Air = 0.00
15:37:20.742 -> T pakan = 16.00
15:37:20.742 -> RSSI: -93
15:37:20.742 -> Snr: 9.00
15:37:20.742 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=6.12&2=0.00&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=0.00&ket2=16.00
15:37:20.742 -> kirim
15:37:20.742 -> simpan.php?status=1&1=6.12&2=0.00&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=0.00&ket2=16.00
15:37:20.742 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=6.12&2=0.00&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=0.00&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 200m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
New Line 115200 baud
15:38:15.817 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=4.16&2=119.65&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=35.28&ket2=16.00
15:38:15.817 -> kirim
15:38:15.817 -> simpan.php?status=1&1=4.16&2=119.65&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=35.28&ket2=16.00
15:38:15.894 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.16&2=119.65&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=35.28&ket2=16.00
15:38:20.827 -> Error code : -1
15:38:20.872 -> Sending packet:esp32
15:38:21.905 -> Received packet
15:38:21.905 -> Eh = 4.70
15:38:21.905 -> Keruh = 119.65
15:38:21.905 -> Buhu = 29.19
15:38:21.937 -> YDS = 0.00
15:38:21.937 -> Mode = A
15:38:21.937 -> T Air = 33.68
15:38:21.937 -> T pakan = 16.00
15:38:21.937 -> RSSI: -102
15:38:21.937 -> Snr: 7.00
15:38:21.937 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=4.70&2=119.65&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=33.68&ket2=16.00
15:38:21.937 -> kirim
15:38:21.937 -> simpan.php?status=1&1=4.70&2=119.65&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=33.68&ket2=16.00
15:38:21.937 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.70&2=119.65&3=29.19&4=0.00&jenis=A&ket1=33.68&ket2=16.00
15:38:26.935 -> Error code : -1
15:38:26.976 -> Sending packet:esp32
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 300m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
New Line 115200 baud
15:40:24.282 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=6.22&2=125.17&3=29.31&4=0.00&jenis=A&ket1=0.00&ket2=16.00
15:40:24.282 -> kirim
15:40:24.282 -> simpan.php?status=1&1=6.22&2=125.17&3=29.31&4=0.00&jenis=A&ket1=0.00&ket2=16.00
15:40:24.282 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=6.22&2=125.17&3=29.31&4=0.00&jenis=A&ket1=0.00&ket2=16.00
15:40:29.336 -> Error code : -1
15:40:29.336 -> Sending packet:esp32
15:40:30.378 -> Received packet
15:40:30.378 -> Ph = 6.20
15:40:30.378 -> Keruh = 125.17
15:40:30.378 -> Buhu = 29.31
15:40:30.378 -> YDS = 0.00
15:40:30.378 -> Mode =
15:40:30.378 -> T Air = 12.86
15:40:30.378 -> T pakan = 16.00
15:40:30.378 -> RSSI: -103
15:40:30.378 -> Snr: 7.00
15:40:30.422 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=6.20&2=125.17&3=29.31&4=0.00&jenis=A&ket1=12.86&ket2=16.00
15:40:30.422 -> kirim
15:40:30.422 -> simpan.php?status=1&1=6.20&2=125.17&3=29.31&4=0.00&jenis=A&ket1=12.86&ket2=16.00
15:40:30.422 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=6.20&2=125.17&3=29.31&4=0.00&jenis=A&ket1=12.86&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

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 mengemukakan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Jarak 400m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
15:41:48.861 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.40&2=59.78&3=29.38&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
15:41:48.875 -> Error code : -1
15:41:48.875 -> Sending packet:esp32
15:41:49.937 -> Received packet
15:41:49.937 -> Dh = 4.40
15:41:49.937 -> Keruh = 59.78
15:41:49.937 -> Suhu = 29.38
15:41:49.937 -> TDS = 0.00
15:41:49.937 -> Mode =
15:41:49.937 -> T Air = 0.00
15:41:49.937 -> T pakan = 16.00
15:41:49.937 -> RSSI: -110
15:41:49.975 -> Snr: -1.00
15:41:49.975 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=4.40&2=59.78&3=29.38&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
15:41:49.975 -> simpan.php?status=1&1=4.40&2=59.78&3=29.38&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
15:41:49.975 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.40&2=59.78&3=29.38&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
15:41:54.976 -> Error code : -1
15:41:55.016 -> Sending packet:esp32
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 500m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
15:43:02.288 -> kirim
15:43:02.314 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=3.64&2=24.92&3=29.38&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
15:43:02.284 -> Error code : -1
15:43:02.332 -> Sending packet:esp32
15:43:03.396 -> Received packet
15:43:03.396 -> Dh = 3.64
15:43:03.396 -> Keruh = 24.92
15:43:03.396 -> Suhu = 29.38
15:43:03.396 -> TDS = 0.00
15:43:03.396 -> Mode =
15:43:03.396 -> T Air = 0.00
15:43:03.396 -> T pakan = 16.00
15:43:03.396 -> RSSI: -112
15:43:03.396 -> Snr: -5.25
15:43:03.396 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=3.64&2=24.92&3=29.38&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
15:43:03.396 -> kirim
15:43:03.396 -> simpan.php?status=1&1=3.64&2=24.92&3=29.38&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
15:43:03.396 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=3.64&2=24.92&3=29.38&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 600m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
15:44:04.617 -> kirim
15:44:04.617 -> simpan.php?status=1&1=4.32&2=7.50&3=29.31&4=0.00&jenis=4&ket1=12.42&ket2=16.00
15:44:08.638 -> Error code : -1
15:44:09.638 -> Sending packet:esp32
15:44:10.709 -> Received packet
15:44:10.709 -> Dh = 4.08
15:44:10.709 -> Keruh = 6.93
15:44:10.709 -> Suhu = 29.31
15:44:10.709 -> TDS = 0.00
15:44:10.709 -> Mode =
15:44:10.709 -> T Air = 12.01
15:44:10.709 -> T pakan = 16.00
15:44:10.709 -> RSSI: -112
15:44:10.709 -> Snr: -6.50
15:44:10.709 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=4.08&2=6.83&3=29.31&4=0.00&jenis=4&ket1=12.01&ket2=16.00
15:44:10.709 -> kirim
15:44:10.709 -> simpan.php?status=1&1=4.08&2=6.83&3=29.31&4=0.00&jenis=4&ket1=12.01&ket2=16.00
15:44:10.709 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.08&2=6.83&3=29.31&4=0.00&jenis=4&ket1=12.01&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 700m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
15:45:07.746 -> kirim
15:45:07.766 -> simpan.php?status=1&1=4.05&2=0.09&3=29.31&4=0.00&jenis=16.00&ket1=4&ket2=16.00
15:45:07.766 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.05&2=0.09&3=29.31&4=0.00&jenis=16.00&ket1=4&ket2=16.00
15:45:07.746 -> Error code : -1
15:45:07.785 -> Sending packet:esp32
15:45:08.860 -> Received packet
15:45:08.860 -> Dh = 4.38
15:45:08.860 -> Keruh = 0.00
15:45:08.860 -> Suhu = 29.31
15:45:08.860 -> TDS = 0.00
15:45:08.860 -> Mode =
15:45:08.860 -> T Air = 0.00
15:45:08.860 -> T pakan = 16.00
15:45:08.860 -> RSSI: -109
15:45:08.860 -> Snr: 1.50
15:45:08.860 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=4.38&2=0.09&3=29.31&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
15:45:08.860 -> kirim
15:45:08.860 -> simpan.php?status=1&1=4.38&2=0.09&3=29.31&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
15:45:08.860 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.38&2=0.09&3=29.31&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Jarak 800m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on COM6)
New Line 115200 baud
15:46:10.073 -> kirim
15:46:10.073 -> simpan.php?status=1&1=3.14&00&2=29&3=0.00&4=6&jenis=12.83&ket1=16.00&ket2=
15:46:10.096 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=3.14&00&2=29&3=0.00&4=6&jenis=12.83&ket1=16.00&ket2=
15:46:10.185 -> Sending packet:esp32
15:46:16.200 -> Received packet
15:46:16.200 -> Ph = 3.62
15:46:16.200 -> Keruh = 0.00
15:46:16.200 -> Suhu = 29.19
15:46:16.200 -> TDS = 0.00
15:46:16.200 -> Mode =
15:46:16.200 -> T Air = 0.00
15:46:16.200 -> T pakan = 16.00
15:46:16.200 -> RSSI: -111
15:46:16.200 -> Snr: -7.50
15:46:16.200 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=3.62&2=0.00&3=29.19&4=0.00&jenis=6&ket1=0.00&ket2=16.00
15:46:16.200 -> kirim
15:46:16.200 -> simpan.php?status=1&1=3.62&2=0.00&3=29.19&4=0.00&jenis=6&ket1=0.00&ket2=16.00
15:46:16.200 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=3.62&2=0.00&3=29.19&4=0.00&jenis=6&ket1=0.00&ket2=16.00
In 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 900m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on COM6)
New Line 115200 baud
15:47:10.116 -> sending packet:esp32
15:47:13.154 -> Sending packet:esp32
15:47:16.148 -> Sending packet:esp32
15:47:19.147 -> Sending packet:esp32
15:47:22.127 -> Sending packet:esp32
15:47:23.515 -> Received packet
15:47:23.515 -> Ph = 6.01
15:47:23.515 -> Keruh = 0.00
15:47:23.515 -> Suhu = 29.44
15:47:23.515 -> TDS = 0.00
15:47:23.515 -> Mode =
15:47:23.515 -> T Air = 0.00
15:47:23.515 -> T pakan = 16.00
15:47:23.515 -> RSSI: -112
15:47:23.515 -> Snr: 8.00
15:47:23.515 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=6.01&2=0.00&3=29.44&4=0.00&jenis=6&ket1=0.00&ket2=16.00
15:47:23.515 -> kirim
15:47:23.515 -> simpan.php?status=1&1=6.01&2=0.00&3=29.44&4=0.00&jenis=6&ket1=0.00&ket2=16.00
15:47:23.515 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=6.01&2=0.00&3=29.44&4=0.00&jenis=6&ket1=0.00&ket2=16.00
Go to Line/Column
In 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 1000m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on COM6)
New Line 115200 baud
15:49:00.741 -> sending packet:esp32
15:49:08.767 -> Sending packet:esp32
15:49:11.741 -> Sending packet:esp32
15:49:14.768 -> Sending packet:esp32
15:49:16.693 -> Received packet
15:49:16.724 -> Ph = 5.52
15:49:16.724 -> Keruh = 6.83
15:49:16.724 -> Suhu = 29.38
15:49:16.724 -> TDS = 0.00
15:49:16.724 -> Mode =
15:49:16.724 -> T Air = 0.00
15:49:16.724 -> T pakan = 16.00
15:49:16.724 -> RSSI: -112
15:49:16.724 -> Snr: -5.50
15:49:16.724 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=5.52&2=6.83&3=29.38&4=0.00&jenis=6&ket1=0.00&ket2=16.00
15:49:16.724 -> kirim
15:49:16.724 -> simpan.php?status=1&1=5.52&2=6.83&3=29.38&4=0.00&jenis=6&ket1=0.00&ket2=16.00
15:49:16.724 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=5.52&2=6.83&3=29.38&4=0.00&jenis=6&ket1=0.00&ket2=16.00
In 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 1100m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on COM6)
New Line 115200 baud
15:50:10.069 -> sending packet:esp32
15:50:16.617 -> Sending packet:esp32
15:50:19.590 -> Sending packet:esp32
15:50:22.610 -> Sending packet:esp32
15:50:25.607 -> Sending packet:esp32
15:50:27.088 -> Received packet
15:50:27.088 -> Ph = 4.55
15:50:27.088 -> Keruh = 20.83
15:50:27.088 -> Suhu = 29.38
15:50:27.088 -> TDS = 0.00
15:50:27.088 -> Mode =
15:50:27.088 -> T Air = 12.83
15:50:27.088 -> T pakan = 16.00
15:50:27.088 -> RSSI: -112
15:50:27.088 -> Snr: -8.50
15:50:27.088 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=6.55&2=20.83&3=29.38&4=0.00&jenis=6&ket1=12.83&ket2=16.00
15:50:27.088 -> kirim
15:50:27.088 -> simpan.php?status=1&1=6.55&2=20.83&3=29.38&4=0.00&jenis=6&ket1=12.83&ket2=16.00
15:50:27.127 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=6.55&2=20.83&3=29.38&4=0.00&jenis=6&ket1=12.83&ket2=16.00
Go to Line/Column
In 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```



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

- Jarak 1200

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
New Line 115200 baud
15:51:17.629 -> Sending packet:esp32
15:51:20.603 -> Sending packet:esp32
15:51:23.603 -> Sending packet:esp32
15:51:26.637 -> Sending packet:esp32
15:51:29.628 -> Sending packet:esp32
15:51:31.327 -> Received packet
15:51:31.361 -> Ph = 4.68040,15
15:51:31.361 -> Keuh = 29.38
15:51:31.361 -> Buhu = 0,00
15:51:31.361 -> YDS =
15:51:31.361 -> Mode = 12.55
15:51:31.361 -> T Air = 16.00
15:51:31.361 -> T pakan =
15:51:31.361 -> RSSI = -112
15:51:31.361 -> Snt: -8.50
15:51:31.361 -> SEND WTA = simpan.php?status=1&a1=4.68040.15&a2=29.38&a3=0.00&a4=kjenis=12.55&a5=16.00&a6=2
15:51:31.361 -> kirim
15:51:31.361 -> simpan.php?status=1&a1=4.68040.15&a2=29.38&a3=0.00&a4=kjenis=12.55&a5=16.00&a6=2
15:51:31.361 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&a1=4.68040.15&a2=29.38&a3=0.00&a4=kjenis=12.55&a5=16.00&a6=2
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 1300

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
New Line 115200 baud
15:52:00.777 -> Sending packet:esp32
15:52:03.742 -> Sending packet:esp32
15:52:04.999 -> Received packet
15:52:04.999 -> Ph = 5.03
15:52:04.999 -> Keuh = 31.74329,50
15:52:04.999 -> Buhu = 0,00
15:52:04.999 -> YDU =
15:52:04.999 -> Mode = 12.01r
15:52:04.999 -> T Air =
15:52:04.999 -> T pakan =
15:52:05.046 -> RSSI = -114
15:52:05.046 -> Snt: -11.25
15:52:05.046 -> SEND WTA = simpan.php?status=1&a1=5.03&a2=31.74329.50&a3=0.00&a4=kjenis=12.01r&a5=40M&a6=2
15:52:05.046 -> kirim
15:52:05.046 -> simpan.php?status=1&a1=5.03&a2=31.74329.50&a3=0.00&a4=kjenis=12.01r&a5=40M&a6=2
15:52:05.046 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&a1=5.03&a2=31.74329.50&a3=0.00&a4=kjenis=12.01r&a5=40M&a6=2
15:52:10.057 -> Error code = 41
15:52:10.057 -> Sending packet:esp32
15:52:10.067 -> Sending packet:esp32
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```





L-2 RSSI dan SNR N-LOS

- Jarak 100m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
16:02:16.000 -> kirim
16:02:11.010 -> simpan.php?status=1&1=4.3&e2=0.90&e3=29.30&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00&ket2=
16:02:11.058 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.3&e2=0.90&e3=29.30&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00&ket2=
16:02:16.030 -> Error code : -1
16:02:16.095 -> Sending packet:esp32
16:02:17.133 -> Received packet
16:02:17.133 -> Dh = 4.16
16:02:17.133 -> Kelemb = 0.00
16:02:17.133 -> Suhu = 29.38
16:02:17.133 -> TDS = 0.00
16:02:17.133 -> Mode =
16:02:17.133 -> T Air = 0.00
16:02:17.133 -> T pakan = 16.00
16:02:17.133 -> RSSI: -95
16:02:17.133 -> Snr: 9.25
16:02:17.133 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=4.16&e2=0.00&e3=29.38&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:02:17.133 -> kirim
16:02:17.133 -> simpan.php?status=1&1=4.16&e2=0.00&e3=29.38&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:02:17.180 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.16&e2=0.00&e3=29.38&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 200m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
16:03:49.000 -> kirim
16:03:49.005 -> simpan.php?status=1&1=4.35&e2=0.00&e3=29.69&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:03:49.005 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.35&e2=0.00&e3=29.69&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:03:53.991 -> Error code : -1
16:03:55.039 -> Sending packet:esp32
16:03:55.098 -> Received packet
16:03:55.098 -> Dh = 4.43
16:03:55.098 -> Kelemb = 0.00
16:03:55.098 -> Suhu = 29.69
16:03:55.098 -> TDS = 0.00
16:03:55.098 -> Mode =
16:03:55.098 -> T Air = 0.00
16:03:55.098 -> T pakan = 16.00
16:03:55.098 -> RSSI: -99
16:03:55.098 -> Snr: 3.75
16:03:55.098 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=4.43&e2=0.00&e3=29.69&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:03:55.098 -> kirim
16:03:55.098 -> simpan.php?status=1&1=4.43&e2=0.00&e3=29.69&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:03:55.130 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.43&e2=0.00&e3=29.69&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 300m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
16:05:45.313 -> kirim
16:05:45.313 -> simpan.php?status=1&1=4.24&e2=0.00&e3=29.50&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:05:45.313 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.24&e2=0.00&e3=29.50&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:05:50.388 -> Error code : -1
16:05:50.372 -> Sending packet:esp32
16:05:51.401 -> Received packet
16:05:51.433 -> Dh = 4.62
16:05:51.433 -> Kelemb = 0.00
16:05:51.433 -> Suhu = 29.50
16:05:51.433 -> TDS = 0.00
16:05:51.433 -> Mode =
16:05:51.433 -> T Air = 0.00
16:05:51.433 -> T pakan = 16.00
16:05:51.433 -> RSSI: -101
16:05:51.433 -> Snr: 8.25
16:05:51.433 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=4.62&e2=0.00&e3=29.50&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:05:51.433 -> kirim
16:05:51.433 -> simpan.php?status=1&1=4.62&e2=0.00&e3=29.50&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:05:51.433 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=4.62&e2=0.00&e3=29.50&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 400m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
16:08:21.414 -> kirim
16:08:21.414 -> simpan.php?status=1&1=3.54&e2=0.00&e3=29.25&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:08:21.414 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=3.54&e2=0.00&e3=29.25&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:08:26.429 -> Error code : -1
16:08:26.469 -> Sending packet:esp32
16:08:27.525 -> Received packet
16:08:27.525 -> Dh = 3.64
16:08:27.525 -> Kelemb = 0.00
16:08:27.525 -> Suhu = 29.25
16:08:27.525 -> TDS = 0.00
16:08:27.525 -> Mode =
16:08:27.525 -> T Air = 0.00
16:08:27.525 -> T pakan = 16.00
16:08:27.525 -> RSSI: -112
16:08:27.525 -> Snr: -3.25
16:08:27.525 -> SEND WEB = simpan.php?status=1&1=3.64&e2=0.00&e3=29.25&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:08:27.560 -> kirim
16:08:27.560 -> simpan.php?status=1&1=3.64&e2=0.00&e3=29.25&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
16:08:27.560 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/fishcare/simpan.php?status=1&1=3.64&e2=0.00&e3=29.25&e4=0.00&jenis=0.00&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

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 mengemukakan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Jarak 500m

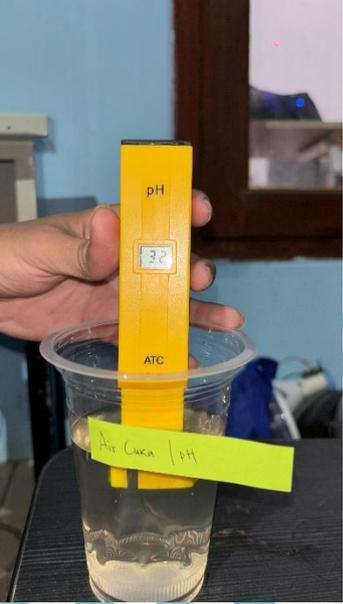
```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
16:10:19.836 -> sending packet:esp32
16:10:22.620 -> Sending packet:esp32
16:10:25.619 -> Sending packet:esp32
16:10:28.593 -> Sending packet:esp32
16:10:31.631 -> Sending packet:esp32
16:10:33.021 -> Received packet
16:10:33.031 -> Rh = 4.62
16:10:33.063 -> Kelemb = 0.00
16:10:33.063 -> Suhu = 29NR5
16:10:33.063 -> TDS = 0.00
16:10:33.063 -> Mode =
16:10:33.063 -> T Air = 0.00
16:10:33.063 -> T pakan = 16.00
16:10:33.063 -> RSSI: -113
16:10:33.063 -> Snr: -9.29
16:10:33.063 -> SEND Msg = simpan.php?status=1&1=4.62&2=0.00&3=29NR5&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
16:10:33.063 -> Kirim
16:10:33.063 -> simpan.php?status=1&1=4.62&2=0.00&3=29NR5&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
16:10:33.063 -> http://192.168.91.126/AppFishCare/Fishcare/simpan.php?status=1&1=4.62&2=0.00&3=29NR5&4=0.00&jenis=4&ket1=0.00&ket2=16.00
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

- Jarak 600m

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Wrover Module' on 'COM6')
16:12:19.229 -> sending packet:esp32
16:12:19.202 -> Sending packet:esp32
16:12:21.211 -> Sending packet:esp32
16:12:24.233 -> Sending packet:esp32
16:12:27.230 -> Sending packet:esp32
16:12:30.239 -> Sending packet:esp32
16:12:33.214 -> Sending packet:esp32
16:12:36.230 -> Sending packet:esp32
16:12:39.239 -> Sending packet:esp32
16:12:42.229 -> Sending packet:esp32
16:12:45.202 -> Sending packet:esp32
16:12:48.239 -> Sending packet:esp32
16:12:51.229 -> Sending packet:esp32
16:12:54.241 -> Sending packet:esp32
16:12:57.219 -> Sending packet:esp32
16:13:00.239 -> Sending packet:esp32
16:13:03.239 -> Sending packet:esp32
16:13:06.240 -> Sending packet:esp32
16:13:09.239 -> Sending packet:esp32
Ln 17, Col 46 ESP32 Wrover Module on COM6
```

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

L-3 Pengujian Sensor Ph

Kondisi Air	Foto Sensor	Foto pH meter
Asam		
Basa		

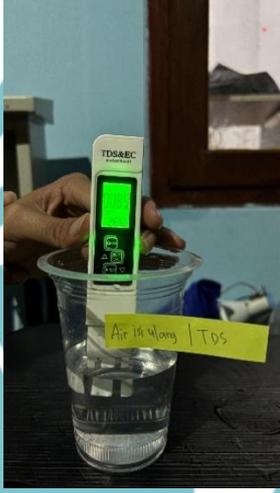
Hak Cipta :

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

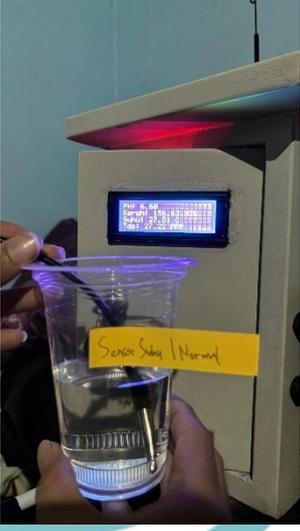
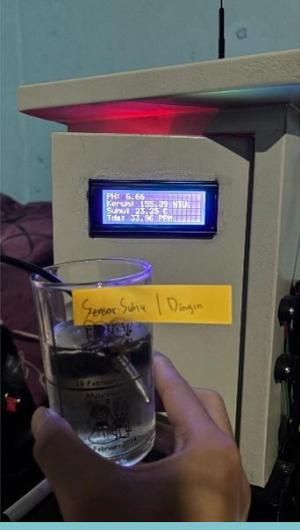
L-4 Pengujian Sensor TDS

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

Jenis Air	Foto Sensor	Foto pH meter
Air Mineral Vit		
Air Isi Ulang		
Air Keran		

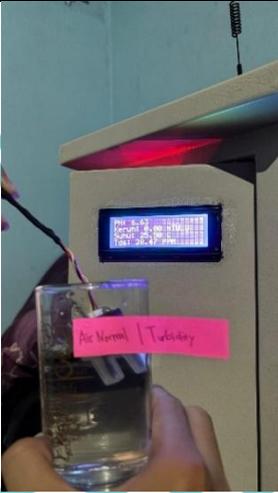
L-5 Pengujian Sensor Suhu

Kondisi Air	Foto Sensor	Foto pH meter
Normal		
Dingin		

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-6 Pengujian Sensor *Turbidity*

Jenis Air	Foto Sensor
Bersih	
Keruh	
Sangat Keruh	

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

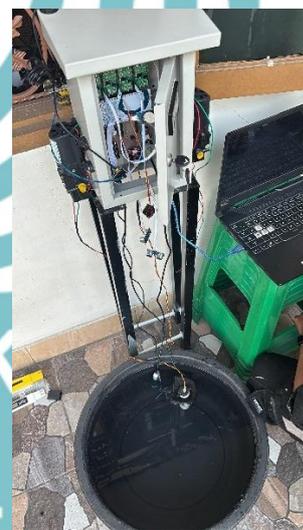


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

L-7 Dokumentasi





© 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 mengemukakan 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 kritis 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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Smart Aquaculture*

Smart Aquaculture adalah sebuah sistem budidaya perikanan yang memanfaatkan teknologi digital seperti IoT, otomatisasi, dan aplikasi *mobile* untuk memantau dan mengontrol kondisi kolam secara *real-time*. Teknologi ini digunakan untuk memantau kualitas air seperti (pH, suhu, kekeruhan, dan kadar logam), dan mengontrol pemberian pakan, pengurasan dan pengisian air secara otomatis. Tujuan dari *smart aquaculture* adalah untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya operasional, serta mendukung budidaya ikan yang lebih modern.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan terhadap efisiensi dan keberlanjutan dalam sektor perikanan, sistem *smart aquaculture* terus mengalami pembaruan signifikan dari sisi teknologi dan penerapannya. Salah satu pembaruan utama adalah integrasi kecerdasan buatan *machine learning* yang memungkinkan sistem untuk memprediksi kondisi air guna mencegah penyakit pada ikan dan terhindar dari bakteri dalam kolam. Selain itu sistem *machine learning* juga banyak digunakan untuk memberikan pakan secara otomatis menyesuaikan jadwal pemberian pakan ikan. (Roysihan, 2025)

2.2 Balai Benih Ikan (BBI) Ciganjur

Balai Benih Ikan (BBI) Ciganjur merupakan sarana pemerintah yang memiliki tugas dan fungsi dalam menghasilkan benih ikan yang bermutu salah satunya yaitu benih ikan hias dan ikan air tawar. BBI Ciganjur berada di kawasan Cipadak, Jagakarsa, Jakarta Selatan di bawah struktur organisasi Pusat Produksi, Inspeksi dan Sertifikasi Hasil Perikanan Dinas Ketahanan Pangan, Kelautan dan Pertanian (PPISHP) Provinsi DKI Jakarta. Menurut Unit Pembenihan Bersertifikat (*Certified Hatchery*) per-Desember 2023, BBI Ciganjur mendapatkan sertifikat Cara Pembenihan Ikan yang Baik (CPIB) untuk ikan air tawar yaitu Ikan Lele dan Ikan Gurame serta mendapatkan peringkat Sangat Baik (*Excellent*) dengan produksi mencapai hingga 800.000 benih ikan. Sertifikat tersebut diperoleh dengan kriteria



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

aspek diantara lainnya yaitu Ketahanan Pangan, Teknis, Manajemen, Lingkungan, dan Benih sehat bermutu. Dengan adanya kriteria tersebut BBI Ciganjur menjamin kualitas benih ikan yang dibudidayakan adalah yang terbaik untuk masyarakat DKI Jakarta. (Yuliani et al., 2023)

2.3 Perikanan

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan dengan wilayah perairan yang luas, sehingga memiliki potensi perikanan yang sangat besar. Perikanan budidaya merupakan kegiatan yang memproduksi biota biota (organisme) akuatik di lingkungan terkontrol yang bertujuan untuk mendapatkan keuntungan disebut juga sebagai akuakultur. (Sutiani et al., 2020)

2.3.1 Ikan Hias

Pada budidaya perikanan, ikan hias merupakan salah satu ikan yang memiliki nilai jual yang tinggi berdasarkan bentuk dan kualitas warna dari ikan hias itu sendiri. Ikan hias biasanya dipelihara di kolam atau di akuarium terbuka. Kualitas air yang baik dibutuhkan dalam memelihara ikan hias. Salah satu faktor yang menyebabkan kualitas air berubah menjadi kotor dikarenakan oleh sisa pakan ikan yang larut di air, hal ini dapat ditanggulangi menggunakan sensor turbidity dalam memantau kualitas air yang tersedia di alat *Smart Aquaculture*. (Asmara & Thaha, 2020)

2.3.2 Ikan KOI

Ikan Koi merupakan salah satu jenis ikan hias yang populer di kalangan pembudidaya karena memiliki warna dan bentuk tubuh yang menarik. Selain itu, ikan ini juga memiliki prospek penjualan yang menjanjikan dan nilai ekonomis yang tinggi, sehingga banyak dibudidayakan dan diperjualbelikan di pasaran. Tetapi pertumbuhan benih ikan KOI sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan diantaranya adalah suhu air kolam (Indriyanto et al., 2020). Oleh karena itu, sistem *Smart Aquaculture* yang dikembangkan di Balai Benih Ikan (BBI) Ciganjur difokuskan pada budidaya ikan Koi (*Cyprinus carpio*) karena terdapat alat pemantau suhu air.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4 Kolam Fiber

Penggunaan kolam dengan material fiber mampu mengatasi virus dan bakteri yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan dalam kolam. Kolam fiber ini menjadi salah satu teknologi alternatif dalam budidaya ikan hias (H. A. Putra et al., 2022). Ukuran kolam fiber yang akan digunakan adalah 2x1 meter.

2.5 Hardware

2.5.1 Modul LoRa

Modul Long Range atau biasa dikenal dengan LoRa merupakan salah satu modul yang sering digunakan dalam sistem pemantauan dengan cakupan jarak yang luas. Modul yang digunakan pada penelitian ini adalah Modul LoRa LILYGO TTGO 915 MHz yang termasuk dalam kategori LoRaWAN (LoRa *Wide Area Network*). LoRaWAN menawarkan jangkauan komunikasi yang Panjang, konsumsi daya rendah, biaya rendah, dan masa pakai baterai yang lama. Modul LoRa yang digunakan dapat mencapai ± 3 km (Noprianto et al., 2024).



Gambar 2. 1 Modul LoRa LILYGO TTGO 915 MHz (Transceiver)

sumber : insidefpv.com

Spesifikasi modul LoRa LILYGO TTGO 915 MHz SX1276 :

- Chipset : SX1276
- Frekuensi Operasi : 915 MHz
- Mode komunikasi : hal-duplex
- Jangkauan Jarak : 3 km
- Sensitivitas penerima : -139 dBm

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5.2 Arduino Mega 2560

Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560 yang merupakan keluarga AVR (*Atmel's Risc Processor*) dengan kapasitas flash memori 256KB. Board Arduino Mega 2560 menggunakan ic ATmega 2560. Board ini dilengkapi dengan 54 pin digital I/O yang mana 15 buah digunakan untuk output PWM, 16 buah analog input, dan 4 UART. (Kartiria et al., 2021)



Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560

sumber : www.arduino.biz.id

Spesifikasi Arduino Mega 2560 :

- Digital I/O pins : 54
- Analog Input pins : 16
- DC Current per I/O Pin : 40 mA
- DC Current for 3.3V pin : 50 mA
- Flash memory : 256 KB
- SRAM : 8 KB
- EEPROM : 4 KB
- Clock Speed : 16 MHz

2.5.3 ESP32

Mikrokontroler ESP32 berasal dari perusahaan *Espressif System* yang memiliki kelebihan yaitu sudah terdapat Wi-Fi dan Bluetooth di dalamnya sehingga cocok apabila digunakan untuk teknologi Internet of Things (IoT) yang memerlukan koneksi wireless. Salah satu fungsi yang digunakan dari ESP32 adalah fungsi *controlling* dan *monitoring*. Selain karena biayanya yang cukup rendah, daya yang digunakan juga rendah dengan modul Wi-Fi yang

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

terintegrasi dengan chip mikrokontroler serta memiliki Bluetooth dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikan ESP32 lebih fleksibel. (Arrahma & Mukhaiyar, 2023)



Gambar 2. 3 Mikrokontroler ESP32
sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/>

Spesifikasi Mikrokontroler ESP32 :

- CPU : Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual-Core di 160/240 MHz
- SRAM : 520 KB
- FLASH : 2MB (max. 64MB)
- Tegangan : 2.2V – 3.6V
- Arus Kerja : 80 mA
- Wi-Fi : 802.11 b/g/n
- Bluetooth : 4.2 BR/EDR + BLE
- UART : 3
- GPIO : 32
- SPI : 4
- I2C : 2
- PWM : 8
- ADC : 18 (12-bit)
- DAC : 2 (8-bit)

2.5.4 Sensor Turbidity DFRobot

Sensor *Turbidity* digunakan untuk mengukur kekeruhan air kolam yang akan dideteksi. Sensor yang digunakan yaitu Sensor *Turbidity* SEN0189 yang mengukur kekeruhan air dalam NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) atau satuan standar yang digunakan oleh sebagian besar lembaga atau organisasi

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

terkait. Sensor ini bekerja pada tegangan 5 VDC dan menghasilkan tegangan output sekitar 0 – 4,5 VDC. Sensor *turbidity* pada kekeruhan air bekerja dengan cara mendeteksi partikel yang terperangkap dalam air melalui pengukuran transmisi cahaya dan tingkat penyebaran cahaya yang berubah seiring dengan jumlah *Total Suspended Solids* (TSS). (Sumarahinsih et al., 2023)



Gambar 2. 4 Sensor *Turbidity* DFRobot
sumber : botland.store

Spesifikasi Sensor Turbidity SEN0189 :

- Tegangan Operasi : 5 VDC
- Arus Operasi : 40 mA (Max)
- Waktu Respons : <500 ms
- Resistansi Isolasi : 100M (Min)
- Output analog : 0 – 4.5 V
- Output digital : Sinyal level tinggi/rendah (d disesuaikan)
- Suhu pengoperasian : 5 °C ~ 90 °C
- Suhu penyimpanan : -10 °C ~ 90 °C
- Berat : 30g
- Dimensi adaptor : 38mm x 28mm x 10mm

2.5.5 Sensor pH E4502C DFRobot

Sensor pH mengukur tingkat keasaman atau kebasaan larutan dengan prinsip elektrokimia menggunakan dua elektroda untuk menghasilkan sinyal yang dapat dibaca. Sensor ini mengkonversi besaran pH menjadi besaran listrik. Kadar pH pada air kolam merupakan hal penting bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan. Nilai pH yang baik untuk pertumbuhan benih ikan di rentang 6 sampai 8, nilai pH kurang atau lebih dari 6 sampai 8

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

akan menyebabkan hal buruk untuk kondisi ikan seperti insang ikan berlendir, memicu pertumbuhan jamur atau bakteri pada tubuh ikan, dan menyebabkan nafsu makan ikan berkurang. (Hendri et al., 2023)



Gambar 2. 5 Sensor pH-E4502C
sumber : www.rapidonline.com

Sensor pH yang digunakan adalah sensor pH-E4502C DFRobot dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Rentang pengukuran kadar pH : 0 – 14
- Akurasi : ± 0.1 pH (pada suhu 25°C)
- Suhu operasional : 0 - 60°C
- Waktu Respon: ≤ 1 menit
- Tegangan Kerja: 3.3-5.5V
- Tegangan Keluaran: 0-3.0V
- Ukuran Modul: 42mm x 32mm

Dibawah ini adalah rumus untuk menghitung nilai error dari sensor pH dan pH meter yang digunakan

$$\text{Error (\%)} = \left(\frac{\text{Sensor pH} - \text{pH meter}}{\text{pH meter}} \right) \times 100\%$$

2.5.6 Sensor TDS

Total Dissolve Solid (TDS) merupakan suatu padatan yang terurai dan terlarut di dalam air seperti mineral, garam, dan logam. TDS terukur dalam satuan *Part Per Million* (PPM) atau rasio perbandingan berat ion terhadap air. Sensor TDS yang digunakan jenis DFRobot SEN0244 dilengkapi dengan *probe* yang memiliki dua buah elektroda yang berfungsi untuk mengukur zat yang terlarut pada air kolam yang memiliki sifat elektrolit, semakin tinggi nilai

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

elektrolit pada zat terlarut maka nilai TDS juga akan semakin tinggi. (Bezaleel Apristiyan Adhi, 2023)



Gambar 2. 6 Sensor TDS
sumber : www.voltaat.com

Spesifikasi sensor TDS :

- Tegangan kerja : 3.3 – 5.5 VDC
- Output : 0 – 2.3V analog signal
- Arus kerja : 3 – 6 mA
- Range pengukuran : 0 – 1000 ppm
- Akurasi : ± 10%
- Ukuran : 42 x 32 mm

Dibawah ini adalah rumus untuk menghitung nilai error dari sensor TDS dan TDS meter yang digunakan

$$\text{Error (\%)} = \left(\frac{\text{Sensor TDS} - \text{TDS meter}}{\text{TDS meter}} \right) \times 100\%$$

2.5.7 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang dapat mengkonversi perubahan temperature lingkungan menjadi besaran Listrik. Salah satu kegunaan sensor suhu DS18B20 adalah untuk menjaga kestabilan suhu air kolam ikan hias. Sensor ini berkomunikasi dengan mikrokontroler melewati sensor digital yang menggunakan satu *wire* untuk pembacaan suhu (Huda & Kurniawan, 2022). Sensor suhu DS18B20 dirancang untuk mengukur suhu dengan akurasi tinggi, memiliki rentang pengukuran antara -55°C hingga +125°C dan akurasi sekitar ±0,5°C dalam rentang -10°C hingga +85°C.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 7 Sensor Suhu DS18B20

sumber : anloveov.click

Spesifikasi sensor suhu DS18B20 :

- Komunikasi antar muka menggunakan protocol unique 1-wire
- Tidak membutuhkan tambahan komponen
- Tegangan kerja : 3 – 5.5V
- Suhu temperature : 55°C -125°C
- Akurasi : ±0,5°C
- Resolusi sensor : 9 – 12 bit
- Waktu konversi suhu : 750 ms

Dibawah ini adalah rumus untuk menghitung nilai error dari sensor Suhu dan Suhu meter yang digunakan

$$\text{Error (\%)} = \left(\frac{\text{Sensor Suhu} - \text{Suhu meter}}{\text{Suhu meter}} \right) \times 100\%$$

2.5.8 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang menggunakan frekuensi 40 Hz yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara objek dengan sensor HC-SR04. Sensor ini terdiri dari 4 buah pin diantaranya yaitu VCC, Trigger, Echo, dan GND. Sensor HC-SR04 bekerja pada tegangan DC 5V dengan arus kerja sebesar 15 mA. Jarak pengukuran maksimal yaitu empat meter dan jarak pengukuran minimal yaitu dua cm. (Arifin et al., 2022)

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 8 Sensor Ultrasonik HC-SR04

sumber : www.arduinoindonesia.id

Spesifikasi sensor HC-SR04 :

- Tegangan kerja : 5 VDC
- Arus kerja : 15 mA
- Jarak minimal : 2 cm
- Jarak maksimal : 4 m
- Frekuensi : 40 Hz
- Pengukuran sudut : 15 derajat
- Sinyal masukan pemicu : 10s

2.5.9 Servo MG90S

Servo merupakan sistem kendali tertutup yang menggunakan umpan balik posisi untuk mengatur gerakan dan posisi akhir seperti mengatur posisi poros dengan sangat tepat sesuai dengan nilai derajat sudut yang ditentukan. Servo terdiri dari motor DC, rangkaian roda gigi, potensiometer sebagai penentu batas sudut dari putaran servo, dan rangkaian kendali (Lesmana, 2025). Servo MG90S pada sistem ini digunakan sebagai kendali aktuator yaitu pembuka dan penutup wadah pakan ikan.



Gambar 2. 9 Servo MG90S

Sumber : www.einstronic.com

Hak Cipta :

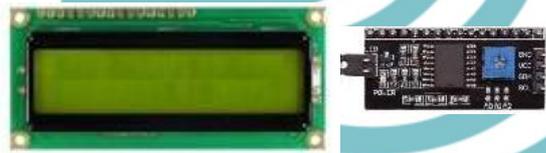
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Spesifikasi Servo MG90S :

- Arus operasional : $\sim 2.7\text{mA}$ (*idle*), $\sim 70\text{mA}$ (tanpa beban), $\sim 400\text{mA}$ (*Stall*)
- Rotasi : $0^\circ - 180^\circ$
- Kecepatan maksimum : 0.6 deg/ms
- Dimensi : $12 \text{ mm} \times 32.5 \text{ mm} \times 32.5 \text{ mm}$

2.5.10 LCD 20x4 I2C

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan perangkat yang berfungsi untuk menampilkan data berupa tulisan dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD yang digunakan berukuran 20x4 karakter dengan tambahan chip modul I2C yang dihubungkan dengan *Real Time Clock* (RTC) agar data sensor yang ditampilkan secara *real-time*. LCD memiliki 4 buah pin yang diantaranya yaitu SCL, SDA, VCC, dan GND. (Nirwan & MS, 2020)



Gambar 2. 10 LCD I2C 20x4

Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/>

Spesifikasi LCD 20x4 :

- Tegangan : 5V
- Antarmuka : I2C (0x27, 0x3F)
- Kontras menyesuaikan potensiometer
- Format tampilan : 20 karakter x 4 baris
- Ukuran : $9.8 \times 6 \times 1.2 \text{ mm}$

2.5.11 MOSFET IRF5305

MOSFET merupakan *integrated circuit* (IC) atau transistor efek medan semikonduktor oksida logam yang juga merupakan perangkat semikonduktor yang digunakan sebagai penguat sinyal dalam perangkat elektronik karena dapat sepenuhnya mengatasi resiko kehilangan sinyal ketika impedansi input sangat tinggi sebagai penguat. MOSFET banyak digunakan pada perangkat

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

modern dikarenakan memiliki satu chip untuk IC yang lebih kecil. Jenis MOSFET yang digunakan adalah IRF5305. (Deyhan, 2022)



Gambar 2. 11 MOSFET IRF5305

Sumber : <https://es.aliexpress.com/>

Spesifikasi MOSFET IRF5305 :

- Tegangan output : 5 – 36 VDC
- Tegangan input sinyal : 3 – 24 VDC (5 mA)
- Arus Maksimum : 20 A
- Jenis modul : Modul FET
- Mendukung PWM, daya hingga 400W

2.5.12 Pompa Air DC 12V

Pompa merupakan peralatan atau mesin yang digunakan untuk menaikkan tekanan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi atau untuk menaikkan tekanan air dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah, dan juga berfungsi untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lainnya. Pompa air memiliki dua tipe *supply* daya yaitu daya arus bolak – balik, dan daya arus searah atau DC (Ariansyah & Sariman, 2021). Pompa air yang digunakan adalah jenis DC dengan bantuan catu daya 12V.

SAKAI
PROFESIONAL PUMP



Gambar 2. 12 Pompa Air DC 12V

Sumber : <https://shopee.co.id/>

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Spesifikasi Pompa Air DC 12V :

- Tegangan kerja : DC 12V
- Arus kerja : 0.5 – 0.7 A
- Daya : 5 Watt
- Material : plastik ABS dan Alumunium
- Ukuran : 35 x 35 x 80 mm

2.5.13 Heater Aquarium 100Watt

Heater akuarium atau pemanas digunakan untuk menjaga kestabilan suhu di air kolam agar tidak terlalu dingin. *Heater* dihubungkan dengan relay 5V yang berfungsi sebagai saklar untuk menghidupkan dan mematikan *heater* (Saputra & Prayoga, 2023). Daya yang digunakan untuk *heater* akuarium ini adalah 100 Watt.



Gambar 2. 13 *Heater* Aquarium
Sumber : <https://freeholmet.click/>

Spesifikasi *Heater* Aquarium :

- Merk : Amara
- Ukuran : 23 x 3 cm
- Tipe : HT 100
- Daya : 100 Watt
- Tegangan : 220V – 240V

2.5.14 *Fan* PC

Fan PC digunakan sebagai aktuator dalam sistem pengendali suhu dengan prinsip menyesuaikan kecepatannya terhadap suhu aktual. Semakin tinggi suhu yang terdeteksi, semakin cepat kipas berputar untuk mempercepat pendinginan. Pengaturan kecepatan ini dikendalikan oleh mikrokontroler

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

melalui driver motor, berdasarkan data suhu dari sensor (Najmurokhman et al., 2020). *Fan* PC berfungsi untuk menurunkan suhu di air kolam jika melewati batas normal yang ditentukan.



Gambar 2. 14 *Fan* PC

Sumber : <https://www.blibli.com/>

2.5.15 Power Supply 5V dan 12V

Catu daya (*power supply*) merupakan sebuah perangkat penguat yang memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban listrik. Perangkat ini menjadi bagian penting dalam elektronika karena berfungsi sebagai sumber tenaga listrik seperti baterai atau aki (*accu*). Catu daya terdiri dari komponen utama yaitu transformator, dioda, dan kondensator. Catu daya terbagi menjadi dua sumber yaitu sumber AC yang memberikan tegangan bolak - balik dan sumber DC yang memberikan tegangan searah (G. S. A. Putra et al., 2020). Catu daya yang digunakan pada sistem ini terbagi menjadi dua yaitu 5V untuk sumber daya mikrokontroler dan 12V untuk sumber daya aktuator.



Gambar 2. 15 *Power Supply*

Sumber : <https://www.blibli.com/>

2.5.16 Relay

Relay adalah saklar yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yakni electromagnet (*coil*) dan seperangkat kontak saklar atau *switch*. Relay menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat

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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi (G. S. A. Putra et al., 2020). Relay yang digunakan adalah relay satu *channel* dengan tegangan 5V.



Gambar 2. 16 Relay 1 *channel*

Sumber : <https://www.aksesoriskomputerlampung.com/>

Spesifikasi relay :

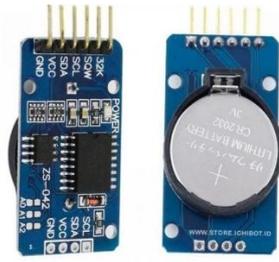
- Tegangan kerja : 5V
- Kontrol sinyal : TTL
- Tegangan maksimum : 250 VAC, 30 VDC
- Indikator LED
- Waktu tindakan kontak : <10 ms

2.5.17 RTC DS3231

Real Time Clock (RTC) adalah sebuah chip jam elektronik yang berfungsi menghitung dan menyimpan waktu secara akurat, mulai dari detik hingga tahun, secara real time. RTC umumnya digunakan dalam berbagai perangkat elektronik seperti komputer, di mana chip ini tetap dapat mempertahankan data waktu meskipun perangkat dimatikan, karena dilengkapi dengan baterai sebagai sumber daya cadangan. RTC dinilai cukup akurat karena menggunakan osilator kristal, dan banyak jenis chip RTC yang tersedia di pasaran untuk berbagai kebutuhan (Iqbar & Kartika, 2020). RTC DS3231 ini digunakan untuk menghubungkan LCD I2C agar dapat terhubung dengan Arduino Mega secara langsung.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 17 Modul RTC DS3231

Sumber : <https://test.ichibot.id/>

2.6 Software

2.6.1 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram papan Arduino melalui komputer. IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*, yaitu sebuah lingkungan terpadu untuk pengembangan program. Arduino IDE dibuat dengan bahasa pemrograman Java dan dilengkapi dengan pustaka (library) C/C++ yang mempermudah pengolahan data input dan output. Papan Arduino sendiri memiliki IC mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan *Bootloader*, berfungsi sebagai jembatan antara komputer dan mikrokontroler. Karena mikrokontroler hanya dapat memahami bahasa mesin (biner), diperlukan *compiler* untuk menerjemahkan kode program dari bahasa tingkat tinggi menjadi format yang bisa dipahami oleh mikrokontroler. (Manurung et al., 2021)



Gambar 2. 18 Arduino IDE

Sumber : <https://commons.wikimedia.org/>

Hak Cipta :

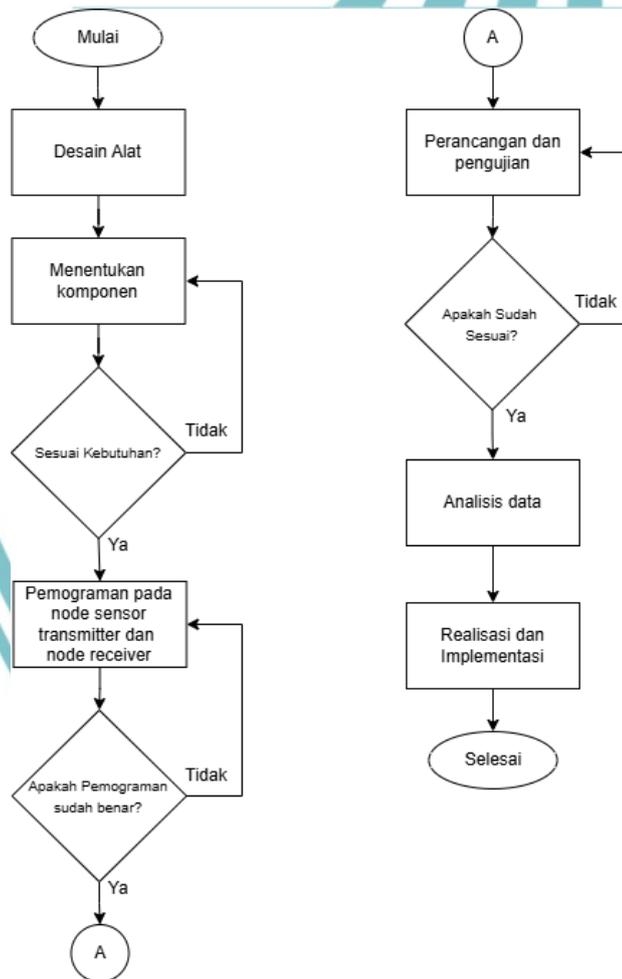
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI

3.1 Rancangan Alat

Perancangan sistem smart aquaculture menggunakan modul LoRa dilakukan dengan menggabungkan sensor-sensor kualitas air seperti suhu, pH, turbidity dan TDS yang terhubung ke mikrokontroler sebagai unit pemroses data, kemudian data tersebut dikirim secara nirkabel melalui jaringan LoRa ke gateway yang terhubung ke server atau dashboard pemantauan.

Dalam melakukan perancangan alat monitoring kualitas air ini, Langkah-langkah yang dilakukan dalam realisasi alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Flowchart Perencanaan dan Realisasi

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan Gambar 3.1 dalam melakukan rancangan dan realisasi alat dimulai dengan tahap mulai lalu di lanjutkan dengan mendesain alat dan diikuti dengan menentukan komponen yang diperlukan. Dalam menentukan komponen harus disesuaikan dengan kebutuhan agar tidak membuang banyak biaya. Apabila komponen yang dibutuhkan sudah sesuai maka akan masuk ke tahap pemrograman pada node sensor transmitter dan node receiver, jika komponen yang digunakan belum sesuai maka akan Kembali ke tahap menentukan komponen. Setelah tahap pemrograman selesai selanjutnya akan masuk kedalam tahap perancangan dan pengujian, apabila dalam melakukan perancangan dan pengujian alat belum sesuai kebutuhan, maka akan dilakukan kembali tahap pengujian alat tersebut sampai sesuai. Setelah selesai melakukan perancangan dan pengujian, selanjutnya masuk kedalam tahap analisa data dan langsung masuk kedalam tahap implementasi lalu perancangan alat selesai.

Tabel 3.1 Acuan Parameter Kualitas Air

No	Parameter Kualitas Air	Nilai
1	pH	6-9
2	Suhu	Alami
3	Oksigen	3 mg/L
4	TDS	1000 mg/L

Sumber : PP 22 TAHUN 2021

Tabel di atas menunjukkan empat parameter utama yang digunakan untuk menilai kualitas air pada sistem monitoring, khususnya dalam budidaya ikan di Balai Benih Ikan Ciganjur. Penjelasan tiap parameter adalah sebagai berikut:

1. pH (6–9)

pH menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air. Nilai pH ideal untuk perairan budidaya ikan berada pada rentang 6 hingga 9, yang berarti netral hingga agak basa. Nilai di luar kisaran ini dapat mengganggu metabolisme ikan dan mengurangi kualitas hidupnya.



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Suhu (Alami)

Suhu air sangat mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme ikan. Dalam tabel, suhu dikatakan “alami”, yang berarti suhu air diusahakan sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar atau suhu normal habitat ikan tanpa manipulasi berlebihan. Biasanya berkisar antara 25–30°C untuk budidaya ikan air tawar.

3. Oksigen (3 mg/L)

Kadar oksigen terlarut penting untuk respirasi ikan. Nilai minimum yang dianjurkan adalah 3 mg/L. Jika kadar oksigen turun di bawah batas ini, ikan dapat mengalami stres atau bahkan kematian akibat kekurangan oksigen.

4. TDS (1000 mg/L)

Total Dissolved Solids (TDS) adalah ukuran total zat padat terlarut dalam air seperti mineral, garam, dan logam. Nilai maksimum yang diizinkan adalah 1000 mg/L. Melebihi batas ini dapat mengganggu osmoregulasi ikan dan menurunkan kualitas air.

Setelah membahas perancangan alat dan parameter acuan untuk data dari sensor yang digunakan, Tabel 3.1 menjelaskan komponen-komponen yang digunakan dalam merancangan alat ini.

Tabel 3. 1 Komponen Perancangan Alat

No	Nama Barang	Jumlah
1	Modul LoRa LILYGO TTGO 915 Mhz	2
2	Arduino Mega 2560	1
3	ESP32	1
4	Sensor Turbidity DfRobot	1
5	Sensor pH-E4502C DfRobot	1
6	Sensor TDS DfRobot	1
7	Sensor Suhu DS18B20 DfRobot	1
8	Sensor Ultrasonic HC-05	2
9	Servo MG90S	1
10	LCD 20x4 I2C	1
11	RTC DS3231	1



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

12	Mosfet IRF5305	3
13	Relay 1 Chanel	1
14	Pompa Air DC 12V	2
15	Heater Aquarium 100Watt	1
16	Fan PC	4
17	Power Supply 5V	1
18	Power Supply 12V	1
19	PCB	2
20	Panel Box	2
21	Pipa Meteran	Secukupnya
22	Kabel AWG	Secukupnya
23	Selang 18mm	Secukupnya
24	Selang 3/8 inch	Secukupnya

3.1.1 Deskripsi Alat

Rancang bangun alat *Smart Aquaculture* untuk sistem *monitoring* pembenihan ikan pada Balai Benih Ikan Ciganjur menggunakan modul LoRa dirancang dengan menggunakan topologi *point-to-point* yang terbagi menjadi dua sisi, yaitu sisi *transmitter* dan sisi *receiver*. Pada sisi *transmitter* terdapat node sensor *transmitter* yang terdiri dari Arduino Mega 2560 sebagai pusat inti kontrol alat, dilengkapi dengan sensor pH, sensor *turbidity*, sensor suhu DS18B20, sensor TDS untuk mengukur kadar logam terlarut, LCD 20x4 I2C untuk menampilkan data secara *real-time* yang dihubungkan ke RTC, modul LoRa LILYGO TTGO 915 MHz, relay yang terhubung pada aktuator *heater* akuarium apabila suhu air kolam melebihi batas suhu yang ditentukan yakni dibawah 25°C, sensor HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian ketersediaan pakan ikan dan ketinggian air, servo yang berfungsi untuk membuka dan menutup katup pakan ikan, Mosfet yang terhubung ke pompa air dan kipas, *power supply 5V* yang digunakan untuk memberi tegangan ke Arduino Mega 2560, dan *power supply 12V* yang digunakan untuk memberi tegangan ke mosfet karena pompa air menggunakan tegangan 12V.

Pada sisi *receiver* yang akan diletakkan pada jarak kurang lebih 250 meter dari node sensor *transmitter* dengan kondisi lingkungan yang cukup memadai dan tidak memiliki terlalu banyak halangan, LoRa LILYGO TTGO akan digunakan



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sebagai LoRa *receiver*, ESP32 sebagai penerima sekaligus pengirim data sensor yang dihasilkan, data tersebut akan dikirimkan ke *database* MySQL, kemudian dari *database* akan dikirim ke aplikasi *mobile*.

3.1.2 Cara Kerja Alat

Sistem *monitoring* kualitas air berbasis LoRa ini dirancang untuk memantau dan mengontrol kondisi air pada kolam pembenihan ikan secara otomatis dan *real-time*. Node sensor (*transmitter*) yang ditempatkan di kolam dilengkapi dengan berbagai sensor utama, yaitu sensor pH, sensor TDS, sensor *turbidity*, dan sensor suhu DS18B20. Seluruh sensor ini terhubung ke mikrokontroler Arduino Mega 2560, yang berfungsi membaca dan mengolah data dari masing-masing sensor. Untuk menampilkan hasil pembacaan secara langsung, sistem menggunakan modul LCD 20x4 I2C yang terhubung dengan modul RTC (*Real Time Clock*) sebagai penanda waktu pengambilan data.

Selain fungsi pemantauan, sistem juga memiliki kemampuan kontrol otomatis dengan bantuan sejumlah aktuator. Aktuator yang digunakan antara lain servo untuk membuka dan menutup saluran air, dua buah pompa yang berfungsi masing-masing untuk menguras dan mengisi kolam, kipas pendingin, serta pemanas air. Jika suhu air yang terdeteksi oleh sensor DS18B20 melebihi 30°C, maka kipas pendingin akan menyala secara otomatis untuk membantu menurunkan suhu air. Kipas akan terus menyala selama suhu masih berada di atas ambang batas tersebut, dan akan mati kembali ketika suhu turun hingga mencapai batas normal, yaitu 30°C atau lebih rendah. Sebaliknya, jika suhu air turun di bawah 25°C, maka pemanas akan otomatis aktif untuk menjaga suhu air tetap ideal bagi pertumbuhan ikan.

Setelah seluruh proses pembacaan dan pengontrolan dilakukan, data dari sensor akan dikirimkan melalui modul LoRa *transmitter* ke modul LoRa *receiver* yang berada di sisi penerima. Data tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan diteruskan ke server *database* MySQL. Informasi ini selanjutnya dapat diakses secara langsung oleh pengguna melalui aplikasi *mobile* yang telah terintegrasi, sehingga memungkinkan pemantauan kondisi kolam dari jarak jauh dengan mudah dan efisien.



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.3 Spesifikasi Alat

Dalam perancangan alat *Smart Aquaculture* untuk sistem *monitoring* benih ikan pada BBI Ciganjur menggunakan modul LoRa dibutuhkan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang mendukung sistem kerja. Berikut merupakan spesifikasi pada alat *Smart Aquaculture* pembenihan ikan:

- a. Memiliki satu node sensor *transmitter* yang terdapat sensor pH dengan *range* nilai 0 hingga 14 yang mendeteksi kualitas pH dari air kolam (semakin tinggi pH semakin bagus), sensor *turbidity* dengan *range* nilai NTU 0 hingga 50 yang menunjukkan semakin tinggi NTU semakin keruh, sensor TDS 0 ppm hingga 300 ppm, sensor suhu DS18B20 dengan rentang -10°C hingga 85°C , sensor ultrasonic HC-SR04 dengan rentang jarak 2 cm hingga 400 cm, dan RTC (Real Time Clock) DS3231. LCD I2C 20x4 untuk menampilkan data secara *real-time*, Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan *power supply* 5V agar dapat memberikan tegangan, modul LoRa LILYGO TTGO SX1276 sebagai alat untuk mentransmisikan data dengan frekuensi 915 MHz yang dapat menjangkau hingga jarak 3 km, relay yang terhubung dengan *heater* untuk pemanas air, mosfet yang terhubung ke aktuator (pompa penguras, pompa pengisi, kipas, servo), *power supply* 12 V untuk memberikan tegangan ke pompa penguras dan pompa pengisi.
- b. Memiliki satu *node receiver* yang dilengkapi dengan ESP32 sebagai mikrokontroler yang terhubung ke jaringan, modul LoRa LILYGO TTGO SX1276 sebagai alat penerima data yang dikirim oleh *node sensor transmitter* dengan frekuensi 915 MHz.
- c. Menggunakan web server PhpMyAdmin untuk menyimpan data dari hasil dari *node sensor transmitter* berupa nilai pengukuran pH, kekeruhan, suhu, kadar logam, yang akan dikirimkan ke *database MySQL*.
- d. Data yang terdapat pada *database MySQL* dapat di *monitoring* dan *controlling* melalui aplikasi *mobile* yang telah dibuat.

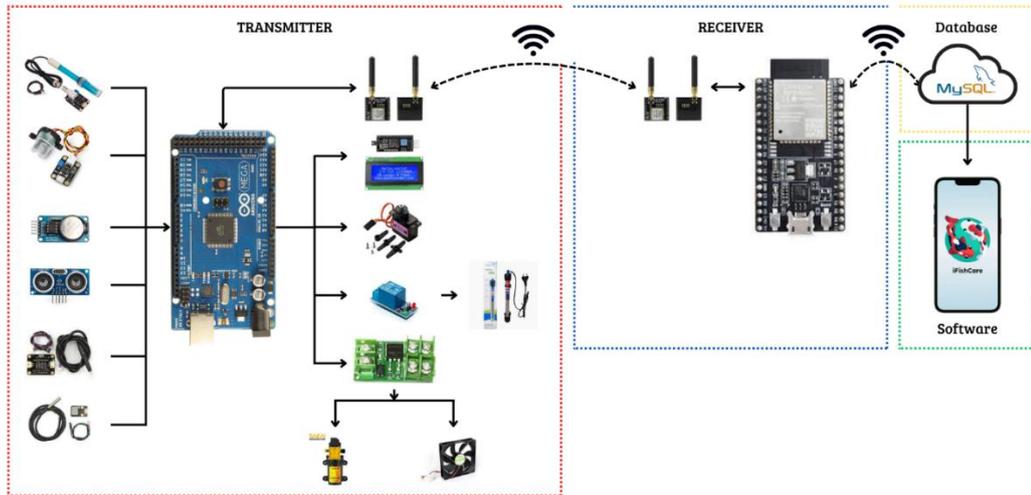
3.1.4 Diagram Blok

Diagram Blok pada sistem “Rancang Bangun Alat *Smart Aquaculture* menggunakan Modul *Long Range* (LoRa) di Balai Benih Ikan Ciganjur” berfungsi

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

untuk memetakan alur kerja sistem, sehingga memudahkan dalam mengenali setiap komponen yang digunakan serta memahami proses operasional secara keseluruhan. Ilustrasi diagram blok dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Blok Alat

Gambar 3.2 di atas menunjukkan diagram blok sistem dari perancangan alat *Smart Aquaculture* yang dirancang untuk memantau dan mengontrol kualitas air kolam secara *realtime* dan otomatis. Sistem ini terdiri dari dua bagian, yaitu bagian *transmitter* dan *receiver*.

Pada sisi *Transmitter*, terdapat beberapa sensor yang terhubung ke mikrokontroler Arduino Mega 2560, antara lain seperti sensor pH air untuk mengukur kadar asam dan basa pada air, sensor kekeruhan untuk mengukur tingkat kejernihan air, sensor TDS untuk mengukur total padatan terlarut, sensor suhu DS18B20 berfungsi untuk memonitoring suhu air kolam, sensor *ultrasonic* HC-05 untuk memonitoring ketidiffian air dan sisa pakan ikan. Arduino Mega 2560 juga berfungsi mengatur luaran seperti actuator LCD 20x4 untuk menampilkan data sensor, motor servo MG90S sebagai katup buka tutup pakan, moset IRF5305 yang mengontrol pompa kuras dan isi air kolam, kipas sebagai pendingin air kolam, relay 1 channel untuk control pemanas, dan LoRa *transmitter* yang berfungsi untuk mengirimkan data sensor.

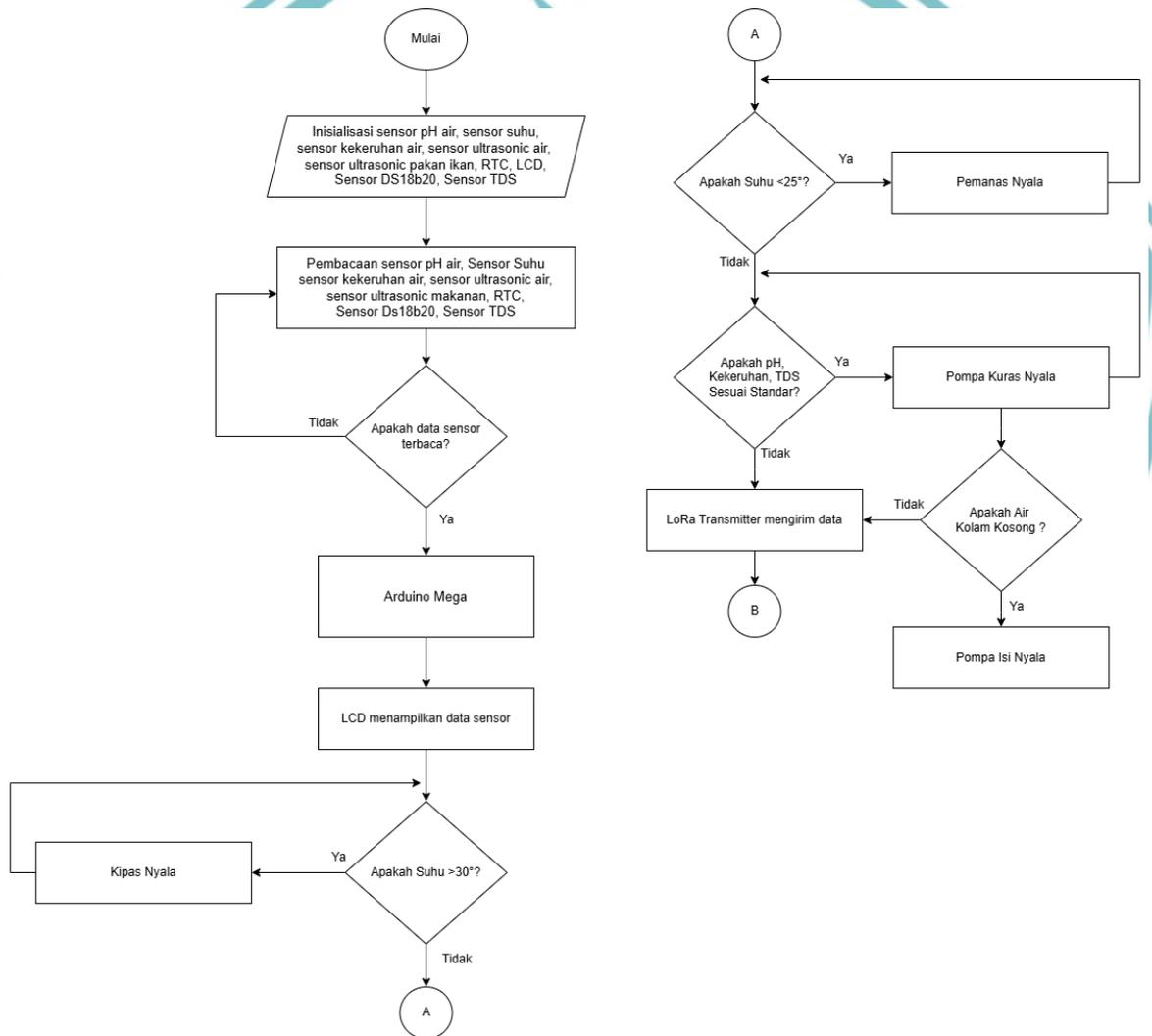
Hak Cipta :

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada sisi *Receiver* terdapat LoRa *receiver* yang berfungsi menerima data sensor, ESP32 yang berfungsi mengolah data dan diteruskan ke *database* yang nantinya diintegrasikan ke aplikasi android.

3.1.5 Flowchart Sistem

Flowchart sistem dari perancangan alat ini terbagi menjadi dua sisi, yaitu sisi *transmitter* dan sisi *receiver*. Untuk LoRa *transmitter* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 *Flowchart Transmitter*

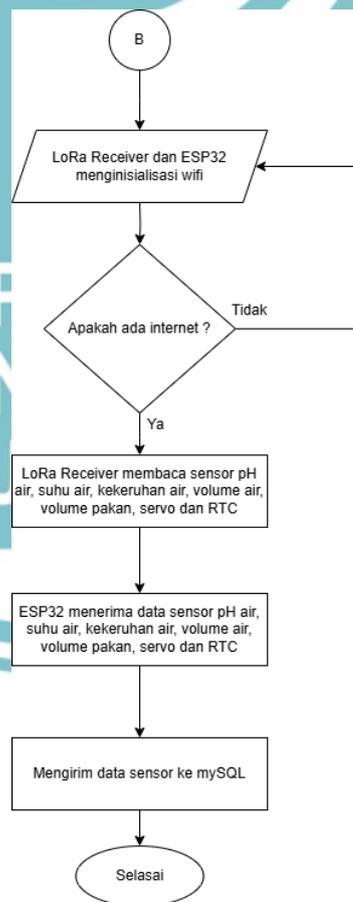
Gambar 3.3 diatas merupakan *flowchart* dari sisi *transmitter* pada sistem *monitoring* dan *controlling* kualitas air di Balai benih Ikan Ciganjur.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Sistem dimulai dengan menginisialisasi semua sensor-sensor yang di gunakan pada node *transmitter*
2. Setelah proses inialisasi selesai, langkah selanjutnya adalah pembacaan sensor-sensor yang digunakan sudah terbaca atau tidak, apabila belum tidak terbaca maka akan Kembali ke proses pembacaan Kembali, dan jika sudah terbaca LCD akan menampilkan data sensor tersebut. Fungsi *Real Time Clock* (RTC) berfungsi untuk menampilkan data hasil sensor di LCD secara *realtime*.
3. Data dari sensor juga berfungsi untuk kipas, pompa, dan pemanas dapat mengambil Tindakan sesuai kondisi yang terjadi pada kolam.
4. Setelah itu, data akan dikirim ke LoRa *receiver* melalui LoRa *Transmitter*.

Berikutnya, pada Gambar 3.4 adalah *flowchart* dari sisi *receiver*.



Gambar 3.4 *Flowchart Receiver*

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.4 diatas merupakan *flowchart* dari sisi *receiver* pada sistem *monitoring* dan *controlling* kualitas air di Balai benih Ikan Ciganjur.

1. ESP32 melakukan inisialisasi wifi yang berfungsi sebagai *gateway* untuk memastikan LoRa *receiver* terhubung dengan internet.
2. Apabila esp32 belum terhubung dengan internet, maka esp32 akan melakukan inisialisasi kembali dengan internet.
3. Setelah terhubung dengan internet, LoRa *receiver* akan membaca data-data yang dikirim oleh sensor dan akan di proses oleh esp32 untuk diteruskan ke *database* MySQL.

3.2 Realisasi Alat

Pada Realisasi alat *Smart Aquaculture* dalam penelitian ini terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu sisi *hardware* dan sisi *software*. Pada sisi *hardware*, akan membahas tentang *wiring* dan penempatan posisi alat. Sedangkan pada sisi *software* akan membahas pada bagian pemrograman komponennya.

3.2.1 Tempat Implementasi Alat

Implementasi alat ini dilakukan pada Balai benih Ikan Ciganjur. Saat implementasi, bagian node *transmitter* diletakan pada kolam observasi yang berfungsi untuk memonitoring kualitas air kolam tersebut. Untuk sisi *receivernya*. diletakan pada ruangan petugas



Gambar 3. 5 Denah Penempatan Alat

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada gambar 3.5 menjelaskan terkait denah dan peletakan Node *Transmitter* dan Node *Receiver*. BBI Ciganjur memiliki luas keseluruhan 10 Ha, pada gambar diatas Node *Transmitter* diletakan pada gedung pembenihan, sementara Node *Receiver* diletakkan pada gedung pengawas BBI Ciganjur. Jarak antara Node *Transmitter* dengan Node *Receiver* kurang lebih 250 meter.

3.2.2 Visualisasi Alat

Visualisasi alat pada Rancang Bangun Alat *Smart Aquaculture* Menggunakan Modul *Long Range* pada Balai Benih Ikan Ciganjur dapat dilihat pada Gambar 3.6

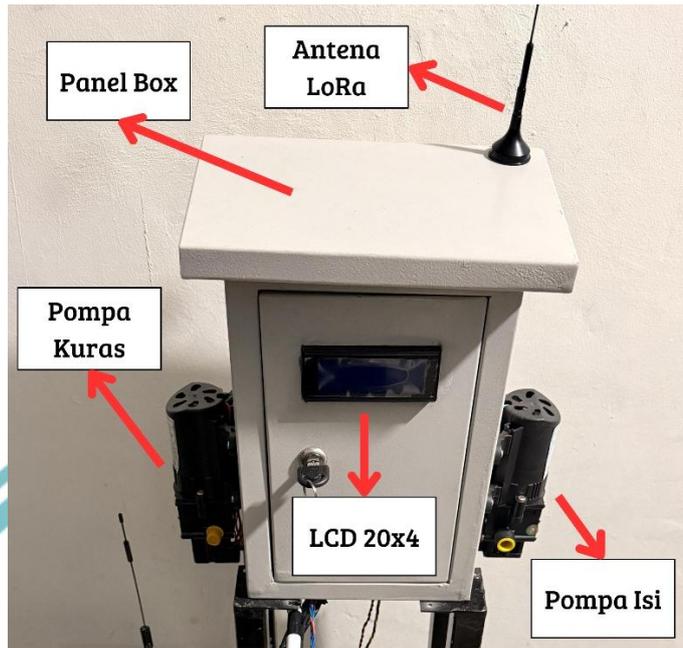


Gambar 3. 6 Visualisasi alat *transmitter* dan *receiver*

Gamabr 3.6 diatas menampilkan hasil realisasi alat dari sisi *transmitter* dan sisi *receiver*. Pada sisi *transmitter*, perangkat dibuat lebih tinggi dibandingkan dengan sisi *receiver*. Hal ini bertujuan untuk menyesuaikan ketinggian kolam, sehingga sensor-sensor yang digunakan dapat menjangkau bagian tengah kolam secara optimal.

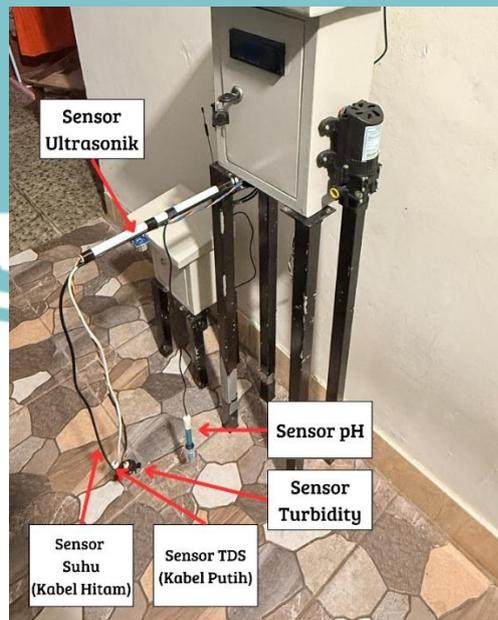
Hak Cipta :

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 7 Alat Transmitter

Untuk peletakan komponen alat pada sisi transmitter tampak depan ditunjukkan pada Gambar 3.7 Pada bagian depan panel box terdapat LCD 20x4 yang berfungsi untuk menampilkan data dari sensor-sensor. Di sisi kanan dan kiri panel box dipasang pompa yang digunakan untuk proses pengurasan dan pengisian air kolam. Sementara itu, antena LoRa diletakkan di bagian atas panel box untuk memastikan kualitas sinyal yang optimal.



Gambar 3. 8 Penjelasan komponen di alat transmitter

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

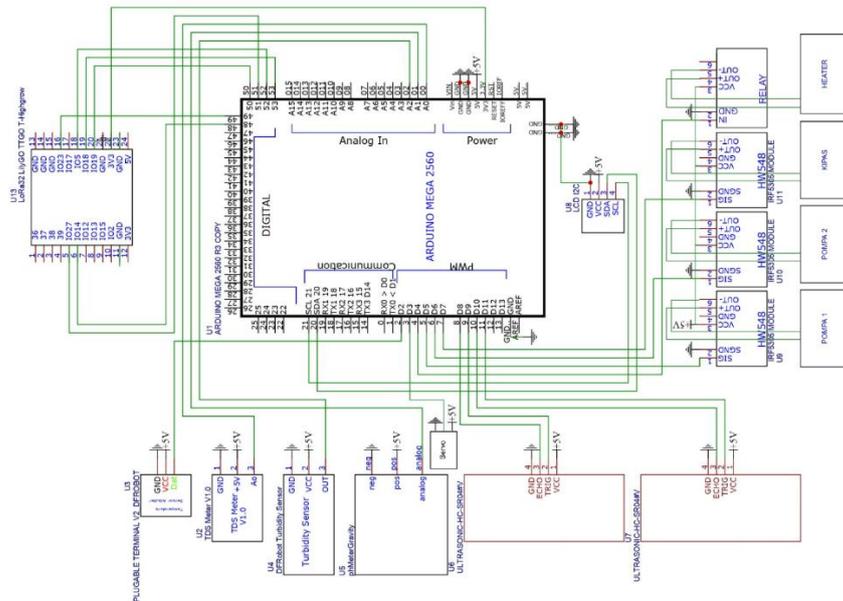
Gambar 3.8 menampilkan kelima probe sensor yang digunakan seperti sensor pH, Sensor *Turbidity*, Sensor suhu, Sensor TDS, dan Sensor Ultrasonik. Sensor-sensor tersebut di pasang melebihi posisi panel box agar dapat menjangkau bagian tengah kolam secara optimal.

3.2.3 Realisasi *Hardware*

Realisasi *hardware* pada sistem *monitoring* pada BBI Ciganjur meliputi *hardware* dari node sensor LoRa *transmitter* dan node LoRa *receiver*. Deskripsi dari masing – masing bagian akan dijelaskan sebagai berikut.

3.2.3.1 *Hardware* pada node LoRa *transmitter*

Pada bagian *hardware* untuk node LoRa *transmitter* terdiri dari beberapa komponen diantaranya yaitu Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler, sensor pH DFRobot, sensor *turbidity* DFRobot, sensor TDS DFRobot, sensor suhu DS18B20 DFRobot, LoRa LILYGO TTGO 915 MHz sebagai LoRa *transmitter*, LCD 20x4 yang dihubungkan dengan RTC untuk menampilkan data secara *real-time*, mosfet IRF5305 yang berfungsi untuk menghubungkan pompa dan kipas agar dapat dikontrol oleh Arduino Mega, dan relay berfungsi untuk menghubungkan pemanas ke Arduino Mega.



Gambar 3. 9 Skematik sisi *transmitter*

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan gambar 3.9 diatas, maka tabel alokasi pin untuk *node* sensor *transmitter* yang dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada tabel 3.9

Tabel 3. 2 Tabel pinout sisi *transmitter*

No	Komponen	Pin Arduino Mega 2560
1	TDS Meter (U2)	A3
2	Turbidity Sensor (U4)	A2
3	pH Sensor (U5)	A1
4	Ultrasonic HC-SR04 #1 (U6)	D4 (TRIG), D5 (ECHO)
5	Ultrasonic HC-SR04 #2 (U7)	D6 (TRIG), D7 (ECHO)
6	LCD I2C (U8)	SDA (D20), SCL (D21)
7	TTGO LoRa32 (U13)	A10, A11, A12, A13, A14, A15
8	Pompa 1 (U9)	D22
9	Pompa 2 (U10)	D23
10	Kipas (U11)	D24
11	Heater (U12)	D25

Realisasi komponen dan alat pada bagian *node* sensor *transmitter* dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 10 Bagian dalam panel box *transmitter*

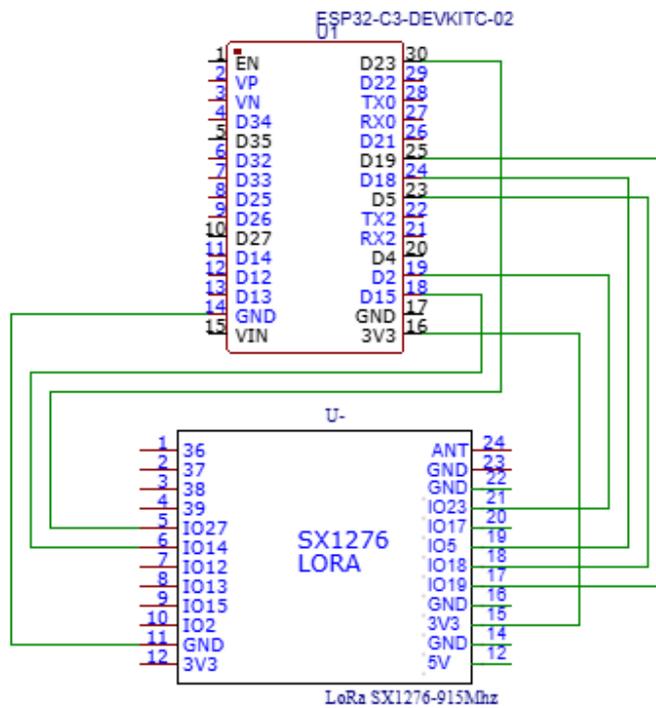
Hak Cipta :

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada Gambar 3.10 menampilkan bagian dalam panel box pada sisi node transmitter. Di dalam panel box tersebut terdapat mikrokontroler Arduino Mega 2560, modul LoRa LILYGO TTGO 915 MHz, sensor pH, sensor turbidity, sensor TDS, sensor suhu, MOSFET, relay, modul RTC, serta dua power supply. Power supply 5V digunakan untuk memberikan daya kepada Arduino Mega. Sedangkan power supply 12V digunakan untuk memberikan daya ke MOSFET dan relay yang berfungsi dalam mengendalikan aktuator seperti pompa, kipas, dan pemanas.

3.2.3.2 Hardware pada node LoRa receiver

Pada bagian *hardware* untuk node LoRa *transmitter* terdiri dari dua komponen penting yaitu esp32 sebagai mikrokontroler yang menghubungkan ke *database* dan modul LoRa LILYGO TTGO 915 MHz sebagai antenna *receiver*. Skematik dari sisi *receiver* dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut.



Gambar 3. 11 Pin ESP32 dan LoRa receiver

Berdasarkan gambar 3.11 alokasi pin yang terhubung antara ESP32 dan modul LoRa dapat dilihat pada Tabel 3.3

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 3. 3 Tabel pinout sisi *receiver*

No	ESP32	LoRa LILYGO TTGO 915Mhz
1	D23	IO27
2	D15	IO14
3	D2	IO23
4	D18	I5
5	D5	IO18
6	D19	IO19
7	3v3	3v3
8	Gnd	Gnd

Realisasi komponen dan alat pada sisi *receiver* dapat dilihat pada Gambar 3.12 dibawah yang memperlihatkan susunan perangkat secara menyeluruh.



Gambar 3. 12 Bagian dalam panel box *receiver*

Gambar 3.12 merupakan tampilan bagian dalam dari realisasi di sisi *receiver*. Pada bagian dalam panel box, terdapat komponen utama yaitu modul esp32 dan modul LoRa LILYGO TTGO 915 Mhz.

3.2.4 Realisasi *Software*

Pada bagian realisasi *software*, dimulai dengan melakukan pemrograman pada bagian mikrokontroler Arduino Mega 2560 menggunakan software Arduino IDE. Berikut adalah tahapan pemrograman pada sistem *monitoring* dan *controlling* kualitas air di Balai Benih Ikan Ciganjur

A. Pemrograman pada LoRa *Transmitter*.

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Program LoRa

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

#define LORA_SS 49
#define LORA_RST 46
#define LORA_DIO0 48
```

Gambar 3.13 Inisialisasi LoRa

Berdasarkan Gambar 3.13 program di atas merupakan bagian dari inisialisasi modul LoRa, yang mencakup pemanggilan library dan penentuan pin yang digunakan. *Library* SPI.h dan LoRa.h dipanggil untuk mendukung komunikasi antara Arduino Mega dan modul LoRa. Pin 49 digunakan sebagai SS (*Slave Select*), pin 46 sebagai RST (*Reset*), dan pin 48 sebagai DIO0 (Digital I/O 0).

```
LoRa.setPins(LORA_SS, LORA_RST, LORA_DIO0);

if (!LoRa.begin(915E6)) { //kode frekuensi
  Serial.println("Gagal mulai LoRa");
  while (1)
    ;
}
Serial.println("LoRa Mega siap kirim");
}
```

Gambar 3.14 Memulai Ulang LoRa

Berdasarkan Gambar 3.14 program diatas adalah proses inisialisasi modul LoRa pada Arduino Mega. Pada baris `LoRa.setPins(LORA_SS, LORA_RST, LORA_DIO0)`. sistem menetapkan pin-pin yang digunakan untuk komunikasi dengan modul LoRa. Selanjutnya, perintah `LoRa.begin(915E6)` adalah kode mengenai frekuensi yang digunakan yaitu 915MHz. Jika inisialisasi gagal, maka sistem akan menampilkan pesan "Gagal mulai LoRa" melalui Serial Monitor dan menghentikan proses selanjutnya dengan perintah `while(1);`.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Namun, jika inisialisasi berhasil, maka akan ditampilkan pesan "LoRa Mega siap kirim" sebagai indikator bahwa perangkat siap untuk melakukan pengiriman data melalui modul LoRa.

2. Program Sensor pH

```
static unsigned long timepoint = millis();
if (millis() - timepoint > 1000) { //time interval: 1s
  //ph
  timepoint = millis();
  //temperature = readTemperature(); // read your temperature sensor to execute temperature compensation
  int nilaiPinA0 = analogRead(PIN_PH);
  float tegangan = 5 / 1023.0 * nilaiPinA0;
  pHValue = 7 + ((2.7 - tegangan) / 0.18);

  Serial.println("PH " + String(pHValue));
  Serial.println("nilaiPinA0 " + String(nilaiPinA0));
  Serial.println("tegangan " + String(tegangan));
}
```

Gambar 3.15 Program Kalibrasi Sensor pH

Berdasarkan Gambar 3.15 program di atas digunakan untuk proses pembacaan nilai pH dari sensor analog dengan interval waktu setiap 1 detik menggunakan fungsi `millis()` sebagai penghitung waktu non-blok. Nilai waktu awal disimpan pada variabel `timepoint`, kemudian sistem akan melakukan pembacaan ulang apabila selisih waktu saat ini dengan `timepoint` melebihi 1000 milidetik. Nilai analog dari sensor dibaca melalui pin `PIN_PH` menggunakan fungsi `analogRead`, kemudian dikonversi menjadi nilai tegangan melalui rumus $\text{tegangan} = 5 / 1023.0 * \text{nilaiPinA0}$. Nilai tegangan tersebut kemudian dihitung menjadi nilai pH menggunakan rumus $\text{pHValue} = 7 + ((2.7 - \text{tegangan}) / 0.18)$, di mana 2.7 merupakan nilai tegangan saat pH netral dan 0.18 merupakan sensitivitas perubahan tegangan terhadap satuan pH. Hasil perhitungan nilai pH, nilai analog, dan tegangan ditampilkan melalui Serial Monitor untuk keperluan pemantauan dan debugging selama proses pengujian sistem.

3. Program Sensor *Turbidity*

```
#include "DTH_Turbidity.h"
#define TURBIDITY_SENSOR_PIN A2
DTH_Turbidity turbSensor(TURBIDITY_SENSOR_PIN);
float ntu_val = turbSensor.readTurbidity() / 10;
volt = turbSensor.getVoltage();
```

Gambar 3.16 Program Untuk Membaca Tingkat Kekeruhan

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan Gambar 3.16 program di atas digunakan untuk membaca tingkat kekeruhan air menggunakan sensor turbidity yang terhubung ke pin analog A2 pada Arduino. Library DTH_Turbidity.h digunakan untuk mengakses fungsi pembacaan sensor melalui objek turbSensor. Nilai kekeruhan dihitung menggunakan turbSensor.readTurbidity() dan dibagi 10 untuk mendapatkan satuan NTU, sedangkan turbSensor.getVoltage() digunakan untuk memperoleh nilai tegangannya. Pendekatan ini memungkinkan sistem memantau kejernihan air secara real-time.

4. Program Sensor TDS

```
#include "GravityTDS.h"
#define TdsSensorPin A0
GravityTDS gravityTds;
float tdsValue;

gravityTds.setPin(TdsSensorPin);
gravityTds.setAref(5.0);
gravityTds.setAdcRange(1024);
gravityTds.begin();
gravityTds.setTemperature(suhu);
gravityTds.update();
tdsValue = gravityTds.getTdsValue();
```

Gambar 3.17 Program Untuk Membaca Nilai Sensor TDS

Berdasarkan Gambar 3.17 program di atas digunakan untuk membaca nilai TDS (Total Dissolved Solids) air menggunakan sensor TDS dari Gravity yang terhubung ke pin analog A0 pada Arduino. Library GravityTDS.h digunakan untuk mengakses fungsi sensor melalui objek gravityTds. Nilai referensi tegangan (5V), resolusi ADC (1024), dan suhu air disetel terlebih dahulu sebelum sensor diaktifkan dengan begin(). Setelah diperbarui dengan update(), nilai TDS diperoleh melalui getTdsValue().

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Program Sensor Suhu DS18B20

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define PIN_DS18 2
OneWire ds(PIN_DS18);
DallasTemperature sensor(&ds);
float suhu;

sensor.begin();
sensor.requestTemperatures();
suhu = sensor.getTempCByIndex(0);
```

Gambar 3.18 Program Untuk Membaca Suhu Air

Berdasarkan Gambar 3.18 program di atas digunakan untuk membaca suhu air menggunakan sensor DS18B20 yang terhubung ke pin digital 2. Library OneWire dan DallasTemperature digunakan untuk komunikasi dengan sensor. Objek sensor diinisialisasi dan diaktifkan dengan begin(), kemudian suhu diminta dengan requestTemperatures(), dan nilai suhu dalam satuan Celsius diperoleh melalui getTempCByIndex(0).

6. Program Sensor *Ultrasonic*

```
#include <HCSR04.h>
HCSR04 hc(9, 8); // air
HCSR04 hc2(11, 10); // pakan
float distance, distance2;

distance = 71 - hc.dist(); // level air
distance2 = 16 - hc2.dist(); // level pakan
```

Gambar 3.19 Program Untuk Mengukur ketinggian Air dan Pakan

Berdasarkan Gambar 3.19 program di atas digunakan untuk mengukur ketinggian air dan pakan menggunakan dua sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor pertama terhubung ke pin 9 dan 8 untuk mengukur level air, sedangkan sensor kedua ke pin 11 dan 10 untuk level pakan. Nilai hc.dist() dan hc2.dist() digunakan untuk menghitung selisih antara tinggi wadah dan jarak terukur,

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sehingga diperoleh tinggi air (distance) dan tinggi pakan (distance2) secara real-time.

7. Servo

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int buka = 45, tutup = 0, pos = 0;

myservo.attach(3);
myservo.write(tutup); // awalnya tutup
myservo.write(buka); // saat pakan aktif
```

Gambar 3.20 Program Untuk Mengatur Derajat Servo

Berdasarkan Gambar 3.20 program di atas digunakan untuk mengendalikan servo motor yang terhubung ke pin digital 3 pada Arduino. Objek myservo diinisialisasi dengan attach(3), kemudian sudut servo diatur ke posisi tertutup (tutup = 0) sebagai posisi awal, dan akan bergerak ke posisi terbuka (buka = 45) saat proses pemberian pakan diaktifkan.

8. Program Pemberi Pakan

- Otomatis

```
//pakan otomatis
if (jam == setjam1 && menit == setmenit1) {
  Serial.println("makan1");
  bmakan1 = true;
} else if (jam == setjam2 && menit == setmenit2) {
  Serial.println("makan2");
  bmakan2 = true;
}

if (bmakan1 == true) {
  Serial.println("makan1");
  Serial.println(count);
  count++;
  if (count <= setpakan) {
    myservo.write(buka);
  } else if (count > setpakan) {
    myservo.write(tutup);
  }
}
if (count > 60) {
  myservo.write(tutup);
  bmakan1 = false;
  stperintah = 0;
  count = 0;
}
}
```

Gambar 3.21 Program untuk mengatur Pakan Otomatis

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasar Gambar 3.21 program di atas digunakan untuk mengatur pemberian pakan otomatis berdasarkan waktu yang ditentukan dari aplikasi. Ketika waktu pada sistem cocok dengan jadwal yang telah ditentukan (misalnya pukul 22:09 untuk makan1 dan 22:11 untuk makan2), maka variabel kontrol bmakan1 atau bmakan2 akan diaktifkan. Jika salah satu variabel tersebut aktif, servo akan membuka (myservo.write(buka)) selama jumlah count masih di bawah nilai setpakan. Setelah itu, servo akan menutup, dan jika count melebihi 60, maka sistem akan mereset semua variabel kontrol untuk menghentikan proses pemberian pakan.

- Manual

```
if (kontrol == "A" && mode == "Manual") {
    digitalWrite(pompa1, HIGH);
    Serial.println("POMPA 1 ON");
} else if (kontrol == "a" && mode == "Manual") {
    digitalWrite(pompa1, LOW);
    Serial.println("POMPA 1 OFF");
}
if (kontrol == "B" && mode == "Manual") {
    digitalWrite(pompa2, HIGH);
    Serial.println("POMPA 2 ON");
} else if (kontrol == "b" && mode == "Manual") {
    digitalWrite(pompa2, LOW);
    Serial.println("POMPA 2 OFF");
}
if (kontrol == "C" && mode == "Manual") {
    digitalWrite(kipas, HIGH);
    Serial.println("Kipas ON");
} else if (kontrol == "c" && mode == "Manual") {
    digitalWrite(kipas, LOW);
    Serial.println("Kipas OFF");
}
if (kontrol == "D" && mode == "Manual") {
    digitalWrite(heater, LOW);
    Serial.println("Heater ON");
} else if (kontrol == "d" && mode == "Manual") {
    digitalWrite(heater, HIGH);
    Serial.println("Heater OFF");
}
if (kontrol == "E" && mode == "Manual" && bmakan3 == false) {
    Serial.println("Buka makan Kontroll");
    bmakan3 = true;
    count = 0;
} else if (kontrol == "e" && mode == "Manual") {
    Serial.println("tutup makan Kontroll");
    bmakan3 = false;
    myservo.write(tutup);
}
```

Gambar 3.22 Program Untuk Mengatur Aktuator

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

Berdasarkan Gambar 3.22 program di atas digunakan untuk mengontrol aktuator (seperti pompa, kipas, heater, dan servo pemberi pakan) secara manual berdasarkan perintah yang diterima melalui variabel kontrol dan dengan kondisi mode bernilai "Manual". Jika perintah yang diterima adalah huruf besar seperti "A", "B", "C", "D", atau "E", maka masing-masing akan menyalakan perangkat terkait: "A" menyalakan pompa1, "B" menyalakan pompa2, "C" menyalakan kipas, "D" mengaktifkan heater (mengatur LOW karena logikanya terbalik), dan "E" membuka servo untuk pemberian pakan dengan mengatur variabel `bmakan1` menjadi true. Sebaliknya, jika perintah menggunakan huruf kecil seperti "a", "b", "c", "d", atau "e", maka perintah akan mematikan perangkat terkait, termasuk menutup kembali servo pemberi pakan. Sistem ini memungkinkan pengguna mengendalikan perangkat secara langsung dari aplikasi dalam mode manual.

B. Pemrograman Pada LoRa Receiver

1. Program LoRa Receiver

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
```

Gambar 3.23 Program Untuk Memasukan Library

Berdasarkan Gambar 3.23 program di atas menginisialisasi sistem dengan mengimpor library penting untuk komunikasi data. SPI.h dan LoRa.h digunakan untuk komunikasi nirkabel melalui modul LoRa SX1278, sedangkan WiFi.h dan HTTPClient.h memungkinkan ESP32 terhubung ke jaringan WiFi dan mengirim data ke server melalui HTTP. Kombinasi ini memungkinkan komunikasi lokal dan pengiriman data ke internet.

```
#define LORA_SS 5
#define LORA_RST 2
#define LORA_DIO0 15
```

Gambar 3.24 Program Pin LoRa

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.24 menunjukkan baris program untuk mendefinisikan pin-pin yang digunakan untuk komunikasi antara ESP32 dan modul LoRa SX1278. Pin `LORA_SS` atau *Slave Select* pada pin 5, berfungsi sebagai pemilih perangkat saat menggunakan protokol SPI. Pin `LORA_RST` yang terhubung ke pin 2 digunakan untuk mereset modul LoRa, sedangkan `LORA_DIO0` pada pin 15 berfungsi sebagai jalur interrupt utama untuk mendeteksi adanya data masuk dari LoRa. Ketiga pin ini sangat penting untuk memastikan komunikasi LoRa dapat berjalan dengan baik pada sistem.

```
const char* ssid = "Mau wifi?";  
const char* password = "cebanDulu";  
String HOST_NAME = "http://192.168.119.126";  
String PATH_NAME = "/AppFishCare/fishcare/";
```

Gambar 3.25 Program Untuk mengatur Wifi dan Alamat Server

Berdasarkan Gambar 3.25 program di atas digunakan untuk mengatur koneksi WiFi dan menentukan alamat server lokal sebagai tujuan pengiriman data. Variabel `ssid` dan `password` digunakan untuk menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi, sedangkan `HOST_NAME` dan `PATH_NAME` berfungsi sebagai alamat dan jalur direktori server tempat data monitoring akan dikirim.

```
void setup() {  
  Serial.begin(115200);  
  ...  
  LoRa.setPins(LORA_SS, LORA_RST, LORA_DIO0);  
  ...  
  if (!LoRa.begin(915E6)) {  
    Serial.println("Gagal memulai LoRa");  
    while (1);  
  }  
  ...  
  wifi();  
}
```

Gambar 3.26 Program Untuk Inisialisasi

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.26 menunjukkan fungsi `setup()` di atas digunakan untuk inisialisasi awal sistem. Kemudian pin-pin LoRa diset menggunakan `LoRa.setPins`. Selanjutnya, LoRa diaktifkan pada frekuensi 915 MHz. Jika gagal, sistem akan berhenti. Terakhir, fungsi `wifi()` dipanggil untuk menghubungkan perangkat ke jaringan WiFi.

```
void loop() {
  int packetSize = LoRa.parsePacket();
  if (packetSize) {
    Serial.println("Received packet ");
    while (LoRa.available()) {
      LoRaData = LoRa.readString();
    }
    Sph = splitString(LoRaData, '#', 0);
    Skeruh = splitString(LoRaData, '#', 1);
    Ssuhu = splitString(LoRaData, '#', 2);
    Stds = splitString(LoRaData, '#', 3);
    Smode = splitString(LoRaData, '#', 4);
    STair = splitString(LoRaData, '#', 5);
    STpakan = splitString(LoRaData, '#', 6);
    Serial.println("Ph = " + String(Sph));
    Serial.println("Keruh = " + String(Skeruh));
    Serial.println("Suhu = " + String(Ssuhu));
    Serial.println("TDS = " + String(Stds));
    Serial.println("Mode = " + String(Smode));
    Serial.println("T Air = " + String(STair));
    Serial.println("T pakan = " + String(STpakan));
    Serial.println("RSSI: " + String(LoRa.packetRssi()));
    Serial.println("Snr: " + String(LoRa.packetSnr()));
  }
}
```

Gambar 3.27 Program Untuk Split Perintah

Gambar 3.27 adalah kode yang berfungsi sebagai bagian dari receiver data sensor menggunakan modul LoRa. Saat ada paket masuk (LoRa.parsePacket()), data dibaca sebagai string dan dipisah menggunakan tanda # untuk mendapatkan nilai-nilai seperti pH, kekeruhan, suhu, TDS, mode, tinggi air, dan tinggi pakan. Nilai-nilai ini kemudian ditampilkan melalui Serial Monitor bersama informasi sinyal seperti RSSI dan SNR.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Lora Receiver ke Server Aplikasi

```
void kirim() {  
    Serial.println("kirim");  
    Serial.println(queryString);  
    HTTPClient http;  
    String serverPath = HOST_NAME + PATH_NAME + queryString;  
    Serial.println(serverPath);  
    http.begin(serverPath.c_str());  
    int httpResponseCode = http.GET();  
    if (httpResponseCode > 0) {  
        Serial.print("HTTP Response code : ");  
        Serial.println(httpResponseCode);  
        payload = http.getString();  
        payload.trim();  
        Serial.println(payload);  
    } else {  
        Serial.print("Error code : ");  
        Serial.println(httpResponseCode);  
    }  
    http.end();  
}
```

Gambar 3.28 Program Untuk Mengirim ke Website

Gambar 3.28 adalah kode yang berfungsi untuk mengirim data sensor yang diterima oleh receiver ke server aplikasi melalui koneksi WiFi menggunakan protokol HTTP. Fungsi kirim() membentuk URL lengkap dari HOST_NAME, PATH_NAME, dan queryString, lalu mengirimkan request GET ke server. Jika berhasil, server akan merespons dan hasilnya ditampilkan; jika gagal, akan muncul pesan error. Data yang dikirim ini nantinya disimpan dalam database aplikasi.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
void wifi() {  
  while (!Serial) {  
    delay(100);  
  }  
  Serial.println();  
  Serial.println("*****");  
  Serial.print("Connecting to ");  
  Serial.println(ssid);  
  
  WiFi.begin(ssid, password);  
  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    delay(500);  
    Serial.print(".");  
  }  
  
  Serial.println("");  
  Serial.println("WiFi connected");  
  Serial.println("IP address: ");  
  Serial.println(WiFi.localIP());  
}
```

Gambar 3.29 Program untuk Menghubungkan ESP32 ke Wifi

Gambar 3.29 adalah kode yang digunakan untuk menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi menggunakan SSID dan password yang telah ditentukan. Fungsi wifi() akan mencoba menyambungkan perangkat ke WiFi dan mencetak status koneksi ke Serial Monitor. Setelah berhasil terhubung, alamat IP lokal perangkat akan ditampilkan, menandakan bahwa ESP32 siap mengirim data ke server.

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tahapan pengujian serta analisis hasil dari rancang bangun alat Smart Aquaculture menggunakan modul Long Range (LoRa) yang diterapkan di Balai Benih Ikan Ciganjur. Pengujian alat dilakukan dalam dua jenis, yaitu pengujian akurasi komponen dan pengujian kualitas penerimaan sinyal LoRa. Pembahasan dalam bab ini mencakup deskripsi pengujian, prosedur pelaksanaan, data hasil pengujian, serta analisis terhadap data yang diperoleh.

4.1 Pengujian Akurasi Komponen

Pengujian akurasi komponen difokuskan untuk mengukur tingkat sensitivitas dan keakuratan dari masing-masing sensor yang digunakan dalam sistem monitoring dan pengendalian kualitas air di Balai Benih Ikan Ciganjur. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap sensor mampu memberikan data yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

4.1.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan kinerja setiap komponen penyusun sistem bekerja dengan baik, guna memastikan bahwa seluruh perangkat berfungsi sesuai dan mampu memenuhi tujuan dari penelitian yang dilakukan. Pengujian akan dilakukan terhadap beberapa komponen seperti sensor pH, sensor turbidity, sensor TDS, sensor suhu, RTC (Real Time Clock), relay, mosfet, dan LoRa LILYGO TTGO. Pelaksanaan proses pengujian atau pengambilan data dilakukan berdasarkan data berikut :

- Lokasi : Balai Benih Ikan Ciganjur
- Waktu Pengujian : Juni 2025
- Pelaksana : Ilham Satria Lubis
- Pembimbing : Mohamad Fathurahman, S.T., M.T

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.2 Prosedur Pengujian

Dalam tahapan pengujian, terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan, antara lain pengujian sistem, penetapan tujuan pengujian, identifikasi alat yang digunakan, serta pengukuran akurasi komponen pada kolam ikan di Balai Benih Ikan Ciganjur.

A. Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa seluruh sensor dapat berfungsi dan merespons perintah dengan baik sesuai dengan program yang dijalankan pada mikrokontroler. Berikut adalah beberapa poin yang harus diperhatikan :

1. Menilai tingkat ketepatan, keakuratan, dan kinerja dari setiap komponen yang membentuk sistem monitoring dan controlling kualitas air.
2. Menguji kesesuaian kinerja setiap komponen terhadap perintah yang diberikan oleh mikrokontroler.
3. Membandingkan hasil pembacaan sensor dengan sensor pembanding agar dapat mengetahui tingkat akurasinya.
4. Memastikan ketepatan pengiriman data sensor ke dalam database secara real-time
5. Menguji performa aplikasi pada aplikasi mobile, apakah dapat beroperasi dengan baik dan menampilkan data sensor secara akurat.

B. Alat Yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian akurasi setiap komponen sistem dirinci dan disajikan pada Tabel 4.1. Daftar ini mencakup perangkat keras yang berperan penting dalam proses pengujian, seperti sensor, modul komunikasi, serta alat bantu lainnya yang mendukung pelaksanaan pengujian secara menyeluruh dan sistematis agar memperoleh data yang akurat.

Tabel 4. 1 Alat Untuk Pengujian Akurasi Komponen

No	Komponen	Jumlah
1	Arduino Mega 2560	1
2	Esp32	1
3	LoRa LILYGO TTGO 915 MHz	2
4	Sensor pH	1



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5	Sensor Turbidity	1
6	Sensor TDS	1
7	Sensor Suhu	1
8	pH meter	1
9	TDS Meter	1
10	Alat Ukur Suhu	1
11	Laptop	1
12	Power Supply 5V	1
13	Smartphone	1

C. Tahapan Pengujian

Dalam pengujian akurasi komponen pada sistem *monitoring* dan *controlling* pembenihan ikan hias terdapat beberapa proses. Berikut adalah tahapan yang dilakukan :

1. Langkah awal yang dilakukan adalah menyiapkan perangkat lunak Arduino IDE yang telah terinstal pada laptop, kemudian melakukan koneksi antara perangkat lunak tersebut dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan Esp32 untuk memulai proses pemrograman dan pengujian sistem.
2. Langkah selanjutnya adalah menyiapkan serta menghubungkan perangkat LoRa transmitter dan LoRa receiver untuk memastikan komunikasi data dapat berjalan dengan baik selama proses pengujian.
3. Menghubungkan semua sensor yang digunakan seperti Sensor pH, Sensor Turbidity, Sensor TDS, dan Sensor suhu.
4. Setelah semua sensor terhubung, selanjutnya adalah mengunggah program yang telah dirancang sebelumnya ke dalam mikrokontroler Arduino mega untuk menjalankan masing-masing komponen.
5. Tunggu proses upload selesai sampai muncul tulisan “done uploading” pada perangkat lunak Arduino IDE yang menandakan bahwa pemrograman telah berhasil.
6. Setelah proses pemrograman selesai, komponen-komponen diletakkan pada lokasi yang telah direncanakan sebelumnya, sesuai dengan tata letak yang telah ditentukan dalam rancangan sistem.
7. Langkah berikutnya yaitu melakukan pengamatan terhadap data yang dihasilkan oleh sensor, yang ditampilkan melalui tampilan LCD, tersimpan dalam database, serta terpantau pada aplikasi Android untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan.



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Setiap data hasil pembacaan sensor dicata, kemudian dilakukan perhitungan nilai kesalahan dan akurasi dengan membandingkan data tersebut terhadap hasil pengukuran dari alat ukur yang telah disiapkan sebagai acuan pembanding.

4.1.3 Data Hasil Pengujian

Hasil dari pengujian ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana respons, tingkat keakuratan, serta ketepatan masing-masing komponen dalam merespons program yang dijalankan oleh mikrokontroler, sehingga dapat diketahui kinerja sistem secara keseluruhan.

4.1.3.1 Pengujian Data Sensor Keseluruhan

Pengujian data sensor keseluruhan meliputi sensor pH, sensor *turbidity*, sensor TDS, dan sensor suhu, serta status pada aplikasi yang dapat dilihat pada table 4.2 dibawah ini.

Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Data Keseluruhan

Waktu	Sensor pH	Sensor Turbidity	Sensor TDS	Sensor Suhu	Status pada Aplikasi
10:00:00	7.23	0	19.51	26.87	Diterima
10:30:00	7.15	0	21.43	26.49	Diterima
11:00:00	7.20	0	23.32	27.21	Diterima
11:30:00	7.18	0	22.73	27.45	Diterima
12:00:00	7.22	0	20.83	26.42	Diterima
12:30:00	7.32	0	19.93	26.15	Diterima
13:00:00	7.35	0	19.64	25.84	Diterima
13:30:00	7.29	0	19.86	25.42	Diterima
14:00:00	7.31	0	21.74	25.94	Diterima
14:30:00	7.28	0	21.94	26.19	Diterima
15:00:00	7.22	0	21.78	26.74	Diterima

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 4.2, sistem *Smart Aquaculture* mampu melakukan pencatatan dan pengiriman data sensor secara real-time dalam rentang waktu pukul 10:00:00 hingga 15:00:00. Sensor pH menunjukkan nilai yang stabil, berada pada kisaran



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7,15 hingga 7,35. Nilai tersebut menunjukkan bahwa air kolam berada dalam kondisi netral hingga sedikit basa, yang sesuai dengan standar kualitas air untuk budidaya ikan air tawar.

Sensor kekeruhan (turbidity) secara konsisten mencatat nilai 0 NTU pada setiap waktu pengambilan data. Hal ini menunjukkan bahwa air kolam berada dalam kondisi sangat jernih. Selanjutnya, nilai yang ditunjukkan oleh sensor Total Dissolved Solids (TDS) berkisar antara 19,51 hingga 23,32 ppm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kandungan padatan terlarut dalam air masih dalam batas normal dan aman untuk kehidupan ikan, serta dapat mengindikasikan bahwa air kolam baru atau dalam kondisi bersih.

Sensor suhu menunjukkan nilai antara 25,42 hingga 27,45°C. Kisaran suhu ini termasuk dalam kategori ideal, karena tidak terlalu rendah maupun terlalu tinggi yang dapat mengganggu kesehatan ikan. Selain itu, semua data yang dikirimkan oleh sistem berhasil diterima oleh aplikasi. Hal ini membuktikan bahwa proses komunikasi antara perangkat mikrokontroler dan aplikasi monitoring berjalan dengan baik.

4.1.3.2 Pengujian sensor pH

Pengujian ini menggunakan sensor pH-4502C, skenario pengujian yang dilakukan yakni menguji efektifitas dalam mengukur tingkat asam dan basa disertai dengan kalibrasi sensor pH meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah.

Tabel 4. 3 Tabel Pengujian Sensor pH

No	pH Buffer	Sensor pH	pH Meter	Selisih	Error
1	4.01	4.10	4.03	0.07	1.74%
2	4.01	4.06	4.03	0.03	0.74%
3	4.01	4.06	4.05	0.01	0.25%
4	4.01	4.06	4.03	0.03	0.74%
5	4.01	4.07	4.04	0.03	0.74%

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

No	pH Buffer	Sensor pH	pH Meter	Selisih	Error
6	6.86	7.01	6.85	0.16	2.34%
7	6.86	6.98	6.86	0.12	1.75%
8	6.86	6.95	6.86	0.09	1.31%
9	6.86	6.95	6.85	0.10	1.46%
10	6.86	7.00	6.86	0.12	1.75%

Tabel 4.3 menunjukkan pengujian akurasi sensor pH dilakukan sebanyak 10 kali menggunakan dua larutan buffer standar, yaitu pH 4.01 dan pH 6.86, dengan pembanding berupa pH meter digital. Toleransi error untuk sensor pH yang baik berkisar dari 1% - 2%. Berdasarkan hal tersebut, didapati hasil akurasi sebagai berikut :

- pH Buffer 4.01

Error dibawah 1%-2% : $5/5 \times 100\% = 100\%$

Error diatas 1% - 2% : $0/5 \times 100\% = 0\%$

Akurasi yang didapat pada pH 4.01 yaitu keberhasilan sebesar 100% yang artinya sensor dapat bekerja dengan sempurna tanpa adanya error yang melebihi batas toleransi.

- pH Buffer 6.86

Error dibawah 1%-2% : $4/5 \times 100\% = 80\%$

Error diatas 1% - 2% : $1/5 \times 100\% = 20\%$

Akurasi yang didapat pada pH 6.86 yaitu keberhasilan sebesar 80% yang artinya sensor dapat bekerja dengan baik tetapi terdapat error yang melebihi batas toleransi sebesar 20%.

4.1.3.3 Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS digunakan untuk mengukur kadar mineral, logam, dan zat terlarut yang berada di air kolam. Skenario pengujian ini menggunakan tiga jenis air yang berbeda diantaranya yaitu air mineral, air



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

isi ulang, dan air keran yang disertai dengan kalibrasi sensor TDS meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah.

Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Sensor TDS

No	Kondisi Air	Sensor TDS (PPM)	TDS Meter (PPM)	Selisih	Error (%)
1	Air Mineral Vit	144.20	151	6.80	4.50%
2	Air Mineral Vit	145.00	152	7.00	4.61%
3	Air Mineral Vit	142.30	149	6.70	4.50%
4	Air Mineral Vit	145.80	150	4.20	2.80%
5	Air Mineral Vit	144.10	150	5.90	3.93%
6	Air Isi Ulang	83.38	85	1.62	1.91%
7	Air Isi Ulang	82.00	84	2.00	2.38%
8	Air Isi Ulang	85.20	86	0.80	0.93%
9	Air Isi Ulang	84.60	85	0.40	0.47%
10	Air Isi Ulang	83.00	85	2.00	2.35%
11	Air Keran	202.50	210	7.50	3.57%
12	Air Keran	204.40	213	8.60	4.04%
13	Air Keran	198.50	210	11.50	5.48%
14	Air Keran	202.00	213	11.00	5.16%
15	Air Keran	203.60	212	8.40	3.96%

Tabel 4.4 Pada pengujian akurasi sensor TDS dilakukan sebanyak 15 kali terhadap tiga jenis air yang berbeda, yaitu air mineral, air isi ulang, dan air keran, masing-masing sebanyak lima kali pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai TDS yang dibaca oleh sensor memiliki perbedaan nilai terhadap alat ukur pembanding berupa TDS meter digital. Toleransi error untuk sensor suhu yang baik yaitu dibawah 5%. Berdasarkan hal tersebut, didapati hasil akurasi sebagai berikut :

- Air Mineral Vit
Error dibawah 5% : $5/5 \times 100\% = 100\%$
Error diatas 5% : $0/5 \times 100\% = 0\%$

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Akurasi yang didapat pada suhu air normal yaitu keberhasilan sebesar 100% yang artinya sensor dapat bekerja dengan sempurna tanpa adanya error yang melebihi batas toleransi.

- Air isi ulang

Error dibawah 5% : $5/5 \times 100\% = 100\%$

Error diatas 5% : $0/5 \times 100\% = 0\%$

Akurasi yang didapat pada suhu air normal yaitu keberhasilan sebesar 100% yang artinya sensor dapat bekerja dengan sempurna tanpa adanya error yang melebihi batas toleransi.

- Air Keran

Error dibawah 5% : $3/5 \times 100\% = 60\%$

Error diatas 5% : $2/5 \times 100\% = 40\%$

Akurasi yang didapat pada suhu air panas yaitu keberhasilan sebesar 60% yang artinya sensor dapat bekerja dengan baik tetapi terdapat error yang melebihi batas toleransi sebesar 40%.

4.1.3.4 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu menggunakan sensor DS18B20 dilakukan dengan skenario pengujian terhadap air dengan suhu dingin dan air dengan suhu normal. Pengujian ini dilakukan untuk menguji efektivitas dalam mengukur suhu terhadap beberapa kondisi yang berbeda, serta dilengkapi dengan kalibrasi sensor suhu meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah.

Tabel 4. 5 Tabel Pengujian Sensor Suhu

No	Kondisi Air	Sensor Suhu (°C)	Suhu Meter (°C)	Selisih	Error (%)
1	Normal	27.22	27.30	0.08	0.29%
2	Normal	27.50	27.60	0.10	0.36%
3	Normal	26.98	27.10	0.12	0.44%

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4	Normal	27.60	27.50	0.10	0.36%
5	Normal	27.15	27.40	0.25	0.91%
6	Dingin	23.79	24.00	0.21	0.88%
7	Dingin	24.06	24.20	0.14	0.58%
8	Dingin	23.92	24.10	0.18	0.75%
9	Dingin	24.15	24.30	0.15	0.62%
10	Dingin	23.70	24.00	0.30	1.25%
11	Panas	28.90	29.00	0.10	0.34%
12	Panas	29.40	29.70	0.30	1.01%
13	Panas	30.80	30.00	0.20	0.67%
14	Panas	30.80	31.00	0.20	0.65%
15	Panas	29.10	29.30	0.20	0.68%

Tabel 4.5 menjelaskan tentang pengujian sensor suhu yang dilakukan sebanyak 10 kali pada dua kondisi air, yaitu air normal dan air dingin. Pada masing-masing kondisi dilakukan lima kali pengambilan data, lalu dibandingkan dengan alat ukur berupa termometer digital sebagai acuan. Toleransi error untuk sensor suhu yang baik yaitu dibawah 1%. Berdasarkan hal tersebut, didapati hasil akurasi sebagai berikut :

- Suhu air normal

Error dibawah 1% : $5/5 \times 100\% = 100\%$

Error diatas 1% : $0/5 \times 100\% = 0\%$

Akurasi yang didapat pada suhu air normal yaitu keberhasilan sebesar 100% yang artinya sensor dapat bekerja dengan sempurna tanpa adanya error yang melebihi batas toleransi.



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Suhu air dingin
Error dibawah 1% : $4/5 \times 100\% = 80\%$
Error diatas 1% : $1/5 \times 100\% = 20\%$
Akurasi yang didapat pada suhu air dingin yaitu keberhasilan sebesar 80% yang artinya sensor dapat bekerja dengan baik tetapi terdapat error yang melebihi batas toleransi sebesar 20%.
- Suhu air panas
Error dibawah 1% : $4/5 \times 100\% = 80\%$
Error diatas 1% : $1/5 \times 100\% = 20\%$
Akurasi yang didapat pada suhu air panas yaitu keberhasilan sebesar 80% yang artinya sensor dapat bekerja dengan baik tetapi terdapat error yang melebihi batas toleransi sebesar 20%.

4.1.3.5 Pengujian Sensor *Turbidity*

Pengujian sensor *turbidity* digunakan untuk mengukur kekeruhan pada air kolam. Skenario yang digunakan pada pengujian yaitu menggunakan tiga kondisi air diantaranya air bersih, air keruh, dan air sangat keruh. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah.

Tabel 4. 6 Tabel Pengujian Sensor *Turbidity*

No	Kondisi Air	Sensor Turbidity (NTU)	Status Aplikasi
1	Bersih	0.00	Normal
2	Bersih	0.00	Normal
3	Bersih	0.00	Normal
4	Bersih	0.00	Normal
5	Bersih	0.00	Normal
6	Keruh	135.12	Warning
7	Keruh	138.50	Warning
8	Keruh	136.20	Warning
9	Keruh	139.80	Warning
10	Keruh	137.00	Warning
11	Sangat Keruh	300.00	Bahaya



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

12	Sangat Keruh	298.50	Bahaya
13	Sangat Keruh	295.00	Bahaya
14	Sangat Keruh	299.00	Bahaya
15	Sangat Keruh	297.80	Bahaya

Tabel 4.6 Menunjukkan pengujian sensor turbidity dilakukan sebanyak 15 kali dengan tiga kategori air yang berbeda, yaitu air bersih, air keruh, dan air sangat keruh, masing-masing diuji sebanyak lima kali. Berdasarkan hasil pengujian, pada kondisi air bersih, seluruh pembacaan sensor menunjukkan nilai 0.00 NTU yang berarti tidak terdeteksi adanya kekeruhan, dan sistem memberikan status *Normal*. Hal ini menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik dalam mendeteksi air jernih. Pada kondisi air keruh, nilai yang terbaca berada di kisaran 135 hingga 140 NTU, yang seluruhnya berada di atas 50 NTU sehingga sistem memberikan status *Warning*. Pada kondisi air sangat keruh, nilai yang terbaca berkisar antara 295 hingga 300 NTU, dan seluruh pengujian juga menghasilkan status *Warning*.

4.1.3.6 Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional dilakukan untuk memvalidasi bahwa sistem dapat berjalan dengan seharusnya. Pengujian fungsional sistem dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah.

Tabel 4. 7 Tabel Pengujian Fungsional Sistem

No	Fungsi	Hasil Pengujian
1	Membaca nilai pH air, Kekeruhan air, TDS air, dan Suhu air	Berhasil
2	Mengirim data ke LoRa <i>receiver</i>	Berhasil
3	Mengirim data dari mikrokontroler ke MySQL	Berhasil
4	<i>Monitoring</i> dan <i>controlling</i> melalui aplikasi	Berhasil

Berdasarkan dari Tabel 4.7 hasil pengujian fungsional, sistem berhasil menjalankan empat fungsi utama. Pertama, sistem mampu

Hak Cipta :

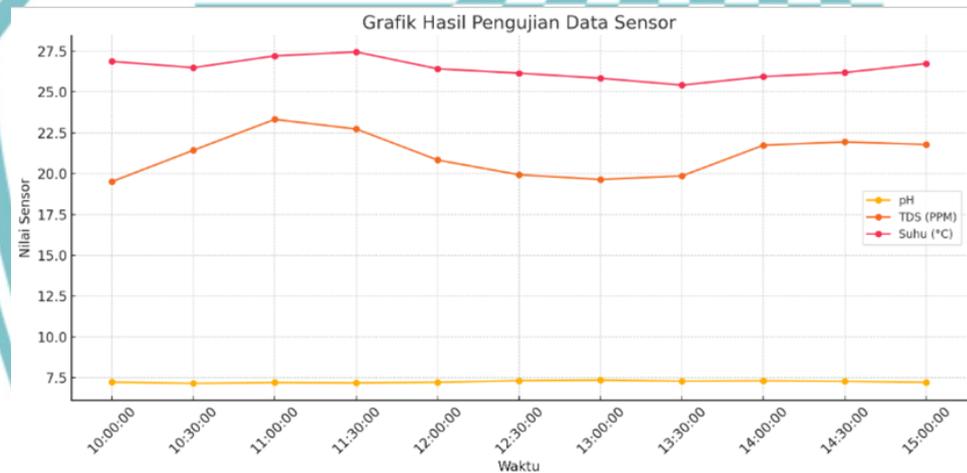
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

membaca parameter kualitas air meliputi pH, kekeruhan (turbidity), TDS, dan suhu secara akurat. Kedua, data yang diperoleh berhasil dikirim ke node LoRa *receiver* tanpa gangguan. Ketiga, data tersebut juga dapat diteruskan ke *database* MySQL dengan sukses. Terakhir, proses *monitoring* dan *controlling* melalui aplikasi berjalan sesuai harapan. Seluruh fungsi diuji dan menunjukkan hasil “Berhasil” pada setiap tahap.

4.1.4 Analisis Data

Subbab ini membahas analisis data yang diperoleh dari hasil pengujian pada subbab sebelumnya, dengan fokus pada evaluasi tingkat akurasi dan sensitivitas dari setiap komponen yang membentuk sistem secara keseluruhan.

4.1.4.1 Analisa Keseluruhan



Gambar 4. 1 Grafik pengujian data sensor

Berdasarkan Gambar 4.1 hasil pengujian sensor yang ditampilkan pada tabel dan grafik, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring kualitas air berjalan dengan baik dan akurat. Nilai pH air tercatat stabil dalam rentang 7.15 hingga 7.35, yang menunjukkan bahwa kondisi air berada dalam kategori netral hingga sedikit basa, sesuai untuk kebutuhan budidaya ikan air tawar. Sensor TDS (Total Dissolved Solids) menghasilkan nilai berkisar antara 19.51 hingga 23.32 ppm, yang masih tergolong rendah dan aman untuk kehidupan ikan, mengingat ambang batas ideal untuk kolam ikan umumnya di bawah 300 ppm. Sementara itu, sensor suhu mencatat temperatur air antara 25.42°C hingga 27.45°C, yang merupakan suhu



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

optimal bagi pertumbuhan ikan. Seluruh data yang dikirimkan oleh sistem dapat diterima dengan baik oleh aplikasi, ditandai dengan status "Diterima" pada setiap waktu pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi antara sensor, mikrokontroler, dan aplikasi berjalan stabil tanpa kendala. Secara keseluruhan, sistem mampu melakukan pemantauan kualitas air secara real-time dengan hasil yang dapat diandalkan.

4.1.4.2 Analisis Data Pengujian Sensor pH

Berdasarkan hasil pengujian sensor pH yang ditampilkan pada tabel, dapat dianalisis bahwa sensor pH mampu memberikan pembacaan yang cukup akurat dan konsisten jika dibandingkan dengan pH meter sebagai alat ukur referensi. Pada kondisi air asam, sensor pH memberikan nilai 3.2, sedangkan pH meter menunjukkan nilai 3.9. Selisih yang terjadi masih berada dalam batas toleransi untuk sensor berbasis mikrokontroler, mengingat pengukuran pH sangat sensitif terhadap suhu dan kualitas larutan. Sementara itu, pada kondisi air basa, sensor menunjukkan nilai 8.7 dan pH meter membaca 8.3, dengan perbedaan yang juga kecil. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor pH dapat digunakan untuk membedakan kondisi air secara umum, baik asam maupun basa, dan data dari sensor dapat diterima dengan baik oleh aplikasi seperti yang ditunjukkan oleh status "Diterima". Dengan demikian, sistem yang digunakan telah memenuhi fungsi dasarnya dalam memantau kualitas air berdasarkan nilai pH.

4.1.4.3 Analisis Data Pengujian Sensor TDS

Hasil pengujian sensor TDS pada berbagai jenis air menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi yang baik jika dibandingkan dengan TDS meter sebagai alat ukur pembanding. Pada air mineral Vit, sensor menunjukkan nilai 141.81 ppm sementara TDS meter mencatat 151 ppm, dengan selisih kurang lebih 9 ppm yang masih dalam batas toleransi. Untuk air isi ulang, perbedaan antara sensor (83.38 ppm) dan TDS meter (85 ppm) hanya sekitar 1.62 ppm, menunjukkan kesesuaian yang sangat baik. Pada air keran, sensor membaca 192.36 ppm dan TDS meter mencatat 212 ppm, dengan selisih sekitar 19.64 ppm yang masih



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menggambarkan kecenderungan kadar zat terlarut tinggi pada air tersebut. Keseluruhan hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor TDS mampu memberikan data yang cukup akurat dan konsisten, sehingga dapat diandalkan sebagai bagian dari sistem monitoring kualitas air berbasis aplikasi.

4.1.4.4 Analisis Data Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Berdasarkan data pada tabel, terlihat bahwa hasil pembacaan suhu dari sensor suhu memiliki nilai yang sangat mendekati hasil pembacaan dari alat suhu meter. Pada kondisi air normal, sensor suhu mencatat nilai sebesar $27,3^{\circ}\text{C}$, sementara suhu meter menunjukkan $27,81^{\circ}\text{C}$, dengan selisih sebesar $0,51^{\circ}\text{C}$. Selisih ini masih berada dalam batas toleransi yang wajar untuk sensor suhu digital, yang umumnya memiliki akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ hingga $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Sementara itu, pada kondisi air dingin, sensor suhu mencatat $23,25^{\circ}\text{C}$ dan suhu meter menunjukkan $24,0^{\circ}\text{C}$, dengan selisih sebesar $0,75^{\circ}\text{C}$. Meskipun selisih sedikit lebih besar, nilai tersebut masih tergolong sesuai dan tidak menunjukkan adanya kesalahan pembacaan yang signifikan. Selain itu, status yang ditampilkan pada aplikasi juga sesuai dengan kondisi suhu yang terdeteksi, yaitu “Normal” untuk suhu standar dan “Warning” saat suhu menurun. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensor suhu bekerja secara akurat dan hasilnya valid jika dibandingkan dengan alat ukur suhu eksternal.

4.1.4.5 Analisa Data Pengujian Sensor *Turbidity*

Berdasarkan data yang ditampilkan pada tabel, sensor kekeruhan air menunjukkan nilai yang sesuai dan konsisten dengan tingkat kondisi air yang diamati. Pada kondisi air bersih, sensor kekeruhan mencatat nilai 0.00 NTU, yang mengindikasikan tidak adanya partikel atau kotoran yang terdeteksi dalam air. Hal ini sesuai dengan status aplikasi yang menampilkan Normal. Ketika air berada dalam kondisi keruh, nilai sensor meningkat menjadi 135.12 NTU, dan aplikasi memberikan status Warning, menandakan adanya gangguan kualitas air yang perlu diwaspadai. Selanjutnya, pada kondisi sangat keruh, sensor mencatat angka 300.00



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

NTU, dan sistem secara otomatis memberikan status Bahaya. Peningkatan nilai sensor sesuai dengan perubahan tingkat kekeruhan air, yang juga didukung oleh dokumentasi. Hal ini menunjukkan bahwa sensor mampu membedakan tingkat kejernihan air secara tepat, serta sistem telah dikalibrasi dengan baik untuk mengklasifikasikan tingkat kekeruhan menjadi status normal, peringatan, dan bahaya secara otomatis sesuai ambang batas yang telah ditentukan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensor kekeruhan bekerja secara efektif dalam mendeteksi kualitas air berdasarkan tingkat kekeruhannya.

4.2 Pengujian LoRa

Pengujian modul Long Range (LoRa) bertujuan untuk performa serta jangkauan komunikasi yang dimiliki selama proses transmisi data. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana kemampuan modul LoRa dalam mengirim dan menerima data secara efektif. Pada bagian ini, akan dijelaskan secara lebih lanjut mengenai metode dan hasil pengujian terhadap perangkat LoRa yang digunakan dalam sistem.

4.2.1 Deskripsi Pengujian LoRa

Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan kinerja dan daya jangkau perangkat LoRa selama proses transmisi data. Parameter yang diuji meliputi kekuatan sinyal atau *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) serta *Signal to Noise Ratio* (SNR). Pengujian dilakukan dalam dua skenario, yaitu kondisi *Line of Sight* (LOS) dan *Non-Line of Sight* (NLOS). Sistem pengujian menggunakan dua perangkat LoRa yang berfungsi sebagai *transmitter* dan *receiver*, dengan frekuensi operasi sebesar 921 MHz dan menggunakan metode komunikasi *point-to-point*. Proses pengujian dan pengambilan data dilakukan berdasarkan parameter dan skema pengujian yang akan dijelaskan pada bagian berikut:

Lokasi : Balai Benih Ikan Ciganjur dan Balai Benih Ikan Ciganjur

Waktu Pengujian : Juni 2025

Pelaksana : Ilham Satria Lubis

Pembimbing : Mohamad Fathurahman, S.T., M.T

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian akan menjelaskan mengenai tahapan-tahapan pengujian, tujuan pengujian, alat-alat yang digunakan untuk pengujian kinerja perangkat LoRa pada *monitoring* dan *controlling* di Balai Benih Ikan Ciganjur.

A. Tujuan Penelitian

- a. Menganalisis kualitas penerimaan sinyal pada perangkat LoRa.
- b. Menguji jangkauan maksimal yang dapat dicapai oleh perangkat LoRa.
- c. Mengukur kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh perangkat LoRa
- d. Mengetahui nilai RSSI dan SNR yang diterima oleh LoRa *receiver* dari LoRa *transmitter* dalam kondisi *Line of Sight* (LOS) dan *Non-Line of Sight* (NLOS).

B. Alat Yang Digunakan

Adapun alat – alat yang digunakan dalam pengujian kinerja perangkat LoRa yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Tabel Komponen LoRa

No	Komponen	Jumlah
1	Arduino Mega 2560	1
2	Esp32	1
3	Modul LoRa LILYGO TTGO 915MHz	2
4	Powerbank	1
5	Laptop	1

C. Tahapan Pengujian

Pada tahap pengujian kinerja perangkat LoRa dalam sistem *monitoring* dan *controlling* kualitas air, proses pengujian dilakukan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

- a. Unggah program LoRa *transmitter* yang telah dibuat menggunakan Arduino IDE ke mikrokontroler Arduino Mega pada *node* LoRa *transmitter*.
- b. Unggah program LoRa *receiver* yang telah dibuat menggunakan Arduino IDE ke mikrokontroler ESP32 pada *node* LoRa *receiver*.
- c. Tunggu hingga proses unggah selesai dan muncul keterangan *Done uploading* pada perangkat lunak Arduino IDE.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- d. Mulai melakukan pengukuran jarak jangkauan antara LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* pada berbagai variasi jarak yang berbeda.
- e. Mengamati dan mencatat nilai RSSI dan SNR pada setiap pengukuran berdasarkan jarak yang telah ditentukan.

4.2.3 Data Hasil Pengujian LoRa

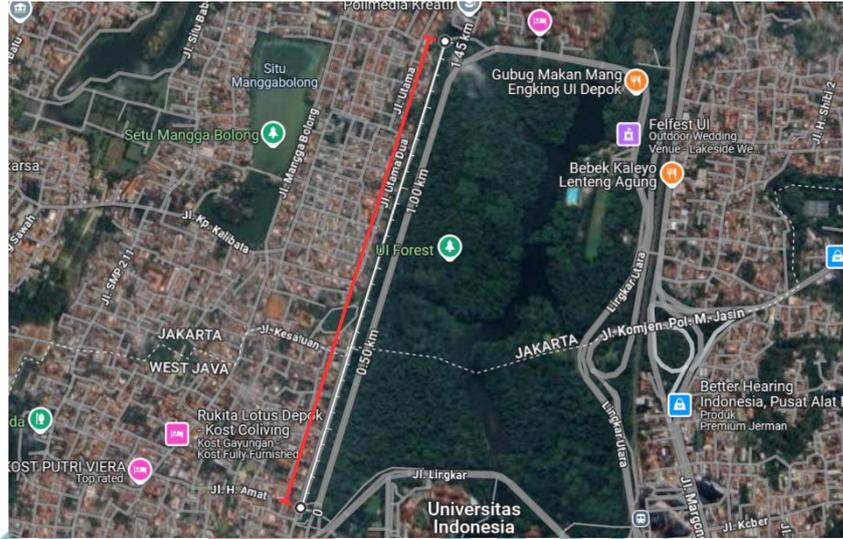
Hasil pengujian kinerja LoRa dilakukan untuk menilai kemampuan modul LoRa dalam melakukan transmisi data jarak jauh, baik dari segi kekuatan sinyal maupun stabilitas komunikasi. Dalam pengujian ini, ada dua parameter utama yang diamati yaitu *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR). Kedua parameter tersebut digunakan untuk mengukur kualitas sinyal yang diterima serta seberapa besar gangguan yang terjadi selama proses transmisi berlangsung. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi lingkungan yang berbeda, yaitu *Line of Sight* (LOS) dan *Non-Line of Sight* (N-LOS). Jarak yang digunakan untuk pengujian pada kondisi LOS adalah kurang lebih 1,4 kilometer, sedangkan pada kondisi N-LOS jarak pengujian sekitar 500 meter.

4.2.3.1 Pengujian LoRa Dalam Kondisi LOS

Pada pengujian dalam kondisi *Line of Sight* (LOS), LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* ditempatkan tanpa adanya halangan di antara kedua perangkat tersebut. Pengujian ini dilakukan di jalan akses Universitas Indonesia yang berada di di sekitar hutan Universitas Indonesia yang dapat di lihat pada Gambar 4.2.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 2 Lokasi Pengujian LoRa LOS pada Universitas Indonesia

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengukuran nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dalam kondisi *Line of Sight* (LOS) yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian LoRa kondisi LOS

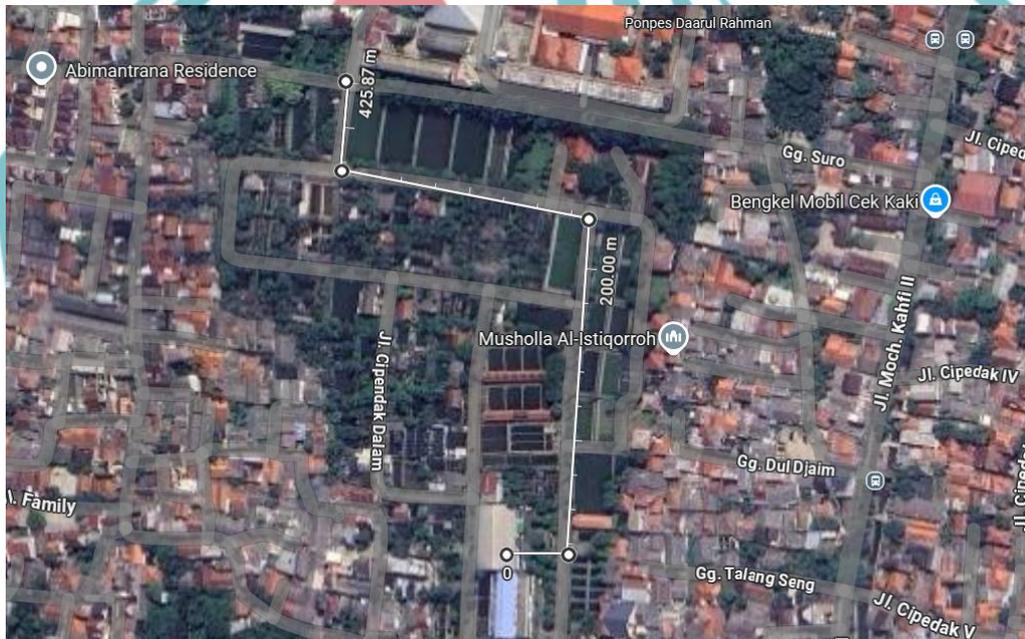
Jarak (m)	RSSI (dBm)	SNR (dB)
100	-93	9.00
200	-102	7.00
300	-103	7.00
400	-110	-1.00
500	-112	-5.25
600	-112	-6.50
700	-109	1.50
800	-111	-7.50
900	-112	-8.00
1000	-112	-5.50
1100	-112	-8.50
1200	-112	-8.50
1300	-114	-11.25

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.3.2 Pengujian LoRa Dalam Kondisi N-LOS

Pada pengujian dalam kondisi *Non-Line of Sight* (NLOS), perangkat LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* ditempatkan pada lokasi terhalang oleh hambatan seperti pepohonan dan tembok, sehingga jalur komunikasi antara keduanya tidak berada dalam garis lurus langsung. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa transmisi data LoRa dalam kondisi lingkungan yang mengandung gangguan atau rintangan. Pengujian dalam kondisi N-LOS. Pengujian pada kondisi N-LOS ini dilakukan pada dua tempat, yaitu pada Balai Benih Ikan Ciganjur dan jalan Akses Universitas Indonesia.

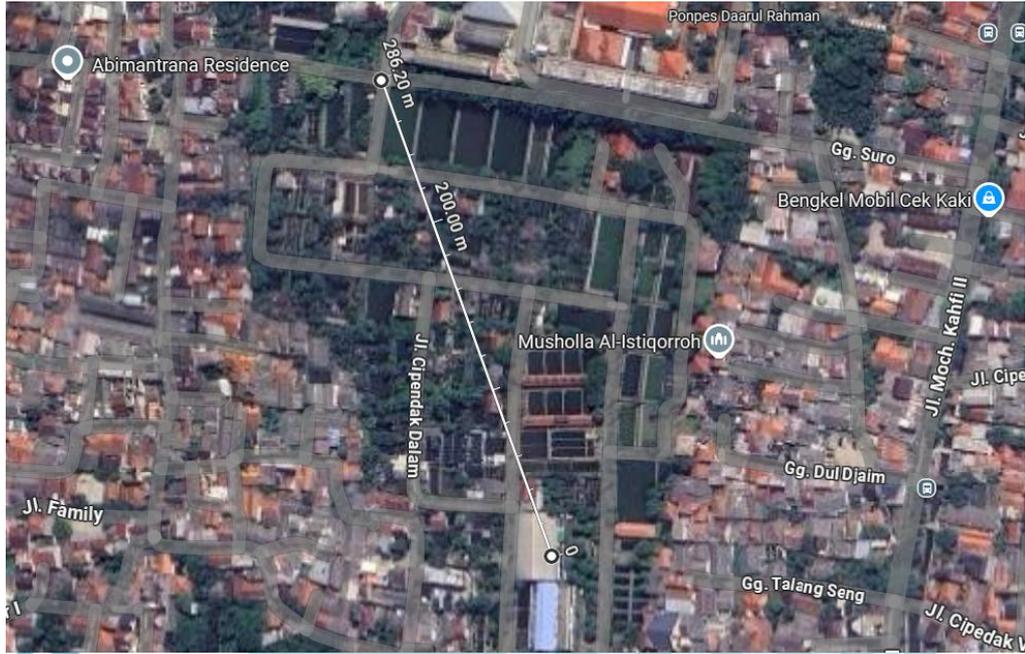


Gambar 4. 3 Lokasi Pengujian LoRa N-LOS BBI Ciganjur

Pada Gambar 4.3 diatas adalah rute pengambilan data dari LoRa dalam kondisi N-LOS. LoRa *transmitter* ditempatkan di titik 0 dan LoRa *receiver* di tempatkan pada titik 288 meter dengan kondisi lingkungan sekitar terdapat beberapa pohon-pohon. Apabila di tarik secara garis lurus maka dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah:

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Berdasarkan pengujian yang dilakukan di kawasan BBI Ciganjur, didapatkan hasil nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dalam kondisi NLOS yang dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Jarak (m)	RSSI (dBm)	SNR (dB)
50	-90	9.75
100	-95	9.25
150	-96	8.75
200	-99	8.75
250	-99	8.75
286	-100	8.25

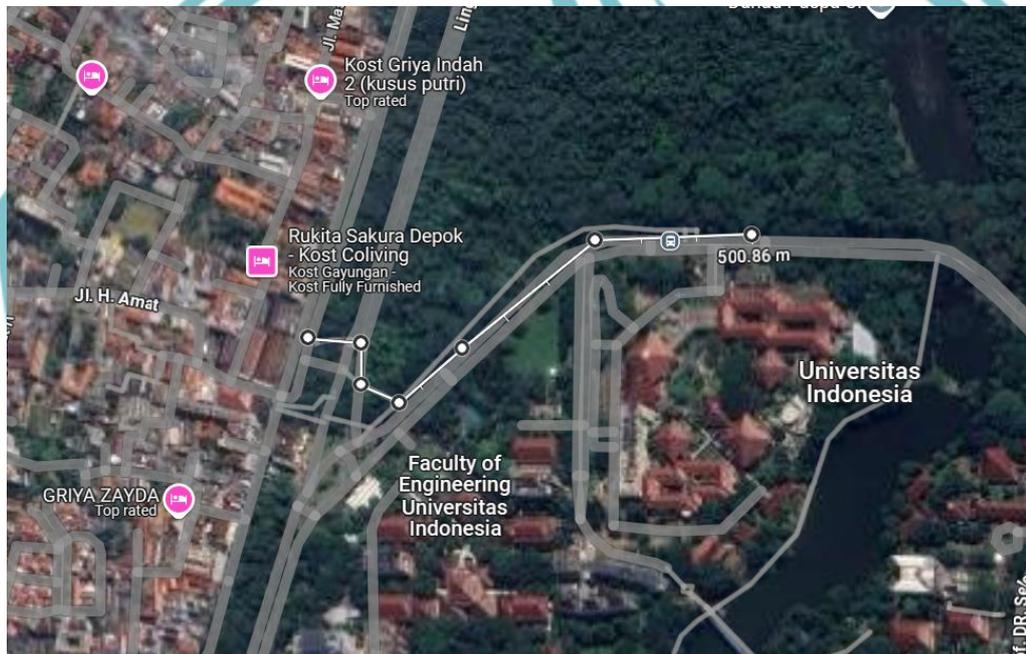
Berdasarkan data pada tabel, dapat disimpulkan bahwa terdapat penurunan kualitas sinyal seiring dengan bertambahnya jarak antara pemancar dan penerima LoRa. Hal ini ditunjukkan oleh nilai RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) yang semakin menurun dari -90 dBm pada jarak 50 meter menjadi -100 dBm pada jarak 286 meter. Penurunan ini mencerminkan melemahnya kekuatan sinyal yang diterima akibat meningkatnya jarak. Selain itu, nilai SNR (*Signal-to-Noise Ratio*) juga mengalami penurunan dari 9.75 dB menjadi 8.25 dB, yang menandakan bahwa sinyal menjadi semakin rentan terhadap gangguan noise di lingkungan sekitar. Meskipun penurunan SNR tidak terlalu drastis,

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kecenderungan menurun ini menunjukkan bahwa kualitas sinyal tetap dipengaruhi oleh jarak, meskipun dalam batas yang masih dapat ditoleransi oleh sistem komunikasi LoRa. Secara keseluruhan, data ini memperlihatkan bahwa jangkauan komunikasi LoRa tetap dapat dipertahankan hingga jarak sekitar 286 meter, meskipun dengan degradasi kualitas sinyal yang wajar.

Pengujian kedua yang dilakukan pada jalan akses Universitas Indonesia sampai di depan Fakultas Ekonomi Bisnis (FEB) UI dengan jarak antara LoRa *transmitter* dengan LoRa *receiver* yaitu 500m seperti pada Gambar 4.5 dibawah:



Gambar 4. 6 Lokasi Pengujian LoRa N-LOS Universitas Indonesia

Berdasarkan pengujian yang dilakukan seperti pada Gambar 4.4 diatas, posisi LoRa *transmitter* ditempatkan pada pintu masuk kutek dan LoRa *receiver* ditempatkan pada pintu masuk Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Indonesia dengan jarak 500 meter, apabila di tarik secara garis lurus maka LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* berjarak 395 meter seperti yang ditunjukkan seperti Gambar 4.5.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 4 Lokasi Pengujian LoRa N-LOS Secara Garis Lurus pada Universitas Indonesia

Berdasarkan pengujian yang dilakukan di kawasan Universitas Indonesia, didapatkan hasil nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dalam kondisi N-LOS yang dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Tabel RSSI dan SNR Kondisi N-LOS

Jarak (m)	RSSI (dBm)	SNR (dB)
100	-95	9.25
200	-99	8.75
300	-101	8.25
400	-112	-3.25
500	-113	-9.25
600	-	-

4.2.4 Analisa Data LoRa

Pada subbab ini, akan dilakukan analisis terhadap data yang diperoleh dari pengujian pada subbab sebelumnya, yaitu terkait pengukuran kinerja dan daya jangkau perangkat LoRa selama proses transmisi data. Berdasarkan pengujian jarak yang dilakukan menggunakan modul LoRa

Hak Cipta :

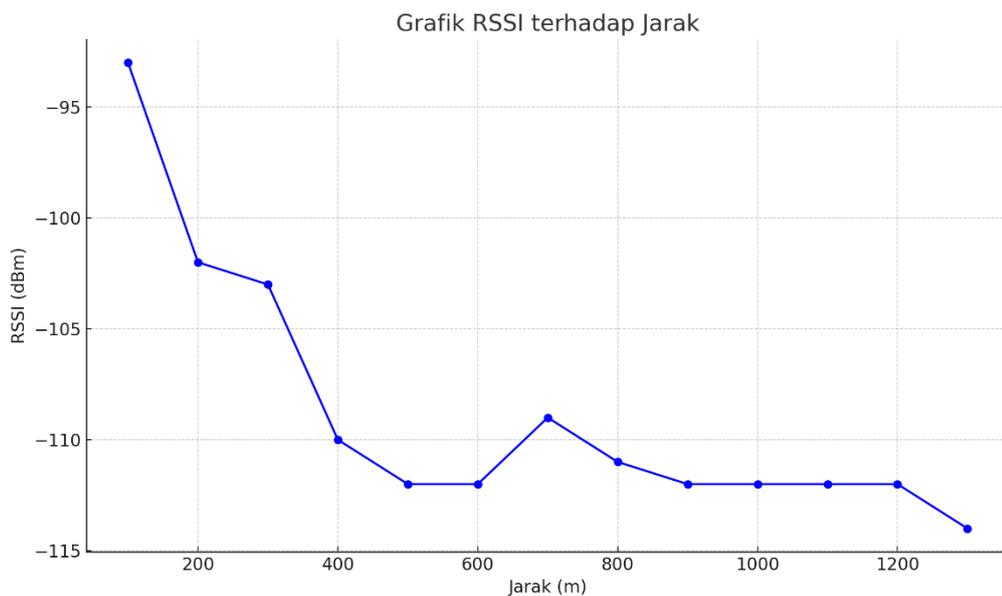
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

SX1276 didapati hasil bahwa LoRa dapat menjangkau hingga jarak 1.4 km, sedangkan jangkauan dari spesifikasi LoRa itu tersendiri mencapai 3 km. Pada pengujian tersebut terdapat perbedaan cakupan jarak, hal ini disebabkan karena pada jarak 1.4 km jalur pengetesannya sudah menghadapi hambatan berupa pepohonan dan bukan jalan lurus melainkan tanjakan dan turunan. Maka dari itu pada jarak lebih dari 1.4 km, LoRa sudah tidak dapat mengirim sinyal.

4.2.4.1 Analisis Data Pengujian LoRa pada Kondisi LOS

Hasil pengujian kinerja dan daya jangkau modul LoRa dalam kondisi Line of Sight (LOS), yaitu tanpa adanya Hambatan antara perangkat LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver*, dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang diterima oleh LoRa *receiver* pada jarak hingga 1,4km. Grafik nilai RSSI dalam kondisi LOS dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 5 Grafik RSSI LOS

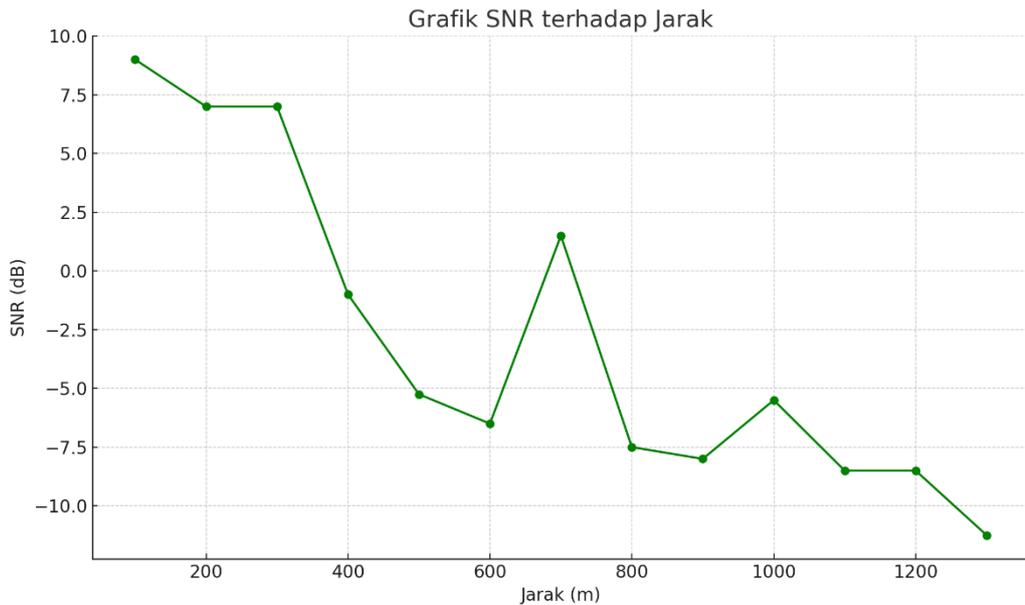
Pada Gambar 4.7 diatas menunjukkan grafik nilai RSSI yang dimulai pada jarak 0 sampai 100 meter mendapatkan nilai RSSI -93 yang dapat dikategorikan kekuatan sinyal sangat baik. Ketika jarak LoRa *transmitter* dan LoRa *receiver* menyentuh angka 400 meter kualitas sinyal RSSi mengalami penurunan ke

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

angka -110. Dari jarak 400 meter hingga jarak 800 meter sinyal RSSI tidak stabil karena nilai tersebut terlihat naik dan turun. Saat memasuki jarak 900 meter sampai 1,2km sinyal RSSI dapat di kategorikan stabil dengan menunjukkan angka -112. Ketika memasuki jarak 1,3 sampai 1,4km sinyal RSSI mengalami penerunan kembali dengan menunjukkan angka -114. Dan saat memasuki jarak 1,45km sinyal RSSI terputus. Hal ini karena ketika memasuki jarak 1,45km jalan sudah mulai menikung dan mulai tertutup pohon.

Berikutnya analisis terkait dengan nilai SNR. Penilaian SNR bertujuan untuk mengukur kualitas sinyal yang diterima dengan mempertimbangkan rasio antara sinyal dan noise pada berbagai jarak. Grafik SNR dalam kondisi LOS dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Grafik SNR LOS

Grafik diatas yang ditunjukkan Gambar 4.8 menggambarkan jarak dan nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*) dalam kondisi *Line of Sight* (LOS), yaitu saat tidak terdapat halangan antara perangkat LoRa *transmitter* dan *receiver*. Dari grafik terlihat bahwa nilai SNR mengalami penurunan secara signifikan seiring bertambahnya jarak komunikasi. Pada jarak 0 sampai 100 meter memperoleh sinyal RSSI diangka 9.00 yang menunjukkan kualitas sangat baik. Jarak 200 hingga 300 meter sinyal RSSI masih terbilang sangat baik, ketika memasuki



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

jarak 400 meter sinyal RSSI mengalami penurunan drastis dengan kekuatan sinyal -1.00. pada jarak 500 hingga 1km nilai SNR terlihat tidak stabil, dapat di lihat pada gambar grafik diatas, pada jarak 700m nilai RSSI mengalami peningkatan dengan menunjukkan angka sinyal di 1.50dB. Saat jarak 700m mengalami peningkatan, karena pada saat melakukan pengetesan kondisi node *transmitter* berada di posisi lebih tinggi. Karena kondisi lingkungan saat pengetesan dalam kondisi LOS, kontur jalannya naik dan turun. Selanjutnya, ketika memasuki jarak 1,1 sampai 1,2 km mengalami penurunan kembali dengan kekuatan sinyal diangka -8.50, begitu juga dengan jarak 1,3 sampai 1,4 km dengan angka -11.25.

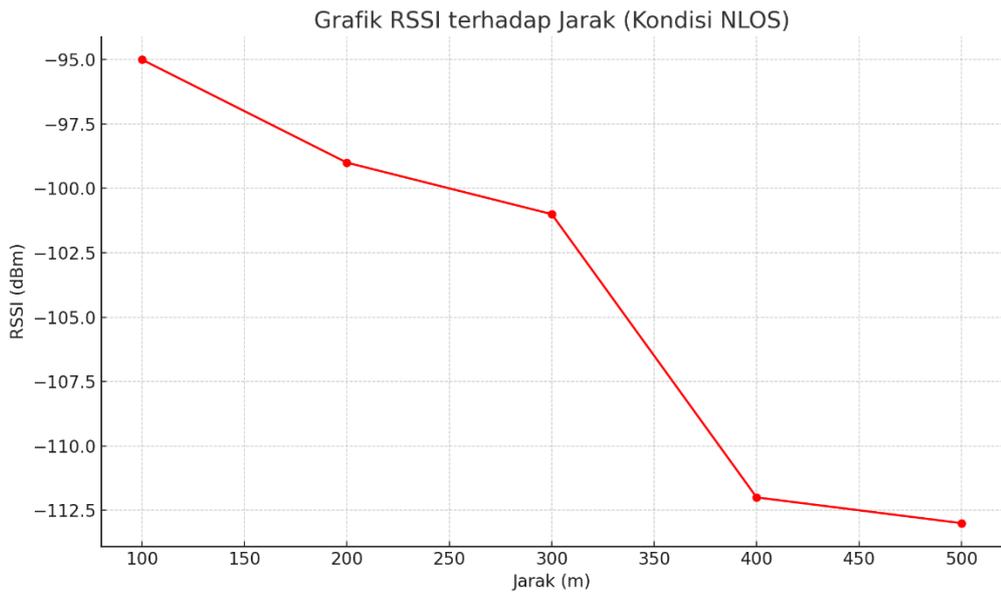
4.2.4.2 Analisis Data Pengujian LoRa pada Kondisi N-LOS

Hasil pengujian kinerja dan daya jangkau LoRa dalam mengirimkan data dengan kondisi NLOS, di mana terdapat penghalang antara perangkat LoRa transmitter dan LoRa receiver, ditunjukkan pada Tabel 4.10. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur nilai RSSI dan SNR yang diterima oleh LoRa receiver.

Pada pengujian pengukuran LoRa dimulai pada jarak 0 sampai 100 meter dengan nilai RSSI sebesar -95 dBm, yang menunjukkan kualitas sinyal sangat baik. Pada jarak 200 meter kualitas sinyal RSSI juga masih terbilang bagus dengan menunjukkan angka -99 dBm. Ketika memasuki jarak 300 meter sinyal RSSI mengalami penurunan di angka -101. Dan pada jarak 400 sampai 500 meter, nilai RSSI mengalami penurunan drastis dengan menunjukkan angka -112 hingga -113 dBm.

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



Gambar 4. 9 Grafik RSSI N-LOS pada Universitas Indonesia

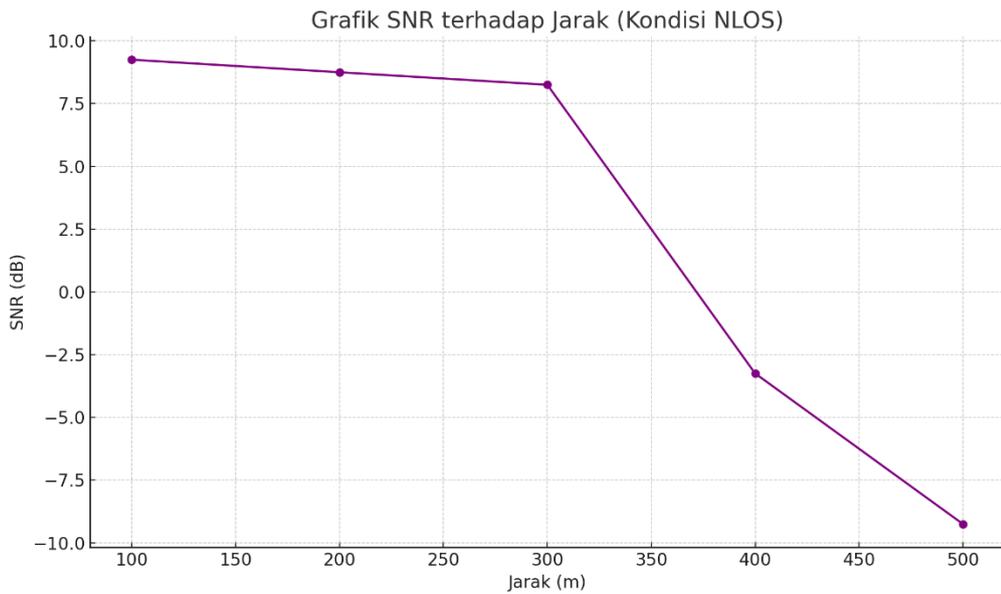
Berdasarkan hasil pengujian RSSI dalam kondisi NLOS yang dapat dilihat pada Gambar 4.9 LoRa *receiver* hanya mampu menerima data dengan baik hingga jarak 200 meter, ketika memasuki jarak 300 meter kualitas sinyal RSSI sudah terbilang buruk karena mengalami penurunan hingga menyentuh angka -101 dBm. Pada jarak 400 hingga 500 meter sinyal RSSi mengalami penurunan drastis hingga ke angka -112 sampai -113, dan pada jarak 600 meter LoRa *receiver* sudah tidak dapat menerima sinyal dari LoRa *transmitter*.

Berikutnya adalah analisis nilai SNR dilakukan untuk menilai kualitas sinyal yang diterima dengan memperhatikan perbandingan antara kekuatan sinyal dan tingkat gangguan pada berbagai jarak. Penilaian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana sinyal dapat diterima dengan baik dalam kondisi tertentu, serta menilai kestabilan komunikasi data seiring bertambahnya jarak antara pemancar dan penerima.

Pada pengujian nilai SNR dalam kondisi NLOS dimulai dari jarak 0 hingga 500 meter yang dapat dilihat dari grafik yang di tampilkan pada Gambar 4.10.

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 6 Grafik SNR N-LOS pada Universitas Indonesia

Berdasarkan dari tabel grafik yang di tunjukan pada Gambar 4.10. kualitas sinyal SNR yang diterima dari jarak 0 sampai 300 meter dapat di kategorikan sangat bagus dengan menunjukan angka 9.25 sampai 8.25 dB. Ketika memasuki jarak 400 meter, kualitas sinyal SNR mengalami penurunan drastic dengan menunjukan angka -3.25 dB, dan pada jarak 500 meter LoRa receiver masih dapat menerima data dari LoRa Transmitter walaupun nilai SNR mengalami penurunan lagi hingga -9.25. Pada Jarak 600 meter LoRa receiver sudah tidak dapat menerima data dari LoRa transmitter. Semakin jauh jarak antara LoRa transmitter dan LoRa receiver, semakin rendah nilai SNR yang diperoleh. Penurunan SNR ini disebabkan oleh meningkatnya noise di antara kedua perangkat seiring dengan bertambahnya jarak. Selain itu, pada kondisi NLOS juga disebabkan faktor hambatan seperti pepohonan di lokasi pengukuran mengakibatkan penurunan kualitas sinyal.