

SKRIPSI
PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL
LEVEL AIR BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN
PENGENDALI PID



OLEH:
RAFAEL VEDERICO
5103022018

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2026

SKRIPSI
PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL
LEVEL AIR BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN
PENGENDALI PID

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala
Surabaya untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro



OLEH:
RAFAEL VEDERICO
5103022018

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2026

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi dengan judul **"PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL LEVEL AIR BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN PENGENDALI PID"** ini sepenuhnya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali jika dinyatakan dalam teks. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa laporan kerja praktik ini adalah hasil karya orang lain, saya menyadari dan menerima konsekuensi bahwa laporan ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 23 Juni 2026

Mahasiswa,



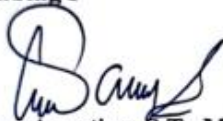
Rafael
Rafael Vederico

NRP. 5103022018

LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah skripsi berjudul **PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL LEVEL AIR BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN PENGENDALI PID** yang ditulis oleh **Rafael Vederico/5103022018** telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke tim penguji.

Pembimbing I



Ir. Lanny Agustine, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.

NIK. 511.02.0538

Pembimbing II



Ir. Yuliati, S.Si., M.T., IPU., ASEAN Eng.

NIK. 511.99.0402

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh **Rafael Vederico / 5103022018** dengan judul **PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL LEVEL AIR BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN PENGENDALI PID** telah disetujui pada tanggal 1 Juli 2026 dan dinyatakan LULUS

Ketua Penguji



Ir. Hartono Pranoto, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng., ACPE.

NIK. 511.94.0218

Mengetahui,



Prof. Dr. Felicia Fidi Sostaredio,

S.T., M.Phil., Ph.D., IPU.,

ASEAN Eng.

NIK. 521.99.0391



Ir. Yulianti, S.Sc., M.T., IPU.,

ASEAN Eng.

NIK. 511.99.0402

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Rafael Vederico

NRP : 5103022018

Menyetujui Skripsi/Karya Ilmiah saya, dengan judul **"PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL LEVEL AIR BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN PENGENDALI PID"** untuk dipublikasikan / ditampilkan di Internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 23 Juni 2026

Mahasiswa,



Rafael Vederico

NRP. 5103022018

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
DAFTAR ISI	v
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.2.1 Rumusan Masalah.....	4
1.2.2 Batasan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Relevansi	7
1.6 Metodologi	8
1.7 Sistematika Penulisan	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Sistem Kontrol Level Air.....	13

2.2 Konsep Sistem Kontrol Tertutup (<i>Closed Loop System</i>)	15
2.3 Pengendali PID	17
2.4 Arduino Sebagai Kontroler	22
2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04	24
2.6 Pompa DC 12 V	27
2.7 Modul MOSFET IRF520.....	28
2.8 Relay 1 <i>Channel</i>	30
2.9 LCD I2C.....	32
2.10 <i>Push Button</i>	33
2.11 Solenoid Valve	34
2.12 <i>Power supply</i>	35
2.13 <i>Buck Converter</i> LM2596	36
2.14 Dioda <i>Flyback</i> dan Kapasitor Peredam Noise pada Beban Induktif	37
BAB III PERANCANGAN ALAT	41
3.1 Diagram Blok Sistem	41
3.2 Desain Mekanik	43
3.2.1 Rangka Sistem.....	44
3.2.2 Tangki dan <i>Reservoir</i>	45
3.2.3 Sistem Perpipaian	46
3.2.4 Jalur Aliran Air	46
3.3 Desain Elektrikal.....	47
3.3.1 <i>Wiring</i> Sistem.....	50
3.3.2 Tabel Interkoneksi Pin.....	51
3.3.3 Distribusi <i>Power supply</i>	52
3.4 Desain Pengukuran Level Air	53
3.4.1 Perhitungan Jarak	53

3.4.2 Konversi Volume.....	55
3.4.3 Contoh Perhitungan Konversi Data Sensor menjadi Volume Air	56
3.5 Desain <i>Software</i>	58
3.5.1 <i>Flowchart</i> Sistem.....	58
3.5.2 Algoritma Program	61
3.5.3 Implementasi Pengendali PID	62
BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT	65
4.1 Pengukuran Komponen Sistem Tanpa Kendali PID	65
4.1.1 Pengukuran <i>Power Supply</i>	65
4.1.2 Pengukuran Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	68
4.1.3 Hubungan Level Air dan Volume Air	71
4.1.4 Pengukuran Pompa DC.....	72
4.2 Pengujian Sistem Tanpa Kendali PID	74
4.3 Pengujian Sistem dengan Pengendali PID	78
4.3.1 Pengujian <i>Tuning</i> Parameter PID.....	79
4.3.2 Pemilihan Parameter PID Terbaik.....	85
4.3.3 Analisis Pengaruh Parameter PID terhadap Respon Sistem	87
4.3.4 Analisis Respon Sistem Menggunakan Parameter $K_p = 20$, $K_i = 0.05$, dan $K_d = 0.1$	88
4.3.5 Analisis Osilasi pada Grafik	90
4.3.6 Analisis <i>Steady State Error</i>	91
4.4 Pengujian dan Analisis Pengendali PID dengan Gangguan <i>Valve</i>	93
4.5 Perbandingan Sistem Tanpa PID dan Dengan PID terhadap Gangguan <i>Valve</i>	98
BAB V KESIMPULAN.....	101

DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN A FOTO ALAT YANG DIRANCANG	107
LAMPIRAN B HASIL PENGUJIAN KINERJA SENSOR HC-SR04	108
LAMPIRAN C LISTING PROGRAM SISTEM KOTROL TANPA PID.....	109
LAMPIRAN D LISTING PROGRAM SISTEM KOTROL DENGAN PID	116
LAMPIRAN E HASIL CEK SIMILARITAS (TURNITIN)	123

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan baik yang berjudul **“PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL LEVEL AIR BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN PENGENDALI PID”**. Laporan skripsi ini merupakan salah satu mata kuliah pada program studi Teknik Elektro yang menjadi syarat kelulusan untuk menyelesaikan studi.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Lanny Agustine, ST., MT., IPU., ASEAN Eng. Selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar membimbing dalam proses penyusunan laporan ini.
2. Ir. Yuliati, S.Si., MT., IPU., ASEAN Eng. Selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar membimbing dalam proses penyusunan laporan ini.
3. Ir. Hartono Pranjoto, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng., ACPE. Selaku Kepala Laboratorium instrumentasi yang telah memfasilitasi serta memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam mengerjakan skripsi.
4. Ir. Andrew Joewono, ST., MT., IPU., ASEAN Eng., APEC Eng. Selaku Kepala Laboratorium mekanik yang telah memfasilitasi serta memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam mengerjakan skripsi.

5. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2022 Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
6. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dengan tulus dan ikhlas memberikan motivasi dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.

Demikian skripsi ini disusun. Penulis mohon maaf jika ada kesalahan atau kekurangan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 23 Juni 2025



Penulis

ABSTRAK

Pengendalian level air merupakan salah satu aspek penting dalam sistem otomasi yang membutuhkan kestabilan dan akurasi tinggi. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan sistem kontrol level air berbasis Arduino menggunakan pengendali *Proportional-Integral-Derivative* (PID). Sistem terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor level air, pompa DC sebagai aktuator, dan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Penentuan parameter PID dilakukan menggunakan metode *trial and error* berdasarkan karakteristik respon transien sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa parameter terbaik diperoleh pada $K_p = 20$, $K_i = 0,05$, dan $K_d = 0,1$. Pada kondisi tersebut, sistem menghasilkan *rise time* sebesar 434,87 detik, *settling time* sebesar 497,44 detik, *overshoot* sebesar 2,89%, dan *steady-state error* sebesar 2,33% pada *setpoint* 9 liter. Pengujian gangguan dilakukan dengan membuka *valve* pada sisi keluaran tangki. Sistem PID mampu mengembalikan level air menuju kondisi tunak dengan *recovery time* masing-masing sebesar 20 detik, 70 detik, dan 90 detik. Selain itu, dibandingkan sistem tanpa PID yang memiliki *settling time* 1029,59 detik, sistem PID menunjukkan kemampuan pemulihan dan kestabilan yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendali PID efektif dalam mempertahankan level air di sekitar *setpoint* serta meningkatkan ketahanan sistem terhadap gangguan eksternal.

Kata Kunci: Kontrol Level Air, PID, Arduino, Sistem *Closed-Loop*, Gangguan *Valve*.

ABSTRACT

Water level control is an important aspect of automation systems that requires high stability and accuracy. This study aims to design and implement an Arduino-based water level control system using a Proportional-Integral-Derivative (PID) controller. The system consists of an HC-SR04 ultrasonic sensor for water level measurement, a DC pump as the actuator, and an Arduino Uno as the main controller. PID parameters were determined using the trial-and-error method based on transient response characteristics. Experimental results show that the best performance was achieved with $K_p = 20$, $K_i = 0.05$, and $K_d = 0.1$. Under these parameters, the system obtained a rise time of 434.87 seconds, a settling time of 497.44 seconds, an overshoot of 2.89%, and a steady-state error of 2.33% at a 9-liter setpoint. Disturbance testing was conducted by opening a valve at the tank outlet. The PID controller successfully restored the water level to steady-state conditions with recovery times of 20 seconds, 70 seconds, and 90 seconds. Compared with the system without PID, which had a settling time of 1029.59 seconds, the PID-controlled system demonstrated better stability and disturbance rejection capability. The results indicate that the implemented PID controller effectively maintains the water level near the setpoint and improves system robustness against external disturbances.

Keywords: Water Level Control, PID Controller, Arduino, Closed-Loop System, Valve Disturbance.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok Diagram Sistem Kontrol Tertutup.....	16
Gambar 2.2	Diagram Blok Pengendali PID.....	18
Gambar 2.3	Arduino UNO	23
Gambar 2.4	<i>Pinout</i> Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	26
Gambar 2.5	Pompa DC 12V.....	27
Gambar 2.6	<i>Pinout</i> Modul MOSFET IRF 520.....	28
Gambar 2.7	IC IRF520	30
Gambar 2.8	<i>Pinout</i> Relay 1 <i>Channel</i>	30
Gambar 2.9	Prinsip Kerja Relay pada Kondisi <i>De-Energized</i> dan <i>Energized</i>	32
Gambar 2.10	<i>Pinout</i> LCD 16x2 I2C.....	32
Gambar 2.11	<i>Push Button</i>	34
Gambar 2.12	Solenoid <i>Valve</i>	34
Gambar 2.13	<i>Power supply</i>	35
Gambar 2.14	<i>Buck Converter</i> LM2596.....	36
Gambar 2.15	Rangkaian Dioda <i>Flyback</i> pada Beban Induktif.....	38
Gambar 2.16	Pemasangan Kapasitor Peredam <i>Noise</i> pada Motor DC	39
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem	41
Gambar 3.2	Gambar Desain Mekanik Alat.....	44
Gambar 3.3	<i>Wiring Diagram</i> Sistem.....	48
Gambar 3.4	Pemasangan Dioda <i>Flyback</i> dan Kapasitor Keramik pada Pompa DC	50
Gambar 3.5	<i>Flowchart</i> Sistem	59
Gambar 4.1	Hasil pengujian kinerja sensor HC-SR04 pada tampilan <i>serial</i> <i>monitor</i>	70

Gambar 4.2 Grafik Respon Sistem Tanpa PID terhadap Gangguan *Valve*.. 75

Gambar 4.3 Hasil Respon Sistem tanpa PID 76

Gambar 4.4 Respon Sistem Pengendalian Level Air Menggunakan $K_p = 20, K_i = 0$, dan $K_d = 0,1$ 88

Gambar 4.5 Hasil Respon Transien pada MATLAB..... 89

Gambar 4.6 Grafik Respon Sistem PID dengan Gangguan *Valve*..... 95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04	25
Tabel 2.2	Keterangan <i>Pinout</i> Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	26
Tabel 2.3	Spesifikasi Pompa DC 12 V	28
Tabel 2.4	Keterangan <i>Pinout</i> Modul MOSFET IRF520	29
Tabel 2.5	Spesifikasi Modul MOSFET IRF520.....	29
Tabel 2.6	Keterangan <i>Pinout</i> Relay 1 <i>Channel</i>	31
Tabel 2.7	Spesifikasi Relay 1 <i>Channel</i>	31
Tabel 2.8	Keterangan <i>Pinout</i> LCD 12x2 LCD.....	33
Tabel 2.9	Spesifikasi LCD 16x2	33
Tabel 2.10	Spesifikasi Solenoid <i>Valve</i>	35
Tabel 2.11	Keterangan <i>Pinout Buck Converter</i> LM2596.....	36
Tabel 2.12	Spesifikasi <i>Buck Converter</i> LM2596	37
Tabel 3.1	Interkoneksi Pin Sistem.....	51
Tabel 3.2	Distribusi Sistem <i>Power supply</i>	53
Tabel 4.1	Tabel Pengukuran Tegangan <i>Power Supply</i>	66
Tabel 4.2	Tabel Analisis Penurunan Tegangan.....	67
Tabel 4.3	Tabel Pengukuran Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	69
Tabel 4.4	Tabel Pengujian Pompa DC.....	73
Tabel 4.5	Data Gangguan <i>Valve</i> Tanpa Kendali PID.....	75
Tabel 4.6	Hasil Respon Sistem Tanpa Kendali PID	76
Tabel 4.7	Tabel Pengambilan Data Parameter PID.....	80
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Pengendali PID dengan Gangguan <i>Valve</i>	93
Tabel 4.9	<i>Recovery Time</i> Sistem terhadap Gangguan <i>Valve</i>	97
Tabel 4.10	Perbandingan Respon Sistem terhadap Gangguan <i>Valve</i>	100