

Rancang Bangun Sensor Otomatis Pengisian Tower Air Berbasis PLC

Adi Putra Agung¹, Gatut Budiono², Ratna Hartayu³

^{1,2,3}Department of Electrical Engineering, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

Email : adiputraagung9@gmail.com

Abstrak

Dalam dunia industri modern, terdapat kebutuhan yang mendesak akan peralatan yang dapat bekerja secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi produksi. Otomatisasi industri memiliki kelebihan utama berupa pengurangan keterlibatan tenaga kerja manusia dan pengurangan kesalahan akibat human error. Salah satu aplikasi penting dari otomatisasi adalah penggunaan sistem pengisian otomatis pada Tower Air, yang dikendalikan oleh Programmable Logic Control (PLC). Dalam penelitian ini, PLC Omron CP1E berfungsi sebagai otak utama yang mengontrol sistem sensor Water Level Control (WLC) untuk memantau dan mengontrol level air, serta Variable Frequency Drive (VFD) untuk mengatur kecepatan motor pompa dan aliran air saat pengisian.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem pengendalian volume atau level air berdasarkan kebutuhan spesifik menggunakan PLC, sehingga mampu secara otomatis menjaga level air yang optimal. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi intervensi manual, serta memastikan konsistensi dalam menjaga level air. Sistem otomatis ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga menambah keamanan dan ketahanan sistem pengisian air dalam berbagai aplikasi industri.

Kata kunci: VFD, Motor, PLC, WLC

PENDAHULUAN

dirancang untuk menyimpan dan mendistribusikan air sebagai pendingin mesin industri (*Water Cooling Tower*) ataupun untuk kebutuhan sehari-hari. Di dalam dunia industri, Tower Air sangat berperan penting sebagai sumber utama kebutuhan dalam proses produksi, seperti dalam hal pendingin mesin dan juga pendingin produk dalam proses produksi. Umumnya, Tower Air memiliki bentuk dan struktur tangki yang besar dengan tower tinggi sebagai dudukannya. Prinsip dasar Water Tower memanfaatkan tekanan gravitasi air untuk mendistribusikan air dengan tekanan besar tanpa menggunakan pompa [1].

Dalam pengelolaan tower air, penggunaan kontrol radar air atau sensor air telah menjadi solusi umum untuk mengontrol level air. Namun, radar pelampung air umumnya memiliki presisi terbatas dalam pengukuran tingkat air. Sensor pelampung ini bergantung pada mekanisme fisik

dari gerakan pelampung dan kontak, yang mengakibatkan air terkadang melewati batas maksimal tower air akibat tekanan air yang besar. Meskipun demikian, beberapa tower air mungkin belum diimplementasikan dengan sistem otomatis penuh, dan masih menggunakan kontrol manual atau bahkan tidak memiliki sistem otomatisasi sama sekali.

Penulis terdorong untuk melaksanakan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Sensor Otomatis Pengisian Tower Air Berbasis PLC”. Penerapan logika PLC bisa mengontrol sensor air dan mengontrol VFD untuk menurunkan aliran air ketika mendekati sensor air atau batas maksimal air, agar level air tetap optimal di area set point yang ditentukan. Karena jika volume air berkurang, akan berpengaruh pada suhu air untuk mendinginkan mesin. Selain itu, sistem ini juga diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan level air pada tower air, mengurangi risiko kesalahan manusia, dan memastikan keberlanjutan operasi pendinginan dalam proses produksi industri.

METODE

Pada bagian menjelaskan secara singkat metode penelitian yang dilakukan penulis terkait proses penelitian yang harus dilakukan. Dimulai dari studi kasus di industri yang diikuti dengan pembuatan diagram alir penelitian untuk merumuskan konsep secara sistematis. Penulis juga akan mengumpulkan referensi jurnal dan karya ilmiah sebagai penunjang teori yang akan dikembangkan lebih lanjut. Tahap selanjutnya penulis akan menyusun konsep tentang perancangan sistem terbaik dalam mengendalikan Level air pada Tower Air secara otomatis dengan menggunakan PLC.

Setelah semua persiapan selesai, penelitian akan dilanjutkan untuk pembuatan prototipe skala kecil yang akan diuji untuk memastikan fungsionalnya. Pengujian akan mencakup tahap-tahap seperti sistem pengisian air dan peran atau pengaruh sensor Water Level Control terhadap tingkatan level air. Dari hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan untuk menentukan apakah sistem itu berjalan dengan baik, serta diberikan saran apa yang perlu direvisi dari sistem tersebut

STUDI LITERATUR

Menjelaskan tentang penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh peneliti lain sehingga peneliti yang sekarang dapat melakukan penelitian yang sama baik dari persamaan maupun perbedaan dari subjek yang diobservasi.

(Failasuf Zohrarirani, Prima Dewi Permatasari) Tower Air merupakan infrastruktur yang baik dan efisien dalam menyediakan air karena tidak perlu menggunakan pompa untuk mendistribusikan air untuk kebutuhan industri seperti proses pendinginan mesin maupun kebutuhan sehari-hari. Tower air yang difungsikan sebagai Cooling Tower pada industri bekerja

sebagai sealat pelepas kalor yang membuang panas ke atmosfer sehingga mencapai temperatur yang lebih rendah. Prinsip kerjanya air panas keluar dari mesin atau Heat Exchanger dipompa menuju puncak menara untuk menggunakan Nozzle[1]

(Rizki Faulianur, Rouhillah, Bariq Fajar Musaid) Penulis sebelumnya menggunakan perangkat PLC sebagai sistem kontrol utama, sensor level untuk mendeteksi ketinggian volume air, lampu indikator merah dan alarm buzzer untuk menunjukkan jika sensor air mendeteksi volume air yang melebihi batas, serta lampu hijau untuk indikator jika air sudah menurun volumenya. Selain itu, motor DC digunakan sebagai penggerak valve ataupun pintu bendung. [2]

(Limpat Budhi Wasesa, Balok Hariadi, Kukuh Setyadjit, Ahmad Ridhoi) penulis menggunakan Sensor radar air sebagai alat untuk sensor pembatas level air. Sensor WLC tersebut berfungsi mendeteksi tinggi rendahnya permukaan air dalam tangki penyimpanan air dan modul Relay sebagai saklar sistem elektromagnetik yang bekerja bila ada tegangan listrik yang selanjutnya menyampaikan pada program ESP 32.[3]

Di temukan persamaan dengan peneliti terdahulu, penulis akan menginterpretasikan data sensor air yang diterima dan memerintah kepada sistem pengendali untuk mengatur kinerja pompa dengan kontrol PLC. Pada level tertentu sensor akan mengirim sinyal ke PLC untuk mengaktifkan pompa dan menurunkan kecepatannya pada level tertentu.

(Maeli Khusnul Munfiqoh, Didik Aribowo). Penulis melakukan konfigurasi Variable Frequency Drive (VFD) digunakan sebagai mengoperasikan motor induksi tiga fasa dengan menyesuaikan parameter sesuai prosedur yang ditetapkan pada VFD. Pengaturan ini juga memungkinkan untuk mengontrol aliran dan tekanan air, baik dalam arah putaran normal maupun terbalik..

Pengujian kecepatan motor AC tiga fasa dilakukan dengan mengaktifkan inverter untuk menggerakkan motor menggunakan pompa sentrifugal. Pengujian dimulai dari frekuensi terendah (minimum) hingga mencapai frekuensi maksimum yang tercantum pada name plate motor. Adapun tujuan pengujian pertama adalah untuk mengukur arus, dan tegangan yang keluaran dihasilkan oleh Variable Frequency Drive (VFD), dengan data hasil pengukuran yang tercatat. [4].

Dalam penelitian ini saya mengambil dasar teori dari penelitian terdahulu yang mana dari sistem kontrol membutuhkan sebuah kendali motor pompa untuk mengoptimal level air pada Tower Air dengan mengatur flow air/kecepatan rpm motor pompa, agar level air dan kualitas suhu air untuk mendinginkan mesin terjaga. Adapun alat yang digunakan dalam sistem kendali/kontrol yaitu PLC,VFD dan Sensor Level Control yang mana alat tersebut sangat mampu

untuk menunjang kebutuhan kendali otomatis pada Prototype tersebut. Penelitian ini menggunakan prinsip kerja mengontrol Motor 3 fasa dengan VFD dalam 3 kecepatan/3 Frekuensi yang berbeda yaitu 25,20,17,5 (Hz) .

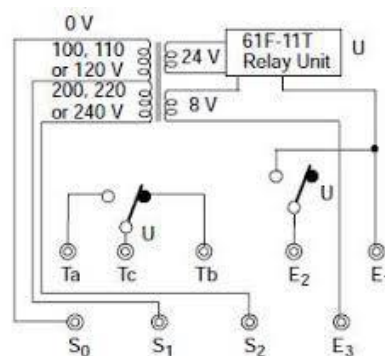
. Dalam penelitian ini diperlukan alat alat sebagai berikut dan disusun sebaagi wiring. Adapun alat alat tersebut adalah:

1. Sensor WLC

Pengendali permukaan air adalah perangkat listrik yang mengatur ketinggian air dalam wadah seperti bak atau tangki. Perangkat ini menggunakan komponen SCR dan transistor, serta tiga elektroda sebagai sensor. Dengan sensor tersebut, motor listrik akan otomatis bekerja saat permukaan air mencapai batas minimum atau maksimum [11].

Perangkat ini sangat aman dikarenakan hanya bertegangan 12-24 volt DC dan arus listrik kecil. Cocok untuk mengontrol level air di bak penampungan rumah tangga dan dapat diaplikasikan pada sistem peringatan dini/sebelum bencana banjir[11].

Cara kerja sensor WLC



Gambar 1. Terminal Unit Control

Sensor WLC Electroda dari Omron memiliki beberapa komponen utama dalam sistem kontrolnya. Pertama, terdapat terminal S0, S1, dan S2 yang digunakan sebagai terminal untuk pasokan daya. Terminal S0 berfungsi sebagai terminal umum (common), dan S1 digunakan untuk pasokan tegangan 110 VAC, sedangkan S2 untuk pasokan tegangan 220 VAC.

Selanjutnya, terdapat kontak output relay Ta, Tb, dan Tc. Terminal ini merupakan output relay yang mengontrol fungsi ON/OFF dalam sistem.

Kemudian, terdapat terminal sensor E1, E2, dan E3 yang digunakan untuk mendeteksi level air. Urutan terminal sensor harus sesuai dengan urutan yang terlihat pada gambar, dimulai dari E1 yang berada di bagian paling atas.

Dengan komponen-komponen ini, sensor WLC Electroda Omron dapat mengontrol dan mendeteksi level air dengan efektif sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan [12].

2. Power Supply 24 VDC

Pada sistem kendali motor ini, penulis menggunakan komponen ini untuk menghasilkan tegangan sumber 24 VDC yang digunakan sebagai sumber tegangan dari inputan PLC dan Output PLC (Rangkaian Kontrol) yang nantinya akan disalurkan ke VFD[2].

3. PLC OMRON CP1E

Penulis menggunakan Tipe PLC OMRON CP1EE30SDR-A yang memiliki spesifikasi dengan tegangan 220 VAC, dengan jumlah inputan 18, jumlah output 12 dengan dimensi 130mm x 85mm x 86 mm. Tujuan digunakannya PLC dalam riset ini adalah untuk mempermudah penulis dalam pembuatan kontrol alat kendali motor. Relay-relay yang seharusnya digunakan dapat digantikan dengan adanya PLC[2].

4. CX Programmer

Software CX-Programmer pada kesempatan ini, penulis menggunakannya sebagai software untuk memprogram PLC CP1E yang digunakan untuk mengontrol rangkaian sistem kendali motor sehingga dapat bekerja sesuai dengan keinginan sang penulis, Ladder diagram yang telah dibuat juga bisa langsung disimulasikan dengan gambar atau objek kerja sehingga dapat terlihat apakah sistem telah bekerja dengan baik atau tidak[5].

5. Motor Induksi 3 Fasa

Motor Listrik Induksi adalah mesin elektromekanik yang memanfaatkan energi listrik dengan cara mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor ini digunakan secara luas di berbagai industri seperti pembangkit listrik, industri kertas, ladang minyak, dan pabrik. Prinsip kerjanya didasarkan pada induksi elektromagnetik. [8].

Kumparan stator motor induksi tiag fasa yang terhubung dengan sumber tegangan tiga fasa, kumparan tersebut dapat menghasilkan medan magnet yang berputar. Dengan memotong kumparan rotor dan menciptakan tegangan induksi, yang menyebabkan mengalirnya arus di rotor. Arus ini menciptakan torsi yang memutar rotor yang mengikuti arah medan putar stator. perbedaan kecepatan stator dengan rotor disebut slip, yang meningkat dengan beban motor. Motor induksi tidak bisa berputar pada kecepatan sinkron karena rotor harus berputar lebih lambat dari kecepatan sinkron untuk menciptakan teganan induksi dan arus di rotor, yang menghasilkan torsi. Slip diukur sebagai persentase dari kecepatan sinkron. [9]:

$$\text{slip} = \frac{NS - NR}{NS} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

ns = kecepatan sinkron

nr = kecepatan rotor

maka dari rumus slip di atas, dapat memberikan penjelasan yaitu:

Kecepatan motor induksi biasanya mendekati kecepatan sinkron, tetapi pengaturan kecepatan kadang diperlukan. Kecepatan putar dapat dihitung dengan rumus[9]:

Kecepatan putaran (RPM) pada motor AC dapat dihitung dengan rumus:

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

N_s = Kecepatan Putar)

f = Frekuensi (Hz)

p = Jumlah Pasang Kutub Pada Motor

6. Pompa

Pompa merupakan mesin mekanis yang berfungsi mengubah energi kinetik menjadi energi fluida melalui gaya sentrifugal. Alat ini terdiri dari sebuah cakram yang dilengkapi dengan bilah-bilah yang biasanya berputar ke arah berlawanan dari arah putaran. Energi mekanis dari sumber eksternal, seperti motor listrik, digunakan untuk memutar impeller dalam pompa sentrifugal. Saat impeller berputar, fluida didorong oleh bilah-bilah impeller dan diarahkan ke saluran keluar, sehingga memperoleh energi kinetik selama proses tersebut.. [15].

Pompa sentrifugal terbagi menjadi tiga jenis berdasarkan arah aliran fluida[14]:

1. Pompa Sentrifugal Aliran Radial bekerja dengan memasukkan fluida ke impeller secara aksial dan mengeluarkannya secara radial, sehingga aliran berubah arah sebesar 90°. Seluruh energi yang dihasilkan berasal dari gaya sentrifugal..

2. Pompa Sentrifugal Aliran Campuran beroperasi dengan cara memasukkan fluida ke impeller secara aksial dan mengeluarkannya dalam arah gabungan aksial dan radial. Energi dihasilkan sebagian dari gaya sentrifugal dan sebagian lagi dari dorongan bilah-bilah impeller. Jenis pompa ini sering dipilih untuk memompa air buangan atau air limbah karena kemampuannya yang tinggi dalam mencegah penyumbatan oleh benda asing yang terhisap.

3. Pompa Sentrifugal Aliran Aksial bekerja dengan memasukkan dan mengeluarkan fluida dalam arah aksial. Energi yang dihasilkan sepenuhnya berasal dari dorongan bilah-bilah impeller. Pompa ini ideal untuk aplikasi yang memerlukan kapasitas besar dan tekanan rendah, serta memastikan aliran fluida tetap lancar tanpa hambatan.

Keseluruhan, pemilihan jenis pompa sentrifugal yang tepat tergantung pada kebutuhan aplikasi spesifik, seperti arah aliran fluida, kapasitas, dan tekanan yang diperlukan.

rumus umum untuk menghitung debit aliran Q dengan membagi volume air V dengan waktu T.

Dalam rumus tersebut[17]:

$$\text{waktu} = \frac{\text{Volume}}{\text{debit}} \dots\dots\dots(3)$$

- Q adalah debit aliran(m³/s).
- V adalah volume air (m³).
- T adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir, diukur dalam detik (s)

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Prototipe hasil penelitian

Drive (VFD) menggunakan Ladder Diagram PLC terdiri dari empat input dan empat output. Berikut adalah penjelasan rinci tentang komponen dan fungsinya dalam sistem ini:

1. Input (0.01) - Sensor Stop

Input ini berfungsi sebagai sensor untuk menghentikan program. Ketika sensor stop diaktifkan, sistem akan menghentikan semua operasi yang sedang berjalan, memastikan keamanan dan kontrol penuh dalam situasi darurat atau ketika sistem perlu dihentikan untuk pemeliharaan atau pemeriksaan.

2. Input (0.02) - Sensor 2

Input ini berfungsi untuk mengaktifkan output (100.02), yang bertanggung jawab mengendalikan frekuensi yang ditentukan pada VFD, yaitu 17,5 Hz. Ketika sensor ini diaktifkan,

VFD akan diatur untuk menjalankan motor pada frekuensi ini, yang akan mempengaruhi kecepatan putaran motor dan aliran pompa.

3. Input (0.03) – Sensor 3 untuk Timer T000

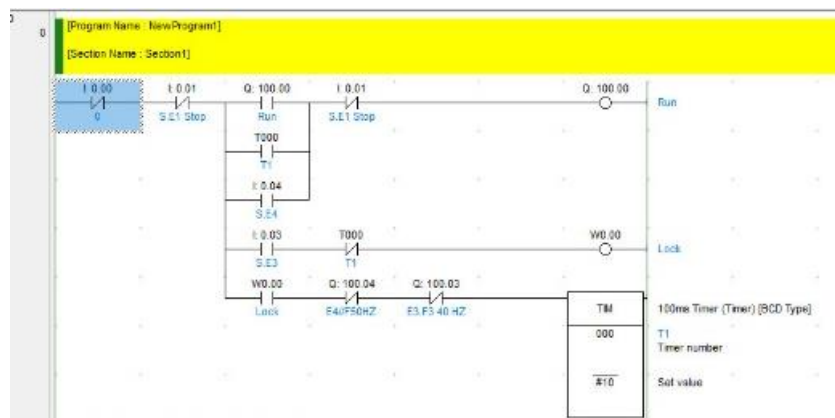
Input ini menyalakan program timer T000 sebagai on-delay timer dengan penundaan sesuai kebutuhan, yaitu 1 detik. Setelah penundaan ini, input ini akan mengaktifkan output PLC (100.03), yang berfungsi untuk menyetel program VFD pada frekuensi 20 Hz. Pengaturan ini memungkinkan motor untuk beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi setelah penundaan yang ditentukan, meningkatkan aliran pompa sesuai dengan kebutuhan proses.

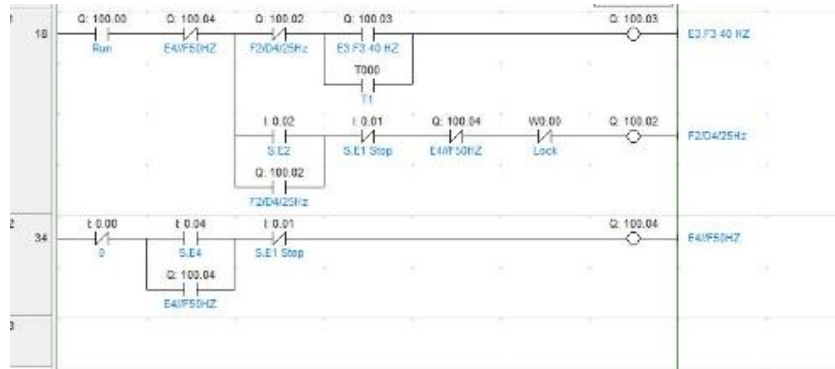
4. Input (0.04) - Sensor 4:

Input ini mengaktifkan output PLC (100.04), yang bertugas menyetel program VFD pada frekuensi 25 Hz. Dengan aktivasi sensor ini, motor akan beroperasi pada kecepatan maksimum yang diatur oleh sistem, meningkatkan aliran pompa ke tingkat tertinggi yang diperlukan oleh proses industri.

Output dari sistem ini mempengaruhi kecepatan putaran motor dan aliran pompa secara langsung. Dengan mengatur frekuensi VFD melalui input yang dikontrol oleh sensor, sistem ini dapat menyesuaikan kecepatan motor dan aliran pompa secara otomatis berdasarkan kebutuhan proses industri. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memastikan bahwa sistem berjalan dengan optimal, mengurangi kebutuhan akan intervensi manual dan meningkatkan keselamatan serta keandalan keseluruhan sistem.

Sistem otomatis ini, dengan penggunaan Ladder Diagram PLC, memastikan bahwa pengaturan frekuensi pada VFD dilakukan dengan presisi tinggi, sesuai dengan input yang diterima dari berbagai sensor. Setiap input memiliki peran penting dalam memastikan bahwa motor berjalan pada frekuensi yang tepat, memberikan aliran pompa yang sesuai dengan kebutuhan proses industri, dan meningkatkan efisiensi serta efektivitas operasional keseluruhan sistem.





Gambar 3. ladder diagram plc sistem kendali motor sensor dan motor pompa

tabel 1. sistem kontrol output PLC

kondisi					
Input	Sensor 4	On	Off	Off	Off
	Sensor 3	Off	On	Off	Off
	Sensor 2	Off	Off	On	Off
	Sensor 1	Off	Off	Off	On
Output	Motor pompa	On	On	On	Off
	VFD 25 Hz	On	Off	Off	Off
	VFD 20 Hz	On	On	Off	Off
	VFD 17,5 Hz	Off	Off	On	Off

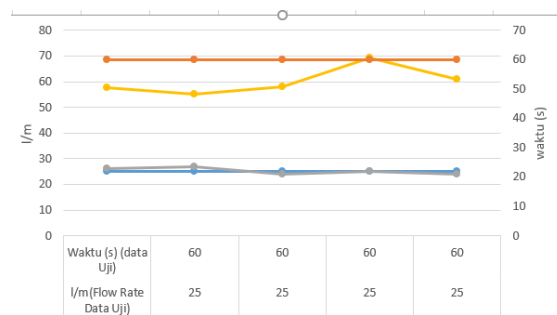
Pompa akan aktif ketika level air mencapai batas/saat sensor WLC mendeteksi level Air yang ditentukan sekitar pada (Sensor 3) 80% ,lalu jika dikondisi volume hampir penuh 90% Sensor 2 akan menyala untuk menurunkan frekuensi/rpm motor lalu berhenti pada sensor 1 untuk menghentikan program kendali motor/VFD. dan di jika di bawah pada (sensor 4) 50%volume air motor akan dikendalikan dengan frekuensi 25 hz sampai dengan titik batas maksimal tangki (sensor 1).

Data Pengujian

$$\begin{aligned}
 \text{waktu} &= \frac{\text{Volume}}{\text{debit}} \\
 \text{waktu} &= \frac{25 \text{ L}}{25 \text{ l/m} - 10 \text{ l/m}} \\
 &= 100 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Validasi pengujian

NO	Flow in l/m (data real)	Flow Out (l/m)	Waktu Real (s)
1	26	8,5	99,8
2	24	10,0	101,1
3	25	10,1	100,1
4	27	9,7	96,0
5	24	9,8	102,8



Gambar 6. Grafik flow dan lama waktu pengisian

Data diatas didapatkan dengan cara membandingkan antara perhitungan data uji dan data real. Perbandingan dilakukan dengan cara mengisi tower air dengan kecepatan/flow air 5-10 m/l dalam data uji lalu dilakukan pergitungan waktu terisi penuhnya tower air. Tower Air diisi dengan keceptan air 25,17 dan 10 (m/l)

Tabel 3. Tabel pengukuran

NO	Frekuensi (Hz)	Tegangan (v)	Arus	RPM
1	25	427	1,0	1166
2	20	427	0.9	1025
3	17,5	417	0,8	1456

Pengambilan data diatas dilakukan untuk mendapatkan perbandingan tegangan dan arus listrik dengan frekuensi yang ditentukan lalu dikeluarkan oleh Variable Frequency Drive dengan tegangan dan arus yang dikeluarkan Variable Frequency Drive dan dibebani oleh motor. Variable Frequency Drive dikontrol dengan PLC yang Outputnya dialihkan pada input Switch Control Frequency pada Variable Frequency Drive untuk merubah-ubah frekuensi dari VFD.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah :

- 1.Perancangan pengendalian Sensor Otomatis Pengisian Tower Berbasis PLC dilakukan dengan cara mengatur kecepatan aliran air pompa menggunakan Variable Frequency Drive dengan cara menurunkan frekuensi tegangan yang berpengaruh pada kecepatan putaran motor pompa, dan dikontrol PLC untuk merubah-ubah sistem kontrol VFD

2. Kesimpulannya, motor pompa sentrifugal yang dikendalikan dengan Variable Frequency Drive menggunakan 3 mode kecepatan (1456, 1166, dan 1025 RPM) dipilih untuk mengatur aliran air yang sesuai untuk pengisian tower air. Penggunaan mode 3 kecepatan ini bertujuan untuk mengurangi lonjakan air akibat tekanan tinggi, sehingga diperlukan 3 kecepatan aliran air untuk memastikan operasi pompa yang lebih stabil dan efisien.

3. rancang bangun ini berfungsi untuk mengoptimalkan volume air agar tetap stabil sesuai dengan kebutuhan aliran yang keluar, sehingga dapat menjaga kondisi suhu air yang diaplikasikan pada pendingin mesin tetap ideal. Volume air yang stabil ini

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing serta semua rekan-rekan yang memberikan dukungan selama proses penelitian berlangsung

DAFTAR PUSTAKA

- 1F. Zohrarirani, P. D. Permatasari, P. Studi, S. Pembangkit, and D. Teknik, "Studi Kasus Drift Loss Pada Cooling Tower Unit 3 Di Pt . Indonesia Power Upjp Kamojang Unit Pltp Kamojang," pp. 1–6.
- Rizki Faulianur, Rouhillah, and Bariq Fajar Musaid, "Prototype Buka Tutup Palang Pintu Air Bendungan Otomatis Berbasis Plc Konfigurasi Hmi," *J-Innovation*, vol. 10, no. 2, pp. 57–62, 2021, doi: 10.55600/jipa.v10i2.93.
- L. B. Wasesa, B. Hariadi, K. Setyadjit, and A. Ridhoi, "Rancang Bangun Kontrol Keketuhan dan Level Air pada Tangki Air Pamsimas dengan Memanfaatkan IoT," *J. El Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 43–46, 2021.
- Maeli Khusnul Munfiqoh and Didik Aribowo, "Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Frequency-Drive (VFD) Untuk Mendeteksi Aliran dan Tekanan Air Pada Modul Pumps Training System PT. Festo Indonesia," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 24–34, 2022, doi: 10.58169/saintek.v1i2.74.
- A. Susanto, "Modul Programmable Logic Controller (Plc) Berbasis Arduino Severino," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, 2017, doi: 10.21831/jee.v1i2.17413.
- Syarifuddin and G. Musyhar, "Rancang Bangun Trainer Perlengkapan Hubung Bagi Sistem Jaringan 3 Fasa Studi Kasus Jaringan 3 Fasa Laboratorium Kendali Smk Dwija Praja Pekalongan," *J. Cahaya Bagaskara*, vol. 6, no. 1, pp. 20–24, 2021.
- E. S. Nasution and A. Hasibuan, "Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Merubah Frekuensi Menggunakan Inverter ALTIVAR 12P," *Sisfo J. Ilm. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 25–34, 2018, doi: 10.29103/sisfo.v2i1.1001.
- A. Aripriharta, "Kendali Motor Induksi Menggunakan Variable Speed Drive," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2023, doi: 10.52447/jkte.v8i1.6567.
- W. Syawaluddin, Atmam, and Zulfahri, "Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Torka Motor Induksi Tiga Fasa Pada PLTU Tenayan Raya," *SainETIn*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2018, doi: 10.31849/sainetin.v3i1.3004.
- O. A. Nugroho and L. B. Masalah, "Pengaturan dan Sinkronisasi Kecepatan Dua Buah Motor Induksi Satu Fasa," 1800.

- G. Alim, "Fungsi Water Level Control Electrode Pada Simulator Sistem Peringatan Dini Pengendalian Banjir Dengan Electronic Data Proses," *Elektro*, vol. 3, pp. 1–5, 2015.
- D. Y. Tadeus and I. Setiono, "Deskripsi Teknis Pengendali Tinggi Muka Cairan Industri Metode Floatless Omron 61F," *Gema Teknol.*, vol. 20, no. 2, p. 41, 2019, doi: 10.14710/gt.v20i2.22707.
- Atmam, A. Tanjung, and Zulfahri, "Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD)," *SainETIn*, vol. 2, no. 2, pp. 52–59, 2018, doi: 10.31849/sainetin.v2i2.1218.
- A. Kurniawan, "Tipe Semi Open," vol. 15, no. 1, pp. 20–26, 2019.
- A. A. Latif and A. S. F. Arsal, "Studi Eksperimental Pengaruh Debit Aliran Terhadap Kedalaman Gerusan pada Hilir Pintu Air dengan Dasar Tanah Lembung," *J. Muhammadiyah's Appl. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 132–137, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/jumpotech/index132>
- S. Suryadi and M. Habibi, "Analisa Pengaruh Putaran Pompa Centrifugal (Seri dan Paralel) Terhadap Aliran Fluida dan Efisiensi Pompa," *Malikussaleh J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 3, p. 34, 2022, doi: 10.29103/mjmst.v6i3.10385.
- G. RANGGATAMA, "Analisis Perancangan Pompa Sentrifugal pada Perancangan Shower Tester Booth di PT X," *J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, p. 88, 2020, doi: 10.22441/jtm.v9i2.4921.