

**IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS UNTUK POLROV
(POLMAN EDUCATION PLATFORM UNDERWATER
ROBOT)**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Az-Har Muhamad Nayif

221441002



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Implementasi Internet Of Things Untuk POLROV (Polman
Education Platform Underwater Robot)**

Oleh:

Az-Har Muhamad Nayif

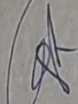
221441002

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 23 Juli 2025

Disetujui,

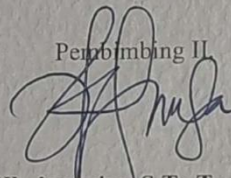
Pembimbing I,



Sarosa Castrena Abadi, S. Pd., MT.

NIP 198702252020121001

Pembimbing II,

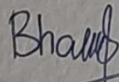


Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng.

NIP 199704192022032012

Disahkan,

Penguji I,

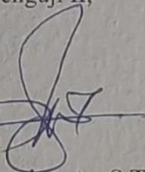


Sandy Bhawana Mulia,

S.Pd., M.T.

NIP 198611052019031009

Penguji II,

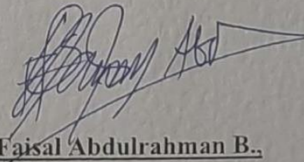


Hadi Supriyanto, S.T.,

M.T.

NIP 196911081993031002

Penguji III,



Faisal Abdulrahman B.,

S.Tr., M.Sc.Eng.

NRP 223411001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Az-Har Muhamad Nayif
NIM : 221441002
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi Internet Of Things Untuk POLROV (Polman Education Platform Underwater Robot)

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 23 Juli 2025
Yang Menyatakan,



Az-Har Muhamad Nayif
NIM 221441002

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Az-Har Muhamad Nayif
NIM : 221441002
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi Internet Of Things Untuk POLROV (Polman Education Platform Underwater Robot)

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 23 Juli 2025
Yang Menyatakan,



Az-Har Muhamad Nayif
NIM 221441002

MOTO PRIBADI

Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazaakumullahu khairan.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah robbil'alamiin penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: "Implementasi Internet Of Things Untuk POLROV (Polman Education Platform Underwater Robot)".

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, SST., MT.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, ST. MT.
3. Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.St., MSc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Sarosa Castrena Abadi, S. Pd., MT. dan Ibu Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng.

5. Para Penguji siding tugas akhir Bapak Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T., Bapak Hadi Supriyanto, S.T., M.T., dan Bapak Faisal Abdulrahman Budikasih, S.Tr., M.Sc.Eng..
6. Panitia tugas akhir Bapak Rizqi Aji Pratama, S.Pd., M.Pd.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Aidah dan Bapak Saman rahimahullahu yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moral, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk kakak dan adik Saya yang telah mendukung Saya dalam kehidupan sehari-hari dan dalam menyelesaikan pendidikan.
9. Buat sahabat-sahabat saya kelas AEB-1 dan teman-teman jurusan yang tanpa henti memberikan dukungan dalam menyelesaikan pendidikan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 23 Juli 2025



Az-Har Muhammad Nayif

ABSTRAK

Teleoperasi robot bawah air seringkali terbatas oleh kebutuhan koneksi fisik atau jaringan lokal antara operator dan robot. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem teleoperasi untuk POLROV (Polman Education Platform Underwater Robot) yang sepenuhnya berbasis arsitektur Internet of Things (IoT) untuk mengatasi batasan tersebut. Sistem ini menggabungkan modularitas Robot Operating System 2 (ROS 2) untuk manajemen internal robot dengan jangkauan global protokol MQTT yang berkomunikasi melalui broker publik. Sebuah daemon diimplementasikan untuk memungkinkan manajemen sistem secara jarak jauh, berhasil menghilangkan ketergantungan pada koneksi jaringan lokal. Namun, hasil pengujian eksperimental menunjukkan bahwa arsitektur IoT nirkabel ini memiliki batasan untuk aplikasi bawah air. Meskipun sistem berfungsi saat ROV berada pada kedalaman 50 cm, namun koneksi terbukti tidak stabil dan tidak layak saat ROV mencapai kedalaman lebih dari 60 cm akibat atenuasi sinyal nirkabel oleh air. Performa jaringan yang terukur menunjukkan bahwa kendali real-time yang responsif sangat sulit dicapai dengan keandalan yang sangat bergantung pada kedalaman air dan kualitas koneksi internet. Meskipun implementasi IoT pada ROV berhasil direalisasikan, penelitian ini menyimpulkan bahwa untuk teleoperasi ROV yang andal memerlukan arsitektur hibrida yang titik akses internet nirkabel tetap berada di permukaan air.

Kata kunci: IoT, ROV, MQTT, ROS, Teleoperasi

ABSTRACT

Underwater robot teleoperation is often limited by the need for a physical connection or local network between the operator and the robot. This research designs and implements a teleoperation system for POLROV (Polman Education Platform Underwater Robot) that is fully based on the Internet of Things (IoT) architecture to overcome these limitations. The system combines the modularity of Robot Operating System 2 (ROS 2) for internal robot management with the global reach of the MQTT protocol, which communicates through a public broker. A daemon was implemented to enable remote system management, successfully eliminating the reliance on local network connections. However, experimental testing results indicate that this wireless IoT architecture has limitations for underwater applications. While the system functions when the ROV is at a depth of 50 cm, the connection proves unstable and unreliable when the ROV reaches depths exceeding 60 cm due to wireless signal attenuation by water. Measured network performance indicates that responsive real-time control is very difficult to achieve, with reliability highly dependent on water depth and internet connection quality. Although the IoT implementation on the ROV was successfully realized, this study concludes that reliable ROV teleoperation requires a hybrid architecture where the wireless internet access point remains on the water surface.

Keywords: IoT, ROV, MQTT, ROS, Teleoperation

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
I BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Batasan Masalah	2
I.4 Tujuan dan Manfaat	3
I.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	1
II.1 Tinjauan Teori.....	1
II.1.1 <i>Internet of Things (IoT)</i>	1
II.1.2 Robot Operating System (ROS) 2.....	2
II.1.3 MQTT Dan EMQX Broker	3
II.1.4 RQT.....	4
II.1.5 Perhitungan Keandalan Dan Kestabilan Jaringan Komunikasi	5
II.1.1 Latency	5
II.1.2 Jitter.....	6

II.1.3	Packet Loss	6
II.2	Tinjauan Alat	6
II.2.1	Remotely Operated Vehicle (ROV).....	6
II.2.2	Raspberry Pi	7
II.3	Studi Penelitian Terdahulu.....	9
BAB III	METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	1
III.1	Model Penelitian	1
III.2	Metode Penyelesaian Masalah.....	2
III.3	Analisis Kebutuhan.....	2
III.4	Desain Sistem.....	3
1.	Arsitektur Sistem	3
2.	Diagram Sistem Kendali	4
3.	Diagram Alur Komunikasi.....	5
4.	Diagram Alur Sistem	7
5.	Rancangan Antarmuka.....	8
VII	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	1
IV.1	Implementasi <i>Internet of Things</i>	1
IV.2	Implementasi Antarmuka <i>Internet of Things</i>	2
IV.3	Pengujian Fungsionalitas Sistem	5
IV.4	Pengujian Kemampuan Penggunaan Internet Di Air.....	6
IV.5	Pemeliharaan.....	10
BAB V	PENUTUP.....	1
V.1	Kesimpulan	1
V.2	Saran	2
DAFTAR PUSTAKA	xvii
LAMPIRAN	xxi

DAFTAR TABEL

Tabel IV. 1. Fungsionalitas Sistem	46
Tabel IV. 2. Kemampuan Penggunaan Internet	48
Tabel IV. 3. Penilaian Berdasarkan Besaran Paket Hilang	48
Tabel IV. 4. Penilaian Berdasarkan Latensi Internet	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1. Internet of Things	11
Gambar II. 2. Gambaran Umum Arsitektur ROS 2	12
Gambar II. 3. Entitas model DCPS dalam Domain DDS	13
Gambar II. 4. Entitas model DCPS dalam Domain RTPS	13
Gambar II. 5. Remotely Operated Vehicle	14
Gambar II. 6. Komponen Utama Raspberry Pi	15
Gambar II. 7. Dongle USB Wi-Fi	16
Gambar II. 8. State of The Art	19
Gambar III. 1. Arsitektur Sistem	22
Gambar III. 2. Diagram Sistem Kendali	22
Gambar III. 3. Diagram Alur Komunikasi	22
Gambar III. 4. Rancangan Antarmuka	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Datasheet Raspberry Pi 4 B	47
Lampiran 2 Data Pengujian Performa Internet Di Dalam Air	48

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

GCS	: Ground Control Station (Stasiun Kendali Darat)
MQTT	: Message Queuing Telemetry Transport (Transportasi Telemetri Antrian Pesan)
POLROV	: Polman Education Platform Underwater Robot (Platform Pendidikan Polman Robot Bawah Air)
ROS	: Robot Operating System (Sistem Operasi Robot)
ROV	: Remote Operated Vehicle (Kendaraan Yang Dioperasikan dari Jarak Jauh)
RTT	: Round-Trip Time (Waktu Tempuh Pulang-Pergi)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Komunikasi bawah air merupakan salah satu tantangan teknis yang signifikan dalam eksplorasi dan pengelolaan sumber daya laut [16]. Dalam banyak implementasi, seperti penelitian biologi laut, inspeksi struktur bawah air, hingga operasi kendaraan bawah air otonom, pengiriman data yang andal dan *real-time* sangat penting. Namun, keterbatasan teknologi komunikasi bawah air [17], seperti penggunaan kabel seringkali menjadi kendala dalam operasional yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif yang dapat meningkatkan keandalan komunikasi di lingkungan bawah air [18].

Upaya pengembangan teknologi komunikasi [19] dan pengendalian robot bawah air telah dilakukan melalui berbagai pendekatan inovatif [20]. Peneliti sebelumnya telah mengembangkan robot bawah air dengan Arduino Mega 2560 [21] sebagai pengendali mikro [1] menggunakan joystick berkabel [22] dan protokol *Bluetooth* [23] melalui aplikasi Android [24] untuk kendali nirkabel yang memberikan fleksibilitas dasar dalam sistem pengoperasian. Peneliti selanjutnya menggunakan Arduino UNO R3 [25] yang terhubung ke komputer melalui kabel *ethernet* dengan aplikasi *Visual Basic* [26] berperan sebagai antarmuka pengendali sekaligus menampilkan data dari modul kamera yang menunjukkan kemajuan dalam integrasi sistem kendali dan visualisasi [3]. Peneliti berikutnya fokus pada pengendalian robot bawah air nirkabel menggunakan aplikasi Android melalui Bluetooth dengan Arduino UNO sebagai pengendali mikro dan kamera yang dikomunikasikan melalui kabel serta ditampilkan pada LCD, menghadirkan pendekatan baru dalam sistem kendali robot [2]. Peneliti terkini mengimplementasikan protokol MQTT [27] dan antarmuka LabView [28] dengan Raspberry Pi [29] sebagai pengendali mikro telah berhasil mendemonstrasikan transfer data dalam komunikasi bawah air [30]. Meskipun demikian, pendekatan-pendekatan ini masih memperlihatkan keterbatasan, terutama dalam hal mobilitas dan fleksibilitas

gerak robot, serta jangkauan operasional yang terbatas akibat kendala fisik dari sistem komunikasi yang digunakan.

Berdasarkan keterbatasan sistem tersebut, Tugas Akhir ini mengembangkan solusi komunikasi nirkabel menggunakan protokol eProxima *Fast Data Distribution Service* (DDS) [10] yang terintegrasi dengan Robot Operating System 2 (ROS 2) [31]. Pengembangan ini bertujuan untuk mengatasi kendala mobilitas dan fleksibilitas yang dialami pada penelitian sebelumnya dengan menawarkan kemampuan komunikasi nirkabel yang lebih luas, memungkinkan pergerakan robot yang lebih bebas dan dinamis, serta meningkatkan jangkauan komunikasi tanpa dibatasi oleh panjang kabel fisik. Implementasi protokol ini diharapkan dapat memberikan solusi komunikasi yang lebih efisien, andal, dan adaptif dalam sistem robotika. Dengan target pengujian kinerja berupa keandalan komunikasi di kedalaman hingga 2 meter dan waktu latensi kurang dari 2 detik, Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi solusi yang lebih efektif untuk komunikasi bawah air berbasis *Internet of Things*.

I.2 Rumusan Masalah

Pada Tugas Akhir ini terdapat rumusan masalah yang akan diangkat:

1. Apakah ada teknologi komunikasi nirkabel menggunakan internet yang dapat diterapkan pada teknologi eksplorasi bawah air?
2. Seberapa andal performa sistem komunikasi yang dirancang dalam hal latensi dan stabilitas pada kedalaman tertentu?
3. Apakah komunikasi data yang dikirimkan dari pusat kendali diterima dengan akurat di lingkungan bawah air?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Implementasi pada POLROV menggunakan ROS pada pusat kendali sebagai sistem operasi dan menggunakan komunikasi nirkabel berbasis *Internet*.
2. Pengujian POLROV dibatasi hanya di air dangkal karena keterbatasan kemampuan menyelam berdasarkan penelitian sebelumnya.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dalam pembuatan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mengembangkan sistem IoT berbasis ROS 2 untuk komunikasi bawah air pada POLROV.
2. Mengembangkan komunikasi nirkabel yang lebih luas, pergerakan robot yang lebih bebas dan dinamis, serta meningkatkan jangkauan komunikasi tanpa dibatasi oleh panjang kabel fisik.
3. Mencapai keandalan komunikasi nirkabel lebih baik dari peneliti sebelumnya dengan latensi kurang dari 2 detik pada kedalaman 2 meter.

Manfaat dalam pembuatan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi IoT untuk komunikasi bawah air.
2. Meningkatkan keandalan dan fleksibilitas operasional POLROV dalam aplikasi eksplorasi bawah air.
3. Membuka peluang untuk aplikasi yang lebih luas, seperti inspeksi bawah air dan mitigasi risiko lingkungan.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil dan pembahasan dari tugas akhir berupa data.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dan saran