

## **Penggunaan IEC 61131-3 Dan Implikasi Di Dalam Sistem Automasi: Satu Pendekatan Kepada *Modular Production System* (MPS)**

**Masrul Nizam Mahmud<sup>1\*</sup>, Mohd Fadrul Rizal Ab Rahim<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Mechanical Engineering, Politeknik Sultan Mizan Zainal Abidin, 23000 Dungun, Terengganu

**\*Corresponding author E-mail:** masrul@psmza.edu.my

### **Abstrak**

Dalam perkembangan sistem automasi penggunaan piawaian IEC 61131-3 bahasa pengaturcaraan logik bolehubah sudah diperbaharui kepada sistem yang lebih maju dan memudahkan penyelesaian masalah sistem yang lebih kompleks. Untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks, pengaturcaraan SFC IEC61131 digunakan ke atas sistem automasi *MPS sorting* di makmal Robotik dan Automasi PSMZA. Dengan bahasa pengaturcaraan yang lebih baik, penggunaan kepada aplikasi lebih nyata dan permasalahan boleh diselesaikan dengan lebih mudah dan cepat. Kajian ini tertumpu kepada bahasa pengaturcaraan yang penggunaan menjurus kepada IEC 61131-3 serta penggunaan dan aplikasi di dalam sistem *MPS Sorting Station*. Penggunaan bahasa pengaturcaraan *Sequential Function Chart* (SFC) lebih mudah dan teratur dalam mengaplikasi sistem kerja MPS sorting ini.

**Kata Kunci:** IEC61131-3; sequential function chart (SFC); MPS sorting station

## **1.0 PENGENALAN**

Industrial Automasi adalah satu Kursus wajib untuk pelajar kejuruteraan Mekanik (DEM) di politeknik Malaysia. Pelajar perlu mengambil kursus Pneumatik dan Hidraulik di semester tiga dan Programmable Logic Controller (PLC) di semester 4 sebelum mengambil kursus Industri Automasi di semester akhir. Pelajar DEM semester akhir akan mengaplikasikan Kurusu PLC dan Pneumatik dan Hidraulik untuk di serapkan di dalam kursus Industri Automasi ini.

Pelajar sudah didedahkan kepada beberapa bentuk pengaturcaraan PLC seperti Kawalan lampu isyarat, kawalan motor dan kawalan sistem pakir. Kaedah praktikal dan 'Hands On' telah di gunapakai di dalam Makmal Robotik dan Automasi (MRA). Latihan amali diperlukan seperti pengkhususan di dalam sistem Automasi Industri (John & Tiegelkamp, 2010). Untuk sistem kawalan sepenuhnya menggunakan PLC dan memerlukan bahasa pengaturcaraan PLC. Sistem Industrial Automasi sudah agak lama menggunakan piawaian IEC 61131sesuai dengan kenyataan (Fantuzzi, 2013) di mana ia diterbitkan pada tahun 1992. Piawaian ini dianggap sebagai salah satu perkara yang paling utama di dalam industri automasi dimana kenyataan daripada (Real Time Automation [www.rtaautomation.com](http://www.rtaautomation.com), 2008), yang mendefinisikan satu model dan bahasa pengaturcaraan perlu ada untuk digunapakai di dalam sistem pengaturcaraan PLC.

## 2.0 OBJEKTIF

Kajian adalah untuk mengenalpasti ciri kesesuaian IEC 61131-3 dalam penggunaan sistem automasi industri dan penggunaan dalam MPS yang ada di makmal Robotik dan Automasi.

## 3.0 SOROTAN KAJIAN

Menurut Fantuzzi (2013), pengkaji merumuskan bahawa piawaian IEC 61131 mempunyai lima bahagian untuk keperluan sistem PLC. Keperluan ini meliputi semua jenis perkakasan PLC dan juga sistem pengaturcaraan PLC iaitu piawaian mengguna pakai jenis iec61131-3 bahasa pengaturcaraan. Manakala kajian yang dilakukan oleh John & Tiegelkamp (2010) pengkaji mengatakan perlu memberi tumpuan kepada IEC 61131-3 iaitu garis panduan untuk pengaturcaraan PLC tetapi bukanlah satu panduan yang terlampau ketat atau wajib diikuti. Sebelum mengenali lebih lanjut berkaitan piawaian ini, penerangan berkenaan maksud dan penggunaan elemen bahasa utama piawaian IEC 61131 perlu di fahami terlebih dahulu. Seperti yang diketahui piawaian yang ke tiga ini lebih tertumpu kepada penggunaan bahasa pengaturcaraan dan asas kaedah mengaturcara PLC (Fantuzzi, 2013).

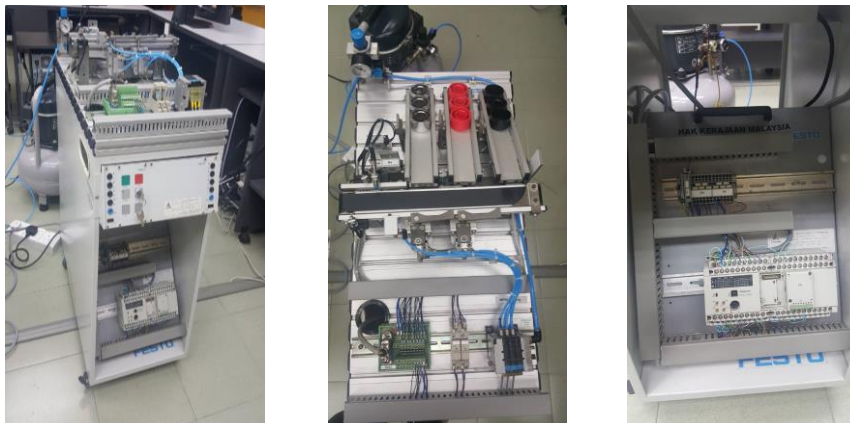
Terma Program Organisation Unit (POU) perlu dijelaskan secara terperinci kerana ia adalah asas dalam memahami konsep bahasa pengaturcaraan ini. POU yang di piawaian di dalam IEC 61131-3 boleh diguna pakai oleh pengkilang ataupun pengaturcara dalam melaksanakan piawaian ini (International & Commission, 2003). Di dalam MRA ini, perisian FPWIN Pro Panasonic digunakan untuk pengaturcaraan di dalam PLC. Bahasa pengaturcaraan jenis Sequential Function Chart (SFC). Ini bermakna semua pelajar menggunakan bahasa ini selain daripada Ladder Diagram LD dan menggunakan PLC jenis FX 30c sebagai kawalan dan station MPS Sorting sebagai keluarannya. Tidak semua jenis bahasa pengaturcaraan senarai arahan (IL) boleh di buat di dalam SFC. Ini boleh ditafsir sebagai bahasa yang boleh diagihkan kepada tugas kawalan kepada bahagian yang boleh dilaksanakan keseluruhannya yang telah dinyatakan oleh Diagram & Diagram (2009).

Pengaturcaraan ini jelas menggambarkan bahawa langkah perlaksanaannya berdasarkan langkah-langkah pada proses kawalan yang ada di mana proses dijalankan, diabaikan ataupun diberhentikan pada satu satu masa. IEC 61131-3 menekankan bahawa SFC adalah *Aid For Structuring* dalam pengaturcaraan PLC (Jerzy, 2001).

#### 4.0 REKABENTUK KAJIAN

Kelengkapan peralatan di Makmal Robotik dan Automasi (MRA).

Peralatan berteknologi tinggi yang berada di dalam MRA adalah Sistem Robotik RV2AJ dan juga sistem MPS sebanyak empat unit iaitu MPS Distribution, MPS Testing, MPS Processing dan MPS Sorting. Keempat-empat MPS ini berhubung melalui kawalan PLC FX60c Panasonic bertindak sebagai kawalan utama kepada MPS tersebut. Gambar rajah 1 menunjukkan MPS sorting station dan susun atur station dan juga PLC berada pada kedudukan yang telah ditetapkan. Penggunaan yang merangkumi kesemua sistem elektro-pneumatik dan gabungan elektrik dan mekanikal menjadikan MPS ini sesuai untuk tujuan kajian. Menurut kajian yang dilakukan oleh Pavlovi (2010), PLC dapat digunakan secara optimum kerana melibatkan komunikasi antara penderia-penderia dan sistem elektropneumatik. PLC di kategorikan sebagai peralatan perkakasan untuk kawalan MPS tersebut. Penggunaan PLC jenis FX60c digunakan kerana mempunyai perisian yang menyokong pengaturcaraan piawaian IEC 61131-3 .



**Gambarajah 1:** MPS Sorting kedudukan bahan kerja dan PLC

Untuk kajian ini, penekanan adalah lebih kepada pengaturcaraan dan pemasangan akan dibincangkan pada kajian yang lain. Untuk pengaturcaraan penggunaan dalam IEC 61131-3 ini, pemboleh ubah adalah digunakan untuk penandaan proses dan penyimpanan data pengguna. Setiap pemboleh ubah perlu diistihar pada setiap permulaan Programmable Output Unit (POU) kenyataan daripada Prahofner, Angerer, Ramler, Lacheiner, & Grillenberger (2012). Pemahaman pengaturcara perlu pada litar pemasangan untuk mengetahui setiap masukan dan keluaran pada antaramuka PLC dan MPS.

**Jadual 1:** Kaitan antara Pengkhususan dan Huraian Teknikal dalam MPS Sorting

No.	Pengkhususan	Huraian Teknikal
1	Sistem Mekanikal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perlu mengetahui setiap komponen</li> <li>- Menggunakan profile untuk memasang sistem automasi</li> <li>- Merekabentuk dan merancang sistem antaramuka mekanikal dan elektrik</li> </ul>
2	Sistem Pneumatik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perlu mengetahui dan menggunakan komponen pneumatik</li> <li>- Membina dan memasang litar pneumatik</li> <li>- Melaras dan memudahkan litar pneumatik</li> <li>- Memasang tubing dan melengkapkan sistem litar pneumatic</li> </ul>
3	Sistem Elektrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memasang dan menguji litar elektik</li> <li>- Membina dan memasang litar elektrik</li> <li>- Perlu mengetahui berkenaan sistem litar elektro-pneumatik</li> <li>- Mengetahui antaramuka pemasangan elektrik</li> </ul>
4	Penderia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perlu mengetahui dan menggunakan penderia optikal</li> <li>- Mengenalpasti perbezaan penderia</li> <li>- Memasang penderia pada kedudukan yang betul</li> <li>- Menggunakan penderia optikal sebagai peranti keselamatan</li> </ul>
5	PLC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami stuktur dan mod operasi PLC berdasarkan IEC 61131-3</li> <li>- Menggunakan bahasa pengaturcaraan rajah tangga dan SFC</li> <li>- Mengaturcara dalam mod program dan fungsi yang berbeza</li> </ul>

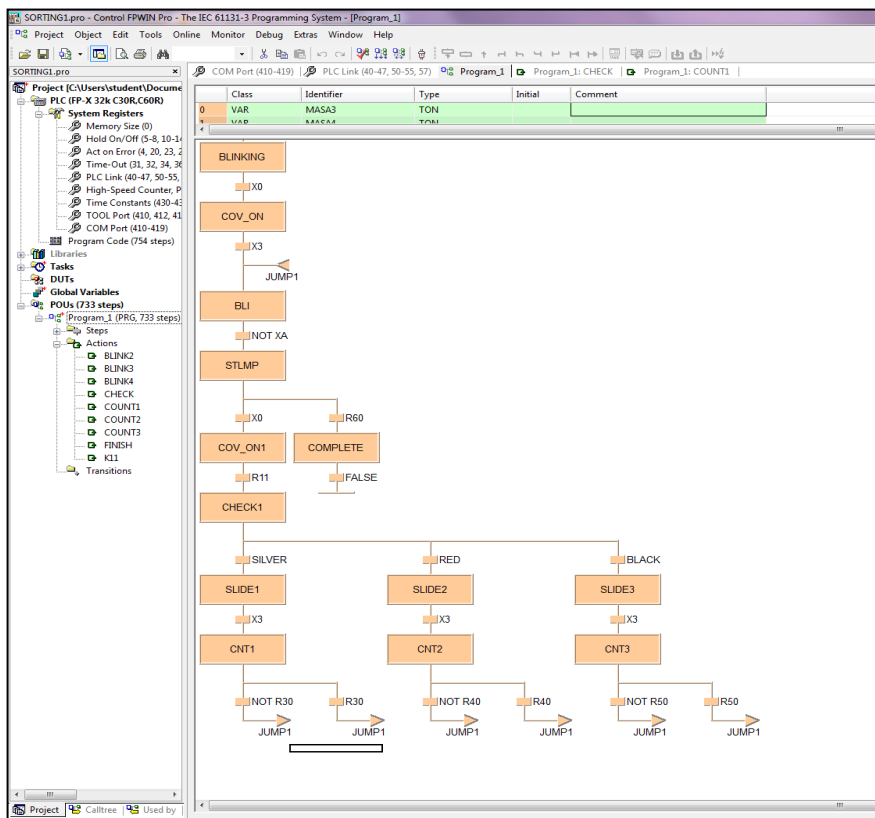
#### Merekabentuk, membina dan Menguji lari Sistem

Didalam proses merekabentuk untuk meletakkan bahan kerja pada tempat gelunsur yang betul. Ia perlulah merekabentuk pengaturcaraan yang betul untuk setiap gelunsur dan boleh di tepatkan dalam sub-program untuk setiap gelunsur pada MPS sorting.

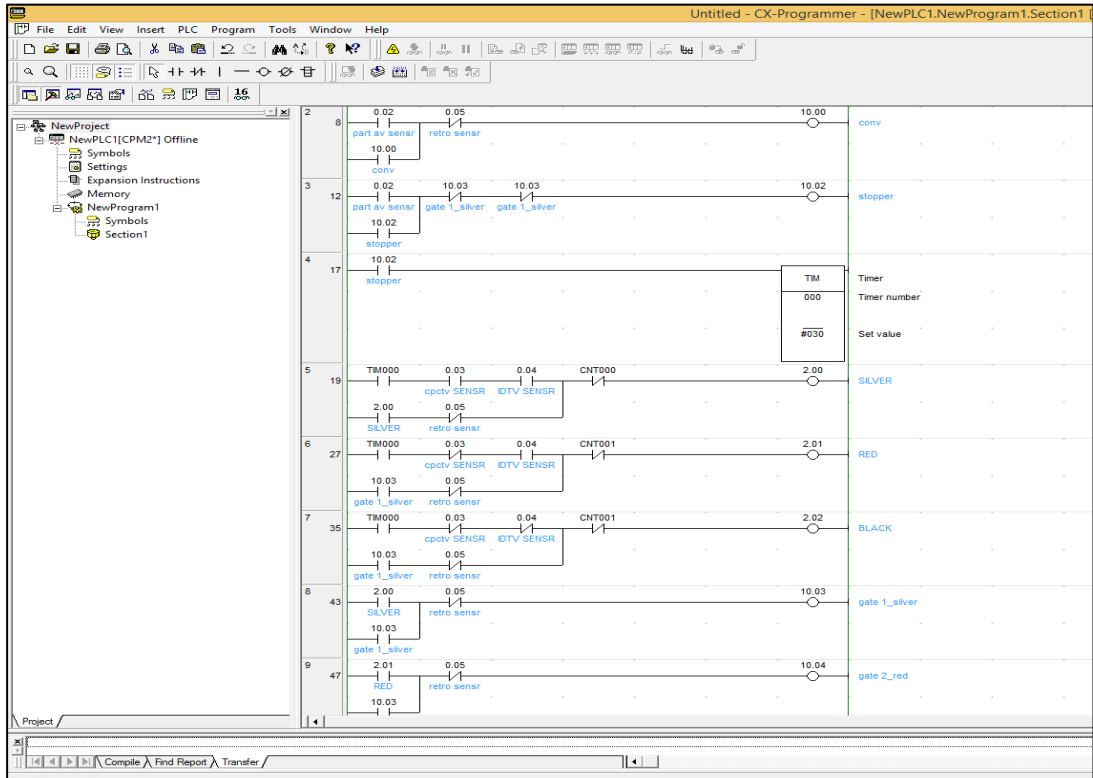
Perlu mengetahui Kedudukan asalan dan pergerakan secara turutan bagi setiap fungsi pengaturcaraan dan pergerakan pada MPS tersebut.

**Jadual 2: Keterangan Fungsi Kerja**

Permulaan Kedudukan	Kedudukan Asalan	Turutan Pergerakan
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan kerja berada pada sistem konveyor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoper dalam keadaan extend</li> <li>- Gate satu extend</li> <li>- Gate dua extend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan kerja bergerak ke stopper</li> <li>- Menguji jenis bahan kerja</li> <li>- Tetapan bahan kerja dalam gelunsur yang betul</li> <li>- Gelunsur 1- bahankerja Metalik</li> <li>- Gelunsur 2- bahankerja Merah</li> <li>- Gelunsur 3 – bahankerja Hitam</li> <li>- Setiap gelunsur hanya dikira tiga sahaja.</li> </ul>

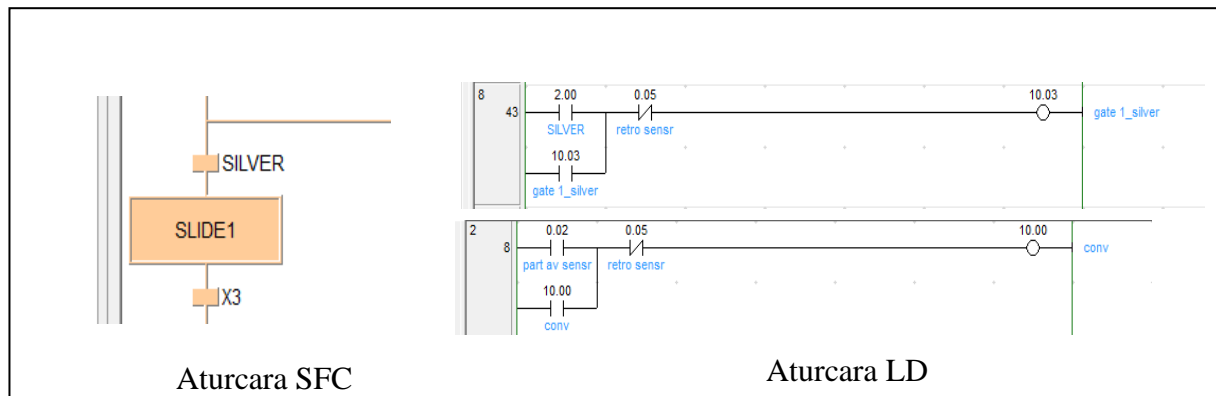


**Rajah 1: Aturcara Sorting Station menggunakan SFC**



**Rajah 2:** Pengaturcaraan menggunakan Rajah Tangga (LD)

## 5.0 ANALISIS DAN KEPUTUSAN



**Rajah 3:** Perbandingan antara aturcara SFC dan LD bagi satu turutan aturcara

Pengaturcaraan dengan menggunakan FPWIN PRO Panasonic yang menyokong bahasa IEC 61131-3 dan menggunakan SFC sebagai bahasa pengaturcaraan PLC untuk sistem MPS sorting. Daripada kajian yang dijalankan oleh Ocheana, Rohat, Popescu, & Florea (2012), aturcara ini lebih memudahkan pengaturcara dan untuk mengesan kesalahan juga amat mudah berbanding dengan litar rajah tangga (LD). Komponen-komponen penting dan pemasangan dilakukan dengan betul bagi memastikan masukan dan keluaran (I/O) pada MPS dan PLC berada pada keadaan yang betul. PLC disambungkan dengan menggunakan kabel sislink dan disambungkan pada XMG2 .

Pada I/O terminal XMA1 adalah pada struktur pemasangan mekanikal manakala I/O kabel XMA2 adalah pada sambungan PLC untuk memberi kawalan pada MPS. Stesen MPS dibekalkan dengan 24VDC dan 4Amp bekalan kuasa. Menurut kajian yang dijalankan oleh Repository (1998), punca bekalan angin termampat perlu diberikan pada bahagian pemasangan mekanikal dan elektropneumatik dan dalam kedudukan yang betul serta tekanan udara termampat yang bersesuaian. Berdasarkan rajah 3, aturcara SFC dilihat lebih ringkas dan mudah berbanding aturcara LD bagi melaksanakan sesuatu turutan arahan. Aturcara pada SFC hanya memasukan data output ke dalam kotak manakala bagi aturcara LD setiap rung perlu dimasukan input dan output.

Ini menjadikan aturcara LD menjadi panjang dan kompleks. Kesimpulannya, penggunaan bahasa pengaturcaraan SFC dalam MPS Sorting Station dapat menyelesaikan masalah pengaturcaraan dengan lebih cepat berbanding bahasa aturcara LD bersesuaian dengan kenyataan Schütz, Wannagat, Legat, Vogel-heuser, & Member (2013). Penggunaan kaedah sub program juga mudah dan pemahaman dalam membuat program amat cepat. Piawai IEC 61131-3 menyediakan platform bahasa yang bersesuaian dengan cara kerja dan penyelesaian masalah yang lebih rumit disokong oleh kajian yang dilakukan oleh Diagram & Diagram (2009). Pendekatan pembelajaran dan pengajaran menggunakan MPS Sorting Station adalah sangat praktikal dan lebih realistic untuk mendedahkan pelajar kepada sistem automasi berteknologi tinggi yang digunakan di dalam industri pembuatan. Ia juga memudahkan pelajar memahami cara pemasangan dan pengaturcaraan sistem yang melibatkan pengawal PLC.

## 6.0 RUJUKAN

- Diagram, F. B., & Diagram, L. (2009). Understanding the IEC61131-3 Programming Languages. *Control Engineering*, 6.
- Fantuzzi, C. (2013). Programming languages for PLC : International Standard IEC61131-3 ( part two ) Instruction Lists ( 1 ), 3.
- International, C., & Commission, E. (2003). INTERNATIONAL STANDARD, 2003.
- Jerzy, K. (2001). Lecture: IEC 61131-3: Programming Languages. *Programmable Controllers*, 1–74. Retrieved from <http://www.google.com/patents/US6263487>
- John, K. H., & Tiegelkamp, M. (2010). IEC 61131-3: Programming industrial automation systems: Concepts and programming languages, requirements for programming systems, decision-making aids. *IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems: Concepts and Programming Languages, Requirements for Programming Systems, Decision-Making Aids*, 1–390. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12015-2>
- Ocheana, L. A., Rohat, O. I., Popescu, D. A., & Florea, G. G. (2012). Library of reusable algorithms for internet - Based diagnose and control system. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 14(PART 1), 1407–1412. <https://doi.org/10.3182/20120523-3-RO-2023.00320>

- Pavlovi, O. (2010). Model Checking PLC Software Written in Function Block Diagram. <https://doi.org/10.1109/ICST.2010.10>
- Prahofer, H., Angerer, F., Ramler, R., Lacheiner, H., & Grillenberger, F. (2012). Opportunities and challenges of static code analysis of IEC 61131-3 programs. *IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA*, (November). <https://doi.org/10.1109/ETFA.2012.6489535>
- Real Time Automation [www.rtaautomation.com](http://www.rtaautomation.com). (2008). IEC 61131-3 The Fast Guide to Open Control Software, 1–5. Retrieved from [www.rtaautomation.com](http://www.rtaautomation.com)
- Repository, I. (1998). The modular production system ( MPS ): an alternate approach for control technology in design and technology.
- Schütz, D., Wannagat, A., Legat, C., Vogel-heuser, B., & Member, S. (2013). Development of PLC-Based Software for Increasing the Dependability of Production Automation Systems, 9(4), 2397–2406.