

**Penerapan Sistem *Role Based Access Control*
Multi Perangkat Berbasis Node-RED Pada
Pengendalian Ketinggian Cairan**

Tugas Akhir

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

Oleh

Pasaribu, Georgius Bagas

221441022



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

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:
**Penerapan Sistem *Role Based Access Control* Multi Perangkat
Berbasis Node-RED
Pada Pengendalian Ketinggian Cairan**


Oleh:
Pasaribu, Georgius Bagas
221441022

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


Bandung, 8 Agustus, 2025

Disetujui,

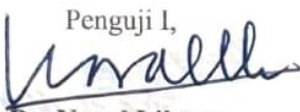
Pembimbing I,



Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T.
NIP. 197406092003121002

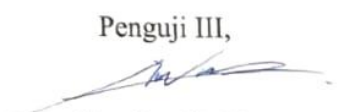
Pembimbing II,


Hendy Rudiansyah, S.T., M.Eng.
NIP. 198105072008101001

Disahkan,

Penguji I,

Dr. Noval Lilansa,
Dipl.Ing(FH), M.T
NIP.197111231995121001

Penguji II,

Nurvanti, S.T., M.Sc.
NIP.197604262009122002

Penguji III,

**Nur Jamiludin
Ramadhan S.Tr., M.T**
NIP.199402272020121005

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Pasaribu, Georgius Bagas
NIM : 221441022
Jurusan : Teknologi Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Penerapan Sistem *Role Based Access Control*
Multi Perangkat Berbasis Node-red Pada
Pengendalian Ketinggian Cairan Berbasis PID

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 : 8 – 08 – 2025

Yang Menyatakan,

(Pasaribu, Georgius Bagas)

221441022

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Pasaribu, Georgius Bagas
NIM : 221441022
Jurusan : Teknologi Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Penerapan Sistem *Role Based Access Control*
Multi Perangkat Berbasis Node-RED Pada
Pengendalian Ketinggian Cairan Berbasis PID

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah 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 : 8 – 08 – 2025

Yang Menyatakan,

(Pasaribu, Georgius Bagas)

221441022

MOTO PRIBADI

1 Korintus 16:14

“Lakukanlah segala pekerjaanmu dalam kasih!”

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.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “ Penerapan Sistem *Role Based Access control* Multi Perangkat Berbasis Node-red Pada Pengendalian Ketinggian Cairan Berbasis PID”.

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.

Terselesaikannya 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, S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, T., MT.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T., Bapak Hendy Rudiansyah, S.T., M.Eng.
5. Para Penguji siding tugas akhir Bapak Dr. Noval Lilansa, Dipl.Ing (FH), M.T, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc., dan Bapak Nu Jamiludin Ramadhan S.Tr., M.T.

6. Panitia tugas akhir Bapak Rizqi Aji Pratama, M.Pd.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Sri Retnaningrum dan Yustinus Lamhot yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teristimewa kepada Katarina Luna Virgilia yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

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, Agustus 2025

Penulis

ABSTRAK

Node-RED adalah platform pemrograman visual berbasis web yang banyak dimanfaatkan dalam pengembangan sistem *Monitoring* dan kontrol karena kemampuannya mengintegrasikan berbagai perangkat dengan cara yang efisien dan mudah. Meski demikian, Node-RED belum menyediakan fitur keamanan yang memadai untuk pengelolaan akses pengguna, terutama dalam sistem yang digunakan oleh banyak pihak dengan tanggung jawab berbeda. Dalam penelitian ini, diterapkan sistem *Role Based Access control* (RBAC) pada Node-RED untuk membatasi akses pengguna sesuai peran masing-masing, dengan studi kasus pada sistem pengendalian *level* cairan menggunakan algoritma PID. Sistem ini juga dirancang agar dapat diakses dari berbagai perangkat secara serentak menggunakan protokol MQTT, yang memungkinkan pertukaran data secara ringan dan *real-time*. Fitur yang dikembangkan mencakup autentikasi pengguna, pengelolaan peran, dan tampilan antarmuka kontrol akses. Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi RBAC dapat meningkatkan keamanan sistem dan protokol MQTT berhasil menjaga komunikasi data secara konsisten antar perangkat. Integrasi RBAC dan MQTT menjadikan Node-RED lebih aman dan layak diterapkan untuk aplikasi kontrol cairan yang kompleks dan digunakan oleh banyak pengguna.

Kata kunci: Node-RED, PID, RBAC, MQTT, Multi Perangkat.

ABSTRACT

Node-RED is a web-based visual programming platform widely used in the development of Monitoring and control Systems due to its ability to integrate various devices efficiently and intuitively. However, Node-RED lacks sufficient security features for managing user access, especially in Systems involving multiple users with different roles and responsibilities. This study implements a Role-Based Access control (RBAC) System in Node-RED to restrict access based on user roles, with a case study focused on liquid level control using a PID algorithm. The System is also designed to be accessed from multiple devices simultaneously by utilizing the MQTT protocol, which supports lightweight and real-time data exchange. The implemented features include user authentication, role Management, and an access control interface. Test results show that RBAC improves System security, and the use of MQTT ensures consistent data communication across devices. The integration of RBAC and MQTT enhances Node-RED's security and makes it more suitable for distributed control applications, particularly in fluid level control Systems involving multiple users.

Keywords: Node-RED, fluid level control, PID, RBAC, MQTT, multi-device.

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

MQTT = Message Queuing Telemetry Transport

PID = Proportional-Integral-Derivative

RBAC = *Role Based Access control*

Node-RED = Node – Rapid Event-driven Development

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-4
I.5 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1 MTU.....	II-1
II.1.2 RTU.....	II-2
II.1.3 MQTT	II-2
II.1.4 Sistem Keamanan <i>Role Based Access</i>	II-3
II.1.5 Sistem Pengawasan dan Kendali Multi Perangkat Node-red.....	II-3
II.1.6 Star connection Topology	II-4
II.1.7 Konsep sistem kontrol otomatis PID	II-4
II.1.8 Node-red.....	II-5

II.2	Tinjauan Alat.....	II-6
II.2.1	Arduino Uno	II-6
II.2.2	Arduino Uno Ethernet Shield.....	II-7
II.2.3	Switch/Router TL-WR840N	II-8
II.2.4	Pompa air DC	II-9
II.2.5	Motor Driver L298N	II-9
II.2.6	Sensor Ultrasonic	II-10
II.2.7	Laptop	II-11
II.2.8	Power Supply	II-11
II.2.9	Kabel Ethernet.....	II-12
II.2.10	Ziegler Nichols.....	II-12
II.3	Sistem Kendali Tertutup (Closed-Loop Control).....	II-13
II.4	Kontroler PID (Proportional, Integral, Derivative)	II-14
II.5	Studi Tugas akhir Terdahulu	II-15
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Metode Tugas akhir.....	III-1
III.2	Gambaran Umum Sistem	III-3
III.3	Flowchart <i>Role Based Access control</i>	III-5
III.4	Flowchart Multi Perangkat Berbasis Node-red.....	III-7
III.5	Design rancangan sistem keamanan <i>Role Based Access control</i>	III-8
III.6	Design rancangan jaringan star	III-9
III.7	Perancangan Elektrik	III-10
III.8	Perancangan Mekanik	III-10
III.9	Rancangan IP Address <i>Device</i> dan MQTT	III-11
III.10	Konfigurasi Windows Firewall	III-12
III.11	Rancangan Fitur Penambahan <i>User</i> Dengan MQTT	III-12
III.12	Penyimpanan Data <i>User</i> Untuk <i>Role Based Access control</i>	III-13

III.13	Rancangan Tuning PID Ziegler Nichols	III-14
III.14	Diagram Blok Sistem Kendali PID	III-15
III.15	Pengujian Sistem Kendali Multi Perangkat <i>Role Based Access control</i> Node-Red.....	III-15
III.16	Rancangan sistem untuk mengoptimalkan <i>rise time</i> respon sistem.	III-16
III.17	Rancangan Piping and Instrumentation Diagram	III-17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Hasil dan pembahasan fitur konfigurasi admin pada <i>Role Based Access control</i> Node-red	IV-1
IV.2	Hasil dan pembahasan sistem <i>Role Based Access control</i>	IV-4
IV.3	Hasil Uji Coba Sistem <i>Monitoring Device</i> Multi Perangkat.....	IV-10
IV.4	Pembahasan fitur add <i>user</i>	IV-10
IV.5	Penjelasan hasil penggunaan MQTT pada sistem multi perangkat node-red	IV-11
IV.6	Pembahasan hasil penggunaan topologi star.....	IV-14
IV.7	Hasil dan pembahan uji coba kendali multi perangkat dengan Node-red dan MQTT	IV-15
IV.8	Pengujian dan penjelasan fitur <i>Maintenance</i> pada sistem multi perangkat node-red	IV-15
IV.9	Tampilan Node-red	IV-17
IV.10	Hasil dan penjelasan program sistem RBAC node-red.....	IV-18
IV.11	Penyimpanan data <i>user</i> dari sistem RBAC pada Node-red	IV-20
IV.12	Hasil dan pembahasan sistem pembacaan ketinggian air dengan ultraviolet.....	IV-20
IV.13	Pengujian pengiriman data dengan MQTT	IV-23
IV.14	Pengujian Fitur Error Log	IV-23

IV.15 Hasil Penyimpanan Data pada Excel Local	IV-24
IV.16 Hasil Kendali Ketinggian Air dengan PID.....	IV-26
IV.17 Hasil Perbedaan Percobaan Dengan Beberapa Skenario	IV-29
BAB V PENUTUP	V-1
V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA	xviii
LAMPIRAN.....	xxii

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Tuning PID	II-13
Tabel II. 2 Efek Dari Setiap Paramer PID.....	II-14
Tabel II. 3 Penelitian Terdahulu.....	II-15
Tabel III. 1 Rumus Ziegler Nichols	III-14
Tabel III. 2 Hasil Perhitungan Ziegler Nichols.....	III-14
Tabel IV. 1 Data hasil perbandingan pembacaan ultrasonic.....	IV-21
Tabel IV. 2 Pengujian PID	IV-27
Tabel IV. 3 Hasil data percobaan PID dengan kondisi motor 2.....	IV-30
Tabel IV. 4 Hasil Data PID dengan 4 ukuran setppoint.....	IV-31

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Message Queue Telemetry Transport (MQTT).....	II-2
Gambar II. 2 Star Topologi.....	II-4
Gambar II. 3 Node-red.....	II-5
Gambar II. 4 Arduino Uno.....	II-6
Gambar II. 5 Arduino Ethernet Shield W5100.....	II-7
Gambar II. 6 Router TL-WR840N.....	II-8
Gambar II. 7 Pompa air 12 Volt DC.....	II-9
Gambar II. 8 Motor Driver L298N.....	II-9
Gambar II. 9 Sensor Ultrasonic HC-SR04.....	II-10
Gambar II. 10 Laptop.....	II-11
Gambar II. 11 Power Supply 12 Volt DC.....	II-11
Gambar II. 12 Kabel Ethernet.....	II-12
Gambar II. 13 Tuning PID.....	II-13
Gambar II. 14 Sistem Kendali Tertutup.....	II-13
Gambar III. 1 Diagram Alir Metode Tugas Akhir.....	III-1
Gambar III. 2 Gambaran Umum Alur Komunikasi.....	III-3
Gambar III. 3 Gambaran Umum Topologi Jaringan.....	III-3
Gambar III. 4 Flowchart <i>Role Based Access control</i>	III-5
Gambar III. 5 Multi Perangkat Berbasis Node-red.....	III-7
Gambar III. 6 Rancangan Klasifikasi <i>Role Based Access control</i>	III-8
Gambar III. 7 Design Jaringan Star.....	III-9
Gambar III. 8 Rancangan Elektrik.....	III-10
Gambar III. 9 Rancangan Mekanik.....	III-10
Gambar III. 10 Topologi Jaringan Ethernet.....	III-12
Gambar III. 11 Konfigurasi Firewall Network.....	III-12
Gambar III. 12 Rancangan program fitur penambahan <i>user</i> dengan MQTT... ..	III-12
Gambar III. 13 Diagram blok sistem kendali PID.....	III-15
Gambar III. 14 Program PID pada Arduino UNO.....	III-16
Gambar IV. 1 Tampilan <i>Interface Admin</i>	IV-1
Gambar IV. 2 Tampilan <i>Dashboard Admin Untuk Konfigurasi Akun User</i>	IV-2

Gambar IV. 3 Tampilan <i>Dashboard Management</i> Untuk Edit Akun <i>User</i>	IV-3
Gambar IV. 4 Tampilan Akun <i>User</i> yang Sudah ditambahkan	IV-3
Gambar IV. 5 Program Node-red <i>Role Based Access control</i>	IV-5
Gambar IV. 6 Tampilan <i>dashboard role operator</i>	IV-5
Gambar IV. 7 Program Node-red <i>Role Based Access control</i>	IV-6
Gambar IV. 8 Tampilan <i>dashboard role admin</i>	IV-6
Gambar IV. 9 Program Node-red <i>Role Based Access control</i>	IV-7
Gambar IV. 10 Tampilan <i>dashboard role Monitoring</i>	IV-7
Gambar IV. 11 Program Node-red <i>Role Based Access control</i>	IV-8
Gambar IV. 12 Tampilan <i>dashboard role Maintenance</i>	IV-9
Gambar IV. 13 Tampilan Kendali Multi Perangkat.....	IV-10
Gambar IV. 14 Program Flow Fitur Add <i>User</i> Node-red	IV-10
Gambar IV. 15 Program JSON Node-red Add <i>User</i>	IV-11
Gambar IV. 16 Konfigurasi IP server MQTT pada Node-red	IV-12
Gambar IV. 17 Konfigurasi <i>Topic Publish</i> MQTT pada Node-red	IV-12
Gambar IV. 18 Konfigurasi <i>Topic Subscribe</i> MQTT pada Node-red.....	IV-13
Gambar IV. 19 Topologi Jaringan Star	IV-14
Gambar IV. 20 Tampilan <i>Monitoring</i> Node-red	IV-15
Gambar IV. 21 Tampilan Fitur <i>Maintenance</i> Node-red.....	IV-16
Gambar IV. 22 Tampilan <i>Monitoring</i> Sistem Node-red	IV-17
Gambar IV. 23 Program Node-red <i>Role Based Access control</i>	IV-18
Gambar IV. 24 Hasil Penyimpanan Data Akun <i>User</i>	IV-20
Gambar IV. 25 Arduino Nano.....	IV-20
Gambar IV. 26 Grafik perbandingan pembacaan sensor ultrasonic dan actual	IV-22
Gambar IV. 27 Tampilan Error Log	IV-23
Gambar IV. 28 Program Node-red CSV Excel.....	IV-24
Gambar IV. 29 Hasil Perekaman Data Excel.....	IV-25
Gambar IV. 30 Tombol Record	IV-25
Gambar IV. 31 Grafik respon sistem sesudah tuning PID Ziegler Nichols	IV-26
Gambar IV. 32 Grafik respon sistem sebelum tuning PID Ziegler Nichols	IV-26
Gambar IV. 33 Grafik respon sistem dengan motor 2 ON dan OFF	IV-29
Gambar IV. 37 Grafik respon sistem <i>setpoint</i> 10cm.....	IV-30

Gambar IV. 38 Grafik respon sistem <i>setpoint</i> 15cm.....	IV-30
Gambar IV. 39 Grafik respon sistem <i>setpoint</i> 20cm.....	IV-31
Gambar IV. 40 Grafik respon sistem <i>setpoint</i> 25cm.....	IV-31
Gambar IV. 42 Hasil uji pengiriman data MQTT dengan Wireshark.....	IV-34

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Selama revolusi industri 4.0, kemajuan dalam otomasi dan sistem *Monitoring* telah meningkatkan efisiensi, adaptasi, dan kecerdasan proses industri. Pengendalian variabel fisik yang tepat adalah komponen penting dalam dunia otomasi. Ini termasuk mengontrol ketinggian cairan dalam tangki. Pengendalian ini banyak digunakan di industri kimia, makanan, air bersih, dan pengolahan limbah, yang membutuhkan sistem kendali yang tepat dan responsif terhadap perubahan kondisi proses[21].

Kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*) adalah salah satu metode pengendalian proses yang paling umum digunakan. PID adalah algoritma pengendalian yang telah terbukti efektif dalam menjaga kestabilan variabel proses seperti *level* cairan.

Kemampuan untuk membuat antarmuka visual yang ringan dan modular yang dapat diintegrasikan dengan berbagai protokol komunikasi dan perangkat keras, Node-RED menjadi salah satu platform yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Node-RED adalah antarmuka pengguna yang ideal untuk pengendalian ketinggian cairan berbasis PID, di mana ia memungkinkan pengguna melihat data sensor, mengirim perintah kendali, dan menampilkan kinerja sistem secara visual melalui browser[6,8,9].

Namun, Node-RED memiliki kekurangan penting dalam hal keamanan akses pengguna meskipun tampak sederhana. Platform ini tidak memiliki metode untuk memverifikasi pengguna atau membatasi akses berdasarkan peran[2]. Setiap pengguna yang menggunakan sistem dengan banyak pengguna, seperti operator, teknisi, dan manajer, memiliki kemampuan untuk mengakses dan mengubah konfigurasinya secara bebas[27]. Hal ini mengancam stabilitas sistem, terutama untuk aplikasi penting seperti kendali PID, di mana perubahan kecil pada parameter dapat memengaruhi kinerja sistem secara signifikan.

Sangat penting untuk membedakan hak akses untuk seperti sistem pengendalian ketinggian cairan berbasis PID berdasarkan peran pengguna. Sebagai contoh, operator hanya perlu menjalankan sistem, teknisi dapat menyesuaikan parameter PID, dan manajer dapat melihat pengawasan tanpa dapat mengubah sistem. Jika tidak ada pengendalian akses berbasis peran, sistem menjadi rentan terhadap kesalahan manusia, manipulasi parameter kendali, dan bahkan sabotase, yang dapat menyebabkan kerusakan material dan sistem rusak.

Untuk mengatasi masalah ini, tugas akhir ini akan menerapkan sistem pengendalian akses berbasis peran (RBAC) pada Node-RED. RBAC adalah pendekatan keamanan yang memberikan hak akses kepada pengguna berdasarkan peran tertentu, dengan batasan dan wewenang yang berbeda untuk setiap peran, sehingga setiap pengguna hanya dapat mengakses fitur yang terkait dengan tanggung jawabnya [2,30]. Untuk memantau hak akses secara real-time, pengembangan RBAC ini termasuk antarmuka administratif, manajemen peran, dan sistem *login* pengguna[26,27].

Sistem juga akan dirancang untuk dapat diakses secara bersamaan oleh beberapa perangkat, seperti komputer di ruang kontrol, laptop teknisi, atau manajer. Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) adalah media utama yang digunakan untuk mendukung komunikasi antar perangkat ini. MQTT adalah protokol berbasis *publish-subscribe* yang ringan dan efektif yang ideal untuk sistem terdistribusi dengan sistem *topic* yang membutuhkan komunikasi dalam waktu nyata[10,14]. Dengan MQTT, Node-RED dapat menerima dan mendistribusikan data dari berbagai perangkat kontrol, seperti Arduino Ethernet, sekaligus menjaga komunikasi data antar perangkat[5].

Kebutuhan akan pengendalian proses yang tidak hanya presisi secara teknis seperti melalui PID saja, tetapi juga aman dari sisi akses pengguna dan andal dalam komunikasi perangkat adalah alasan utama pengembangan sistem ini. Tanpa manajemen akses dan komunikasi yang baik, sistem kontrol sangat rentan terhadap gangguan dan kerusakan. Oleh karena itu, solusi strategis untuk menjawab tantangan sistem otomasi modern yang menuntut keamanan,

keterbukaan akses *multi-user*, dan kontrol real-time yang stabil adalah integrasi RBAC, MQTT, dan Node-RED dalam pengendalian *level* cairan berbasis PID.

Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan sistem kontrol modern yang tidak hanya unggul dari sisi performa kendali, tetapi juga terstruktur secara mudah diakses oleh pengguna, fleksibel secara perangkat, dan memiliki komunikasi data yang efisien. Pengembangan ini juga mungkin digunakan lebih luas dalam sistem pengendalian proses industri lainnya.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tugas akhir ini, maka berikut rumusan masalah yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat sistem komunikasi antara Arduino dengan terdapat 3 Node-red *device* sebagai *interface*?
2. Bagaimana merancang bangun sistem kendali multi perangkat berbasis Node-red dengan sistem keamanan dan dengan menerapkan kontrol ketinggian cairan berbasis PID dengan kontroller Arduino sebagai objek *Monitoring*?
3. Bagaimana merancang topologi jaringan untuk sistem komunikasi menggunakan Ethernet dan MQTT?
4. Bagaimana membuat sistem yang dapat mempercepat respon sistem PID pada perubahan ketinggian air dengan orientasi waktu?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan, maka dibentuk beberapa Batasan masalah sebagai berikut :

1. Sistem komunikasi antara Arduino dengan 3 *device* yang terdapat aplikasi Node-red menggunakan Ethernet dan MQTT.

2. Metode kendali ketinggian cairan menggunakan kontrol PID Ziegler Nichols 1.
3. Kontroller yang digunakan Arduino dan Node-red sebagai *interface* dengan sistem keamanan *password dashboard*.
4. Ketinggian cairan sebagai objek yang akan dikendalikan oleh Arduino.
5. Penyimpanan data *user* yang telah diinput, tersimpan pada *local storage* node *table* aplikasi node red yang sedang berjalan.
6. Perangkat yang digunakan dalam tugas akhir ini dibatasi hanya dengan menggunakan laptop *windows* sebanyak 3 buah sebagai media uji coba.
7. Seluruh sistem tugas akhir ini bekerja pada jaringan lokal atau tanpa internet.

I.4 Tujuan dan Manfaat

1. Dapat membuat rancang bangun sistem kendali ketinggian cairan yang dapat dikendalikan 3 perangkat laptop sebagai kendali dengan menggunakan Arduino dan Node-red sebagai *interface* yang memiliki sistem keamanan *role based access* dengan *password* pada *dashboard*.
2. Merancang agar seluruh komputer yang digunakan untuk *interface* dapat menerima dan menampilkan data secara merata dan *real time*, serta dapat mengirimkan perintah kepada Arduino.
3. Kontroller dan Node-red dapat berkomunikasi melalui media Ethernet dan MQTT.
4. Merancang sistem yang dapat mempercepat *rise time* PID.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal 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 tugas akhir 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 BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.