

Rancang Bangun Prototype Alat Sistem Kerja Tangki Distribusi Air Artesis Berbasis PLC

Jujun¹, Yurika²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung

² Dosen Program Studi Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung

Email: junjuna419@gmail.com, yurika@poltektedc.ac.id

ABSTRAK

Di Indonesia, banyak daerah bergantung pada sumber air artesis, namun akses terhadap air tidak selalu merata dan seringkali harus mengikuti jadwal tertentu. Adanya sistem kontrol yang efisien untuk mempermudah pengelolaan distribusi air. Penelitian ini mengusulkan desain sebuah alat simulasi untuk mengotomatiskan kontrol motor pengisi penampungan dan valve distribusi air dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC). Alat ini untuk mempermudah pengelola atau petugas air artesis dengan mengontrol solenoid valve secara otomatis dan memonitor status motor serta ketinggian air di tangki penampungan secara otomatis. Sistem ini memungkinkan pemantauan status motor melalui indikator panel dan memastikan valve beroperasi sesuai kontrol dari PLC. Selain itu, level air dapat dimonitor dengan sensor kabel yang berada pada tangki yang terhubung ke PLC. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya penerapan sistem kontrol moderen dalam industri, dan memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut, termasuk penerapan kontrol PID untuk efisiensi dan penggunaan *flow meter* untuk mengukur laju aliran air.

Kata Kunci: Air, Kontrol Otomatis, PLC, *Monitoring*, *Solenoid Valve*, Sensor Ketinggian Air, *Flow Meter*.

ABSTRACT

Water is an essential element in human life, especially in household activities such as washing and cooking. In Indonesia, many areas depend on artesian water sources, but access to water is not always evenly distributed and often must follow a certain schedule. This requires an efficient control system to facilitate water distribution management. This research proposes the design of a simulation tool to automate the control of reservoir filler motors and water distribution valves using a *Programmable Logic Controller* (PLC). The main purpose of this tool is to make it easier for artesian water managers or officers by controlling the solenoid valve remotely and monitoring the status of the motor and the water level in the holding tank automatically. This system allows monitoring motor status via panel indicators and ensures valves operate according to control from the PLC. Additionally, the water level can be monitored with sensors connected to the PLC. This research underlines the importance of implementing modern control systems in industry, and provides recommendations for further development, including the implementation of PID control for efficiency and the use of *flow meters* to measure water flow rates.

Keywords: Automatic Control, PLC, *Monitoring*, *Solenoid Valve*, Water Level Sensor, *Flow Meter*.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu yang sangat penting pada kehidupan manusia. Salah satu kegunaan air yang penting adalah untuk kegiatan sehari-hari di dalam rumah tangga seperti mencuci, memasak, dll. Di negara Indonesia banyak yang menggunakan sumber air artesis. Namun tidak semua daerah dapat mendapat air secara mudah. Ada beberapa daerah yang harus menunggu pada jam tertentu (pembagian jadwal setiap daerah berbeda-beda) untuk mendapat air. Hal ini bertujuan agar pembagian air merata. Seperti di masyarakat RW 16, tiap RT harus menunggu jam tertentu untuk mendapatkan air. Untuk itu diperlukan seseorang (petugas air artesis) untuk menyalakan keran secara manual di tiap RT. Namun, hal tersebut kurang efektif karena Petugas air artesis harus datang ke tiap



RT menuju ke tempat yang digunakan untuk menyalakan keran di tiap RT sesuai jadwal yang sudah dibuat.

Pada penelitian ini, dirancang sebuah alat simulasi atau peraga untuk mengontrol motor yang berfungsi mengisi penampungan dan valve untuk pendistribusian nya, ketinggian air pada tangki secara otomatis untuk mempermudah pengelola atau petugas air artesis, yaitu dengan mengontrolnya (solenoid valve) dari jarak jauh. Caranya dengan menggunakan PLC sebagai pengontrol semua sistem agar berjalan secara otomatis sehingga petugas air artesis tidak perlu menyalakan air secara manual ke tiap RT.

2. KAJIAN TEORI

2.1 *Programmable Logic Controller* (PLC)

PLC pertama kali dikembangkan oleh para insinyur sekitar tahun 1960-an. Pada saat itu sebuah industri sedang mencari alternatif untuk menggantikan sistem kontrol relai yang masih rumit. Sistem kontrol tersebut harus lebih bisa diandalkan kinerjanya dibandingkan dengan sistem kontrol relay, lebih murah biaya perawatannya, mudah dalam pengoperasiannya, dan mempunyai pemrograman yang sempurna. Pemahaman berdasarkan namanya PLC itu sendiri adalah:

1. *Programmable*

Menunjukkan kemampuannya dapat diubah-ubah dengan mudah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.

2. *Logic*

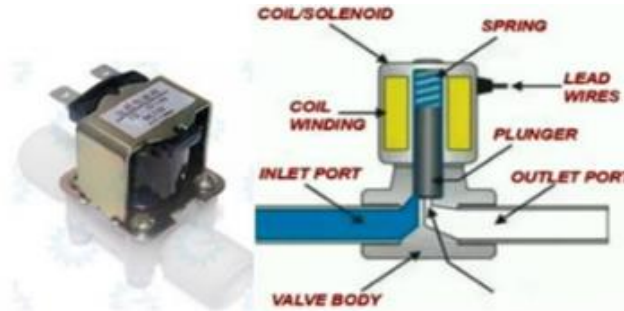
Menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik, yakni melakukan operasi menjumlahkan, mengurangi, membagi, mengalikan, negasi, dan membandingkan.

3. *Controller*

Menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan. Sedangkan definisi PLC menurut William Bolton (2004) adalah suatu bentuk khusus pengontrol berbasis-mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti fungsi logika, sequencing, pengurutan, pencacah, pewaktuan, dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses dan dirancang untuk dioperasikan oleh para insinyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai komputer dan bahasa pemrograman PLC (*Programmable Logic Control*) dapat diibaratkan seperti sebuah personal komputer konvensional (konfigurasi internal pada PLC mirip sekali dengan konfigurasi internal pada *personal computer/PC*).

2.2 Katup / *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan oleh arus AC maupun DC. Pada penelitian ini, *Solenoid valve* yang digunakan adalah ZE-4F180 tipe *normally closed* yaitu pada saat kondisi kumparan (*coil/solenoid*) tidak ada tegangan masuk maka *valve* akan menutup sedangkan pada saat kumparan diberi tegangan 24V DC maka *plunger* akan bergerak keatas menekan *spring* sehingga *plunger* berada diposisi diantara kumparan. Pada saat posisi *plunger* berada di atas, maka aliran air yang berasal dari lubang masukan akan melewati *solenoid valve*.



Gambar 1. Solenoid valve

2.3 Relay

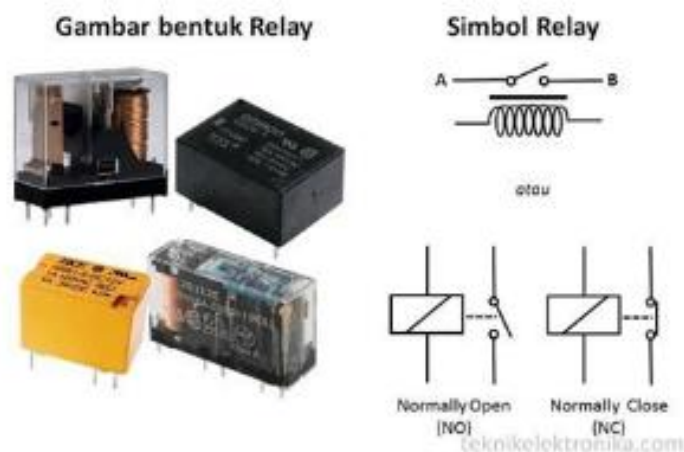
Relay terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah. *Relay* dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian kontrol DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian kontrol dan tegangan beban. Diantara aplikasi *relay* yang dapat ditemui diantaranya adalah :

1. *Relay* sebagai kontrol ON/OFF beban dengan sumber tegangan yang berbeda.
2. *Relay* sebagai selektor atau pemilih hubungan.
3. *Relay* sebagai eksekutor rangkaian *delay* (tunda).
4. *Relay* sebagai protektor atau pemutus arus pada kondisi tertentu.

Sedangkan menurut pendapat kedua (Sunarti, 2015:44) *relay* adalah saklar (*Swicth*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari dua bagian utama yakni elektromagnet (*Coil*) dan mekanika (seperangkat kontak saklar/*switch*).

Pada dasarnya, *Relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu:

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*



Gambar 2. Relay

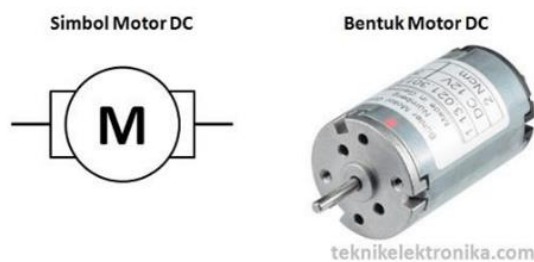
2.4 Push Button

Push button adalah tombol yang digunakan untuk mengirimkan sinyal atau perintah ke sistem atau perangkat ketika ditekan. *Pushbutton* bisa berupa tombol mekanis, elektronik, atau kombinasi keduanya. Tombol ini umumnya memiliki dua keadaan: ditekan (*ON*) atau tidak ditekan (*OFF*).

2.5 Motor DC

Menurut (Ali, Umami, & Sopian, 2016:11) Motor DC adalah “mesin listrik yang mengkonsumsi daya listrik DC sehingga menghasilkan torsi mekanis”. Secara historis, mesin DC diklasifikasikan berdasarkan koneksi (hubungan) dari rangkaian *field* dan rangkaian *armature*. Pada motor DC seri, rangkaian *field* dihubungkan seri dengan rangkaian *armature* dimana kedua arus *field* dan arus *armature* adalah identik atau sama. Pada motor DC seri memiliki karakteristik starting torsi yang tinggi yang membuatnya cocok untuk aplikasi yang memiliki inerti serta sistem traksi yang tinggi. Motor DC atau motor arus searah adalah mesin yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanis, konstruksi motor DC sangat mirip dengan generator DC.

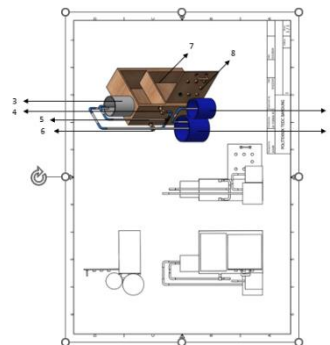
Mesin yang bekerja baik sebagai generator baik pula bekerja sebagai motor. Suatu perbedaan didalam konstruksinya sebaiknya diperhatikan antara motor dan generator. Karena motor seringkali dioperasikan yang mungkin mudah mendapatkan kerusakan mekanis, debu, lembab, atau korosif, maka motor biasanya lebih tertutup rapat dibandingkan generator.



Gambar 3. Motor DC

3. METODE PENELITIAN

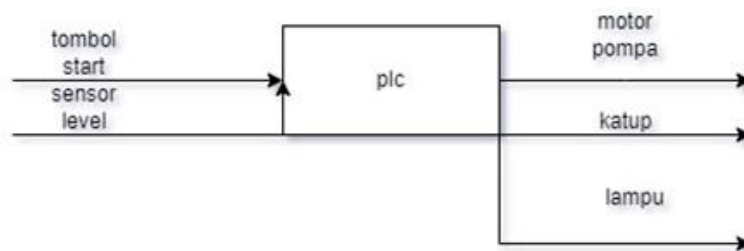
Berikut ini merupakan desain alat Sistem Kerja Tangki Distribusi Air Artesis berbasis PLC.



Gambar 4. Desain Sistem

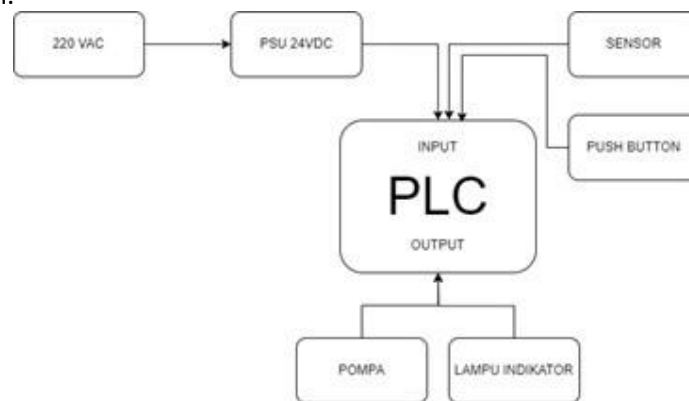
Komponen yang dipakai pada pembuatan alat distribusi air artesis diantaranya:

1. No 1 ember 1 dipergunakan untuk perumpamaan sumur
2. No 2 ember 2 dipergunakan untuk perumpamaan distribusi ke RT-RT
3. No 3 ember 3 dipergunakan sebagai perumpamaan untuk tank atau toren
4. No 4 katup 1 dipergunakan untuk mengontrol pendistribusian air artesis
5. No 5 pipa dipergunakan untuk jalur distribusi air artesis
6. No 6 katup 2 dipergunakan untuk mengontrol aliran air artesis
7. No 7 panel
8. No 8 indikator sensor



Gambar 5. Blok Diagram

Pada gambar 5, dari diagram blok diatas dapat dilihat bahwa input sinyal yang masuk ke PLC selanjutnya akan di proses oleh PLC, setelah data diproses selanjutnya pompa motor dan katup akan aktif secara bersamaan untuk mendistribusikan air indicator pada panel sebagai petunjuk system apa yang sedang berjalan.



Gambar 6. Diagram Mekanik



Pada gambar 6, dapat dilihat bahwa semua komponen di kontrol sama PLC.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dilakukan pengujian dan analisis data pada prototype rancang bangun distribusi air artesis. Pengujian dan analisis data ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dan proses kerja pada komponen yang sudah di rancang. Tujuan pengujian dan Analisa ini adalah agar penulis dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan system operasi alat ini. Dalam bagian ini menjelaskan langkah pengujian komponen yang digunakan. Setelah semua komponen terpasang, semua jalur komponen terhubung, dan program diunggah, langkah selanjutnya adalah menguji alat untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi dengan baik. Untuk memudahkan pemeriksaan dan perbaikan, pengujian peralatan dilakukan secara seri dan bertahap. PLC yang dipergunakan pada alat ini menggunakan PLC omron CPIL yang dimana fungsi PLC disini sangat penting, PLC disini berfungsi mengontrol keseluruhan sistem. Dimana pada saat tombol *start* ditekan motor1 aktif penuh, motor1 mati dilanjut motor2 aktif bareng dengan katup.

Pengujian sensor dilakukan dengan cara memberikan air pada toren atau tank yang kemudian dibaca oleh sensor kabel lalu data tersebut disimpan di PLC yang di tandai indikator menyala. Dan air berfungsi sebagai konduktornya yang dimana setelah menyentuh kabel maka akan terbaca satu.

Tabel 1. Pengujian Sensor

Sensor level	gambar	hasil
<p>Pada saat air penuh, indikator pada panel menyala dan monitoring pada tangki pun sukses.</p> <p>Indikator sensor pada panel</p>		<p>Setelan tangki terisi penuh Pompa penisian off. Indikator pada panel</p>
		

Pengujian Valve dilakukan dengan cara manual dilangsungkan ke sumber tegangan untuk mengetahui kondisi Valve yang di gunakan. Setelah kondisi Valve dalam keadaan baik selanjutnya di kontrol sama PLC agar nanti pas buka tutup bisa berjalan secara otomatis.

Tabel 2. Pengujian Valve

No	Durasi Buka Valve (detik)	Volume Air yang Dihasilkan (Liter)	Keberhasilan
1	50	500 ml	Berhasil
2	100	1000 ml	Berhasil
3	150	1500 ml	Berhasil
4	200	2000 ml	Berhasil
5	250	2500 ml	Berhasil
6	300	3000 ml	Berhasil

Setelah dilakukan pengujian valve:

1. Dari hasil pembukaan valve dalam 50 detik didapat volume air 500 ml
2. Dari hasil pembukaan valve dalam 100 detik didapat volume air 1000 ml
3. Dari hasil pembukaan valve dalam 1500 detik didapat volume air 500 ml
4. Dari hasil pembukaan valve dalam 1500 detik didapat volume air 1000 ml
5. Dari hasil pembukaan valve dalam 1500 detik didapat volume air 1500 ml
6. Dari hasil pembukaan valve dalam 1500 detik didapat volume air 2000 ml
7. Dari hasil pembukaan valve dalam 1500 detik didapat volume air 2500 ml
8. Dari hasil pembukaan valve dalam 1500 detik didapat volume air 3000 ml

Berdasarkan dari 8 kali pengujian pada tabel dapat disimpulkan bahwa semakin lama durasi pembukaan katup maka volume air yang dihasilkan makin banyak.



Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. *Prototype* pengendalian dan Pengawasan terhadap sistem kerja tangki distribusi air sudah bekerja sesuai dengan fungsinya yang sudah mampu mendistribusikan air ketiap–tiap RT
2. Dari hasil pengujian pompa, pompa sudah mampu berjalan secara otomatis yang dikontrol oleh PLC
3. Dari hasil Pengujian Valve, Valve sudah berjalan sesuai dengan fungsinya dan untuk buka tutup nya bisa secara otomatis.
4. Sensor level dapat otomatis memberi sinyal saat sensor kabel input dari PLC terkena air di tangki.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Monitoring pompa dapat dilihat dari air yang mulai mengalir.
2. Valve bekerja secara otomatis akibat adanya triger dari sensor penuh mendeteksi.
3. Level air dapat dimonitor dari lampu indikator yang menyala.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, U., & Sopian, M. (2016). *Motor DC dalam aplikasi industri*. Pustaka Mesin.
- Bolton, W. (2004). *Programmable logic controllers*. Newnes.
- Cahyaningtyas, R., & Iriyani, D. (2014). *Perancangan sistem kontrol otomatis*. Penerbit Elektronika.
- Dani, R. (2021). *Dasar-dasar PLC dan aplikasinya dalam industri*. Pustaka Teknik.
- Herliana, & Rasyid, R. (2016). *Perangkat lunak dalam dunia komputer*. PT ABC.
- Lestari, A. E. P., & Oetomo, P. (2021). Analisis pemilihan penghantar tenaga listrik paling efisien pada gedung bertingkat. *SINUSOIDA*, 23(2), 61–68.
- Nasution, E. S., Zambak, M. F., Suhendra, S., & Hasibuan, A. (2020). Simulasi pengoperasian motor pompa air berbasis programmable logic control. *INVENTORY: Industrial Vocational E-Journal On Agroindustry*, 1(2), 78–82.
- Putra, D. A., & Rekeyasa, T. (2015). *Penggunaan pipa PVC dalam distribusi air*. Penerbit Konstruksi.
- Rahmat, S. (2021). *PLC dan sistem kontrol*. Penerbit XYZ.
- Sunarti, D. (2015). *Penggunaan relay dalam sistem kontrol*. Pustaka Aksara.
- Sitohang, E. P., Mamahit, D. J., & Tulung, N. S. (2018). Rancang bangun catu daya DC menggunakan mikrokontroler Atmega 8535. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 135–142.
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). Rancang bangun sistem keamanan rumah menggunakan relay. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(2), 87–94.
- Setiawan, D. B., Abdillah, R. A., Supriyo, S., Ariyanto, A. S., & Wibowo, H. (2022). Kajian efektivitas penggunaan berbagai jenis pipa pada bangunan rumah tinggal berdasarkan pemodelan instalasi pipa air bersih dan analisis anggaran pelaksanaan. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 27(2), 176–188.
- Seftianingsih, D. K. (2018). Pengenalan berbagai jenis kayu solid dan konstruksinya untuk furniture kayu. *Jurnal Kemadha*, 8(1).
- Thorne, M. K. M. (2015). *Pipe design for water and wastewater engineering*. Wiley.
- Turang, A. (2015). *Relay dalam sistem kontrol elektronik*. Pustaka Aksara.
- PLC Academy. (n.d.). What is PLC and how does it work? *PLC Academy*. Retrieved August 31, 2024, from <https://www.plcacademy.com/what-is-plc/>
- Automation World. (2023). The evolution of PLC technology. *Automation World*. Retrieved August 31, 2024, from <https://www.automationworld.com/articles/the-evolution-of-plc-technology>
- Engineering Toolbox. (n.d.). Pipe flow calculations. *Engineering Toolbox*. Retrieved August 31, 2024, from https://www.engineeringtoolbox.com/pipe-flow-calculations-d_83.html