

SIMULASI SISTEM KENDALI *WATER TREATMENT* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP SEBALANG UNIT 5 & 6 LAMPUNG SELATAN

Indra Yudhaemi¹, Emir Nasrullah², Noer Soedjarwanto³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung

Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

¹indrayudhaemi@yahoo.com, ²emas@unila.ac.id, ³noersoedjarwanto@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini dibuat simulasi tentang sistem kendali *water treatment* pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Sebalang unit 5 & 6 Lampung Selatan. Pembangkit Listrik Tenaga Uap bekerja dengan memanfaatkan energi tekanan uap dari proses perebusan air demineral air laut oleh batu bara untuk menggerakkan turbin dan generator yang akhirnya menghasilkan listrik. Bahan utama penghasil uap ini adalah air laut yang tentu saja memiliki kandungan kimia yang masih harus diolah dengan baik sehingga dapat menghasilkan uap yang tidak merusak logam-logam, khususnya kandungan garam yang sangat konduktif dan bersifat korosif. Oleh karena itu, sangat diperlukan suatu metode pengolahan air laut menjadi air demineral yang layak dijadikan uap bagi turbin yaitu metode pentreatmentan air (*water treatment*).

ABSTRACT

In this research the simulation is made of water treatment control system on Steam Power Plant Unit 5 & 6 Sebalang, South Lampung. Steam Power Plant works by using the energy of the steam pressure by boiling demineralized sea water using coal to rotate a turbine and a generator, which is finally produces electricity. The main ingredient to produce this steam is sea water which still has chemical composition, which needs to be processed well, so the steam which is produced does not ruin metal, especially content of salt which is very conductive and corrosive. Therefore a method of processing salt water to be a proper demineralized water steam for generator is needed, which is called as water treatment method.

I. PENDAHULUAN

Di jaman ini teknologi tepat guna telah banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari yang bertujuan menunjang kehidupan manusia, salah satunya adalah teknologi listrik. Listrik merupakan sumber energi utama bagi kehidupan sebagai sumber untuk menjalankan mesin, peralatan kedokteran, dan lain-lainnya sangat perlu ditopang dengan sistem yang baik yaitu dengan memberikan sistem teknologi yang tepat bagi pembangkit listrik sehingga dapat bekerja optimal menghasilkan energi listrik bagi masyarakat. Pembangkit listrik ada bermacam-macam salah satunya yang

sekarang sedang giat-giatnya dibangun adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang bekerja dengan memanfaatkan energi tekanan uap dari proses perebusan air demineral air laut oleh batu bara untuk menggerakkan turbin dan generator yang akhirnya menghasilkan listrik. Bahan utama penghasil uap ini adalah air laut yang tentu saja memiliki kandungan kimia yang masih harus diolah dengan baik sehingga dapat menghasilkan uap yang tidak merusak logam-logam, khususnya kandungan garam yang sangat konduktif dan bersifat korosif. Oleh karena itu, sangat diperlukan suatu metode pengolahan air laut menjadi air

demineral yang layak dijadikan uap bagi turbin yaitu metode pentreatmentan air (*water treatment*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Logika

Logika adalah sesuatu yang dapat diterima oleh akal, dalam hal ini berhubungan dengan keteknikan. Logika diimplementasikan dalam bentuk simbol, yang dikenal dengan *logic gate* (gerbang logika). Simbol tersebut tidak menyatakan alat, hanya menyatakan fungsinya saja. Adapun jenis gerbang logika dasar, yaitu:

1. Gerbang *Not*

Gerbang *Not* adalah logika yang berfungsi menginvert suatu masukan artinya jika terdapat masukan Ya, maka keluaran logika tersebut adalah Tidak. Berikut adalah simbol gerbang *Not* :



Gambar 1. Simbol Gerbang *not*

2. Gerbang *OR*

Gerbang *OR* adalah gerbang logika yang mempunyai arti jika inputnya bernilai “1” atau keduanya maka outputnya “1”, dan jika kedua inputnya berlogika “0” maka outputnya “0”. Berikut adalah simbol gerbang *OR* :



Gambar 2. Simbol Gerbang *OR*

3. Gerbang *AND*

Gerbang *AND* adalah gerbang logika yang mempunyai arti output bernilai logika “1”, jika dan hanya jika kedua inputnya berlogika “1”. Sama halnya dengan gerbang *OR*, gerbang *AND* mempunyai 2 minimal input. Berikut adalah simbol gerbang *AND* :



Gambar 3. Simbol Gerbang *AND*

2.2. Standar Kualitas Air

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menggunakan bahan baku air laut yang mengandung garam yang diproses menjadi air tawar yang layak digunakan untuk proses penguapan yang selanjutnya digunakan untuk memutar turbin. Adapun standar dari kualitas air menurut Dokumen Kontrak PLTU Lampung 2 x 100 MW. 2007. *Instrument and Control System*. PLTU Sebalang. Lampung Selatan⁴. adalah sebagai berikut :

1. Konduktiviti atau daya hantar listrik air. kurang dari 0,5 mikro-mho.
2. Kandungan silica kurang dari 0,015 ppm.
3. pH antara 6.5 sampai 7.
4. *Disolved Oksigen* (DO₂) kurang dari 0,3 ppm.

2.3. Sistem Program

Pemrograman adalah suatu sistem pembuatan kontrol dengan menggunakan komputer (*mikrokontroler*) yang jauh lebih praktis digunakan daripada menggunakan perangkat *hardware*, seperti : *relay*, *timer*, *kontaktor*, *counter*, dan lain-lain. Bahasa yang digunakan adalah bahasa *mnemonic* atau bahasa heksadesimal mesin komputer. Di dalam mesin komputer telah terdapat komponen yang sangat lengkap dan berjuta-juta jumlahnya. Baik *counter*, *register*, *relay*, *kontaktor* dalam bentuk software, dan dapat digunakan berinteraksi dengan hardware luar.

2.4. PLC

Programmable Logic Controllers (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *PLC* menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan di desain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan,

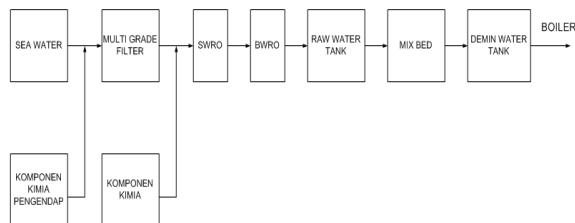
perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog³.

2.5. CX ONE Program PLC

PLC omron adalah produk dari jepang. Omron sudah terkenal di kalangan industri dengan PLC yang murah dan handal. Software *CX-One* memungkinkan pengguna untuk membangun, mengkonfigurasi dan memprogram sejumlah perangkat seperti PLC, HMI dan sistem gerak-kontrol dan jaringan yang menggunakan hanya satu paket perangkat lunak dengan satu instalasi dan nomor lisensi. Hal ini sangat mengurangi kompleksitas konfigurasi dan memungkinkan sistem otomatisasi untuk diprogram atau dikonfigurasi dengan pelatihan yang minimal⁷.

2.6. Water Treatment Plant (WTP)

untuk menghasilkan sistem uap yang baik pada suatu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) maka diperlukan suatu sistem atau *treatment* untuk memproses air laut (*Sea Water*) yang memiliki unsur-unsur yang dapat merusak logam (peralatan pembangkit) menjadi air demineral (air murni) yang uapnya layak digunakan untuk menggerakkan Turbin Pembangkit. Dalam bahasa pembangkit disebut sebagai proses *Water Treatment Plant (WTP)*. Adapun komponen *Water Treatment Plant (WTP)* dapat dilihat dari blok diagram berikut :



Gambar 4. Komponen Pemrosesan *Water Treatment Plant (WTP)*

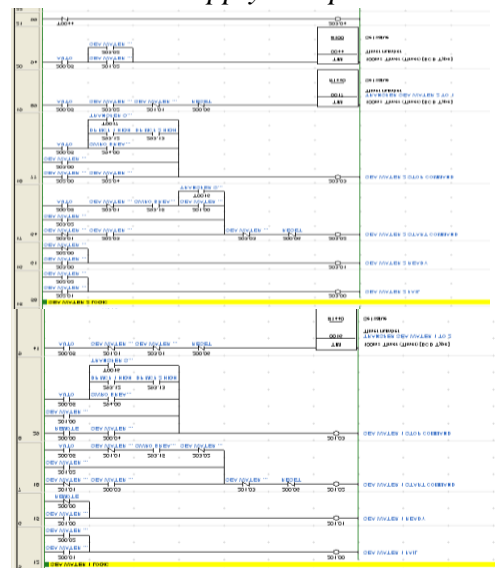
III. METODE PENELITIAN

3.1. Pembuatan Simulasi Sistem WTP

Pada proses pembuatan simulasi Sistem *WTP* ini langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan alamat-alamat input yang bersumber dari kondisi dan fasilitas yang terdapat pada panel masing-masing motor pompa dan dari sensor-sensor, seperti : *level switch*, *flow switch*, dan *pressure switch*.

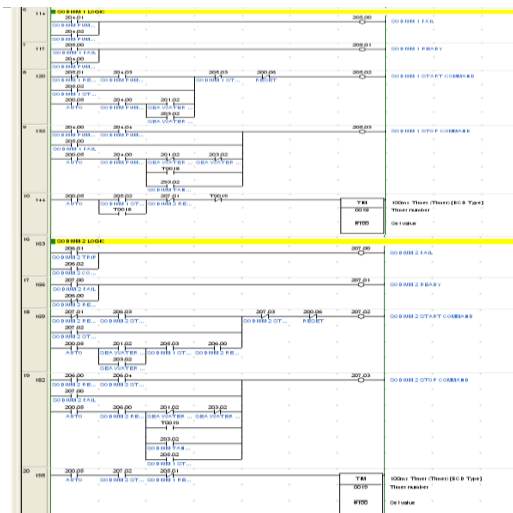
3.2. Logic Kontrol Masing-Masing Motor

1. Sea Water Supply Pump



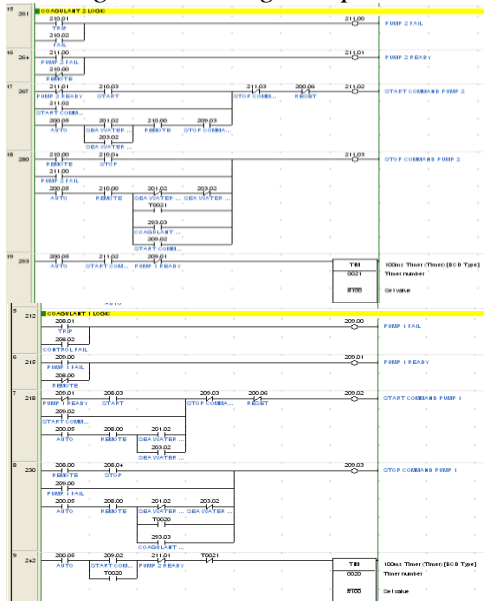
Gambar 5. Logic kontrol *Sea Water Supply Pump*

2. Sodium Dosing Pump 1 dan 2



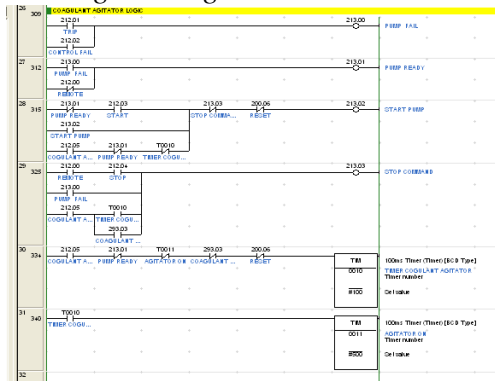
Gambar 6. Logic kontrol *Sodium Dosing Pump*

3. Coagulant Dosing Pump 1 dan 2



Gambar 7. Logic kontrol Coagulant Dosing Pump

4. Coagulant Agitator

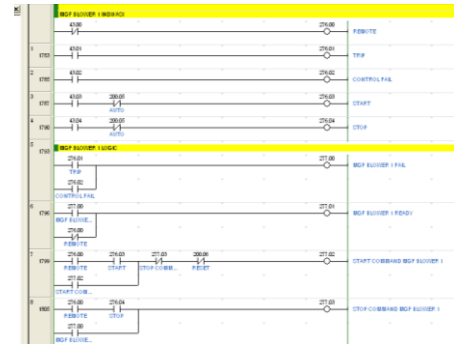
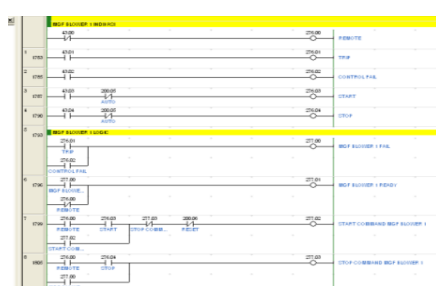


Gambar 8. Logic kontrol Coagulant Agitator

5. Flocculant Dosing Pump 1 dan 2

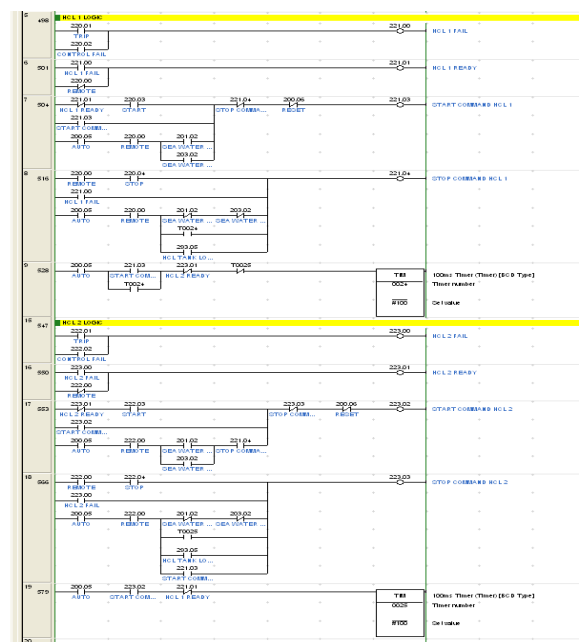
Flocculant Dosing berfungsi sebagai proses lanjutan dari Coagulant, yaitu mengikat partikel yang lebih padat sehingga lebih mudah disaring dalam Multi Grade Filter. Sistem kerjanya sama dengan Coagulant Dosing, yaitu pompa dosing ini akan running, jika Sea Water 1 atau 2 telah running.

6. Multi Grade Filter Blower 1 dan 2

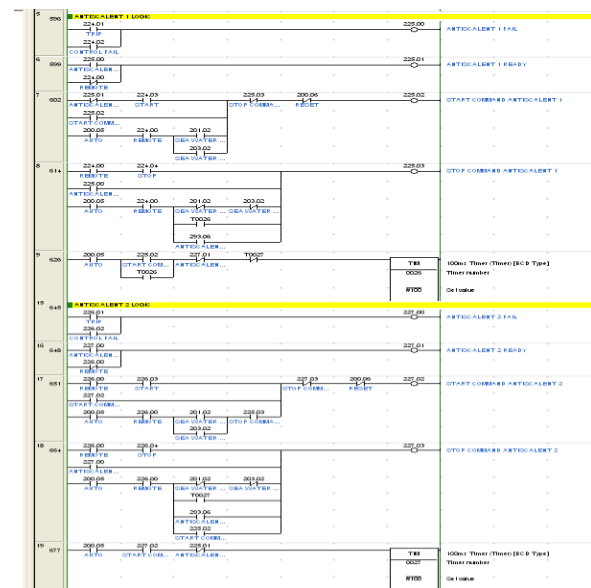


Gambar 9. Logic kontrol MGF Blower 1 dan 2

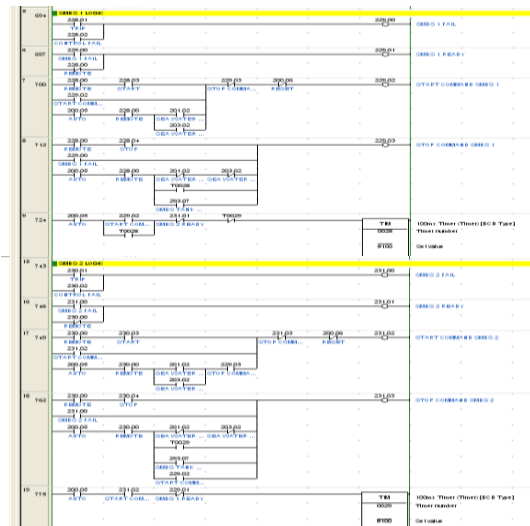
7. HCL Dosing, Antiscalent Dosing, dan SMBS Dosing Pump 1 dan 2



Gambar 10. Logic kontrol HCL Dosing 1 dan 2

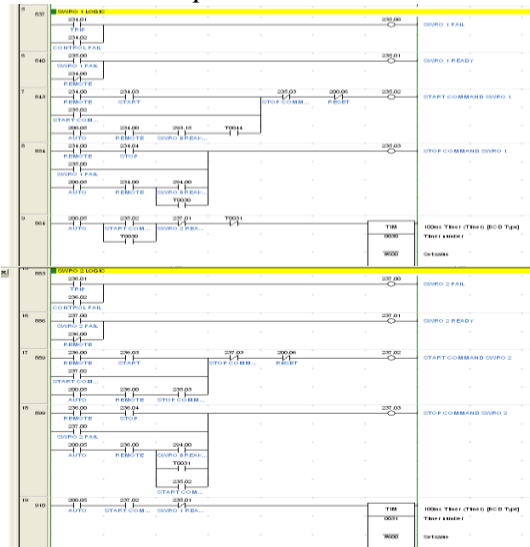


Gambar 11. Logic kontrol Antiscalent Dosing 1 dan 2



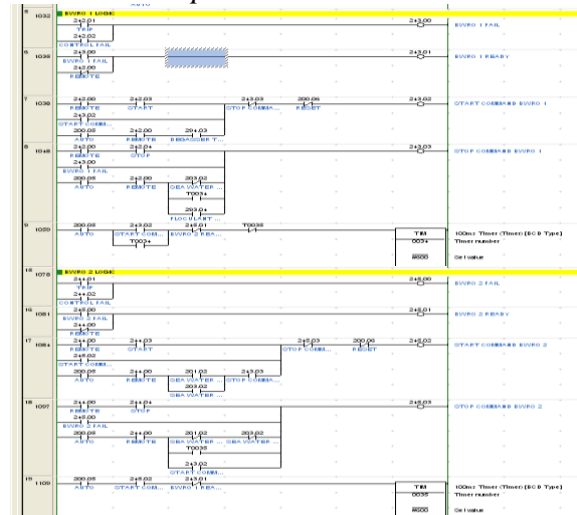
Gambar 12. Logic kontrol SMBS Dosing 1 dan 2

8. SWRO Pump 1 dan 2



Gambar 13. Logic kontrol SWRO Pump 1 dan 2

9. BWRO Pump 1 dan 2

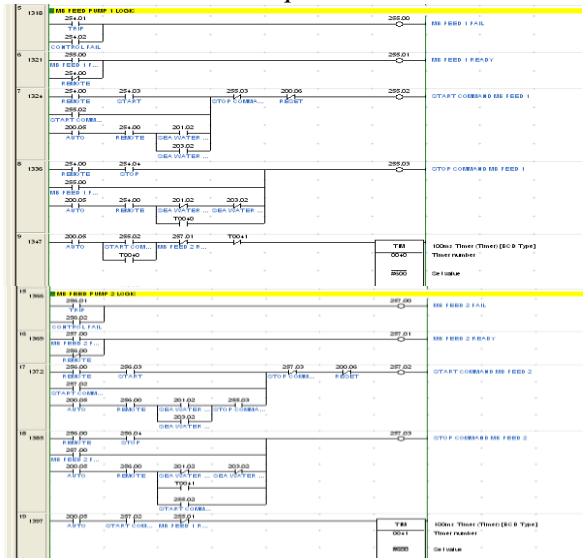


Gambar 14. Logic kontrol BWRO Pump 1 dan 2

10. Caustic Dosing Pump 1 dan 2

Untuk logic Caustic Dosing sama seperti HCL, Antiscalent, dan SMBS Dosing. Caustic Dosing Pump bekerja secara bergantian dan selalu running jika ada aliran air dalam pipa dari SWRO Break tank menuju RAW Water Tank.

11. Mix Bed Feed Pump 1 dan 2

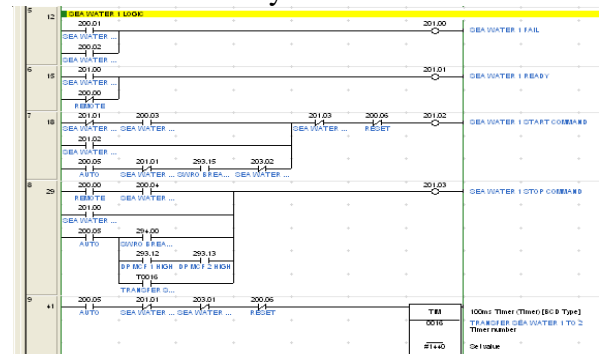


Gambar 15. Logic kontrol Mix Bed Feed Pump 1 dan 2

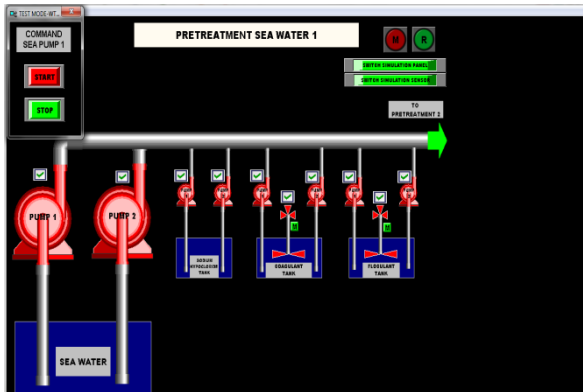
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Interlock Logic Antar Relay

Fungsi utama *interlock relay* adalah kombinasi urutan kerja pada *logic leader*, sehingga membentuk sistem kontrol yang terpadu dan tidak bersinggungan antara 1 relay dengan relay lainnya. Salah satu contoh sistem *interlock relay* adalah :

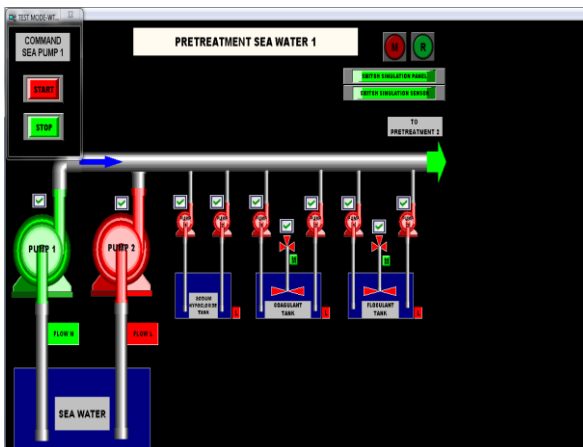


Gambar 16. Interlock Relay Pada Kontrol Motor Pompa



Gambar 17. Tampilan interlock relay pada Sea Water Pump sebelum di start

Pada gambar di atas, terlihat bahwa pompa Sea Water 1 masih mati (warna merah) dan setelah ditekan tombol start, maka Sea Water 1 tersebut berubah warna menjadi hijau (running).



Gambar 18. Tampilan interlock relay pada Sea Water Pump setelah di start

4.2. Sequence Control

Sequence control merupakan urutan proses kerja dari awal sampai akhir. Pada sistem WTP ini, sequence control dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

1. Sequence dari Sea Water Pump sampai SWRO Break Tank.
2. Sequence dari SWRO Break Tank sampai Raw Water Tank.
3. Sequence dari Raw Water Tank sampai Demineralized Water Tank.

4.3. Perhitungan Pengisian Raw Water Tank

Dengan mengetahui kapasitas masing-masing bagian yang mengisi Raw Water Tank, maka keluaran total yang mengisi masing-masing Raw Water Tank adalah 27,2 m³/h dan kapasitas tanki adalah 1500 m³, maka lamanya pengisian masing-masing tanki adalah :

Waktu pengisian adalah = kapasitas tanki / kapasitas pengisian

$$= (1500 / 27,2) \text{ jam}$$

$$= 55,14 \text{ jam}$$

Dalam simulasi

$$= 5,514 \text{ menit}$$

$$= 330 \text{ detik}$$

Jika tinggi tanki aktual adalah 108 dm, maka nilai tiap dm (yang merupakan counter tingkat level) adalah 330 detik. Atau dalam penggunaan timer per 10 ms TIMH adalah $330/2 = 165$ untuk masing-masing clock system.

Sedangkan waktu pengisian tanki Demin, adalah sebagai berikut :

Diketahui : flow inlet yang menuju 2 tanki Demin adalah 40 m³/h, sehingga masing-masing tanki adalah 20 m³/h, Kapasitas masing-masing tanki adalah 1000 m³, Tinggi tanki adalah 8,7 meter = 87 dm, Kondisi low pada tanki adalah 14 cm = 1,4 dm = 0,14 m, Sehingga waktu isi pada tanki adalah : $(1000 / 20) \text{ jam} = 50 \text{ jam}$.

Dalam simulasi ini dibuat 5 menit atau 300 detik. Pada simulasi kecepatan untuk mencapai kondisi tanki dalam kondisi penuh adalah $8,7 \text{ m} / 300 \text{ detik} = 0,029 \text{ m/s}$. Dan waktu setting pada TIMH (per 10 ms) adalah 150 untuk masing-masing clock atau 1,5 detik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor-sensor yang digunakan dalam proses WTP merupakan sensor switch

yang dinyatakan dalam logika “0” dan “1”. Settingan terhadap nilai ini sudah menjadi satu paket dalam sensornya. Tugas PLC hanya untuk mengolah data masukan “0” dan “1” tersebut menjadi suatu sistem kontrol terpadu.

2. PLC Omron memiliki tegangan kerja 220 Vac, dan mempunyai karakteristik inputan + 24 Vdc. Artinya jika terdapat tegangan input + 24 Vdc, maka dianggap sebagai input logika “1”, sedangkan jika pada input bertegangan 0 Volt, maka dibaca sebagai input logika “0”.
3. Pada proses perhitungan waktu pengisian tangki pada *Raw Water Tank* adalah kapasitas tangki / kapasitas pengisian. Perhitungan ini digunakan untuk memudahkan pada saat pensimulasian agar waktu pengisiannya tidak terlalu lama.
4. *DG Transfer Pump* belum aktif karena level *Degasser Tank* masih *low*, untuk mengubah kondisi ini maka *switch low* pada *Degasser Tank* harus di *toggle*. Pada saat *DG Transfer Pump* telah aktif dan mengisi tangki *Raw Water* hingga mencapai ketinggian 100 dm. Setelah mencapai nilai ini, maka *DG Transfer Pump* stop.
5. *MB Feed Pump* mulai *running* ketika level tangki *Raw Water* mencapai ketinggian 10 dm. Setelah itu air memasuki *Mix Bed Filter* dan membuka valve 3 yang berhubungan dengan jalurnya. Keluaran dari *Mix Bed Filter* ini langsung dimasukkan dalam tangki demin *Demineralized Tank*. Dan pada saat *Demin Water Tank* mencapai ketinggian isi 100 dm atau 10 meter, maka pompa *MB Feed Pump* menjadi stop.

5.2 Saran

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, maka penulis dapat memberi saran sebagai berikut:

1. Dalam memilih program PLC hendaknya menggunakan program yang sudah lengkap yaitu mengandung program *ladder logic*, program simulator pengganti PLC sungguhan, dan memiliki program

Designer, sehingga memudahkan dalam simulasi program dan sekaligus dapat memantau jalannya program *hardware* jika dihubungkan dengan PLC sungguhan.

2. Dalam membuat suatu program *logic*, hendaknya perancang program benar-benar memahami terlebih dahulu bentuk dan sifat komponen *hardware*-nya, seperti jenis relay yang digunakan, kontaktor NO atau NC, jenis sensor input-an, seperti *switch level*, *switch flow*, *switch temperature*, dan *switch pressure*. Hal ini berfungsi supaya program yang dibuat tidak salah proses dan sesuai dengan yang dikehendaki.
3. Dalam membuat suatu program *logic*, hendaknya dibuat sistem *ladder logic* seringkali mungkin (menghemat jumlah Rung) sehingga tidak memperlambat proses *scanner* program pada PC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dokumen PT. PLN (Persero). *Digital Communication*. Pusdiklat Udiklat PLTU Suralaya. Cilegon. 2010.
- [2] Dokumen PT. PLN (Persero). *Kontrol Instrument*. Pusdiklat Udiklat PLTU Suralaya. Cilegon. 2010.
- [3] Dokumen PT. PLN (Persero). *PLC*. Pusdiklat Udiklat PLTU Suralaya. Cilegon. 2010.
- [4] Dokumen Kontrak PLTU Lampung 2 x 100 MW. *Instrument and Control System*. PLTU Sebalang. Lampung Selatan. 2007.
- [5] Jepoe, Adhi. *Water Disinfection Solution*. *OxiMax Published*. 2010.
- [6] Yaskawa. *Software Cx-One Pro*. *Omron Published*. 2008.
- [7] PT. PLN (Persero). *WTP MCC*. *Semacom Integrated Published*. 2011.
- [8] *Doshion Veolia Water Solution PVT LTD*. *Recirculation Line For DM Water Storage Tank*. *Autodesk Educational Product*. 2010.