PERANCANGAN SISTEM PENGOLAHAN AIR BERSIH BERBASIS PLC OMRON CPM 2A

Luqman Assaffat
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang
email : assaffat@yahoo.com

Abstrak : Air sebagai unsur utama dalam kehidupan manusia, memberikan pengaruh sangat penting dalam menjalankan aktivitasnya. Sehingga setiap hari manusia selalu membutuhkan air yang baik dan bersih untuk digunakan mencukupi kebutuhannya. Dan dengan bertambahnya jumlah manusia, kebutuhan terhadap air bersih juga semakin meningkat.
Untuk mencukupi kebutuhan air bersih penduduk suatu daerah, khususnya perkotaan dewasa ini semakin sulit. Hal ini disebabkan telah rusaknya daerah aliran sungai yang terdapat di perkotaan , dan apabila menggantungkan dengan sumber air tanah (artesis) akan cepat merusak lingkungan daerah perkotaan tersebut.
Salah satu langkah untuk mencukupi kebutuhan air bersih suatu daerah adalah dengan cara pengolahan air kotor (air sungai) menjadi air bersih yang dapat digunakan. Suatu sistem pengolahan air bersih yang dirancang otomatis dalam perpindahan air, pengolahan air, serta penyalurannya sehingga dapat mengurangi tenaga operator dalam proses tersebut. Teknologi PLC Omron CPM 2A dapat dimanfaatkan untuk perancangan sistem pengolahan air bersihr secara otomatis.
.
Kata kunci : Pengolahan air bersih, Otomasi, PLC, Ladder diagram

PENDAHULUAN

Air sangatlah penting bagi kehidupan manusia. Semua manusia di bumi sangat membutuhkan air dalam menjalani kehidupannya, mulai dari minum, makan, mandi, mencuci, dan sebagainya. Air sebagai unsur utama dalam tubuh manusia, memberikan pengaruh sangat penting dalam menjalankan aktivitasnya. Apabila manusia kekurangan air di dalam tubuhnya, dia akan lemah, tidak bertenaga dan aktivitasnya terhambat. Selain itu, air dibutuhkan manuasia untuk mesucikan tubuhnya dari kotoran, najis agar tubuh manusia tersebut terawat, lebih segar, dan agar tidak tekena kuman atau penyakit. Selain digunakan untuk tubuhnya sendiri, manusia juga memanfaatkan air untuk merawat benda-benda yang digunakannya, misalnya mencuci baju, mencuci piring, mencuci kendaraan dan lainnya.

Pada awalnya manusia menggunakan air dengan cara menggali, membuat sumur, sehingga didapatkan air bersih dari dalam tanah. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk bumi, maka kebutuhan manuasia juga semakin meningkat. Air bersih yang disediakan alam, yaitu air tanah sangatlah terbatas, sehingga jumlah air bersih tersebut tidak lah mencukupi untuk digunakan manusia. Untuk mengatasi masalah tersebut, dipikirkanlah cara pengolahan air bersih dari air sungai yang

merupakan air kotor. Pengolahan air kotor dari sungai menjadi air bersih yang siap digunakan manuasia ini melibatkan bahan-bahan kimia utuk proses pengolahannya.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Melalukan perancangan suatu sistem pengolahan air bersih yang otomatis dengan berbasis PLC Omron CPM 2A, sehingga sistem pengolahan air tersebut dapat berjalan secara otomatis maupun manual
2. Memanfaatkan kemajuan teknologi mikroprosessor dalam bidang kontrol listrik pada pengolahan air bersih

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

- Sebagai pertimbangan dan masukan untuk menambah wawasan dalam hal perancangan suatu sistem pengolahan air bersih yang otomatis dengan berbasis PLC Omron CPM 2A
- Menggali permasalahan yang dimiliki dalam perancangan suatu sistem pengolahan air bersih yang otomatis dengan berbasis PLC Omron CPM 2A

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan :

1. *Studi literatur*, studi ini bermanfaat untuk mendapatkan berbagai teori yang berhubungan dengan permasalahan dalam penelitian ini.
2. *Survei lapangan*, digunakan dalam rangka mengumpulkan variable - variabel obyek yang diteliti.

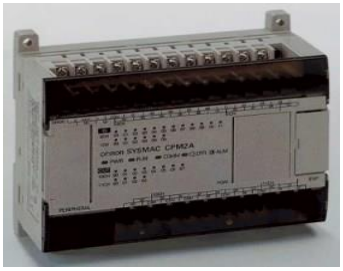
TINJAUAN PUSTAKA

Programmable Logic Controller (PLC)

Dalam sistem yang terotomasi, PLC berperan sebagai jantung dari sisetm kontrol. Dengan program aplikasi kontrol, yang disimpan dalam memori, PLC secara terus-menerus akan selalu memonitor keadaan sistem melalui sinyal arus balik dari peralatan input. Logika pemrograman merupakan dasar untuk menentukan jalannya kegiatan untuk dibawa ke peralatan output. PLC dapat digunakan untuk mengontrol tugas yang sederhana dan berulang, atau beberapa PLC dapat dihubungkan bersama-sama dengan pengatur yang lainnya atau komputer host melalui jenis jaringan komunikasi, dengan tujuan untuk menggabungkan kontrol proses yang kompleks.

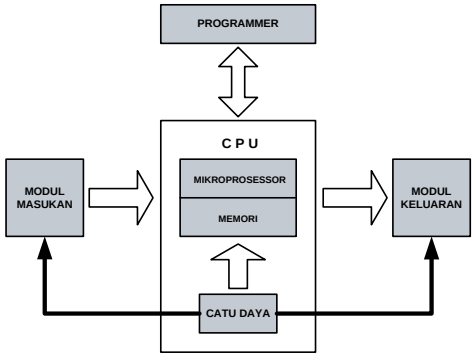
Banyak keuntungan yang didapat dengan menggunakan PLC, yaitu :

- Fleksibilitas, di mana sebelum ditemukannya PLC, setiap mesin mempunyai alat kontrol tersendiri, maka apabila terdapat mesin yang banyak, maka akan diperlukan alat kontrol yang banyak pula. Apabila menggunakan PLC, maka hanya diperlukan satu buah PLC untuk mengaturnya.
- Wiring sistem berkurang sampai 80% bila dibandingkan dengan sistem kontrol relay konvensional
- Konsumsi tenaga listrik berkurang banyak karena PLC mengkonsumsi tenaga listrik lebih sedikit.
- Dapat dilakukan pengamatan visual, di mana saat PLC bekerja menjalankan program yang telah dibuat dapat dilihat dan dianalisa menggunakan layar CRT atau monitor
- Fungsi self-diagnostic PLC memungkinkan perbaikan yang lebih mudah dilakukan dengan memprogram melalui console atau software komputer tanpa mengubah wiring I/O, jika tidak dibutuhkan tambahan peralatan input atau output.
- Dalam sistem PLC spare part untuk relay dan hardware untuk timer berkurang banyak jika dibandingkan dengan panel kontrol konvensional
- Kecepatan waktu operasi yang sangat cepat, yaitu waktu untuk mengaktifkan fungsi-fungsi logika hanya memerlukan beberapa milidetik saja, karena menggunakan rangkaian elektronika, berbeda dengan rele magnetik yang mempunyai kecepatan operasi yang lebih lambat.
- Reabilitas atau keandalan sistem yang menggunakan PLC lebih baik dari pada sistem kontrol yang menggunakan rele mekanik dan timer
- Biaya yang dibutuhkan lebih sedikit jika dibandingkan dengan sistem konvnsional yang dalam suatu kondisi memerlukan jumlah I/O yang sangat banyak dan fungsi kontrol yang lebih kompleks
- Dokumentasi mudah, di mana hasil pemrograman PLC dapat dicetak dengan mudah atau disimpan dalam bentuk file.



Gambar 1. PLC Omron CPM 2A

PLC (*Programmable Logic Controller*) terdiri dari tiga bagian utama, yaitu Central Processing Unit (CPU) yang berisi program aplikasi, *input* dan *output interface modul* yang secara langsung dihubungkan ke bagian peralatan I/O di mana ketika sinyal input dari peralatan input ON, tanggapan yang tepat dilakukan. Dan tanggapan ini secara normal menyalakan sinyal output ke beberapa jenis peralatan output. Bagian lain yang tidak kalah pentingnya adalah programmer yang mengontrol atau mengatur jalannya program PLC. Hubungan antara bagian-bagian PLC ditunjukkan oleh gambar 2. di bawah ini.



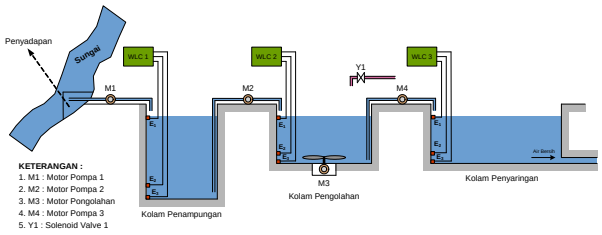
Gambar 2. Sistem layout dan skema PLC

PLC merupakan suatu CPU sama seperti komputer, sehingga untuk mengoperasikannya diperlukan suatu bahasa pemrograman. Pada pemrograman PLC terdapat dua bahasa pemrograman, yaitu *ladder diagram* dan kode *mnemonic*. Ladder diagram adalah suatu diagram yang terdiri dari sebuah garis lurus menurun yang terdapat di sebelah kiri dan garis percabangan yang terletak di sebelah kanan. Garis di sebelah kiri dikenal dengan nama *bus bar* dan garis percabangan di sebelah kanan dinamakan garis instruksi. Sepanjang garis instruksi ditempatkan kondisi-kondisi yang mengontrol suatu instruksi lain yang terletak di sebelah paling kanan. Setiap kondisi dalam ladder diagram adalah kondisi *ON* atau kondisi *OFF*, dan tergantung status dari setiap bit *operand*. Apabila bit *operand on*, maka untuk kondisi adalah normal terbuka (*Normally Open*, NO) *operand* tersebut akan *on* dan akan *off* apabila bit *operand off*. Sedangkan untuk kondisi normal tertutup. (*Normally Close*, NC), jika bit *operand on* maka keadaan akan *off* serta jika bit *operand off* keadaan akan *on*. Penulisan dalam bentuk kode mnemonic ini terdiri dari tiga kolom utama. Kolom pertama adalah kolom

alamat, yang penulisannya dimulai dari alamat 00000. Kolom ke dua adalah kolom instruksi, yang berisi kondisi-kondisi yang mengatur bekerjanya PLC, antara lain OR, AND, LOAD, OUT dan lain sebagainya. Selain itu, pada kolom instruksi dituliskan pula fungsi-fungsi khusus PLC, antara lain BCMP (68), END (01), IL (02) dan lain sebagainya. Kolom ke tiga adalah kolom operand yang menunjang kerja PLC. Pada kolom operand ini ditempatkan IR, AR, HR, DM dan lainnya.

Otomasi Sistem Pengolahan Air Bersih

Kerja dari sistem pengaturan otomatis ini terdiri dua macam, yaitu sistem kerja otomatis dan sistem kerja manual. Kerja otomatis digunakan pada operasional pengolahan air bersih dalam keadaan normal, di mana kerja dari motor-motor pompa, motor pengolahan dan solenoid valve diatur secara otomatis, tanpa campur tangan seorang operator. Sedangkan kerja manual digunakan apabila beberapa bagian sistem mengalami perbaikan, sehingga kerja dari motor-motor pompa, motor pengolahan dan solenoid velve dioperasikan oleh operator secara manual. Skema lay out peralatan sistem pengolahan air bersih diperlihatkan pada gambar berikut ini :



Gambar 3. Skema layout peralatan sistem pengolahan air bersih

Kerja secara otomatis sistem pengolahan air bersih, dimulai dengan bekerjanya motor pompa 1 yang mengalirkan air dari tempat penyadapan di sungai ke kolam penampungan. Apabila kolam penampungan telah penuh, maka motor pompa 1 berhenti bekerja dan motor pompa 2 mengalirkan air dari kolam penampungan ke kolam pengolahan. Motor pompa 2 tidak akan bekerja apabila air pada kolam penampungan berada pada level minimum atau air pada kolam pengolahan telah penuh. Apabila kolam pengolahan telah penuh, maka solenoid valve membuka dengan mengalirkan zat kimia ke kolam pengolahan untuk beberapa saat. Selain itu, motor pengolahan juga akan bekerja untuk mencampur bahan zat kimia dengan air untuk beberapa jam. Setelah proses

pengolahan selesai, motor pengolahan akan berhenti bekerja dan motor pompa 3 akan mengalirkan air hasil pengolahan ke kolam penyaringan, yang selanjutnya akan dialirkan ke penggunaan. Motor pompa 3 akan berhenti bekerja apabila air pada kolam pengolahan telah berada pada level minimum atau air pada kolam penyaringan telah penuh.

Kerja manual sistem pengolahan air akan berfungsi apabila tombol tekan kerja manual ditekan. Pada kerja manual ini, setiap motor pompa, motor pengolahan dan solenoid valve dapat bekerja secara mandiri, dan tidak saling bergantung. Hal ini digunakan apabila salah satu motor dalam perbaikan atau perawatan, sehingga setiap motor memerlukan bekerja sendiri-sendiri. Bekerjanya setiap motor atau solenoid valve diatur oleh masing-masing satu buah saklar, bukan dengan tombol tekan. Pemilihan penggunaan saklar karena untuk memaksimalkan alamat input PLC yang sangat terbatas.

Pengalamatan Peralatan Input dan Output

Input PLC Omron CPM 2A 20 (dua puluh) I/O mempunyai alamat pada Internal Relay IR 000.00 sampai IR 000.12. Pada perancangan sistem pengolahan air bersih berbasis PLC Omron CPM 2A ini menggunakan 11 peralatan input sebagai masukan bagi PLC yang ditempatkan pada alamat 000.00 sampai 000.10, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini

Tabel 1 Pengalamatan Peralatan Input

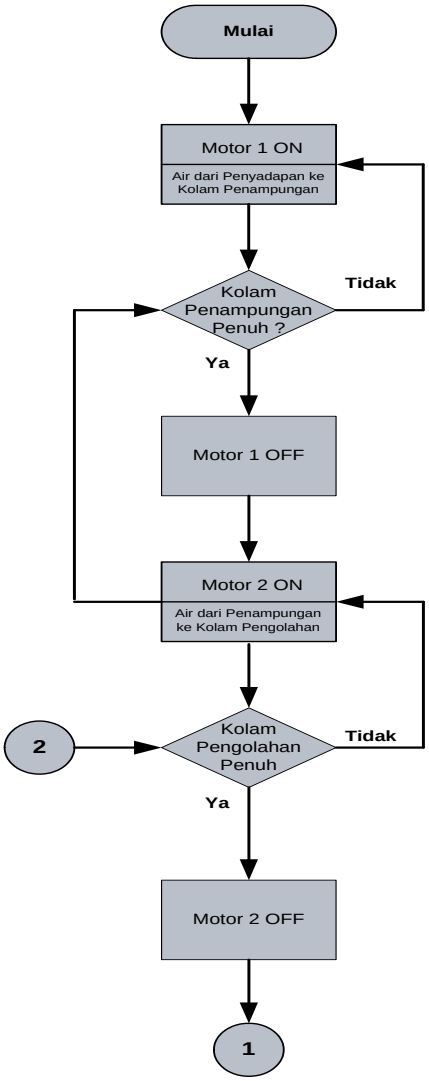
Alamat	Peralatan Input	Keterangan
000.00	S1	Tombol Tekan Sistem OFF
000.01	S2	Tombol Tekan Kerja Otomatis
000.02	S3	Tombol Tekan Kerja Manual
000.03	WLC 1	WLC Kolam Penampungan
000.04	WLC 2	WLC Kolam Pengolahan
000.05	WLC 3	WLC Kolam Penyaringan
000.06	S4	Saklar Motor Pompa 1
000.07	S5	Saklar Motor Pompa 2
000.08	S6	Saklar Motor Pongolahan
000.09	S7	Saklar Motor Pompa 3
000.10	S8	Saklar Solenoid

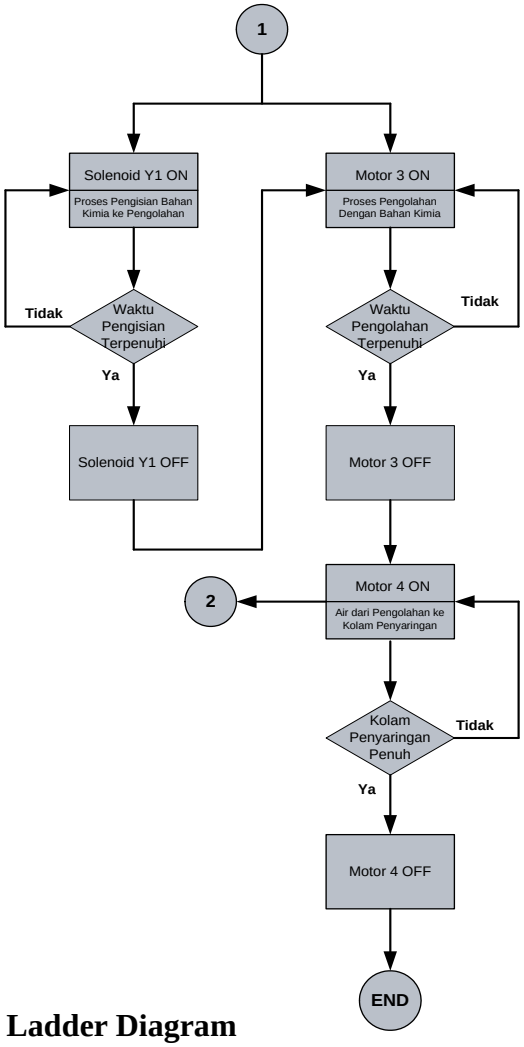
PLC Omron CPM 2A 20 (dua puluh) I/O mempunyai 8 (delapan) output yang ditempatkan pada alamat Internal Relay IR 010.00 sampai IR 010.07. Pada perancangan sistem pengolahan air bersih berbasis PLC Omron CPM 2A ini menggunakan 8 buah peralatan output sebagai keluaran yang ditempatkan pada alamat 010.00 sampai 010.07, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 berikut ini.

Tabel.2 Pengalamatan Peralatan Output

Alamat	Peralatan Output	Keterangan
010.00	H1	Indikator Sistem OFF
010.01	H2	Indikator Sistem Kerja Otomatis
010.02	H3	Indikator Sistem Kerja Manual
010.03	K1	Kontaktor Untuk Motor Pompa 1
010.04	K2	Kontaktor Untuk Motor Pompa 2
010.05	K3	Kontaktor Untuk Motor Pongolahan
010.06	K4	Kontaktor Untuk Motor Pompa 3
010.07	Y1	Solenoid Valve

6. Flowchart Pemrograman

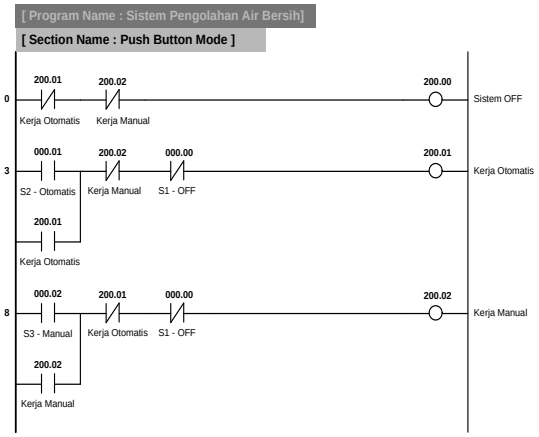




Ladder Diagram

Pada program perancangan sistem pengolahan air bersih berbasis PLC Omron CPM 2A ini, ladder diagram dibagi menjadi 4 bagian dengan tujuan supaya program ladder tidak terlihat banyak dan lebih rapi. Empat bagian ladder diagram tersebut saling terkait satu sama lain, dan tidak berdiri sendiri. Keempat bagian tersebut adalah program *push button mode*, program kerja otomatis, program kerja manual dan program output.

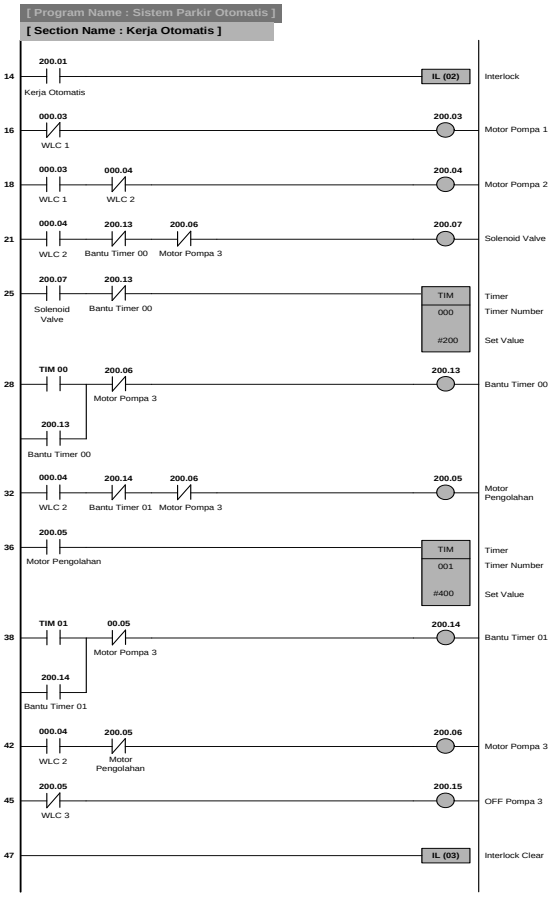
Program push button mode dirancang untuk pemilihan mode kerja sistem yang akan dijalankan, yaitu kerja otomatis, kerja manual atau sistem dalam keadaan off. Sistem kerja manual dan kerja otomatis bekerja secara interlocks, artinya apabila system bekerja otomatis maka kerja manual tidak dapat dikerjakan, dan begitu juga sebaliknya.



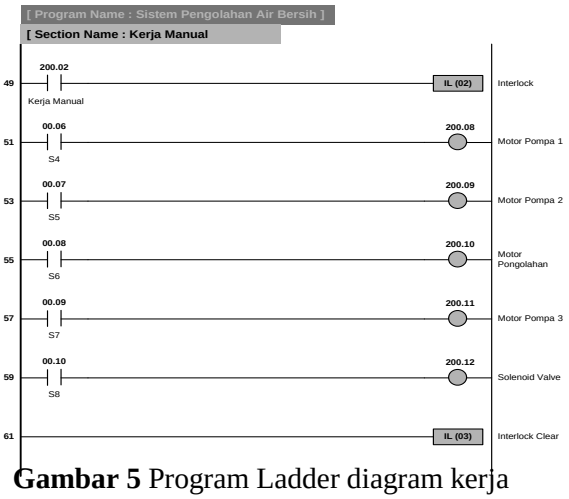
Gambar 4. Ladder diagram push button mode

Program kerja otomatis dirancang untuk menjalankan sistem pengolahan air bersih secara otomatis, di mana antara motor-motor pompa dan motor pengolahan bekerja secara berurutan tanpa campur tangan seorang operator. Program ini terdiri dari 12 (dua belas) buah rung dan menempati alamat dari 00014 sampai 00048. Gambar 4 menampilkan ladder diagram untuk program kerja otomatis.

Program kerja manual dirancang untuk pengoperasian sistem pengolahan air bersih dengan melibatkan operator. Sistem kerja manual ini dioperasikan apabila sensor-sensor yang digunakan seperti WLC dalam operasi otomatis mengalami gangguan atau dalam keadaan perawatan atau beberapa motor pompa dalam perbaikan, sehingga motor-motor tersebut dituntut untuk bekerja secara mandiri. Program ini terdiri dari 7 (tujuh) buah rung dan menempati alamat dari 00049 sampai 00062.

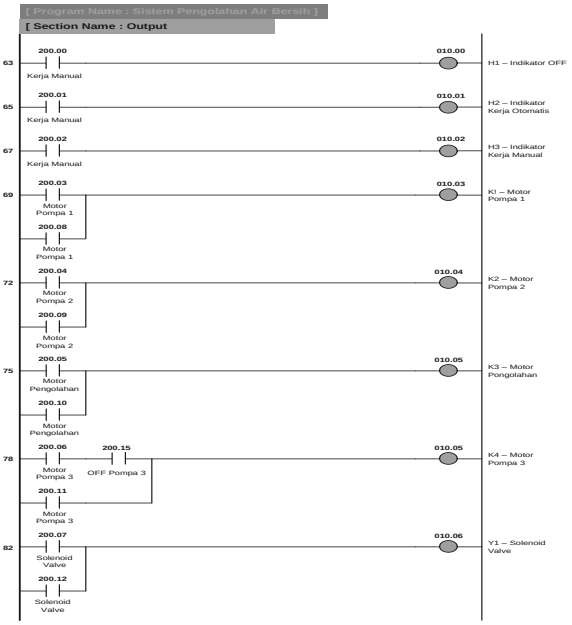


Gambar 4. Ladder diagram program kerja otomatis



Gambar 5 Program Ladder diagram kerja manual

Program ladder diagram untuk output dirancang agar bit output yang akan dihubungkan dengan peralatan output tidak bekerja untuk mempengaruhi (mengatur) bit yang lain. Program ini terdiri dari 8 (enam) buah rung dan menempati alamat dari 00063 sampai 00085. Gambar 6 menampilkan ladder diagram untuk program output.

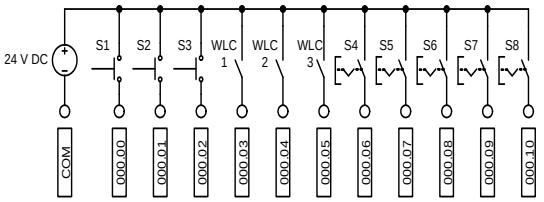


Gambar 6. Program Ladder diagram Ouput

Perancangan Instalasi Input / Output

Peralatan input dan output yang dihubungkan ke terminal input maupun output pada PLC Omron CPM 2A tidak akan dapat bekerja apabila tidak mendapatkan sumber tegangan. Sumber tegangan yang digunakan pada terminal input maupun output tergantung dari jenis PLC Omron CPM 2A yang digunakan, yaitu I/O jenis rele atau I/O jenis transistor.

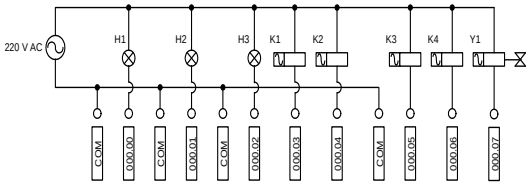
Perancangan sistem pengolahan air bersih berbasis PLC Omron CPM 2A ini, terminal input penggunakan sumber tegangan 24 V DC. Pemilihan sumber tegangan ini dengan tujuan agar pengoperasian peralatan input akan lebih aman dari pada menggunakan sumber tegangan 220 V AC. Hubungan terminal input, peralatan input dan sumber tegangan pada gambar berikut ini.



Gambar 7. Pemasangan peralatan input

Terminal output pada perancangan ini menggunakan sumber tegangan 220 V AC, karena kontaktor magnetic dan solenoid valve yang digunakan memerlukan tegangan AC 220 V dalam bekerjanya. Hubungan terminal output,

peralatan output dan sumber tegangan diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Gambar 8. Pemasangan peralatan output

Implementasi dan Pengujian Program

Kerja dari program push button mode dipengaruhi oleh tiga buah tombol tekan S1, S2 dan S3 yang ditempatkan pada alamat 000.00 sampai 000.03. Dan keluarannya adalah tiga buah lampu indikator H1, H2 dan H3 yang ditempatkan pada alamat output 010.00 sampai 010.02. Di dalam pengujian program push button mode, pengukuran tegangan dilakukan di terminal input 000.00 sampai 000.02 untuk mengetahui keadaan kerja inputan dan juga pengukuran tegangan terminal output 010.00 sampai 010.02 untuk mengetahui perubahan keadaan output (keluaran). Hasil pengujian diperlihatkan pada tabel 3 dan 4 berikut.

Tabel 3. Pengujian terminal input program push button mode

Keadaan Masukan	Tegangan Terminal Input (V DC)		
	000.00	000.01	000.02
Keadaan Normal	23,4	23,4	23,4
S1 ditekan	0	23,4	23,4
S2 ditekan	23,4	0	23,4
S3 ditekan	23,4	23,4	0

Tabel 4. Pengujian terminal output program push button mode

Keterangan	Tegangan Terminal Output (V AC)		
	010.00	010.01	010.02
Sistem keadaan OFF	223	17,8	17,8
Sistem kerja otomatis	17,8	223	17,8
Sistem kerja manual	17,8	17,8	223

Sistem kerja otomatis dipengaruhi oleh tiga buah pengukuran ketinggian air yaitu WLC 1, WLC 2, WLC 3, yang ditempatkan pada alamat 000.03 sampai 000.04. Keluaran kerja otomatis adalah empat buah kontaktor magnetik yang nantinya untuk pengaturan motor induksi tiga fasa dan satu buah solenoid valve, di mana keluarannya ditempatkan pada alamat output 010.03 sampai 010.08. Di dalam pengujian sistem kerja otomatis, pengukuran tegangan dilakukan di terminal input 000.03 sampai 000.04 untuk mengetahui keadaan kerja inputan dan juga pengukuran tegangan terminal output 010.01 dan 000.03 sampai 010.07 untuk mengetahui perubahan keadaan output (keluaran).

Tabel 5. Pengujian terminal input sistem kerja otomatis

Keadaan Masukan	Tegangan Terminal Input (V DC)		
	000.03	000.04	000.05
Keadaan Normal	23,4	23,4	23,4
Saklar 000.03 (WLC 1) ON	0	23,4	23,4
Saklar 000.04 (WLC 2) ON	23,4	0	23,4
Saklar 000.05 (WLC 3) ON	23,4	23,4	0

Tabel 6. Pengujian terminal output sistem kerja otomatis

Keterangan	Tegangan Terminal Output (V AC)					
	010 .01	010 .03	010 .04	010 .05	010 .06	010 .07
K1 kerja (M. Pompa 1)	223	223	17,8	17,8	17,8	17,8
K2 kerja (M. Pompa 2)	223	17,8	223	17,8	17,8	17,8
K3 kerja (M. Pengolahan)	223	17,8	17,8	223	17,8	17,8
K4 kerja (M. Pompa 3)	223	17,8	17,8	17,8	223	17,8
Y1 kerja (S. Valve)	223	17,8	17,8	17,8	17,8	223

Sistem kerja manual terdiri dari lima buah saklar S4, S5, S6, S7 dan S8 yang ditempatkan pada alamat 000.06 sampai 000.10. Keluarannya sama dengan kerja otomatis yaitu empat buah kontaktor magnetik yang nantinya untuk pengaturan motor induksi tiga fasa dan satu buah solenoid valve, di mana keluarannya ditempatkan pada alamat output 010.03 sampai 010.08. Di dalam pengujian sistem kerja manual pengukuran tegangan dilakukan di terminal input 000.06 sampai 000.10 untuk mengetahui keadaan kerja inputan dan juga pengukuran tegangan terminal output 010.02 sampai 010.08 untuk mengetahui perubahan keadaan output (keluaran). Hasil pengujian diperlihatkan pada tabel 7 dan 8

Tabel 7. Pengujian terminal input sistem kerja manual

Keadaan Masukan	Tegangan Terminal Input (V DC)				
	000 .06	000 .07	000 .08	000 .09	000 .10
Keadaan Normal	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4
Saklar 000.06 (S4) ON	0	23,4	23,4	23,4	23,4
Saklar 000.07 (S5) ON	23,4	0	23,4	23,4	23,4
Saklar 000.08 (S6) ON	23,4	23,4	0	23,4	23,4
Saklar 000.09 (S7) ON	23,4	23,4	23,4	0	23,4
Saklar 000.10 (S8) ON	23,4	23,4	23,4	23,4	0

Tabel 8. Pengujian terminal output sistem kerja manual

Keterangan	Tegangan Terminal Output (V AC)					
	010 .02	010 .03	010 .04	010 .05	010 .06	010 .07
K1 kerja (M. Pompa 1)	223	223	17,8	17,8	17,8	17,8
K2 kerja (M. Pompa 2)	223	17,8	223	17,8	17,8	17,8
K3 kerja (M Pengolahan)	223	17,8	17,8	223	17,8	17,8
K4 kerja (M. Pompa 3)	223	17,8	17,8	17,8	223	17,8
Y1 kerja (S. Valve)	223	17,8	17,8	17,8	17,8	223

KESIMPULAN

Simpulan

1. Sistem kerja otomatis dan sistem kerja manual pada perancangan sistem pengolahan air bersih berbasis PLC Omron CPM 2A ini bekerja

secara berpengunci, sehingga tidak dapat bekerja secara bersamaan.

2. Pada sistem kerja otomatis, semua output (K1, K2, K3, K4 dan Y1) bekerja secara berurutan dan bergantung satu dengan yang lain
3. Pada sistem kerja manual, semua output (K1, K2, K3, K4 dan Y1) bekerja secara mandiri dan tidak bergantung satu dengan yang lain
4. Tegangan terminal input pada saat OFF adalah 0 V dan pada saat ON adalah 23,4 V DC
5. Tegangan terminal output pada saat OFF adalah 17,8 V AC dan pada saat ON adalah 223 V AC

DAFTAR PUSTAKA

John W. W., 1999, *Programmable Logic Controller*, Fourth Edition, Prentice Hall, New Jersey

M. Budiyanto, A. Wijaya, 2003, *Pengenalan Dasar – Dasar PLC*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta

Zuhal, 1986, *Dasar Tenaga Listrik*, Penerbit ITB, Bandung

Theodor Wildi, 1997, *Electrical Machines, Drive, and Power System*, Prentice-Hall International Inc., New Jersey

—, 2001, *A Beginner's Guide to PLC*, Omron Asia Pasific PTE, LTD, Singapore

—, —, *Buku Panduan Training PLC Omron Tingkat Dasar*, Panca Manunggal Training Center, Semarang

—, 2001, *Programmable Controller Programming Manual*, Omron, Singapore

—, —, *CX-Programmer User Manual Version 3.0*, Omron, Singapore

—, 2001, *Product Catalog*, Omron, Singapore

—, —, *Siemens Basic Courses*, WWW.Sea.Siemens.Com