

KONTROL DAN MONITORING PENGISIAN AIR DI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRONIKA POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK

Eko Mardianto¹, Suparno², Yohannes C Hendro Yuwono³

^{1,2,3} Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika Politeknik Negeri Pontianak

Jl. Jenderal Ahmad Yani, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78124

¹emardianto74@gmail.com, ²suparnospdi@yahoo.com, ³yohannes.chy1@gmail.com

Abstract

Currently, proper and correct utilization of water must be carried out, as many areas experience water shortages and spotless water. One is water used in the electronics engineering laboratory for students and staff. The water reservoir is filled manually, causing water to waste so much. Water filling is done manually to run out over the weekend and the following week. Due to these problems, this study focuses on controlling and monitoring water filling in the reservoir in the electronics engineering laboratory using PLC and HMI. Control the increment decrement principle to regulate the pump rotation speed based on the water level. The components used are a Water Level Transmitter, a 3-phase pump, and an inverter. The controller stabilizes the water level in the reservoir, and when the water decreases, the pump will fill the reservoir. Speed regulation uses a 1-phase - 3-phase inverter. The current value of the WLT represents the height of the water level in the reservoir. When the water level is from 0 to 56 cm, the maximum pump rotation speed is set with a pump frequency setting of 50 Hz. At a height of 56 cm to 76 cm, the pump speed decreases linearly from 40 Hz to 17 Hz. If water is not used, then the pump will stop operating.

Keywords : *Water level, PLC, IoT, Inverter*

Abstrak

Saat ini pemanfaatan air yang baik dan benar perlu dilakukan, banyak daerah yang mengalami kekurangan air terutama air bersih. Salah satunya penggunaan air pada laboratorium teknik elektronika yang digunakan untuk mahasiswa dan staf. Tempat penampungan air, diisi secara manual menyebabkan tidak jarang air meluber hingga banyak yang terbuang. Pengisian air dilakukan secara manual sehingga pada akhir pekan sudah habis dan disini pekan selanjutnya. Oleh permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada kontrol dan monitor pengisian air tandon pada laboratorium Teknik elektronika dengan menggunakan PLC dan HMI. Kontrol prinsip increment decrement untuk mengatur kecepatan putar pompa berdasarkan level air. Komponen yang digunakan yaitu *Water Level Transmitter* (WLT), pompa 3 phase, inverter. Kontroller berfungsi untuk menstabilkan level air pada tandon, saat air tandon berkurang maka pompa akan mengisi tandon. Pengaturan kecepatan menggunakan inverter 1 phase - 3 phase. Nilai arus dari WLT mewakili ketinggian level air pada tandon. Disaat ketinggian air dari 0 sampai 56 cm kecepatan putar pompa maksimum dengan pengaturan frekuensi pompa sebesar 50 Hz. Pada ketinggian 56 cm sampai 76 cm kecepatan pompa berkurang secara linier dari 40 Hz sampai dengan 17 Hz. Bila tidak ada air yang digunakan maka pompa akan berhenti beroperasi.

Kata kunci : *Water level, PLC, IoT, Inverter*

1. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini sudah semakin pesat dan telah merambah keberbagai sektor, mulai dari telekomunikasi hingga penggunaan peralatan di rumah. Ketersediaan teknologi yang digunakan

pada peralatan rumah biasanya disebut dengan smart home/building. Istilah smart home/building dapat mengandung pengertian pengaturan perangkat dan peralatan di rumah/gedung yang dapat dikontrol dan dimonitor dari mana saja. Peralatan yang

dikontrol dan dimonitor dapat berupa pencahayaan, peralatan audio, pantauan kamera, keadaan suhu ruangan dan peralatan-peralatan lainnya. Dengan mengambil ide smart home/buiding dapat diterapkan di gedung Laboratorium Prodi TRSE Polnep. Salah satu konsep yang dapat diterapkan adalah automasi pengisian air pada Tandon air di gedung Laboratorium Teknik Elektronika.

Kondisi pengisian air di laboratorium teknik elektronika polnep saat ini terdapat 1 buah tandon yang berada di lantai tiga. Tandon tersebut berfungsi sebagai penampungan air yang selanjutnya didistribusikan ke bak-bak air yang berada dikamar mandi/WC, bak air yang berada diluar gedung serta untuk penggunaan air di kran wudhu.

Tandon penampungan air ini diisi dalam waktu-waktu tertentu secara manual dari sumber PDAM yang disimpan di penampungan air Politeknik Negeri Pontianak. Karena pengisian dilakukan secara manual, tidak jarang air terisi penuh dan meluber pada tandon penampungan sehingga banyak air yang terbuang dengan percuma. Terkadang pula saat proses pengisian, sudah berhenti sebelum tandon penampungan terisi penuh. Permasalahan lainnya diakhir pekan biasanya tandon penampungan belum terisi, sehingga saat dipagi hari awal pekan terkadang air di bak tinggal sedikit atau bahkan kosong. Untuk mengatasi keadaan tersebut dibutuhkan sistem yang dapat mengontrol dan memonitor kondisi air agar ketersediaan air dapat dipertahankan setiap saat.

Banyak penelitian mengenai Kontrol ketinggian air seperti, Vardaan meneliti tentang pengontrol dan indikator ketinggian air otomatis berbasis Arduino. Dalam penelitiannya diukur ketinggian air dengan menggunakan bantuan water level sensor, dengan menggunakan indikator ketinggian air sebagai indikator untuk menyalakan motor/pompa secara otomatis. Sehingga tidak diperlukan lagi penggunaan tombol untuk menyalakan dan mematikan pompa [1].

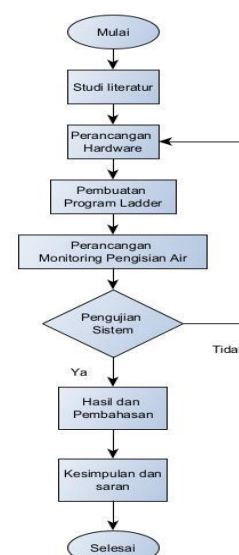
Methaq (2020) melakukan penelitian dengan membuat sebuah sistem prototipe yang menggunakan IoT dalam melakukan kontrol dan monitoring. Dengan membandingkan antara PID sederhana dan logika fuzzy yang hasilnya akan diprogram kedalam PLC. Ia juga menggunakan mikrokontroler untuk melakukan komunikasi dengan sensor sehingga data yang diperoleh dapat diunggah ke cloud. Selain data hasil sensor, notifikasi jika terdapat peringatan juga ditampilkan [2].

Ali (2021) dkk, dalam penelitian yang berjudul "Water Level Control System Using Programmable Logic Controller". Ali (2021) dkk, mengusulkan sebuah desain yang menggunakan PLC sebagai kontrol sentral karena keandalan dan kemudahannya. PLC digunakan untuk melakukan kontrol level air, monitoring, dan fungsi kontrol seperti logic, perhitungan timer, dan logika aritmatika. Kontrol ketinggian air untuk menyalakan dan mematikan pompa digunakan sensor dalam mengukur ketinggian dan aliran air [3]. Penelitian terkait pengukuran ketinggian air juga banyak telah dilakukan[4], [5], [6] .

Oleh karena itu berdasarkan literatur-literatur yang telah disajikan, maka dilakukan penelitian untuk merancang sebuah mekanisme kontrol mengenai water leveling pada Gedung Laboratorium Teknik Elektronika yang dapat mengontrol pengisian air dan memonitoring kontrol yang dilakukan. Kontrol yang digunakan memanfaatkan prinsip menaikkan dan menurunkan kecepatan putar dari motor pompa 3 fasa berdasarkan level air. Sensor level air menggunakan water level transmitter yang memiliki keluaran dari 4 mA sampai 20 mA, diposisikan pada tangki air. Level ketinggian air pada penampungan air dapat dipantau melalui Human Machine Interface (HMI) dan dapat juga dikontrol secara online. Perangkat yang digunakan untuk mengontrol memanfaatkan PLC CPU Series XGB dengan CPU Type XBC-DR20SU

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Skema Alur Penelitian

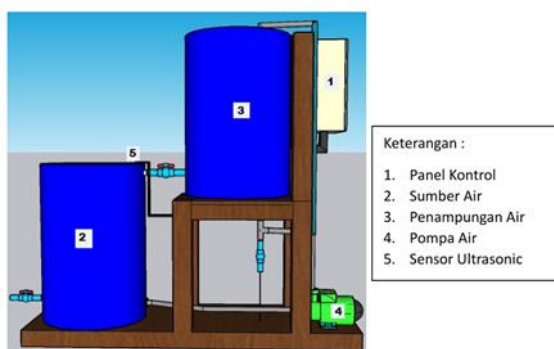


Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilaksanakan sesuai dengan Langkah-langkah yang ditampilkan pada gambar 1. Permulaan dari penelitian ini adalah melakukan indentifikasi permasalahan yang ada pada gedung laboratorium elektronika yaitu didapatkan ternyata penggunaan air yang berlebihan. Setelah itu dilakukan studi literatur terkait mengatasi permasalahan tersebut. Langkah selanjutnya melakukan perancangan hardware dan pembuatan program ladder. Proses selanjutnya membuat perancangan monitor pengisian air. Setelah semua perancangan dilakukan maka dilakukan pengujian dan pengambilan data yang didapatkan. Hasil akhir berupa pembahasan dan kesimpulan saran atas penelitian yang dilakukan.

2.2. Rancangan Protipe Sistem Pengisian Air

Rancangan protipe sistem pengisian air pertama terdapat 2 buah tangki yang berguna sebagai penampungan/*roof water tank* dan sebagai sumber air. Tangki penampung berada dibagian atas, sedangkan tangki sumber air berada dibagian bawah sebagaimana ditunjukkan gambar 2. Sebuah pompa 3 *phasa* digunakan untuk pengisi air pada tangki penampungan. Panel kontrol berisi *PLC* dan *ESP32* sebagai kontroller serta *HMI* yang berguna untuk memantau kondisi air pada penampungan air. Sensor ultrasonic diletakkan pada sumber air untuk memantau ketersediaan sumber air.

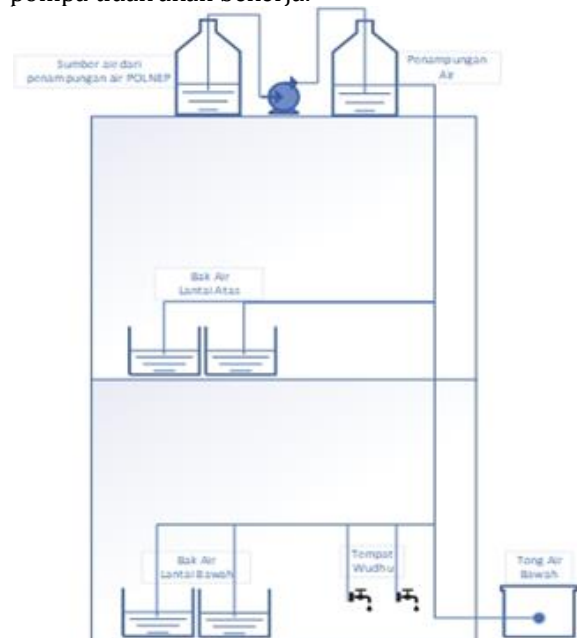


Gambar 2. Prototipe Sistem Pengisian Air

Cara kerja alat adalah sebagai berikut : Pompa akan melakukan pengisian air ke wadah penampungan. Untuk mengatur kecepatan putar pompa menggunakan *inverter*, yang bekerja berdasarkan level air pada tangki. Kerja dari *inverter* dipengaruhi oleh kontroller yang diprogram di *PLC*. Kontroller berfungsi untuk menstabilkan level air. Disaat air tandon berkurang maka pompa akan mengisi tandon. Semakin banyak air digunakan, pompa akan semakin kuat menyedot air dan sebaliknya bila air

yang digunakan sedikit maka pompapun menyedot air dengan putaran pelan. Kontrol yang dilakukan dengan prinsip increment decrement / menaikkan dan menurunkan kecepatan putar dari pompa berdasarkan level air. Untuk mengetahui perubahan level air, menggunakan *Hydrostatic Level Sensor / Water Level Transmitter*. Air yang berada diwadah penampungan didistribusikan ke bak penampungan yang berada di masing-masing kamar mandi. Masing-masing bak di kamar mandi diberi pelampung buka/tutup. Bila air penuh maka pelampung akan menutup.

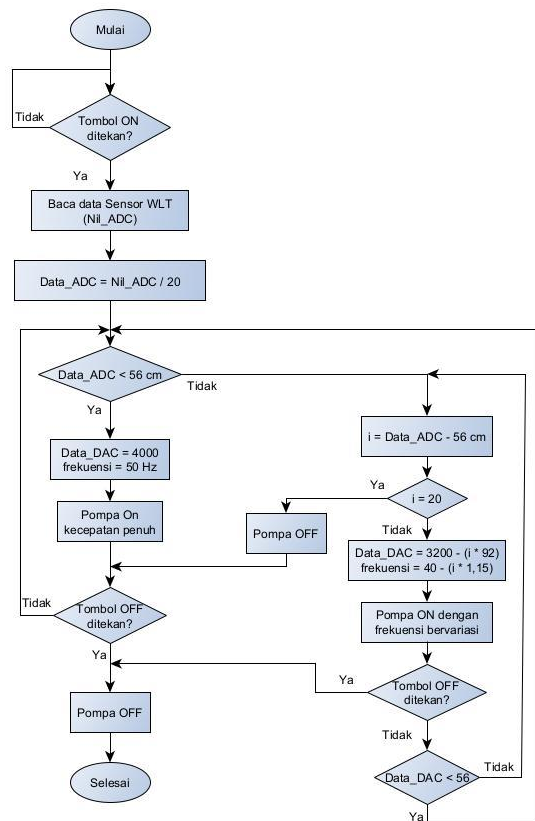
Gambar 3 adalah kondisi real yang diinginkan pada laboratorium Teknik Elektronika POLNEP. Tandon A merupakan sumber air yang berasal dari penampungan ledeng Polnep dengan kapasitas 5000 L. Pada tandon ini dipasang sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mengidentifikasi kondisi level air. Bila sumber air kosong maka pompa tidak akan bekerja.



Gambar 3. Kondisi Real Sistem Pengisian Air

2.3. Rancangan Kontrol Sistem Pengisian Air

Berikut alur kerja sistem pengisian air :



Gambar 4. Flowchart Cara Kerja Sistem
 Keterangan :

- i = penambahan / pengurangan dari perubahan ketinggian air.
- Nil_ADC = Nilai pembacaan sensor WLT dengan range dari 0 – 4000.
- $Data_ADC$ = Data pembacaan sensor WLT yang sudah dikonversi kedalam cm
- $Data_DAC$ = nilai yang diberikan sebagai referensi inverter.

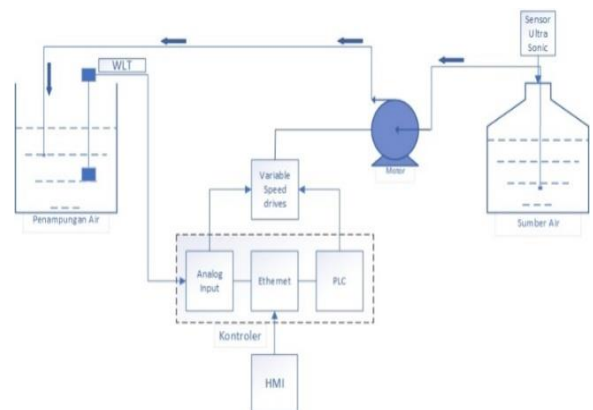
Alur sistem pengisian air dapat dilihat pada gambar 4. Program dimulai dengan menekan tombol ON pada panel atau aplikasi Blynk. Selanjutnya sensor WLT membaca level ketinggian air sebagai nilai ADC dengan jangkauan 0 – 4000 sebagaimana pengaturan yang ditunjukkan pada gambar 8. Untuk memperoleh nilai ketinggian air, nilai ADC dibagi dengan 20, sehingga diperoleh ketinggian maksimum adalah 200 cm. Jika ketinggian air kurang dari 56 cm, data DAC disetting maksimal 4000 dengan frekuensi 50 Hz, sehingga diperoleh kecepatan pompa maksimum. Jika ketinggian air lebih dari 56 cm, maka kecepatan pompa diatur dengan perubahan nilai DAC dengan ketentuan oleh persamaan

$$Data_DAC = 3200 - (i * 92) \quad (1)$$

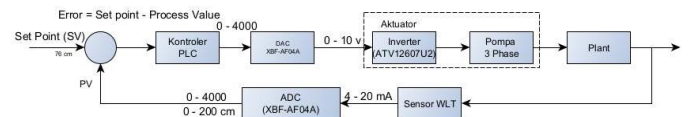
Jika dikonversi dalam frekuensi maka diperoleh persamaan sebagai berikut

$$Frekuensi = 40 - (i * 1,15) \quad (2)$$

Sebagaimana yang telah disebutkan dalam flowmap pada gambar 4, selanjutnya gambar 5 menunjukkan rancangan rangkaian kontrol pengisian air. Plant dalam sistem ini dikontrol oleh PLC, Analog Input dan Ethernet. Kontroler dipengaruhi oleh penjumlahan dan pengurangan angka numerik yang diakibatkan oleh perubahan pembacaan sensor *Water Level Transmitter (WLT)* pada tangki penampungan air. Nilai dari level sensor akan dibaca oleh analog input yang besarnya dari 4 mA – 20 mA [7], [8]. Besaran ini akan dikonversi oleh analog input ke data digital yang selanjutnya diolah oleh PLC. PLC akan mengontrol variable speed drives (inverter) untuk menggerakkan pompa 3 fasa dengan kecepatan yang bervariasi [9], [10]. Pembacaan level sensor berupa ketinggian air, nilai Analog, nilai DAC, pengaturan frekuensi pada motor, indikator pompa dan kontrol on/off pada sistem ditampilkan melalui *Human Machine Interface (HMI)*[11].



Gambar 5. Rancangan Rangkaian Kontrol Pengisian Air



Gambar 6. Blok Diagram Kontrol Pengisian Air

Gambar 6 menunjukkan blok diagram dari kontrol proses pengisian air. Set point digunakan untuk mempertahankan ketinggian level air pada tangki. Perbedaan nilai set point dengan level air akan menghasilkan *error*, artinya bila level air berkurang maka akan terdapat *error*. Semakin besar *error* maka semakin besar putaran pada

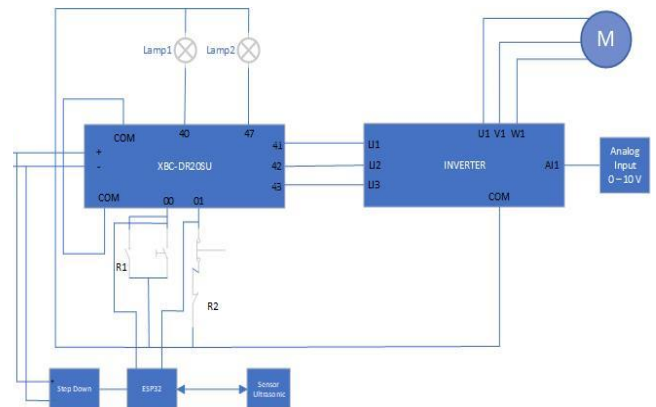
pompa. Selanjutnya tangki akan terisi kembali dan water level sensor akan merespon perubahan dari level air.

$$\text{error} = \text{set point} - \text{nilai pembacaan sensor} \quad (3)$$

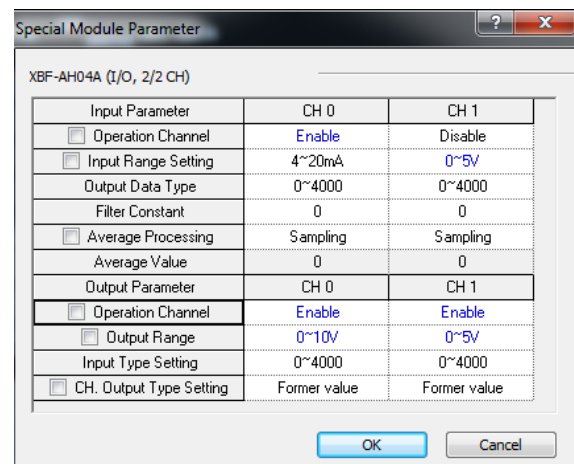
Hasil hitungan dari kontroller akan mempengaruhi putaran dari pompa yang diatur menggunakan inverter / variable speed drive (VSD).

2.4. Rancangan Hardware PLC

PLC yang digunakan adalah PLC CPU Series XGB dengan CPU Type XBC-DR20SU[7]. Memiliki 20 I/O dengan 12 input digital dan 8 output digital. Gambar 7 menunjukkan wiring diagram Analog input yang digunakan adalah modul analog I/O XBF-AH04A. Modul ini memiliki 2 analog input dan 2 analog output yang diperlihatkan pada gambar 8. Untuk membaca nilai keluaran sensor dibutuhkan modul ADC / Analog Input[12], yang selanjutnya diolah PLC dengan menggunakan pemograman bahasa diagram logika ladder. Dalam penggunaannya perlu beberapa pengaturan agar nilai sensor tersebut dapat diolah sesuai dengan keinginan, yaitu dengan mengatur nilai INPUT RANGE dan OUTPUT DATA TYPE. Dalam pengaturan input range terdapat beberapa pilihan seperti ditunjukkan pada gambar 7. Dalam menentukan pilihan tergantung dari output nilai dari sensor yaitu nilai tegangan atau nilai arus. Sedangkan untuk output data type dapat dilihat pada gambar 9. Nilai ini akan mewakili dari nilai input. Contoh jika dipilih 4– 20 mA dan output 0-4000, maka ketika 4 mA nilai output adalah 0 dan ketika 20 mA maka nilai output ADC adalah 4000. Nilai yang digunakan oleh PLC yaitu 0 hingga 4000. Nilai ini akan diolah tergantung dari program PLC yang digunakan. Fungsi dari sensor ultrasonik adalah untuk mendeteksi ketersediaan air pada tangki sumber air. Bila air pada sumber tersedia sistem akan bekerja sebagai mana mestinya, sementara bila sensor ultrasonik mendeteksi tidak ada air maka pompa tidak akan bekerja.



Gambar 7. Wiring Diagram dan VSD



Gambar 8. Pengaturan Analog Input



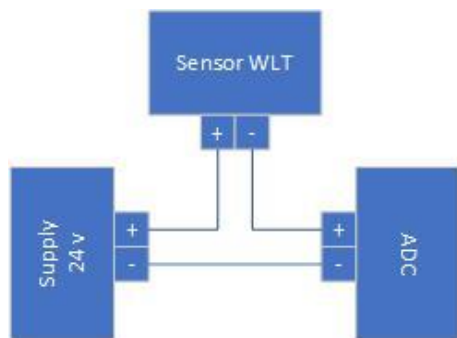
Gambar 9. Pilihan input range dan output range

2.5. Pengaturan Kecepatan Pompa Menggunakan Inverter

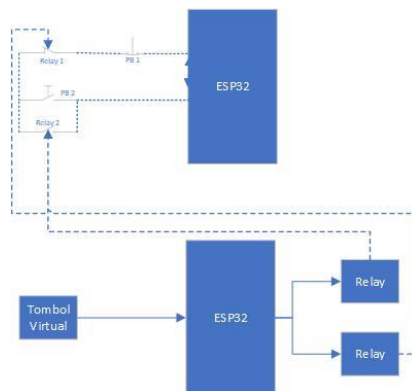
Pada pengaturan kecepatan putar pompa memanfaatkan Inverter[13]. Inverter yang digunakan pada penelitian ini adalah ATV12G07M2[14]. Kecepatan putar pompa berdasarkan ketinggian air dari tangki penampung air. Nilai tegangan input yang diberikan ke inverter berkisar dari 0 – 10 volt atau nilai DAC dari 0 - 4000. Input inverter diperoleh dari respon sensor WLT dalam membaca kondisi air. Bila kondisi air berada dilevel terendah maka nilai keluaran dari DAC sebesar 0 volt dan bila kondisi air dilevel tertinggi (2 m) maka keluaran DAC sebesar 10 volt. Perubahan tegangan yang menjadi input dari inverter ini dikonversi kedalam frekuensi dari 0 sampai 50 Hz.

Dalam penggunaan inverter terdapat pengaturan yang harus dilakukan, seperti pengaturan dari nilai frekuensi yang digunakan untuk mengatur kecepatan dari pompa [15], [16]. Inverter akan mendapat input berupa tegangan 0 – 10 V yang akan menjadi patokan dari nilai ketinggian dari air pada tandon. Seperti 0 V berarti ketinggian air berada paling rendah dan 10 V berarti air pada ketinggian maksimum yaitu 2 m sesuai dengan spesifikasi sensor WLT yang digunakan.

Adapun rangkaian pengkabelan antara sensor WLT, ADC dan Supply sebagai berikut,



Gambar 10. Pengkabelan Sensor arus WLT



Gambar 11. Penjaringan Tombol Virtual Blynk Dengan PLC

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaturan Ladder Kontrol Pengisian Air

Terdapat pengaturan dalam membuat program ladder kontrol pengisian air. Pengaturan ini untuk menyesuaikan antara spesifikasi sensor dengan nilai pengukuran yang diinginkan. Sensor WLT dapat mengukur ketinggian air maksimum 200 cm dengan keluaran sensor berupa arus 4 mA – 20 mA. Bila arus sebesar 4 mA maka analog input adalah 0, bila keluaran arus sensor sebesar 20 mA maka analog input sebesar 4000, berlaku persamaan berikut :

$$\text{Nilai Analog Input} = \frac{\text{nilai keluaran arus} - 0,004}{0,02 - 0,004} \times 4000 \quad (4)$$

Untuk mendapatkan ketinggian air agar terbaca pada HMI

$$\text{Ketinggian Air (cm)} = \frac{\text{Nilai Input Analog}}{20} \quad (5)$$

Terdapat penggunaan set point untuk mempertahankan ketinggian level air pada tangki air. Nilai set point akan menghasilkan error yang berasal dari level air yang berkurang. Semakin besar nilai error maka semakin besar putaran pada pompa.

$$\text{error} = \text{set point} - \text{nilai pembacaan sensor} \quad (6)$$

Dari error yang didapatkan untuk mengatur kecepatan pada pompa menggunakan persamaan berikut

$$n = \frac{f \times 120}{p} \quad (7)$$

Dimana n = kecepatan putar motor dalam rpm, f = frekuensi motor dalam herz, dan p adalah jumlah kutub. Dari hasil percobaan maka didapatkan nilai error dan frekuensi dalam kontrol pengisian air pada tabel berikut

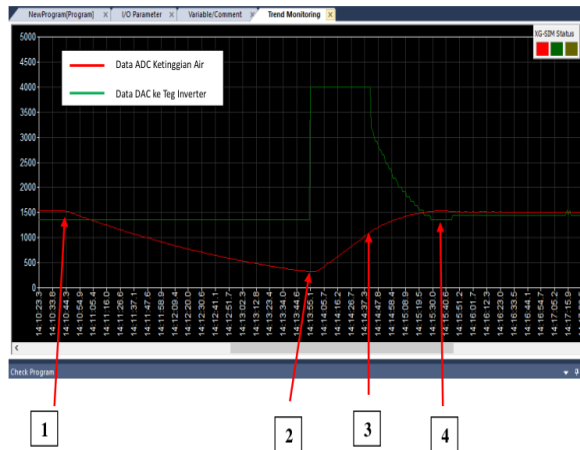
TABEL I. TABEL KONTROL PENGISIAN AIR DALAM MENDAPATKAN ERROR DAN FREKUENSI

Error = SP - PV	Set Point (cm)	Nilai ketinggian air dari sensor (cm)	Frekuensi (Hz)
0	76	76	0
1	76	75	18.15
2	76	74	19.3
3	76	73	20.45
4	76	72	21.6
5	76	71	22.75
6	76	70	23.9
7	76	69	25.05
8	76	68	26.2
9	76	67	27.35
10	76	66	28.5
11	76	65	29.65
12	76	64	30.8
13	76	63	31.95
14	76	62	33.1
15	76	61	34.25
16	76	60	35.4
17	76	59	36.55
18	76	58	37.7
19	76	57	38.85
20	76	56	40
>=21	76	<=55	50

SP = Set Point PV = Nilai ketinggian air dari pembacaan sensor

3.2. Grafik Percobaan Kontrol dan Monitor Pengisian Air

Berikut gambar grafik dari percobaan kontrol dan monitor pengisian air.



Gambar 12. Hasil percobaan kontrol dan monitor pengisian air

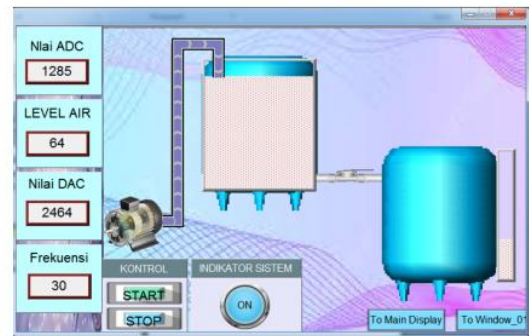
Point 1 menunjukkan sistem dalam keadaan Off dan Tandon Pengisian Air sedang dikuras atau sedang digunakan.

Point 2 menunjukkan Sistem Pengisian air On, air berada pada level rendah ditandai dengan nilai ADC berada di nilai 325 yang berarti ketinggian penampungan air setinggi 16,2 cm. Pada level ini pompa running dengan kecepatan penuh dengan pengaturan frekuensi maksimum sebesar 50 Hz. Tegangan Analog Output dari channel 0 yang masuk ke inverter bernilai maksimum 4000 yang berarti tegangan analog output sebesar 10 V.

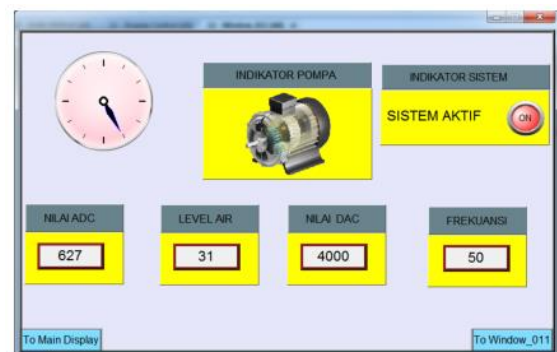
Point 3 menunjukkan perubahan kecepatan putar pompa dalam menyedot air disaat ketinggian air mencapai 56 cm (nilai ADC 1121). Kecepatan putar pompa akan terus melambat dengan kenaikan ketinggian air pada tandon penampung air. Detail perubahan frekuensi atau perubahan kecepatan putar pompa ditunjukkan pada tabel 1. Point 4 menunjukkan pompa dalam kecepatan yang stabil dengan frekuensi di 18.15 Hz. Dengan penggunaan air yang sedikit. Bila tidak ada yang menggunakan air maka pompa akan berhenti bekerja dan bila kran terbuka lagi maka pompa akan aktif kembali.

3.3. Penampilan Kontrol dan monitor pengisian Air pada HMI

Berikut gambar dari penampilan kontrol dan monitor pada HMI yang didesain.



Gambar 13. tampilan Data HMI pada Window_1

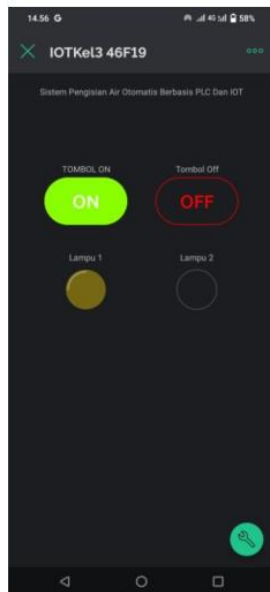


Gambar 14. Tampilan Data HMI pada Window_2

Gambar 13 dan 14 adalah tampilan dari HMI. Tampilan HMI ini berisi nilai data ketinggian air, nilai ADC dan DAC, serta frekuensi pompa.

3.4. Tampilan Kontrol dan monitoring pengisian air

Berikut merupakan tampilan dari aplikasi Blynk untuk kontrol dan monitor pengisian air. Aplikasi Blynk dapat diakses dengan menggunakan smartphone atau menggunakan browser pada PC[17], [18], [19]. Kontrol dan monitor ini dibuat agar dapat dikendalikan dan diamati dari tempat yang jauh. Antarmuka dari kontrol dan monitor pada aplikasi blynk terdapat tombol ON-OFF, lampu indikator, nilai ketinggian air pada tandon penampung air dan nilai ketinggian air tandon sumber air yang nilai nya tampil secara real time.



Gambar 15. Interface Blynk pada smartphone



Gambar 16. Interface Blynk pada web.

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil yang diperoleh, sistem dapat mengatasi terkait masalah pengisian tandon air yaitu sering meluapnya air dengan melakukan pengisian secara otomatis pada tandon air. Dengan memanfaatkan prinsip *increment decrement* kecepatan putar dari pompa berdasarkan level/ketinggian air yang diperoleh dari umpan balik dari pembacaan sensor Water level Transimeter. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa ketinggian 0 cm – 56 cm kecepatan putar pompa maksimum dengan pengaturan frekuensi pompa sebesar 50 Hz. Pada ketinggian 56 cm sampai 76 cm kecepatan motor berkurang secara linier dengan frekuensi 40 Hz hingga 17 Hz. Penggunaan HMI dapat menampilkan kontrol dan monitoring secara real time. Aplikasi Blynk dapat digunakan sebagai kontrol dan monitoring jarak jauh terhadap sistem.

Daftar Pustaka:

- [1] V. Mittal, "Automatic Water Level Controller," 2015. [Online]. Available: www.ijsr.net
- [2] M. A. Ali, A. H. Miry, and T. M. Salman, "IoT Based Water Tank Level Control System Using PLC," in *Proceedings of the 2020 International Conference on Computer Science and Software Engineering, CSASE 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Apr. 2020, pp. 7–12. doi: 10.1109/CSASE48920.2020.9142067.
- [3] Y. M. K. Ali, O. A. Zargelin, F. Lashhab, and A. Alaribi, "Water level control system using programmable logic controller (PLC): Rujban water supply system," in *2021 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference, IEMTRONICS 2021 - Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Apr. 2021. doi: 10.1109/IEMTRONICS52119.2021.9422619.
- [4] S. Atmajaya, A. Fitri Saiful Rahman, A. B. Asni, T. Elektro, and F. Teknologi Industri Universitas Balikpapan Jln Pupuk Raya Gn Bahagia Balikpapan, "PERANCANGAN CONTROL SYSTEM PENGISIAN FLUIDA OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIC SEBAGAI LEVEL AIR & SENSOR FLOW INDIKASI ALIRAN AIR BERBASIS IOT," 2019.
- [5] S. Rangkuti and E. Firmansyah, "Rancang Bangun Sistem Distribusi Air Berbasis Smartphone," 2023.
- [6] D. Hanggara *et al.*, "PURWARUPA PERANGKAT DETEKSI DINI BANJIR BERBASIS INTERNET of THINGS," 2021. [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireISS> N.2620-6900
- [7] LSIS, "XBC Standard / Economic Type Main Unit," *Plc*.
- [8] L. Transmitter, "for Multiple Applications and Customization," 2022.
- [9] S. Uddin, D. Alia, and D. Dwi Suharso, "MONITORING AND CONTROL OF A VARIABLE FREQUENCY DRIVE USING PLC AND SCADA," vol. 7, no. 2, 2022.
- [10] A. Rizaldy, I. Nawawi, and H. T. Setiawan, "KENDALI KECEPATAN MOTOR INDUKSI MENGGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE BERBASIS SOFT PLC."
- [11] I. Darmanto Zai, "PENERAPAN PLC HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE) UNTUK MONITORING OBJEK PADA

- SISTEM PENGISIAN MINUMAN KE DALAM BOTOL,” Online, 2022.
- [12] A. ANDANG, R. PRIYATNA, and F. M. S. NURSUWARS, “Multiplikasi Input Analog pada PLC menggunakan Multiplexer IC74HC4067,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 9, no. 4, p. 813, Oct. 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i4.813.
- [13] E. S. Nasution and A. Hasibuan, “Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Merubah Frekuensi Menggunakan Inverter ALTIVAR 12P,” *Sisfo: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 25–34, 2018, doi: 10.29103/sisfo.v2i1.1001.
- [14] “Altivar 12 User manual for asynchronous motors,” 2023.
- [15] E. A. Nugroho, “Implementasi Inverter Sebagai Pengendali Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Metode Space Vector Pulse Width Modulation (Svpwm),” *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 2, p. 597, 2016, doi: 10.24176/simet.v7i2.772.
- [16] W. N. Karyanti, I. Nawawi, and ..., “Sistem Kendali Motor Induksi 3 Fasa Dengan Inverter Topologi Dioda Clamped 5 Level Berbasis Pid,” ... “ *Seminar Nasional Riset ...*, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/senaster/article/view/5410>
- [17] M. Artiyasa, A. Nita Rostini, Edwinanto, and Anggy Pradifita Junfithrana, “Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk,” *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2021, doi: 10.52005/rekayasa.v7i1.59.
- [18] C. Wibisono Darmawan, S. R. U A Sompie, and F. D. Kambey, “Implementasi Internet of Things pada Monitoring Kecepatan Kendaraan Bermotor,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 91–100, 2020.
- [19] I. Wayan *et al.*, “MONITORING KEBOCORAN AIR MENGGUNAKAN MIKROKONTROL ARDUINO UNO BERBASIS APLIKASI MOBILE,” 2024. [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireISSN.2620-6900>