

**ANALISA PERBANDINGAN METODE PID DAN FUZZY  
LOGIC PADA LABVOLT 3531 DENGAN DUA TANGKI DAN  
DUA POMPA SERI BERBASIS SCADA TOPKAPI**

**Tugas Akhir**

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

Oleh

Sugeng Wibowo

220441021



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

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**Analisa Perbandingan Metode PID dan Fuzzy Logic Pada Labvolt 3531  
Dengan Dua Tabung dan Dua Pompa Seri Berbasis SCADA Topkapi**

Oleh:

Sugeng Wibowo

220441021

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

Bandung, Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,



**Hadi Supriyanto, S.T., M.T.**  
NIP 196911081993031000

Pembimbing II,



**M. Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc.**  
NIP 199503012024061001

Disahkan,

Penguji I,



**Nuryanti, S.T., M.Sc.**  
NIP 197604262009122002

Penguji II,



**Dr. Aris Budivarto, S.T., M.T.**  
NIP 1970123019951210001

Penguji III,



**Fitria Suryatini, S.Pd., M.T.**  
NIP 198804242018032001

## PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Sugeng Wibowo  
NIM : 220441021  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Analisa Perbandingan Metode PID dan Fuzzy Logic Pada LabVolt 3531 Dengan Dua Tangki dan Dua Pompa Seri Berbasis SCADA Topkapi

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 : Agustus 2024  
Yang Menyatakan,

(Sugeng Wibowo)  
NIM 220441021

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Sugeng Wibowo  
NIM : 220441021  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Analisa Perbandingan Metode PID dan Fuzzy Logic Pada LabVolt 3531 Dengan Dua Tangki dan Dua Pompa Seri Berbasis SCADA Topkapi

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 : Agustus 2024  
Yang Menyatakan,

(Sugeng Wibowo)  
NIM 220441021

# BAB I PENDAHULUAN

## **I.1 Latar Belakang**

Air tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan, tanpa air tidaklah mungkin ada kehidupan [1], [2]. Namun tidak semua orang dapat berpikir dan bertindak secara bijak dalam menggunakannya. Bahkan, banyak negara di dunia mengalami masalah ketersediaan air yang rendah [3]. Masalah ketersediaan air yang rendah dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti iklim, geologi, kepadatan penduduk dan distribusi air yang tidak merata [2], [4].

Pada era *modern* ini air berpengaruh pada seluruh bidang kehidupan, termasuk pertanian dan industri [3]. Beberapa fungsi air pada industri adalah sebagai sumber tenaga, dan sumber perpindahan panas. Maka salah satu aspek yang perlu diperhatikan pada bidang industri adalah ketinggian air pada tangki yang dipergunakan dalam sistem proses manufaktur [3]. Kendali ketinggian air merupakan suatu sistem yang sering ditemukan hampir di sebagian besar fasilitas industri [5]. Apabila ketinggian air tidak dikendalikan, maka bisa saja level cairan dalam sebuah tangki dapat menjadi tidak stabil [6]. Terlebih dalam lingkungan industri, kendali ketinggian air tidak jarang dihadapkan pada tantangan gangguan yang bervariasi. Gangguan pada sistem kendali ketinggian air dapat disebabkan oleh perubahan aliran masuk, perubahan laju pengeluaran air, atau faktor-faktor lain yang mempengaruhi ketinggian air [7]. Variasi gangguan ini bisa mempengaruhi respon sistem secara signifikan yang mengakibatkan ketidakstabilan atau kesalahan pengendalian [8]. Tujuan dari sistem kendali ketinggian air adalah untuk menghasilkan permukaan air yang mengikuti nilai *setpoint* atau dengan cepat mengembalikan ketinggian air pada nilai yang telah ditentukan jika terjadi sebuah gangguan [6].

Untuk praktikum kendali proses, Jurusan Teknik Otomasi POLMAN Bandung saat ini memiliki LabVolt 3531 sebagai alat peraga mata kuliah DCS (*Distributed Control System*) yang berbasis PLC Allen Bradley Controllogix 5572 [9]. LabVolt 3531 merupakan modul ajar mengenai tekanan, aliran, ketinggian, dan suhu air

dengan tujuan memperkenalkan berbagai proses industri, serta instrumen dan perangkat kendali [10] dengan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) yang berfungsi untuk memantau, mengakuisisi dan memproses data dalam *plant* secara *real-time* terhadap proses yang sedang berlangsung [11], [12], [13]. Komponen dan sistem di dalam *plant* DCS LabVolt 3531 saat ini dalam 1 jenis manufaktur, sehingga menimbulkan keterbatasan dan kurangnya fleksibilitas dimana mahasiswa hanya terfokus pada teknologi PLC Allen Bradley dan FactoryTalk [14] tanpa bisa mencoba teknologi lain yang bervariasi.

Saat ini banyak metode yang diterapkan untuk mempertahankan kendali ketinggian air [7], salah satunya adalah menggunakan metode PID dimana 97% pada industri manufaktur metode ini digunakan sebagai kendali utama pada proses pengendaliannya [15]. PID bekerja dengan mengatur tiga komponen utama: proporsional, integral, dan diferensial, yang masing-masing memberikan kontribusi untuk menyesuaikan respons sistem terhadap perubahan. Komponen proporsional memberikan respons sebanding dengan kesalahan saat ini, integral mengakumulasi kesalahan sepanjang waktu, sementara komponen diferensial memprediksi tren perubahan kesalahan [16]. Dengan penggunaan yang optimal dari ketiga komponen, kendali PID dapat menghasilkan respons sistem yang baik dalam berbagai situasi operasional. Kendali PID dapat beradaptasi dengan perubahan dalam sistem, memungkinkan sistem untuk tetap menjaga ketinggian air pada level yang diinginkan bahkan saat terjadi gangguan eksternal atau perubahan dalam kondisi operasional [17]. Seperti yang dikatakan pada penelitian [6] bahwa Kendali PID dengan metode auto tuning menghasilkan error kurang dari 1%. Sama juga pada penelitian lain [18] disebutkan kendali PID menunjukkan kinerja yang baik, *undershoot* terjadi saat diberi gangguan yaitu 0,4 cm dari nilai *setpoint* selama 2,4 detik. Dilihat dari data-data tersebut wajar jika kendali PID masih banyak diandalkan.

Metode lain dalam kendali ketinggian permukaan air pada tangki dapat menggunakan kendali *Fuzzy Logic* [14], Metode *Fuzzy Logic* menggunakan aturan linguistik kabur untuk menggambarkan hubungan *input-output* dalam sistem, memungkinkan pengendalian ketidakpastian dalam model matematika atau dinamika yang tidak sepenuhnya diketahui. Sistem kendali *Fuzzy Logic* efektif

untuk mengelola kompleksitas sistem, termasuk yang memiliki banyak variabel dan interaksi. Dengan basis aturan *Fuzzy Logic* yang tepat, kendali *Fuzzy Logic* dapat menangani sistem kendali ketinggian air lebih baik dibandingkan metode tradisional [19]. Sistem kendali *Fuzzy Logic* juga relatif mudah disesuaikan dan dipelihara. Aturan-aturan *Fuzzy Logic* dapat dimodifikasi atau ditambahkan dengan mudah oleh para ahli domain tanpa memerlukan pengetahuan matematika yang mendalam. Ini memungkinkan kendali *Fuzzy Logic* untuk diubah atau disesuaikan dengan perubahan dalam kondisi operasional atau kebutuhan sistem [20]. Dilihat pada penelitian [5] menunjukkan bahwa kendali *Fuzzy logic* menunjukkan superioritas dalam hal waktu penyelesaian. Dengan memanfaatkan kelebihan-kelebihan ini, metode *Fuzzy Logic* dapat menjadi pilihan yang kuat untuk mengontrol ketinggian air dalam berbagai aplikasi, terutama di lingkungan dimana ketidakpastian, kompleksitas, dan non linieritas merupakan tantangan utama.

Berdasarkan hasil studi literatur dari beberapa penelitian terdahulu maka tujuan penelitian ini adalah membandingkan hasil respon sistem dari kendali PID dengan kendali *Fuzzy logic* pada LabVolt 3531 dengan sistem dua Pompa dan dua Tangki secara seri berbasis PLC Siemens S7 1200 yang dibantu SCADA Topkapi untuk memantau, mengakuisisi dan memproses data dalam *plant*. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang Kendali PID dan kendali *Fuzzy Logic* dalam sistem LabVolt 3531. Sehingga dapat memaksimalkan peran LabVolt 3531 sebagai modul ajar dengan berbagai PLC dan berbagai metode Kendali.

## **I.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana perancangan sistem kendali PID pada LabVolt 3531 dengan sistem dua Tangki dan dua Pompa secara seri menggunakan PLC Siemens S7-1200 ?
2. Bagaimana perancangan sistem kendali *Fuzzy logic* pada LabVolt 3531 dengan sistem dua Tangki dan dua Pompa secara seri menggunakan PLC Siemens S7-1200 ?
3. Bagaimana perbandingan penerapan kendali PID dan *Fuzzy logic* pada LabVolt 3531 dengan sistem dua Tangki dan dua Pompa secara seri menggunakan PLC Siemens S7-1200 terhadap pengaruh gangguan pada kendali ketinggian air ?

4. Bagaimana hasil implementasi SCADA Topkapi untuk *monitoring* dan *control* pada LabVolt 3531 menggunakan PLC Siemens S7-1200 ?

### **I.3 Batasan Masalah**

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

1. Pembuatan sistem kontrol dibuat pada LabVolt 3531 menggunakan PLC Siemens S7-1200.
2. Pembuatan kendali PID untuk ketinggian air pada LabVolt 3531 menggunakan *PID\_Compact* PLC Siemens S7-1200.
3. Pembuatan kendali *Fuzzy logic* untuk ketinggian air pada LabVolt 3531 menggunakan pemrograman *Ladder Diagram* PLC Siemens S7-1200
4. Membandingkan hasil metode kendali PID dan *Fuzzy logic*.
5. Pemrograman PLC Siemens S7-1200 menggunakan aplikasi Tia Portal V18.
6. Pembuatan tampilan SCADA menggunakan aplikasi Topkapi Vision 32.
7. Menggunakan komunikasi modbus untuk menghubungkan PLC dengan SCADA.
8. Sensor yang digunakan pada LabVolt 3531 adalah sensor yang menggunakan protokol komunikasi HART yaitu *Radar Level Transmitter* sebagai *feedback* untuk Tangki 1 dan *Differential Pressure Transmitter* sebagai *feedback* untuk Tangki 2.

### **I.4 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari pembuatan penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Mengimplementasikan kendali PID pada LabVolt 3531 dengan PLC Siemens S7-1200.
2. Mengimplementasikan kendali *Fuzzy logic* pada LabVolt 3531 dengan PLC Siemens S7-1200.
3. Mengetahui perbedaan antara metode kontrol PID dengan *Fuzzy logic*.

Manfaat dari penyelesaian tugas akhir yaitu:

1. Memaksimalkan peran LabVolt 3531 sebagai modul ajar dengan berbagai PLC dan berbagai metode kendali.

2. Mengetahui perbedaan antara metode kontrol PID dengan *Fuzzy logic*

### **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 tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

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

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**, berisi hasil yang di dapat, dan pembahasan atau analisa dari hasil yang di dapat.

**BAB V PENUTUP**, berisi kesimpulan dari hasil yang di dapat