



**SISTEM PENGENDALIAN TEKANAN AIR PIPA SALURAN DISTRIBUSI  
AIR BERSIH MENGGUNAKAN SISTEM KENDALI PID PADA PDAM  
TIRTA GIRI NATA KOTA CIREBON DENGAN SISTEM DATA LOGGER**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program  
Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi**

**Disusun Oleh :**

**SEPTIAN WILDAN MAKARIM MARTIN**

**40040317640009**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA**

**OTOMASI**

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**SISTEM PENGENDALIAN TEKANAN AIR PIPA SALURAN DISTRIBUSI  
AIR BERSIH MENGGUNAKAN SISTEM KENDALI PID PADA PDAM  
TIRTA GIRI NATA KOTA CIREBON DENGAN SISTEM DATA LOGGER**

Diajukan oleh :

Septian Wildan Makarim Martin

40040317640009

Telah dilakukan pembimbingan dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian tugas akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Menyetujui,  
Dosen pembimbing tugas akhir

Tanggal: 1 Februari 2023

Dista Yoel Tadeus, S.T, M.T.  
NIP. 198812282015041002

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro

Tanggal: 1 Februari 2023

Priyo Sasmoko, ST, M.Eng  
NIP. 197009161998021001

**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**SISTEM PENGENDALIAN TEKANAN AIR PIPA SALURAN DISTRIBUSI  
AIR BERSIH MENGGUNAKAN SISTEM KENDALI PID PADA PDAM  
TIRTA GIRI NATA KOTA CIREBON DENGAN SISTEM DATA LOGGER**

**Disusun Oleh :**

Septian Wildan Makarim Martin  
40040317640009

**Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji  
Pada tanggal 7 Juni 2023**

**Tim Penguji,  
Ketua Penguji/Pembimbing**

Dista Yoel Tadeus, S.T, M.T.  
NIP. 198812282015041002

Penguji I

Penguji II

Dr. Jatmiko Endro Suseno, Msi  
NIP. 197211211998021001

Drs. Eko Ariyanto, MT  
NIP. 196004051986021001

Mengetahui  
Ketua Program Studi Sarjana Terapan (S.Tr.)  
Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri  
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Priyo Sasmoko, ST, M.Eng  
NIP. 197009161998021001

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak Mari, S.Ap dan Almh. Ibu Siti Hayatin, S.Ag, Ibu Dwi Retnoningrum, S.Pd, M.Pd yang tak henti-hentinya berdo'a dan memberikan dukungan untuk anak-anaknya.
2. Muhammad Yunus Amir atas kesabaran dan kesediaannya untuk membantu dan belajar bersama dalam penelitian tugas akhir hingga tugas akhir ini selesai diketikkan.
3. Orang-orang terdekat dan teman-teman yang tidak bisa ditulis satu persatu namanya, yang telah memberikan dukungan dalam bentuk moril maupun materiil.
4. Para akademisi yang harus akan ilmu pengetahuan dan teknologi.
5. *I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having noo days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for always being a giver and trying to give more than I receive. I wanna thank me for trying do more right than wrong. I wanna thank me for just being me all the time.*

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan nikmat kepada makhluk-Nya dan atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“SISTEM PENGENDALIAN TEKANAN AIR PIPA SALURAN DISTRIBUSI AIR BERSIH MENGGUNAKAN SISTEM KENDALI PID PADA PDAM TIRTA GIRI NATA KOTA CIREBON DENGAN SISTEM DATA LOGGER”** yang dilaksanakan di PDAM Tirta Giri Nata Kota Cirebon.

Terselesaikannya laporan ini juga tak luput dari dukungan serta peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi
2. Bapak Much. Azam, M.Si. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Ramdhan Laksana, ST selaku kepala sub seksi pengelolaan aset bagian umum dan pembimbing lapangan PDAM Tirta Giri Nata yang telah sabar membimbing dan membagikan ilmunya kepada penulis.
4. Bapak Dista Yoel Tadeus, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah sabar membimbing penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Orang-orang terdekat dan teman-teman yang tidak bisa dituliskan satu persatu namanya yang telah memberikan dukungan dalam bentuk moril maupun materil.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik maupun saran sebagai bahan evaluasi. Demikian laporan Tugas Akhir ini ini penulis persembahkan dengan harapan dapat bermanfaat dalam akademik baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca.

Semarang, 9 Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
LAPORAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LAPORAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
BAB I 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Pembahasan .....	3
BAB II DASAR TEORI .....	5
2.1 Teori Dasar Fluida.....	5
2.2 Air.....	5
2.3 Sistem Pendistribusian Air .....	6
2.4 Sistem Kontrol.....	8
2.5 Sistem Kontrol PID .....	9
2.5.1 Kontrol Proporsional.....	11
2.5.2 Kontrol Integral .....	11

2.5.3 Kontrol Derivatif .....	12
2.6 Penalaan Pengendali PID .....	12
2.7 Sensor .....	14
2.7.1 Sensor Tekanan Air.....	16
2.8 Analog Digital Converter .....	17
2.9 Motor Servo.....	20
2.10 Pulse Width Modulation (PWM) .....	24
2.11 NodeMCU ESP8266 .....	25
2.12 Power supply .....	28
2.13 <i>Stepdown</i> LM2596 .....	29
2.14 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) dengan module I2C .....	30
2.14.1 Modul I2C (Inter Integrated Circuit).....	31
2.15 RTC DS3231 .....	34
2.16 SD Card Module.....	36
2.17 Data Logger .....	37
2.18 Thingspeak .....	38
2.19 Arduino IDE .....	38
2.20 EPANET .....	39
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>41</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	41
3.1.1 Tempat Penelitian.....	41
3.1.2 Waktu Penelitian .....	41
3.2 Perangkat yang digunakan.....	41
3.2.1 Alat Penelitian.....	41
3.2.2 Bahan Penelitian.....	41
3.3 Diagram Alur Penelitian.....	44
3.4 Alur Sistem Penyediaan Air Minum .....	46
3.4.1 Sistem Produksi .....	46
3.4.2 Sistem Transmisi .....	53

3.4.3 Sistem Distribusi .....	55
3.5 Deskripsi Sistem dan Cara Kerja.....	57
3.6 Prosedur Penelitian.....	58
3.6.1 Rangkaian Sistem.....	59
3.6.2 Perancangan Rangkaian Elektronika.....	60
3.6.3 Diagram Blok .....	62
3.6.4 Perancangan <i>Software</i> .....	64
3.6.4.1 Diagram Alir Sistem (Flowchart).....	64
3.6.4.2 Perancangan program pada mikrokontroler .....	66
3.6.5 Perancangan <i>Hardware</i> .....	79
3.6.6 Perancangan Platform Thingspeak.....	83
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>87</b>
4.1 Pengujian Sensor dan Driver .....	87
4.1.1 Pengujian Power Supply .....	87
4.1.2 Pengujian Modul Stepdown LM2596 .....	88
4.1.3 Pengujian Servo valve.....	89
4.1.4 Pengujian Sensor Tekanan Air.....	91
4.1.5 Pengujian LCD.....	94
4.1.6 Pengujian RTC DS3231 .....	95
4.1.7 Pengujian SD Card Modul .....	95
4.1.8 Pengujian Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk mengirim data ke platform thingspeak.....	97
4.2 Pengujian Respon Sistem .....	98
4.2.1 Pengujian respon sistem dengan kran terbuka semua .....	98
4.2.2 Pengujian respon sistem dengan kran terbuka 90 derajat.....	98
4.2.3 Pengujian respon sistem dengan set point tetap .....	100
4.2.4 Pengujian Respon Sistem dengan Set Point Dinaikkan .....	101
4.2.5 Pengujian Respon Sistem Dengan Gangguan .....	103
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>110</b>



5.1 Kesimpulan.....	110
5.2 Saran.....	110
DAFTAR PUSTAKA .....	111
LAMPIRAN.....	113

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2 1.</b> Sistem kontrol loop terbuka.....	8
<b>Gambar 2 2.</b> Sistem kontrol loop tertutup .....	9
<b>Gambar 2 3.</b> Diagram blok PID.....	10
<b>Gambar 2 4.</b> Blok diagram kontrol proporsional.....	11
<b>Gambar 2 5.</b> Blok diagram kontrol integral.....	12
<b>Gambar 2 6.</b> Blok diagram kontrol derivative.....	12
<b>Gambar 2 7.</b> Kurva tanggapan berbentuk S [13].....	13
<b>Gambar 2 8.</b> Bentuk sensor tekanan .....	16
<b>Gambar 2 9.</b> Modul ADS1115.....	19
<b>Gambar 2 10.</b> Input dan Output.....	20
<b>Gambar 2 11.</b> Motor servo tower pro MG996r [15].....	21
<b>Gambar 2 12.</b> Bentuk sinyal masukan kontrol motor servo .....	22
<b>Gambar 2 13.</b> Bagian-bagian pulse width modulation (PWM).....	24
<b>Gambar 2 14.</b> Bentuk NodeMCU ESP8266 .....	26
<b>Gambar 2 15.</b> Pin out NodeMCU ESP8266 .....	27
<b>Gambar 2 16.</b> Modul power supply 12 V 5 A .....	28
<b>Gambar 2 17.</b> Step down LM2596 .....	30
<b>Gambar 2 18.</b> LCD 16x2 dengan modul I2C.....	31
<b>Gambar 2 19.</b> Modul I2C.....	32
<b>Gambar 2 20.</b> Menghubungkan modul I2C dengan LCD .....	34
<b>Gambar 2 21.</b> RTC DS3231 .....	35
<b>Gambar 2 22.</b> SD Card Module.....	36
<b>Gambar 2 23.</b> Koneksi kartu SD dengan mode SPI .....	37
<b>Gambar 2 24.</b> Platform Thingspeak.....	38
<b>Gambar 2 25.</b> Halaman Arduino IDE.....	39
<b>Gambar 3 1.</b> Diagram alur penelitian .....	44
<b>Gambar 3 2.</b> Alur Sistem Penyediaan Air Minum PDAM Tirta Giri Nata Kota Cirebon .....	46
<b>Gambar 3 3.</b> Pintu sumber air I (Tunnel/Terowongan penampung air) .....	47
<b>Gambar 3 4.</b> Penampang terowongan (tunnel) sumber air Paniis .....	47
<b>Gambar 3 5.</b> Sumur pengumpul Paniis.....	48
<b>Gambar 3 6.</b> Teknis sumur pengumpul Paniis.....	49
<b>Gambar 3 7.</b> Instalasi pengolahan IPA Paniis .....	50
<b>Gambar 3 8.</b> Skema instalasi pengolahan air (IPA) Plangon .....	52

<b>Gambar 3 9.</b> Instalasi pengolahan air (IPA) Plangon .....	53
<b>Gambar 3 10.</b> Reservoir pada sistem distribusi .....	57
<b>Gambar 3 11.</b> Wiring alat pengendalian tekanan air pada pipa saluran distribusi air bersih menggunakan sistem kendali PID dengan sistem data logger .....	59
<b>Gambar 3 12.</b> Skematik alat .....	61
<b>Gambar 3 13.</b> Diagram blok alat .....	63
<b>Gambar 3 14.</b> Flowchart Alat pengendalian tekanan air .....	66
<b>Gambar 3 15.</b> Blok diagram perancangan kendali PID .....	77
<b>Gambar 3 16.</b> Hasil percobaan bump test.....	78
<b>Gambar 3 17.</b> Spesifikasi alat yang akan diimplementasikan .....	79
<b>Gambar 3 18.</b> Peta pipa jaringan distribusi air bersih.....	81
<b>Gambar 3 19.</b> Proses pemotongan dan perakitan rangka.....	82
<b>Gambar 3 20.</b> Proses pemotongan dan perakitan pipa saluran distribusi .....	82
<b>Gambar 3 21.</b> Instalasi sensor, kalibrator, dan aktuator pada plant.....	82
<b>Gambar 3 22.</b> Pembuatan panel kontrol alat.....	83
<b>Gambar 3 23.</b> Alat yang sudah terintegrasi dengan panel kontrol .....	83
<b>Gambar 3 24.</b> Tampilan awal thingspeak untuk registrasi dan login .....	84
<b>Gambar 3 25.</b> Halaman untuk membuat channel baru .....	84
<b>Gambar 3 26.</b> Tampilan kolom yang akan di isi.....	85
<b>Gambar 3 27.</b> Menu apikey yang terdapat write apikey thingspeak .....	85
<b>Gambar 3 28.</b> Memasukkan write apikey pada program thingspeak .....	86
<b>Gambar 4 1.</b> Program nilai output dari sensor tekanan air .....	91
<b>Gambar 4 2.</b> Tampilan pada serial monitor .....	92
<b>Gambar 4 3.</b> Program kalibrasi.....	92
<b>Gambar 4 4.</b> Uji coba sensor tekanan air menggunakan keran rumah .....	93
<b>Gambar 4 5.</b> Pengujian LCD .....	94
<b>Gambar 4 6.</b> Hasil pengujian RTC DS3231 .....	95
<b>Gambar 4 7.</b> Hasil pengujian penyimpanan data ke SD Card Modul dalam format .txt .....	96
<b>Gambar 4 8.</b> Hasil pengujian penyimpanan data pada database dalam format .csv..	96
<b>Gambar 4 9.</b> Tampilan pada serial monitor .....	96
<b>Gambar 4 10.</b> NodeMCU ESP8266 dapat mengirim data ke channel yang telah dibuat .....	97
<b>Gambar 4 11.</b> Grafik pengujian ketika kran terbuka semua .....	98
<b>Gambar 4 12.</b> Posisi kran terbuka 90° .....	99
<b>Gambar 4 13.</b> Grafik pengujian ketika kran terbuka 90 derajat .....	99
<b>Gambar 4 14.</b> Grafik pergerakan servo valve.....	99
<b>Gambar 4 15.</b> Kondisi Kran Dibuka pada sudut 75° .....	100
<b>Gambar 4 16.</b> Grafik pengujian respon sistem dengan setpoint tetap sebesar 30 Kpa .....	100
<b>Gambar 4 17.</b> Grafik pergerakan servo valve.....	101
<b>Gambar 4 18.</b> Kondisi awal kran 75°.....	102
<b>Gambar 4 19.</b> Kondisi kran diubah menjadi 65° .....	102

<b>Gambar 4 20.</b> Hasil pengujian respon sistem dengan setpoint dinaikkan .....	102
<b>Gambar 4 21.</b> Grafik pergerakan servo valve.....	103
<b>Gambar 4 22.</b> Kondisi awal kran 75°.....	104
<b>Gambar 4 23.</b> Kondisi Kran dibuka 90 derajat.....	104
<b>Gambar 4 24.</b> Grafik pengujian respon sistem dengan gangguan kran dibuka 90 derajat .....	104
<b>Gambar 4 25.</b> Grafik pergerakan servo valve.....	105
<b>Gambar 4 26.</b> Kondisi kran dibuka 50° .....	106
<b>Gambar 4 27.</b> Grafik pengujian respon sistem gangguan dengan kran dibuka 50 derajat .....	106
<b>Gambar 4 28.</b> Grafik pergerakan servo valve.....	107
<b>Gambar 4 29.</b> Kondisi Kran dibuka 40° .....	108
<b>Gambar 4 30.</b> Grafik pengujian respon sistem gangguan dengan kran dibuka 40 derajat .....	108
<b>Gambar 4 31.</b> Grafik pergerakan servo valve.....	109

#### **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 2 1.</b> Spesifikasi sensor tekanan.....	17
<b>Tabel 2 2.</b> Konfigurasi pin LCD 16x2.....	31
<b>Tabel 2 3.</b> Konfigurasi pin RTC DS3231 .....	35
<b>Tabel 2 4.</b> Fungsi pin pada SD Card Module .....	36
<b>Tabel 3 1.</b> Pin NodeMCU ESP8266 yang digunakan.....	62
<b>Tabel 4 1.</b> Pengujian power supply .....	87
<b>Tabel 4 2.</b> Pengujian modul stepdown LM2596 tanpa beban .....	88
<b>Tabel 4 3.</b> Pengujian modul stepdown LM2596 dengan beban .....	89
<b>Tabel 4 4.</b> Pengujian servo valve.....	90
<b>Tabel 4 5.</b> Hasil pengujian sensor tekanan air .....	93

#### **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran 1.</b> Listing program pada Arduino IDE .....	113
<b>Lampiran 2.</b> Datasheet NodeMCU ESP8266.....	125
<b>Lampiran 3.</b> Datasheet sensor tekanan air.....	130
<b>Lampiran 4.</b> Datasheet modul stepdown LM2596 .....	133
<b>Lampiran 5.</b> Datasheet modul ADS 1115 .....	136
<b>Lampiran 6.</b> Datasheet motor servo MG996R .....	138
<b>Lampiran 7.</b> Datasheet RTC DS3231 .....	140
<b>Lampiran 8.</b> Datasheet SD Card Modul .....	141
<b>Lampiran 9.</b> Datasheet LCD I2C 16x2.....	144
<b>Lampiran 10.</b> Dokumentasi tugas akhir .....	147

## ABSTRAK

Pipa air bawah tanah lebih sulit dipantau daripada pipa air di atas tanah. Keadaan ini akan menimbulkan kerugian jika terjadi gangguan pada pipa seperti kebocoran. Salah satu penyebab kebocoran adalah karena tekanan di dalam pipa terlalu tinggi. Pada tugas akhir ini dibuat sistem kontrol tekanan air pada pipa distribusi air bersih menggunakan sistem kontrol PID pada PDAM Tirta Giri Nata Kota Cirebon dengan data logger. Sistem kontrol tekanan air menggunakan sensor tekanan air untuk mendeteksi nilai tekanan pada pipa distribusi sedangkan aktuator menggunakan servo valve, hasil dari sensor ini adalah Process Value (PV) yang akan diumpankan kembali ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sehingga jika aktuator terganggu maka aktuator akan mengatur sendiri agar tekanan yang dihasilkan sesuai dengan nilai awal (Set Point) atau Nilai Setpoint (SV) yang telah diberikan. Monitoring alat ini melalui LCD dan Thingspeak, sehingga dapat mempermudah dalam mengontrol tekanan di dalam pipa. Dan data dari sensor tekanan air dapat tersimpan dengan baik pada Modul SD Card. Pengujian menggunakan sistem kendali PID dengan parameter kendali  $K_p = 481,5$ ,  $T_i = 7$ , dan  $T_d = 29,7$  penalaan metode Ziegler Nichols 1 memiliki unjuk kerja yang mampu mencapai dan mempertahankan tekanan pada tekanan kerja yang diinginkan, serta monitoring tekanan air dapat berjalan dengan baik dan dapat dipantau secara real time melalui webserver thingspeak, dan hasil data yang didapat dari sensor tekanan air dapat terekam dengan baik pada SD Card modul.

**Kata kunci :** *NodeMCU ESP8266, Sensor tekanan air, Servo Valve, Thingspeak, PID, Thingspeak, SD Card Modul*

## **ABSTRACT**

*Underground water pipes are more difficult to monitor than above ground water pipes. This situation will cause losses if there is a disturbance in the pipe such as a leak. One of the causes of leaks is because the pressure in the pipe is too high. In this final project, a water pressure control system for clean water distribution pipes is made using the PID control system at PDAM Tirta Giri Nata, Cirebon City with a data logger. The water pressure control system uses a water pressure sensor to detect the pressure value in the distribution pipe while the actuator uses a servo valve, the result of this sensor is the Process Value (PV) which will be fed back to the NodeMCU ESP8266 microcontroller, so if the actuator is disturbed, the actuator will adjust itself so that the resulting pressure is in accordance with the initial value (Set Point) or Setpoint Value (SV) that has been given. Monitoring this tool through the LCD and Thingspeak, so that it can make it easier to control the pressure in the pipe. And data from the water pressure sensor can be stored properly on the SD Card Module. Testing using a PID control system with control parameters  $K_p = 481.5$ ,  $T_i = 7$ , and  $T_d = 29.7$  Ziegler Nichols I method tuning has a performance that is able to achieve and maintain pressure at the desired working pressure, and water pressure monitoring can run properly and can be monitored in real time via the thingspeak webserver, and the data results obtained from the water pressure sensor can be recorded properly on the SD Card module.*

**Keywords :** *NodeMCU ESP8266, Water pressure sensor, ServoValve, Thingspeak, PID, Thingspeak, SD Card Module*