

Bidang: Teknik Elektro, Listrik, dan Otomasi

Topik: Teknologi Rekayasa Otomasi

Optimalisasi Sistem Elektropneumatik pada Studi Kasus *Stamping Device* Melalui Implementasi *Sequential Function Chart (SFC)* menggunakan PLC Siemens S7-1200 Berbasis FluidSIM dan OPC

Wahidah¹, Taufik Muchtar², Atikah Tri Budi Utami³, Lutfi⁴, Maulana Malik Abdullah⁵
^{1,2,3,4,5} Politeknik ATI Makassar

Wahidah@atim.ac.id¹, Taufik@atim.ac.id², Atikah.tribudi@atim.ac.id³,
Lutfi@atim.ac.id⁴, 21OSP569@atim.ac.id⁵

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada optimalisasi sistem elektropneumatik pada perangkat stamping melalui implementasi Sequential Function Chart (SFC) menggunakan PLC Siemens S7-1200, didukung oleh perangkat lunak FluidSIM dan OPC. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kontrol sekuensial dalam proses produksi, yang sangat relevan dalam konteks industri 4.0. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development, yang mencakup tahapan Define, Explore, Design, Test, dan Evaluate, untuk menghasilkan modul pembelajaran yang komprehensif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan melalui simulasi, meskipun tantangan teknis pada pengujian fisik berhasil diidentifikasi dan diperbaiki. Kesimpulan dari penelitian ini menggarisbawahi keberhasilan implementasi SFC dalam meningkatkan performa sistem elektropneumatik serta memberikan kontribusi signifikan terhadap pengalaman pembelajaran mahasiswa dan pengembangan teknologi otomasi industri.

Kata kunci: Elektropneumatik, Stamping, SFC, PLC, Fluidsim, OPC.

ABSTRACT

This research focuses on optimizing the electropneumatic system in a stamping device through the implementation of a Sequential Function Chart (SFC) using the Siemens S7-1200 PLC, supported by FluidSIM software and OPC. The aim is to enhance the efficiency and effectiveness of sequential control in the production process, which is highly relevant in the context of Industry 4.0. The research method used is Research and Development, encompassing the stages of Define, Explore, Design, Test, and Evaluate to produce a comprehensive learning module. The results show that the system design can operate as expected through simulation, although technical challenges in physical testing were successfully identified and resolved. The conclusion of this research underscores the success of SFC implementation in improving the performance of the electropneumatic system, as well as making significant contributions to the learning experience of students and the development of industrial automation technology.

Keywords: Electropneumatics, stamping, SFC, PLC, Fluidsim, OPC.

PENDAHULUAN

Kolaborasi antara dosen dan mahasiswa dalam melakukan penelitian telah menghasilkan pengembangan materi pembelajaran yang berkelanjutan untuk mata kuliah Praktikum DCS dan SCADA. Mulai dari tugas akhir hingga publikasi ilmiah, hasil penelitian ini telah menghasilkan modul-modul pembelajaran yang komprehensif dan relevan. Fokus penelitian telah berkembang dari pengembangan modul trainer PLC Siemens S7-1200 dan modul I/O Trainer, menuju integrasi PLC multivendor, pemantauan SCADA, dan kini mengintegrasikan teknologi SCADA dengan sistem elektropneumatik. Hal ini menunjukkan komitmen dalam mendukung penelitian di bidang otomasi industri dan menghasilkan lulusan yang siap menghadapi tantangan industri 4.0. [1] [2] [3] [4] [5] [6]

Pada era Industri 4.0, optimasi proses produksi menjadi kunci utama dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Salah satu teknologi yang semakin dominan dalam mencapai hal ini adalah sistem elektropneumatik, yang menggabungkan keunggulan sistem listrik dan pneumatik. Dalam industri manufaktur, perangkat stamping merupakan contoh nyata penerapan teknologi ini. Integrasi teknologi otomasi pada perangkat stamping telah mendorong perkembangan signifikan dalam proses pembentukan logam. [7] [8]

Studi kasus perangkat stamping pada TP 202 Electropneumatics memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai peran krusial sistem elektropneumatik dalam optimasi produksi. Proses stamping yang kompleks, yang melibatkan urutan langkah yang presisi, membutuhkan sistem kontrol yang handal. Sequential Function Chart (SFC) menjadi metode yang efektif untuk merancang dan mengimplementasikan logika kontrol sekuensial dalam sistem elektropneumatik. Melalui TP 202, mahasiswa tidak hanya mempelajari prinsip-prinsip elektropneumatik, tetapi juga dilatih untuk merancang sistem kontrol sekuensial menggunakan berbagai komponen pneumatik dan listrik. Dengan demikian, mahasiswa siap menghadapi tantangan industri 4.0 dan berkontribusi dalam pengembangan inovasi baru di bidang manufaktur. [7] [9]

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem elektropneumatik pada perangkat stamping dengan mengimplementasikan Sequential Function Chart (SFC) menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) Siemens S7-1200. SFC dipilih karena kemampuannya dalam menggambarkan secara visual urutan langkah-langkah operasi yang kompleks, sementara PLC Siemens S7-1200 dipilih karena fleksibilitas dan keandalannya. Simulasi menggunakan perangkat lunak FluidSIM dilakukan untuk memvalidasi desain sistem dan mengidentifikasi potensi masalah sebelum implementasi fisik. FluidSIM tidak hanya digunakan sebagai alat simulasi, tetapi juga sebagai pengendali utama sistem elektropneumatik, dengan PLC Siemens S7-1200 berfungsi sebagai gateway atau I/O Interface. Penggunaan OPC sebagai standar komunikasi memungkinkan integrasi antara PLC Siemens S7-1200 dengan berbagai perangkat lunak lain, sehingga memudahkan dalam pemantauan dan pengendalian proses produksi.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem otomasi yang lebih canggih dan efisien dengan cara mengoptimalkan sistem elektropneumatik pada perangkat stamping melalui implementasi SFC berbasis FluidSIM pada PLC Siemens S7-1200. Meskipun telah banyak penelitian terkait optimasi sistem elektropneumatik, penelitian ini diharapkan dapat membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, terutama dalam hal implementasi SFC berbasis FluidSIM pada kasus spesifik perangkat stamping.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan (Research and Development), yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu serta menguji keefektifan produk tersebut. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah modul pembelajaran mengenai sistem kontrol sekuensial pada sistem elektropneumatik, yang melibatkan tiga silinder berbasis PLC Siemens S7-1200 dengan studi kasus pada perangkat stamping. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kontrol dan Otomasi Politeknik ATI Makassar selama empat bulan. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: PC dengan Windows 64 bit, Intel Core i7 CPU 3.20GHz, dan RAM 16GB; tiga buah double acting cylinder; tiga buah 5/2 way valve with double solenoid; enam buah limit switch; satu unit compressed air supply dan regulator; selang pneumatik secukupnya; dua buah T junction pneumatic; PLC Siemens S7-1200 CPU1214 AC/DC/Rly; pemrograman PLC menggunakan Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal); perangkat lunak simulasi pneumatik Festo FluidSIM; serta OPC Server (KepServerEx) termasuk TiaPortalExporter.

Proses penelitian ini melalui beberapa tahapan pengembangan yang mengikuti metodologi DEDTE, yaitu Define, Explore, Design, Test, dan Evaluate, untuk memastikan pengembangan yang sistematis dan terstruktur.

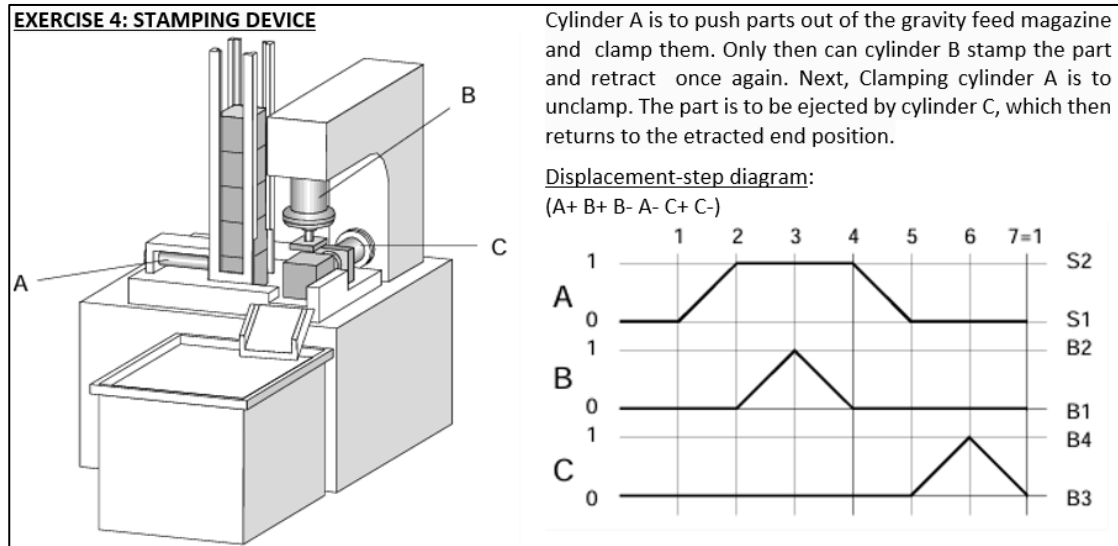


Gambar 1. Metodologi Pembelajaran dan Pengembangan Produk [2]

HASIL DAN PEMBAHASAN

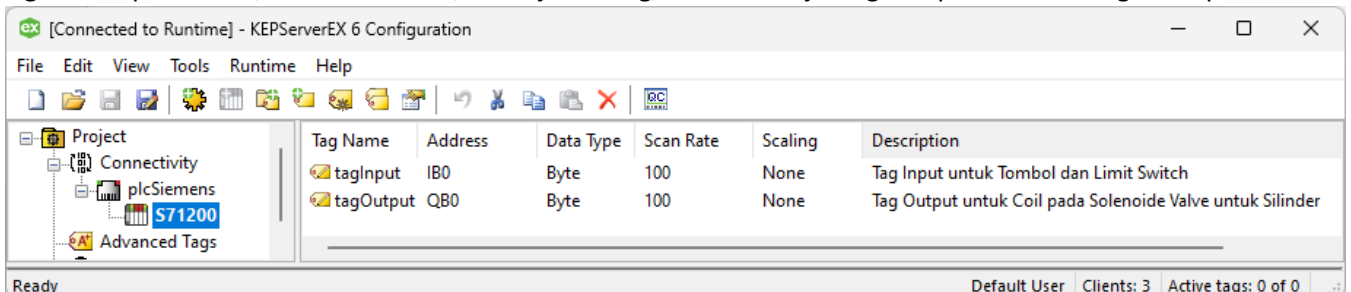
Pada tahap "Define", telah dipilih studi kasus stamping device pada TP 202 Electropneumatics, di mana benda kerja ditempatkan dan dibiarkan turun akibat gravitasi, sementara silinder A berfungsi mendorong dan menjepitnya, diikuti oleh stamping yang dilakukan oleh silinder B. Setelah proses stamping selesai, silinder A mundur untuk membuka penjepitan, diikuti dengan gerakan silinder C yang mendorong benda kerja keluar. Selama proses ini, tiga silinder dilengkapi dengan enam limit switch untuk mendeteksi posisi maju dan mundur masing-masing silinder. Urutan kerja aktuator dimulai saat tombol ditekan, yang menyebabkan silinder A maju dan menyentuh limit switch sAf, diikuti oleh pergerakan maju silinder B hingga limit switch sBf, lalu mundur hingga sBr, sebelum silinder A mundur ke sAr, dan akhirnya silinder C bergerak maju ke

sCr dan mundur ke sCr.



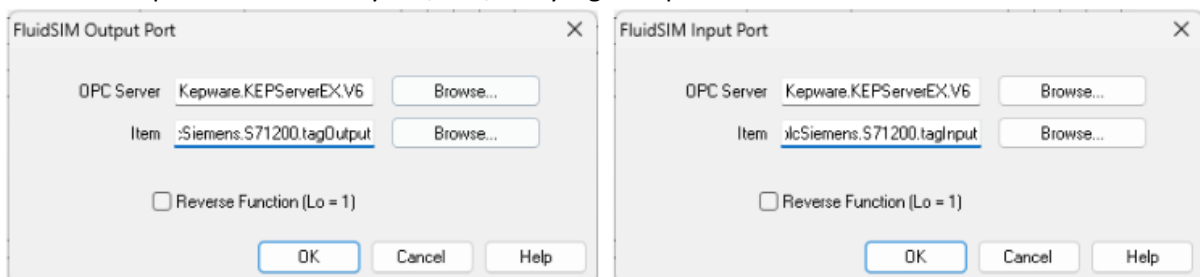
Gambar 2. Studi Kasus Stamping Device beserta diagram langkahnya pada TP 202 Electropneumatics

Pada tahap “**Explorer**”, dilakukan analisis kebutuhan I/O menggunakan rangkaian pneumatik yang terdiri dari tiga silinder double acting, tiga solenoid valve dual coil 24VDC, dan enam limit switch. Setiap silinder memiliki dua tag coil untuk fungsi maju dan mundur, serta dua tag untuk limit switch, sehingga total tag yang diperlukan adalah 12. Dengan menambahkan tag untuk input tombol, total kebutuhan I/O menjadi 13 tag, terdiri dari tujuh digital input dan enam digital output.



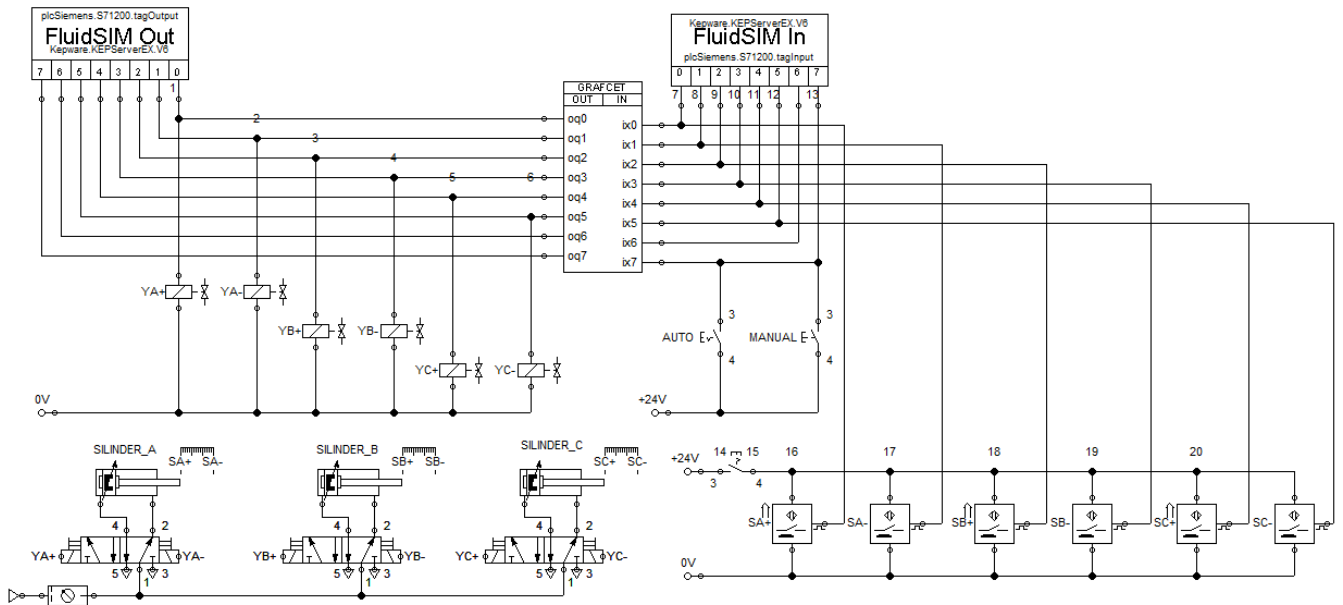
Gambar 3. Pembuatan Tag I/O pada OPC Server menggunakan aplikasi KepServerEx 6

Pada gambar 3 di atas, terlihat bahwa terdapat dua tag I/O yang dibuat, yaitu tagInput dengan alamat IB0 dan tagOutput dengan alamat QB0. Masing-masing tag menggunakan tipe data byte, yang terdiri dari delapan bit, sehingga total bit yang tersedia adalah 16 bit, memenuhi kebutuhan tag I/O dalam sistem. Penggunaan tipe byte pada tag bertujuan agar tag di OPC Server dapat diakses oleh EasyPort/OPC/DDE yang terdapat di fluidsims.



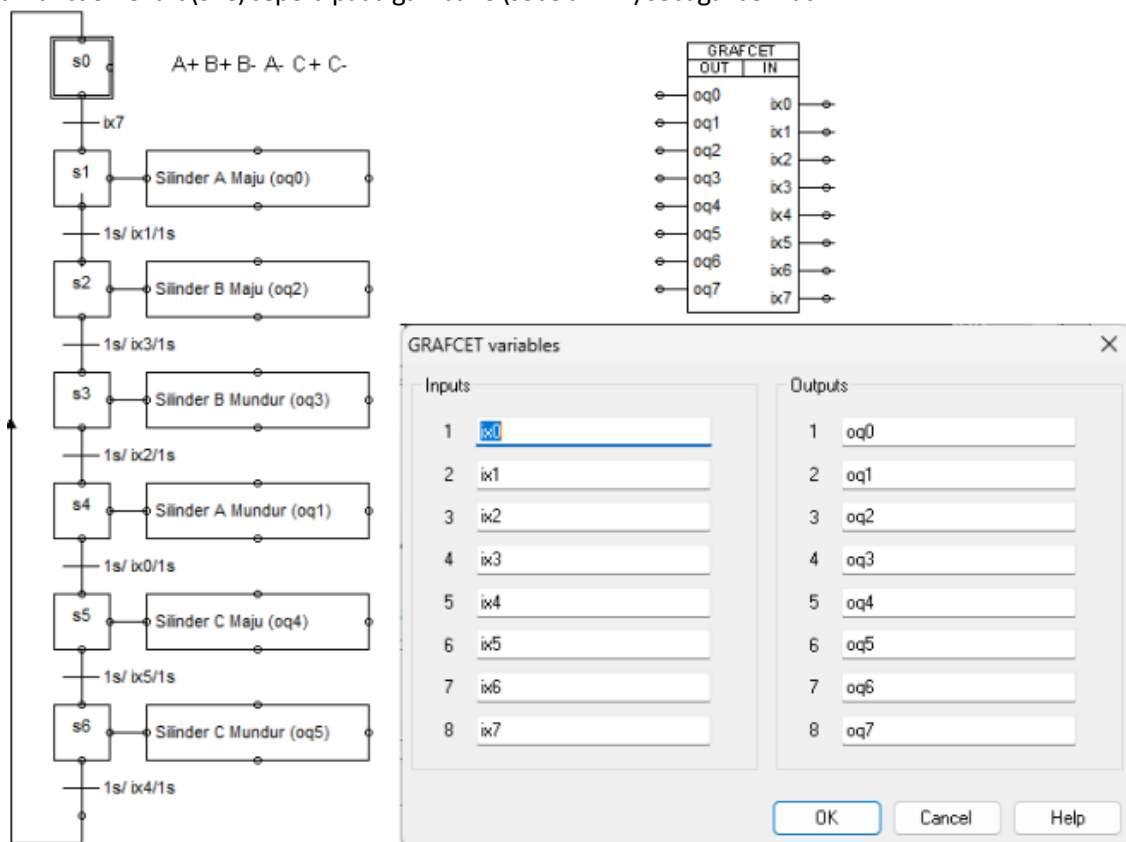
Gambar 4. Penentuan Tag I/O pada EasyPort/OPC/DDE

Fitur EasyPort/OPC/DDE di FluidSIM (seperti yang terlihat pada Gambar 4) memiliki keterbatasan hanya satu item tag OPC. Oleh karena itu, untuk mengakomodasi delapan tag I/O bertipe bit, diperlukan pengelompokan menjadi satu tag bertipe byte. Adapun rangkaian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut:



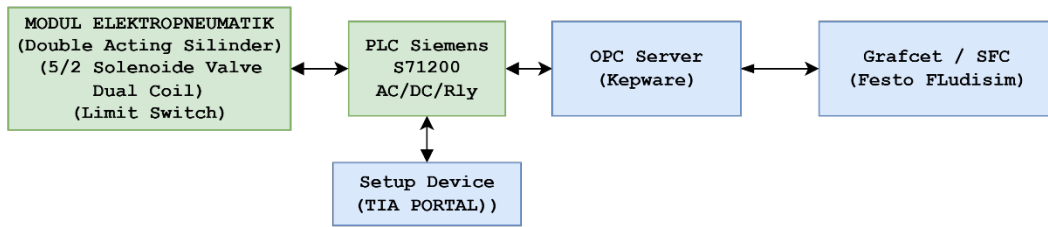
Gambar 5. Rangkaian Sistem elektropneumatik tiga silinder berbasis Fluidsim dan OPC

Pada tahap “Design”, skenario kasus yang telah dijelaskan pada tahap Define akan diterjemahkan dalam bentuk Sequential Function Chart (SFC) seperti pada gambar 6 (sebelah kiri) sebagai berikut:

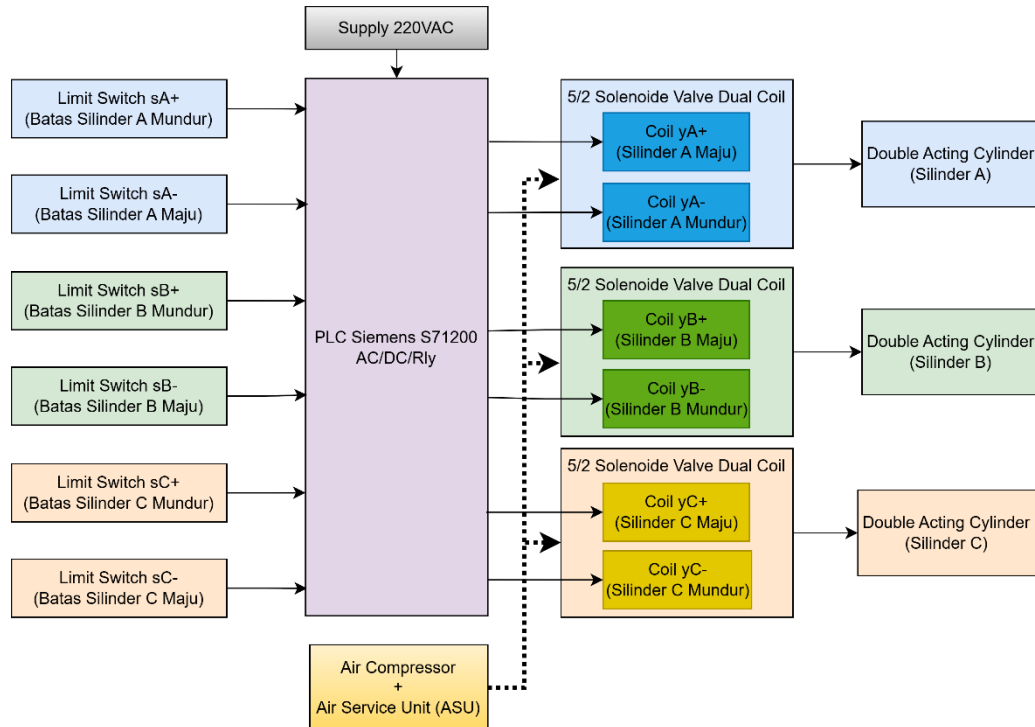


Gambar 6. Sequential Function Chart (kiri) dan Grafcet Variables (kanan)

Sequential function chart telah dibuat sesuai dengan diagram langkah sebelumnya, dengan memanfaatkan grafcet yang tersedia di fluidsim seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas sebelah kanan. Desain sistem secara keseluruhan dapat diamati pada gambar 7, sementara detail modul elektropneumatik dapat ditelusuri pada diagram blok gambar 8.

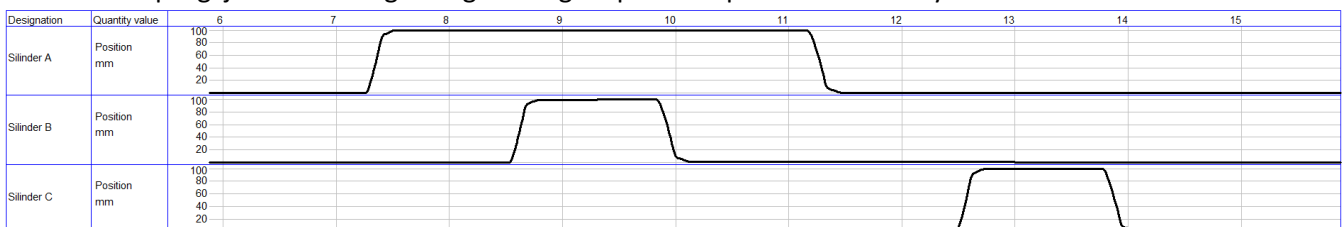


Gambar 7. Diagram Blok Sistem Elektropneumatik berbasis PLC secara keseluruhan



Gambar 8. Diagram blok Input Output pada sub sistem Modul Elektropneumatik

Pada tahap "Test" sistem diuji melalui simulasi dengan memastikan opsi "Do not apply remote control" pada "Options - EasyPort/OPC/DDC Connection" dipilih, dan detent switch antara supply 24VDC serta inductive proximity switch terhubung. Selain itu, sistem juga diuji pada modul elektropneumatik dan PLC Siemens S71200 dengan mengatur OPC mode pada "Options - EasyPort/OPC/DDC Connection" sesuai dengan gambar 4 sebelumnya, serta memastikan detent switch terbuka. Hasil pengujian sesuai dengan diagram langkah pada tahap Define sebelumnya.



Gambar 9. Hasil Pengujian Sistem menggunakan fitur state diagram pada fluidsिम

Pada tahap "Evaluate", diskusi antara dosen dan mahasiswa dilaksanakan untuk memberikan kesimpulan dan ide saran perbaikan khususnya untuk pengembangan modul pembelajaran mata kuliah praktik DCS dan SCADA.

Pembahasan

Dalam pengujian sistem menggunakan simulasi fluidsिम, semuanya berjalan sesuai dengan diagram langkah yang diharapkan. Namun, saat pengujian dilakukan pada sistem elektropneumatik dengan silinder fisik, langkah awal tidak sesuai harapan. Setelah dianalisis, terdapat tiga penyebab utama: koneksi pada Common 2L untuk Digital Output PLC Siemens yang tidak terhubung, tekanan udara yang kurang karena baut pada solenoid valve tidak cukup rapat, dan perlunya waktu tunda untuk pergerakan silinder saat limit switch terdeteksi. Setelah ketiga masalah ini diperbaiki, sistem fisik pun dapat berfungsi sesuai yang diharapkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan diskusi yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa implementasi Sequential Function Chart (SFC) berbasis FluidSIM pada PLC Siemens S7-1200 telah berhasil mengoptimalkan sistem elektropneumatik pada perangkat stamping. Integrasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi perancangan sistem, tetapi juga memperkaya pengalaman pembelajaran mahasiswa. Kendati ada beberapa tantangan teknis yang berhasil diatasi, penelitian ini membuktikan potensi SFC dalam memajukan teknologi otomasi industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Muchtar, Lutfi and Ilham, "Rancang Bangun Programmable Logic Controller dengan menggunakan Arduino Uno dan Aplikasi Soap Box Snap untuk SCADA Gateway Kualitas," vol. Majalah Teknik Industri Vol.26, Juni 2018.
- [2] Lutfi and S. Buwarda, "Development of DCS SCADA teaching module on a PID based Water Level Control case using Labview and Factory I/O," *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 12, no. 2, pp. 89-96, 31 December 2022.
- [3] Wahidah, Lutfi and A. Sudirman, "Pengembangan Modul Trainer PLC Siemens S7-1200 pada Kasus Sortir Station Berbasis Factory I/O," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IX 2022*, Makassar, 2022.
- [4] M. F. Azis, Lutfi and M. S. Amiruddin, "Development of DCS SCADA Module for Factory I/O Pick and Place XYZ Case Based on Siemens S7-1200 PLC and HMI Excel Link," *INTEK Jurnal Penelitian*, vol. 11, no. 1, pp. 7-12, April 2024.
- [5] Al Mahdali, Lutfi and A. I. Amal, "Analisis Warehouse Storage Otomatis Berbasis Siemens S71200 dan Factory I/O," *JITSA (Jurnal Industri & Teknologi Samawa)*, vol. 5, no. 2, pp. 96-101, 2024.
- [6] Lutfi, *Modul Praktikum DCS dan SCADA*, Makassar: Laboratorium Kontrol dan Otomasi Program Studi Otomasi Sistem Permesinan Politeknik ATI Makassar, 2022.
- [7] H. W. C. Rouff, *TP 202 Electro-Pneumatics Workbook Advanced Level*, Esslingen: Festo Didactic KG, 1994.
- [8] R. Gazali, L. Fedianto, M. G. A. Permana and S. S. Utomo, "Perancangan Modul Latih Elektro Pneumatic Berbasis PLC," *Jurnal Elektro & Informatika Swadharma (JEIS)*, vol. 02, pp. 49-54, 2 Juli 2022.
- [9] P. Baracos, *Famic Automation*, 1992. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/243782363_.