

# Framework untuk Pengembangan Sistem Otomatisasi Menggunakan Programmable Logic Controller

Adian Fatchur Rochim, Eko Didik Widiyanto

**Abstract** – Nowadays, the programmable logic controller/PLC has been a key device in industrial automation. This device has a function to monitor production process and to control its operation automatically. This paper presents a framework to develop this product service-system PLC using opensource softwares. It includes software for PLC hardware development, firmware development and IDE system.

**Index Terms** – programmable logic controller, industrial automation, microcomputer design, IEC 61131-3

## I. Pendahuluan

Saat ini, *Programmable Logic Controller* atau PLC telah menjadi faktor kunci dalam otomatisasi proses industri menggantikan sistem kontrol relay[1]. PLC sebagai sistem kontrol dapat memenuhi kebutuhan industri saat ini, yaitu dapat diprogram secara software dengan menggunakan pemrograman yang sederhana berbasis diagram, misalnya diagram ladder[2].

PLC ini berfungsi untuk memonitor parameter proses dan mengontrol operasinya secara otomatis dan terprogram, sehingga akan meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya produksi. Hal ini akan membuat permintaan industri terhadap perangkat ini tinggi. Belum lagi kebutuhan untuk pengontrolan sistem lain, misalnya sistem kontrol transportasi (kereta api, lalu lintas jalan), sistem rumah cerdas, dan lainnya. Salah satu contohnya adalah Maria yang mendesain sistem kontrol monitoring untuk mesin induksi berbasis PLC[3].

Namun, kebutuhan industri terhadap PLC hampir seluruhnya dipenuhi oleh perusahaan besar, seperti Scheider Electric, Siemens Automation and Drives Group, Allen-Bradley, General Electric, Omron dan perusahaan asing lainnya[4]. Padahal SDM Indonesia tealah mempunyai kemampuan dan menguasai teknologi mikrokomputer untuk menghasilkan produk sejenis. Selain itu, masih banyak segmen pengguna PLC/industri yang belum tersentuh. Hal ini merupakan peluang bagi tumbuhnya industri nasional penghasil produk PLC.

Dalam makalah ini disajikan framework berbasis opensource untuk mengembangkan produk PLC, mulai dari framework untuk merancang dan mengimplementasikan hardware sampai dengan rancangan dan implementasi software dan sistem. Pembahasan akan dimulai dengan analisis kebutuhan produk sistem-layanan PLC, kemudian dilanjutkan dengan rancangan software dan hardware serta framework implementasi dan pengujian sistem.

## II. Kebutuhan Sistem

Definisi PLC telah dijabarkan dalam dokumen IEC 61131-1 sebagai sistem elektronik digital untuk digunakan di lingkung industrial dengan karakteristik sebagai berikut[5]:

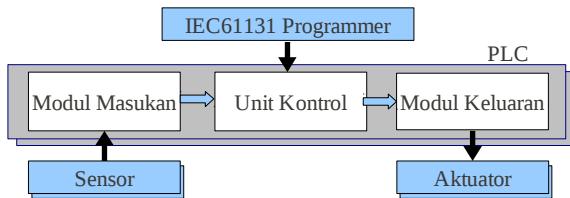
- merupakan sistem elektronik digital yang terdiri atas komputer/kontroler dan periperalnya dan didesain khusus untuk beroperasi di lingkungan industri (ekstrim dalam suhu, kelembaban, vibrasi);
- menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi yang berorientasi pengguna (*user-friendliness*);

---

Adian Fatchur Rochim, Program Studi Teknik Elektro,  
Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jln. Prof. Sudharto, S.H.Semarang 50275.  
Email: [adian@undip.ac.id](mailto:adian@undip.ac.id)

Eko Didik Widiyanto, Program Studi Teknik Sistem Komputer,  
Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jln. Prof. Sudharto, S.H.Semarang 50275.  
Email: [adian@undip.ac.id](mailto:adian@undip.ac.id)

- mengimplementasikan fungsi spesifik antara lain operasi logika, *sequencing*, pewaktuan, penghitungan dan aritmetika;
- digunakan untuk mengontrol beragam mesin dan proses industri melalui masukan dan keluaran analog dan digital;



Gambar 1: Diagram blok PLC yang terdiri atas modul masukan, prosesor dan keluaran

Diagram blok PLC ditunjukkan dalam Gambar 1. Sensor dapat berupa sensor analog (suhu, tekanan) maupun digital (saklar limit, *proximity sensor*). Aktuator juga dapat analog (motor) maupun digital (lampu indikator, *pneumatic valve*). Modul input akan mengkonversikan sinyal masukan dari sensor menjadi sinyal yang dapat diproses oleh PLC. Modul output mengkonversikan sinyal dari PLC menjadi sinyal yang cocok untuk aktuator. Komponen yang lain adalah antarmuka jaringan (membentuk jaringan PLC), adapter komunikasi (untuk device I/O jarak jauh, misalnya RS-232 atau RS-245, Ethernet) dan antarmuka operator (untuk monitoring dan masukan data oleh operator).

Saat ini, pengembangan prototipe PLC menggunakan mikrokontroler 8-bit telah dilakukan oleh Artanto[6]. PLC ini dirakit dengan menggunakan kontroler 20 MHz Microchip PIC16F877[7] dengan menggunakan program LDMicro sebagai GUI untuk memprogram PLC menggunakan diagram ladder[8]. Pengembangan PLC ini masih dalam skala prototipe proyek. Alternatif kontroler yang lain adalah kontroler 8-bit 16 MHz dari Atmel AVR, ATMega128[9].

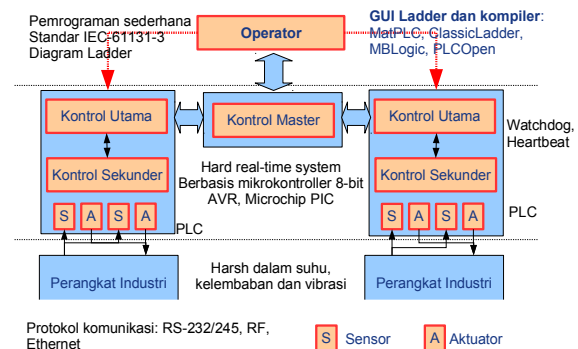
Pengembangan PLC harus berorientasi ke produk yang siap untuk diproduksi. Pengembangan ini harus meliputi perancangan sistem proses produksi yang hasilnya siap diadopsi oleh industri untuk produksi PLC.

Produk yang dihasilkan harus handal dan memenuhi standar industri internasional, terutama IEC 61131-3[10], tentang standar bahasa

pemrogramannya. Keandalan sistem dilakukan dengan pemilihan komponen dengan rating standar industri, terutama komponen IC, kapasitor dan resistor. Agar produk yang dihasilkan bernilai kompetitif, selain harga, perlu strategi untuk mengemas produk menjadi satu solusi sistem yang dapat mengisi ceruk permintaan industri nasional yang tidak dapat dipenuhi oleh perusahaan PLC asing. Produk perlu dibuat modular dan standar, sehingga dapat memenuhi kebutuhan industri yang mungkin spesifik.

### III. Rancangan Sistem

Produk sistem-layanan PLC dirancang untuk bekerja di lingkungan industri (harst dalam suhu, kelembaban dan vibrasi), serta memungkinkan multi-PLC dapat dikontrol dan dimonitor dari satu panel oleh operator (Gambar 2).



Gambar 2: Rancangan produk sistem-layanan PLC mulai dari hardware, software dan sistem

Dalam pengembangan produk PLC ini, setidaknya ada 3 tahap yang perlu dilakukan, yaitu 1) pengembangan hardware PLC berbasis mikrokomputer, 2) pengembangan software firmware dan 3) pengembangan sistem kontrol.

Proses pengembangan hardware meliputi rancangan skematik produk menggunakan EDA/CAD. Produk PLC dirancang modular, yaitu berupa modul kontroler utama berbasis prosesor Atmel AVR 8-bit (misalnya ATMega128) dan modul-modul antarmukanya (gateway device I/O, komunikasi client). Modularitas produk diperlukan untuk memenuhi ragam kebutuhan aplikasi industri. Rancangan skematik kemudian diimplementasikan dalam layout/gerber untuk pembuatan PCB. Komponen dirakit di atas PCB untuk menghasilkan prototip produk siap uji.

Prototip ini diuji secara fungsional untuk memenuhi kebutuhan spesifikasi dan constraint yang telah ditentukan. Keandalan produk diuji secara stress-test. Dokumen sistem produksi berisi prosedur penyiapan produksi, prosedur assembly, dan prosedur pengujian produk. Dokumen ini digunakan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi bagi industri.

Pengembangan firmware untuk PLC dilakukan dengan mengimplementasikan kompilator IEC-61131-3 yang dapat membangkitkan kode-kode biner untuk mikrokontroler target (firmware) dari masukan desain berupa diagram FBD (*function block diagram*), SFC (*sequential functional chart*) dan LD (*ladder diagram*). Diagram-diagram tersebut merepresentasikan perilaku PLC yang diinginkan. Program firmware ini diupload ke device PLC dengan menggunakan antarmuka tertentu, misalnya lewat antarmuka CAN.

Pengembangan sistem kontrol meliputi perancangan arsitektur antarmuka antar PLC dan software GUInya bagi operator. Software GUI ini menghadirkan editor diagram, menjalankan kompilator dan uploader firmware ke PLC. Selain itu, sistem ini mengkoordinasikan masukan-keluaran dari jaringan PLC.

#### IV. Implementasi dan Pengujian

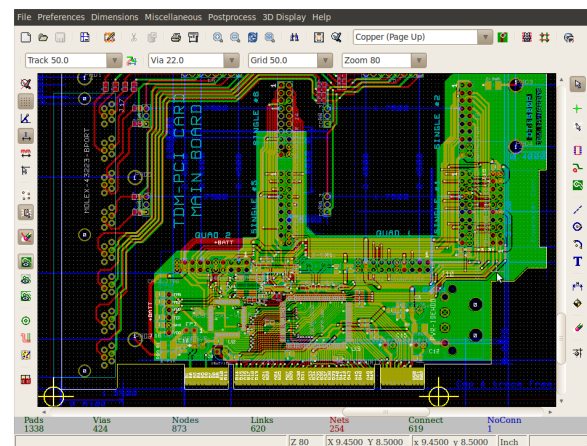
Ketiga pengembangan tersebut akan diimplementasikan dengan menggunakan software-software opensource baik sebagai alat bantu maupun sebagai modul software PLC itu sendiri.

Pengembangan hardware, mulai dari perancangan skematik dan implementasi layout PCB dapat dilakukan dengan menggunakan EDA opensource Kicad[11] (Gambar 3). Kicad menyediakan GUI untuk mendesain skematik dan membuat layout PCB multilayer serta menghasilkan keluaran gerber yang siap dibuat papan PCBnya.

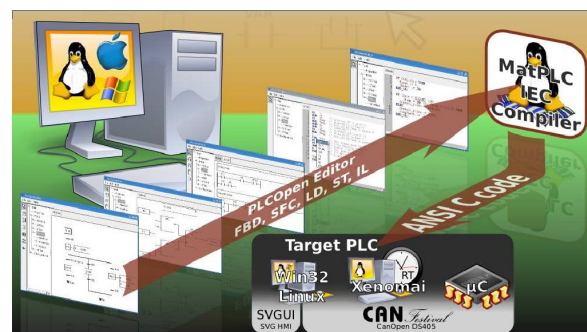
Kompilator opensource IEC 61131-3 yang bisa digunakan dalam pengembangan firmware adalah MatPLC/IEC[12], kompilator ClassicLadder[13], MBLogic[14] dan LDMicro[8].

Sedangkan, dalam pengembangan sistem otomatisasi berbasis PLC ini, framework Beremiz digunakan[15]. Beremiz menyediakan IDE untuk

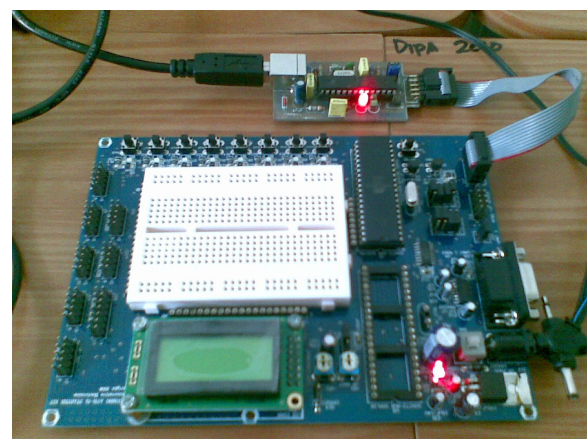
masukan desain berbasis grafis (diagram) menggunakan PLCOpen Editor[16] dan back-end kompilator MatPLC/IEC (Gambar 4).



Gambar 3: Desain dan implementasi rangkaian menggunakan EDA opensource Kicad



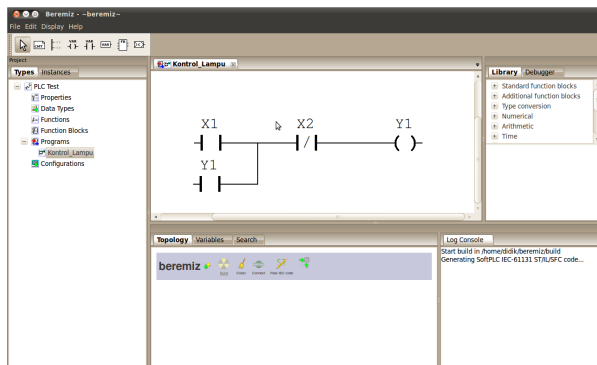
Gambar 4: Tools yang disediakan oleh IDE Beremiz IEC 61131-3 [15]



Gambar 5: Board prototipe PLC menggunakan mikrokontroler AVR ATmega8535 dan programmer USB untuk mengupload kode program ke PLC

Untuk melihat feasibilitas penggunaan framework Beremiz ini, framework diimplementasikan untuk menjalankan program PLC dengan diagram

Ladder di mikrokontroler AVR ATmega8535 dalam board DT-COMBO AVR-51 Starter Kit (Gambar 5,6).



Gambar 6: Beremiz diagram ladder editor secara GUI

## V. Kesimpulan

Dalam makalah ini telah dijabarkan tentang penggunaan software-software opensource sebagai framework pengembangan produk sistem-layanan PLC, mulai dari pengembangan hardwarenya, firmware sampai sistem IDE. Software-software ini feasible untuk pengembangan produk ini.

## Acknowledgements

Penelitian ini dibiayai dengan dana hibah Fakultas Teknik Universitas Diponegoro sesuai dengan Surat Kontrol Nomor 6031/UN7.3.3/PN/2011.

## Referensi

- [1] Wikipedia: Programmable logic controller, [http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable\\_logic\\_controller](http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller) (12 Oktober 2011)
- [2] Wikipedia: Ladder logic, [http://en.wikipedia.org/wiki/Ladder\\_logic](http://en.wikipedia.org/wiki/Ladder_logic) (10 Oktober 2011)
- [3] Maria G. Ioannides, Design and Implementation of PLC-Based Monitoring Control System for Induction Motor, September 2004
- [4] Open directory project: Programmable Logic Controllers, [http://www.dmoz.org/Business/Electronics\\_and\\_Electrical/Control\\_Systems/Programmable\\_Logic\\_Controllers/](http://www.dmoz.org/Business/Electronics_and_Electrical/Control_Systems/Programmable_Logic_Controllers/) (10 Oktober 2011)
- [5] Wikipedia: IEC 61131-3, [http://en.wikipedia.org/wiki/IEC\\_61131](http://en.wikipedia.org/wiki/IEC_61131) (12 Oktober 2011)
- [6] Dian Artanto, Merakit PLC dengan Mikrokontroler, 2009

- [7] Microchip: PIC16F87X Datasheet, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30292c.pdf> (12 Oktober 2011)
- [8] LDMicro Project Web: Ladder Logic for PIC and AVR, <http://cq.cx/ladder.pl> (14 Oktober 2011)
- [9] Atmel AVR: ATmega128 Datasheet, [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2467.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2467.pdf) (12 Oktober 2011)
- [10] PLCOpen: Official Website, <http://www.plcopen.org/> (12 Oktober 2011)
- [11] Kicad Website: A portable, cross-platform, Free/Libre/Open-Source EDA Suite, [http://kicad.sourceforge.net/wiki/Main\\_Page](http://kicad.sourceforge.net/wiki/Main_Page) 15 Oktober 2011
- [12] MatPLC: Official Website, <http://mat.sourceforge.net/> (2 Maret 2011)
- [13] ClassicLadder: Project Website, <http://sourceforge.net/projects/classicladder/> (12 Oktober 2011)
- [14] MBLogic: Project Website, <http://mblogic.sourceforge.net/> (12 Oktober 2011)
- [15] Beremiz: Opensource Framework for Automation, <http://www.beremiz.org/> (12 Oktober 2011)
- [16] PLCOpen Editor: PLC Programmer GUI, <http://www.beremiz.org/documentation/the-plcopen-editor> (12 Oktober 2011)

**Adian Fatchur Rochim** dilahirkan pada tahun 1973. Beliau mendapatkan gelar sarjana dari jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, pada tahun 1997 dan gelar magister dari Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, pada tahun 2003. Saat ini, Beliau aktif menjadi dosen di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, sejak tahun 1998. Bidang penelitian yang digeluti adalah jaringan komputer, mikroprosesor dan teknologi informasi.

**Eko didik widianto** dilahirkan pada tahun 1977. Beliau mendapatkan gelar Sarjana dari jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung pada tahun 2001 dan gelar Magister dari program studi Mikroelektronika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung pada tahun 2004. Saat ini, Beliau menjadi dosen di program studi Sistem Komputer, Universitas Diponegoro - Semarang, sejak tahun 2011. Bidang penelitian yang digeluti adalah sistem embedded, sistem paralel dan terdistribusi serta sistem mikroprosesor.