

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KONTROL TEKANAN AIR  
BERBASIS KENDALI PID DENGAN PLC CP1E-NA20DR-A UNTUK  
SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH  
TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada  
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro



Disusun Oleh:  
Nisrina Padmasari  
40040321650044

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KONTROL TEKANAN AIR  
BERBASIS KENDALI PID DENGAN PLC CP1E-NA20DR-A UNTUK  
SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH**

Diajukan Oleh:

Nisrina Padmasari

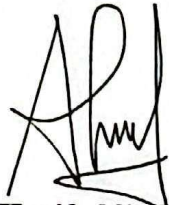
40040321650044

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

Tanggal, 29 Desember 2025

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



**Ahmad Ridlo Hanifuddin Tahier, S.Si., M.Si.**

NPPU H.7 199504152022041001



**Lisa' Yihaa Roodhiyah, S.Si, M.Si.**

NPPU H.7 199210062022042001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



**Priyo Sasmoko, S.T, M.Eng.**

NIP. 197009161998021001

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KONTROL TEKANAN AIR  
BERBASIS KENDALI PID DENGAN PLC CP1E-NA20DR-A UNTUK  
SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH**

Disusun oleh:

Nisrina Padmasari

40040321650044

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji

Rabu, 31 Desember 2025

Ketua Penguji



**Lisa' Yihaa Roodhiyah, S.Si, M.Si.**  
NPPU H.7 199210062022042001

Penguji I



**Ahmad Ridlo Hanifuddin Tahier, S.Si., M.Si.**  
NIP. 199505292024061001

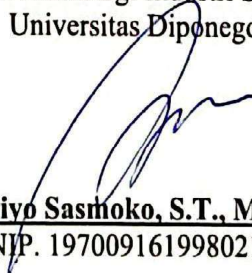
Penguji II



**Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.**  
NIP. 197009161998021001

Mengetahui

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



**Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.**  
NIP. 197009161998021001

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

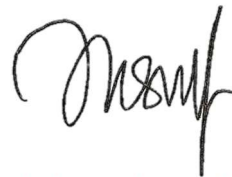
Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nisrina Padmasari  
NIM : 400403321650044  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Prototype* Kontrol Tekanan Air Berbasis Kendali PID dengan PLC CP1E-NA20DR-A untuk Sistem Distribusi Air Bersih

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 03 November 2025  
Yang membuat pernyataan,



Nisrina Padmasari

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga atas izin Allah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik terapan (S.Tr.T) dari Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya laporan ini.
2. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
3. Dr. Moh. Ridwan, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknologi Industri.
4. Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi.
5. Lisa' Yihaa Roodhiyah, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah banyak membantu, membimbing, dan memberikan dukungan dengan sabar dalam pengerjaan tugas akhir ini.
6. Ahmad Ridlo Hanifuddin Tahier, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktik sekaligus dosen pembimbing tugas akhir yang mengarahkan dan membantu dalam rancangan tugas akhir ini.
7. Kedua orang tua saya tercinta, Ayah dan Ibu. Terima kasih yang tak terhingga kepada Ayah telah menjadi mentor terbaik, yang meski terpisah jarak, selalu meluangkan waktu untuk berdiskusi bersama Mas Bayu, membantu saya memahami setiap kesulitan dalam penelitian ini, serta turut mencurahkan pikiran demi selesainya skripsi ini. Bimbingan dan doa Ayah adalah pelita bagi saya. Untuk Ibu tersayang, terima kasih atas aliran doa yang tak pernah putus di setiap sujudnya, serta kasih sayang dan dukungan moral yang menjadi penguat saya saat merasa lelah. Kalian adalah alasan terbesar saya untuk berjuang sampai di titik ini.

8. Adik-adik tersayang. Terima kasih telah menjadi penghibur, pemberi semangat, dan tak lupa mendoakan kelancaran Mbaknya dalam menyelesaikan studi ini.
9. Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada diri sendiri, Nisrina Padmasari. Terima kasih karena telah memilih untuk bertahan sejauh ini. Terima kasih untuk setiap malam yang dihabiskan dalam kelelahan dan setiap pagi yang meski disambut dengan keraguan, tetap dihadapi dengan keberanian. Terima kasih kepada raga yang terus melangkah dan jiwa yang menolak untuk menyerah, meski situasi tak selalu mudah. Penulis bangga karena mampu melewati setiap fase sulit dalam perjalanan ini. Semoga ke depannya, raga ini tetap kuat, hati semakin tegar, dan jiwa senantiasa lapang dalam memeluk setiap proses kehidupan. Mari terus tumbuh, berkembang, dan menjadi versi terbaik dari diri ini.
10. Kepada sahabat dan rekan-rekan terdekat saya yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuan, partisipasi, doa, serta semangat yang telah diberikan. Terima kasih sudah pernah ada di dalam masa kesulitan dan saling menguatkan satu sama lain.
11. Kepada teman-teman mahasiswa S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi Angkatan 2021 “MAVROS KAVALARIS”, yang telah menjadi wadah serta rumah selama menjalankan studi, Terima kasih karena telah menjadi teman seperjuangan yang hebat, tempat berbagi keluh kesah, dan saling menguatkan dalam menyelesaikan studi ini. Sukses selalu untuk kita semua, semoga persaudaraan ini tetap terjalin di mana pun kita berada.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi sempurnanya Tugas Akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Semarang, 03 November 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                     |             |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>                                    | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                                     | <b>iii</b>  |
| <b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....</b>                         | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                          | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                              | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                           | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                           | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                        | <b>xiii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                | <b>xiv</b>  |
| <b><i>ABSTRACT</i> .....</b>                                        | <b>xv</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                       | <b>1</b>    |
| 1.1    Latar Belakang .....                                         | 1           |
| 1.2    Perumusan Masalah .....                                      | 3           |
| 1.3    Tujuan .....                                                 | 3           |
| 1.4    Manfaat .....                                                | 3           |
| 1.5    Batasan Masalah.....                                         | 4           |
| 1.6    Sistematika Tugas Akhir .....                                | 4           |
| <b>BAB II DASAR TEORI.....</b>                                      | <b>6</b>    |
| 2.1    Tinjauan Pustaka .....                                       | 6           |
| 2.2 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i> .....                | 9           |
| 2.2.1 Proses PID Auto-Tuning dalam PLC Omron .....                  | 11          |
| 2.3 <i>Water Treatment</i> .....                                    | 15          |
| 2.4    Hukum Bernoulli.....                                         | 16          |
| 2.5    Sistem Kontrol .....                                         | 17          |
| 2.5.1 Sistem Kontrol <i>Open Loop</i> .....                         | 18          |
| 2.5.2 Sistem Kontrol <i>Close Loop</i> .....                        | 18          |
| 2.6    Fungsi Transfer .....                                        | 19          |
| 2.6.1 Sistem Orde 1 Unit Step.....                                  | 21          |
| 2.6.2 Sistem Orde 2 Unit Step.....                                  | 23          |
| 2.7    Kontrol PID ( <i>Proportional-Integral-Derivative</i> )..... | 25          |
| 2.7.1 Metode Ziegler-Nichols .....                                  | 29          |
| 2.8 <i>Variable Frequency Drive (VFD)</i> .....                     | 31          |

|                |                                                         |           |
|----------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 2.9            | <i>Pressure Transmitter</i> .....                       | 38        |
| 2.10           | <i>Power Supply</i> .....                               | 40        |
| 2.11           | Pompa Air AC.....                                       | 41        |
| 2.11.1         | Konstruksi dan Prinsip Kerja Mekanik .....              | 41        |
| 2.11.2         | Karakteristik Daya Listrik Motor Induksi.....           | 43        |
| 2.12           | <i>Buzzer</i> .....                                     | 45        |
| 2.13           | CX Programmer .....                                     | 46        |
| 2.14           | Haiwell Cloud Scada.....                                | 46        |
| 2.15           | MATLAB.....                                             | 47        |
| 2.16           | SolidWork .....                                         | 48        |
| 2.17           | Microsoft Visio .....                                   | 49        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN</b> .....                          | <b>50</b> |
| 3.1            | Diagram Blok Sistem .....                               | 50        |
| 3.2            | Diagram Blok Komponen Penyusun Alat.....                | 51        |
| 3.3            | <i>Flowchart</i> Sistem .....                           | 53        |
| 3.4            | Gambar Konsep 3D Alat.....                              | 54        |
| 3.5            | Spesifikasi dan Fitur Alat.....                         | 56        |
| 3.6            | Cara Pembuatan / Fabrikasi Alat.....                    | 59        |
| 3.6.1          | Wiring Elektrikal.....                                  | 59        |
| 3.6.2          | Mekanik ( <i>Hardware</i> ) .....                       | 61        |
| 3.6.3          | Perancangan Logika Program PLC.....                     | 64        |
| 3.6.4          | Perancangan HMI.....                                    | 67        |
| 3.6.5          | Simulasi Data Menggunakan Kontrol PID dalam MATLAB..... | 69        |
| 3.5            | Metode Pengujian dan Analisa.....                       | 74        |
| <b>BAB IV</b>  | <b>PENGUJIAN DAN ANALISA</b> .....                      | <b>75</b> |
| 4.1            | Pengujian Fungsionalitas Komponen.....                  | 75        |
| 4.1.1          | Pengujian <i>Power Supply</i> .....                     | 75        |
| 4.1.2          | Pengujian <i>Pressure Transmitter</i> .....             | 78        |
| 4.1.3          | Pengujian <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD).....    | 80        |
| 4.1.4          | Pengujian Pompa Air .....                               | 81        |
| 4.1.5          | Pengujian PLC CP1E NA20DRA.....                         | 84        |
| 4.2            | Pengujian Keseluruhan Alat.....                         | 86        |
| 4.2.1          | Pengujian Respon Sistem pada Set Point 0.1 Bar .....    | 87        |

|                       |                                                      |     |
|-----------------------|------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.2                 | Pengujian Respon Sistem pada Set Point 0.5 Bar ..... | 93  |
| 4.2.3                 | Pengujian Respon Sistem pada Set Point 0.9 Bar ..... | 98  |
| <b>BAB V</b>          | <b>PENUTUP</b> .....                                 | 104 |
| 5.1                   | Kesimpulan .....                                     | 104 |
| 5.2                   | Saran.....                                           | 105 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> | .....                                                | 107 |
| <b>LAMPIRAN</b>       | .....                                                | 111 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabel 2.1</b> Perbandingan Penelitian yang Relevan .....                                            | 8   |
| <b>Tabel 2.2</b> Konfigurasi Model Angka pada PLC Omron CP1E-NA20DR-A [8] ..                           | 10  |
| <b>Tabel 2.3</b> Respon kendali PID terhadap perubahan konstanta[18].....                              | 25  |
| <b>Tabel 2.4</b> Penentuan Parameter PID [22] .....                                                    | 31  |
| <b>Tabel 2.5</b> Spesifikasi VFD <i>Single Phase</i> Frequez [23].....                                 | 32  |
| <b>Tabel 2.6</b> Konfigurasi Terminal Sirkuit Utama ( <i>Main Circuit</i> ) [23] .....                 | 34  |
| <b>Tabel 2.7</b> Deskripsi Fungsi Tombol dan Indikator <i>Keypad</i> VFD [23].....                     | 35  |
| <b>Tabel 2.8</b> Fungsi Terminal Kontrol [23] .....                                                    | 37  |
| <b>Tabel 2.9</b> Parameter Pengaturan VFD [23] .....                                                   | 38  |
| <b>Tabel 2.10</b> Spesifikasi <i>Pressure Transmitter</i> [25] .....                                   | 39  |
| <b>Tabel 2.11</b> Spesifikasi Pompa Air Shimizu PS-128 bit .....                                       | 42  |
| <b>Tabel 3.1</b> Konfigurasi Alamat I/O PLC Omron CP1E-NA20DR-A .....                                  | 60  |
| <b>Tabel 3.2</b> Wiring pada VFD.....                                                                  | 60  |
| <b>Tabel 3.3</b> Wiring pada <i>Pressure Transmitter</i> .....                                         | 60  |
| <b>Tabel 3.4</b> Daftar Pengalamatan Input (I/O Mapping).....                                          | 68  |
| <b>Tabel 3.5</b> Daftar Pengalamatan Output (I/O Mapping) .....                                        | 68  |
| <b>Tabel 3.6</b> Tabel Alokasi Data Memory (DM).....                                                   | 69  |
| <b>Tabel 4.1</b> Data Hasil Pengujian Tegangan <i>Power Supply</i> .....                               | 76  |
| <b>Tabel 4.2</b> Data Hasil Pengujian Arus <i>Power Supply</i> dengan beban lampu 24 VDC .....         | 77  |
| <b>Tabel 4.3</b> Data Hasil Pengujian <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD) .....                      | 80  |
| <b>Tabel 4.4</b> Lanjutan Data Hasil Pengujian <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD).....              | 81  |
| <b>Tabel 4.5</b> Data Hasil Pengujian Pompa Air Shimizu PS 128-bit.....                                | 83  |
| <b>Tabel 4.6</b> Data Hasil Pengujian PLC CP1E-NA20DRA .....                                           | 86  |
| <b>Tabel 4.7</b> Karakteristik Respon Transien pada Variasi Valve 1 (Set Point 0.1 Bar) .....          | 88  |
| <b>Tabel 4.8</b> Karakteristik Respon Transien pada Variasi Valve 2 (Set Point 0.1 Bar) .....          | 91  |
| <b>Tabel 4.9</b> Lanjutan Karakteristik Respon Transien pada Variasi Valve 2 (Set Point 0.1 Bar).....  | 92  |
| <b>Tabel 4.10</b> Karakteristik Respon Transien pada Variasi Valve 1 (Set Point 0.5 Bar) .....         | 94  |
| <b>Tabel 4.11</b> Karakteristik Respon Transien pada Variasi Valve 2 (Set Point 0.5 Bar) .....         | 96  |
| <b>Tabel 4.12</b> Karakteristik Respon Transien pada Variasi Valve 1 (Set Point 0.9 Bar) .....         | 99  |
| <b>Tabel 4.13</b> Karakteristik Respon Transien pada Variasi Valve 2 (Set Point 0.9 Bar) .....         | 101 |
| <b>Tabel 4.14</b> Lanjutan Karakteristik Respon Transien pada Variasi Valve 2 (Set Point 0.9 Bar)..... | 102 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b> PLC CP1E Omron [7].....                                                                       | 9  |
| <b>Gambar 2.2</b> Bagian PLC CP1E Omron [7] .....                                                               | 11 |
| <b>Gambar 2.3</b> Sistem <i>Open Loop</i> .....                                                                 | 18 |
| <b>Gambar 2.4</b> Sistem <i>Close Loop</i> .....                                                                | 19 |
| <b>Gambar 2.5</b> Sistem Orde Satu [17] (a) diagram blok (b) diagram blok yang disederhanakan.....              | 21 |
| <b>Gambar 2.6</b> Sistem <i>Close Loop</i> [12] .....                                                           | 22 |
| <b>Gambar 2.7</b> Diagram blok orde dua yang disederhanakan [12] .....                                          | 23 |
| <b>Gambar 2.8</b> Kurva respon tangga satuan yang menunjukkan $t_d$ , $t_r$ , $t_p$ , $M_p$ dan $t_s$ [12]..... | 24 |
| <b>Gambar 2.9</b> Diagram Blok Kontrol Proporsional [20] .....                                                  | 26 |
| <b>Gambar 2.10</b> Diagram Blok Kontrol Integral [20] .....                                                     | 27 |
| <b>Gambar 2.11</b> Diagram Blok Kontrol Derivatif [20] .....                                                    | 28 |
| <b>Gambar 2.12</b> Diagram Blok Kendali PID [21] .....                                                          | 28 |
| <b>Gambar 2.13</b> Tanggapan Unit-Step [22].....                                                                | 29 |
| <b>Gambar 2.14</b> Kurva S [22] .....                                                                           | 30 |
| <b>Gambar 2.15</b> Konfigurasi Terminal Daya (Wiring) VFD.....                                                  | 33 |
| <b>Gambar 2.16</b> Rangkaian Skematik VFD AT2 [23].....                                                         | 36 |
| <b>Gambar 2.17</b> Wiring <i>Pressure Transmitter</i> [24] .....                                                | 39 |
| <b>Gambar 2.18</b> Rangkaian Skematik Power Supply [27].....                                                    | 41 |
| <b>Gambar 2.19</b> Bagian dari konstruksi pompa sentrifugal [30] .....                                          | 42 |
| <b>Gambar 3.1</b> Diagram Blok Proses Prototype <i>Miniplant</i> Sistem Distribusi Air Bersih .....             | 50 |
| <b>Gambar 3.2</b> Diagram Blok Alat Prototype <i>Miniplant</i> Sistem Distribusi Air Bersih .....               | 52 |
| <b>Gambar 3.3</b> Flowchart Prototype <i>Miniplant</i> Sistem Distribusi Air Bersih.....                        | 53 |
| <b>Gambar 3.4</b> Konsep 3D Prototype Tampak Isometri.....                                                      | 55 |
| <b>Gambar 3.5</b> Konsep 3D Prototype Tampak Kiri .....                                                         | 55 |
| <b>Gambar 3.6</b> Wiring Elektrikal Prototype <i>Miniplant</i> Sistem Distribusi Air Bersih .....               | 59 |
| <b>Gambar 3.7</b> Wiring Elektrikal Prototype <i>Miniplant</i> Sistem Distribusi Air .....                      | 61 |
| <b>Gambar 3.8</b> Perancangan meja sebagai alas .....                                                           | 62 |
| <b>Gambar 3.9</b> Perancangan Pipa dan Tangki .....                                                             | 63 |
| <b>Gambar 3.10</b> Flowchart Ladder Diagram.....                                                                | 64 |
| <b>Gambar 3.11</b> Perancangan HMI dengan software Haiwell Cloud Scada .....                                    | 67 |
| <b>Gambar 3.12</b> Data Hasil Pengujian pada Set Value 0.1 bar di Variasi Buka-an Valve 1.....                  | 70 |
| <b>Gambar 3.10</b> Tampilan Grafik Plot Respons Sistem <i>Closed Loop</i> dari data Excel .....                 | 71 |

|                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gambar 4.1</b> Pengujian <i>Power Supply</i> (a) Pengukuran Tegangan <i>Input Power Supply</i> (b) Pengukuran Tegangan <i>Output Power Supply</i> .....                              | 76  |
| <b>Gambar 4.2</b> Pengujian <i>Power Supply</i> (a) Pengujian Arus 1 (b) Pengujian Arus 2 .....                                                                                         | 77  |
| <b>Gambar 4.3</b> Pengujian <i>Pressure Transmitter</i> .....                                                                                                                           | 78  |
| <b>Gambar 4.4</b> Tampilan pembacaan sensor tekanan pada ladder PLC .....                                                                                                               | 79  |
| <b>Gambar 4.5</b> Pengujian VFD (a) Tegangan Input (b) Tegangan Output saat frekuensi 50 Hz .....                                                                                       | 80  |
| <b>Gambar 4.6</b> Pengujian pada pompa air menggunakan <i>clamp meter</i> (a) Tanpa beban air (b) Kondisi katup ditutup (c) Kondisi katup dibuka 1 (d) Kondisi katup dibuka penuh ..... | 82  |
| <b>Gambar 4.7</b> Tampilan pengujian PLC pada CX-Programmer .....                                                                                                                       | 85  |
| <b>Gambar 4.8</b> Kondisi indikator output PLC aktif sesuai logika program (a) Alamat 100.01 Aktif (b) Alamat 100.01 dan 100.02 Aktif (c) Alamat 100.01, 100.02, dan 100.03 Aktif ..... | 85  |
| <b>Gambar 4.9</b> Pengujian pada set point 0.1 bar pada valve 2 tertutup penuh .....                                                                                                    | 87  |
| <b>Gambar 4.10</b> Pengujian pada set point 0.1 bar pada valve 1 tertutup penuh .....                                                                                                   | 91  |
| <b>Gambar 4.11</b> Pengujian pada set point 0.5 bar pada valve 2 tertutup penuh .....                                                                                                   | 93  |
| <b>Gambar 4.12</b> Pengujian pada set point 0.5 bar pada valve 1 tertutup penuh .....                                                                                                   | 96  |
| <b>Gambar 4.13</b> Pengujian pada set point 0.9 bar pada valve 2 tertutup penuh .....                                                                                                   | 98  |
| <b>Gambar 4.14</b> Pengujian pada set point 0.9 bar pada valve 1 tertutup penuh .....                                                                                                   | 101 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Lampiran 1.</b> Data Tekanan Berbasis Waktu dalam Pengujian Sistem pada Set Value 0.1.....                                                                                                                                                          | 111 |
| <b>Lampiran 2.</b> Data Tekanan Berbasis Waktu dalam Pengujian Sistem pada Set Value 0.5.....                                                                                                                                                          | 112 |
| <b>Lampiran 3.</b> Data Tekanan Berbasis Waktu dalam Pengujian Sistem pada Set Value 0.9.....                                                                                                                                                          | 114 |
| <b>Lampiran 4.</b> Listing Program memasukkan parameter utama sistem, seperti gain (K), konstanta waktu ( $\tau$ ), dan waktu tunda (L) untuk memperoleh fungsi transfer dan parameter Kp, Ki, dan Kd pada set value 0.1 variasi pada valve 1 (0-50%). | 115 |
| <b>Lampiran 5.</b> Perhitungan Pengujian pada <i>Pressure Transmitter</i> Kondisi Tanpa Beban.....                                                                                                                                                     | 116 |
| <b>Lampiran 6.</b> Perhitungan Konversi dan Ketidakpastian Pengukuran .....                                                                                                                                                                            | 116 |
| <b>Lampiran 7.</b> Konversi Persentase Buka Valve ke Sudut Derajat.....                                                                                                                                                                                | 116 |
| <b>Lampiran 8.</b> Perhitungan Gain dari hasil data <i>open loop</i> variasi set value 0.1 ..                                                                                                                                                          | 117 |
| <b>Lampiran 8.</b> Perhitungan <i>Maximum Overshoot</i> (Mp) .....                                                                                                                                                                                     | 117 |
| <b>Lampiran 9.</b> Perhitungan <i>Steady State Error</i> ( <i>ess</i> ) .....                                                                                                                                                                          | 117 |
| <b>Lampiran 10.</b> Perhitungan Parameter PID Berdasarkan Karakteristik Sistem...                                                                                                                                                                      | 117 |
| <b>Lampiran 11.</b> Perhitungan Penentuan Faktor Daya ( $\cos \emptyset$ ) Pompa .....                                                                                                                                                                 | 118 |
| <b>Lampiran 12.</b> Perhitungan Penentuan Faktor Daya ( $\cos \emptyset$ ) Motor Pompa .....                                                                                                                                                           | 119 |
| <b>Lampiran 13.</b> Ladder Program PLC .....                                                                                                                                                                                                           | 120 |
| <b>Lampiran 14.</b> <i>Datasheet Pressure Transmitter WPT-71G</i> .....                                                                                                                                                                                | 125 |
| <b>Lampiran 15.</b> <i>Datasheet PLC CP1E-N20-DR-A</i> .....                                                                                                                                                                                           | 127 |
| <b>Lampiran 16.</b> <i>Datasheet VFD Input dan Output Single Phase Freqez</i> .....                                                                                                                                                                    | 128 |

**ABSTRAK**

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KONTROL TEKANAN AIR  
BERBASIS KENDALI PID DENGAN PLC CP1E-NA20DR-A UNTUK  
SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH**

Nisrina Padmasari  
Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Ketidakstabilan tekanan air pada sistem distribusi seringkali menyebabkan masalah operasional, seperti kerusakan pipa akibat lonjakan tekanan dan konsumsi berlebih pada pompa. Banyak sistem penyediaan air bersih yang masih beroperasi secara manual atau *open-loop*, sehingga tidak mampu merespons perubahan beban pemakaian secara *real-time*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem pengontrolan tekanan air berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) Omron CP1E-NA20DR-A yang mampu menjaga kestabilan tekanan air menggunakan algoritma kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*). Sistem ini mengintegrasikan sensor tekanan (*pressure transmitter*) sebagai pembaca nilai aktual, PLC sebagai unit pengolah data, dan *Variable Frequency Drive* (VFD) untuk mengatur kecepatan putaran pompa air Shimizu PS-128 BIT. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan nilai *set point* (0.1, 0.5, dan 0.9 Bar) serta memberikan gangguan beban melalui variasi bukaan Valve 1 dan Valve 2 (0% hingga 50%). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kontroler PID dengan parameter  $K_p=40$ ,  $K_i=16$ , dan  $K_d=2$  mampu menjaga kestabilan tekanan dengan sangat baik dan responsif pada rentang beban 0% hingga 50%. Jalur distribusi Valve 2 terbukti memiliki stabilitas dan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan Valve 1 pada tekanan rendah. Prototype ini diharapkan dapat menjadi solusi otomatisasi sistem distribusi air yang efisien, mampu menjaga kenyamanan pengguna, serta memperpanjang umur peralatan melalui sistem proteksi alarm terintegrasi.

**Kata kunci:** kontrol PID, PLC Omron CP1E, tekanan air konstan, *Variable Frequency Drive* (VFD), *Pressure Transmitter*, PIDAT.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE WATER PRESSURE CONTROL SYSTEM BASED ON PID CONTROL WITH PLC CP1E-NA20DR-A FOR CLEAN WATER DISTRIBUTION SYSTEMS**

Nisrina Padmasari

*Automation Engineering Technology, Vocational School, Diponegoro University*

*Instability of water pressure in distribution systems often causes operational problems, such as pipe damage due to pressure surges and excessive pump consumption. Many clean water supply systems still operate manually or in open-loop mode, making them unable to respond to real-time changes in usage loads. This study aims to design and develop a water pressure control system based on the Omron CP1E-NA20DR-A Programmable Logic Controller (PLC), which is capable of maintaining stable water pressure using a PID (Proportional-Integral-Derivative) control algorithm. This system integrates a pressure sensor (pressure transmitter) to read actual values, a PLC as the data processing unit, and a Variable Frequency Drive (VFD) to regulate the speed of the Shimizu PS-128 BIT water pump. Testing was conducted by varying the set point values (0.1, 0.5, and 0.9 Bar) and by introducing load disturbances through adjustments of Valve 1 and Valve 2 (0% to 50% openness). The test results show that the PID controller with parameters  $K_p=40$ ,  $K_i=16$ , and  $K_d=2$  can maintain pressure stability very well and responsively within the 0% to 50% load range. The Valve 2 distribution line proved to have higher stability and accuracy compared to Valve 1 at low pressure. This prototype is expected to provide an efficient automation solution for water distribution systems, maintain user comfort, and extend equipment life through an integrated alarm protection system.*

**Keywords:** *PID control, Omron CP1E PLC, constant water pressure, Variable Frequency Drive (VFD), Pressure Transmitter, PIDAT.*