

MODEL MINIATUR PENGATURAN DISTRIBUSI AIR OTOMATIS DI DUA TITIK BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER* (PLC)

Oleh:

Ihda Shidqi In'ami NIM. 0810630063

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang

Pembimbing:

Ir. Purwanto, MT. Ir. Bambang Siswoyo, MT.

Abstrak

Penggunaan PLC yang semakin luas terutama dalam bidang industri dalam proses otomatisasinya, mengakibatkan banyak sekali proses produksi yang semakin dipermudah. Kemampuan PLC yang terus ditingkatkan membuatnya menjadi kontroler yang paling sering digunakan dalam dunia industri sampai sekarang. Salah satu implementasi penggunaan PLC adalah sebagai pengatur distribusi air secara otomatis. Hal ini karena seringkali dalam kehidupan sehari-hari khususnya di daerah yang memiliki beberapa titik sumber menggunakan pompa air terjadi kekurangan air. Hal ini disebabkan karena proses pensuplaian air sering terkendala oleh sistem yang terjadi selama ini secara manual, meskipun beberapa subsistem sudah secara otomatis namun belum menyeluruh. Pada penelitian ini digunakan metode on-off pada proses pengambilan keputusan. Dalam perencanaan pembuatannya digunakan PLC Omron CQM1, miniatur plant tangki air, solenoid valve, motor pompa akuarium, komunikasi serial RS-232 dan sensor water level untuk mengetahui batas atas dan bawah permukaan air. Hasil pengujian terhadap aplikasi kontroler ini menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai spesifikasi yang diinginkan yaitu pada tangki ukuran 10cm x10cm x 20cm low level dengan persentase kesalahan sebesar 0,8% dan pada high level dengan persentase kesalahan sebesar 1,132% sedangkan untuk tangki ukuran 15cm x10cm x 20cm low level dengan persentase kesalahan sebesar 0,8% dan pada high level dengan persentase kesalahan sebesar 0,532%. Untuk manajemen kontrol terhadap pengujian keseluruhan sistem menghasilkan respon sesuai yang direncanakan.

Kata Kunci: Solenoid valve, relay, high-low water level, PLC

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi air di suatu wilayah sering mengalami masalah, khususnya di sebuah instansi yang mempunyai wilayah yang cukup luas seperti universitas. Beberapa masalah seperti berkurangnya pasokan air di satu titik wilayah sedangkan di titik yang lain berlebihan, sering terjadi. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan suatu sistem pengaturan agar distribusi air benar benar merata dan tidak lagi terjadi masalah kekurangan pasokan air.

Seringkali dalam kehidupan sehari-hari khususnya di daerah yang memiliki beberapa titik sumber menggunakan pompa air terjadi kekurangan air. Hal ini disebabkan karena proses pensuplaian air sering terkendala oleh sistem yang terjadi selama ini secara manual, meskipun beberapa sub sistem sudah secara otomatis namun belum menyeluruh.

Selain itu proses pensuplaian air pada suatu wilayah tertentu juga akan bermasalah jika pompa air yang mensuplai wilayah tersebut mengalami gangguan. Jika pompa terjadi masalah maka seringkali pada wilayah yang mengalami gangguan pada pompa air akan mengalami kendala terhadap pensuplaian air karena tidak memiliki cadangan.

Oleh karena itu dibuatlah sebuah sistem pengendalian dalam bentuk distribusi air secara

merata dengan menggunakan PLC. Saat ini penggunaan PLC sering digunakan dalam dunia industri. Dengan memanfaatkan teknologi PLC kita bisa mengendalikan sebuah sistem dalam kehidupan sehari-hari khususnya untuk pendistribusian air.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dapat ditekankan pada:

1. Bagaimana merancang pemrograman sistem pengaturan distribusi dua titik menggunakan PLC CQM1 dengan *software* Syswin 3.4.
2. Bagaimana merancang sensor ketinggian yang dapat berfungsi menunjukkan level bawah dan level atas air.
3. Bagaimana merancang sebuah sistem kesatuan pendistribusian air untuk dua titik.
4. Bagaimana merancang manajemen kontrol sistem pendistribusian air untuk dua titik.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menekankan pada objek pembahasan yang ada maka pada penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Untuk pembuatan sistem pengaturan distribusi air menggunakan dua titik.
2. Pembahasan ditekankan pada proses pengaturan distribusi air, sedangkan rangkaian elektronika tidak dibahas mendalam.
3. Proses Pendistribusian air sesuai dengan diagram *flowchart* yang telah dibuat.
4. Proses mekanik tidak dijelaskan lebih mendalam diantaranya perhitungan panjang pipa, diameter pipa, kekasaran dinding pipa, dan fitting perpipaan.

1.4 Tujuan

Merancang dan membuat miniatur sistem pengaturan distribusi air untuk dua titik yang dapat mempertahankan distribusi air tetap lancar secara otomatis.

II. METODOLOGI

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasi alat dengan mengacu pada rumusan masalah. Pemilihan komponen berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat, secara umum adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur
2. Perancangan alat
3. Peralaksanaan alat secara keseluruhan
4. Pengujian alat dan analisis data
5. Pengambilan kesimpulan

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1. Tinjauan Umum

Bab ini menjelaskan mengenai spesifikasi alat, perancangan perangkat keras dari sistem pengaturan distribusi air di dua titik yang meliputi diagram blok sistem, cara kerja sistem, *flowchart* atau diagram alir kerja sistem, gambar rancangan alat, dan tabel input dan output PLC. Selain perancangan perangkat keras akan dijelaskan juga mengenai perancangan perangkat lunak.

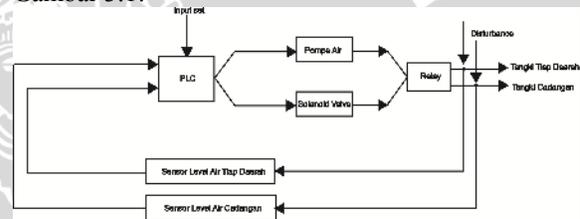
Perancangan sistem pengaturan distribusi air berbasis PLC dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Menggunakan tiga buah *plant* yang terdiri dari dua *plant* A dan satu *plant* B dengan spesifikasi
 - Panjang *plant* A = 10 cm
 - Lebar *plant* A = 10 cm
 - Panjang *plant* B = 15 cm
 - Lebar *plant* B = 10 cm
 - Tinggi *plant* A dan B = 20 cm
 - Panjang rangka *plant* A = 13 cm

- Lebar rangka *plant* A = 13 cm
- Tinggi rangka *plant* A = 30 cm
- Panjang rangka *plant* B = 18 cm
- Lebar rangka *plant* B = 13 cm
- Tinggi rangka *plant* B = 50 cm
- Bahan *plant* = mika
- Bahan rangka = alumunium batangan

2. Pensuplaian air menggunakan dua buah motor pompa akuarium.
3. Untuk valve yang digunakan adalah tipe *solenoid valve*
4. Sensor yang digunakan untuk memantau ketinggian adalah sensor *high-low water level*.
5. Menggunakan satu buah PLC tipe CQM1 keluaran Omron.
6. Kontroler yang digunakan adalah PLC dengan metode kontrol *on-off*
7. Software yang digunakan sebagai pemrograman ladder adalah syswin 3.4

Perancangan blok diagram sistem sesuai dengan Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem
Sumber: Perancangan

3.2. Perancangan Sistem Kerja

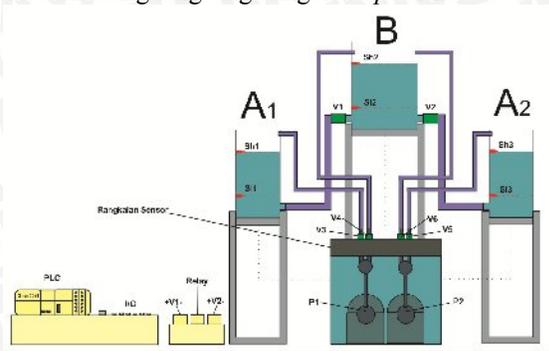
Untuk lebih memudahkan dalam perencanaan, maka perlu dijabarkan deskripsi kerja sistem secara keseluruhan.

Program yang ada akan diberi nilai masukan sebagai set point. Kemudian program akan diwrite pada main unit PLC. Setelah itu program dirun. Program yang telah dirun akan menjalankan sistem tersebut. Pada sistem tersebut *plant* A yang terdiri dari dua buah merupakan pusat *plant* yang diatur, sedangkan *plant* B sebagai *plant* cadangan.

Saat motor pompa bekerja, maka sensor *high-low water level* yang ada pada setiap *plant* bekerja. Tegangan yang diterima berupa besaran tegangan 0~6VDC. Untuk itu digunakan rangkaian relay untuk merubah keluaran sensor tersebut menjadi 0~24VDC agar bisa dibaca oleh input PLC.

Untuk mendistribusikan air menggunakan *solenoid valve* terdapat dua tipe pemicu berbeda yaitu menggunakan pemicu 24VDC yang bisa langsung terhubung dengan output PLC dan pemicu 220VAC yang membutuhkan rangkaian relay untuk merubah keluaran mejadi 0~24VDC agar bisa dibaca oleh output PLC. Motor pompa yang bekerja sebagai

output juga membutuhkan rangkaian relay supaya bisa terhubung langsung dengan output PLC.



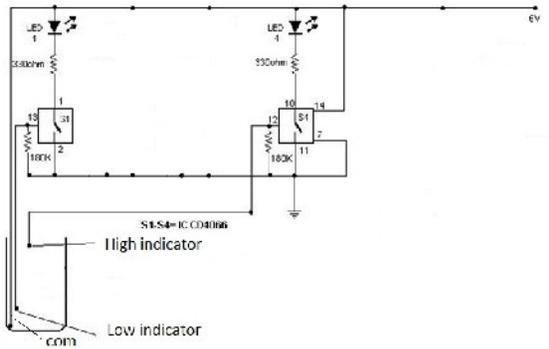
Gambar 3.2. Model Miniatur Sistem
Sumber: Perancangan

Keterangan :

- sh : sensor high
- sl : sensor low
- v : solenoid valve
- p : pompa
- I/O : konektor input dan output
- +V1- : catu tegangan 24VDC
- +V2- : catu tegangan 6VDC

3.3. Perancangan Rangkaian Sensor High-Low Water Level

Pada perancangan rangkaian sensor High-Low Water Level menggunakan IC CD 4066 bilateral saklar CMOS IC. Untuk mengetahui indikator tersebut berfungsi, maka menggunakan LED yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. Pada rangkaian tersebut low indicator dan high indicator aktif saat terhubung dengan com dengan perantara air. Untuk dapat terhubung dengan PLC sebagai input dibutuhkan rangkain relay pengubah tegangan keluaran sensor sebesar 0 volt dan 6 volt menjadi tegangan yang dibutuhkan oleh PLC yaitu sebesar 0 volt untuk logika 0 dan 24 volt untuk logika 1.

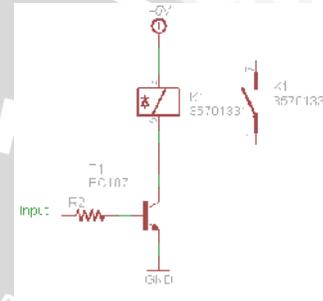


Gambar 3.3. Sensor High-Low Water Level
Sumber: Perancangan

3.4. Perancangan Rangkaian Switching Sensor High-Low Water Level

Pada rangkaian sensor high low water level, output sensor menggunakan rangkaian switching

untuk digunakan sebagai input PLC sehingga output dari sensor tersebut terhubung dengan relay. Dari datasheet IC CD 4066 dengan arus maksimal 0,1 μ A pada logika 1, output sensor tidak mampu untuk mengaktifkan relay yang membutuhkan arus minimal 100 mA. Rangkaian output yaitu driver trip coil (driver relay) dari sensor high low water level. Rangkaian driver trip coil digunakan untuk mengemudikan/memicu koil pada kontaktor



Gambar 3.4. Rangkaian Switching
Sumber: Perancangan

3.5. Perancangan Rangkaian Penggerak Aktuator

Pada perancangan rangkaian penggerak aktuator, digunakan relay sebagai pengubah tegangan keluaran actuator. Relay elektromekanis yang digunakan pada tugas akhir ini adalah relay magnetik 8 pin yang memiliki input berupa tegangan supply koil 24 VDC dan tegangan beban 220 VAC.

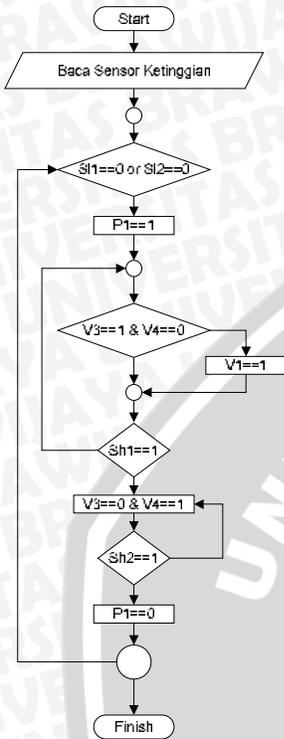


Gambar 3.5. Relay Elektromekanis
Sumber: Perancangan

3.6. Perancangan Perangkat Lunak

Langkah awal untuk pembuatan perangkat lunak (software) pada suatu sistem maka perlu disusun terlebih dahulu diagram alir dari sistem tersebut. Perancangan perangkat lunak pada PLC yang dalam hal ini berbentuk diagram tangga (ladder diagram) maka perlu untuk memperhatikan diagram alir dari proses kerja masing-masing sensor dan aktuator yang digunakan. Diagram alir ini dapat memudahkan pembuatan program diagram tangga pada PLC sehingga dapat tersusun secara baik, juga dapat mempermudah dalam penulisannya. Flowchart untuk

pengaturan distribusi air dapat dilihat dalam Gambar 3.6



Gambar 3.6. Flowchart Pengaturan Distribusi Air
Sumber: Perancangan

Setelah merencanakan diagram alir sistem, maka sebelum direalisasikan ke dalam bentuk diagram tangga perlu ditentukan dahulu pengalaman I/O pada PLC. Penentuan I/O pada PLC disesuaikan dengan perencanaan perangkat keras sistem. Pengalaman I/O pada PLC dapat dilihat dalam Tabel 3.1 dan 3.2

Tabel 3.1. Tabel pengalaman *input* PLC
Sumber: Perancangan

Alamat	Keterangan	Simbol
000.00	Sensor Low 1	Sl1
000.01	Sensor High 1	Sh1
000.02	Sensor Low 2	Sl2
000.03	Sensor High 2	Sh2
000.04	Sensor Low 3	Sl3
000.05	Sensor High 3	Sh3

Tabel 3.2. Tabel pengalaman *output*
Sumber: Perancangan

Alamat	Keterangan	Simbol
100.00	Solenoid Valve 1	V1
100.01	Solenoid Valve 2	V2
100.02	Solenoid Valve 3	V3
100.03	Solenoid Valve 4	V4
100.04	Solenoid Valve 5	V5
100.05	Solenoid Valve 6	V6
100.06	Pompa 1	P1
100.07	Pompa 2	P2

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa sistem hasil perancangan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi perancangan maka dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan memberikan sebuah kondisi pada masukan blok rangkaian dan mengamati keluaran dari blok rangkaian yang diuji tersebut. Data hasil pengujian yang diperoleh nantinya akan dianalisa untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan. Pengujian pada sistem ini dibagi menjadi empat bagian, yaitu :

1. Pengujian rangkaian sensor *high low water level*
2. Pengujian ketepatan level pengisian tangki (ukuran 10x10x20)
3. Pengujian ketepatan level pengisian tangki (ukuran 15x10x20)
4. Pengujian sistem secara keseluruhan

4.1 Pengujian Rangkaian Sensor *High Low Water Level*

4.1.1 Tujuan pengujian

Pengujian rangkaian sensor sensor level bertujuan untuk mengetahui tingkat keakurasian dari sensor tersebut.

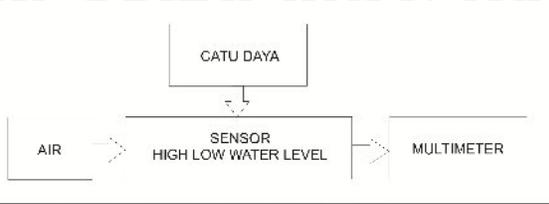
4.1.2 Peralatan pengujian

- Catu daya 6VDC
- Sensor Level
- Multimeter digital

4.1.3 Prosedur pengujian

- Menyusun rangkaian pengujian sensor level seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.
- Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.

- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
- Mengukur tegangan keluaran sensor dengan menggunakan multimeter.
- Memasukkan hasil pengukuran ke dalam Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Blok diagram pengujian rangkaian sensor level

4.1.4 Hasil pengujian

Hasil pengujian dari rangkaian sensor level ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian rangkaian sensor level

No	Kondisi	Vout Sensor (volt)	V ref (volt)	Logika
1.	Tidak Terkena Air	0	6,03	0
		0	6,04	
		0	6,04	
		0	6,03	
		0	6,03	
2.	Terkena Air	1,683	5,07	1
		1,697	5,08	
		1,712	5,08	
		1,697	5,06	
		1,614	5,07	

4.1.5 Analisa Hasil Pengujian

Bahwa sensor yang dipakai sebagai pendeteksi air menggunakan rangkaian *switching* yang terhubung dengan rangkaian sensor yang menggunakan IC CD 4066 bilateral saklar CMOS IC. Saat *low indicator* atau *high indicator* tidak mendeteksi air maka keluaran sensor 0 volt dan saat terkena air keluaran sensor rata-rata adalah 1,6806.

Ketika *low indicator* atau *high indicator* pada tangki terdeteksi adanya air maka keluaran dari sensor tersebut masuk ke rangkaian *switching* yang berlogika 0 dan 1 untuk diteruskan menjadi masukan dari PLC sebesar 0 volt dan 24 volt.

4.2 Pengujian Ketepatan *Low Level* Pengisian

Tangki (ukuran 10x10x20)

4.2.1 Tujuan pengujian

Pengujian ketepatan level pengisian tangki bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak dan perangkat keras berjalan dengan baik serta

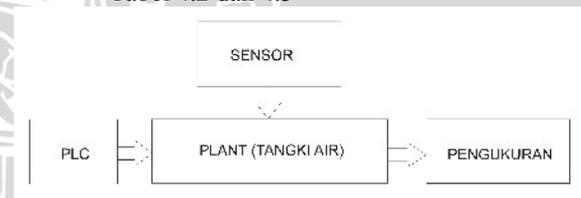
tingkat keakurasian dari sensor level berupa data waktu dan ketepatan posisi untuk pengujian satu side *plant*.

4.2.2 Peralatan pengujian

- Catu daya 6VDC
- Catu daya 24VDC
- PLC Omron CQM1
- Tangki Air ukuran 10cm x 10cm x 20cm
- Sensor Level
- Solenoid valve 24VDC
- Selang *pneumatic* 6mm
- Pompa akuarium
- stopwatch
- Mistar

4.2.3 Prosedur pengujian

- Menyusun rangkaian pengujian sensor level seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2.
- Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.
- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
- Merangkai perangkat keras dan perangkat lunak sesuai pengujian.
- Mengukur waktu dan ketepatan posisi saat *low indicator* yaitu pada ukuran tangki mencapai 10cm x 10cm x 5 cm
- Memasukkan hasil pengukuran ke dalam Tabel 4.2 dan 4.3



Gambar 4.2 Blok diagram pengujian level tangki air

4.2.4 Hasil pengujian

Hasil pengujian pengujian waktu pengisian tangki air mencapai ukuran 10cm x 10cm x 5cm pada tabel 4.2 dan Hasil pengujian ketepatan posisi pengisian tangki air mencapai 10cm x 10cm x 5cm pada tabel 4.3

Tabel 4.2 Hasil pengujian waktu pengisian tangki air mencapai 10cm x 10cm x 5cm.

Pengisian Ke-	Waktu (s)
1	47,8
2	47,2
3	47,2
4	47,0
5	46,7
Rata-rata	47,18

Tabel 4.3 Hasil pengujian ketepatan posisi pengisian tangki air mencapai 10cm x 10cm x 5cm.

Pengisian Ke-	Ketepatan Posisi (liter)		Kesalahan (%)
	Pengukuran	Perhitungan	
1	0,5	0,51	2
2	0,5	0,5	0
3	0,5	0,505	1
4	0,5	0,505	1
5	0,5	0,5	0
Kesalahan rata-rata			0,8

4.2.5 Analisa Hasil Pengujian

Dari data dalam Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pengisian adalah 47,18 detik. Pada tabel 4.3 yang menyatakan ketepatan posisi saat pengisian memiliki kesalahan rata-rata sebesar 0,8%. Pada tabel 4.2 pencatatan waktu semakin menurun sehingga tidak memiliki data yang sama persis dikarenakan kurang presisinya *stopwatch*. Pada tabel 4.3 adanya perbedaan nilai antara perhitungan dan pengukuran dikarenakan kurang presisinya mistar. Kesalahan juga dapat disebabkan karena kesalahan paralaks (*human error*) sehingga menyebabkan kesalahan dalam pembacaan sensor level dan *stopwatch*.

4.3 Pengujian Ketepatan High Level Pengisian Tangki (ukuran 10x10x20)

4.3.1 Tujuan pengujian

Pengujian ketepatan level pengisian tangki bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak dan perangkat keras berjalan dengan baik serta tingkat keakurasian dari sensor level berupa data waktu dan ketepatan posisi untuk pengujian satu side plant.

4.3.2 Peralatan pengujian

- Catu daya 6VDC
- Catu daya 24VDC
- PLC Omron CQM1
- Tangki Air ukuran 10cm x 10cm x 20cm
- Sensor Level
- Solenoid valve 24VDC
- Selang *pneumatic* 6mm
- Pompa akuarium
- *stopwatch*
- Mistar

4.3.3 Prosedur pengujian

- Menyusun rangkaian pengujian sensor level seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2.

- Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.
- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
- Merangkai perangkat keras dan perangkat lunak sesuai pengujian.
- Mengukur waktu dan ketepatan posisi saat *high indicator* yaitu pada ukuran tangki mencapai 10cm x 10cm x 15 cm
- Memasukkan hasil pengukuran ke dalam Tabel 4.4 dan 4.5

4.3.4 Hasil pengujian

Hasil pengujian pengujian waktu pengisian tangki air mencapai ukuran 10cm x 10cm x 15cm pada tabel 4.4 dan Hasil pengujian ketepatan posisi pengisian tangki air mencapai 10cm x 10cm x 15cm pada tabel 4.5

Tabel 4.4 Hasil pengujian waktu pengisian tangki air mencapai 10cm x 10cm x 15cm.

Pengisian Ke-	Waktu (s)
1	146,6
2	145,9
3	143,1
4	144,4
5	145,3
Rata-rata	145,06

Tabel 4.5 Hasil pengujian ketepatan posisi pengisian tangki air mencapai 10cm x 10cm x 15cm

Pengisian Ke-	Ketepatan Posisi (liter)		Kesalahan (%)
	Pengukuran	Perhitungan	
1	1,5	1,52	1,33
2	1,5	1,515	1
3	1,5	1,51	0,67
4	1,5	1,52	1,33
5	1,5	1,52	1,33
Kesalahan rata-rata			1,132

4.3.5 Analisa Hasil Pengujian

Dari data dalam Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pengisian adalah 145,06 detik. Pada tabel 4.5 yang menyatakan ketepatan posisi saat pengisian memiliki kesalahan rata-rata sebesar 1,132%. Pada tabel 4.4 pencatatan waktu berubah-ubah sehingga tidak memiliki data yang sama persis dikarenakan kurang presisinya *stopwatch*. Pada tabel 4.5 adanya perbedaan nilai antara perhitungan dan pengukuran dikarenakan kurang presisinya mistar. Kesalahan juga dapat disebabkan karena kesalahan paralaks

(human error) sehingga menyebabkan kesalahan dalam pembacaan sensor level dan stopwatch.

5	75,4
Rata-rata	75,24

4.4 Pengujian Ketepatan Low Level Pengisian

Tangki (ukuran 15x10x20)

4.4.1 Tujuan pengujian

Pengujian ketepatan level pengisian tangki bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak dan perangkat keras berjalan dengan baik serta tingkat keakurasian dari sensor level berupa data waktu dan ketepatan posisi untuk pengujian satu side plant.

4.4.2 Peralatan pengujian

- Catu daya 6VDC
- Catu daya 24VDC
- PLC Omron CQM1
- Tangki Air ukuran 15cm x 10cm x 20cm
- Sensor Level
- Solenoid valve 24VDC
- Selang pneumatic 6mm
- Pompa akuarium
- stopwatch
- Mistar

4.4.3 Prosedur pengujian

- Menyusun rangkaian pengujian sensor level seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2.
- Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.
- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
- Merangkai perangkat keras dan perangkat lunak sesuai pengujian.
- Mengukur waktu dan ketepatan posisi saat low indicator yaitu pada ukuran tangki mencapai 10cm x 10cm x 5 cm
- Memasukkan hasil pengukuran ke dalam Tabel 4.2 dan 4.3

4.4.4 Hasil pengujian

Hasil pengujian pengujian waktu pengisian tangki air mencapai ukuran 15cm x 10cm x 5cm pada tabel 4.6 dan Hasil pengujian ketepatan posisi pengisian tangki air mencapai 15cm x 10cm x 5cm pada tabel 4.7

Tabel 4.6 Hasil pengujian waktu pengisian tangki air mencapai 15cm x 10cm x 5cm.

Pengisian Ke-	Waktu (s)
1	74,7
2	75,2
3	75,8
4	75,1

Tabel 4.7 Hasil pengujian ketepatan posisi pengisian tangki air mencapai 15cm x 10cm x 5cm.

Pengisian Ke-	Ketepatan Posisi (liter)		Kesalahan (%)
	Pengukuran	Perhitungan	
1	0,75	0,735	2
2	0,75	0,735	2
3	0,75	0,75	0
4	0,75	0,75	0
5	0,75	0,75	0
Kesalahan rata-rata			0,8

4.4.5 Analisa Hasil Pengujian

Dari data dalam Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pengisian adalah 75,24 detik. Pada tabel 4.7 yang menyatakan ketepatan posisi saat pengisian memiliki kesalahan rata-rata sebesar 0,8%. Pada tabel 4.6 pencatatan waktu berubah-ubah sehingga tidak memiliki data yang sama persis dikarenakan kurang presisinya stopwatch. Pada tabel 4.7 adanya perbedaan nilai antara perhitungan dan pengukuran dikarenakan kurang presisinya mistar. Kesalahan juga dapat disebabkan karena kesalahan paralaks (human error) sehingga menyebabkan kesalahan dalam pembacaan sensor level dan stopwatch.

4.5 Pengujian Ketepatan High Level Pengisian

Tangki (ukuran 15x10x20)

4.5.1 Tujuan pengujian

Pengujian ketepatan level pengisian tangki bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak dan perangkat keras berjalan dengan baik serta tingkat keakurasian dari sensor level berupa data waktu dan ketepatan posisi untuk pengujian satu side plant.

4.5.2 Peralatan pengujian

- Catu daya 6VDC
- Catu daya 24VDC
- PLC Omron CQM1
- Tangki Air ukuran 15cm x 10cm x 20cm
- Sensor Level
- Solenoid valve 24VDC
- Selang pneumatic 6mm
- Pompa akuarium
- stopwatch
- Mistar

- 4.5.3 Prosedur pengujian
- Menyusun rangkaian pengujian sensor level seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2.
 - Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.
 - Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
 - Merangkai perangkat keras dan perangkat lunak sesuai pengujian.
 - Mengukur waktu dan ketepatan posisi saat *high indicator* yaitu pada ukuran tangki mencapai 10cm x 10cm x 15 cm
 - Memasukkan hasil pengukuran ke dalam Tabel 4.4 dan 4.5

4.5.4 Hasil pengujian
 Hasil pengujian pengujian waktu pengisian tangki air mencapai ukuran 15cm x 10cm x 15cm pada tabel 4.8 dan Hasil pengujian ketepatan posisi pengisian tangki air mencapai 15cm x 10cm x 15cm pada tabel 4.9

Tabel 4.8 Hasil pengujian waktu pengisian tangki air mencapai 15cm x 10cm x 15cm.

Pengisian Ke-	Waktu (s)
1	243,6
2	242
3	241,4
4	244,9
5	244,1
Rata-rata	243,2

Tabel 4.9 Hasil pengujian ketepatan posisi pengisian tangki air mencapai 15cm x 10cm x 15cm

Pengisian Ke-	Ketepatan Posisi (liter)		Kesalahan (%)
	Pengukuran	Perhitungan	
1	2,25	2,2725	1
2	2,25	2,2575	0,33
3	2,25	2,2575	0,33
4	2,25	2,265	0,67
5	2,25	2,2575	0,33
Kesalahan rata-rata			0,532

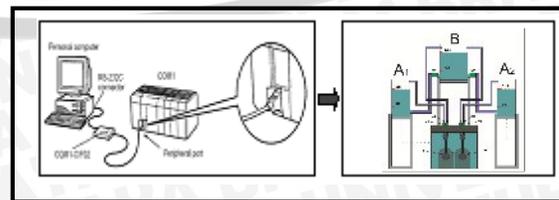
4.5.5 Analisa Hasil Pengujian
 Dari data dalam Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pengisian adalah 243,2 detik. Pada tabel 4.9 yang menyatakan ketepatan posisi saat pengisian memiliki kesalahan rata-rata sebesar 0,532%. Pada tabel 4.8 pencatatan waktu berubah-ubah sehingga tidak memiliki data

yang sama persis dikarenakan kurang presisinya *stopwatch*. Pada tabel 4.9 adanya perbedaan nilai antara perhitungan dan pengukuran dikarenakan kurang presisinya mistar. Kesalahan juga dapat disebabkan karena kesalahan paralaks (*human error*) sehingga menyebabkan kesalahan dalam pembacaan sensor level dan *stopwatch*

4.6 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

- 4.6.1 Peralatan pengujian
- Catu daya 220V AC
 - Catu Daya 24VDC
 - Catu Daya 6VDC
 - PLC OMRON CQM1
 - Satu unit PC (sudah terinstal program SYSWIN 3.4)
 - Rangkaian I/O untuk PLC
 - Miniatur *Plant*
 - Air

- 4.6.2 Prosedur pengujian
- Menghubungkan PC dengan PLC menggunakan kabel *serial RS-232 Adapter*.
 - Menghubungkan rangkaian *input* dan *output* sistem dengan PLC seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3.
 - Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.
 - Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
 - Download diagram tangga yang telah dirancang menggunakan program SYSWIN 3.4 dari PC ke dalam PLC.
 - Mengubah kondisi PLC pada program SYSWIN 3.4 menjadi posisi *Run*.
 - Mengamati kerja dari diagram tangga pada PC menggunakan program SYSWIN 3.4.
 - Melakukan pengujian untuk setiap masing-masing kondisi *input* sesuai *flowchart* pada gambar 3.7
 - Mengamati kerja dari aktuator (pompa dan *solenoid valve*).
 - Mengamati perubahan level.
 - Memasukkan hasil pengamatan ke dalam Tabel 4.6.



Gambar 4.3 Blok Diagram Pengujian PLC

4.6.3 Hasil pengujian diagram tangga pada PLC

Tabel 4.10. Data Tiap Proses Pada Pengaturan Distribusi Air Keseluruhan Sistem

Address	1	2	3	4
000.00	0	0	1	1
000.01	0	0	0	1
000.02	0	0	0	0
000.03	0	0	0	0
000.04	0	0	1	1
000.05	0	0	0	1
100.00	0	0	0	0
100.01	0	0	0	0
100.02	1	1	1	0
100.03	0	0	0	1
100.04	1	1	1	0
100.05	0	0	0	1
100.06	0	1	1	0
100.07	0	1	1	0
T0	1	0	0	1
T1	1	0	0	1
C0	-	-	-	-
C1	-	-	-	-

Address	5	6	7	8
000.00	1	1	1	0
000.01	1	1	1	0
000.02	0	1	1	1
000.03	0	0	1	1
000.04	1	1	1	0
000.05	1	1	1	0
100.00	0	0	0	0
100.01	0	0	0	0
100.02	0	0	0	1
100.03	1	1	0	0
100.04	0	0	0	1
100.05	1	1	0	0
100.06	1	1	0	0
100.07	1	1	0	0
T0	0	0	0	1
T1	0	0	0	1
C0	-	-	1 x	-
C1	-	-	1 x	-

Address	9	10	11	12	13
000.00	0	1	1	0	1
000.01	0	0	1	0	0
000.02	1	1	1	1	0
000.03	1	1	1	1	0
000.04	0	1	1	0	1
000.05	0	0	1	0	0
100.00	0	0	0	1	1
100.01	0	0	0	1	1
100.02	1	1	0	0	0
100.03	0	0	0	0	0
100.04	1	1	0	0	0
100.05	0	0	0	0	0
100.06	1	1	0	0	0
100.07	1	1	0	0	0
T0	0	0	0	0	0
T1	0	0	0	0	0
C0	-	-	2 x	-	-
C1	-	-	2 x	-	-

Data proses pengaturan distribusi di dua titik pada tabel 4.10 menunjukkan 13 proses untuk pengujian secara keseluruhan. Pada setiap proses menggunakan 6 masukan dari sensor *high low water level*, 8 keluaran (6 *solenoid valve* dan 2 pompa akuarium), 2 fungsi *timer*, dan 2 fungsi *counter*. Pemberian logika 1 menunjukkan aktif dan logika 0 menunjukkan nonaktif.

Penjelasan tiap proses dapat dilihat pada table 4.11 dibawah :

Tabel 4.11. Penjelasan Tiap Proses Pada Pengaturan Distribusi Air Keseluruhan Sistem

Proses Ke-	Keterangan
1	Proses Awal saat semua masukan belum aktif
2	Proses Pengaktifan timer selama 2 detik
3	Proses pengisian air pada tangki air A hingga mencapai <i>low level</i>
4	Proses pengisian air pada tangki air A hingga mencapai <i>high level</i>
5	Proses Pengaktifan timer selama 2 detik
6	Proses pengisian air pada tangki air B hingga mencapai <i>low level</i>
7	Proses pengisian air pada tangki air B hingga mencapai <i>high level</i> dan pembacaan <i>conter</i> sebanyak 1 kali
8	Kondisi saat tangki A kosong dan tangki B masih mencapai <i>high level</i>
9	Proses Pengaktifan timer selama 2 detik
10	Proses pengisian air pada tangki air A hingga mencapai <i>low level</i>
11	Proses pengisian air pada tangki air A hingga mencapai <i>high level</i> dan pembacaan <i>conter</i> sebanyak 2 kali
12	Kondisi saat tangki A kosong dan tangki B masih mencapai <i>high level</i>
13	Proses pengisian air pada tangki air A hingga mencapai <i>low level</i> kemudian proses <i>looping</i>

V. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Pemrograman ladder diagram pada software Syswin 3.4 dapat berfungsi dengan baik untuk mengatur distribusi air di dua titik sehingga sesuai dengan *flowchart* yang telah dibuat.
2. Jumlah alamat eksternal PLC yang digunakan yaitu 6 untuk masukan dan 8 untuk keluaran. Perangkat lunak menghasilkan 13 proses, yang pada intinya adalah mengendalikan ketinggian pada tangki A dan B yang memiliki batas *low level* pada ketinggian 5 cm dan batas *high level* pada ketinggian 15 cm.
3. Sistem bekerja sesuai spesifikasi yang diinginkan yaitu pada tangki ukuran 10cm x10cm x 20cm *low level* dengan Persentase kesalahan sebesar 0,8% dan pada *high level* dengan Persentase kesalahan sebesar 1,132% sedangkan untuk tangki ukuran 15cm x10cm x 20cm *low level* dengan Persentase kesalahan sebesar 0,8% dan pada *high level* dengan Persentase kesalahan sebesar 0,532%.

5.2 Saran

Beberapa hal yang direkomendasikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah:

1. Penggunaan sensor *high low water level* akan lebih baik jika menggunakan sensor yang kemampuan membaca range level ketinggian air lebih panjang agar mendapatkan tingkat akurasi alat yang lebih tinggi.
2. Penggunaan motor dan *solenoid valve* yang dapat diatur putarannya secara linier terhadap nilai masukan tegangan akan memberikan hasil pengaturan distribusi air lebih akurat
3. Dapat dikembangkan pula nantinya model miniatur tersebut untuk konsep pengendalian *heat exchanger*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1994. Programmable Logic Controller operation manual, Omron.
- Anonim. 1994. PLC Programming, Omron.
- Couglin F. Robert dan Driscoll F. Frederick. 1992. *Penguat Operational dan Rangkaian Terpadu Linear*. Cetakan Kedua. Penerjemah: Soemitro, Herman Widodo. Jakarta: Erlangga.

Gunterus, Frans. 1994. Falsafah Dasar: Pengendalian Proses. Jakarta: PT Elex Media Komputindo

Hackworth, John. R. 1994. PLC Progamming Methods and Applications

Malvino, Albert Paul. 1996. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Edisi Ketiga. Penerjemah: Gunawan, Hanapi. Jakarta: Erlangga

Steeman, J.P.M. 1988. *Data Sheet Book 2*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Tooley, Michael. 2002. *Electronic Circuits 2nd Edition*. Penerjemah: Harmein, Irzam. Jakarta: Erlangga.

Wasito S. 1996. *Data Sheet Book 1*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Terjemahan Herman Widodo
Soemitro. Jakarta. Erlangga.