

**RANCANGAN SISTEM KONTROL PEMBALIK ALIRAN (*BACKWASH*) BAK FILTRASI  
SECARA OTOMATIS BERBASIS PLC FATEK B1 SERIES 24 PADA *WATER TREATMENT  
PLANT* DI BANDAR UDARA SULTAN MAHMUD BADARUDDIN II PALEMBANG**

**Mahsa Alim Prathama<sup>(1)</sup>, Zulina Kurniawati S.SiT.,M.Si<sup>(2)</sup>, Amal Fatkhulloh.,S.SiT<sup>(3)</sup>**

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug - Tangerang

**ABSTRAK :** *Backwash* adalah bagian penting dari suatu sistem *Water Treatment Plant* yang berfungsi sebagai pembersih bak filtrasi. Bak Filtrasi mempunyai fungsi sebagai bak penyaring sisa lumpur dan kotoran yang masih terbawa dari bak *clarifier* sehingga tidak masuk kedalam penampungan sementara. Ketika *sand filter* pada bak filtrasi kotor maka akan menghambat aliran air yang akan masuk ke penampungan sementara yang berdampak pada proses distribusi air ke terminal.

Dengan merancang sistem kontrol pembalik aliran (*backwash*) diharapkan mampu membersihkan *sand filter* pada bak filtrasi secara tepat waktu dengan menggunakan PLC Fatek B1 Seri 24, *motorized valve*, dan penambahan sensor tekanan dan *water float sensor* sebagai pengaman dari sistem kontrol tersebut. Diharapkan dengan rancangan ini teknisi tidak terlalu lama dalam mengoperasikan sistem *backwash* sehingga dapat memaksimalkan waktu dan kinerja dalam hal perawatan peralatan bandara.

**Kata Kunci :** *Backwash, Water Treatment Plant, Sistem Kontrol Otomatis.*

**ABSTRACT :** *Backwash is an important part of a Water Treatment Plant system which serves as a cleaning bath filtration. Filtration vessel has a function as a filter like the rest of the mud and dirt that still brought clarifier of the tub so it does not enter into a temporary shelter. When the tub filtration sand filter is dirty it will hinder the flow of water that will go into temporary shelters that have an impact on the distribution of water to the terminal.*

*By inverting the control system design flow (backwash) are expected to clean the tub filtration sand filter on a timely basis using PLC Fatek B1 Series 24, a motorized valve, and the addition of a pressure sensor and a water float sensor as the safety of the control system. It is expected that with this design, technician will not spend too much time to operate the backwash systems so as to maximize the time and performance in terms of airport equipment maintenance.*

**Keywords :** *Backwash, Water Treatment Plant, Automatic Control System.*

---

<sup>1</sup> Taruna Program Studi D3 Teknik Mekanikal Bandara Angkatan Ke-6, JurTekPen, STPI

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Peraturan tentang air tanah yang ditujukan untuk bangunan gedung Badan Usaha Milik Negara (BUMN) termasuk bandar udara diwajibkan menghemat penggunaan air tanah dengan cara membuat penampungan air hujan untuk berbagai kebutuhan<sup>2</sup>. Berdasarkan poin tersebut, Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang mengelola fasilitas air bersih dengan sistem WTP (*Water Treatment Plant*) yang sumber airnya berasal dari waduk<sup>3</sup>. Sebagai media penjernihan dan pembersihan, sistem WTP tersebut dilengkapi Bak Koagulator (pengikat unsur lumpur), Bak *Clarifier* (pengendap lumpur) dan Bak Filtrasi (penyaring air). Air waduk yang dihisap menggunakan pompa hisap akan masuk ke bak koagulator untuk diberikan obat kimia seperti alum yang memiliki fungsi penurunan Ph, membantu proses pengikatan unsur lumpur pada air dan pembersih, soda ash memiliki fungsi penaik Ph sedangkan klorin memiliki fungsi pembunuh kuman dan lumut, lalu air mengalir ke bak *clarifier* yang berfungsi mengendapkan lumpur yang ada pada air yang selanjutnya air akan mengalir ke bak filtrasi.

Pada bak filtrasi proses penyaringan air dibagi menjadi tiga bagian yang masing-masing berkapasitas 7,5m<sup>3</sup>. Sisa-sisa partikel lumpur yang masih terdapat pada air setelah melewati bak *clarifier* akan masuk ke dalam masing-masing bak filtrasi yang selanjutnya akan disaring menggunakan *sand filter* yang berada di dasar bak filtrasi. Partikel lumpur yang tersaring menyebabkan terjadinya

endapan lumpur pada *sand filter* dan menghambat aliran air yang akan masuk ke dalam *reservoir* sementara sehingga diperlukan proses *backwashing* untuk dibersihkan setiap jam 8 pagi.

Menggunakan pompa *backwash* berkapasitas 1,13m<sup>3</sup> per menit mampu melakukan pengisian air *backwashing* untuk setiap bak selama 7 menit yang dialirkan secara terbalik untuk mengangkat partikel lumpur dan membersihkan *sand filter* dari partikel lumpur yang mengendap lalu air kotor hasil *backwashing* akan dibuang ke waduk. Proses pembuangan air kotor hasil *backwashing* membutuhkan waktu 10 menit sampai gumpalan kotoran lumpur terbuang habis dan masing-masing bak filtrasi membutuhkan waktu sekitar 17 menit untuk melakukan operasi *backwash*.<sup>4</sup> Hal ini dilakukan dengan ketepatan waktu yang dibutuhkan untuk proses *backwashing* karena berpengaruh dengan kualitas *sand filter* pada bak filtrasi dan air yang masuk ke *reservoir* sementara.

### Kajian Pustaka

#### 1. Sistem Backwash

Kebanyakan sistem air menggunakan filter untuk mengumpulkan, menangkap, atau menyaring partikel dari aliran masuk. Ketika pori-pori filter ini menjadi tersumbat, maka perlu dibersihkan. Salah satu cara terbaik untuk membersihkan sistem *filter* air adalah untuk *backwash* itu, berarti membalikkan aliran dan meningkatkan kecepatan di mana air melewati kembali melalui *filter*. Ini, pada dasarnya, melepaskan partikel kotoran yang menempel dari *filter*. Meskipun setiap *filter* unik, prinsip-prinsip *backwash* sama untuk itu semua. Salah satu bahan utama untuk *filter*

<sup>2</sup> PerMen ESDM RI No : 15 tahun 2012 Pasal 8 huruf d tentang Penghematan Penggunaan Air Tanah

<sup>3</sup> PT.Angkasa Pura II(Persero) Bandara Internasional SM.Badaruddin II Palembang,SOP Sistem WTP . hal 76

<sup>4</sup> SNI 0004-2008 Tentang Tata Cara *Commisioning* Instalasi Pengolahan Air

*backwash* yang baik adalah menggunakan air bersih, biasanya keluar dari sumur yang jelas, tangki penyimpanan pertama, atau sistem distribusi. Singkatnya cara ini menggunakan *filter* yang paling umum: filtrasi konvensional dan langsung. *Filter* ini menggunakan salah satu antara tekanan atau cepat proses tingkat gravitasi.<sup>5</sup>

## 2. Kontrol Otomatis

Istilah Otomatis digunakan untuk mendeskripsikan operasi atau kontrol dari sebuah proses, yang beroperasi secara otomatis, yang dapat digunakan untuk menjalankan komponen-komponen tanpa intervensi manusia. Otomatis meliputi operasi-operasi yang dijalankan dalam urutan yang dipersyaratkan serta pengendalian keluaran pada nilai-nilai yang dipersyaratkan.<sup>6</sup>

## 3. Program Logic Controller (PLC)

*Programmable Logic Control* ( PLC ) pada dasarnya adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinyu seperti pada sistem-sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan ( *ON / OFF* ) saja, tetapi dilakukan secara berulang-ulang seperti umum dijumpai pada mesin pengeboran, sistem konveyor dan lain sebagainya. Walaupun istilah PLC secara bahasa berarti pengontrol logika yang dapat diprogram, tetapi pada kenyataannya PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. Sebuah PLC dewasa ini dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relatif kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi dan lain sebagainya ( sehingga dengan alasan ini dalam beberapa

buku manual istilah PLC sering hanya ditulis sebagai *PC-Programmable Controller* saja ). Berdasarkan jumlah *input/output* yang dimilikinya ini. Secara umum PLC dibagi menjadi tiga kelompok besar yaitu :

- a. PLC mikro dengan jumlah *input/output* kurang dari 32 IO
- b. PLC Mini dengan jumlah *input/output* antara 32 sampai 128 terminal.
- c. PLC large dengan jumlah *input/output* lebih dari 128 terminal

Fasilitas, kemampuan, dan fungsi yang tersedia pada setiap kategori tersebut pada umumnya berbeda satu dengan lainnya. Semakin sedikit jumlah *input/output* pada PLC tersebut maka jenis instruksi yang tersedia juga semakin terbatas. Beberapa PLC bahkan dirancang semata-mata untuk menggantikan kontrol *relay* saja, seperti PLC FATEK (Gambar 2.5 ).<sup>7</sup>

## 4. Wiring

*Wiring Diagram*<sup>8</sup> adalah gambaran suatu rangkaian listrik yang memberikan informasi secara detail, dari mulai simbol rangkaian sampai dengan koneksi rangkaian tersebut dengan komponen lain. *Wiring diagram* dibuat berupa jalur-jalur aliran listrik mulai dari *input power* sampai *output* beban dalam satu rangkaian mesin, hingga membentuk suatu sistem kontrol mesin yang telah ditetapkan.

Kabel. Kabel adalah media untuk menyalurkan energi listrik yang terdiri dari isolator dan konduktor. Isolator adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari karet atau plastik, sedangkan konduktor adalah penghantar arus terbuat dari serabut tembaga ataupun tembaga pejal.

<sup>5</sup> Zane Satterfield, P.E., Filter Backwashing, NESC Engineering Scientist

<sup>6</sup> William Bolton, Instrumentation and Control System, hal 84

<sup>7</sup> Setiawan, Iwan. PLC dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol

<sup>8</sup> www.slideshare.net, miftahkur, wiring diagram penerangan

## 5. Kontaktor

Solenoida merupakan basis bagi sejumlah aktuator kontrol *output*. Ketika arus mengalir melalui sebuah solenoida, sebuah medan magnet dibangkitkan dan medan ini menarik komponen-komponen yang terbuat dari bahan besi ( *ferrous* ) yang ada di dekatnya. Salah satu contoh aktuator semacam ini adalah kontaktor.

## 6. Relay

Dalam dunia elektronika, *relay* dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 70an, *relay* merupakan 'otak' dari rangkaian pengendali. Baru setelah muncul PLC yang mulai mengganti posisi *relay*. *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik.<sup>9</sup>

## 7. Motor Direct Online Starter

*Direct Online Starter* adalah istilah yang berasal dari bahasa Inggris, yang berarti "Langsung Nyala". Jenis kontrol ini adalah metode pengaturan yang paling dasar sekali dalam dunia kendali-mengendalikan motor. Biasanya digunakan untuk proses yang cuma membutuhkan motor bisa dihidupkan kapanpun dimanapun semua suka dengan arah putaran tertentu.

## 8. Motorized Valve

Terdiri dari *valve* sebagai peralatan mekanis untuk mengatur aliran fluida, *actuator* sebagai alat yang mengubah tenaga listrik atau fluida menjadi gerakan mekanis untuk membuka atau menutup atau mengontrol sebuah *valve*.

## 9. Sensor Tekanan

Sensor tekanan mempunyai prinsip kerja yang sedikit rumit. Pertama, perubahan tekanan pada kantung menyebabkan perubahan

posisi inti kumparan sehingga menyebabkan perubahan induksi magnetik pada kumparan. Kumparan yang digunakan adalah kumparan CT ( *center tap* ). Dengan demikian, apabila inti mengalami pergeseran, maka induktansi pada salah satu kumparan bertambah, namun menyebabkan kumparan yang lain berkurang. Untuk mengukur tekanan statis atau tinggi suatu cairan dapat ditentukan dengan rumus ( $P = d.g.h$ ). Untuk keterangannya, (P) adalah tekanan statis (pascal) sementara (d) adalah kepadatan cairan ( $km/m^3$ ), lalu (g) adalah konstanta gravitasi ( $9,81 m/s^2$ ) dan (h) adalah tinggi cairan.

## 10. Water Float Sensor

*Water float sensor* adalah sebuah rangkaian yang dapat mendeteksi tingkat cairan menggunakan gaya pelampung, dan akan memberikan *output* berupa arus listrik yang bekerja untuk mengatur suatu komponen. sensor ini menggunakan inputan daya, kabel yang tahan air, bahan sensor, rata-rata daya tahan pada tingkatan suhu, serta pengaturan perbedaan batas bawah-atas pelampung.

## 11. Ladder Diagram

*Ladder diagram* termasuk dasar – dasar pemrograman PLC yang merupakan bahasa pemrograman yang digunakan pada PLC. Pada mulanya *ladder diagram* ini dikembangkan untuk mewakili logika *relay*. Jalur vertikal kiri dan kanan masing – masing mempresentasikan jalur fasa dan netral saluran daya. Aliran daya diasumsikan dari kiri ke kanan.

---

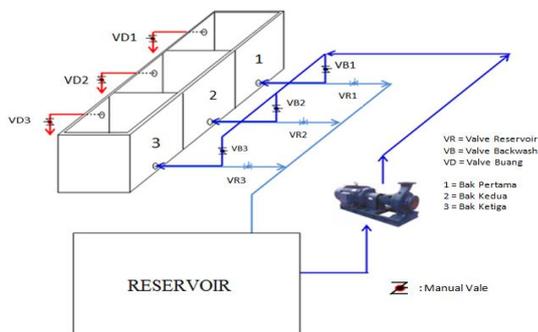
<sup>9</sup> Killian, Christopher T, *Modern Control Technology*, West Publishing Co, 1996

## II. METODE

### DESAIN PERANCANGAN

#### 1. Kondisi Saat Ini

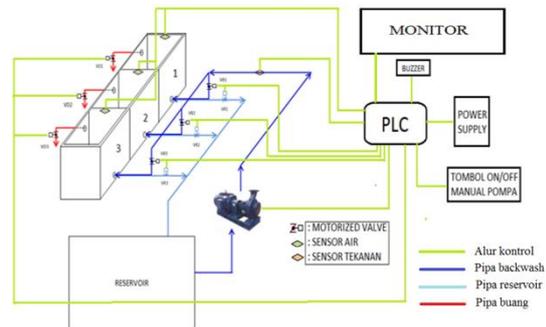
Pada saat ini Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang masih menggunakan instalasi pengolahan air bersih sendiri yang berarti sumber air yang di dapat masih berasal dari air tadah hujan di waduk tanpa adanya bantuan dari PDAM sekitar. Kondisi saat ini teknisi TLMP masih menggunakan cara pencucian air bersih pada bak *backwash* secara manual yaitu dengan cara datang ke lokasi WTP, menghidupkan pompa *backwash* terlebih dahulu dari sumber MCB (*mini circuit breaker*) pada posisi *ON*, lalu membuka *valve backwash* untuk menyalurkan air ke bak filtrasi serta menutup *valve* penampungan. Setelah air pada bak filtrasi penuh dengan tercampur material lumpur, maka *valve* pembuangan dibuka untuk membuang air kotor tersebut. Ini dilakukan secara sama terhadap bagian bak filtrasi lainnya karena bak *backwash* memiliki 3 (tiga) tempat pencucian yang sama dalam arti sistem *backwash* sendiri memiliki 9 (sembilan) *valve* yang harus dioperasikan. Setelah ketiga bak tersebut selesai di *backwashing*, maka pompa *backwash* dimatikan dari sumber MCBnya ke posisi *OFF*



#### 2. Kondisi Yang Diharapkan

Kondisi yang diharapkan ialah dirancangnya suatu sistem otomatis dimana

PLC bekerja dan mengatur sistem *backwash*, dengan waktu yang telah ditentukan maka pompa *backwash* akan beroperasi secara otomatis, begitu juga dengan *motorized valve* pengganti *valve* manual sebelumnya yang bekerja sesuai instruksi dari *output* PLC, membuka serta menutup hingga sistem operasional otomatisnya terhenti sesuai dengan yang diharapkan. Ditambah juga dengan sistem pengaman berupa sensor air dan sensor tekanan jika sewaktu-waktu terjadi *error* atau tidak bekerjanya suatu alat saat sistem otomatis bekerja, maka akan mematikan pompa *backwash* serta alarm *buzzer* akan berbunyi.



#### Penentuan Alat dan Bahan

Didalam pembuatan rancangan ini, alat dan bahan sangat perlu diperhatikan sehingga pada saat alat rancangan dibuat dapat berfungsi dan bekerja dengan baik. Alat dan bahan yang akan dipakai untuk membuat rancangan ini adalah :

1. Menentukan Alat
  - a. AVO meter
  - b. Laptop
  - c. *Screw driver*
  - d. *Cutting Plier*
  - e. *Solder*
2. Menentukan Bahan
  - a. *Power Supply* PLC Fatek 24 VDC
  - b. *PLC* Fatek B1 series 14 MR
  - c. Kabel Data PLC Fatek
  - d. Kabel *Converter* RS232-485
  - e. Kabel NYAF 1x0.5mm<sup>2</sup>
  - f. Sensor Air

- g. Sensor Tekanan
- h. *Relay* 24vDC, 220VAC
- i. Kontaktor 3 phase
- j. *Buzzer* 24v DC
- k. *Push Button*.

### Kriteria Perancangan

Kriteria rancangan pada kontrol otomatis pompa kirim pada WTP adalah dibuat secara otomatis dan manual. Sistem otomatis dipakai pada saat operasional sehari – hari dan manual digunakan saat teknisi mengoperasikan pompa satu demi satu apabila komputer sedang mengalami gangguan.

Adapun setiap blok rancangan fungsi (bagian rancangan) mempunyai kriteria sebagai berikut :

1. Pemilihan PLC Fatek B1 Series 24  
Kriteria dalam memilih PLC untuk sistim kontrol *backwash* termasuk dalam PLC *mikro* yakni<sup>10</sup> memenuhi jumlah 32 *Input* dan *Output*.
2. Pemilihan *Motorized Valve*  
Kriteria dalam memilih *motorized valve* yaitu<sup>11</sup> ukuran *flange valve* menurut ISO 5211 yaitu tipe F07.
3. Pemilihan *water float sensor* dan sensor tekanan.
  - a. Indikator dalam memilih *water float sensor*<sup>12</sup> yaitu:
    - Daya inputan 125/250VAC dan 5A
    - Kontrol perbedaan batas atas-bawah pelampung 1 cm
  - b. Indikator dalam memilih sensor tekanan<sup>13</sup> yaitu:

<sup>10</sup> Setiawan, Iwan. PLC dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol

<sup>11</sup> <http://instrumentasiwahyu.blogspot.co.id/2013/09/instrumentasi-part-i.html>

<sup>12</sup> *General Spesification water float sensor* PDF

<sup>13</sup> D. Sharon, dkk (1982)

- Sensitivitas terkait *pressure range minimum* 5 Bar
4. Merancang wiring  
Indikator dalam merancang *wiring* <sup>14</sup> otomatis yaitu kuat arus yang melalui kabel pada *wiring* kontrol 1 amper untuk PLC dan 10 ampere untuk *relay*.
  5. Merancang pemrograman *ladder diagram*<sup>15</sup>  
Dalam Merancang suatu sistem kendali dibutuhkan pendekatan-pendekatan sistematis dengan prosedur sebagai berikut:
    - a. Rancangan sistem kendali
    - b. Penentuan I/O pada sebuah perangkat

### Penggunaan Rancangan

Setelah seluruh kriteria dari bagian rancangan disampaikan, selanjutnya ditegaskan bahwa secara keseluruhan kerja dari rancangan tersebut mempunyai tujuan tertentu yang akan dicapai jika rancangan tersebut diimplementasikan pada keadaan yang ada diantaranya :

1. Pengoperasian sistem *backwash* mampu dilaksanakan secara tepat waktu (minimal satu kali sehari setiap jam 8 pagi)
  1. Pengoperasian sistem *backwash* secara otomatis mampu memaksimalkan waktu kerja teknisi di lapangan
  2. Peran teknisi dalam pengoperasian sistem *backwash* secara otomatis tidak mempengaruhi kinerja teknisi terhadap *maintenance* peralatan lainnya.
3. Sensor tekanan dan *water float sensor* mampu menjaga pompa *backwash*

<sup>14</sup> Bambang Triano MK, Kabel dan Teknik Penyambungan

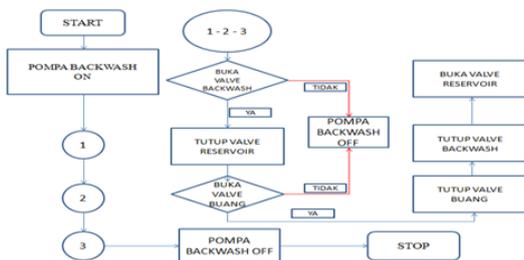
<sup>15</sup> <https://sites.google.com/site/masterplcindo/>

ketika terjadi *error* pada system Indikator *buzzer* akan berbunyi ketika terjadi *error* pada sistem sehingga teknisi dapat melakukan perbaikan.

### III. DISKUSI

#### Gambaran Umum Sistem Perancangan

Dalam perumusan Bab I telah dijelaskan bahwa rangkaian otomatis *backwash* menggunakan *motorized valve* untuk operasional *valvenya* dan juga sensor tekanan dan sensor air yang akan mematikan pompa *backwash* jika aktif. Untuk memudahkan dalam memahami rancangan ini dapat dilihat pada gambar *flow diagram* dibawah ini.



#### Tahapan Perancangan

##### 1. Merancang memilih PLC Fatek B1 seri 24

Dalam rancangan otomatis ini penulis menggunakan PLC merek Fatek B1 Series 24 dengan indikator PLC tipe mikro ialah 32 *input* dan *output* (lampiran 1). Sedangkan untuk eksternal *power supply* memiliki kapasitas maksimal 24VDC dan untuk ke motor akan melalui *relay* DC dengan kontak poin AC untuk menjalankan kontaktor motor pompa dan *motorized valve* dikarenakan yang dipakai motor AC dengan 3 fasa.

##### 2. Merancang memilih *motorized valve*

Dalam perancangan sebuah *motorized valve*, indikator yang dipakai oleh penulis adalah ukuran *valve* yang sesuai dengan ISO (*The International Organization for Standardization*) dan penyesuaian dengan ISO 5211 yaitu ukuran F07 (6 inchi). Dengan ini

penulis harus merancang dan memilih *motorized valve* sesuai dengan ukuran pipa dan *flange butterfly valve* dengan menggunakan *Butterfly Valve* merek Danfoss-Sylax tipe DN 150 dan *motorized valve* Merek Bernard tipe AS18 *Standard Version*.

##### 3. Merancang memilih *water float sensor* dan sensor tekanan

###### a. *Water float sensor*

Dalam perancangan dan memilih *water float sensor*, indikator yang dipakai dalam pemilihan *water float sensor* yaitu daya inputan 125/250VAC dan 5A serta kontrol perbedaan atas-bawah 1 cm. Penulis menggunakan sensor air merek SJE-Rhombus tipe *Sensor float* (lampiran 3)

###### b. Sensor Tekanan

Dalam perancangan dan memilih, indikator yang dipakai dalam pemilihan sensor tekanan yaitu sensitivitas *pressure range* 5 bar. Penulis menggunakan sensor tekanan merek Danfoss tipe KPI36 dengan fitur.

##### 4. Merancang *wiring*

Dalam memilih jenis kabel yang ingin digunakan, penulis menggunakan indikator yaitu kuat arus pada *wiring*.

Pada indikator perancangan penulis telah mendapatkan kuat arus pada rancangan kontrol otomatis terhubung dengan PLC yaitu 1 Ampere dan yang terhubung dengan *relay* 10 Ampere.

Dengan indikator di atas, barulah dapat menentukan jenis kabel yang digunakan berdasarkan *American Wire Gauge (AWG)*. Terdapat tabel yang di keluarkan oleh AWG mengenai pemilihan kabel dapat dilihat pada table.

AWG gauge	Conductor Diameter Inches	Conductor Diameter mm	Ohms per 1000 ft.	Ohms per km	Maximum amps for chassis wiring	Maximum amps for power transmission	Maximum frequency for 100% skin depth for solid conductor copper
0000	0.46	11.684	0.049	0.16072	380	302	125 Hz
000	0.4096	10.40384	0.0618	0.202704	328	239	160 Hz
00	0.3648	9.26592	0.0779	0.255512	283	190	200 Hz
0	0.3249	8.25246	0.0983	0.322424	245	150	250 Hz
1	0.2893	7.34822	0.1239	0.406392	211	119	325 Hz
2	0.2576	6.54304	0.1563	0.512664	181	94	410 Hz
3	0.2294	5.82676	0.197	0.64616	158	75	500 Hz
4	0.2043	5.18922	0.2485	0.81508	135	60	650 Hz
5	0.1819	4.62026	0.3133	1.027624	118	47	810 Hz
6	0.162	4.1148	0.3951	1.295928	101	37	1100 Hz
7	0.1443	3.66522	0.4982	1.634096	89	30	1300 Hz
8	0.1285	3.2639	0.6282	2.060496	73	24	1650 Hz
9	0.1144	2.90576	0.7921	2.598088	64	19	2050 Hz
10	0.1019	2.58826	0.9989	3.276392	55	15	2600 Hz
11	0.0907	2.30378	1.26	4.1328	47	12	3200 Hz
12	0.0808	2.05232	1.588	5.20864	41	9.3	4150 Hz
13	0.072	1.8288	2.003	6.56984	35	7.4	5300 Hz
14	0.0641	1.62814	2.525	8.282	32	5.9	6700 Hz
15	0.0571	1.45034	3.184	10.44352	28	4.7	8250 Hz
16	0.0508	1.29032	4.016	13.17248	22	3.7	11 k Hz
17	0.0453	1.15062	5.064	16.60992	19	2.9	13 k Hz
18	0.0403	1.02362	6.385	20.9428	16	2.3	17 k Hz
19	0.0359	0.91186	8.051	26.40728	14	1.8	21 k Hz
20	0.032	0.8128	10.15	33.292	11	1.5	27 k Hz
21	0.0285	0.7239	12.8	41.984	9	1.2	33 k Hz

Pada tabel di atas terdapat salah satu indikator yang sesuai yaitu kuat arus listrik. Sehingga dengan melihat tabel pada kolom “Arus Maksimal (ampere)” sesuaikan dengan indikator yaitu:

1. Arus listrik pada wiring PLC 1 ampere di dapat kabel AWG 21 yang dapat menghantarkan arus listrik maksimal 1,2 ampere.
2. Arus listrik pada wiring relai 10 Ampere di dapat kabel tipe AWG 11 yang dapat menghantarkan arus listrik 12 Ampere.

Untuk *wiring power*, Pompa yang digunakan sebagai *backwashing* ialah jenis pompa sentrifugal merek EBARA dengan kapasitas daya 7.5kW, maka ukuran kabel yang digunakan dapat dilihat pada tabel dan menggunakan jenis kabel NYY.

LUAS PENAMPANG NOMINAL	KEMAMPUAN HANTAR ARUS KABEL					
	BERURAT TUNGGAL		BERURAT DUA		BERURAT 3 DAN 4	
	DI TANAH	DI UDARA	DI TANAH	DI UDARA	DI TANAH	DI UDARA
mm <sup>2</sup>	A	A	A	A	A	A
1.5	33	26	27	21	24	18
2.5	45	35	36	29	32	25
4	58	46	47	38	41	34
6	74	58	59	48	52	44
10	98	80	78	66	69	60
16	129	105	102	90	89	80
25	169	140	134	120	116	105
35	209	175	160	150	138	130
50	249	215	187	180	165	160
95	374	335	280	275	245	245
95	374	335	280	275	245	245

*Motorized valve* yang digunakan sebagai penggerak *valve* ialah merek Bernard tipe AS18 *standard version* dengan kapasitas 380VAC dan 16A, maka ukuran kabel dapat

dilihat pada tabel 4.3 dengan menggunakan kabel jenis NYY.

Ukuran Kabel DOL dan STAR-DELTA Starter

Power		Current	Power Line	Direct Online (D.O.L.) Starter	Star-Delta Starter
kW	HP			Motor Line	Motor Line
< 4	< 5.5	< 8.7	1.5 mm	1.5 mm	
5.5	7.5	11.8	2.5 mm	2.5 mm	1.5 mm
7.5	10	16	4 mm	4 mm	2.5 mm
11	15	22	6 mm	6 mm	4 mm
15	20	30	10 mm	10 mm	6 mm
18.5	25	37	10 mm	10 mm	6 mm
22	30	43	16 mm	16 mm	10 mm
30	40	57	25 mm	25 mm	10 mm
37	50	72	25 mm	25 mm	16 mm
45	60	86	35 mm	35 mm	16 mm
55	75	105	50 mm	50 mm	25 mm
75	100	140	50 mm	50 mm	35 mm
90	125	168	70 mm	70 mm	35 mm
110	150	205	95 mm	95 mm	50 mm
132	180	245	150 mm	150 mm	70 mm
160	220	290	150 mm	150 mm	70 mm
200	270	360	185 mm	185 mm	95 mm
250	340	475	240 mm	240 mm	150 mm

### 5. Merancang program Ladder Diagram PLC Fatek B1 seri 24

Dalam merancang program *ladder diagram* (lampiran 5), penulis menggunakan indikator yaitu rancangan sistem kendali (gambar 4.4).

Setelah mengetahui alur kerja dari *flowchart* diagram diatas, langkah selanjutnya adalah menggunakan indikator penentuan I/O:

- a. Alamat *Input* yang digunakan :
  - 1) X0 adalah *input-an* untuk sensor tekanan, berfungsi sebagai pengaman apabila *valve backwash* terjadi eror.
  - 2) X1 adalah *input-an* untuk sensor air bak *backwash* 1, berfungsi sebagai pengaman apabila *valve* buang bak 1 terjadi eror dan mematikan pompa.
  - 3) X2 adalah *input-an* untuk sensor air bak *backwash* 2, berfungsi sebagai pengaman apabila *valve* buang bak 2 terjadi eror dan mematikan pompa.
  - 4) X3 adalah *input-an* untuk sensor air bak *backwash* 3, berfungsi sebagai pengaman apabila *valve* buang bak 3 terjadi eror dan mematikan pompa.
- b. Alamat *Output* yang digunakan :

- 1) Y1 adalah *output-an* pompa *backwash*
- 2) Y2 adalah *output-an valve backwash* terbuka

- 3) Y3 adalah *output-an* *vavle backwash* tertutup
- 4) Y4 adalah *output-an* *valve reservoir* terbuka
- 5) Y5 adalah *output-an* *valve reservoir* tertutup
- 6) Y6 adalah *output-an* *valve* buang terbuka
- 7) Y7 adalah *output-an* *vqlve* buang tertutup
- 8) Y18 adalah *output-an* untuk kendali pada bak *backwash* 1
- 9) Y9 adalah *output-an* untuk kendali pada bak *backwash* 2
- 10) Y8 adalah *output-an* untuk kendali pada bak *backwash* 3
- 11) Y19 adalah *output-an* untuk *buzzer*.

#### IV. UJI COBA RANCANGAN

##### Uji Rancangan Per Blok

No.	Uji Rancangan per Blok	Hasil Rancangan	Indikator	Hasil
1.	Memilih PLC Fatek B1 Series 24	Input : 5 Output : 11	PLC tipe mikro dengan 32 input dan output	Oke
2.	Memilih <i>motorized valve</i> merek Bernard tipe AS18 <i>Standard Version</i> dan <i>valve</i> jenis <i>butterfly</i> merek Danfoss-Sylax tipe DN 150	Ukuran <i>flange valve</i> menurut ISO 5211 yaitu tipe F07 (6 inchi)	Ukuran <i>flange valve</i> menurut ISO 5211 yaitu tipe F07 (6 inchi)	Oke
3.	Memilih <i>water float sensor</i> SJE-Rhombus sensor float	a. 125/250VAC dan 5A b. kontrol batas atas: bawah sensor 1cm	c. 125/250VAC dan 5A d. kontrol batas atas: bawah sensor 1cm	Oke
	Memilih Sensor Tekanan Danfoss tipe KPI36	Sensitivitas <i>Pressure range</i> 0.2 to 28 Bar	Sensitivitas <i>pressure range</i> 5 Bar	Oke
4.	Memilih <i>wiring control</i>	Kabel AWG 1.2 ampere untuk PLC dan 12 ampere untuk relay	Kuat arus yang melalui kabel pada wiring kontrol 1 ampere dan 10 ampere	Oke
5.	Memilih <i>wiring pompa backwash</i>	Kapasitas beban 7,5 kW dan arus 16A	Kapasitas beban 7,5 kW dan arus 16A	Ok
6.	Memilih <i>wiring motorized valve</i>	Luas penampang 4 mm Kapasitas beban 18A	Luas Penampang 4 mm Kapasitas beban 16A	Ok
		Luas penampang 1,5mm	Luas Penampang 1,5mm	Ok
7.	Merancang Program Ladder Diagram	Sistem <i>Backwash</i> beroperasi setiap jam yang disetukan	Rancangan sistem kendali dan menentukan I/O menyesuaikan perangkat	Oke
		<i>Motorized Valve</i> beroperasi (buka dan tutup) secara otomatis		Oke
		Sensor Air dan Sensor Tekanan bekerja sebagai pengaman <i>error</i>		Oke
		Buzzer bekerja sebagai tanda pengaman <i>error</i>		Oke
8.	Memilih Relay	Relay G2RL untuk <i>motorized Valve</i> : 16A; 250VAC; 24VDC	Relay G2RL untuk <i>motorized Valve</i> : 16A; 250VAC; 24VDC	Ok
		Relay Omron MY2 untuk Sensor Tekanan : 24VDC; 220VAC	Relay Omron MY2 untuk Sensor Tekanan : 24VDC; 220VAC	Ok
		Relay PRD – 11DY0 – 24 Untuk Pompa <i>Backwash</i> : 25A; 240VAC; 24VDC	Relay PRD – 11DY0 – 24 Untuk Pompa <i>Backwash</i> : 25A; 240VAC; 24VDC	Ok
9.	Memilih Kontaktor	Kontaktor TeSys LC1 D18 untuk Pompa <i>backwash</i> : 18Ampere; 7,5kW	Kontaktur TeSys LC1 D18 untuk Pompa <i>backwash</i> : 18Ampere; 7,5kW	Ok
		Kontaktur CSS-K18 untuk <i>Motorized Valve</i> : 380V; 16A	Kontaktur CSS-K18 untuk <i>Motorized Valve</i> : 380V; 16A	Ok

##### Uji Fungsi Rancangan Per Blok

Pada bagian uji coba rancangan, yang dilakukan penulis adalah mengamati simulasi

yang dibuat untuk mengetahui sistem kerja kontrol otomatis yang telah dibuat untuk sistem *backwash*.

No.	Uji Fungsi Rancangan	Pengaruh Uji Fungsi	Hasil
1.	Pompa <i>Backwash</i> berupa lampu indikator	Setiap jam 8 pagi aktif	Lampu indikator pompa <i>backwash</i> menyala
2.	Setelah pompa <i>backwash</i> hidup, maka air menuju ke bak filtrasi 1, lalu sistem mengoperasikan <i>motorized valve</i>	Bak filtrasi 1 aktif dan <i>motorized valve</i> pada bak filtrasi 1 beroperasi	Lampu indikator bak filtrasi 1 menyala, lampu indikator <i>motorized valve</i> menyala ketika beroperasi
3.	Setelah bak filtrasi 1 dan <i>motorized valve</i> nya beroperasi, maka lanjut ke bak filtrasi 2 dan bak filtrasi 3 beserta masing-masing operasional <i>motorized valve</i> nya	Bak filtrasi 2 dan 3 aktif dan <i>motorized valve</i> bak filtrasi 2 dan 3 beroperasi	Lampu indikator bak filtrasi 2 dan 3 menyala beserta operasional <i>motorized valve</i> pada bak filtrasi 2 dan 3
4.	Sensor tekanan akan aktif apabila terjadi <i>error</i> yang disebabkan <i>valve backwash</i> tidak terbuka kemudian tekanan mencapai 9 bar	<i>Motorized valve backwash</i> buka tidak beroperasi sehingga sistem mematikan pompa <i>backwash</i> dan menghidupkan buzzer	Lampu indikator off pompa <i>backwash</i> dan indikator buzzer menyala dan <i>valve</i> tidak menyala
5.	<i>Water float sensor</i> aktif apabila terjadi <i>error</i> yang menyebabkan <i>valve</i> buang tidak terbuka	<i>Motorized valve</i> buang buka tidak aktif sehingga air bertambah dan menyentuh <i>water float sensor</i> yang berada diatas bak filtrasi dan mematikan pompa <i>backwash</i> serta menghidupkan buzzer	Lampu indikator off pompa <i>backwash</i> dan indikator buzzer menyala dan <i>motorized valve</i> tidak menyala

#### INTERPRETASI HASIL UJI COBA RANCANGAN

Setelah dilakukan uji rancangan sistem kontrol *backwash*, terdapat hasil uji coba rancangan berupa data-data tingkat keberhasilan rancangan. adapun evaluasi yang didapat seperti kecepatan *motorized valve* dalam hal membuka ataupun menutup yang dipengaruhi oleh spesifikasi *motorized valve*, serta waktu operasi *backwash* yang dipengaruhi oleh kecepatan dan pergantian *motorized valve*.

#### V. KESIMPULAN DAN SARAN

##### KESIMPULAN

Dari pembahasan rancangan dan uji rancangan pada bab IV dapat disimpulkan sebagai berikut : a. PLC Fatek B1 seri 24 dirancang dan dipilih sesuai dengan tipe PLC mikro berjumlah 32 *input* dan *output* menggunakan 5 *input* dan 11 *output*.

b. *Motorized valve* dirancang dan dipilih sesuai dengan ukuran *flange valve* menurut ISO 5211 yaitu tipe F07 (6 inchi)

c. *Water float sensor* dan sensor tekanan yang bekerja sebagai pengaman sistem kontrol otomatis dirancang dan dipilih sesuai dengan sensitivitas pada masing-masing sensor yaitu daya *input* dan kontrol batas atas-bawah pelampung pada *sensor float* serta sensitivitas terkait *pressure range* -0,2 to 28 Bar

d. *Wiring* kontrol dan power yang bekerja sebagai penghantar tegangan dirancang sesuai dengan kuat arus pada masing *wiring*. *Wiring* kontrol dirancang dengan arus 1 ampere untuk PLC menggunakan AWG 21 dan 1 amper untuk relay menggunakan AWG 11.

e. *Ladder diagram* dirancang sesuai dengan rancangan sistem kendali pada tiap-tiap sistem dan menentukan I/O sesuai dengan apa yang ingin dirancang.

## SARAN

Dari kesimpulan diatas terdapat beberapa saran dari penulis sebagai berikut :

- a. PLC Fatek B1 seri 24 dalam hasil perancangan diharapkan dapat memaksimalkan jumlah *input* dan *output* yang masih tersisa.
- b. *Motorized valve* dapat lebih rinci lagi dalam merancang sesuai dengan indikator
- c. Penambahan sensor aliran pada pipa reservoir yang dapat mengoperasikan sistem *backwash* ketika terjadi penyumbatan kotoran pada *sand filter* yang menyebabkan aliran air menjadi berkurang.

d. *Wiring* diharapkan dapat menambahkan rincian tentang *wiring power* sehingga dapat mengetahui jenis dan kuat arus yang dipakai untuk rangkaian power.

e. *Ladder diagram* dapat di buat lebih rinci sehingga memudahkan pembaca untuk mempelajari program *ladder* tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

Satterfield, Zane, Filter Backwashing, NESC Engineering Scientist

Bolton, William, Instrumentation and Control System, hal 84

Bolton, William, *Programmable Logic Controller* edisi 3, Erlangga, hal 25

Gunterus, sistem pengendalian proses, 1994

www.slideshare.net, miftahkur, wiring diagram penerangan

Killian, Christopher T, *Modern Control Technology*, West Publishing Co,1996

Daryanto, Keterampilan Teknik Mekatronika, PT.Sarana Tutorial Nurani Sejahtera, 2011, hal. 94-96

Setiawan, Iwan, PLC dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol.

