

Pengontrolan Sistem Penyaringan Air dengan *Programmable Logic Controller*

Herman¹ dan Joni Fat¹

ABSTRACT: *Technology developments, level and the level of competition cause the using of Programmable Logic Controller (PLC). PLC is a special control system designed for used on the machines, which are generally in industrial environment. PLC are equipped in its application with input / output devices, and the software with a specific programming language. The entire PLC system as the controller. Also able to monitor the entire system by reading the data obtained with a software that can process the data that obtained. Processing results can then be used to provide a feedback on the system and to the base for the development of the system. The description will be devoted to studying the use of PLC for automation of water filtration systems. OMRON PLC used is the CPM2A using CX-Programmer as support in making the system algorithms. This system uses KepServerEx to receive data from the PLC and Visual Basic to monitor the overall system.*

KEYWORDS: *filtration, otomation, process*

ABSTRAK: Perkembangan teknologi, efisiensi dan tingkat persaingan menyebabkan dipergunakannya Programmable Logic Controller (PLC). PLC adalah sebuah sistem kontrol yang dirancang khusus untuk dipergunakan pada mesin-mesin, di lingkungan industri yang umumnya. PLC dalam penerapannya, dilengkapi dengan perangkat input/output, dan sebuah software dengan bahasa pemrograman tertentu. Sistem keseluruhan PLC, selain berfungsi untuk mengontrol, juga berfungsi untuk memantau keseluruhan sistem dengan membaca data-data yang diperoleh dengan sebuah software yang kemudian dapat mengolah data yang diperoleh tersebut. Hasil pengolahan tersebut kemudian dapat dipergunakan untuk memberikan sebuah feedback pada sistem dan untuk dasar untuk pengembangan sistem oleh pengguna. Uraian akan ditujukan untuk mempelajari penggunaan PLC untuk sistem otomatisasi penyaringan air. PLC yang dipergunakan adalah OMRON tipe CPM2A dengan menggunakan CX-Programmer sebagai pendukung dalam pembuatan algoritma sistem. Sistem ini mempergunakan KepServerEx untuk menerima data dari PLC dan Visual Basic untuk memonitor jalannya sistem secara keseluruhan.

KATA KUNCI: filterisasi, otomatisasi, proses

PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin berkembangnya persaingan dalam dunia industri, efisiensi produksi dianggap sebagai salah satu kunci dalam meraih kesuksesan. Efisiensi ini meliputi beberapa hal, diantaranya adalah kecepatan proses peralatan industri dalam menghasilkan produk, minimalisir biaya operasi dan upah buruh, peningkatan kualitas barang produksi, biaya perawatan peralatan yang murah. Mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, maka industri mulai sekarang banyak menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk mengoptimalkan hasil produksi dan meminimalkan biaya produksi. Dalam pengawasan produksi, digunakan *software* yang dapat mengambil dan memproses data secara otomatis.

PLC pada dasarnya merupakan suatu perangkat elektronik yang memiliki *input* yang dikendalikan oleh *user*, *output* yang merupakan keluaran dari PLC sesuai dengan program yang di-*input*, dan juga relai *internal* yang berfungsi sebagai variabel bantu dalam pembuatan program. Program ini berisikan operasi *logic gate*, *timer*, penghitungan dan operasi-operasi lainnya. Sistem ini ditunjang oleh beberapa *software* pendukung diantaranya *CX-Programmer* versi 6.1, HMI/SCADA-IFIX, *KepServerEX* versi 4.0, *Visual Basic* versi 6.0 dan lain-lain. Karya ilmiah ini akan membahas mengenai pengotomatisan sistem *water treatment* dengan PLC dan *Visual Basic* versi 6.0 (VB) sebagai *software* untuk memonitor jalan produksi.

Tujuan sistem ini adalah mempelajari penggunaan PLC untuk otomatisasi sistem penyaringan air. Pada sistem ini dibahas tentang cara pemrograman PLC merek OMRON tipe CPM2A dengan menggunakan *CX-Programmer* PLC tersebut akan digunakan untuk membuat simulasi sistem *water treatment*. *Input* yang digunakan berupa tombol *start* dan tombol *stop* serta sensor-sensor, yang akan diproses dan *output*-nya digunakan untuk mengendalikan kerja dari pompa dan katup. Data-data akan diambil oleh *KepServerEx* yang berfungsi sebagai *server* untuk menyimpan data dan VB sebagai *client* yang akan menampilkan status dari *input/output* yang ada pada sistem ini.

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

PLC adalah sebuah sistem kontrol yang didesain khusus untuk digunakan pada mesin-mesin. PLC ini didesain untuk digunakan pada lingkungan industri, dilengkapi dengan *input/output* dan bahasa program untuk mengontrolnya. Beberapa kemampuan PLC antara lain:

- Relay *switching*.
- Operasi aritmatika, seperti penjumlahan dan pembagian.
- Melakukan perbandingan *content register*.

¹ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara

Perbandingan keuntungan dengan menggunakan PLC dibanding *wired logic* dapat dilihat pada Tabel 1.

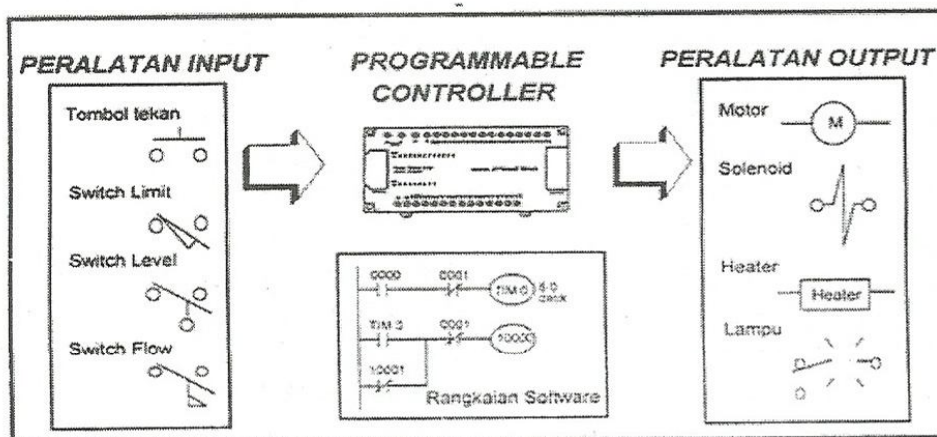
■ **Tabel 1.** Perbandingan PLC dengan *wired logic*

Aspek	<i>Wired Logic</i>	PLC
<i>Hardware</i>	Tujuan khusus	Tujuan umum
Skala kontrol	Kecil dan menengah	Menengah dan besar
Perubahan	Sulit	Mudah
Perawatan	Sulit	Mudah
Keandalan	Tergantung pada desain	Sangat tinggi
Efisiensi ekonomi	Untuk skala kecil	Untuk skala kecil, menengah dan besar

Struktur PLC terdiri dari:

1. *Input/output device* yaitu bagian *interfacing* antara peralatan industri yang *high power* dengan rangkaian elektronik *low power* di dalam PLC.
2. *Central processing unit* (CPU) yaitu bagian dari PLC di mana program diproses dan merupakan sumber dari pengambilan keputusan.

Input pada PLC dapat berupa sensor, saklar dan lain sebagainya, sedangkan *output* pada PLC dapat berupa motor, lampu, *heater* dan lain- lain. Pada CPU terdapat memori yang berfungsi sebagai media penyimpanan program PLC. Struktur PLC dapat dilihat pada Gambar 1. PLC sendiri memiliki banyak jenis yaitu CPM, CJ, CQM dan lain sebagainya. Yang akan dibahas hanyalah PLC tipe CPM2A. PLC tipe CPM2A sendiri masih dibagi berdasarkan jumlah I/O *device*-nya, yaitu 20 I/O *device*, 30 I/O *device* dan 60 I/O *device*. Jika jumlah I/O *device* yang dibutuhkan melebihi jumlah kapasitas I/O *device* pada PLC, maka dapat dilakukan proses ekspansi. Pada proses ekspansi, satu PLC akan berfungsi sebagai *master* dan yang lainnya berfungsi sebagai *slave*. Kapasitas maksimal dari proses ekspansi adalah 120 I/O *device*. PLC dapat bekerja dengan sumber tegangan AC 220V atau sumber tegangan DC 24V. PLC yang digunakan adalah CPM2A yang memiliki 20 I/O *device*, yang terdiri dari duabelas buah input dan delapan buah output.



■ **Gambar 1.** Struktur Dasar PLC

PLC ini mempunyai beberapa instruksi yang digunakan dalam membuat program. Pemrograman dapat menggunakan *console* yaitu dengan membuat instruksi-instruksi dengan bahasa dasar seperti *load*, *and*, *or* dan lain sebagainya. Instruksi-Instruksi pada PLC di antaranya adalah:

1. *And*
Instruksi ini akan melakukan operasi *and* (membuat rangkaian seri) pada dua atau lebih *input*.
2. *Or*
Instruksi ini akan melakukan operasi *or* (membuat rangkaian paralel) pada dua atau lebih *input*.
3. *Timer*
Instruksi ini pada PLC akan melakukan *delay* selama *input* yang diberikan oleh *user*. *Timer* ini adalah *timer* hitung mundur (*count-down*).

4. *Counter*

Instruksi akan melakukan penghitungan logika 1 yang masuk dan akan memberi *output* logika 1 jika jumlah penghitungan sama dengan jumlah yang di-*input* oleh *user*.

5. *Out*

Instruksi ini akan memberi *output* sesuai dengan instruksi-instruksi dan *input* dari *user*.

PLC dapat diubah *mode* pengoperasiannya sesuai dengan kebutuhan. Perubahan *mode* pengoperasian pada PLC dengan menggunakan *console* dapat dilakukan dengan cara memutar bagian *setting* pada *console*. *Mode* pengoperasian PLC terdiri dari:

1. *Mode* program

Pada *mode* program, instruksi tidak dapat diproses. Fungsi dari *mode* program adalah:

- Mengubah inisial atau parameter operasi dari program.
- Mengisi keterangan dari instruksi yang digunakan.
- Mentransfer program ke PLC dari *console* atau PC.
- Memeriksa apakah terdapat *error* atau tidak.

2. *Mode* monitor

Digunakan untuk men-*debug* program, memonitor I/O selama operasi, melakukan pengaturan dalam keadaan *online*, me-*reset* atau menge-*set* suatu nilai.

3. *Run mode*

Mode ini hanya dapat digunakan untuk memonitor I/O *device* saja.

CX-Programmer adalah *software* bantu dalam pembuatan program pada PLC yang menggunakan sistem *ladder*. Penggunaan *CX-Programmer* lebih mudah dibandingkan pemrograman menggunakan *console* yang merupakan alat pemrograman secara manual. Pembuatan program pada *CX-Programmer* dilakukan dengan membuat instruksi-instruksi seperti instruksi *input*, *timer*, *counter* dan *output* pada sebuah lembar kerja. Pada *CX-Programmer* juga terdapat *error compile* yang berfungsi untuk mengecek apakah program yang dibuat sudah benar atau belum.

KepServerEx adalah salah satu *software* dari *Kepware* yang digunakan untuk menjalankan komunikasi antara *server* dan *client*. *KepServerEx* akan berfungsi sebagai *server* sedangkan *client*-nya dapat berupa VB atau *software* lain yang mendukung. *KepServerEx* ini berfungsi untuk membaca data dari PLC lalu akan diubah ke *protocol* komunikasi standar sehingga semua *client*-nya dapat menerima dan menerjemahkan data dengan format yang sesuai.

VB merupakan salah satu *development tool* yaitu alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer. Pada sistem ini, VB akan berfungsi sebagai *client* dari *KepServerEx*. VB akan menampilkan data dan animasi berupa gambar dari kerja sistem.

SISTEM PENYARINGAN AIR

Program yang dibuat adalah sebuah sistem penyaringan air atau *water treatment system*. Sistem ini dipelajari di PT. Interpanca Kharisma Engineering. Sistem ini akan menggunakan dua buah *filter* yaitu *sand filter* dan *carbon filter*. Sistem ini memiliki dua proses *backwash* yang berfungsi untuk mencuci *sand filter* atau *carbon filter* setelah masing-masing *filter* bekerja selama 8 jam. Pada proses *backwash* air yang digunakan untuk mencuci *filter* akan dibuang ke tangki penampungan air kotor. Proses pencucian ini akan secara otomatis mematikan pompa yang berfungsi memompa air pada proses penyaringan dan menutup katub-katub yang bekerja pada saat penyaringan. Proses ini juga akan menyalakan pompa dan membuka katub-katub yang berfungsi pada proses *backwash*. Sistem ini menggunakan *input* dan *output* sebagai berikut:

1. 0.00 sebagai tombol *start*.
2. 0.01 sebagai sensor *level high* pada tangki penampungan awal.
3. 0.02 sebagai sensor *level low* pada tangki penampungan awal.
4. 0.03 sebagai sensor *level high* pada tangki penampungan 1.
5. 0.04 sebagai sensor *level low* pada tangki penampungan 1.
6. 0.05 sebagai sensor *level high* pada tangki penampungan 2.
7. 0.06 sebagai sensor *level low* pada tangki penampungan 2.

8. 10.00 sebagai kran.
9. 10.01 sebagai pompa 1.
10. 10.02 sebagai katub 1.
11. 10.03 sebagai katub 2.
12. 10.04 sebagai pompa 2.
13. 10.05 sebagai katub 3.
14. 10.06 sebagai katub 4.
15. 10.07 sebagai pompa 3.
16. 11.00 sebagai katub 5.
17. 11.01 sebagai katub 6.
18. 11.02 sebagai pompa 4.
19. 11.03 sebagai katub 7.
20. 11.04 sebagai katub 8.

Selain itu, juga digunakan sebuah relai *internal* (200.00) yang berfungsi untuk proses *latching* sehingga apabila tombol *start* tidak ditekan, maka PLC masih dapat bekerja selama tombol *stop* tidak ditekan. Pada sistem ini dilakukan proses ekspansi karena *output* yang tersedia pada PLC ini hanya delapan buah, sedangkan pada sistem dibutuhkan *output* sebanyak tiga belas buah. Proses ekspansi membuat salah satu PLC sebagai *master* dan yang satunya lagi berfungsi sebagai *slave*. Pada PLC yang berfungsi sebagai *master*, *input* berada pada *channel* 0 yaitu dari IR0.00-IR0.11 dan *output* pada *channel* 10 yaitu dari IR10.00-IR10.07, sedangkan pada PLC yang berfungsi sebagai *slave*, *channel input* tidak digunakan hanya digunakan *channel output* yaitu dari IR11.00-11.07.

Sistem ini menggunakan *CX-Programmer* versi 6.1 sebagai *software* untuk merancang sistem *ladder*-nya. Pada sistem ini hanya digunakan satu halaman *ladder* saja. Perlu diperhatikan pada sistem *ladder* ini adalah bahwa sistem ini menggunakan proses *scanning*. Proses *scanning* adalah program yang akan dieksekusi sampai dengan instruksi *end* (1 *clock cycle*) dan akan kembali ke instruksi awal dengan membaca perubahan dari I/O *device* yang baru. Eksekusi program hanya akan sampai dengan *end*. Bila ada instruksi di belakang instruksi *end*, maka tidak akan dieksekusi. Perlu juga diperhatikan pada sistem *ladder* tidak boleh ada dua *output* yang sama. Selain itu *output* dapat difungsikan sebagai *input*. Setelah program selesai dibuat, maka PLC dapat diubah ke *mode* monitor dengan menekan *ctrl+w* di *mode* program. *Mode* monitor dapat digunakan untuk melihat apakah program sudah benar atau belum, pada *mode* ini nilai dari suatu variabel dapat di-*set* atau di-*reset*. Setelah benar, maka program dapat di-*download* ke PLC dengan menekan *ctrl+t* pada *mode* program.

KepServerEx pada sistem ini akan digunakan sebagai *server* yang membaca nilai dari tiap-tiap I/O *device* pada PLC. Pembacaan ini dilakukan dengan membuat tabel yang menyimpan nama dan *tag* dari I/O *device* yang akan dibaca. *Tag* adalah alamat dari I/O *device* yang akan dibaca.

VB pada sistem ini digunakan sebagai antarmuka untuk menampilkan animasi atau untuk pembacaan data. VB adalah *client* yang membaca data dari *KepServerEx*. Tampilan pada VB ini terdiri dari 3 *form*, yaitu *form* untuk tampilan menu utama dan pembacaan nilai data serta dua *form* untuk tampilan animasi dari kerja sistem. Secara umum cara kerja dari VB ini adalah sebagai berikut:

1. Tampilkan menu utama yang akan bertanya kepada *user* apakah akan dilakukan koneksi ke *KepServerEx* atau tidak dan apakah akan dilakukan pembacaan OPC *item* atau tidak.
2. Jika *user* ingin melihat animasi maka dapat dipilih dengan mengklik pada *push button* "kerja sistem". Jika sudah selesai maka dapat dipilih *push button* "quit" untuk mengakhiri program.

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan terhadap keseluruhan sistem. Pengujian PLC, *KepServerEx*, dan Visual Basic dilakukan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan sistem.

Pengujian PLC

Pengujian dilakukan untuk memastikan program telah sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan dengan simulasi menggunakan PLC dalam *run mode*. Pengujian dilakukan dalam empat kondisi, yaitu:

1. Kondisi sebelum di-*start*.
Menunjukkan semua lampu indikator dalam keadaan mati. Hal ini menunjukkan bahwa *input* dan *output* dalam keadaan *off* semua.
2. Kondisi proses penyaringan tanpa adanya proses *backwash*.
Menunjukkan lampu indikasi untuk pompa dan katup pada proses penyaringan menyala. Lampu indikasi pompa dan katup *backwash* dalam keadaan mati.
3. Kondisi *backwash sand filter*.
Menunjukkan pompa 1, katup 1 dan 2 mati, yang berarti air tidak dipompa dari tangki penampungan awal ke tangki penampungan 1. Pompa 3, katup 5 dan 6 menyala, yang menunjukkan terjadi proses *backwash* pada *sand filter*. Untuk proses penyaringan pada *carbon filter* tetap terjadi dan tidak terjadi proses *backwash* pada *carbon filter*.
4. Kondisi *backwash carbon filter*.
Menunjukkan pompa 1, katup 1 dan 2 menyala, yang berarti air dipompa dari tangki penampungan awal ke tangki penampungan 1 melewati *sand filter* dan tidak terjadi proses *backwash* pada *sand filter*. Pompa 3, katup 5 dan 6 menyala, yang menunjukkan terjadi proses *backwash* pada *sand filter*. Matinya pompa 2, katup 3 dan 4 menunjukkan air tidak dipompa melewati *carbon filter* menuju ke tangki penampungan 2. Nyalanya pompa 4, katup 7 dan 8 menunjukkan terjadi proses *backwash* pada *carbon filter*.

Pengujian KepServerEx

Pengujian KepserverEx dilakukan untuk mengetahui apakah KepServerEx dapat membaca nilai dari I/O PLC. Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem, dan memantau kerja sistem. Kemudian membandingkan hasil pemantauan dengan kinerja sistem yang dibaca oleh KepServerEx. Dari Hasil Pengujian didapat *value* 1 yang berarti I/O dalam kondisi *on* atau 0 yang berarti I/O *off*. *Quality* dalam kondisi *good* yang berarti koneksi antara PLC dan KepServerEx dalam kondisi yang baik.

Pengujian Visual Basic

Pada tampilan menu utama, terdapat *push button* untuk memberikan perintah, apakah akan dilakukan proses koneksi ke KepServerEx dan juga terdapat *push button* untuk menghentikan komunikasi dengan KepServerEx. Setelah tercapai komunikasi antara VB dengan KepServerEx maka secara otomatis akan dilakukan penambahan "*group1*", atau juga dapat dilakukan dengan memilih seberapa cepat dilakukan *update* terhadap nilai-nilai yang akan dibaca. Langkah selanjutnya adalah dengan pilihan untuk melakukan penambahan OPC *item* yang berarti akan mulai membaca nilai dari OPC *quick client*. Setelah selesai maka dengan menekan pilihan *push button* "*quit*" maka program VB akan kembali ke *mode* program.

Analisis

Selama membuat sistem penyaringan air ini, hal-hal yang dapat dianalisis adalah sbb.:

- Terjadi *error* program pada proses *compile* yang disebabkan oleh *duplicate output*. Terjadinya *duplicate output* karena terdapat dua atau lebih baris program yang menghasilkan *output* dengan alamat yang sama. *Error* ini dapat dihilangkan dengan menyalakan *output* beralamat sama menggunakan beberapa kondisi sekaligus, selain itu pembuatan program dibagi menjadi beberapa *section*.
- Selama proses *download* program dari komputer ke PLC menyebabkan *delay*. *Delay* yang terjadi selama proses *download* ini sangat dipengaruhi dari bagian apa saja yang dikirim ke memori internal PLC tersebut. *Delay* ini dapat dikurangi dengan hanya mengirim programnya saja tanpa disertai nama atau keterangan dari program.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. KepServerEx dan VB digunakan untuk memonitor sistem secara keseluruhan tanpa harus berada di dekat PLC. *Error* dapat dihindari dengan membuat program tanpa *duplicate output*. *Delay* pengiriman program dari komputer ke PLC dapat dikurangi dengan mengirimkan simbol saja tanpa disertai nama dan keterangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] OMRON, *SYSMAC CPM2A Programmable Controllers: Operation Manual*, 2005.
- [2] OMRON, *SYSMAC CPM1, CPM1A, CPM2A, CPM2C, SRM1(-V2) Programmable Controllers: Prgoramming Manual*, 2004.
- [3] PT. Interpanca Kharisma Engineering, *TRAINING (INDONESIA)*, Jakarta
- [4] www.ilmukomputer.com/2006/09/13/cepat-mahir-visual-basic-6.0, 2 April 2008, Rabu: 18.45 WIB
- [5] www.kepware.com, 3 April 2008, Kamis: 20.00 WIB.
- [6] Widyahar.N.A, *Pemanfaatan Programmable Logic Controller dalam Dunia Industri*, 11th ed, 1998, www.elektroindonesia.com.