



© 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 MODUL TRAINER TELEMONTORING REAL-TIME KUALITAS AIR BERBASIS LPWAN LORA DENGAN INTEGRASI WEB DAN TELEGRAM

“Rancang Bangun Modul Trainer Telemonitoring Real-Time Kualitas
Air Berbasis Web & Telegram”

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Siti Bilqis Al'Mirah

NIM.2303332073

**PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



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 MODUL TRAINER TELEMONTORING
REAL-TIME KUALITAS AIR BERBASIS LPWAN LORA
DENGAN INTEGRASI WEB DAN TELEGRAM**

“Rancang Bangun Modul Trainer Telemonitoring Real-Time Kualitas
Air Berbasis Web & Telegram”

TUGAS AKHIR
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA
Siti Bilqis Al'Mirah
NIM.2303332073

PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Siti Bilqis Al'Mirah

NIM : 2303332073

Tanda Tangan :

Tanggal : 23-Juli-2026

**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



Hak Cipta :

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Siti Bilqis Al'Mirah
NIM : 2303332073
Program Studi : D3 Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Modul Trainer Telemonitoring Real-Time Kualitas air berbasis LPWAN LoRa dengan Integrasi Web dan Telegram
Sub Judul : Rancang Bangun Modul Trainer Telemonitoring Real-Time Kualitas Air Berbasis Web & Telegram"

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 1 Juli 2026 dan dinyatakan LULUS

Pembimbing : Toto Supriyanto, S.T., M.T. ()
NIP. 196603061990031001

Depok, 17 Juli 2026

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro


Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Tugas Akhir ini berjudul “Rancang Bangun Modul Trainer Telemonitoring Real-Time Kualitas Air Berbasis LPWAN LoRa dengan Integrasi Web dan Telegram”. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Toto Supriyanto, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Kepada Arrie Rahmat S.T dan Rahmy Asrizan DES, Hafidzoh, Fairuza, Khansa
3. Sahabat-sahabat penulis, yaitu Naura Izzah, M. Rifky, dan Iki, warga Pup’sie, temen”GO, KSB, BPH 23, Student pa toto & Rumah Pace beserta seluruh orang didalamnya yang selalu memberikan dukungan, semangat, bantuan, dan kebersamaan selama masa perkuliahan maupun penyusunan tugas akhir ini. Kehadiran & dukungan kalian menjadi penyemangat bagi penulis hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Birgitta Chantal A. selaku rekan dalam mengerjakan tugas akhir dan Dareal Putra serta teman-teman di program Studi Telekomunikasi Angkatan 2023 yang telah mendukung serta bekerja sama untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juli 2026

Siti Bilqis Al'Mirah



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 MODUL TRAINER TELEMONTORING REAL-TIME KUALITAS AIR BERBASIS LPWAN LORA DENGAN INTEGRASI WEB DAN TELEGRAM

“Rancang Bangun Modul Trainer Telemonitoring Real-Time Kualitas Air Berbasis Web & Telegram”

ABSTRAK

Kualitas air merupakan salah satu parameter penting yang perlu dipantau untuk memastikan air memenuhi standar yang telah ditetapkan. Pemantauan kualitas air secara manual masih memiliki keterbatasan karena memerlukan pengamatan langsung dan belum mampu menyajikan informasi secara real-time. Oleh karena itu, diperlukan sistem telemonitoring yang mampu melakukan pemantauan kualitas air secara otomatis dan dapat diakses dari jarak jauh. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun modul trainer telemonitoring real-time kualitas air berbasis Low Power Wide Area Network (LPWAN) LoRa dengan integrasi website dan Telegram. Sistem menggunakan sensor potential of Hydrogen (pH) dan sensor turbidity untuk memperoleh data kualitas air yang dikirim melalui komunikasi LoRa. Data yang diterima kemudian diproses menggunakan PHP, disimpan pada database server, ditampilkan pada website Bilcanaqua, serta dikirimkan kepada pengguna melalui Telegram Bot Monitoring Air ESP32 (@Airku123Bot). Selain itu, dilakukan pengujian Quality of Service (QoS) menggunakan parameter delay, throughput, packet loss, dan jitter untuk mengevaluasi performa komunikasi data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menerima, menyimpan, dan menampilkan data kualitas air secara real-time pada website Bilcanaqua serta mengirimkan informasi monitoring melalui Telegram Bot. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan aplikasi Wireshark, diperoleh nilai rata-rata throughput sebesar 25,34 kbps, delay sebesar 86,78 ms, packet loss sebesar 0%, dan jitter sebesar 114,81 ms. Berdasarkan standar TIPHON, nilai delay dan packet loss termasuk kategori Sangat Baik, sedangkan nilai jitter termasuk kategori Kurang. Meskipun nilai throughput relatif rendah, kondisi tersebut sesuai dengan karakteristik sistem IoT yang mengirimkan data sensor berukuran kecil secara periodik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan telemonitoring kualitas air secara real-time melalui website Bilcanaqua dan Telegram Bot dengan komunikasi data yang stabil sesuai dengan kebutuhan sistem.

Kata kunci: kualitas air, telemonitoring, LPWAN LoRa, website, Telegram Bot, Quality of Service (QoS).



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

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A REAL-TIME WATER QUALITY TELEMONITORING TRAINER MODULE BASED ON LPWAN LORA WITH WEB AND TELEGRAM INTEGRATION

*“Design and Construction of a Real-Time Water Quality Telemonitoring Trainer
Module Based on Web and Telegram”*

ABSTRACT

Water quality is one of the important parameters that must be monitored to ensure that water meets the required quality standards. Conventional water quality monitoring still has several limitations because it requires direct observation and cannot provide real-time information. Therefore, a telemonitoring system capable of automatically monitoring water quality and providing remote access is required. This study aims to design and develop a real-time water quality telemonitoring trainer module based on Low Power Wide Area Network (LPWAN) LoRa integrated with a website and Telegram. The system utilizes a potential of Hydrogen (pH) sensor and a turbidity sensor to obtain water quality data, which are transmitted through LoRa communication. The received data are processed using PHP, stored in a server database, displayed on the Bilcanaqua website, and delivered to users through the Monitoring Air ESP32 (@Airku123Bot) Telegram Bot. In addition, a Quality of Service (QoS) evaluation was conducted using the parameters of delay, throughput, packet loss, and jitter to assess the communication performance of the system. The experimental results show that the proposed system is capable of receiving, storing, and displaying water quality data on the Bilcanaqua website in real time, as well as delivering monitoring information through the Telegram Bot. Based on the Wireshark analysis, the system achieved an average throughput of 25.34 kbps, delay of 86.78 ms, packet loss of 0%, and jitter of 114.81 ms. According to the TIPHON standard, the delay and packet loss values are categorized as Very Good, while the jitter value falls into the Fair category. Although the throughput value is relatively low, it is considered appropriate for an IoT-based monitoring system that periodically transmits small-sized sensor data. Overall, the results indicate that the proposed system is capable of supporting real-time water quality telemonitoring through the Bilcanaqua website and Telegram Bot with stable communication performance suitable for the system requirements.

Keywords: water quality, telemonitoring, LPWAN LoRa, website, Telegram Bot, Quality of Service (QoS).



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Internet of Things (IoT).....	3
2.2 PHP (Hypertext Preprocessor).....	4
2.3 MySQL.....	5
2.4 phpMyAdmin.....	7
2.5 Visual Studio Code.....	8
2.6 XAMPP.....	10
2.7 Telegram Bot.....	12
2.8 Quality of Service (QoS).....	13
2.9 Parameter Potential of Hydrogen (pH).....	16
2.10 Parameter Kekeruhan Air (Turbidity).....	17
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI.....	18
3.1 Perancangan Aplikasi.....	18
3.1.1 Deskripsi Sistem.....	19
3.1.2 Cara Kerja Aplikasi.....	20
3.1.3 Spesifikasi Aplikasi.....	23
3.1.4 Diagram Blok.....	26
3.2 Perancangan Perangkat Monitoring sebagai Sumber Data.....	27
3.2.1 Arduino sebagai Sumber Data.....	28
3.2.2 Data Sensor yang Dikirimkan.....	29
3.3 Perancangan Telegram Bot.....	30
3.3.1 Pembuatan Bot Menggunakan BotFather.....	31
3.3.2 Konfigurasi Telegram Bot API.....	32
3.3.3 Format dan Realisasi Pesan Telegram.....	34
3.4 Perancangan Website Monitoring.....	36
3.4.1 Pembuatan Tampilan Website.....	37
3.4.2 Pembuatan Halaman Dashboard.....	38
3.4.3 Pembuatan Koneksi Database.....	40
3.4.4 Pembuatan Tampilan Data Monitoring.....	41
3.4.5 Pembuatan Status Kualitas Air.....	43

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

3.5 Perancangan Database.....	45
3.5.1 Pembuatan Database MySQL.....	45
3.5.2 Struktur Tabel Data Monitoring.....	47
3.5.3 <i>Query Database</i>	49
3.6 Realisasi Sistem	51
3.6.1 Realisasi Perangkat Monitoring sebagai Sumber Data.....	51
3.6.2 Realisasi Database	52
3.6.3 Realisasi Website Monitoring	53
3.6.4 Realisasi Telegram Bot	55
3.6.5 Realisasi Source Code Program.....	56
BAB IV PEMBAHASAN.....	62
4.1 Pengujian Login Website	62
4.1.1 Deskripsi Pengujian	63
4.1.2 Prosedur Pengujian.....	63
4.1.3 Data Hasil Pengujian	63
4.1.4 Analisa Data	64
4.2 Pengujian Website Monitoring dan Database	65
4.2.1 Deskripsi Pengujian	65
4.2.2 Prosedur Pengujian	65
4.2.3 Data Hasil Pengujian	66
4.2.4 Analisa Data	67
4.3 Pengujian Telegram Bot	68
4.3.1 Deskripsi Pengujian	69
4.3.2 Prosedur Pengujian	69
4.3.3 Data Hasil Pengujian	70
4.3.4. Analisa Data.....	70
4.4 Pengujian Quality of Service (QoS) Telegram.....	71
4.4.1 Deskripsi Pengujian	71
4.4.2 Prosedur Pengujian	72
4.4.3 Data Hasil Pengujian	72
4.4.4 Analisis Pengujian QoS Telegram	73
4.4.5 Analisa Data	76
4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	76
4.5.1 Deskripsi Pengujian	76
4.5.2 Prosedur Pengujian	77
4.5.3 Data Hasil Pengujian	77
4.5.4 Analisa Data	78
BAB V PENUTUP.....	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA.....	84
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	86
LAMPIRAN.....	85
JOBSHEET PRAKTIKUM	99



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep IoT pada sistem telemonitoring kualitas air berbasis LoRa	4
Gambar 2.2 Tampilan phpMyAdmin	8
Gambar 2.3 Tampilan konsep Telegram Bot API sebagai platform notifikasi realtime....	13
Gambar 3.1 Ilustrasi Sistem Telemonitoring Real-Time Kualitas Air Berbasis Web dan Telegram.....	20
Gambar 3.2 Flowchart Cara Kerja Aplikasi Telemonitoring Real-Time Kualitas Air Berbasis Web dan Telegram	22
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Telemonitoring Real-Time Kualitas Air Berbasis Web dan Telegram	27
Gambar 3.4 Pembuatan Telegram Bot Menggunakan BotFather.....	32
Gambar 3.5 Realisasi Tampilan Pesan Telegram Bot	35
Gambar 3.6 Tampilan Website Monitoring Kualitas Air	38
Gambar 3.7 Tampilan Database bilqis_db dan Tabel data_sensor pada phpMyAdmin ...	46
Gambar 3.8 Struktur Tabel data_sensor pada phpMyAdmin.....	49
Gambar 3.9 Hasil Query SELECT pada Tabel data_sensor di phpMyAdmin	50
Gambar 3.10 Realisasi Perangkat Monitoring sebagai Sumber Data	52
Gambar 3.11 Realisasi Tabel data_sensor pada phpMyAdmin.....	53
Gambar 3.12 Realisasi Dashboard Website Monitoring Kualitas Air.....	55
Gambar 3.13 Realisasi Pesan Telegram Bot	56
Gambar 3.14 Flowchart Pemrograman sistem telemonitoring kualitas air	58
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Login Website Bilcanaqua.....	63
Gambar 4.2 Pengujian Login Berhasil pada Website Bilcanaqua.....	64
Gambar 4.3 Pengujian Tampilan Dashboard Website Bilcanaqua.....	66
Gambar 4.4 Pengujian Data Monitoring pada Tabel data_sensor	66
Gambar 4.5 Pengujian Riwayat Data Monitoring pada Website Bilcanaqua.....	67
Gambar 4.6 Pengujian Pengiriman Data Monitoring melalui Telegram Bot	70
Gambar 4.7 Pengujian Parameter QoS pada Website Bilcanaqua	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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indeks delay	14
Tabel 2.2 Indeks Throughput	14
Tabel 2.3 Indeks Packet Loss	15
Tabel 2.4 Indeks Jitter	15
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat.....	24
Tabel 3.2 Data Sensor yang dikirimkan ke sistem	30
Tabel 3.3 Komponen Halaman Dashboard	39
Tabel 3.4 Status pH	44
Tabel 3.5 Status Kekeruhan Air	44
Tabel 3.6 Struktur Tabel data_sensor	47
Tabel 4.1 Data Pengujian Login Website	64
Tabel 4.2 Data Pengujian Website Monitoring dan Database	67
Tabel 4.3 Data Pengujian TelegramBot.....	70
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Throughput.....	73
Tabel 4.5 Hasil Pengujian DelayTabel	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



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 Gambar Tampilan Website	85
L- 2 Gambar Tampilan Bot Telegram	86
L- 3 Gambar Modul Trainer (Receiver).....	86
L- 4 Gambar Modul Trainer (Transmitter).....	87
L- 5 Sketch Code Receiver	88
L- 6 Sketch Code Transmitter	95





Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam menunjang kesehatan masyarakat dan keberlanjutan lingkungan. Parameter kualitas air seperti *potential of Hydrogen* (pH) dan tingkat kekeruhan perlu dipantau secara berkala untuk memastikan kondisi air tetap berada pada standar yang aman dan layak digunakan. Menurut Setiawati dan Fitriyani (2025), metode pemantauan kualitas air secara konvensional masih memiliki keterbatasan karena memerlukan waktu yang relatif lama, kurang efisien, serta belum mampu menyajikan informasi kondisi air secara *real-time*. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu melakukan pemantauan kualitas air secara otomatis dan dapat diakses dari jarak jauh.

Perkembangan teknologi IoT memungkinkan sistem monitoring dilakukan secara jarak jauh (*telemonitoring*) melalui jaringan komunikasi data. Salah satu teknologi komunikasi yang banyak digunakan adalah Low Power Wide Area Network (LPWAN) LoRa karena memiliki jangkauan komunikasi yang luas, konsumsi daya rendah, serta sesuai untuk aplikasi monitoring berbasis sensor.

Pada tugas akhir ini, data hasil pembacaan sensor dikirimkan melalui jaringan LoRa menuju sistem monitoring, kemudian diproses menggunakan bahasa pemrograman PHP dan disimpan ke dalam database MySQL. Data yang tersimpan ditampilkan pada website Bilcanaqua sebagai media monitoring *real-time* serta dikirimkan kepada admin melalui Telegram Bot sebagai media notifikasi. Selain itu, dilakukan pengujian performa komunikasi jaringan LoRa menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS) yang meliputi delay, throughput, jitter, dan packet loss (Safitri et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, dibuat tugas akhir berjudul "Rancang Bangun Modul Trainer Telemonitoring Real-Time Kualitas Air Berbasis LPWAN LoRa dengan Integrasi Web dan Telegram." Sistem ini diharapkan mampu melakukan monitoring kualitas air secara *real-time* melalui website dan Telegram serta memberikan informasi mengenai performa komunikasi jaringan LoRa berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS).



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

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem telemonitoring kualitas air berbasis website dan Telegram menggunakan jaringan LoRa?
2. Bagaimana merealisasikan sistem monitoring kualitas air secara real-time berbasis website menggunakan PHP dan MySQL?
3. Bagaimana mengintegrasikan Telegram Bot sebagai media notifikasi monitoring kualitas air secara real-time?
4. Bagaimana performa komunikasi data pada jaringan LoRa berdasarkan parameter Quality of Service (QoS) yang meliputi delay, throughput, jitter, dan packet loss?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Merancang sistem telemonitoring kualitas air berbasis website dan Telegram menggunakan jaringan LoRa.
2. Merealisasikan sistem monitoring kualitas air secara real-time berbasis website menggunakan PHP dan MySQL.
3. Mengintegrasikan Telegram Bot sebagai media notifikasi monitoring kualitas air secara real-time.
4. Menganalisis performa komunikasi data pada jaringan LoRa berdasarkan parameter Quality of Service (QoS) yang meliputi delay, throughput, jitter, dan packet loss.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari program ini adalah :

1. *Prototype telemonitoring* kualitas air berbasis LPWAN LoRa
2. Sistem *telemonitoring* kualitas air berbasis web dan telegram
3. Rancang Bangun Modul *Trainer Telemonitoring Real-Time* Kualitas Air Berbasis Web dan Telegram.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

4. Jobsheet penggunaan website monitoring dan Telegram Bot pada sistem telemonitoring kualitas air.
5. Laporan tugas akhir



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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem telemonitoring real-time kualitas air berbasis LPWAN LoRa dengan integrasi website dan Telegram berhasil dirancang dan direalisasikan. Sistem ini menggunakan sensor pH dan sensor turbidity untuk mengukur parameter kualitas air berupa nilai pH dan tingkat kekeruhan (NTU). Data hasil pembacaan sensor berhasil dikirimkan dari transmitter menuju receiver melalui komunikasi LoRa, kemudian diteruskan ke server melalui jaringan Wi-Fi sehingga dapat diproses dan ditampilkan kepada pengguna.
2. Website Bilcanaqua yang telah di-hosting berhasil menampilkan data monitoring kualitas air secara real-time. Data yang ditampilkan meliputi waktu pengujian, jenis air, jarak, nilai pH, nilai NTU, kualitas air, status pH, serta parameter Quality of Service (QoS) berupa latency, jitter, throughput, dan packet loss. Selain itu, data hasil monitoring berhasil disimpan pada database server sehingga dapat ditampilkan kembali pada halaman dashboard dan riwayat monitoring.
3. Telegram Bot Monitoring Air ESP32 (@Airku123Bot) berhasil mengirimkan informasi hasil monitoring kualitas air kepada pengguna secara real-time. Informasi yang dikirim meliputi ID paket, nilai NTU, nilai pH, kategori kualitas air, status pH, RSSI, SNR, latency, jitter, throughput, packet loss, dan frekuensi LoRa. Selain itu, Telegram Bot juga berhasil mengirimkan pesan alert ketika receiver tidak menerima data dari transmitter dalam waktu yang telah ditentukan.
4. Berdasarkan hasil pengujian Quality of Service (QoS) menggunakan aplikasi Wireshark, diperoleh nilai rata-rata throughput sebesar 25,34 kbps, delay sebesar 86,78 ms, packet loss sebesar 0%, dan jitter sebesar 114,81 ms. Berdasarkan standar TIPHON, nilai delay dan packet loss termasuk kategori Sangat Baik, sedangkan nilai jitter termasuk kategori Kurang. Meskipun nilai throughput



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

relatif rendah, kondisi tersebut sesuai dengan karakteristik sistem IoT yang hanya mengirimkan data sensor berukuran kecil secara periodik. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan telemonitoring kualitas air secara real-time, stabil, dan sesuai dengan tujuan penelitian.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan sistem selanjutnya, yaitu:

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor kualitas air lainnya, seperti sensor suhu air atau sensor *Total Dissolved Solids* (TDS), sehingga parameter kualitas air yang dipantau menjadi lebih lengkap.
2. Pengujian komunikasi LoRa dapat dilakukan pada jarak yang lebih bervariasi sehingga performa komunikasi data berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS), seperti *latency*, *throughput*, *jitter*, dan *packet loss*, dapat dianalisis secara lebih menyeluruh.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan melakukan optimasi komunikasi LoRa, seperti pengaturan parameter transmisi atau interval pengiriman data, sehingga kualitas komunikasi data menjadi lebih baik dan nilai QoS yang diperoleh dapat ditingkatkan.
4. Tampilan website Bilcanaqua dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur filter data berdasarkan tanggal, ekspor data ke format Excel atau PDF, serta visualisasi grafik kualitas air sehingga proses analisis data menjadi lebih mudah.
5. Telegram Bot dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur *command*, sehingga admin tidak hanya menerima data monitoring secara otomatis, tetapi juga dapat meminta data monitoring terbaru secara langsung melalui aplikasi Telegram.

Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- Avivi, R., Soetedjo, A., & Ashari, M. I. (2020). Sistem monitoring debit dan kualitas air serta pemeliharaan layanan penyedia air bersih di Perumahan Tirtasari berbasis IoT. Institut Teknologi Nasional Malang.
- European Telecommunications Standards Institute. (2002). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); End-to-end Quality of Service (QoS) in TIPHON systems; Part 2: Definition of speech Quality of Service (QoS) classes (ETSI TS 101 329-2 V2.1.3). European Telecommunications Standards Institute.
- Gultom, D. M., & Sunaryo, N. (2023). Perancangan sistem informasi monitoring aset Kantor Pos Padang berbasis web menggunakan PHP dan MySQL. *Jurnal Sains dan Teknologi Informatika*, 1(2), 44–52. <https://doi.org/10.38204/jsti.v1i2.1569>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.
- Kharsela, N. (2024). Implementasi XAMPP sebagai web server lokal dalam pengembangan aplikasi berbasis PHP dan MySQL. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 6(2), 112–120.
- Ngiu, R. C., & Rohandi, M. (2020). Rancang bangun sistem pemantauan kondisi air. *Jambura Journal of Informatics*, 2(1), 1–10.
- Ramadhan, R. F., & Mukhaiyar, R. (2020). Penggunaan database MySQL dengan interface phpMyAdmin sebagai pengontrolan smarthome berbasis Raspberry Pi. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 129–134.
- Safitri, T. I., Rihadian, K. J. P., Fitria, N. D., Zulfa, I. A., Izzati, I. D. Y., Prisma, I. G. L. P. E., & Habibi, M. W. (2025). Analisis QoS menggunakan standar TIPHON pada jaringan Wi-Fi SMK Dharma Bahari Surabaya. *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)*, 4(4), 2433–2443.
- Setiawati, P. N., & Fitriyani. (2025). Sistem monitoring realtime kualitas air berbasis IoT dengan sensor TDS dan NodeMCU ESP32. *JIKA (Jurnal Informatika)*, 9(3), 347–354.
- Sunarko, G. F. M., Lawa, Y., & Christianto, H. (2023). Penerapan Visual Studio Code terintegrasi pemrograman PHP, phpMyAdmin, dan MySQL dalam sistem informasi manajemen Laboratorium Pendidikan Kimia Undana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan dan Sains Kimia 2023*, 63–104.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

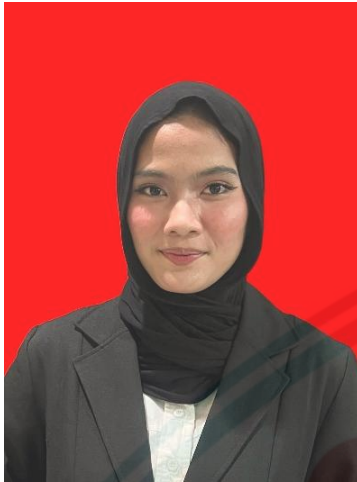
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Syah, M. A., Satria, B., & Dani, A. (2026). Sistem monitoring kualitas air akuakultur real-time berbasis IoT menggunakan sensor pH, suhu, dan kekeruhan dengan notifikasi Telegram. *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, 6(2), 1021–1034.

Wulandari, S. A., Sucipto, A., Rosyady, A. F., Ardana, M. D. R., Cahyono, O. D. P., & Khomarudin, A. N. (2024). Rancang bangun sistem monitoring kualitas air untuk mendeteksi keadaan tidak normal atau penyakit pada tambak ikan mujaer menggunakan fuzzy logic Mamdani berbasis mobile. *Technologica*, 3(1), 42–54.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Siti Bilqis Al'Mirah Lahir di Jakarta pada tanggal 6 Juli 2005. Memulai Pendidikan formal di SDIT Al'Itishom Jakarta Selatan pada tahun 2011 hingga lulus pada tahun 2017. Setelah itu melanjutkan Pendidikan ke MTS Assaddah Jakarta Selatan dan lulus pada tahun 2020. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan ke SMAN 104 Jakarta dan lulus pada tahun 2023. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Atas, penulis menempuh pendidikan Jurusan Teknik Elektro, Program Studi D3 Telekomunikasi, Politeknik Negeri Jakarta sejak tahun 2023.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



LAMPIRAN

L- 1 Gambar Tampilan Website

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

Bilcanaqua
Dashboard IoT LoRa

Kekerasan 102.03 KTY

Kualitas Air 6.4

Jenis Air Air Hujan

Estimasi Jarak Lora 1 Meter

Refresh Manual

Logout

Dashboard IoT LoRa

Kekerasan 102.03 KTY

Kualitas Air 6.4

Jenis Air Air Hujan

Estimasi Jarak Lora 1 Meter

Refresh Manual

Logout

Refresh Data

Waktu	Jenis Air	Jarak	pH	NTU	Kualitas	Latency	Bitrate	Throughput	Paket Loss
2020-07-16 18:02:08	Air Hujan	1 Meter	6.4	102.03	Agak Buruk	39534 ms	28552 ms	4.7 bps	187
2020-07-16 18:02:17	Air Hujan	1 Meter	6.29	116.15	Agak Buruk	272 ms	1848 ms	61.12 bps	155
2020-07-16 18:02:12	Air Hujan	1 Meter	6.29	116.39	Agak Buruk	1827 ms	16527 ms	45.28 bps	155
2020-07-16 18:02:06	Air Hujan	1 Meter	6.43	112.35	Agak Buruk	18552 ms	11188 ms	9.28 bps	194
2020-07-16 18:02:16	Air Hujan	1 Meter	6.29	137.88	Agak Buruk	29718 ms	22629 ms	8.11 bps	149
2020-07-16 18:02:14	Air Hujan	1 Meter	6.29	116.64	Agak Buruk	53629 ms	18683 ms	3.6 bps	140
2020-07-16 18:02:16	Air Hujan	1 Meter	6.29	120.18	Agak Buruk	38462 ms	1347 ms	5.07 bps	154
2020-07-16 18:02:08	Air Hujan	1 Meter	6.29	138.11	Agak Buruk	39598 ms	1814 ms	5.18 bps	112
2020-07-16 18:02:00	Air Hujan	1 Meter	6.29	114.25	Agak Buruk	33187 ms	13300 ms	7.64 bps	120

Refresh Data

Graph QoS

Graph QoS

01

Tampilan Website Bilcanaqua

PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO – POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

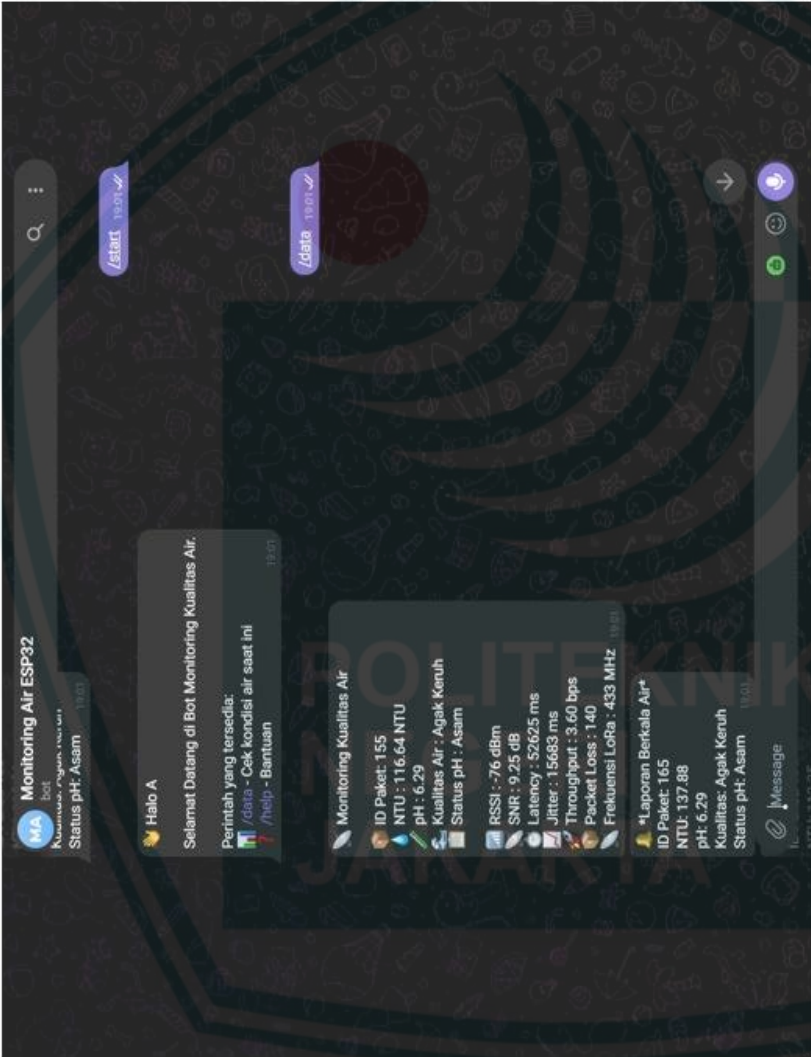
Digambar : Siti Bilqis AlMirah

Diperiksa : Toto Supriyanto, S. T., M.T.

Tanggal : 20 – Juli – 2020

Hak Cipta :

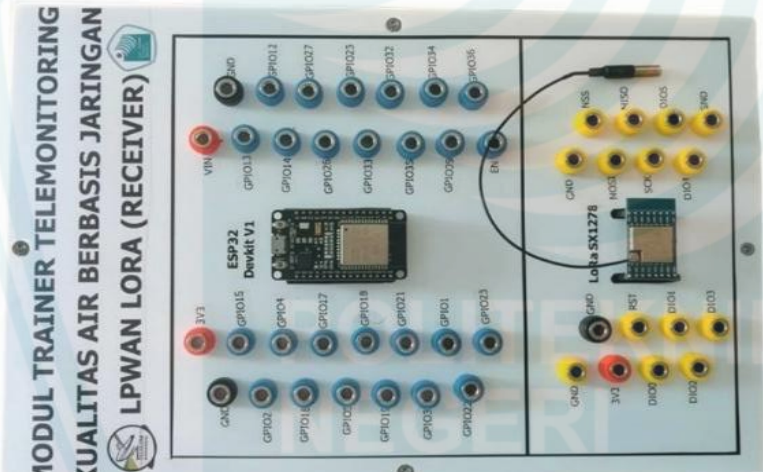
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

	02	Tampilan Bot Telegram Monitoring Air ESP32
PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO – POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		
Digambar : Siti Bilqis AlMirah		Dipeniksa : Toto Supriyanto, S. T., M. T.
Tanggal		20 – Juli - 2028

L- 3 Gambar Modul Trainer (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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Modul Trainer Telemonitoring Kualitas Air (Receiver)

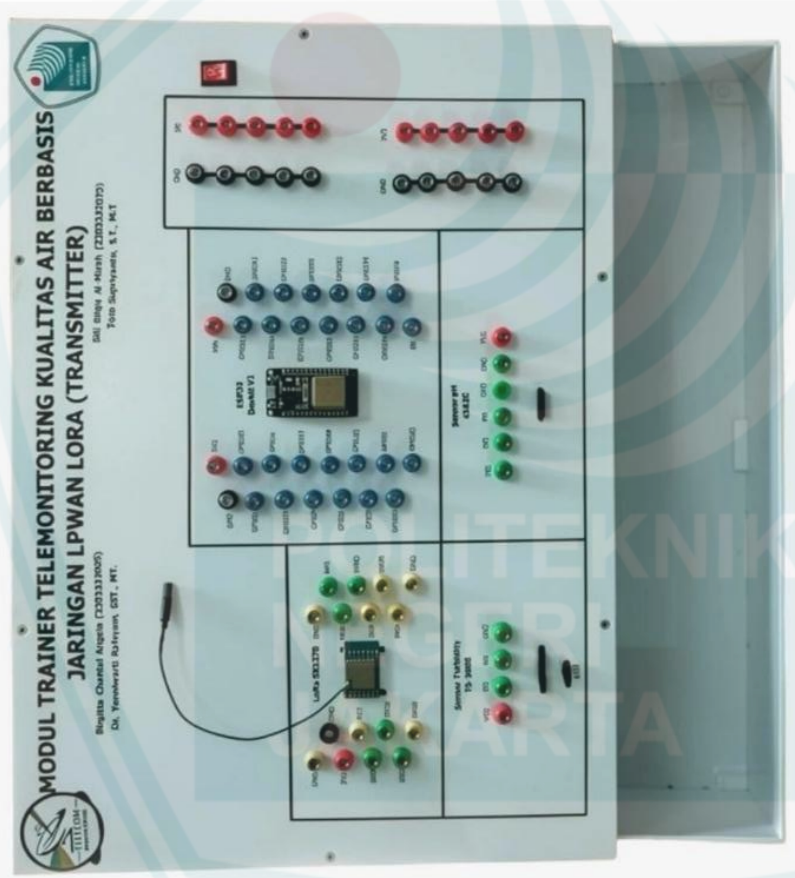
PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO – POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Digambar : Siti Bilqis Al'Mirah
Diperiksa : Toto Supriyanto, S. T., M.T.
Tanggal : 20 – Juli – 2026

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- 4 Gambar Modul Trainer (Transmitter)

03	 Modul Trainer Telemonitoring Kualitas Air (Transmitter)	
PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO – POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		
Digambar : Siti Bilqis Al'Mirah Diperiksa : Tolo Supriyanto, S. T., M.T. Tanggal : 20 – Juli – 2026		



L- 5 Sketch Code Receiver

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
// =====
// PIN LORA ESP32
// =====
#define SS_PIN 5
#define RST_PIN 14
#define DIO0_PIN 26
// =====
// FREKUENSI LORA
// =====
#define LORA_FREQ 433E6
String frekuensi = "433";
// =====
// WIFI & SERVER WEB
// =====
const char* ssid = "Galaxy A71 4F46";
const char* password = "aqyx2218";
const char* serverName = "http://bilcanaqua.my.id/terima_data.php";
// =====
// TELEGRAM
// =====
#define BOT_TOKEN "8572319627:AAE2ZAy0gCWFXGaBzLMYEmFYUomkOu7SERk"
WiFiClientSecure client;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, client);
#define MAX_USERS 20
String chatIDs[MAX_USERS];
int totalUsers = 0;
unsigned long botLastTime = 0;
const long botInterval = 1000; // Cek pesan masuk setiap 1 detik
// =====
// VARIABEL DATA & QOS (GLOBAL)
// =====
int currentID = 0;
float ntu = 0.0;
float ph = 0.0;
String kualitas = "Menunggu Data";
String statusPH = "Menunggu Data";
unsigned long lastPacketTime = 0;
unsigned long previousLatency = 0;
unsigned long latency = 0;
unsigned long jitter = 0;
float throughput = 0.0;
int expectedID = 0;
int totalLostPackets = 0;
int rssi = 0;
float snr = 0.0;

// Timer kirim otomatis Telegram
unsigned long lastTelegramTime = 0;
const long telegramInterval = 10000; // 10 detik
// Timer khusus untuk alert "Menunggu TX" agar tidak spamming
```

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

```

unsigned long lastTxWaitTelegramTime = 0;
// =====
// MANAJEMEN USER TELEGRAM
// =====
bool userTerdaftar(String id) {
    for (int i = 0; i < totalUsers; i++) {
        if (chatIDs[i] == id) {
            return true;
        }
    }
    return false;
}

void tambahUser(String id) {
    if (!userTerdaftar(id) && totalUsers < MAX_USERS) {
        chatIDs[totalUsers] = id;
        totalUsers++;
        Serial.print("User baru terdaftar: ");
        Serial.println(id);
    }
}

// =====
// URL ENCODE
// =====
String urlEncode(String str) {
    String encodedString = "";
    char hex[] = "0123456789ABCDEF";
    for (int i = 0; i < str.length(); i++) {
        char c = str.charAt(i);
        if (
            (c >= 'a' && c <= 'z') ||
            (c >= 'A' && c <= 'Z') ||
            (c >= '0' && c <= '9') ||
            c == '-' || c == '_' || c == '.' || c == '~'
        ) {
            encodedString += c;
        }
        else if (c == ' ') {
            encodedString += '+';
        }
        else {
            encodedString += '%';
            encodedString += hex[((byte)c) >> 4];
            encodedString += hex[((byte)c) & 15];
        }
    }
    return encodedString;
}

// =====
// KIRIM TELEGRAM (VERSI MANDIRI & ANTI BENTROK)
// =====
void kirimTelegram(String pesan) {
    if (totalUsers == 0) {
        Serial.println("Telegram: Dilewati, belum ada user terdaftar. Silakan ketik /start di Bot dahulu!");
        return;
    }
    WiFiClientSecure teleClient;
    teleClient.setInsecure(); // Bypass SSL check

```



© 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

```

HTTPClient https;
String url = "https://api.telegram.org/bot" + String(BOT_TOKEN)
+ "/sendMessage";
for (int i = 0; i < totalUsers; i++) {
    https.begin(teleClient, url);
    https.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-
urlencoded");
    String dataPayload = "chat_id=" + chatIDs[i] + "&text=" +
urlEncode(pesan);
    int httpCode = https.POST(dataPayload);
    https.end();
}
}
// =====
// HANDLE COMMAND MASUK
// =====
void handleNewMessages(int numNewMessages) {
    for (int i = 0; i < numNewMessages; i++) {
        String chat_id = bot.messages[i].chat_id;
        String text = bot.messages[i].text;
        String nama = bot.messages[i].from_name;
        if (nama == "") {
            nama = "User";
        }
        if (text == "/start") {
            tambahUser(chat_id);
            String welcome = "👋 Halo " + nama + "\n\n";
            welcome += "Selamat Datang di Bot Monitoring Kualitas
Air.\n\n";
            welcome += "Perintah yang tersedia:\n";
            welcome += "📊 /data - Cek kondisi air saat ini\n";
            welcome += "❓ /help - Bantuan\n";
            bot.sendMessage(chat_id, welcome, "");
        }
        else if (text == "/help") {
            String help = "📖 BANTUAN BOT\n\n";
            help += "/start - Memulai & mendaftarkan akun\n";
            help += "/data - Menampilkan Data Monitoring ter-update\n";
            help += "/help - Menampilkan menu bantuan";
            bot.sendMessage(chat_id, help, "");
        }
        else if (text == "/data") {
            String pesan = "📡 Monitoring Kualitas Air\n\n";
            pesan += "📦 ID Paket: " + String(currentID) + "\n";
            pesan += "💧 NTU : " + String(ntu, 2) + " NTU\n";
            pesan += "🧪 pH : " + String(ph, 2) + "\n";
            pesan += "🌊 Kualitas Air : " + kualitas + "\n";
            pesan += "📄 Status pH : " + statusPH + "\n\n";
            pesan += "📶 RSSI : " + String(rssi) + " dBm\n";
            pesan += "📡 SNR : " + String(snr, 2) + " dB\n";
            pesan += "🕒 Latency : " + String(latency) + " ms\n";
            pesan += "📏 Jitter : " + String(jitter) + " ms\n";
            pesan += "🚀 Throughput : " + String(throughput, 2) + "
bps\n";

```



© 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

```

    pesan += " 📦 Packet Loss : " + String(totalLostPackets) +
"\n";
    pesan += " 📡 Frekuensi LoRa : " + frekuensi + " MHz";
    bot.sendMessage(chat_id, pesan, "");
  }
  else {
    bot.sendMessage(chat_id, "❌ Perintah tidak
dikenali.\n\nKetik /help", "");
  }
}
// =====
// PARSING DATA LORA
// =====
String ambilNilai(String data, String keyAwal, String keyAkhir) {
  int indexAwal = data.indexOf(keyAwal);
  if (indexAwal == -1) return "";
  indexAwal += keyAwal.length();
  int indexAkhir;
  if (keyAkhir == "") {
    indexAkhir = data.length();
  } else {
    indexAkhir = data.indexOf(keyAkhir, indexAwal);
    if (indexAkhir == -1) indexAkhir = data.length();
  }
  String hasil = data.substring(indexAwal, indexAkhir);
  hasil.trim();
  hasil.replace(",", "");
  hasil.replace(";", "");
  return hasil;
}
// =====
// SETUP
// =====
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(1000);
  // WIFI CONNECT
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("Menghubungkan ke WiFi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("\nWiFi terkoneksi");
  Serial.print("IP ESP32: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  client.setInsecure(); // Wajib untuk UniversalTelegramBot agar
bypass SSL check
  // LORA INITIALIZATION
  LoRa.setPins(SS_PIN, RST_PIN, DIO0_PIN);
  if (!LoRa.begin(LORA_FREQ)) {
    Serial.println("LoRa RX gagal mulai!");
    while (1);
  }
  LoRa.setSyncWord(0xF3);
  LoRa.setSpreadingFactor(7);

```



© 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

```

LoRa.setSignalBandwidth(125E3);
LoRa.setCodingRate4(5);
Serial.println("LoRa Receiver siap");
}
// =====
// LOOP
// =====
// =====
// LOOP (VERSI REVISI SELARAS)
// =====
void loop() {
  // 1. CEK PESAN MASUK TELEGRAM SECARA ASINKRON
  if (millis() - botLastTime > botInterval) {
    int numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received
+ 1);
    while (numNewMessages) {
      handleNewMessages(numNewMessages);
      numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received +
1);
    }
    botLastTime = millis();
  }
  // 2. CEK PAKET LORA MASUK
  int packetSize = LoRa.parsePacket();
  if (packetSize) {
    unsigned long currentPacketTime = millis();
    String dataMasuk = "";
    while (LoRa.available()) {
      dataMasuk += (char)LoRa.read();
    }
    Serial.println("\n=====");
    Serial.println("Data LoRa masuk:");
    Serial.println(dataMasuk);
    // HITUNG QOS
    unsigned long delayTime = 0;
    if (lastPacketTime > 0) {
      delayTime = currentPacketTime - lastPacketTime;
    }
    // Karena TX kirim tiap 3 detik (3000ms), latency dihitung dari
    // kelebihannya
    if (delayTime > 3000) {
      latency = delayTime - 3000;
    } else {
      latency = 0;
    }
    if (previousLatency > 0) {
      jitter = abs((long)latency - (long)previousLatency);
    }
    previousLatency = latency;
    lastPacketTime = currentPacketTime; // Update waktu paket
    terakhir masuk
    if (delayTime > 0) {
      throughput = (packetSize * 8.0) / (delayTime / 1000.0);
    }
    rssi = LoRa.packetRssi();
    snr = LoRa.packetSnr();

    // PARSING DATA SENSOR
    String idStr = ambilNilai(dataMasuk, "ID:", "NTU:");
  }
}

```



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

```
String ntuStr = ambilNilai(dataMasuk, "NTU:", "pH:");
String phStr = ambilNilai(dataMasuk, "pH:", "");
if (idStr != "") {
    currentID = idStr.toInt();
    if (expectedID > 0 && currentID > expectedID) {
        totalLostPackets += (currentID - expectedID);
    }
    expectedID = currentID + 1;
}
if (ntuStr != "") ntu = ntuStr.toFloat();
if (phStr != "") ph = phStr.toFloat();
// KLASIFIKASI KUALITAS AIR
if (ntu < 1) kualitas = "Sangat Jernih";
else if (ntu < 50) kualitas = "Jernih";
else if (ntu < 200) kualitas = "Agak Keruh";
else kualitas = "Keruh";
// STATUS PH
if (ph < 7.0) statusPH = "Asam";
else if (ph == 7.0) statusPH = "Netral";
else statusPH = "Basa";
// TAMPILKAN DI SERIAL
Serial.print("ID Paket: "); Serial.println(currentID);
Serial.print("NTU: "); Serial.println(ntu);
Serial.print("pH: "); Serial.println(ph);
Serial.print("Kualitas: "); Serial.println(kualitas);
Serial.print("Status pH: "); Serial.println(statusPH);
Serial.print("Latency: "); Serial.println(latency);
Serial.print("Packet Loss: ");
Serial.println(totalLostPackets);
// KIRIM KE WEB DATABASE VIA HTTP POST
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    WiFiClient httpClient;
    HTTPClient http;
    http.begin(httpClient, serverName);
    http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");
    String data = "ntu=" + String(ntu)
        + "&ph=" + String(ph)
        + "&kualitas=" + urlEncode(kualitas)
        + "&status_ph=" + urlEncode(statusPH)
        + "&latency=" + String(latency)
        + "&jitter=" + String(jitter)
        + "&throughput=" + String(throughput)
        + "&packet_loss=" + String(totalLostPackets)
        + "&rssi=" + String(rssi)
        + "&snr=" + String(snr)
        + "&frekuensi=" + urlEncode(frekuensi);
    int httpResponseCode = http.POST(data);
    String response = http.getString();
    Serial.print("Status Web Database: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
    Serial.print("Response Web: "); Serial.println(response);
    http.end();
} else {
    Serial.println("Gagal kirim web: WiFi tidak terhubung");
}
// KIRIM OTOMATIS BERKALA KE TELEGRAM TERDAFTAR
```



© 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

```

unsigned long now = millis();
if (now - lastTelegramTime > telegramInterval) {
    String pesan = "📢 *Laporan Berkala Air*\n";
    pesan += "ID Paket: " + String(currentID) + "\n";
    pesan += "NTU: " + String(ntu) + "\n";
    pesan += "pH: " + String(ph) + "\n";
    pesan += "Kualitas: " + kualitas + "\n";
    pesan += "Status pH: " + statusPH;
    kirimTelegram(pesan);
    lastTelegramTime = now;
}
Serial.println("=====");
}
else {
    // 3. LOGIKA JIKA TIDAK ADA DATA LORA YANG MASUK (MENUNGGU TX)
    static unsigned long lastInfo = 0;
    unsigned long now = millis();
    // Tampilkan di Serial Monitor setiap 3 detik agar tahu RX
    stand-by
    if (now - lastInfo > 3000) {
        Serial.println("Menunggu paket LoRa dari TX...");
        lastInfo = now;
    }
    // FILTER ALERT: Hanya kirim ke Telegram jika data tidak masuk
    LEBIH DARI 30 DETIK (Hilang Kontak)
    // Dan batasi pengiriman ulang alert hanya 1 menit sekali agar
    tidak spamming
    if (lastPacketTime > 0 && (now - lastPacketTime > 30000)) {
        if (now - lastTxWaitTelegramTime > 60000) {
            kirimTelegram("⚠️ ALERT: LoRa Receiver kehilangan kontak
            dengan TX! Tidak ada data masuk selama lebih dari 30 detik.");
            lastTxWaitTelegramTime = now;
        }
    }
}
}
}

```

**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- 6 Sketch Code Transmitter

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>
// =====
// PIN LORA ESP32 TX
// =====
#define SS_PIN 5
#define RST_PIN 14
#define DIO0_PIN 26
// =====
// PIN SENSOR
// =====
#define TURBIDITY_PIN 34
#define PH_PIN 35
// =====
// FREKUENSI LORA
// =====
#define LORA_FREQ 433E6
// =====
// ID PAKET
// =====
int packetID = 1;
// =====
// KALIBRASI pH
// =====
float V7 = 0.8;
float V6 = 2;
float m = (7 - 6) / (V7 - V6);
float c = 7 - (m * V7);
// =====
// KALIBRASI TURBIDITY
// =====
float v_jernih = 3.3;
float v_keruh = 0.2;
float ntu_max = 1000.0;
// =====
// DEKLARASI FUNGSI
// =====
float readADC(int pin);
float map_ntu(float voltage);
// =====
// SETUP
// =====
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(1000);
  Serial.println("Memulai ESP32 TX LoRa...");
  LoRa.setPins(SS_PIN, RST_PIN, DIO0_PIN);
  if (!LoRa.begin(LORA_FREQ)) {
    Serial.println("Modul LoRa TX gagal mulai!");
    while (1);
  }
  // Setting ini harus sama dengan RX
  LoRa.setSyncWord(0xF3);
  LoRa.setSpreadingFactor(7);
  LoRa.setSignalBandwidth(125E3);
```



© 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

```

LoRa.setCodingRate4(5);

Serial.println("TX LoRa siap mengirim data");
}

// =====
// LOOP
// =====
void loop() {
    // Baca sensor turbidity
    float adcTurb = readADC(TURBIDITY_PIN);
    float voltTurb = adcTurb * (3.3 / 4095.0);
    float ntu = map_ntu(voltTurb);
    // Baca sensor pH
    float adcPH = readADC(PH_PIN);
    float voltPH = adcPH * (3.3 / 4095.0);
    float ph = (m * voltPH) + c;
    // Batasi nilai
    if (ph < 0) ph = 0;
    if (ph > 14) ph = 14;
    if (ntu < 0) ntu = 0;
    if (ntu > 1000) ntu = 1000;
    // Format data yang dikirim ke RX
    String dataKirim = "ID:" + String(packetID) +
                      ",NTU:" + String(ntu, 2) +
                      ",pH:" + String(ph, 2);

    // Kirim data via LoRa
    LoRa.beginPacket();
    LoRa.print(dataKirim);
    LoRa.endPacket();
    // Tampilkan di Serial Monitor
    Serial.println("=====");
    Serial.println("Data dikirim ke RX:");
    Serial.println(dataKirim);
    Serial.print("ADC Turbidity: ");
    Serial.println(adcTurb);
    Serial.print("Volt Turbidity: ");
    Serial.println(voltTurb);
    Serial.print("ADC pH: ");
    Serial.println(adcPH);
    Serial.print("Volt pH: ");
    Serial.println(voltPH);
    Serial.println("=====");
    packetID++;
    if (packetID > 30000) {
        packetID = 1;
    }
    delay(3000);
}

// =====
// FUNGSI BACA ADC RATA-RATA
// =====
float readADC(int pin) {
    int total = 0;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        total += analogRead(pin);
        delay(10);
    }
    return total / 10.0;
}

```



© 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

```

}
// =====
// FUNGSI MAPPING NTU
// =====
float map_ntu(float voltage) {
    float ntu = (v_jernih - voltage) / (v_jernih - v_keruh) *
    ntu_max;
    if (ntu < 0) {
        ntu = 0;
    }
    if (ntu > ntu_max) {
        ntu = ntu_max;
    }
    return ntu;
}

```





JOBSHEET

PRAKTIKUM TELEMONITORING REAL-TIME KUALITAS AIR BERBASIS WEB DAN TELEGRAM

1. Tujuan Praktikum

1. Memahami proses telemonitoring kualitas air berbasis website Bilcanaqua, mulai dari penerimaan data sensor, penyimpanan data ke database MySQL, hingga penampilan data monitoring secara real-time pada website.
2. Mengamati proses pengiriman data hasil monitoring kualitas air secara otomatis melalui Telegram Bot sebagai media notifikasi kepada pengguna.
3. Menganalisis performa komunikasi data pada sistem telemonitoring berdasarkan parameter Quality of Service (QoS) yang meliputi latency, jitter, throughput, dan packet loss.

2. Dasar Teori

Telemonitoring merupakan proses pemantauan suatu objek dari lokasi yang berbeda menggunakan jaringan komunikasi sehingga informasi dapat diperoleh secara real-time. Pada sistem telemonitoring kualitas air, data hasil pembacaan sensor seperti nilai pH dan kekeruhan air dikirim dari perangkat ESP32 Receiver ke server melalui jaringan Wi-Fi. Data yang diterima kemudian disimpan ke dalam database MySQL sehingga dapat dikelola dan ditampilkan kembali pada website Bilcanaqua.

Website Bilcanaqua berfungsi sebagai media monitoring yang menampilkan informasi kualitas air secara real-time. Data yang ditampilkan meliputi jenis air, nilai pH, nilai kekeruhan (NTU), status pH, kualitas air, waktu monitoring, serta parameter Quality of Service (QoS). Dengan adanya website, pengguna dapat memantau kondisi kualitas air tanpa harus berada di lokasi alat.

Selain ditampilkan pada website, sistem juga mengirimkan informasi monitoring secara otomatis melalui Telegram Bot. Telegram Bot berfungsi sebagai media notifikasi sehingga pengguna dapat menerima hasil monitoring secara langsung melalui aplikasi Telegram ketika data baru berhasil diterima oleh sistem.

Database MySQL digunakan sebagai media penyimpanan seluruh data monitoring. Setiap data yang diterima dari ESP32 akan disimpan ke dalam database sehingga dapat digunakan sebagai riwayat monitoring maupun ditampilkan kembali pada website Bilcanaqua.

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

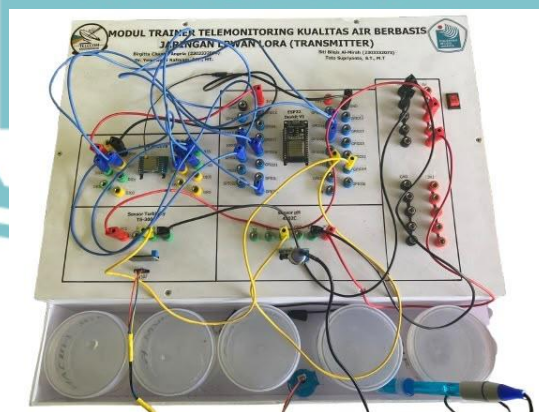
Untuk mengetahui kualitas komunikasi data pada sistem telemonitoring digunakan parameter Quality of Service (QoS). Parameter QoS terdiri atas latency yang menunjukkan waktu tempuh pengiriman data, jitter yang menunjukkan variasi waktu pengiriman paket, throughput yang menunjukkan kecepatan transfer data, serta packet loss yang menunjukkan persentase paket data yang gagal diterima. Nilai QoS digunakan untuk mengetahui apakah proses komunikasi data berlangsung dengan baik selama sistem melakukan monitoring kualitas air.

3. Perangkat yang Digunakan

No	Perangkat	Jumlah
1	Laptop/PC	1
2	ESP32 Receiver	1
3	Wi-Fi	1
4	Website Bilcanaqua	1
5	Telegram Bot	1

4. Langkah Kerja

1. Pastikan modul trainer telemonitoring kualitas air berbasis jaringan LPWAN LoRa pada sisi transmitter dan receiver telah terpasang sesuai konfigurasi praktikum seperti pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

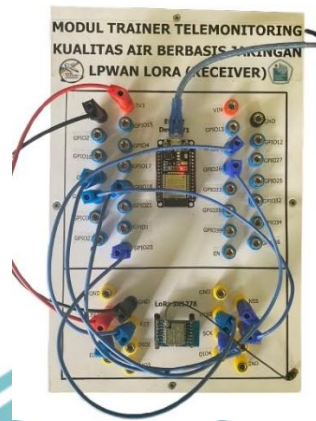


Gambar 4.1 Modul Trainer telemonitoring Transmitter



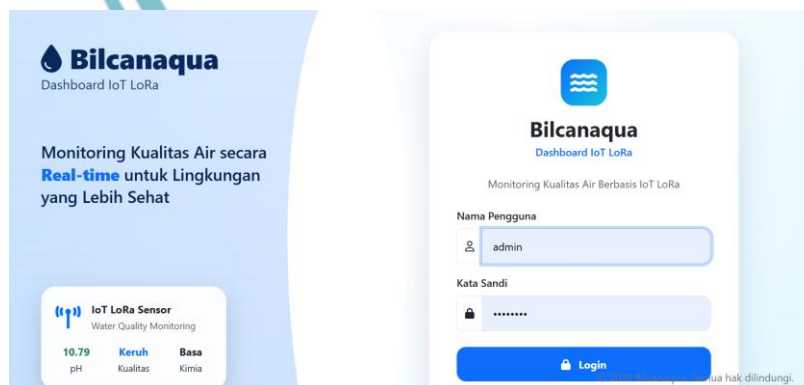
Hak Cipta :

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 4.2 Modul Trainer telemonitoring Receiver

2. Hubungkan modul transmitter dan receiver ke sumber tegangan, kemudian nyalakan kedua modul menggunakan sakelar ON/OFF. Pastikan indikator daya pada ESP32 dan modul LoRa menyala.
3. Pastikan sensor pH dan sensor turbidity telah terpasang dengan baik pada modul transmitter, kemudian celupkan kedua sensor ke dalam sampel air yang akan diuji.
4. Tempatkan modul transmitter (TX) dan receiver (RX) pada jarak awal 20 meter.
5. Hubungkan laptop atau PC ke jaringan internet.
6. Buka web browser (Google Chrome, Microsoft Edge, atau Mozilla Firefox).
7. Pada kolom alamat (address bar), ketik <http://bilcanaqua.my.id/> kemudian tekan Enter.
8. Setelah halaman login website Bilcanaqua tampil seperti pada Gambar 4.2, masukkan data login berikut:
 Username : admin
 Password : admin1234
 Kemudian klik tombol Login.



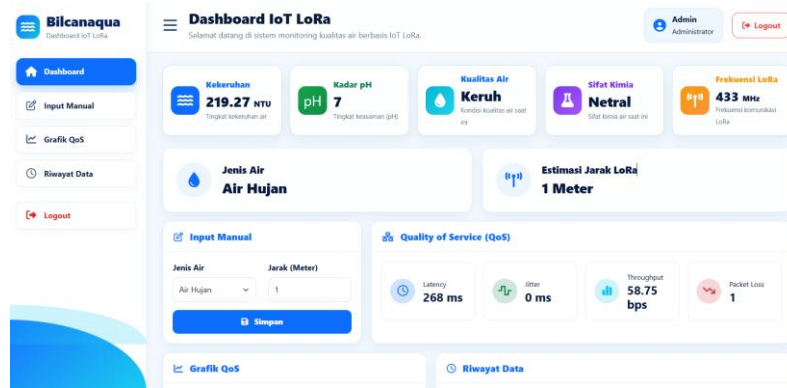
Gambar 4.2 Halaman Login Website Bilcanaqua



Hak Cipta :

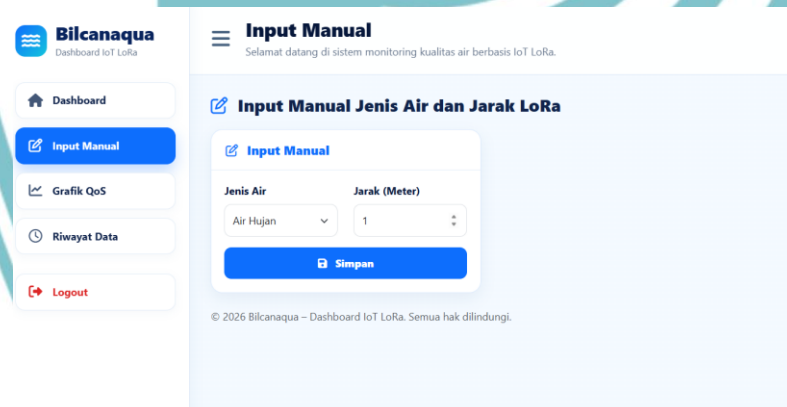
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

9. Setelah berhasil login, pastikan halaman Dashboard Website Bilcanaqua berhasil ditampilkan seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Dashboard Website Bilcanaqua

10. Pilih menu Input Manual pada website Bilcanaqua seperti pada Gambar 4.4.
11. Pada menu Input Manual, pilih Jenis Air sesuai sampel yang akan diuji, kemudian masukkan nilai Jarak (Meter) sebesar 20 meter dan klik tombol Simpan.



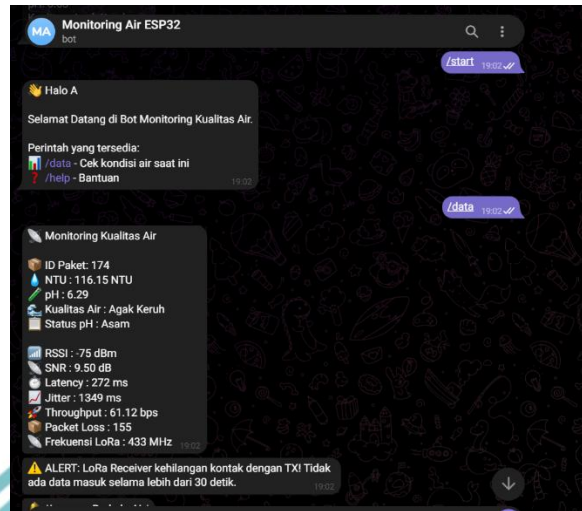
Gambar 4.4 Menu Input Manual Website Bilcanaqua

12. Buka aplikasi Telegram pada laptop atau smartphone, kemudian cari bot Monitoring Air ESP32 (@Airku123Bot).
13. Pilih bot Monitoring Air ESP32 (@Airku123Bot), kemudian tekan tombol Start atau ketik perintah /start agar bot aktif dan siap menerima data hasil 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.5 Telegram Bot @Airku123Bot

14. Jalankan sistem telemonitoring hingga data hasil pembacaan sensor berhasil diterima oleh website Bilcanaqua.
15. Klik tombol Refresh pada halaman website atau tekan tombol F5 pada keyboard untuk memperbarui tampilan dashboard.
16. Amati data monitoring yang ditampilkan pada dashboard website, meliputi:
 - A. Jenis Air;
 - B. Nilai pH;
 - C. Nilai kekeruhan (NTU);
 - D. Status pH;
 - E. Kualitas Air;
 - F. Parameter Quality of Service (QoS) yang terdiri atas latency, jitter, throughput, dan packet loss.
17. Amati data hasil monitoring yang diterima melalui bot Monitoring Air ESP32 (@Airku123Bot), kemudian pastikan data yang ditampilkan pada Telegram sesuai dengan data yang ditampilkan pada website Bilcanaqua, termasuk informasi nilai pH, nilai NTU, kategori kualitas air, status pH, RSSI, SNR, *latency*, *jitter*, *throughput*, *packet loss*, dan frekuensi LoRa.
18. Catat seluruh hasil pengamatan pada tabel hasil praktikum.
19. Lakukan pengujian pada jarak 40 meter, 60 meter, 80 meter, dan 100 meter dengan mengulangi langkah 10 sampai 18. Pada setiap pengujian, pilih Jenis Air, ubah nilai pada kolom Jarak (Meter) sesuai jarak pengujian, klik tombol Simpan,



© 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

kemudian klik Refresh pada halaman website atau tekan tombol F5 sebelum melakukan pengamatan dan mencatat hasil praktikum.

20. Setelah seluruh pengujian selesai dilakukan, bandingkan hasil monitoring pada setiap jarak, kemudian lakukan analisis dan buat kesimpulan berdasarkan hasil praktikum.





5. Hasil Praktikum

Tabel 5. Hasil Praktikum

Jarak	Jenis Air	Website Bilcanaqua				Quality of Service (QoS)				Telegram
		Nilai pH	Nilai Kekeruhan	Status pH	Kualitas Air	Latency	Jitter (ms)	Throughput (kbps)	Packet Loss (%)	Status
20	eknik Negeri Jakarta									
40	eknik Negeri Jakarta									
60	eknik Negeri Jakarta									
80	eknik Negeri Jakarta									
100	eknik Negeri Jakarta									

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - 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

6. Tuliskan analisis berdasarkan seluruh hasil praktikum yang telah dilakukan.

Analisis mencakup kesesuaian data pada website Bilcanaqua, database server, dan Telegram Bot Monitoring Air ESP32 (@Airku123Bot), serta parameter Quality of Service (QoS) yang meliputi *latency*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss*. Selain itu, jelaskan apakah sistem mampu melakukan telemonitoring kualitas air secara *real-time* sesuai dengan tujuan praktikum.

.....

.....

.....

7. Tuliskan kesimpulan berdasarkan hasil seluruh percobaan yang telah dilakukan.

Kesimpulan harus memuat keberhasilan sistem dalam menampilkan data monitoring pada website Bilcanaqua, menyimpan data pada database server, mengirimkan informasi monitoring melalui Telegram Bot Monitoring Air ESP32 (@Airku123Bot), serta menampilkan parameter Quality of Service (QoS) sebagai indikator kualitas komunikasi data selama proses telemonitoring.

.....

.....

.....

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**