

# Sistem Kendali Dan Monitoring Pompa Air Otomatis Berbasis *Human Machine Interface*

M Heycal Ridwan<sup>1\*</sup>, Muldi Yuhendri<sup>2</sup>, Habibullah<sup>3</sup>, Juli Sardi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

<sup>\*</sup>Corresponding author, email: [mheycalridwan131@gmail.com](mailto:mheycalridwan131@gmail.com)

Abstrak	INFO.
<p>Air adalah kebutuhan penting bagi kelangsungan hidup, tanpa air tidak ada kehidupan di dunia ini. Daerah yang permukaan tanahnya lebih tinggi dari sumber air dan daerah yang bergelombang sulit menerima air secara terus menerus. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan air terutama di tempat yang lebih tinggi dari mata air adalah dengan menggunakan pompa air. Perkembangan teknologi zaman sekarang memungkinkan kita membuat pompa air beroperasi secara otomatis dengan menggunakan perangkat controller. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis berbasis <i>Human Machine Interface</i>. Sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis dirancang dengan menggunakan <i>Programmable Logic Controller (PLC) S7 1200 1215C DC/DC/Relay</i> dan <i>Human Machine Interface (HMI) Simatic KTP 700 Basic</i>. Sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis menggunakan 2 mode dalam pengoperasiannya. Kedua mode dapat dioperasikan secara bergantian sesuai pilihan pengguna. Pada mode otomatis hidup/mati pompa air bergantung pada parameter arus pada pompa air serta level ketinggian air pada tangki. Sedangkan pada mode manual hidup/mati pompa menggunakan pushbutton. HMI telah sukses menampilkan data-data secara real time. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kendali dan monitoring pompa air otomatis yang diusulkan telah bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan.</p>	<p><b>Info. Artikel:</b> No. 457 Received. July, 27, 2023 Revised. August, 6, 2023 Accepted. August, 8, 2023 Page. 592 – 600</p> <p><b>Kata kunci:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Pompa air</li><li>✓ Human Machine Interface</li><li>✓ PLC</li><li>✓ Sistem kendali</li><li>✓ Sistem monitoring</li></ul>
<p><b>Abstract</b></p> <p><i>Water is an essential requirement for survival, without water there is no life in this world. Areas where the ground surface is higher than the air source and areas that are undulating are difficult to receive air continuously. One way to meet water needs, especially in places higher than springs, is to use a water pump. Today's technological developments allow us to make water pumps operate automatically using a controller device. Therefore, this study proposes an automatic water pump control and monitoring system based on the Human Machine Interface. The automatic water pump control and monitoring system is designed using the S7 1200 1215C DC/DC/Relay Programmable Logic Controller (PLC) and Simatic KTP 700 Basic Human Machine Interface (HMI). Automatic water pump control and monitoring system uses 2 modes in operation. The second mode can be operated alternately according to the user's choice. In automatic mode on/off the water pump depends on the current parameter on the water pump and the water level in the tank. Whereas in manual mode on/off the pump uses a pushbutton. HMI has successfully displayed data in real time. The experimental results show that the control and monitoring of the proposed automatic water pump has worked well according to the purpose.</i></p>	

## PENDAHULUAN

Air adalah kebutuhan penting bagi kelangsungan hidup, tanpa air tidak ada kehidupan di dunia ini. Pada daerah yang berada dekat dengan sumber air, kebutuhan air bukanlah masalah besar. Berdasarkan hukum fisika, air secara alami mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Namun kenyataannya, permukaan bumi tidak selalu rata, melainkan ada daerah yang berbukit atau bergelombang. Daerah yang permukaan tanahnya lebih tinggi dari sumber air dan daerah yang bergelombang sulit menerima air secara terus menerus. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan air terutama di tempat yang lebih tinggi dari mata air adalah dengan menggunakan pompa air [1], [2].

Umumnya pompa air menggunakan impeller untuk memindahkan air melalui ruang hisap ke saluran keluaran. Dengan cara ini, seluruh ruang udara terisi air dan menciptakan tekanan fluida yang dialirkan dari dasar sumber air ke penampungan air. Untuk menggunakan pompa air, air di ruang impeller akan dikendalikan oleh motor. Saat impeller berputar, air akan terus dipaksa masuk ke pompa penyaluran. Sebuah pompa air dapat mengambil air dari daerah yang lebih rendah, biasanya berupa sumur atau air tanah yang kemudian disedot dan dipompa ketempat penampungan air [3]–[5].

Pompa air yang terdahulu masih menggunakan daya manusia untuk bekerja. Zaman sekarang, pompa air umumnya sudah menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga penggerakannya. Banyak jenis motor listrik yang dipakai pada pompa air seperti motor DC, motor induksi, dll. Dalam pengoperasiannya motor pada pompa air perlu diatur agar dapat berjalan dengan baik. Secara umum, motor pompa air yang banyak digunakan masyarakat dioperasikan secara manual dan juga secara otomatis. Operasi manual ini biasanya dilakukan melalui sebuah sakelar yang akan menghubungkan dan memutuskan pompa dengan sumber daya listrik. Untuk pompa air yang digunakan pada pengisian tanki air, operasi manual ini kurang bagus dan menyita waktu, karena kita perlu memperhatikan kondisi air dalam tanki dan pompa harus dimatikan secara manual ketika tanki sudah penuh agar air tidak tumpah keluar. Untuk mengatasi hal ini telah banyak dibuat pompa air otomatis untuk pengisian tanki air.

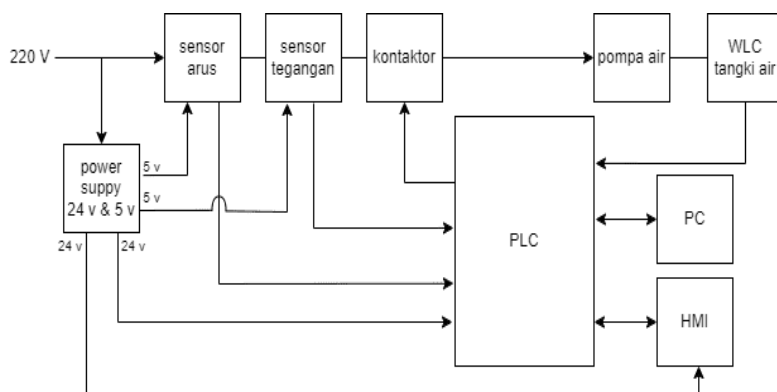
Perkembangan teknologi zaman sekarang memungkinkan kita membuat pompa air beroperasi secara otomatis dengan menggunakan perangkat controller. Beragam perangkat controller yang telah digunakan untuk otomasi pompa air. Seperti kombinasi penggunaan IC op-amp LM339 untuk mendeteksi ketinggian air dalam tanki dan relay magnetik untuk menghubungkan dan memutuskan motor pompa ke sumber daya listrik [6]. Penggunaan Arduino dan android juga telah dikembangkan untuk kendali dan monitoring tandon air otomatis [7]–[10].

Pada penelitian ini, pengendalian dan monitoring pompa air dilakukan dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Human Machine Interface* (HMI). PLC dipilih karena menawarkan keunggulan penyederhanaan komponen sistem kontrol dan akurasi pembacaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikrokontroler [11], [12]. Sebagai interface antara PLC dan User digunakan HMI. Dengan menggunakan HMI visualisasi dan teknologi suatu sistem dapat dibuat secara nyata [13]–[15]. HMI digunakan untuk memfasilitasi pekerjaan fisik dan meningkatkan interaksi antara mesin dan pengguna melalui layar komputer sehingga nantinya dapat memasukkan informasi yang dibutuhkan pengguna. Dalam penelitian ini pompa air dapat dimonitoring menggunakan sebuah perangkat computer (PC). Sistem kendali dan monitoring pompa air dirancang dengan menggunakan HMI *sinamic* KTP 700 yang akan menampilkan data-data secara *realtime* dan sebagai pusat pengendalian pompa air secara terintegrasi. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis berbasis *Human Machine Interface*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis berbasis *Human Machine Interface* dilakukan dalam bentuk percobaan yang meliputi perancangan sistem kendali dan monitoring pompa air dengan HMI, perakitan perangkat keras, serta pengujian. Diagram blok sistem kendali dan monitoring pompa air berbasis HMI dapat dilihat dalam pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis dirancang menggunakan PLC sebagai kontrolnya. Untuk tampilan datanya menggunakan HMI. HMI akan menampilkan data berupa level ketinggian air pada tanki, serta arus dan tegangan pada pompa air. Pompa air juga dilengkapi dengan sensor arus dan tegangan serta kontaktor yang berfungsi sebagai pemutus/penghubung air ke pompa air. Sumber listrik pada sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis ini berasal dari tegangan AC dan tegangan DC. Tegangan AC yang dipakai yaitu 220 Volt berguna sebagai sumber untuk menghidupkan pompa air. Tegangan DC yang dipakai yaitu 5 volt dan 24 volt yang berasal dari catu daya. Tegangan 24 Volt dipakai sebagai sumber menghidupkan PLC dan HMI. Sedangkan tegangan 5 Volt dipakai sebagai sumber untuk sensor tegangan dan sensor arus. Pada tanki air akan dipasang sensor WLC yang terhubung dengan PLC untuk mengetahui ketinggian air pada tanki yang nantinya akan ditampilkan pada HMI. Sensor WLC yang digunakan terdiri dari 3 buah transistor bc547. PC digunakan sebagai perantara antara *software* via portal dengan PLC.

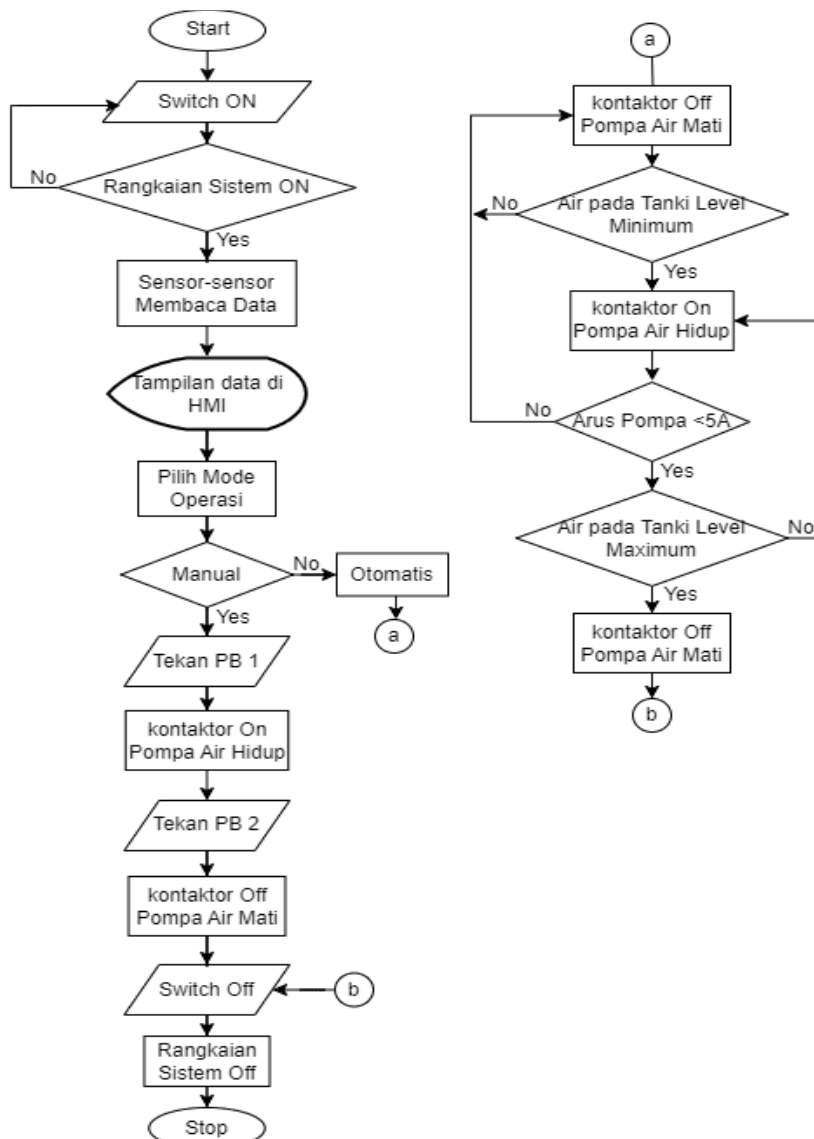


**Gambar 1. Blok diagram sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis berbasis *Human Machine Interface***

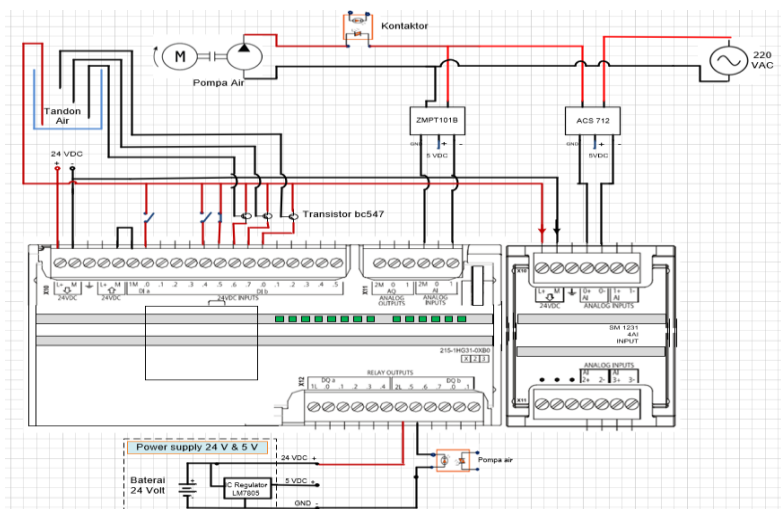
Prinsip kerja pada sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis ini adalah pada pompa air yang akan dikendalikan adalah hidup/mati pompa dengan acuan parameter level ketinggian air pada tangki air dan arus pada pompa air. Berdasarkan pada level ketinggian air apabila sensor WLC mendeteksi air pada ketinggian maksimal maka PLC akan memerintahkan kontaktor untuk memutus arus pada pompa air, sedangkan apabila sensor mendeteksi air pada level ketinggian minimal maka PLC akan memerintahkan kontaktor untuk menghubungkan arus pompa air. Berdasarkan pada arus pompa air apabila arus pada pompa berlebih maka PLC akan memerintahkan kontaktor untuk memutus arus pada pompa air. Hal ini bertujuan sebagai proteksi agar tidak terjadi hubungan pendek pada pompa air. Parameter yang akan dimonitor yaitu arus dan tegangan pada pompa air serta level ketinggian pada tangki air. Data-data dari parameter yang dimonitor diperoleh dari sensor yang akan menghasilkan sinyal analog dan sinyal analog ini akan diolah dan dikonversikan ke dalam besaran dari parameter yang dimonitor, kemudian nilai dari masing-masing parameter tersebut ditampilkan di layar HMI dalam bentuk angka numerik dan grafik. Prinsip kerja dari sistem kendali dan monitoring pompa otomatis dapat dilihat dari *flowchat* pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis menggunakan 2 mode dalam pengoperasiannya. Kedua mode dapat dioperasikan secara bergantian sesuai pilihan pengguna. Pada mode otomatis hidup/mati pompa air bergantung pada parameter arus pada pompa serta level ketinggian air pada tangki. Sedangkan pada mode manual hidup/mati pompa menggunakan *pushbutton*. Gambar 3 menunjukkan rangkaian sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis menggunakan HMI. Sistem kendali dan monitoring pompa air ini dilengkapi juga dengan kontaktor untuk menghidupkan dan mematikan pompa air. Kontaktor ini dihubungkan dengan *port* keluaran digital PLC seperti terlihat pada Gambar 3. Tegangan nominal pada PLC S7 1200 1215 C adalah 24 volt untuk *input* digital dan *output* digital. Sedangkan input analog dari PLC terdiri dua jenis sinyal, yaitu sinyal tegangan pada level 2,5 volt, 5 volt dan 10 volt dan sinyal arus dengan level 0-20 mA dan 4-20 mA.

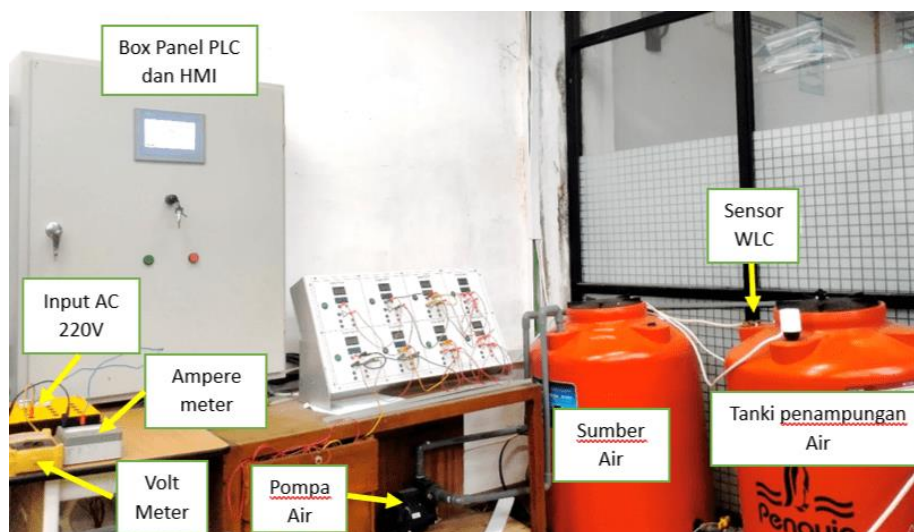
Gambar 3 menunjukkan bahwa sistem kontrol kendali pompa air otomatis berbasis HMI menyediakan dua pin *input* analog yang digunakan pada modul *input* analog, satu pin *output* digital untuk kontaktor, tiga pin *input* digital untuk sensor WLC, dan satu pin *input* digital untuk *switch* utama. Untuk tempat semua komponen tersebut terdapat *box panel* berukuran 80 x 60 x 30 cm seperti pada Gambar 4. Sensor tegangan, sensor arus, kontaktor, PLC dan catu daya terletak di dalam *box panel*. HMI dan *switch* utama terletak di bagian depan *box panel*. Alat ini juga menggunakan dua buah tangki air yang berfungsi sebagai sumur dan penampung air. Pada tangki air yang berfungsi sebagai penampung air akan dipasang sensor WLC guna mengetahui level ketinggian air pada tangki. Tata letak komponen dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2. Flowchart sistem kendali dan monitoring pompa otomatis



Gambar 3. rangkaian sistem kendali pompa air otomatis berbasis HMI

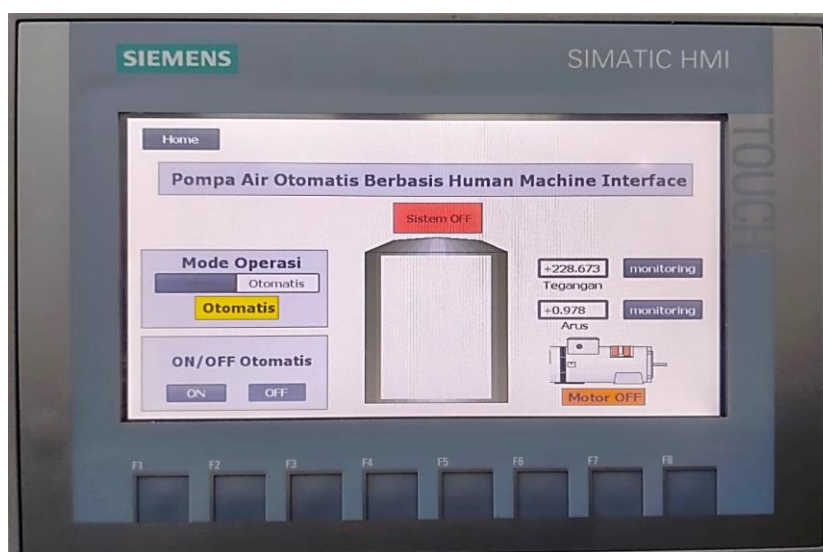


Gambar 4. Tata Letak Komponen

Saat semua komponen dipasang pada *box panel*, program PLC dan HMI dibuat menggunakan perangkat lunak TIA Portal. Setelah pemrograman PLC dan HMI selesai, maka kinerja alat yang dibuat pada penelitian ini akan diuji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

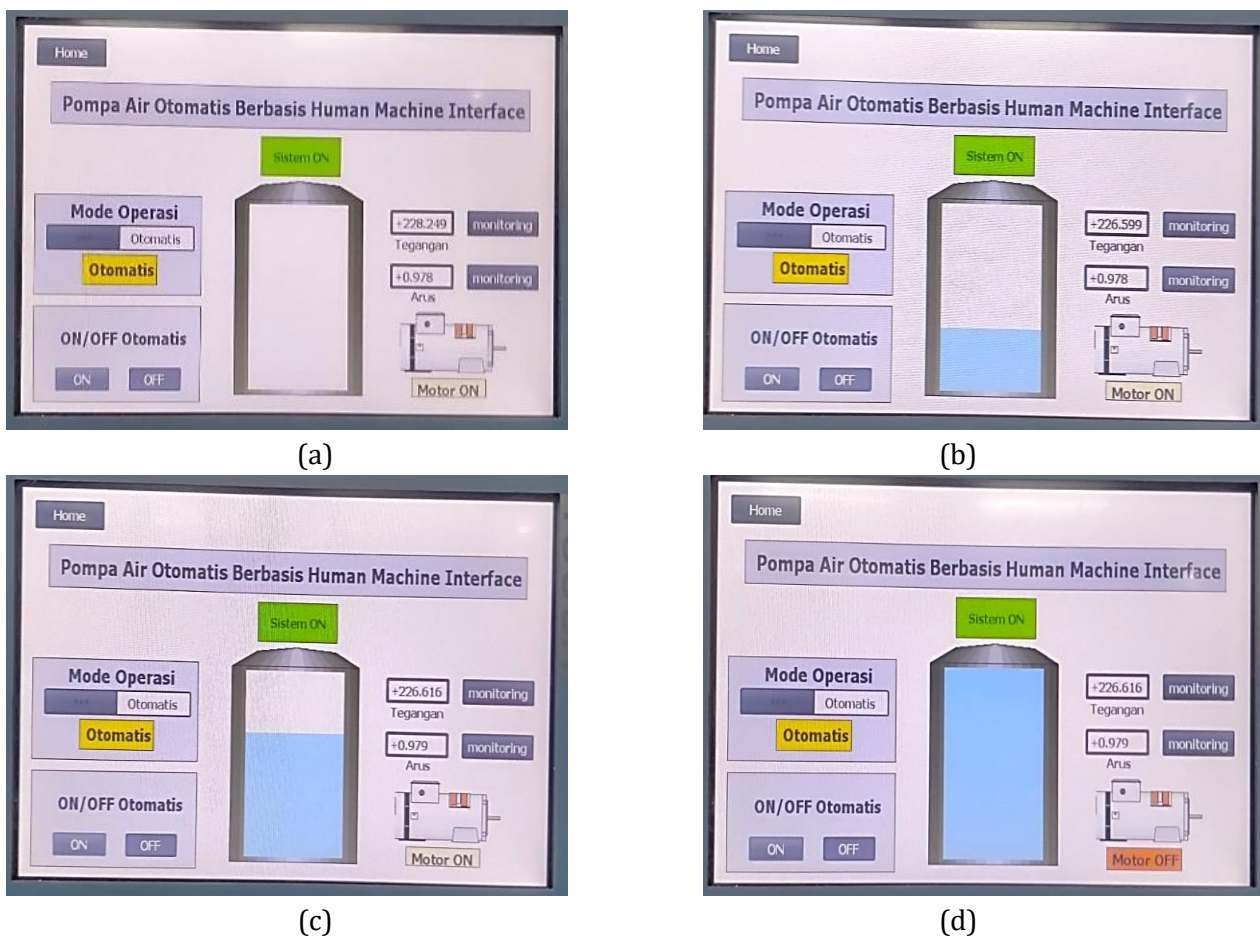
Pengujian kendali dan monitoring pompa air dilakukan dengan menggunakan 2 buah tanki air yang berfungsi sebagai sumber air dan penampungan air. Pengujian ini dilakukan di laboratorium Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Untuk melihat validitas data kendali dan monitoring tersebut yang akan di tampilkan pada layar HMI, maka data kendali dan monitoring yang ada pada layar HMI dibandingkan dengan ketinggian air pada tanki penampungan air dan data yang terbaca pada alat ukur. Terlihat pada Gambar 5 menunjukkan tampilan layar tampilan HMI, terdiri dari judul, indikator sistem utama, indikator pompa air, pemilihan mode operasi, tombol *on/off* pada mode operasi yang dipilih, serta bagian monitoring arus dan tegangan. Indikator sistem utama menunjukkan apakah sistem utama telah aktif atau belum, dimana pengaktifan sistem utama dapat dilakukan melalui *switch* utama yang ditempatkan di depan panel utama. Kendali dan monitoring pompa air dikatakan aktif ketika lampu indikator sistem utama berwarna hijau. Kendali dan monitoring HMI dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman kendali dan monitoring HMI

Pengujian dimulai dengan mengaktifkan sistem melalui *switch* utama yang terdapat di depan *box* panel HMI, sehingga pada layar HMI akan muncul indikator sistem ON. Dalam pengujiannya pompa air dijalankan dalam 2 mode operasi yaitu mode otomatis dan manual. Mode operasi dapat dipilih dengan menggeser *switch* pada mode operasi. Pada layar HMI terdapat juga tombol *ON/OFF* yang digunakan untuk mengaktifkan mode operasi yang dipilih.

Pengujian pertama dilakukan pada mode otomatis dengan menggeser *switch* pada mode operasi ke otomatis. Pada mode otomatis setelah tombol *ON* ditekan maka pompa akan hidup apabila air dalam tanki tidak penuh. Pada proses pengisian tanki air menggunakan mode otomatis pompa air akan berhenti mengisi tanki apabila air pada tanki sudah penuh. Terlihat pada gambar 6 layar HMI untuk pengujian proses pengisian tanki air pada mode otomatis dari kosong ke penuh. Pada layer HMI juga dapat dilihat tegangan terbaca 226,6 volt dan arus 0,97 ampere.



**Gambar 6.** Proses pengisian tanki air mode otomatis. (a) kosong, (b) level 1, (c) level 2, (d) level 3/penuh

Pada proses pengujian mode otomatis juga dilakukan pengukuran tegangan dan arus pada pompa air menggunakan alat ukur. Gambar 7 menunjukkan nilai pada alat ukur yang terbaca yaitu untuk tegangan 227 Volt dan arus 0,9 Ampere. Pengukuran yang terbaca pada layar HMI sudah sesuai dengan nilai yang terbaca pada alat ukur. Hasil ini dapat disimpulkan bahwa data tegangan dan arus yang ditampilkan di layar HMI sudah akurat untuk pembacaan secara *real time*.



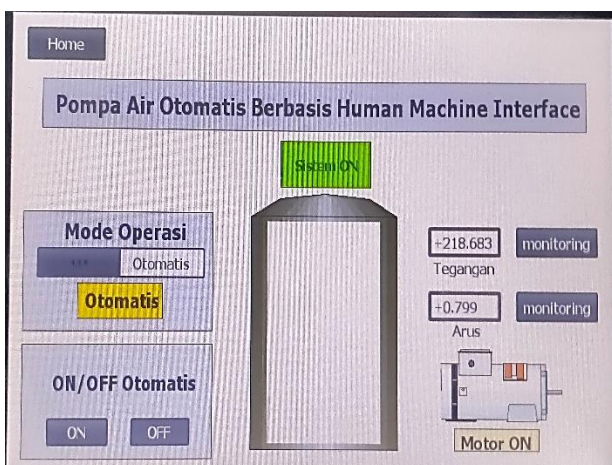
(a)



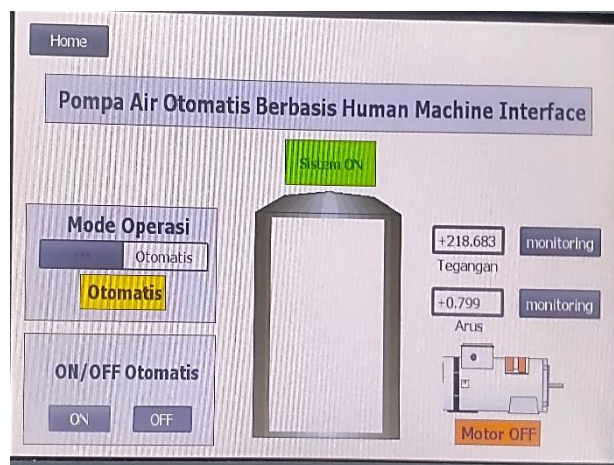
(b)

**Gambar 7. Pembacaan nilai alat ukur pada mode otomatis. (a) voltmeter, (b) ammeter**

Pada mode otomatis juga terdapat proteksi arus pada pompa air. Proteksi arus berfungsi untuk memutuskan arus ke pompa air apabila terjadi kelebihan arus. Pada gambar 7 dapat dilihat pada halaman HMI arus terbaca 0,799 Ampere. Pengujian proteksi arus dilakukan dengan menggunakan 2 variabel arus maksimal yaitu 5 Ampere dan 0,5 Ampere. Pada pengujian arus maksimal 5 Ampere pompa air dalam keadaan hidup karena arus pada pompa tidak melewati batas sehingga proteksi tidak bekerja. Sebaliknya, pada pengujian arus maksimal 0,5 Ampere pompa air dalam keadaan mati karena arus pada pompa melewati batas sehingga proteksi bekerja.



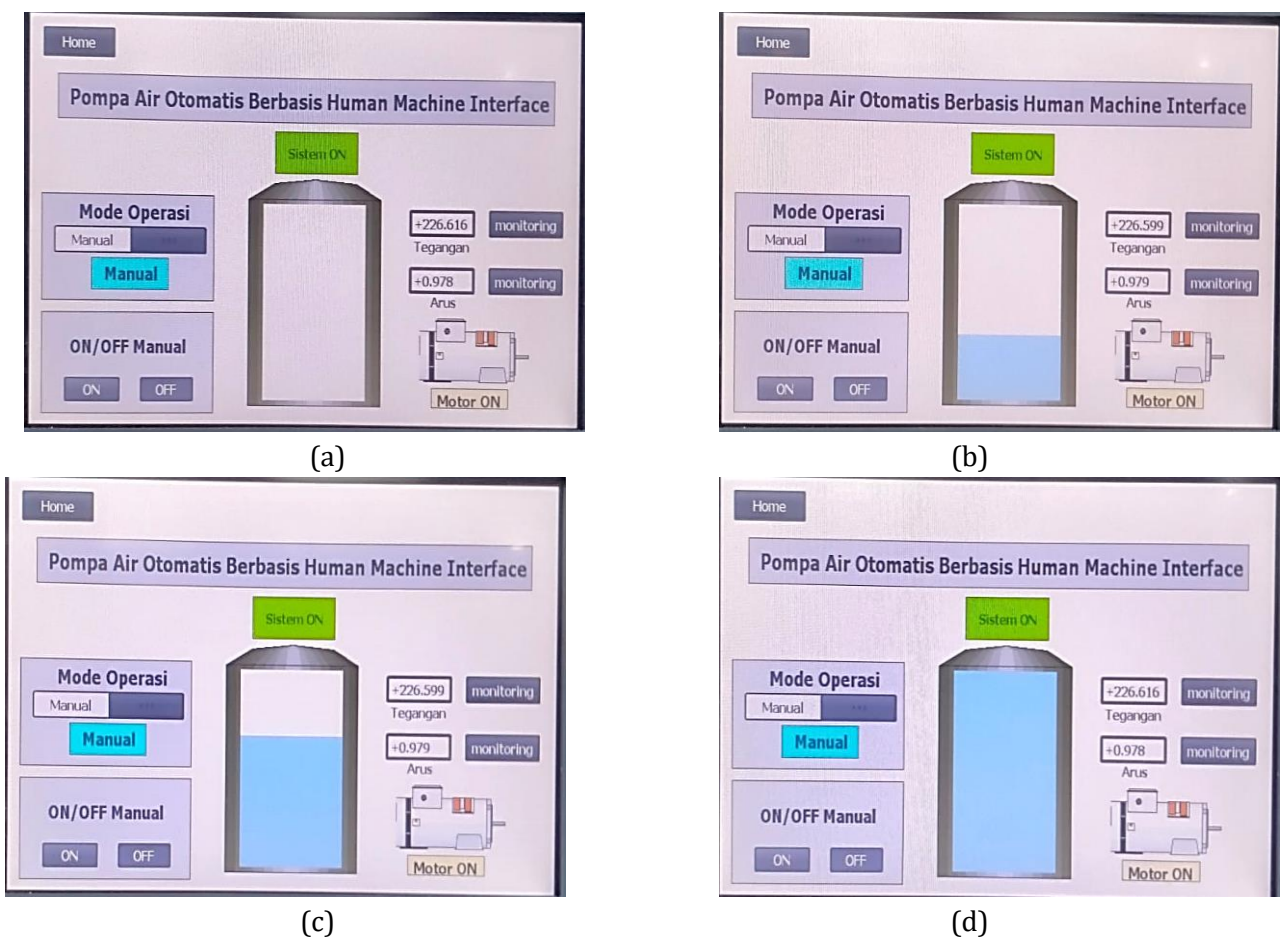
(a)



(b)

**Gambar 7. Proteksi arus pada pompa air. (a) Arus maksimal 5 Ampere, (b) arus maksimal 0,5 Ampere**

Selanjutnya melakukan pengujian pada mode manual dengan cara menggeser *switch* pada mode operasi ke manual. Pada mode manual selain tombol *ON/OFF* pada HMI juga dilengkapi dengan *pushbutton ON* dan *OFF* pada *box panel*. Pompa air dihidupkan dengan menekan tombol *ON* pada HMI atau dengan menekan *pushbutton ON* pada *box panel*. Mode manual tidak dipengaruhi oleh level ketinggian air maupun arus pada pompa air. Pompa air hanya akan mati dengan menekan tombol *OFF* pada HMI atau menekan *pushbutton OFF* pada *box panel*. Terlihat pada gambar 8 layar HMI untuk pengujian proses pengisian tanki air pada mode manual dari kosong ke penuh. Pada layar HMI juga dapat dilihat tegangan terbaca 226 volt dan arus 0,97 ampere.

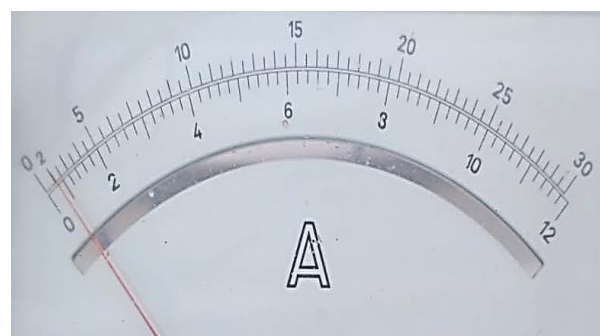


Gambar 8. Proses pengisian tanki air mode manual. (a) kosong, (b) level 1, (c) level 2, (d) level 3/penuh

Pada proses pengujian mode manual juga dilakukan pengukuran tegangan dan arus pada pompa air menggunakan alat ukur. Gambar 9 menunjukkan nilai pada alat ukur yang terbaca yaitu untuk tegangan 225 Volt dan arus 0,9 Ampere. Pengukuran yang terbaca pada layar HMI sudah sesuai dengan nilai yang terbaca pada alat ukur. Hasil ini dapat disimpulkan bahwa data tegangan dan arus yang ditampilkan di layar HMI sudah akurat untuk pembacaan secara *real time*.



(a)



(b)

Gambar 8. Pembacaan nilai alat ukur pada mode manual. (a) voltmeter, (b) ampmeter

Semua hasil pengujian baik pada mode otomatis dan mode manual serta tegangan dan arus pompa air yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kendali dan monitoring pompa air bekerja dengan baik sesuai dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa PLC dan HMI telah berhasil mengendalikan serta memonitoring data-data secara *real time*. Perbedaan



data yang diperoleh dari pengukuran dengan data yang ditampilkan pada layar HMI masih dalam toleransi kesalahan, mungkin disebabkan oleh pengaruh eksternal pada saat pengujian.

## KESIMPULAN

Sistem kendali dan monitoring pompa air otomatis berbasis HMI diusulkan dapat mengendalikan serta memonitoring ketinggian air pada tanki air. Sistem yang diusulkan dirancang menggunakan PLC S7 1200 1215C DC/DC/Relay dengan HMI TP700 Basic. Alat ini juga dilengkapi dengan sensor WLC, sensor tegangan, dan sensor arus. Hasil dari pengujian dapat dilihat bahwa pompa air dapat dikendalikan dengan baik pada mode operasi otomatis maupun manual dan HMI juga telah sukses menampilkan data-data parameter secara *real time* sesuai dengan nilai yang diperoleh pada alat ukur.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Sutanto, A. Mulyanto, dan K. Wardani, "Pengembangan Pompa Hydrum (Hydraulic Ram Pump) Sebagai Alternatif Penyedia Air Irigasi," *Abdi Insa. Unram*, vol. 4, no. 2, hal. 103–107, 2017, [Daring]. Tersedia pada: <http://abdiinsani.unram.ac.id/index.php/jurnal/article/view/122>
- [2] P. N. Rahardjo, "Masalah Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Tiga Desa Di Kabupaten Ende," *J. Air Indones.*, vol. 4, no. 1, hal. 22–27, 2008, doi: 10.29122/jai.v4i1.2365.
- [3] Z. Lubis *et al.*, "Kontrol mesin air otomatis berbasis arduino dengan smartphone," *Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 3, hal. 155–159, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1265>
- [4] Z. Iqtimal, I. Devi, dan Syahrizal, "Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air," *Kitektro*, vol. 3, no. 1, hal. 1–8, 2018.
- [5] I. N. Gusniar, "Optimalisasi Sistem Perawatan Pompa Sentrifugal di Unit Utility PT.ABC," *J. Ilm. Solusi*, vol. 1, no. 1, hal. 77–86, 2014.
- [6] A. Achmad dan A. Ejah, "Penentuan Level Air Tangki Dengan Sistem Kendali," *Elektr. Enj.*, vol. 09, no. 02, hal. 78–82, 2011.
- [7] E. Dewanto, J. Yoseph, dan M. Rifan, "Tandon Air Otomatis Dengan Sistem Monitoring Melalui Android Berbasis Arduino Uno," *Autocracy*, vol. 5, no. 1, hal. 8–16, 2018, doi: 10.21009/autocracy.05.1.2.
- [8] R. Wahyuni, I. Wiyono, dan H. Fonda, "Rancang Bangun Kran Wudhu Otomatis Dan Pengisian Tank Air Otomatis Pada Stmik Hang Tuah Pekanbaru Berbasis Arduino Uno," *J. Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, hal. 107–116, 2020, doi: 10.33060/jik/2020/vol9.iss2.174.
- [9] R. Wahyuni, J. T. Sentana, Muhardi, dan Y. Irawan, "Water level control monitoring based on arduino uno R3 ATmega 238p using Lm016l LCD at STMIK Hang Tuah Pekanbaru," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 4, hal. 265–269, 2021, doi: 10.18196/jrc.2489.
- [10] U. Khair, "Alat Pendeteksi Ketinggian Air Dan Keran Otomatis Menggunakan Water Level Sensor Berbasis Arduino Uno," *Wahana Inov.*, vol. 9, no. 1, hal. 9–15, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/wahana/article/view/2632>
- [11] T. A. Ardiansyah dan R. Risfendra, "Rancangan Sistem Mounting Device Berbasis PLC Menggunakan HMI," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, hal. 49–54, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.16.
- [12] B. Firman, W. Handajadi, dan S. Maulana, "Sistem Pengendalian Motor Induksi 3 Fase Berbasis Programmable Logic Control & Variabel Speed Drive Berpenampil Human Machine Interface," *J. Elektr.*, vol. 8, no. 2, hal. 37–44, 2021.
- [13] F. Azizah dan M. Yuhendri, "Solar Panel Monitoring and Control System Using Human Machine Interface," *Andalasian Int. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 02, no. 03, hal. 149–158, 2022, doi: 10.25077/aijaset.v2i03.64.
- [14] I. Rifaldo dan M. Yuhendri, "Sistem Monitoring Kecepatan Motor Induksi dengan HMI Berbasis PLC," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 2, hal. 319–325, 2022.
- [15] D. H. Simanjuntak dan R. Risfendra, "Sistim Monitoring Pada Sorting Machine dengan HMI Berbasis PLC," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 2, no. 1, hal. 65–70, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i1.125.