

PENERAPAN LOGIKA FUZZY PADA PROSES PENCUCIAN FILTER AIR DENGAN MENGGUNAKAN PLC DI PDAM KARANGPILANG I SURABAYA

Ir. Anang Tjahjono .MT¹, Ir. Era Purwanto .M.Eng², Yanuar Rizky³

¹ Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

² Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

³ Mahasiswa D4 Jurusan Teknik Elektro Industri

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – Institut Teknologi Sepuluh November

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email : rizky_aewis@yahoo.com

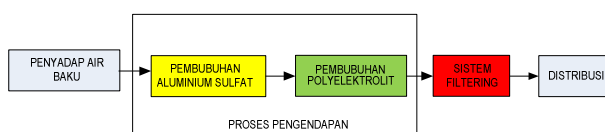
Abstrak

Pada salah satu proses pengolahan dan penjernihan air terdapat proses filter. Filter digunakan sebagai penyaring dan menjernihkan air untuk itu filter perlu dicuci. Dengan metode yang digunakan sekarang untuk mencuci filter oleh pihak PDAM berupa penjadwalan ternyata tidak optimal dan efisien. Tetapi dengan penambahan parameter tingkat kekeruhan dan level reservoir yang diolah ke dalam logika fuzzy, kualitas air bersih tetap terjamin dan kuantitas penyaluran air ke konsumen juga tetap terjaga diantara range 0.7-0.9 NTU. Logika fuzzy yang digunakan berfungsi sebagai pemutus dan pengatur waktu pencucian filter, dengan pengambilan nilai keluaran fuzzy diatas 5.5. Ditambah dengan penggunaan sistem SCADA efisiensi juga dapat dicapai khususnya dalam waktu dan pencatatan data atau data logging.

Kata Kunci : PLC, Fuzzy, optimasi

1. Pendahuluan

PDAM sebagai perusahaan pemerintah yang memiliki kewenangan dalam hal proses pengolahan dan penjernihan sekaligus pendistribusian air bersih, memiliki tanggung jawab untuk menjaga kualitas dan kuantitas air yang di berikan kepada masyarakat. Untuk itu diperlukan metode yang tepat dalam pengelolaannya sehingga disamping kualitas dan kuantitas air yang baik, juga terdapat optimalisasi dalam penggunaan peralatan di PDAM. Berikut adalah blok diagram pengolahan air di PDAM



Gambar 1. Blok diagram pengolahan air di PDAM

Pada permasalahan di atas, hanya bagian filter yang khusus akan dibahas. Filter dalam hal ini merupakan proses terakhir dalam pengolahan air dan berfungsi sebagai penyaring kotoran dan menjernihkan air. Filter perlu dilakukan pencucian untuk menjaga keluaran dari filter tetap jernih dan kotoran yang melekat pada tiap level filter dapat di buang dengan mendorong air dari bawah filter. Metode pencucian filter yang kini digunakan pihak PDAM yaitu secara penjadwalan dengan durasi 2 jam secara bergiliran antar filter (jumlah filter ada 12) kurang maksimal karena belum tentu dalam durasi 2 jam tersebut filter belum tentu output yang di hasilkan filter sudah tidak jernih ataupun kotoran yang melekat tidak banyak. Oleh karena itu, perlu ditambahkan sebuah sistem yang mengatur jadwal pencucian air. Untuk itu akan dicoba menggunakan sistem yang berbasis SCADA yang menggunakan PLC (dengan vendor Modicon Schneider) dan penggunaan logika fuzzy sebagai pengambilan keputusan dalam menentukan waktu pencucian.

2. Kualitas Air

Kualitas air keluaran dari PDAM mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 907/MENKES / SK/VII/2002, tanggal : 29 Juli 2002

Tabel 1. Standard air minum

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Parameter Fisik			
Warna	TCU	15	
Rasa dan bau	-	-	
Temperatur	°C	Suhu udara ± 3°C	
Kekeruhan	NTU	5	

Batasan dan standard di atas yang menjadi acuan dalam pembuatan proses pencucian filter. Diharapkan proses filter sebagai proses penjernihan air dan merupakan pengolahan yang terakhir mampu menghasilkan kualitas air sesuai dengan standard di atas. Tetapi selama ini standard kekeruhan yang dipakai pihak PDAM adalah kurang dari 1 NTU (Nepnelometrik Turbidity Unit).

3. Logika Fuzzy

Logika fuzzy berbeda dengan logika konvensional yang hanya mampu memberi nilai logika "1" atau "0", logika fuzzy mampu mengatasi semua nilai logika antara logika "0" dengan logika "1". Logika fuzzy menggunakan perhitungan aritmatika untuk menentukan tingkat kebenaran dari suatu nilai kebenaran. Penggunaan fuzzy pada PLC akan dicoba dalam permasalahan sistem pencucian filter ini. (Penerapan pada PLC menggunakan jenis bahasa Structure Text yang merupakan fasilitas dari PLC Modicon Schneider).

4. Sistem SCADA

SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) sistem, adalah sistem yang memungkinkan pengguna/operator untuk melakukan:

1. Monitoring (pengawasan)
2. Controlling (pengendalian)
3. Data Acquisition (pengambilan dan perekaman data)

Fasilitas SCADA diperlukan untuk pengendalian operasi secara *realtime*. Suatu sistem SCADA terdiri dari sejumlah RTU (*Remote Terminal Unit*), sebuah *Master Station / RCC (Region Control Center)*, dan jaringan telekomunikasi data antara RTU dan *Master Station*. RTU ini bertugas untuk mengetahui setiap kondisi peralatan, status peralatan, dan sinyal alarm yang kemudian diteruskan ke RCC melalui jaringan telekomunikasi data.

Pada penggunaan sistem ini, juga menggunakan sistem SCADA produk *Schneider* yaitu *Vijeo Citect V.7.0*. Penggunaan SCADA pada proses pencucian filter terbatas hanya pada proses kontrol auto dan manual, *monitoring*, serta *data logging*.

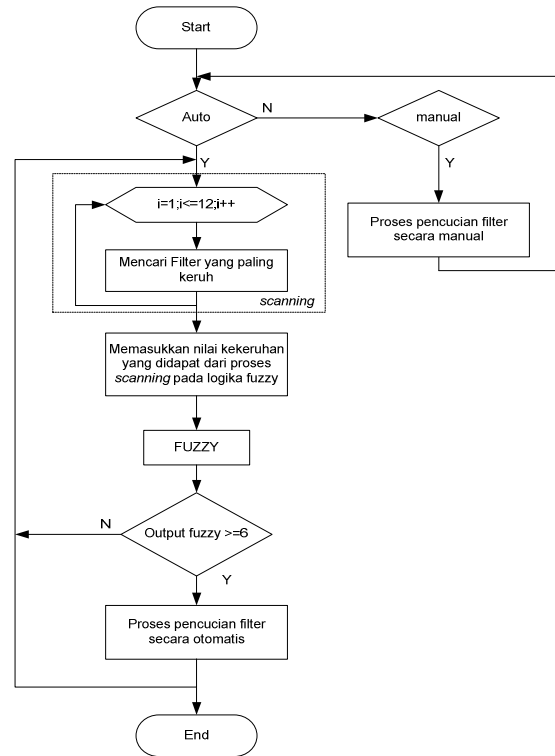
5. PLC

PLC merupakan sistem yang dapat memanipulasi, mengeksekusi, dan atau memonitor keadaan proses pada laju yang amat cepat, dengan dasar data yang bisa diprogram dalam sistem berbasis mikroprosesor integral. Dalam makalah PLC yang digunakan Modicon Schneider dengan CPU 311.

6. Perencanaan Pencucian Filter

Perencanaan filter akan membahas mengenai perancangan logika fuzzy pada PLC dan konfigurasi

sistem pencucian. Dengan diagram alir sistem sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram alir proses pencucian filter

Dalam diagram alir diatas, nampak terdapat proses *scanning*. Proses *scanning* ini yang menentukan filter mana yang akan diolah nilainya dan dimasukkan ke dalam logika fuzzy. Jadi tidak semua filter akan diolah oleh logika fuzzy, tetapi hanya 1 sesuai dari keluaran proses *scanning*. Adapun cara pengolahan dari proses tersebut adalah dengan mencari nilai kekeruhan yang terbesar dari 12 filter.

Pada logika fuzzy, akan mengolah data dari filter keluaran proses *scanning* untuk diputuskan apakah filter tersebut perlu dicuci atau tidak. Filter akan dicuci apabila keluaran dari *defuzzification* adalah diatas 5.5. Proses *scanning* akan bekerja terus selama belum ada filter yang dicuci. Bila ada filter yang dicuci, proses *scanning* akan berhenti.

6.1. Perencanaan Logika Fuzzy

Pada proses pencucian filter, logika fuzzy akan dicoba diterapkan pada PLC *Modicon Schneider* dengan bahasa pemrograman menggunakan ST (Structure Text). Ada 5 tahapan dalam membangun logika fuzzy

6.1.1. Menentukan *crisp* input dan *crisp* output

logika fuzzy pada proses filter ini menggunakan 2 buah input yaitu level reservoir dan tingkat kekeruhan

dari filter dan 1 output fuzzy berupa pengambilan keputusan untuk mencuci filter.

6.1.2. Menentukan *membership function*

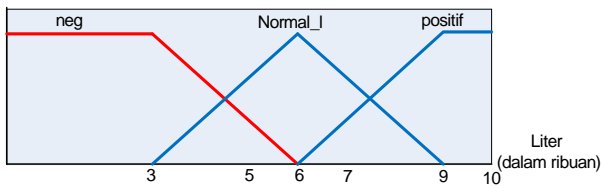
Penerapan pada PLC, tahapan ini berupa deklarasi nilai pada masing label pada 2 buah input dan 1 buah output seperti berikut : (Deklarasi nilai label negatif pada level reservoir)

```
Negatif:=3000.0;
Neg1:=0.0;
Neg2:=0.0;
Neg3:=3000.0;
Neg4:=6000.0;
```

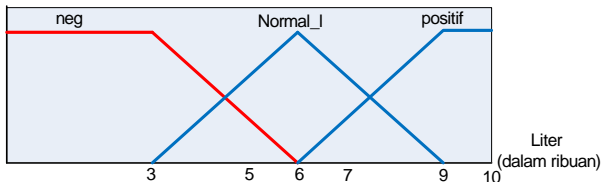
(deklarasi output)

```
n_tidak:=1.0;
n_ya:=9.5;
```

deklarasi pada masing label dibagi menjadi 4 titik. Titik pertama (dimulai dari kiri) berarti awal *membership function* (tingkat kebenaran "0"), kemudian titik 2 dan 3 adalah batas garis dimana tingkat kebenarannya adalah "1". Titik 4 adalah titik dimana garis jatuh kebenaran adalah "0" (paling kanan) untuk label tersebut.



Gambar 3. Membership Function dari level reservoir



Gambar 4. Membership Function dari tingkat kekeruhan



Gambar 5. Membership Function dari keluaran fuzzy

6.1.3. Fuzzyfication

Proses *fuzzyfication* digunakan untuk mengubah nilai crisp input menjadi fuzzy. Ide dasar pembuatan proses fuzzyfication ini adalah dengan menggunakan rumus persamaan garis lurus yang melewati 2 buah titik.

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (1)$$

Penerapannya pada PLC akan menjadi sebagai berikut :

```
- Fuzzyfication pada input level reservoir, label negatif
If level_res < negatif then
  Lev1:=1.0;
Elsif level_res > neg4 then
  Lev1:=0.0;
Elsif level_res > negatif and level_res < neg4 then
  Lev1:=(((level_res-neg4)/(neg4-neg3))*(0.0-1.0));
End_if;
```

6.1.4. Rule Evaluation

Dalam tahap ini maka nilai fuzzy yang telah ada akan disesuaikan dengan rule yang ada sehingga menghasilkan nilai fuzzy untuk output. Dalam pengerjaannya, dilakukan 2 proses yaitu proses pertama digunakan untuk menentukan nilai output yang sesuai dengan menggunakan metode "AND" karena menggunakan metode tersebut maka nilai yang diambil merupakan nilai yang terkecil. Proses kedua digunakan untuk menentukan nilai output yang sama. Dalam pengerjaannya pada PLC dapat dilihat sebagai berikut :

```
- Proses pertama :
If lev1 >= 0.0 and krh1 >= 0.0 then
  If lev1 > krh1 then
    Rule1:=krh1;
  Else
    Rule1:=lev1;
  End_if;
End_if;
- Proses kedua : (bila output "YA" yang mempunyai nilai output sama)
If rule6 > rule8 then
  Out_ya:=rule6;
Else
  Out_ya:=rule8;
End_if;
If out_ya > rule9 then
  Out_ya:=out_ya;
Else
  Out_ya:=rule9;
End_if;
```

Tabel 2. Rule Evaluation

Rule	Level	Keruh	Out
1	lev1	krh1	N_tidak
2	lev1	krh2	N_tidak
3	lev1	krh3	N_tidak
4	lev2	krh1	N_tidak
5	lev2	krh2	N_tidak
6	lev2	krh3	N_ya
7	lev3	krh1	N_tidak
8	lev3	krh2	N_ya
9	lev3	krh3	N_ya

3.1.5. Defuzzification

Proses terakhir adalah mengubah nilai fuzzy dari output menjadi nilai crisp output. Metode yang digunakan pada sistem pencucian filter ini adalah dengan *center of gravity* (COG). Dengan persamaan sebagai berikut :

$$COG = \frac{\int x \mu(x) dx}{\int \mu(x) dx} \quad (2)$$

Berikut adalah penerapannya pada PLC :

Out_f1:=((out_ya*n_ya)+(out_tidak*n_tidak))/(out_ya+out_tidak)

6.2. Konfigurasi PLC

Dalam konfigurasi PLC terdapat beberapa hal penting yang perlu dikonfigurasi, yaitu komunikasi PLC dengan PC dan pengalaman antara PLC dengan peralatan yang akan dikontrol

6.2.1. Komunikasi PLC dan PC

Dalam komunikasi yang perlu diperhatikan adalah *setting* IP. Hal ini dilakukan karena komunikasi antara PLC dan PC menggunakan *Ethernet*. Untuk *setting*, dilakukan pada software PLC *Unity Pro XL*



Gambar 6 Setting IP Address

6.2.2. Pengalaman PLC

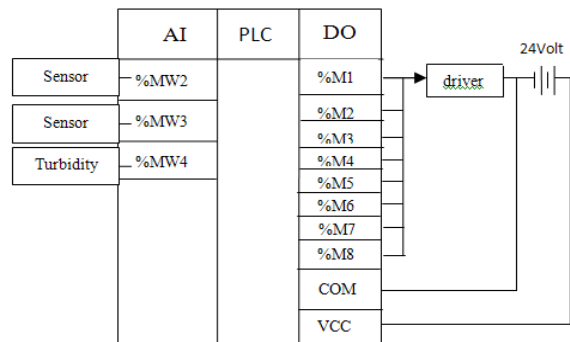
Pengalaman PLC disesuaikan dengan pabrikan PLC. Karena PLC yang digunakan milik Schneider maka

aturan pengalaman PLC juga mengikuti aturan Schneider.

Tabel 3. Pengalaman PLC

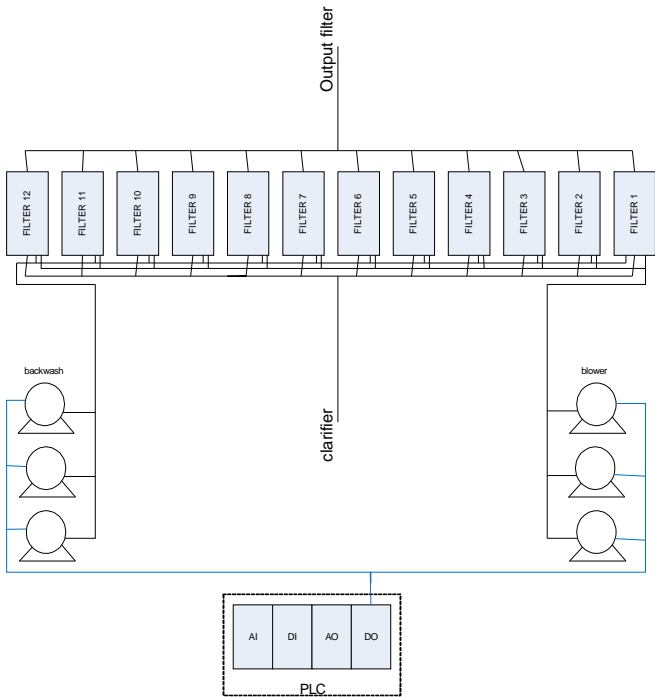
Output Digital	
Alamat	Keterangan
%m1	Kompressor 1
%m4	Pompa
%m5	Pompa2
%m6	Pompa3
%m7	Pintu keluar 1a
%m8	Pintu keluar 1b
%m9	Pintu keluar 2a
%m10	Pintu keluar 2b
%m11	Pintu keluar 3a
%m12	Pintu keluar 3b
%m13	pintu masuk 1a
%m14	pintu masuk 1b
%m15	pintu masuk 2a
%m16	pintu masuk 2b
%m17	pintu masuk 3a
%m18	pintu masuk 3b

Input Analog	
Alamat	Keterangan
%mw2	Input sensor level filter 1
%mw3	Input sensor level filter 2
%mw4	Input sensor kekeruhan



Gambar 8. Wiring PLC (mengacu pada pengalaman gambar 7)

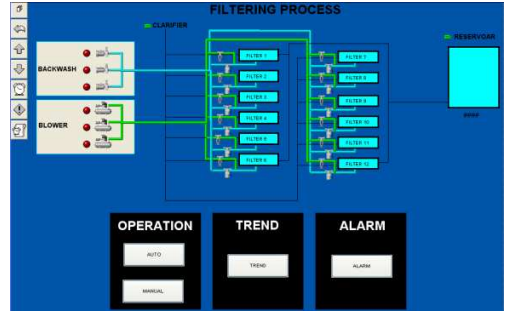
Pengalamatan seperti pada gambar 7 dimaksudkan. Bila termasuk kelompok data berupa digital output dapat menggunakan %Q tetapi dikarenakan PLC akan diintegrasikan dengan SCADA maka pengalamatannya berupa %M yang berarti memory tetapi data masih berupa data digital. Untuk analog input menggunakan %IW dikarenakan analog input juga diintegrasikan dengan SCADA maka pengalamatannya menjadi %MW (memory word).



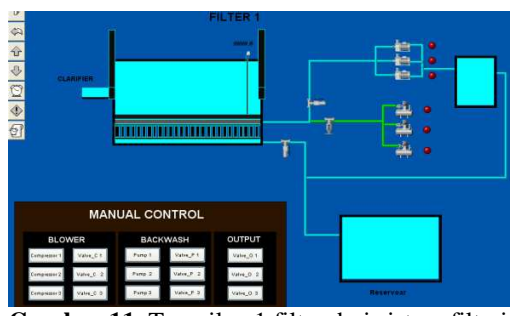
Gambar 9. Hubungan PLC dengan hardware pencucian filter

6.3. Perencanaan SCADA

Pada SCADA terdapat fitur mode manual dan auto. Mode ini digunakan dalam proses pencucian filter. Bilamana dikehendaki pencucian filter berjalan secara otomatis maka tombol auto ditekan dan filter akan dicuci sesuai keluaran dari logika fuzzy yang disampaikan pada poin 3. Bila yang dipilih adalah mode manual maka filter akan dicuci dengan penekan tombol-tombol yang telah disediakan pada masing-masing frame filter di SCADA seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Mode manual juga mengindikasikan bahwa touchscreen (tidak dibahas dalam makalah ini) akan aktif. Penggunaan Touchscreen sama dengan penekanan tombol pada gambar 5 hanya saja bersifat lokal atau dekat dengan hardware filter.



Gambar 10. Tampilan total dari sistem filtering



Gambar 11. Tampilan 1 filter dari sistem filtering

6. Hasil Uji Coba

Tabel 3. Hasil penerapan logika fuzzypada proses Pemutusan pencucian filter

Urutan Filter	Nilai Kekeruhan	Cuci / Tidak	Level Reservoir	Prioritas
Scanning 1				
8	6591	tidak	7080	-
12	6225	tidak	7080	-
7	6103	tidak	7080	-
11	5957	tidak	7080	-
10	5664	tidak	7080	-
5	5615	tidak	7080	-
6	5493	tidak	7080	-
9	5493	tidak	7080	-
3	5371	tidak	7080	-
4	5151	tidak	7080	-
2	5126	tidak	7080	-
1	4882	tidak	7080	-

Urutan Filter	Nilai Kekeruhan	Cuci / Tidak	Level Reservoir	Prioritas
Scanning 2 : Dari scanning 1 terdapat jeda waktu 60 detik				
8	8300	cuci	7080	1
12	8056	cuci	7080	2
7	7690	tidak	7080	-
11	7568	tidak	7080	-
10	7324	tidak	7080	-
5	7080	tidak	7080	-
6	6591	tidak	7080	-
9	6347	tidak	7080	-
3	6286	tidak	7080	-
4	5798	tidak	7080	-
2	5615	tidak	7080	-
1	5554	tidak	7080	-
Scanning 3 : Dari scanning 2 terdapat jeda waktu 31 menit				
7	8422	Cuci	7080	1
12	8300	cuci	7080	2
11	7812	Tidak	7080	-
10	7690	Tidak	7080	-
5	7446	Tidak	7080	-
6	7202	Tidak	7080	-
9	6835	Tidak	7080	-
3	6713	Tidak	7080	-
4	6103	Tidak	7080	-
2	6042	Tidak	7080	-
1	5615	Tidak	7080	-
8	3173	Tidak	7080	-

Pada tabel diatas diketahui bahwa nilai kekeruhan pada masing-masing filter perubahannya tidak linier. Dan antara satu filter dengan filter yang lainnya tidak mempengaruhi. Filter akan dicuci dengan nilai kekeruhan terbesar. Walaupun terdapat lebih dari 1 filter yang nilai kekeruhan lebih dari setting, tetap 1 filter yang dicuci.

6. Kesimpulan

1. Penggunaan proses pencucian filter secara otomatis berbasis PLC dengan metode kontrol logika fuzzy dan diintegrasikan ke dalam SCADA dianjurkan dalam proses perjernihan air. Disamping proses pencucian dapat diminimalisasi dan hanya mencuci sesuai kondisi kekeruhan, kualitas air keluaran filter dapat terjaga diantara 0.7 – 0.9 NTU.
2. Dengan penggunaan logika fuzzy, penentuan proses pencucian lebih fleksibel dalam artian bahwa proses mencuci dilakukan hanya jika tingkat kekeruhan filter

telah berada pada ambang batas. Pengambilan nilai keluaran fuzzy yang sesuai dengan sistem pencucian adalah sebesar 5.5 (nilai keluaran defuzzyfication).

3. Lama waktu pencucian filter yang terbaik adalah selama 30 menit. (15 menit proses backwash dan 15 menit untuk blower).

Daftar Pustaka

- [1] Sciacca, Samuel C. 1995 .”SCADA Concepts”. IEEE.
- [2] Mukhlis, Faqihza. 2009. “Otomasi Plant dan PLC”. Bandung.
- [3] Sumirjatih, Prih. 2008. “Pemanfaatan Tenaga Listrik”.
- [4] BAPPENAS. 2003. “Pembangunan Air Minum dan Penyehatan Lingkungan Berbasis Masyarakat”.
- [5] Unity Pro XL 4: Standard Block Library
- [6] Unity Pro XL Manual Schneider Electric
- [7] Citect SCADA Quickstart Tutorial V7.0
- [8] Quantum with Unity Pro Discrete and Analog I/O Reference Manual, 2008, Schneider Electric
- [9] Tutorial Vijeo Citect, Telemecanique
- [10] Ahidul Bariz, Zyendy. Pemanfaatan Magelis Touchscreen sebagai Human Machine Interface berbasis TCP/IP multivendor PLC networking, Proyek Akhir Politeknik Elektornika Negeri Surabaya, 2010.