



Rancang Bangun Alat Peraga Sistem Otomasi Pengisian Tangki Berbasis PLC

Septian Eko Cahyanto¹, Kaleb Priyanto^{2*}, Ninda Kurniadi³, Setyo Bhahak Fendi Baihaqi⁴, Farda Pega Libra Gojandra⁵, Ruben Bayu Kristiawan⁶, Sarai Enita⁷, Fajar Washkita Putra⁸, Haikal Haikal⁹

¹⁻⁶ Universitas Negeri Semarang, Indonesia, ⁷Universitas Sebelas Maret, Indonesia,

⁸⁻⁹ Sekolah Tinggi Teknologi “Warga” Surakarta, Indonesia

Email: kalebpriyanto@mail.unnes.ac.id ¹⁻⁹

Alamat: Kampus UNNES Sekaran Gunungpati Semarang 50229 Jawa Tengah, Indonesia)

Korespondensi penulis: kalebpriyanto@mail.unnes.ac.id

Abstract. *In order to support the learning process of automation systems in an educational institution, a teaching aid is needed that is easy to learn and understand by students. The purpose of making this teaching aid is so that students know and can implement the work process of automation systems in industry using media that is simulated in the form of teaching aids. The teaching aid used is the integration of PLC-HMI in the water tank filling application. The teaching aid is assembled using Omron brand PLC and HMI with CX-Programmer and NB-Designer software. The wiring circuit of the PLC-HMI teaching aid is arranged regularly and systematically so that it is easy to disassemble and adjust to the wiring diagram by students. The ladder program in the CX-Programmer software is designed by applying basic logic, instructions and several program functions that are in accordance with the basic competency level of PLC learning. The design of the HMI display and function is designed using NB-Designer software which is integrated with the ladder program, and the use of its I/O address is adjusted. The teaching aid wiring functions normally so that all devices can be connected properly. The ladder program that has been designed can function optimally and there are no errors in the compilation results. The HMI design can function effectively for process monitoring and when functioning as a programmable terminal. Overall, the design results of the simulation demonstration tool for the water tank filling system have been tested and function according to the established design.*

Keywords: *Demonstration Tool, PLC, HMI, Automation, Education.*

Abstract. Guna mendukung proses pembelajaran sistem otomasi di sebuah lembaga pendidikan dibutuhkan sebuah alat peraga yang mudah dipelajari dan dimengerti oleh mahasiswa. Tujuan pembuatan alat peraga ini agar peserta didik mengetahui dan dapat mengimplementasikan proses kerja sistem otomasi di industri menggunakan media yang disimulasikan dalam bentuk alat peraga. Alat peraga yang digunakan adalah integrasi PLC-HMI pada aplikasi pengisian tangki air. Alat peraga dirangkai dengan menggunakan PLC dan HMI merk Omron dengan software CX-Programmer dan NB-Designer. Rangkaian wiring alat peraga PLC-HMI disusun secara teratur dan sistematis agar mudah dibongkar pasang dan disesuaikan dengan diagram wiring oleh peserta didik. Program ladder pada software CX-Programmer didesain dengan menerapkan logika dasar, instruksi dan beberapa fungsi program yang sesuai dengan level kompetensi dasar pembelajaran PLC. Desain tampilan dan fungsi HMI dirancang menggunakan software NB-Designer yang diintegrasikan dengan program ladder, serta disesuaikan penggunaan alamat I/O nya. Wiring alat peraga berfungsi secara normal sehingga seluruh perangkat dapat terkoneksi dengan baik. Program ladder yang telah dirancang dapat berfungsi optimal dan tidak didapati error pada hasil kompilasi. Desain HMI dapat berfungsi secara efektif untuk monitoring proses maupun saat berfungsi sebagai programmable terminal. Secara keseluruhan hasil rancang bangun alat peraga simulasi sistem pengisian tangki air telah diuji coba dan berfungsi sesuai rancangan yang telah ditetapkan.

Keywords: Alat Peraga, PLC, HMI, Otomasi, Pendidikan.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi khususnya di industri kian pesat seiring dengan meningkatnya permintaan efisiensi dan efektifitas proses produksi. Dengan berkembangnya teknologi saat ini menjadikan manusia menjadi lebih mudah dalam melakukan suatu pekerjaan khususnya pada bidang sistem pengendalian proses produksi. Penerapan teknologi sistem kendali saat ini tidak hanya berwujud rangkaian kendali namun juga berupa sistem pengendalian terprogram yang dapat diperbaharui atau lebih populer disebut dengan PLC (*Programmable Logic Controller*). PLC merupakan perangkat kendali yang memiliki modul *input* dan *output*. Status *input* PLC memberikan sinyal ke CPU dan mempengaruhi *output* yang dihasilkannya (Maulana 2021). PLC adalah perangkat kendali elektronik yang ditujukan untuk dapat bekerja secara digital. PLC memiliki memori yang berperan sebagai media penyimpan instruksi-instruksi internal dengan fungsi menjalankan logika secara terprogram.

Aplikasi PLC di dunia pendidikan berperan penting menjadi media ajar untuk menerapkan sistem otomasi di dunia industri. Media pembelajaran adalah segala bentuk alat yang digunakan dalam proses belajar mengajar dan berfungsi membantu guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik untuk mempermudah pencapaian tujuan pembelajaran (Kurniawan, dkk 2021).

Pada industri manufaktur yang sudah maju, penerapan sistem otomasi telah melibatkan perangkat monitoring yang disebut *Human Machine Interface* atau disingkat HMI. HMI adalah sebuah alat koneksi elektronik antara manusia dan mesin. Penggunaan HMI memungkinkan seorang operator mesin mengirimkan perintah tertentu ke mesin secara efektif serta memperoleh umpan balik informasi dari mesin (Yudha, 2020). Penggunaan HMI bertujuan ini untuk optimalisasi komunikasi antara operator dan mesin melalui *display* monitouch serta memenuhi kebutuhan operator atas data informasi sistem (Imnadir, 2022). Modul pembelajaran HMI merupakan peralatan yang terdiri dari perangkat PLC dan monitor untuk menampilkan visualisasi dari menu kontrol, dalam proses visualisasi HMI dibutuhkan untuk memberi gambaran kepada pengguna. HMI dapat diartikan sebagai alat interaksi antara sistem otomasi berbasis PLC dengan operator melalui layar sentuh dengan ikon dinamis, angka, dan teks. Pemantauan perkembangan produksi secara aktual dan pengendalian ke tingkat tertentu dapat dilakukan oleh operator dengan bantuan panel HMI (Rachman, 2022).

Alat peraga pembelajaran merupakan media yang berperan penting sebagai stimulus pembelajaran serta penambah motivasi belajar sehingga mahasiswa tidak mudah bosan pada saat mengikuti kegiatan pembelajaran (Candra, 2022) Alat peraga merupakan suatu alat yang dapat di serap sistem informasinya dengan panca indera dengan tujuan untuk membantu proses kegiatan pembelajaran menjadi lebih efektif. Penggunaan alat peraga bertujuan meningkatkan kualitas pembelajaran dengan jalan menambahsemangat belajar peserta didik, meningkatkan kreatifitas, sehingga dapat mengembangkan pemikiran ke tahap yang lebih lanjut. Melalui penggunaan alat peraga, penyampaian materi pembelajaran lebih sistematis dan teratur bagi para pendidik (Telaumbanua, 2020). Alat peraga dapat digunakan untuk memaparkan materi pembelajaran dari bentuk yang abstrak sehingga nampak nyata dan jelas. Dengan demikian, perasaan, pikiran dan perhatian serta minat para mahasiswa dapat lebih terarah pada proses pembelajaran.

2. KAJIAN TEORITIS

Mustafa (2022) merancang alat media pembelajaran papan trainer yang berbasis PLC dengan tujuan memberikan kemudahan dalam proses praktikum, sehingga dapat menambahkan Semangat belajar mahasiswa serta meningkatkan partisipasi dalam menyelesaikan tugas yang diberikan dosen.

Fauz (2018) telah mengembangkan media pembelajaran HMI koneksi dengan PLC dengan tingkat kelayakan oleh ahli media sebesar 84,13%, kelayakan oleh ahli materi sebesar 92,59% dan kelayakan ditinjau dari pengguna sebesar 79,78%.

Maniar, dkk (2021) telah merancang media Human Machine Interface (HMI) Pada Modul Praktikum Sistem HMI Berbasis PLC Omron CP1E NA20DRA. Penelitian tersebut menghasilkan sistem yang mudah digunakan sebagai media pembelajaran dan dapat melatih siswa dalam meningkatkan keterampilan pemrograman PLC.

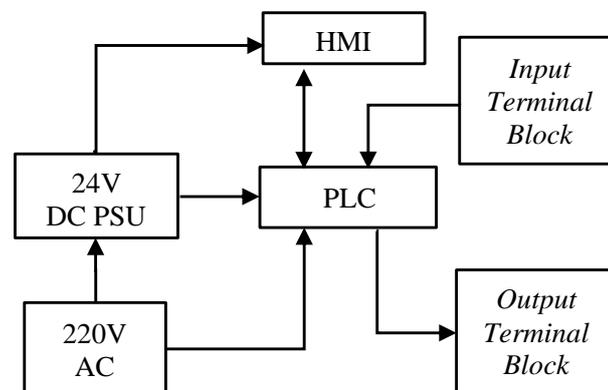
Al'Aziz (2021) merancang Sistem Pengisian dan Pengosongan Tangki Otomatis pada Praktikum Mesin Dinamika Proses. Namun sistem yang digunakan menggunakan pengendali berbasis mikrokontroler ESP32 dan Platform Komunikasi Blynk. Sistem yang dihasilkan dalam penelitian tersebut memanfaatkan fitur kontrol dengan menggunakan Android yang yang bekerja secara otomatis dengan Sensor Ultrasonic SR-HC04 dengan ketinggian tertentu.

Berdasarkan penelitian terdahulu dan menimbang kebutuhan proses pembelajaran yang berfokus pada bidang kompetensi otomasi industri khususnya berbasis PLC dan HMI, maka penulis mengangkat tema rancang bangun alat peraga sistem otomasi pengisian tangki air berbasis PLC.

3. METODE PENELITIAN

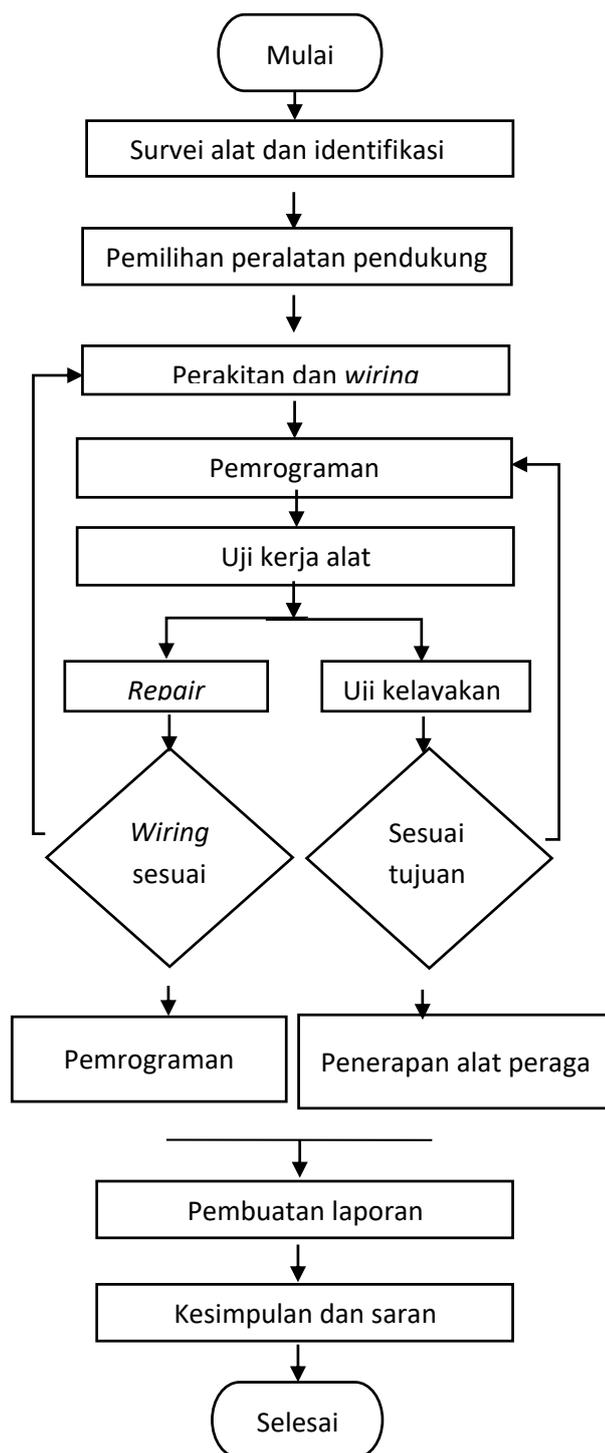
Tahap pertama dalam pembuatan alat peraga pengisian tangki menggunakan PLC CP2E dan HMI OMRON NB series ini adalah pembuatan frame dari HMI Trainer Kit. Perangkat utama alat peraga ini adalah PLC CP2E dan HMI Omron NB series. Material *frame* yang digunakan dalam pembuatan alat peraga ini adalah pelat besi *mild steel* yang memiliki tebal 1 mm. Proses *machining* dilakukan dengan mesin *laser cutting* dan mesin *bending* sesuai bentuk desain yang telah ditentukan sebelumnya oleh Wibisono, dkk (2020).

Pembuatan alat peraga pengisian tangki menggunakan PLC CP2E dan HMI OMRON NB series ini memiliki gambaran teknis yang ditunjukkan dalam *block diagram* pada Gambar 1.



Gambar 1. *Block Diagram*

Proses pembuatan alat peraga pengisian tangki ini melalui beberapa proses tahapan yang ditunjukkan oleh *flowchart* di bawah. Gambar 2. berikut merupakan *flowchart* pembuatan alat peraga pengisian tangki.



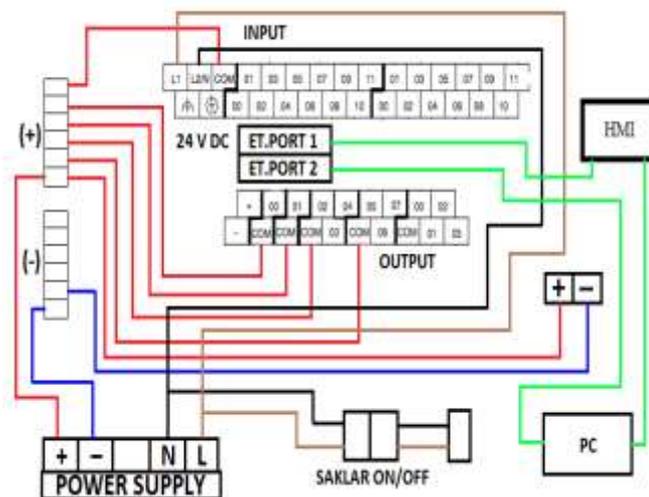
Gambar 2. Flowchart

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil dari pembuatan alat peraga pengisian tangki menggunakan PLC CP2E dan HMI NB series yang akan digunakan sebagai sarana penunjang pembelajaran pada laboratorium PLC.

a. Sistem *Wiring* Alat Peraga

Sebelum melakukan proses pemrograman, hal terpenting yang dilakukan adalah pengalamatan I/O pada wiring PLC dan penyesuaian dengan rancangan alamat pada program ladder. Gambar 3 menunjukkan rancangan wiring I/O dari pembuatan alat peraga pengisian tangki menggunakan PLC CP2E dan HMI OMRON NB series.



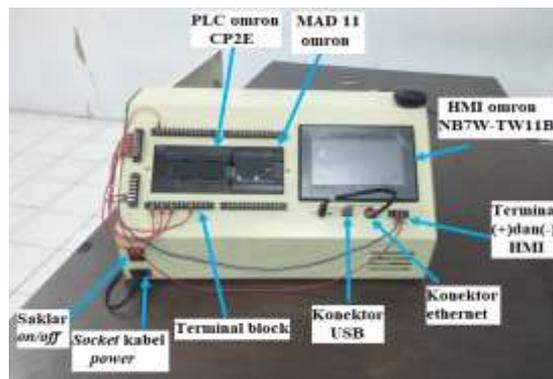
Gambar 3. Rangkaian *wiring* alat peraga

Dari Gambar 3 di atas, dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Pada alamat *input* PLC terdapat alamat L1 yang terhubung ke alamat L pada *power supply* dan alamat L2/N terhubung ke alamat N pada *power supply*.
- 2) Saklar ON/OFF terhubung ke terminal L dan N pada *power supply*.
- 3) Socket power 2 lubang connector AC terhubung ke saklar ON/OFF.
- 4) Kabel ethernet *port 1* pada PLC terhubung pada HMI dan kabel ethernet *port 2* pada PLC terhubung pada PC/komputer.
- 5) Kabel USB menghubungkan antara PC/komputer dengan HMI.
- 6) Komunikasi antara HMI (*Human Machine Interface*) dan PLC menggunakan kabel ethernet.
- 7) Komunikasi antara PLC (*Programmable Logic Controller*) dan PC menggunakan kabel ethernet.
- 8) Komunikasi antara HMI dan PC/komputer menggunakan kabel USB type B.

b. Hasil Perakitan Alat Peraga

Alat peraga ini memiliki ukuran panjang alat 52 cm dan ukuran lebar alat 27,5 cm. 1 unit HMI (*Human Machine Interface*), 1 unit *power supply*, 1 unit saklar on/off , dan 1 buah PLC (*Programmable Logic Controller*) terpasang secara presisi pada *frame*. Koneksi antara PLC, HMI serta PC menggunakan kabel jenis ethernet dan kabel USB terhubung dengan baik. Gambar 4. di bawah menunjukkan hasil dari perakitan alat peraga.



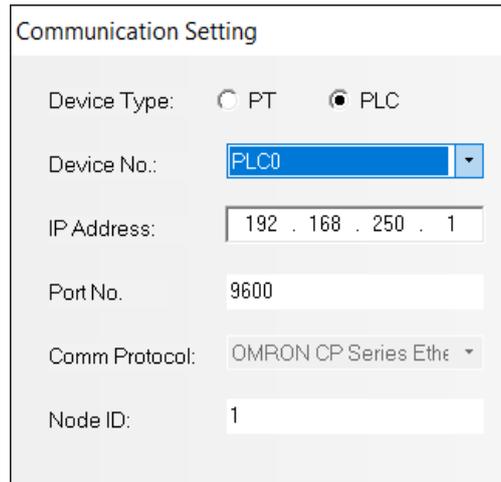
Gambar 4. Alat peraga

c. Setting IP address

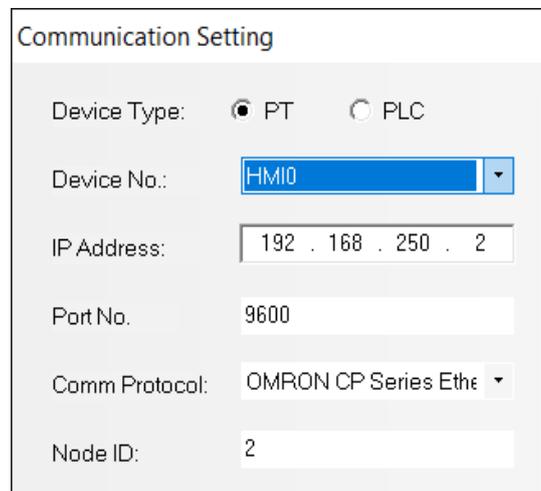
Karena pengkoneksian antara HMI, PLC dan PC menggunakan kabel ethernet maka harus di lakukan setting IP address. Gambar 5 , 6 dan 7 di bawah ini merupakan setting IP address pada HMI, PLC dan PC.



Gambar 5. Setting IP address PC



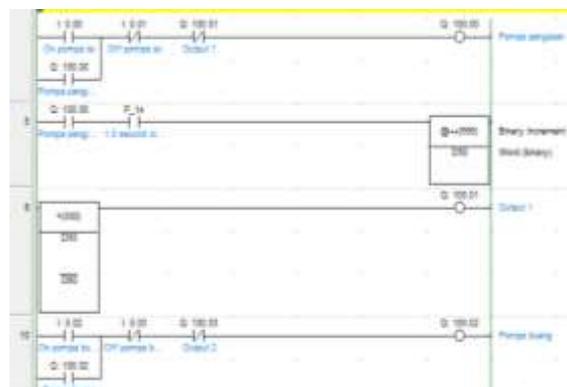
Gambar 6. *Setting IP address PLC*



Gambar 7. *Setting IP address HMI*

d. Pembuatan program

Pembuatan program diagram ladder dilakukan dengan menggunakan software CX-Programmer ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Ladder diagram*

Keterangan ladder diagram pada gambar 8:

Alamat input

Alamat 0.00 = On pompa pengisian.

Alamat 0.01 = Off pompa pengisian.

Alamat 0.02 = On pompa buang.

Alamat 0.03 = Off pompa buang.

Alamat output

Alamat 100.00 = Pompa pengisian.

Alamat 100.01 = Output 1.

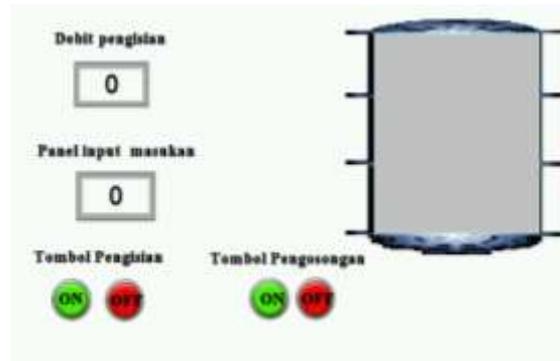
Alamat 100.02 = Pompa buang.

Alamat 100.03 = Output 2.

Cara kerja dari ladder diagram pada gambar 8. adalah sebagai berikut: Ketika tombol ON pompa pengisian ditekan, Maka pompa pengisian akan aktif .Lalu pompa pengisian akan mengaktifkan intruksi binary increment dengan waktu pertambahan 1 detik setiap pertambahan 1 angka. Setelah perintah *binary increment* berjalan menghitung naik angka dan telah mencapai angka yang di inginkan lalu pompa pengisian akan berhenti dengan otomatis. Setelah itu lalu untuk melakukan proses pengurangan/pembuangan air tekan tombol ON pompa buang sehingga pompa pompa buang akan aktif .Kemudian setelah pompa buang aktif, maka perintah *binary dicrement* akan aktif dan menghitung turun angka pada program dengan waktu penghitungan berkurang 1 angka selama 1 detik. Setelah intruksi binary dicrement selesai menghitung turun angka sampai nilai 0 lalu pompa buang akan berhenti secara otomatis.

e. Animasi pada HMI

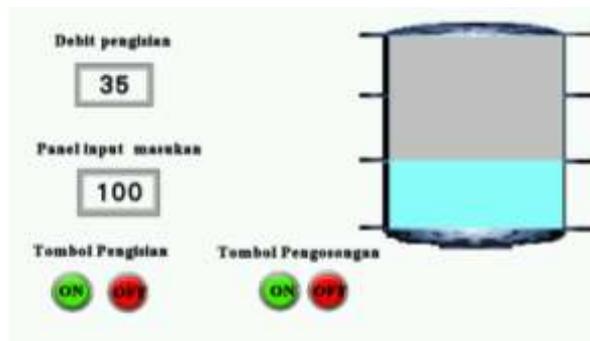
Dari uji coba yang telah dilakukan, desain animasi HMI yang berhasil berfungsi sesuai rancangan yang ditetapkan. Kontrol On dan Off pada HMI berfungsi, kontrol pengisian volume pada tangki juga sudah sesuai dengan program yang dibuat. Monitoring visual volume air melalui *bar graph* maupun *numeric display* mampu menunjukkan akurasi data secara tepat. Pengaturan volume dapat dilakukan melalui HMI (lihat gambar 11). Pada saat sistem berjalan HMI dapat menampilkan proses berjalannya pengisian tangki (lihat gambar 12). Data pertambahan debit pengisian dapat dipantau pada tampilan HMI (lihat gambar 12).



Gambar 10. Tampilan saat proses non aktif



Gambar 11. Tampilan proses pengaturan volume pada panel input masukan



Gambar 12. Tampilan saat proses beroperasi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Alat peraga pengisian tangki menggunakan PLC CP2E dan HMI Omron NB series merepresentasikan pengendalian dan monitoring sistem otomasi berbasis PLC. Komunikasi antara PLC Omron CP2E dan HMI Omron NB series menggunakan koneksi ethernet dengan ketentuan wiring sesuai panduan pada *PLC Connection Guide*. Pembuatan alat peraga melalui beberapa tahapan meliputi identifikasi perangkat, pemilihan perangkat pendukung, wiring alat peraga, pemrograman *ladder*, *setting IP address*, hingga pembuatan animasi HMI pada *software* NB-Designer. Pada pengkoneksian antara PC, PLC dan HMI menggunakan konektor ethernet dan harus dilakukan *setting IP address* pada PC, PLC dan HMI agar bisa saling terkoneksi. PLC dan HMI diprogram menggunakan PC secara terintegrasi melalui

konektor USB type B. Alat peraga dapat beroperasi dengan baik dan dapat juga mensimulasikan program pengisian tangki.

6. DAFTAR REFERENSI

- Candra, G. M. S. A., Uloli, H., & Rauf, F. A. (2022). Pengembangan media pembelajaran alat peraga continuously variable transmission (CVT) sepeda motor pada mata kuliah teknologi sepeda motor. *Jambura Journal of Engineering Education*, 1(1).
- Doli, H. S., & Risfendra. (2021). Sistem monitoring pada sorting machine dengan HMI berbasis PLC. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1).
- Eggy, D. M., Sigit, K., Maizal, I., & Ahmad, R. (2019). Perancangan Human Machine Interface (HMI) pada modul praktikum sistem HMI berbasis PLC Omron CP1E NA20DRA. *Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, 2(1).
- Fauz, A. D., & Asnawi, R. (2018). Pengembangan media pembelajaran Human Machine Interface terkoneksi dengan programmable logic controller untuk mata kuliah pemrograman aplikasi industri. *Jurnal Pendidikan Teknik Mekatronika*, 8(3).
- Imnadir, I., & Zai, I. D. (2022). Penerapan PLC HMI (Human Machine Interface) untuk monitoring objek pada sistem pengisian minuman ke dalam botol. *Buletin Utama Teknik*, 18(1), 47–53.
- Kurniawan, A., Prananda, J., Koenhardono, E. S., Sarwito, S., Kusuma, I. R., & Masroeri, A. A. (2021). Pelatihan dasar programmable logic controller (PLC) berbasis daring menggunakan PLC fiddle untuk guru SMK di Surabaya. *Sewagati*, 5(3), 278–285.
- Maniar, E. D., Kurniawan, S., Isnen, M., & Ridwan, A. (2021). Perancangan Human Machine Interface (HMI) pada modul praktikum sistem HMI berbasis PLC Omron CP1E NA20DRA. *Jurnal Elektronika Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, 3(1), 20–25.
- Maulana, E. (2021). *Teknik otomasi - Pengenalan PLC*. Malang, Indonesia: Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Mustafa, S., Nurfitri, S., Jauhar, A. J., Fuadi, R., & Rizal, A. (2022). Rancang bangun media pembelajaran trainer PLC. *Joule (Journal of Electrical Engineering)*, 3(2), 186–191.
- Rachman, S., Wahyu, M., Sarifudin, S., & Ahyadi, Z. (2022). Desain simulasi visual HMI (Human Machine Interface) antarmuka PLC guna monitoring data parameter air. *Jurnal Teknologi*, 22(1), 44–49.
- Syahrul, M., Sulistianingsih, N., Annisa, J., Rahmat, F., & Ahmad, R. (2022). Rancang bangun media pembelajaran trainer PLC. *Journal of Electrical Engineering (Joule)*, 3(2).
- Telaumbanua, Y. (2020). Efektivitas penggunaan alat peraga pada pembelajaran matematika pada sekolah dasar pokok bahasan pecahan. *Warta Dharmawangsa*, 14(4), 709–722.

- Wibisono, Priyanto, Haikal, & Rahmat. (2020). Kontrol dan monitor sistem otomasi automatic water treatment systems berbasis PLC menggunakan HMI Weintek MT8071iP. *Jurnal Teknika*, 6(4).
- Yudha, F. A. K., & Riyanta, B. (2020). Perancangan dan simulasi trainer Human Machine Interface (HMI) untuk media pembelajaran berbasis CX Designer PLC. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 4(2), 136–145.