

# Rancang Bangun Mini Plant (*Water Level Controller*) Menggunakan PID Berbasis LabView dan Arduino Uno

<sup>1</sup>Sukriyah Buwarda, <sup>2</sup>Mutmainnah, <sup>3</sup>Lutfi

<sup>1,2,3</sup>Politeknik ATI Makassar

<sup>1</sup>[sukriyah.buwarda@atim.ac.id](mailto:sukriyah.buwarda@atim.ac.id), <sup>2</sup>[mutmainnah@atim.ac.id](mailto:mutmainnah@atim.ac.id), <sup>3</sup>[lutfi@atim.ac.id](mailto:lutfi@atim.ac.id)

## ABSTRAK

Mata kuliah Sistem Kendali Proses merupakan salah satu mata kuliah baru dalam kurikulum 2022 di Politeknik ATI Makassar, yang dibangun dari mata kuliah sebelumnya yang berfokus pada sistem kontrol yang mengatur atau mengendalikan suatu proses. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan modul pengajaran Sistem Kontrol Proses berbasis PID untuk kasus kontrol level tangki air menggunakan Labview dan Arduino Uno. Penelitian ini mengadopsi metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan metodologi DEDTE (*Define, Explore, Design, Test, Evaluate*). Studi kasus meliputi modul praktikum *water level controller* dengan kontroler bang-bang menggunakan pompa air 220VAC sebagai *manipulated variable* (MV), melibatkan posisi pendulum yang terhubung ke potensiometer 10Kohm. Untuk mengatur *manipulated variable* dengan PID, katup air ditambahkan untuk mengontrol persentase pembukaan katup menggunakan motor servo MG995. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor level memiliki akurasi 97,61%, presisi 2,86%, dan korelasi 99,83% dengan pola linier  $Y = 8,1025X - 12,488$ . Pengujian pada katup dan motor servo menunjukkan bahwa pada bukaan katup penuh, laju aliran air rata-rata adalah 21,5844 ml/s dengan presisi 1,48% dan korelasi 93,94%, dan pola linier  $Y = 225,66 - 2,0232X$ .

**Kata Kunci:** *Water Level Control, PID, Labview, Arduino Uno*

## PENDAHULUAN

Karena kemajuan teknologi dan perubahan zaman, tangki air telah dikembangkan sebagai perangkat penyimpanan air untuk mengantisipasi gangguan pasokan air bersih. Gangguan ini dapat disebabkan oleh pemeliharaan instalasi air bersih atau keadaan darurat seperti kebocoran pipa atau pemadaman listrik mendadak. Masalah muncul ketika ketinggian air di dalam tangki tidak terkontrol dengan baik, yang dapat menyebabkan tangki meluap atau menjadi kosong. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis untuk mengontrol tangki ini.

Salah satu masalah sistem kontrol penting dalam industri adalah kontrol ketinggian air. Ketinggian air ini sangat penting untuk kelancaran proses dan kualitas produk di hampir semua industri proses, instalasi air, dan pembangkit listrik (Lutfi and Sukriyah Buwarda, 2022) (Supriadi, 2015).

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan mekanisme kontrol ketinggian air yang akurat, seperti kontrol PID. PID menggabungkan tiga jenis kontrol: Proporsional (P), Integral (I), dan Turunan (D), yang memiliki keunggulan respons cepat, overshoot rendah, dan kesalahan rendah. Sekitar 97% industri telah menerapkan PID dalam kontrol proses di industri (Setiawan, 2008).

Di Politeknik ATI Makassar, beberapa program studi berfokus pada konsep PID, seperti Instrumentasi dan Pengendalian Proses di program studi Teknik Kimia Mineral (TKM), serta Sistem Kontrol di program studi Sistem Mesin Otomatis (OSP). Sejak tahun 2022, nama mata kuliah ini diubah menjadi Process Control Systems. Pada TKM, penekanannya lebih pada aspek process control, sedangkan pada OSP lebih pada process control. Pada mata kuliah praktikum Sistem Kontrol Proses, fokus kontrol adalah pada kontrol ketinggian air dengan variasi kontrol meliputi bang-bang controller, floating controller, dan PID controller (Widharma, 2020).

Untuk kontroler bang-bang dan floating controller, digunakan mini plant yang dikembangkan berdasarkan tugas akhir sebelumnya menggunakan sensor pendulum posisi dalam "Implementasi Pengontrol Dua Posisi Berbasis Op-Amp pada Pengontrol Level Air". Namun, mini plant ini belum mendukung penggunaan kontroler PID karena variable manipulator-nya hanya menggunakan aksi on-off pada aktuator. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan mini plant Water Level Controller yang dapat digunakan untuk praktikum PID controller dengan menambahkan Proportional Control Valve berupa kran air yang dihubungkan dengan motor servo pada pompa air 220VAC (Prasetyo, Komarudin and Pracoyo, 2023).

## TINJAUAN PUSTAKA

Sistem kontrol berdasarkan mekanisme umpan baliknya dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama. Pertama, ada sistem kontrol loop terbuka, juga dikenal sebagai remote control. Kedua, ada sistem kontrol loop tertutup, yang dikenal sebagai kontrol otomatis (Anas, Tri Budi Utami and Lutfi, 2022).

### Sistem kontrol loop terbuka

Juga dikenal sebagai sistem kendali jarak jauh, sistem ini tidak menggunakan umpan balik untuk menyesuaikan tindakan kontrolnya. Sebaliknya, mereka mengandalkan sinyal kontrol yang telah ditentukan berdasarkan input referensi.

### Sistem kontrol loop tertutup

Juga dikenal sebagai sistem kontrol otomatis, sistem ini memanfaatkan umpan balik untuk terus memantau output sistem dan menyesuaikan sinyal kontrol yang sesuai. Loop umpan balik ini memastikan bahwa output sistem tetap dekat dengan titik setel yang diinginkan.

Berdasarkan bagaimana aktuator beroperasi, sistem kontrol juga dapat dibagi menjadi dua jenis: sistem kontrol on-off dan sistem kontrol berkelanjutan.

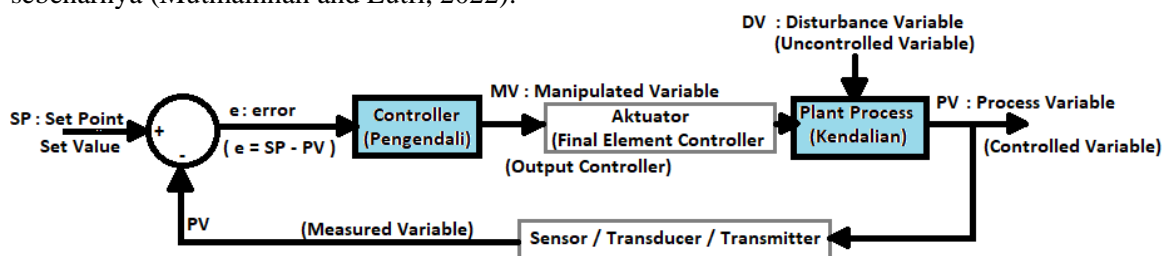
### Sistem kontrol on-off

Sistem ini menggunakan aktuator yang hanya dapat beralih di antara dua status, biasanya hidup dan mati. Jenis kontrol ini sering digunakan dalam aplikasi sederhana di mana kontrol yang tepat tidak penting

### Sistem kontrol berkelanjutan

Sistem ini menggunakan aktuator yang dapat bergerak dengan lancar pada berbagai nilai, memungkinkan kontrol yang lebih tepat dan responsif. Jenis kontrol ini biasanya digunakan dalam aplikasi yang lebih kompleks di mana kontrol yang akurat sangat penting

Dalam merancang sistem kontrol proses, pemodelan sistem dan simulasi respons output adalah langkah penting. Pemodelan sistem dalam kontrol proses adalah tahap kunci dalam rekayasa kontrol yang bertujuan untuk memahami, menganalisis, dan merancang sistem kontrol untuk mengatur perilaku sistem fisik yang kompleks. Sementara itu, simulasi respons output dalam kontrol proses merupakan proses penting untuk memahami bagaimana sistem akan merespon berbagai input atau kondisi operasi yang berbeda. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan model matematika atau model simulasi yang dikembangkan untuk mewakili perilaku sistem yang sebenarnya (Mutmainnah and Lutfi, 2022).



Gambar 1. Model sistem kontrol *closed loop*

Istilah dalam pemodelan sistem :

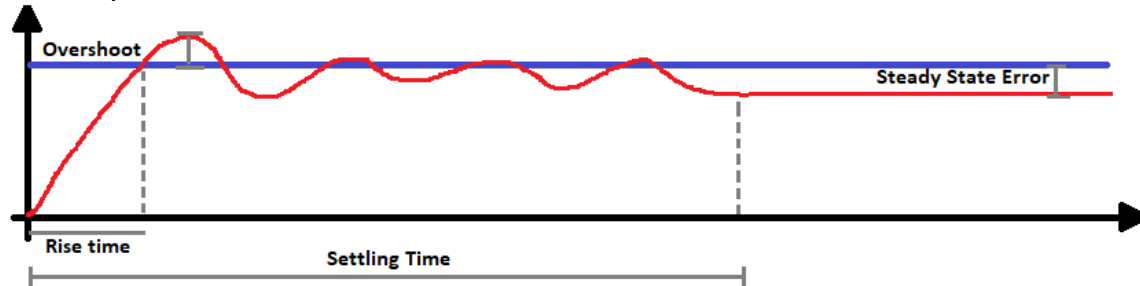
**Set point** : nilai yang diinginkan dari variabel output

**Error** : perbedaan antara set point dan nilai output aktual.

**Process** : variabel output yang sedang dikontrol

**Disturbance variable** : faktor eksternal apa pun yang dapat memengaruhi variabel proses

**Manipulated variable** : variabel yang disesuaikan oleh sistem kontrol untuk mempengaruhi variabel proses.



Gambar 2. Respon output sistem kontrol *closed loop*

Beberapa istilah dalam simulasi respons output :

**Overshoot atau undershoot** : Penyimpangan maksimum pembokeh keluaran dari titik set selepas input langkah

**Steady state error** : Perbedaan antara titik set dan nilai akhir keluaran selepas input langkah

**Rise time** : waktu yang dibutuhkan oleh variable output untuk mencapai persentase tertentu daripada nilai akhirnya setelah step input.

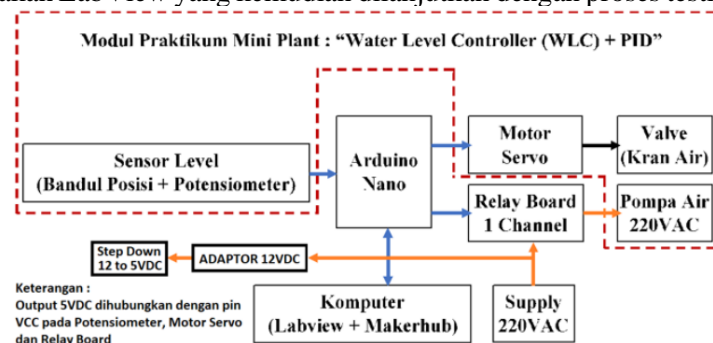
**Setting time** : Waktu yang dibutuhkan oleh variable output untuk mencapai range tertentu pada set point yang telah ditentukan setelah inputan.

## METODE PENELITIAN

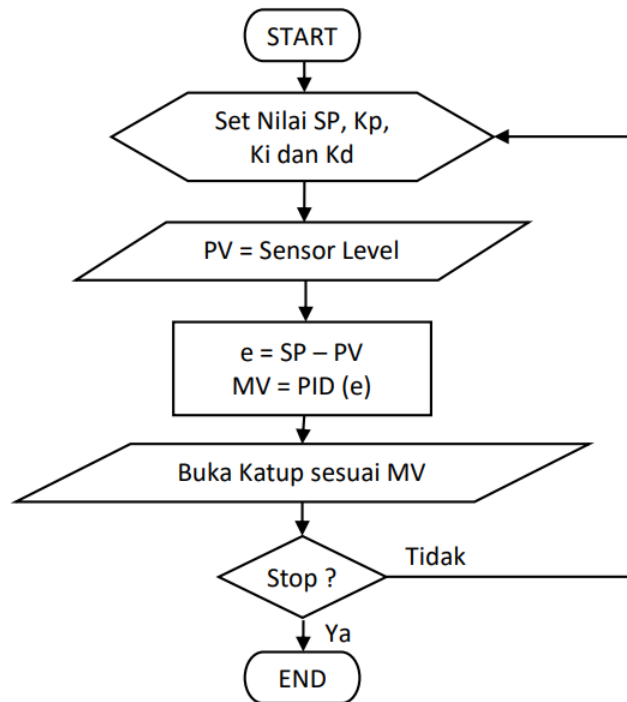
Penelitian ini menggunakan metodologi *Research dan Development* (R&D), yang merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan untuk membangun produk tertentu dan menilai efektivitasnya. Produk yang dibangun dalam penelitian ini adalah *Mini Plant Water Level Controller* menggunakan kontrol PID yang dilaksanakan menggunakan LabVIEW dan Arduino Uno. Penelitian ini menerapkan metodologi DEDTE, yang terdiri daripada fasa *Define, Explore, Design, Testing, dan Evaluate* (Lutfi and Sukriyah Buwarda, 2022) (Azis, Lutfi and Amiruddin, 2024).

Pada tahap awal proses *defining* dan *exploration*, peneliti yang menjadi pengajar pada mata kuliah Praktikum Sistem Kontrol dan Sistem Instrumentasi menganalisa implementasi *mini plant water level controller* pada Laboratorium Otomasi dan Kontrol di Politeknik ATI Makassar. Dari hasil pengamatan tersebut diperoleh bahwa mini plant yang digunakan menggunakan *manipulated variable* (MV) yang hanya dapat dikontrol menggunakan *on-off controller*. Dari hasil analisa tersebut dianggap perlu untuk mengembangkan sebuah sistem katup otomatis dengan biaya yang relatif lebih rendah dengan menggunakan kontrol PID. Pada penelitian ini, digunakan keran air konvensional dengan sistem pengontrolan katup menggunakan motor servo MG995 (Utami and Prihamdono, 2021).

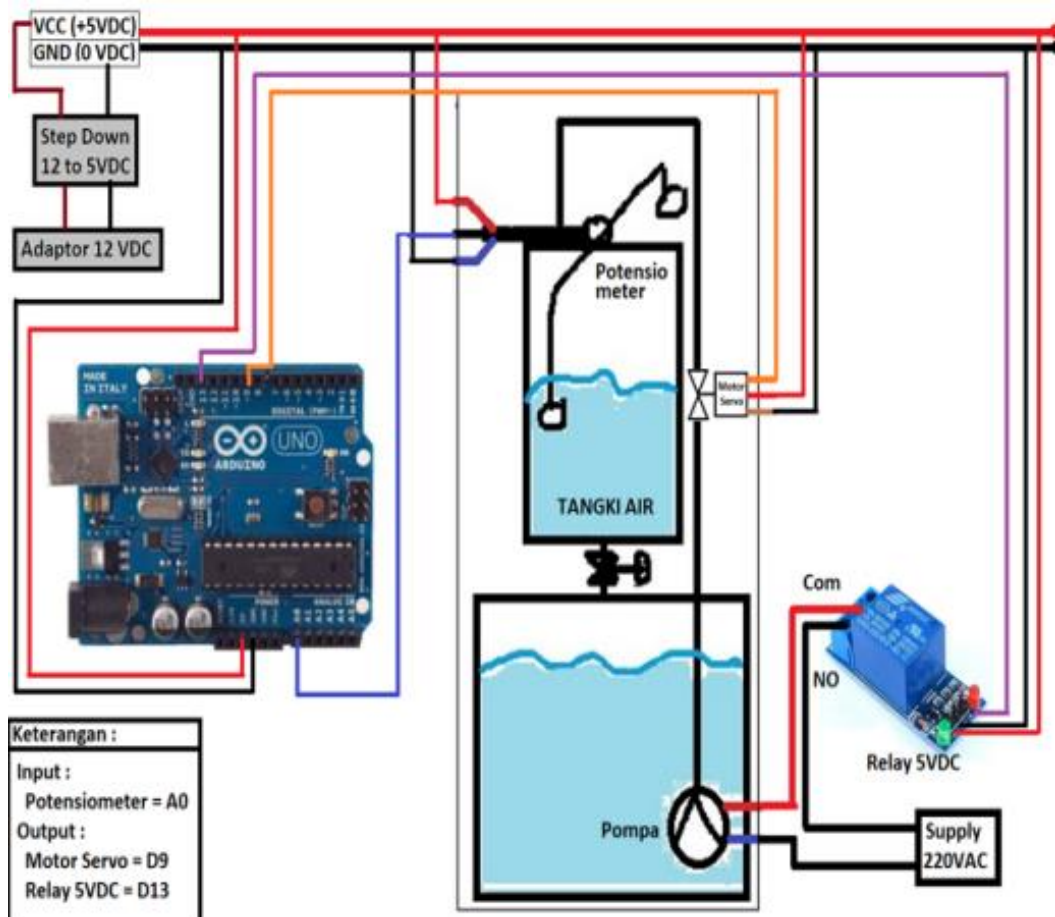
Selanjutnya, dilakukan langkah desain perangkat keras *mini plant* dan pengembangan *software* menggunakan LabView yang kemudian dilanjutkan dengan proses testing dan analisa data.



Gambar 3. Blok diagram sistem *water level controller*



Gambar 4. *Flow chart* sistem kontrol PID



Gambar 5. Wiring Diagram

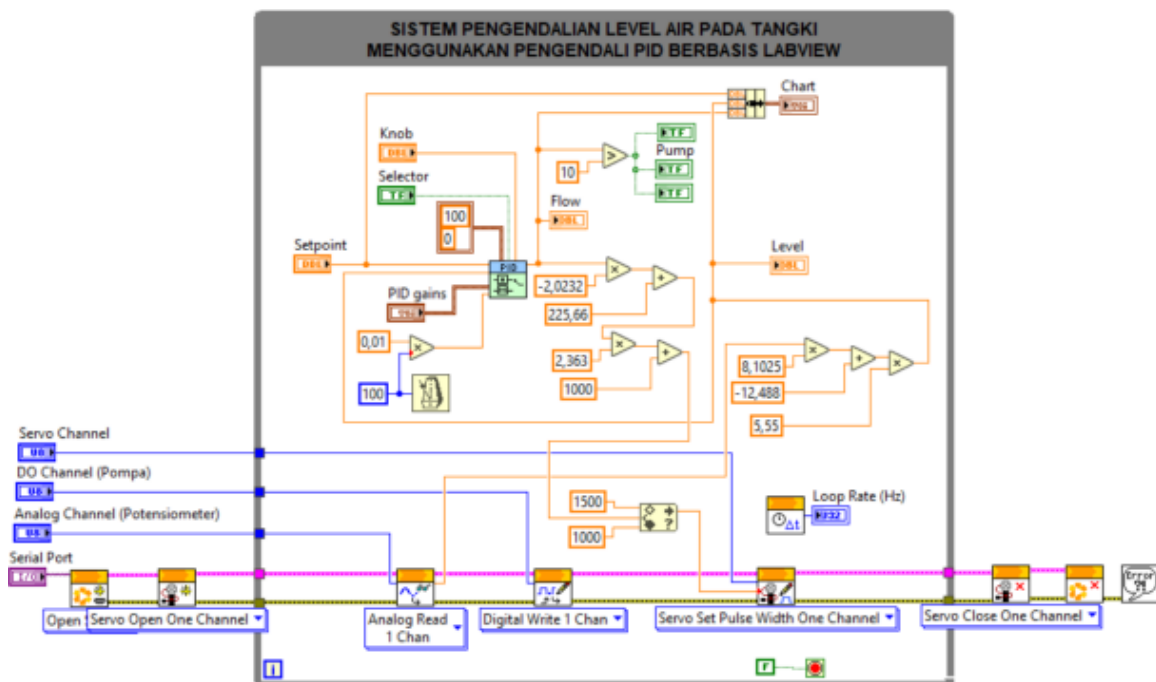
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruksi perangkat keras yang dibangun untuk sistem *water level controller* melibatkan beberapa langkah desain dan rancang bangun, mulai dari desain, fabrikasi dan pemasangan sistem mekanik alat tersebut pemasangan komponen elektronika dan pemasangan perangkat lunak pada mikrokontroler Arduino Uno. Hasil rancang bangun ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampak samping dan tampak depan WLC

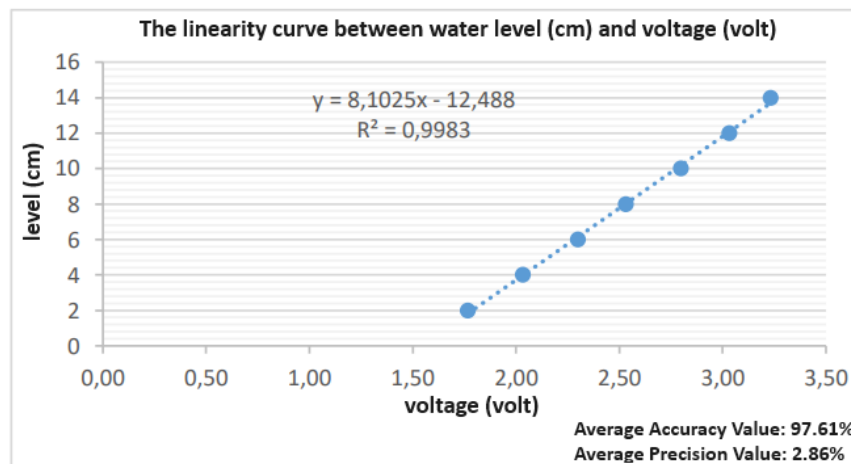
Pada Gambar 6 ditunjukkan hasil desain dan rancang bangun *mini plant water level control system*. Sistem otomatisasi ini mengatur level air pada tangki. Mikrokontroler yang melakukan koneksi dengan miniplant WLC dan LabView sebagai pusat kendali, potensiometer digunakan sebagai basis level untuk sensor yang terkoneksi dengan perubahan level air. Pembacaan level air oleh potensiometer akan mengaktifkan motor servo untuk mengontrol aliran air ke tangki, pompa dan ke pipa yang saling terkoneksi.



Gambar 7. Tampilan perngakat lunak WLC pada program LabView

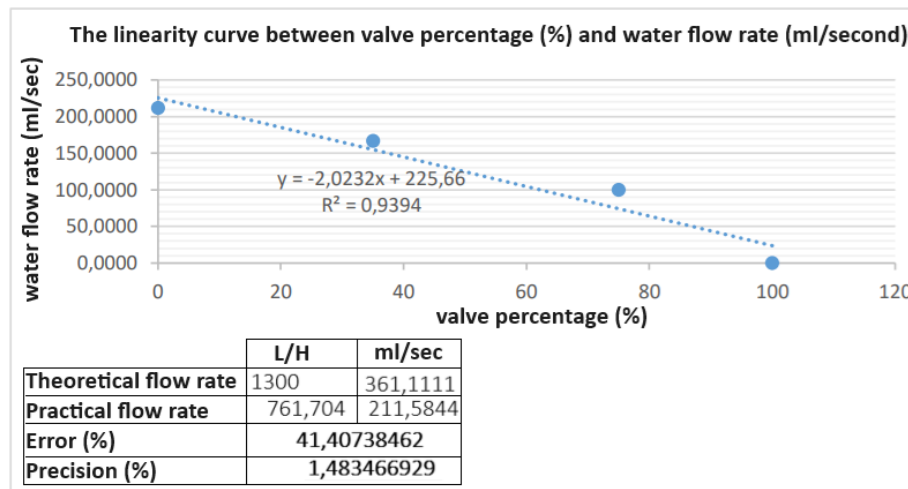


Gambar 8. Tampilan *front panel* LabView



Gambar 9. Grafik interpolasi pengukuran level air pada tangki

Pada Gambar 9 ditunjukkan grafik interpolasi antara hasil pengukuran tegangan (variabel bebas) dengan level air (variabel terikat) menggunakan fungsi linier  $y = 8.1025x - 12.488$  dengan koefisien relasi 99.8%. Persamaan tersebut ditunjukkan pada skala cm dengan nilai minimum 0 cm dan maksimum 18 cm yang diinterpretasikan dalam sebuah nilai presentase 0 sampai 100%. Dengan menggunakan fungsi linier, diperoleh persamaan  $y = 5.55x$ .



Gambar 10. Grafik interpolasi respon katup terhadap laju aliran air

Pada Gambar 10 ditunjukkan grafik interpolasi antara persentase bukaan katup dengan laju aliran air sebagai variabel terikatnya menggunakan grafik fungsi linier  $y = -2.0232x + 225.66$  dengan koefisien korelasi 93.94%. Fungsi yang diperoleh digambarkan dalam satuan ml/detik dengan nilai minimum 0 ml/detik dan maksimum 211.585 ml/detik yang selanjutnya dikonversi ke dalam nilai servo PWM Ton pada kisaran 1000  $\mu$ S. Dengan menggunakan persamaan fungsi linier diperoleh  $y = 1000 + 2.363x$

### KESIMPULAN

Penelitian telah berhasil dilakukan. Diperoleh hasil desain dan rancang bangun *mini plant water level controller* menggunakan LabView berbasis kontrol PID dan mikrokontroler Arduino Uno. Level sensor yang diperoleh menghasilkan akurasi 97.61%, tingkat presisi 2.86% dengan korelasi 99.83% pada fungsi linier  $y = 9.1025x - 12.488$ . Hasil pengetesan valve dan motor servo menunjukkan bahwa pada posisi katup terbuka penuh dihasilkan rata-rata laju aliran 21.5844 ml/detik dengan tingkat presisi 1.48% dan korelasi 93.94% sesuai fungsi  $y = 225.66 - 2.0232x$ . Kalibrasi yang dilakukan berdasarkan respon inier yang dihasilkan oleh *mini plant water level controller* yang lebih efektif dengan menggunakan kontrol PID.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada tempat mengabdikan kami di Politeknik ATI Makassar, Direktur Politeknik ATI Makassar Ir. Muhammad Basri, MM, IPU, ASEAN., Eng., Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Merla Madjid, S.S., M. Hum., Ketua Jurusan Otomasi Sistem Permesinan Dr. Ir. Sitti Wetenriajeng Sidehabi, ST., M.MT., dan Kepala Laboratorium Otomasi dan Kontrol Dr. Atikah Tri Budi Utami, ST. M. EngSc., yang sudah memberikan ruang buat kami menghasilkan karya.

### REFERENSI

- Anas, M.I., Tri Budi Utami, A. and Lutfi (2022) 'Controlling and Remote Monitoring System Greenhouse Dream Farm', *JEAT: Journal of Electrical and Automation Technology*, 1(1), pp. 11–19. doi:10.61844/jeat.v1i1.121.
- Azis, M.F., Lutfi, L. and Amiruddin, M.S. (2024) 'Development of DCS SCADA Module for Factory I/O Pick and Place XYZ Case Based on Siemens S7-1200 PLC and HMI Excel Link', *INTEK: Jurnal Penelitian*, 11(1), pp. 7–12. doi:10.31963/intek.v11i1.4734.
- Lutfi and Sukriyah Buwarda (2022) 'Development of DCS SCADA Teaching Module on A Pid-Based Water Level Control Case Using Labview and Factory I/O', *Inspiration: Jurnal*

- Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 12(2), pp. 89–96. doi:10.35585/inspir.v12i2.28.
- Mutmainnah and Lutfi (2022) ‘Sistem Pengaturan Tegangan Menggunakan H-Bridge DC Chopper Berbasis Kendali Hybrid PID-Fuzzy’, *Majalah Teknik Industri*, 30(1), pp. 23–33. doi:10.61844/majalahteknikindustri.v30i1.365.
- Prasetyo, P., Komarudin, I.A. and Pracoyo, D.A. (2023) ‘Temperature Control System for Water Heater with Servo Valve using PID Method Sistem Pengendalian Suhu Pada Pemanas Air Dengan Servo Valve Menggunakan Metode PID’, 3(December), pp. 87–95.
- Setiawan, I. (2008) *Kontrol PID untuk Proses Industri*.
- Supriadi, D. (2015) ‘Rancang Bangun Sistem Pengendalian Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)’, *Jurnal TEDC*, 9(3), pp. 192–196. Available at: <https://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/119>.
- Utami, A.T.B. and Prihamdono, M. (2021) ‘Rancang Bangun Sistem Embedded Pada Modul Praktikum Auto Elevator Menggunakan Arduino Nano Dan Labview Dengan ...’, *Prosiding Seminar Nasional ...*, pp. 39–43. Available at: <https://journal.atim.ac.id/index.php/prosiding/article/download/184/140>.
- Widharma, I.G.S. (2020) ‘Sensor Ultrasonik dalam Water Level Controller’, *Politeknik Negeri Bali 2020*, 1(1), pp. 1–11.