

**SISTEM *ADAPTIVE* PENGUKURAN LEVEL AIR
MENGUNAKAN METODE PID**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika**

Oleh:

NABILA RAHMADANI

062330320602

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM ADAPTIVE PENGUKURAN LEVEL AIR MENGUNAKAN METODE PID



LAPORAN AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh:

NABILA RAHMADANI

062330320602

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Dosen Pembimbing II

Dr. Nyayu Latifah Husni, S.T., M.T.
NIP. 197605032001122002

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
DIII Teknik Elektronika

Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.
NIP. 197508162001121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabila Rahmadani

NPM : 062330320602

Judul Laporan Akhir : Sistem *Adaptive* Pengukuran Level Air Menggunakan Metode PID

Dengan ini, saya menyatakan bahwa Laporan Akhir yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri dengan bimbingan dan arahan dari Pembimbing I dan Pembimbing II, akan tetapi terkhusus pada BAB II Tinjauan Pustaka ada beberapa referensi sumber yang sudah saya cantumkan. Saya menyadari sepenuhnya bahwa segala bentuk ketidakorisinalan dalam Laporan Akhir ini adalah tanggung jawab saya. Jika dikemudian hari ditemukan adanya bagian-bagian yang tidak orisinal, saya siap menerima segala konsekuensi yang diterapkan oleh instansi Pendidikan terkait.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan kejujuran, tanpa adanya manipulasi atau paksaan dari pihak manapun. Saya memahami pentingnya integritas akademik dan berkomitmen untuk menjunjung tinggi nilai-nilai tersebut dalam setiap karya tulis yang saya hasilkan.



Palembang, Juli 2026



Nabila Rahmadani

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi dan tidak ada mimpi yang patut diremehkan.
Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah dengan selayaknya yang
kau harapkan”

-Maudy Ayunda-

“Gonna fight and don’t stop, until you are proud”

PERSEMBAHAN:

Dengan penuh rasa syukur,

Penulis mempersembahkan karya tulis berupa Laporan Akhir ini kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Kesehatan dan kekuatan kepada saya untuk dapat menyelesaikan Pendidikan selama kurang lebih tiga tahun ini dengan penuh perjuangan.
2. Kedua orang tuaku. Ayah dan bunda, terima kasih tiada terhingga penulis sampaikan atas segala cinta kasih, arahan, dukungan dan apapun yang telah diberikan. Terima kasih atas segala doa dan ridho yang selalu mengiringi langkah penulis dalam mewujudkan mimpi.
3. Abang kandung penulis, yang melalui kebersamaan, perhatian, serta kasih sayang yang tulus telah menghadirkan kekuatan dan keteguhan bagi penulis dalam melewati berbagai proses hingga sampai pada tahap ini.
4. Dosen pembimbing penulis, Bapak Dr.Ir.Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. Dan Ibu Dr. Nyayu Latifah Husni, S.T., M.T., atas bimbingan, kesabaran, arahan serta ilmu yang berharga selama proses penyusunan Laporan Akhir ini.
5. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri, Nabila Rahmadani. Terima kasih karena telah bertahan hingga sejauh ini

dan tidak memilih menyerah, meski perjalanan ini dipenuhi keraguan, kegagalan, dan rasa lelah. Terima kasih karena tetap melangkah, terus belajar, dan percaya bahwa setiap proses akan membawa pada tujuan yang terbaik. Perjuangan ini menjadi bukti bahwa dengan keberanian, kesabaran, dan doa, tidak ada usaha yang benar-benar sia-sia. Semoga setiap langkah yang telah ditempuh menjadi awal dari perjalanan yang lebih indah di masa depan.

ABSTRAK

SISTEM *ADAPTIVE* PENGUKURAN LEVEL AIR MENGGUNAKAN METODE PID

(2026: xxii + 82 halaman + 41 Daftar Pustaka + Lampiran)

NABILA RAHMADANI

062330320602

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTRONIKA

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Sistem pengendalian level air yang akurat dan adaptif merupakan aspek penting dalam menjaga kestabilan proses pada sistem penyimpanan cairan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pengukuran level air adaptif berbasis ESP32 pada sistem dua tangki menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, pengendali PID *Adaptive* untuk proses pengisian, serta kendali *on/off* untuk proses pengosongan. Kajian pustaka meliputi teori sistem kendali, sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, algoritma PID *Adaptive*, dan metode kendali *on/off* sebagai dasar perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki rata-rata pengukuran sebesar 2,41% pada Tangki 1 dan 0,85% pada Tangki 2. Pengendali PID *Adaptive* mampu menyesuaikan parameter K_p , K_i , dan K_d secara otomatis sesuai perubahan error sehingga menghasilkan *rise time* 78 detik, *settling time* 122 detik, dan *maximum overshoot* 5,25% pada pengujian awal. Dibandingkan PID *Fixed*, PID *Adaptive* memberikan respons awal yang lebih cepat meskipun menghasilkan *overshoot* yang lebih besar, sedangkan PID *Fixed* memberikan respons yang lebih stabil. Selain itu, kendali *on/off* pada proses pengosongan mampu menurunkan level air secara konsisten hingga *setpoint* minimum. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dirancang mampu mengendalikan proses pengisian dan pengosongan level air secara adaptif dan efektif.

Kata kunci: ESP32; PID *Adaptive*; sensor ultrasonik; pengendalian level air; sistem dua tangki.

ABSTRACT

ADAPTIVE WATER LEVEL MEASUREMENT SYSTEM USING THE ADAPTIVE PID METHOD

(2026: xxii + 82 Pages + 41 References + Appendices)

NABILA RAHMADANI

062330320602

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

DIII ELECTRONICS ENGINEERING STUDY PROGRAM

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

Accurate and adaptive water level control is an essential aspect of maintaining process stability in liquid storage systems. This study aims to design and implement an ESP32-based adaptive water level measurement system for a dual-tank system using the HC-SR04 ultrasonic sensor, an Adaptive PID controller for the filling process, and an on/off controller for the draining process. The theoretical framework includes control system theory, ultrasonic sensors, the ESP32 microcontroller, the Adaptive PID algorithm, and the on/off control method as the basis for the hardware and software design. The experimental results show that the ultrasonic sensor achieved average measurement errors of 2.41% for Tank 1 and 0.85% for Tank 2. The Adaptive PID controller automatically adjusted the K_p , K_i , and K_d parameters according to changes in the control error, resulting in a rise time of 78 seconds, a settling time of 122 seconds, and a maximum overshoot of 5.25% during the initial test. Compared with the Fixed PID controller, the Adaptive PID provided a faster initial response despite producing a higher overshoot, whereas the Fixed PID exhibited a more stable response. In addition, the on/off controller consistently reduced the water level to the minimum setpoint during the draining process. Based on the experimental results, the proposed system was able to control both the filling and draining processes adaptively and effectively.

Keywords: *ESP32; Adaptive PID; ultrasonic sensor; water level control; dual-tank system.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan Syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir dengan baik dan tepat pada waktunya. Laporan Akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika, dengan judul “**SISTEM *ADAPTIVE* PENGUKURAN LEVEL AIR MENGGUNAKAN METODE PID**”.

Proses penulisan Laporan Akhir ini dapat berjalan dengan lancar berkat bimbingan, arahan, dan petunjuk dari berbagai pihak, mulai dari tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya Laporan Akhir ini, maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.** selaku **Dosen Pembimbing I**
2. Ibu **Dr. Nyayu Latifah Husni, S.T., M.T.** selaku **Dosen Pembimbing II**

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga Laporan Akhir ini dapat diselesaikan dengan ketentuan yang telah ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T.I., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom., selaku Koordinator Program Studi D-III Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Kedua Orang Tua dan Kakak penulis yang telah mendukung serta mendoakan selama penyusunan Proposal Laporan Akhir.
6. Teman-teman seperjuangan EA'23.

7. Serta seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Akhir.

Penulis menyadari dalam penulisan ataupun pembahasan dalam Laporan Akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan laporan akhir ini. Demikian laporan akhir ini disusun, semoga memberikan manfaat untuk kita semua, khususnya untuk saya mahasiswa pada Jurusan Teknik Elektro, Program Studi DIII Elektronika, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.4.1 Tujuan	4
1.4.2 Manfaat	5
1.5 Metode Penulisan	5
1.5.1 Studi Kepustakaan	5
1.5.2 Perancangan <i>Hardware</i>	5
1.5.3 Perancangan <i>Software</i>	5
1.5.4 Pengujian Sistem.....	6
1.5.5 Analisa	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Mikrokontroler	8
2.1.1 NodeMCU ESP32.....	8
2.1.2 Fitur PWM pada ESP32.....	10
2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04	10

2.2.1 Prinsip Kerja Sensor HC-SR04.....	12
2.2.2 Spesifikasi HC-SR04	13
2.3 Driver Motor L298N	14
2.4 Modul <i>Step-Down</i> LM2596.....	15
2.5 <i>Solenoid Valve</i>	16
2.6 <i>Relay</i>	17
2.7 Pompa Air.....	18
2.8 Sistem Kontrol.....	20
2.8.1 Sistem Kontrol Terbuka (<i>Open-Loop Control System</i>).....	20
2.8.2 Sistem Kontrol Tertutup (<i>Close Loop System</i>).....	21
2.9 <i>PID Controller</i>	22
2.9.1 Fungsi Komponen PID	26
2.9.2 Parameter Performa Sistem PID	27
2.9.3 Metode Tuning Parameter PID	29
2.9.4 PID Adaptif.....	30
2.10 Sistem Level Air pada Akuarium	33
2.10.1 Model Matematika Plant Tangki.....	33
BAB III RANCANG BANGUN	34
3.1 Tujuan Perancangan	34
3.2 Perancangan Sistem.....	36
3.3 Perancangan <i>Hardware</i>	37
3.3.1 Perancangan Elektrikal	38
3.3.2 Perancangan Mekanik.....	41
3.4 Perancangan <i>Software</i>	43
3.5 Diagram Blok Sistem	45
3.6 <i>Flowchart</i> Sitem.....	47
BAB IV PEMBAHASAN.....	50
4.1 Diagram Sistem Kendali	50
4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik	51
4.3 Pengujian Pompa Air dan Valve	53
4.3.1 Pengujian Tahap Pengisian	53

4.3.2 Pengujian Tahap Pengosongan	53
4.4 Pengujian Sistem Pengisian (Non-PID)	54
4.4.1 Pengujian Siklus Pertama	55
4.4.2 Pengujian Siklus Kedua	56
4.5 Pengujian Sistem Menggunakan PID Fixed.....	58
4.5.1 Pengujian PID Fixed Siklus Pertama.....	59
4.5.2 Pengujian PID Fixed Siklus Kedua	62
4.6 Pengujian Sistem Menggunakan Pid <i>Adaptive</i>	66
4.6.1 Pengujian PID Adaptive Siklus Pertama	66
4.6.2 Pengujian Proses Pengosongan.....	70
4.6.3 Pengujian PID <i>Adaptive</i> Siklus Kedua	72
4.6.4 Pengujian Kedua PID Adaptive Siklus Pertama	75
4.6.5 Pengujian Proses Pengosongan.....	77
4.6.6 Pengujian Kedua PID Adaptive Siklus Kedua.....	79
BAB V PENUTUP	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA.....	xvii
LAMPIRAN.....	- 0 -

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	NodeMCU ESP32 [11]	9
Gambar 2. 2	Sensor Ultrasonik HS-SR04 [14].....	10
Gambar 2. 3	Rangkaian Transmitter [15]	11
Gambar 2. 4	Rangkaian Receiver [15]	12
Gambar 2. 5	Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik [16].....	13
Gambar 2. 6	Driver Motor L298N.....	14
Gambar 2. 7	Modul Step-down LM2596	16
Gambar 2. 8	Solenoid Valve	17
Gambar 2. 9	(a) Relay Module	18
Gambar 2. 10	Struktur relay	18
Gambar 2. 11	Pompa Air DC.....	19
Gambar 2. 12	Sistem Kontrol Terbuka	21
Gambar 2. 13	Blok Diagram Close Loop [29]	22
Gambar 2. 14	Diagram blok sistem kendali PID [1]	23
Gambar 2. 15	Grafik respon sistem PID [1].....	24
Gambar 3. 1	Flowchart Perancangan.....	35
Gambar 3. 2	Wiring Diagram Sistem Adaptive Pengukuran Level Air	39
Gambar 3. 3	Schematic Rangkaian.....	40
Gambar 3. 4	Desain 3D Alat.....	42
Gambar 3. 5	Ukuran Alat.....	43
Gambar 3. 6	Diagram Blok Sistem.....	45
Gambar 3. 7	Flowchart Sistem	47
Gambar 4. 1	Diagram Sistem Kendali Proses Pengisian.....	50
Gambar 4. 2	Diagram Kendali On/Off pada Proses Pengosongan.....	51
Gambar 4. 3	Grafik Respon Sistem	56
Gambar 4. 4	Grafik Respon Sistem	57
Gambar 4. 5	Grafik Respon Sistem (PID Fixed).....	60
Gambar 4. 6	Grafik Respon Sistem (PID Fixed) Siklus Kedua	63
Gambar 4. 7	Grafik Respon Sistem Level Air terhadap Waktu.....	68

Gambar 4. 8	Grafik Respon Sistem Pengosongan.....	71
Gambar 4. 9	Grafik Respon Sistem Level Air terhadap Waktu.....	73
Gambar 4. 10	Grafik Respon Sistem Level Air Terhadap Waktu.....	76
Gambar 4. 11	Grafik Respon Sistem Pengosongan.....	78
Gambar 4. 12	Grafik Respon Sistem Level Air Siklus Kedua	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Spesifikasi NodeMCU ESP32 [13]	9
Tabel 2. 2	Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 [14].....	13
Tabel 2. 3	Spesifikasi L298N	15
Tabel 2. 4	Hubungan pengontrolan motor DC melalui L298N [19]	15
Tabel 2. 5	Spesifikasi Modul Step-Down LM2596.....	16
Tabel 2. 6	Karakteristik Respon Parameter PID terhadap Respon Sistem [1]	24
Tabel 2. 7	Spesifikasi Respon Sistem [1]	25
Tabel 4. 1	Pengujian Sensor Ultrasonik Tangki 1.....	51
Tabel 4. 2	Pengujian Sensor Ultrasonik Tangki 2.....	52
Tabel 4. 3	Hasil Pengujian Tahap Pengisian.....	53
Tabel 4. 4	Hasil Pengujian Tahap Pengosongan	54
Tabel 4. 5	Pengujian Siklus Pertama Tanpa PID	55
Tabel 4. 6	Pengujian Siklus Kedua Tanpa PID.....	57
Tabel 4. 7	Pengujian Siklus Pertama dengan PID Fixed	59
Tabel 4. 8	Pengujian Siklus Kedua dengan PID Fixed.....	63
Tabel 4. 9	Pengujian 1 pada Siklus Pertama dengan PID Adaptive	66
Tabel 4. 10	Hasil Pengujian Selama Proses Pengosongan	70
Tabel 4. 11	Pengujian 1 pada Siklus Kedua dengan PID Adaptive	72
Tabel 4. 12	Pengujian 2 pada Siklus Pertama dengan PID Adaptive	75
Tabel 4. 13	Hasil Pengujian Selama Proses Pengosongan	77
Tabel 4. 14	Pengujian 2 pada Siklus Kedua dengan PID Adaptive	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir (LA)	- 1 -
Lampiran 2 Lembar Pengajuan Judul Laporan Akhir (LA)	- 2 -
Lampiran 3 Lembar Pengesahan Judul Laporan Akhir	- 3 -
Lampiran 4 Lembar Konsultasi Laporan Akhir Pembimbing I.....	- 4 -
Lampiran 5 Lembar Konsultasi Laporan Akhir Pembimbing II	- 5 -
Lampiran 6 Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir (LA).....	- 6 -
Lampiran 7 Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir (LA).....	- 7 -
Lampiran 8 Dokumentasi Pembuatan Alat dan Pengambilan Data	- 8 -
Lampiran 9 Program Alat	- 11 -