

PEMBANGUNAN MODUL PEMBELAJARAN BAGI SISTEM KAWALAN AUTOMASI PLC

¹Noradila Abdul Latif, ²Rizauddin Ramli

¹Fakulti Kejuruteraan Mekanikal dan Pembuatan
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, Malaysia
noradila@uthm.edu.my

²Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina
Universiti Kebangsaan Malaysia, UKM Bangi, Selangor, Malaysia
rizauddin@eng.ukm.my

ABSTRAK

Di dalam kertas kerja ini, rekabentuk dan pembangunan sistem kawalan pengawal logik boleh aturcara (PLC) telah dihasilkan melalui pendekatan pembelajaran berdasarkan masalah (PBL). Kertas ini menerangkan rekabentuk sistem kawalan PLC secara ujikaji dan latihan berasaskan kemahiran di makmal dengan berpandukan modul pembelajaran di universiti. Kaedah pembelajaran yang diterapkan diasaskan dengan pembangunan sistem kawalan PLC secara simulasi berkomputer dan secara kemahiran praktikal di makmal. Dengan langkah ini, pengguna baru diajar berkenaan teori, pembinaan rajah tetangga dan pemasangan sistem kawalan PLC untuk menjalankan sistem secara automatik dan aplikasi kerja yang berulang. Penggunaan PLC bertujuan untuk meningkatkan produktiviti, meningkatkan kualiti dan kebolehpercayaan sistem kerana ia satu peralatan yang serba guna dan efektif untuk melaksanakan sistem kawalan yang kompleks dan fleksibel. Di dalam modul pembelajaran yang dibangunkan ini, sistem kawalan PLC digabungkan dengan sistem pneumatik, komponen-komponen elektrik, elektronik dan sebagainya. Kepelbagaian fungsi komponen-komponen yang digunakan untuk digabungkan dengan sistem kawalan PLC juga dapat mengubahsuai sistem kawalan yang sedia ada bagi menepati keperluan yang dikehendaki.

Senarai istilah utama: PBL; PLC; Modul Pembelajaran

Pengenalan

Pengawal Logik Bolehaturcara atau *Programmable Logic Controller* (PLC) telah diperkenalkan pada tahun 1969 oleh Hydramatic Division-General Motors Corp untuk menggantikan sistem kawalan yang menggunakan peranti. Sebelum adanya PLC, penggunaan sistem peranti elektro-mekanikal merupakan kaedah utama untuk kawalan selain daripada kawalan manual. Penggunaan PLC sangat bersesuaian untuk penghasilan proses perancangan industrinya yang cekap kerana kos penyelenggaraan dan kos pemasangan juga bersesuaian dengan keperluan. PLC juga menawarkan pelbagai kemudahan yang tidak ditemui dalam komputer dan sistem kawalan yang lain (Al-Khudairy, 1998). Penggunaan PLC dapat menghasilkan jenis sistem berautomatik serta proses kawalan yang berulang (Chirn & McFarlane, 2000). Terdapat banyak industri perkilangan menggunakan PLC dengan tujuan bagi meminimumkan kos pengeluaran, meningkatkan kualiti dan kebolehpercayaan pada produk (Ioannides, 2004). Juga terdapat beberapa keistimewaan yang ada pada PLC seperti ianya mudah untuk diaturcarakan, dapat memiliki hasil yang dapat dijangkakan, tahan terhadap getaran dan PLC juga boleh beroperasi dalam persekitaran yang kotor (Prabuwono, *et al.*, 2007).

Secara umumnya, sistem kawalan terdiri daripada koleksi alatan elektronik dan peralatan yang telah siap diatur untuk memastikan kestabilan, ketepatan dan melancarkan peralihan proses dalam sesuatu aktiviti perkilangan. Ia diambil daripada sebarang bentuk dan juga boleh berubah dalam skala pelaksanaan daripada sebuah loji kuasa untuk membentuk sebuah mesin separa konduktor. Hasil daripada kemajuan pesat teknologi, tugas kawalan yang rumit dapat dimudahkan dengan sistem kawalan berautomatik yang dikawal oleh program PLC melalui penggunaan komputer dan pelbagai sistem dapat dihasilkan (Birbir & Nogay, 2008). Selain itu, ia juga dapat digunakan dengan gabungan pada sistem aplikasi pneumatik, hidraulik, elektrik dan elektronik seperti unit PLC disambungkan pada alatan yang lain seperti panel pengendali, motor, pengesan, suis, injap solenoid dan sebagainya. Selain itu, PLC juga dapat diadaptasikan pada sistem integrasi proses pembuatan supaya sistem kawalan yang kompleks dan rumit dapat dihasilkan seperti kebanyakannya diperlukan di industri untuk proses-proses pembuatan dan pengeluaran (Vanderspek, 1993).

Keupayaan dalam komunikasi rangkaian juga membolehkan satu pelaksanaan berskala besar dan penyelarasan proses pula dapat disediakan dengan meluas dalam agihan sistem kawalan. Setiap komponen dalam sistem kawalan berperanan penting tanpa mengira jenis.

Dari aspek pembelajaran dan latihan praktikal sistem kawalan PLC pula, pendedahan yang merangkumi semua aspek berkaitan pembangunan sistem kawalan ini perlu disampaikan terutamanya kepada pengguna baru supaya mereka memperoleh kemahiran yang sewajarnya. Cara yang bersesuaian untuk pengajaran sistem kawalan ini adalah dengan adanya modul pembelajaran. Cara pembelajaran ini adalah cara yang berkesan kerana ia berdasarkan pengalaman yang diperolehi semasa mereka membangunkan sistem kawalan PLC yang sebenar yang mana ianya sama seperti penghasilan sistem kawalan di industri. Selain itu, mereka juga diberi pendedahan kepada kerja secara berkumpulan untuk pelaksanaan sistem kawalan PLC disamping dapat meningkatkan kemahiran berkomunikasi, kerjasama, perkongsian idea, kecekapan pembelajaran dan sebagainya (Muhamad, *et al.*, 2005).

Sistem Kawalan PLC Berautomasi

Bagi membangunkan modul pembelajaran PLC, sebuah sistem kawalan PLC dihasilkan melalui perisian simulasi berkomputer terlebih dahulu. Kemudian, satu sistem kawalan PLC secara praktikal dibangunkan di Makmal Pneumatik dan Hidraulik, UKM. Penghasilan sistem kawalan automasi yang dijalankan adalah berdasarkan ujikaji yang dilakukan sendiri oleh pengguna. Dengan pembelajaran secara ini, pengguna boleh merancang kaedah prosedur yang betul terlebih dahulu dalam proses penghasilan sistem kawalan yang ingin dibangunkan.

Kedua-dua kaedah ini dapat memberikan pendedahan kepada pengguna supaya lebih kreatif dalam mengubahsuai sistem kawalan automasi yang sedia ada ataupun dalam mempelbagaikan fungsi sistem kawalan PLC yang dibina. Dari segi aspek kepelbagaian fungsi sistem kawalan, pengguna dapat mempelbagaikan penggunaan alatan atau fungsi komponen yang tersedia untuk penghasilan sistem kawalan yang dikehendaki. Sebagai contoh dengan penggunaan silinder dan pemasa, proses pemindahan produk dapat dihasilkan secara berulang dalam tempoh masa tertentu dapat dihasilkan dan sebagainya. Konsep cara yang digunakan untuk menghasilkan kedua-dua kaedah ini pada umumnya adalah sama tetapi mempunyai sedikit perbezaan.

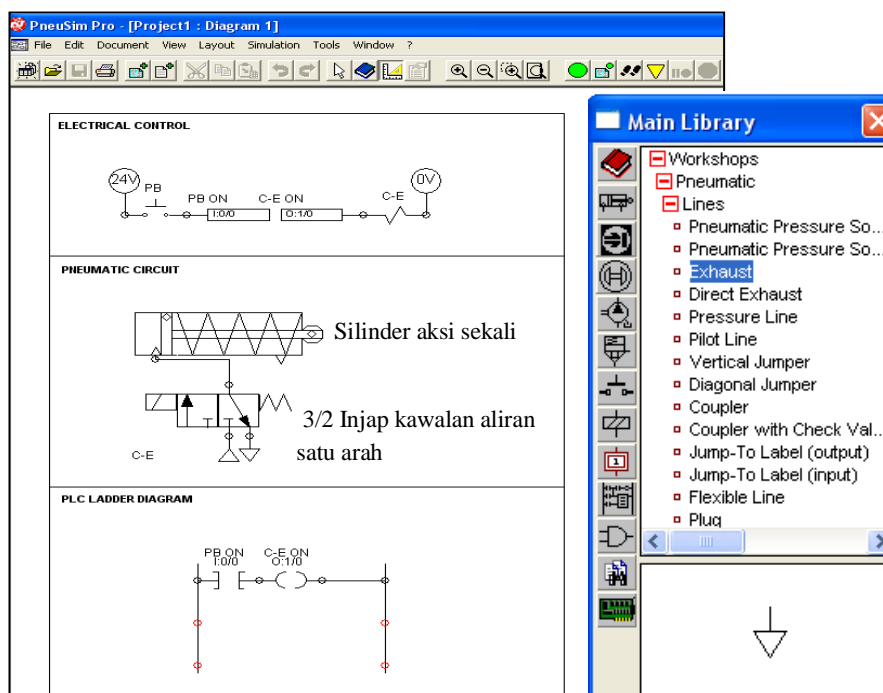
Kaedah pembangunan sistem kawalan PLC secara simulasi berkomputer adalah dijalankan secara aplikasi perisiannya sahaja tanpa dilakukan di makmal. Kaedah ini tidak memerlukan pemasangan peralatan dan perkakasan, penyambungan litar pneumatik, pendawaian litar elektrik dan sebagainya secara sebenar. Bagaimanapun, ianya dapat dilakukan melalui perisian sahaja kerana kebanyakan peralatan Input/Output, injap kawalan berarah, peralatan pneumatik, komponen elektrik, elektronik dan sebagainya telah disediakan di dalam perpustakaan PneuSim Pro secara simbol skematik.

Penggunaan perisian simulasi berkomputer bagi merekabentuk sistem kawalan PLC ini akan menjadi lebih mudah dan cepat di mana penghasilan sistem kawalannya tidak memerlukan kaedah yang panjang seperti dihasilkan secara latihan praktikal. Keberkesanan penggunaan sistem ini dapat diaplikasikan semasa dalam pembelajaran pada peringkat awal kepada pengguna baru dalam membangunkan sistem kawalan. Ini dapat memberi pendedahan awal kepada pengguna baru berkaitan cara asas dalam membangunkan sistem kawalan PLC. Melalui pendekatan ini juga dapat menjadikan pengujian awal untuk sistem kawalan PLC sebelum dilakukan secara sebenar di makmal. Ini juga dapat menjimatkan masa pengendalian sesebuah sistem kawalan PLC.

Kaedah latihan praktikal pula dilakukan dalam merekabentuk rajah tetangga yang mana merujuk kepada pembangunan simulasi berkomputer yang telah dilakukan terlebih dahulu serta pengalaman atau kemahiran yang pengguna pernah ada sebelum ini. Oleh itu, sistem kawalan yang dihasilkan dapat dipermudahkan dan antara pemasalahan yang dapat dielakkan bukan sahaja pada rajah tetangga yang dihasilkan malah dari segi pemasangan perkakasan, penyambungan alatan atau pendawaian litar elektrik yang salah dan sebagainya. Juga melalui pendedahan dalam membangunkan sistem kawalan yang sebenar ini dapat menjadikan pengguna lebih mahir apabila berhadapan dengan pelbagai masalah yang akan timbul.

Bagaimanapun, kaedah pembangunan sistem kawalan PLC secara latihan praktikal ini lebih kompleks berbanding secara simulasi berkomputer. Ini kerana pelaksanaan yang dijalankan memerlukan

penyambungan sebenar terhadap pendawaian litar elektrik serta penyambungan alatan Input/Output melalui pemasangan perkakasan PLC dalam melengkapkan sistem kawalan.



Rajah 1 Perisian PneuSim Pro

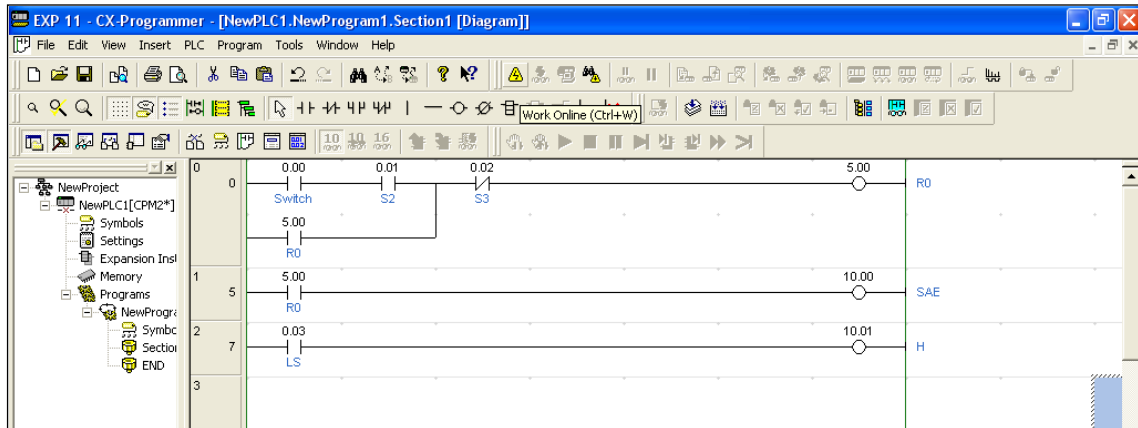
Dengan penggunaan kaedah ini, pengguna akan memperolehi pengalaman sebenar semasa penghasilan sistem kawalan. Ini juga dapat menjadikan pengguna lebih mahir dalam merekebentuk sistem kawalan yang lengkap.

Sistem Kawalan PLC Secara Simulasi Berkomputer

Sistem kawalan PLC secara simulasi berkomputer yang dihasilkan dalam ujikaji yang dijalankan adalah dengan penggunaan perisian PneuSim Pro. Ianya dibangunkan dengan menghasilkan tiga jenis pemasangan dan pendawaian iaitu litar elektrik, litar pneumatik dan rajah tetangga secara lukisan skematik. Rajah 1 menunjukkan perisian PneuSim Pro yang digunakan. Penghasilannya adalah mudah berbanding dilakukan secara praktikal kerana ia perlu dilakukan pada komputer yang mempunyai perisian tersebut sahaja.

Sistem Kawalan PLC Secara Praktikal

Sistem kawalan PLC secara praktikal ini telah dilakukan di Makmal Pneumatik & Hidraulik, UKM dengan menghasilkan pelbagai bentuk pengaturcaraan PLC dengan penghasilan rajah tetangga dan pengaturcaraan *mnemonic* melalui perisian *CX-Programmer*. Ianya dimulai dengan melakukan sistem kawalan PLC yang mudah dan seterusnya membangunkan sistem kawalan PLC yang mengabungkan sistem pneumatik. Antara pemasangan dan pendawaian yang dihasilkan adalah litar elektrik, litar pneumatik dan rajah tetangga. Pengaturcaraan *mnemonic* juga dapat dihasilkan daripada program rajah tetangga yang dihasilkan.

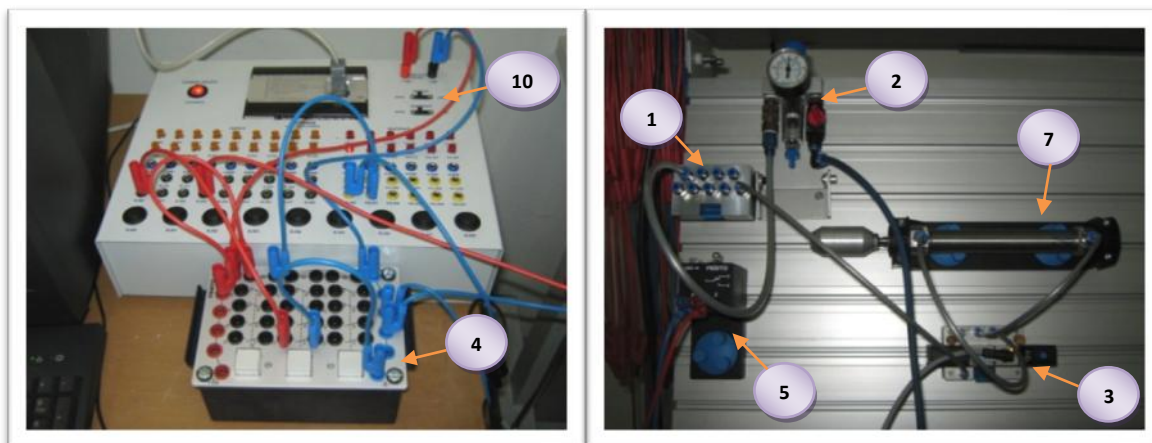


Rajah 2 Rajah tetangga program PLC

Pendawaian litar elektrik dan pemasangan litar pneumatik dihasilkan adalah dipasangkan secara sebenar. Pembangunannya juga adalah sama seperti lukisan skematik pada perisian simulasi berkomputer. Pendawaian litar elektriknya pula adalah dengan menyambungkan suis dengan peranti input pada 24 V manakala solenoid injap kawalan berarah untuk peranti output pada 0 V. Bagi litar pneumatik, penyambung dilakukan pada komponen pneumatik seperti silinder kepada injap kawalan berarah untuk membolehkan aliran udara termampat dari pemampat dibekalkan kepada silinder. Rajah 2 menunjukkan rajah tetangga program PLC, Rajah 3 adalah senarai pengaturcaraan *mnemonic* program PLC dan Rajah 4 adalah pemasangan dan penyambungan litar elektrik, litar pneumatik dengan komponen Input/Output. Manakala Jadual 1 adalah senarai peralatan dan komponen yang digunakan.

| Rung | Step | Instruction | Operand | Value | Comment |
|------|------|-------------|---------|-------|---------|
| 0 | 0 | LD | 0.00 | | ST |
| | 1 | LD | 0.03 | | S |
| | 2 | CNT | 001 | #005 | |
| 1 | 3 | LD | CNT001 | | |
| | 4 | OUT | 10.00 | | SCE |
| 2 | 5 | END(01) | | | |

Rajah 3 senarai pengaturcaraan *mnemonic* program PLC dan peralatan Input/Output



| Bil. | Peralatan dan komponen |
|------|---|
| 1 | Manifold |
| 2 | Injap dengan penapis regulator untuk menyalurkan udara termampat tanpa pelincir |
| 3 | 5/2 Injap kawalan aliran dua arah dengan LED (menolak secara manual) |
| 4 | Alat elektrik signal input |
| 5 | Suis terhad berelektrik |
| 6 | Silinder satu aksi |
| 7 | Silinder dua aksi |
| 8 | Tiub saluran udara termampat jenis polyurethane |
| 9 | Kabel sambungan elektrik |
| 10 | Sistem pengawal PLC |
| 11 | Pemampat |

Jadual 1 Senarai peralatan, perkakasan dan komponen yang digunakan

Kesimpulan

Kajian yang dijalankan ini bertujuan untuk memberi pendedahan kepada pengguna baru dalam membangunkan sistem kawalan PLC yang dikaitkan dengan penggunaan modul pembelajaran. Dengan ini, pengguna baru juga dapat memperolehi pengalaman yang sebenar dalam penghasilan sistem kawalan supaya pengguna dapat meningkatkan kemahiran mereka. Sistem kawalan juga dimulai dengan pembangunan sistem kawalan secara simulasi berkomputer bagi membolehkan penghasilan sistem kawalan dapat dipermudahkan bagi mengelakkan pelbagai kekangan yang berkemungkinan berlaku semasa penghasilannya secara praktikal.

Pembelajaran berdasarkan masalah melalui penggunaan modul pembelajaran yang diterapkan dalam kajian ini dapat meningkatkan kemahiran yang ada dalam penghasilan sistem kawalan berautomasi. Dengan ini, ianya dapat memberikan pendedahan berkaitan kecekapan pembelajaran seperti mempunyai kemahiran pemikiran yang kritis dalam penyelesaian masalah serta dapat memberikan keputusan yang baik. Dengan pendedahan ini juga, sistem kawalan yang akan diprogramkan menghasilkan sistem kawalan yang lebih kompleks dan rumit supaya lebih efisien dan juga dapat menjimatkan masa pemprosesan.

PENGHARGAAN

Kajian ini dijalankan dengan kerjasama dan bantuan teknikal daripada Makmal Pneumatik dan Hidraulik dan Makmal CAM, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) serta Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM).

RUJUKAN

- Al-Khudairy, T.F., Al-Hashemy, B.A.R. & Al-Baker, M.A.J.1998. Design of a MEBus-based Programmable Logic Controller (PLC). *Microprocessors and Microsystems* 21(5): 329-336
- Chirn, J. L. & McFarlane, D. L. 2000. Petry Nets Based Design of Ladder Logic Diagrams. *In Proc. of the UKACC International Conference on Control*: 1-6
- Ioannides, M.G. 2004. Design and Implementation of PLC Based Monitoring Control System for Induction Motor. *IEEE Transactions on Energy Conversion* 19(3): 469-476
- Prabowono, A. S., Kurniawan, D. & Away, Y. 2007. Perancangan Sistem Inspeksi Visual Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Pada Modular Automation Production System (Maps). *Jurnal Teknik Gelagar* 18(1): 11-18
- Birbir, Y. & Nogay, H. S. 2008. Design And Implementation Of Plc-Based Monitoring Control System For Three-Phase Induction Motors Fed By Pwm Inverter. *Education International Journal of Systems Applications, Engineering & Development* 3(2): 128-135
- Vanderspek, P. G. 1993. *Planning for Factory Automation*. New York: McGraw-Hill
- Muhamad, A. A. F., Mat, H. M. A. & Sulaiman, M. 2005. Problem Based Learning Approach in Programmable Logic Controller. *Proceedings of the Regional Conference on Engineering Education*. 12-13 Disember 2005