

KONTROL MESIN REVERSE OSMOSIS BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC) DI PT ARJUNA UTAMA KIMIA (ARUKI) SURABAYA

Disusun Oleh

Rudi Jatmiko Dan R. Ahmad Cholilurrahman

Laboratorium Pengukuran Besaran Listrik, Jurusan Teknik Elektro, FTI, ITATS
Jalan Arief Rachman Hakim Nomor : 100, Surabaya 60117

ABSTRAK

Permasalahan pada PT. Arjuna Utama Kimia (*ARUKI*) adalah kebutuhan pasokan air bersih untuk kelangsungan proses produksinya. Untuk berlangganan air bersih ke PT PDAM Kota Madya Surabaya membutuhkan biaya yang sangat besar. Sebagai evaluasi pengadaan pasokan air bersih, pihak manajemen PT. Arjuna Utama Kimia (*ARUKI*) menggunakan mesin reverse osmosis. Dalam penelitian ini akan di buat perancangan dan pembuatan mesin Reverse Osmosis (*RO*) dengan menggunakan Programmable Logic Controller (*PLC*). yang merupakan sistem kontrol berbasis komputer. Hasil akhir menunjukkan ada beda waktu sebesar 1.530,6 menit antara pemakaian mesin reverse osmosis secara manual yang membutuhkan waktu 1.766 menit, dan pemakaian mesin reverse osmosis secara otomatis yang membutuhkan waktu 235,4 menit, di PT. Arjuna Utama Kimia (*ARUKI*).

Kata kunci : Mesin Reverse Osmosis, Programmable Logic Controller

ABSTRACT

Problems at PT.ARUKI is a clean water supply needs for continuity of the production process. To subscribe to fresh water PT PDAM Surabaya Municipality requires huge cost. As the evaluation of water supply procurement, the management of PT.ARUKI using the reverse osmosis machine. In this research in design and manufacture of machines for Reverse Osmosis using Programmable Logic Controller (*PLC*), which is a computer-based control system. The final results showed no difference between the time of 1530.6 hours use manually reverse osmosis machine which takes 1766 minutes, and the use of reverse osmosis machine that automatically takes 235.4 minutes, at PT. Main Arjuna Chemistry (*ARUKI*).

Keywords: Reverse Osmosis Machine, Programmable Logic Controller

1. PENDAHULUAN

Menurut *Jatmiko (2012)*, dinyatakan bahwa PT. Arjuna Utama Kimia (*ARUKI*) terletak di jalan Rungkut Industri I, Nomor : 18-22 Surabaya (kawasan Surabaya Industrial Estate Rungkut = *SIER*). Perusahaan ini salah satu perusahaan Lem kayu lapis terbesar di Indonesia, Konsumennya menyebar diseluruh Indonesia. Untuk itu PT.ARUKI selalu memberikan pelayanan yang terbaik terhadap pelanggannya salah satunya dengan cara memberikan pasokan produk yang tepat waktu. Diantaranya produk yang dihasilkan PT.ARUKI yaitu Formalin, struc bond, lem untuk plywood, dan lain-lain. Itu semua bahan dasarnya adalah air bersih, kebutuhan air bersih di PT. ARUKI membutuhkan pasokan secara terus menerus, perharinya mencapai 300 m³ pada seluruh plant yang ada. Pemakaiannya terdiri dari beberapa Plant antara lain:

- Adhesive Plant yaitu kebutuhan airnya sebesar 140m³ dengan Total Dissolve Solid (*TDS*) 100ppm, dan 50m³ dengan Total Dissolve Solid (*TDS*) 0-5ppm untuk proses Hoppelon (proses ini membutuhkan air murni/air demineralized)
- Formalin Plant yaitu kebutuhan airnya sebesar 90m³ dengan Total Dissolve Solid (*TDS*) 0-5ppm (*air Demineralized*)
- Area Umum yaitu diluar kebutuhan proses produksi kebutuhan airnya sebesar 20 m³ dengan Total Dissolve Solid (*TDS*) 100 ppm.

Jadi dari pemakaian tersebut per-bulannya PT.ARUKI harus mengkonsumsi air bersih sebanyak 9000 m³ yaitu pada Adhesive Plant 5.700 m³, Formalin Plant 2.700 m³, dan Area Umum sebesar 600 m³.

Untuk memproses kebutuhan air tersebut Daya Listrik yang dipakai adalah sebagai berikut :

- Mesin Reverse Osmosis yaitu Motor Submercible 5,5 kW, Cip Motor 5 kW, Motor High Pressure I 18 kW, Motor High Pressure II 18 kW. Total Daya yang dibutuhkan sebesar 46,5 kW.
- Motor yang memompa dari Tangki Permeate ke produksi (Adhesive Plant dan area Common) sebesar 5,5 kW.
- Motor yang memompa dari Tangki Permeate ke Formalin Plant sebesar 5 kW.
- Dari perincian Daya tersebut total Daya untuk proses kebutuhan air yaitu 67 kW, jika bekerja selama 1hari identik dengan 1608 kWh per-bulannya sebesar 48240 kWh.

PT.ARUKI termasuk pada golongan I-3/TM biaya per kWh yaitu Rp 952,- jadi biaya yang harus dikeluarkan untuk proses mesin RO per-harinya adalah 1608 kWh dikalikan Rp 952,- sama dengan Rp 1.530.816,- jika di hitung perbulannya, sebesar Rp 45.924.480,-.

Sedangkan jika sepenuhnya menggunakan langganan air dari PDAM kota Surabaya dengan pemakaian lebih dari 20 m³ dikenakan tarif sebesar RP 9.500,-/m³ masuk dalam kelompok usaha besar dari kode tarif 43 menjadi tarif 4D yaitu dengan tarif sebesar RP 9.500,-/ m³. Jadi, biaya yang harus dikeluarkan per-bulannya oleh PT.ARUKI cukuplah besar karena per-harinya kebutuhan air mencapai 300 m³, jika dihitung per hari biaya yang harus dikeluarkan sebesar RP 2.850.000,- jika dihitung per bulan sebesar RP 85.500.000,-

Dari perhitungan kasar kebutuhan air tersebut, PT.ARUKI berinisiatif menggunakan mesin RO sebagai pengganti air dari PDAM yaitu mesin penghasil Air bersih yang layak minum. Untuk memenuhi kebutuhan proses produksi PT.ARUKI memakai 2 mesin RO, dengan kebutuhan air sebesar 300 m³ per harinya, maka input air (sumur bor) pada mesin RO harus bisa memenuhi kebutuhan tersebut. Untuk memperoleh sumber mata air yang tak henti atau terus-menerus maka sumur dibor mencapai kedalaman hingga 120 meter, sedangkan dengan kondisi kedalaman tersebut kondisi airnya asin atau kadar garamnya tinggi, dan agak keruh sekitar 6000 ppm. Dengan kondisi mata air yang ada maka dalam proses mesin RO sering mengalami kejenuhan atau pengendapan pada Sand Filter dan Carbon Filter, sehingga seringkali Operator melakukan Back Wash atau pencucian filter yang memerlukan waktu lumayan lama, kadang-kadang mesin RO nyapun harus berhenti. Dalam proses Back Washing tersebut Operator juga harus melakukan buka tutup valve secara bergantian antara Sand Filter dan Carbon Filter, proses ini berlangsung sampai pressure pada tangki sand dan carbon filter turun pada batas yang ditentukan. Kondisi tersebut sangatlah kurang efektif seharusnya bisa dilakukan secara otomatis.

Dalam penelitian ini akan dikaji kontrol mesin RO dengan menggunakan PLC. yang merupakan sistem kontrol berbasis komputer, yaitu sebuah komputer mini yang dapat diprogram untuk mengolah input dan mengeluarkannya melalui terminal output sesuai yang diharapkan yaitu Pada saat mesin start dimulai dari Feed Motor Pump, pemfilteran pada Sand dan Carbon Filter, sampai dengan proses penekanan pada membrane dengan High Pressure Pump ini semua terkontrol dalam satu memori program yaitu PLC. Karena kondisi air pada bor sumur yg di hisap oleh Feed motor pump ini kadar garamnya lumayan tinggi dan tingkat kejernihannya maka pada Sand dan Carbon Filter sering mengalami tingkat kejenuhan atau pengendapan. Pada pipa saluran yang masuk ke tiap-tiap filter terpasang Pressure Gauge untuk mengetahui tingkat pengendapannya jika pressure naik melebihi batas yang telah ditentukan maka harus dilakukan pencucian pada filter tersebut yang disebut Back Washing yaitu dengan menutup Katup (valve) keluarannya, merubah jalur masukan yang tadinya masuk dari atas filter dirubah dari bawah ini bertujuan agar kotoran dapat kedorong keluar kemudian membuka Katup (valve) pembuangan. Proses ini sangat membantu kerja dari membrane mengingat harga dari membranpun sangatlah mahal, saat ini proses Back Washing masih dilakukan secara manual oleh operator dengan adanya sistem pengontrolan menggunakan PLC maka bisa dilakukan secara otomatis yaitu dengan menambah Pressure Switch pada Sand dan Carbon Filter. Alat yang digunakan untuk mengetahui tekanan pada Tangki Sand dan Carbon Filter, jika Filter itu dalam keadaan jenuh Atau kotor maka tekanan pada pipa saluran yang terpasang saklar tekan akan naik sehingga menggerakkan kontak pada saklar tekan sesuai setingan yaitu 2Bar. Pada saat pressure switch tercapai maka memberikan inputan ke PLC dan mengkonversi ke outputan untuk menjalankan Solenoid valve. Pada proses kontrol otomatis ini digunakan solenoid valve dari AquaMatic tipe V42J yang pasokan tegangannya dapat dikontrol melalui PLC. Pada jenis Katup (valve) ini,

penggerak buka-tutup katupnya adalah rangkaian elektro-magnet yang ditimbulkan oleh kumparan yang dilalui arus listrik.

Dari hasil perubahan sistem otomatis ini tentunya bisa dilihat atau dianalisa hasil atau output dari mesin tersebut, mesin RO dapat menghasilkan air bersih lebih perharinya (m^3) dibandingkan dengan sistem manual yang masih menggunakan sistem konvensional. Kelebihan lain dari sistem menggunakan PLC ini juga memberikan kemudahan apabila terjadi perubahan sistem ataupun penambahan sistem dan juga kesalahan sistem.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Reverse Osmosis

- Dari sumber operation manual book PT. Prima Karya Maju Gemilang Mesin Reverse Osmosis adalah sebuah alat system penyaringan air, proses penyaringan air ini memerlukan tekanan untuk membalik proses fisika alami yang disebut Osmosis.
- Menurut *Webadmin (2009)*, Proses reverse osmosis pada prinsipnya adalah kebalikan proses osmosis. Dengan memberikan tekanan larutan dengan kadar garam tinggi (*concentrated solution*) supaya terjadi aliran molekul air yang menuju larutan dengan kadar garam rendah (*dilute solution*). Pada proses ini molekul garam tidak dapat menembus membrane semipermeable, sehingga yang terjadi hanyalah aliran molekul air saja. Melalui proses ini, kita akan mendapatkan air murni yang dihasilkan dari larutan berkadar garam tinggi. Inilah prinsip dasar reverse osmosis.

2.2 Pabrik Kimia

- Menurut *Sitorus (2010)* pabrik kimia adalah tempat dimana banyak terdapat racun yang sangat berbahaya bagi tubuh. Di samping pada bahan pencemar yang lepas ke udara terdapat pula bahan tertentu yang tersimpan ataupun masih dalam proses di pabrik. Bahan ini karena sifat fisis dan kimianya cukup berbahaya bagi lingkungan apabila terlepas dengan sengaja ataupun tidak sengaja.
- Menurut *Daud Sajo (2011)* Istilah industri atau pabrik sering diidentikkan dengan semua kegiatan ekonomi manusia yang mengolah barang mentah atau bahan baku menjadi barang setengah jadi atau barang jadi. Dari definisi tersebut, istilah industri sering disebut sebagai kegiatan manufaktur. Padahal, pengertian industri sangatlah luas, yaitu menyangkut semua kegiatan manusia dalam bidang ekonomi yang sifatnya produktif dan komersial.

2.3 Programmable Logic Controller

- Menurut *NEMA (National Electrical Manufacturers Association USA)* definisi *Programmable Logic Controller (PLC)* adalah Alat elektronika digital yang menggunakan programmable memory untuk menyimpan instruksi dan untuk menjalankan fungsi-fungsi khusus seperti: logika, sequence (urutan), timing (pewaktuan), perhitungan dan operasi aritmatika untuk mengendalikan mesin dan proses.
- Menurut *Agfi (2009)* bahwa Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah perangkat keras yang dibuat untuk menggantikan sistem rangkaian relay yang masih digunakan dalam sistem kontrol elektrik pada tahun2 yang telah lalu yang mana fungsinya hampir seperti relay, dengan input bisa berupa sensor dan outputnya adalah logika 0 atau 1. Programmable Logic Controller (PLC) dapat diprogram ulang, dan programnya dapat ditransfer ke Programmable Logic Controller (PLC) menggunakan software tertentu, tergantung jenis Programmable Logic Controller (PLC) nya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rangkaian Bahan

Dapat diperlihatkan pada gambar 3.1 blok diagram mesin reverse osmosis (RO) dengan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC).

Gambar 3.1 pada halaman 22

3.2. Alat Penelitian

1. Feed Motor Pump : 5,5Kw / 380V ; 30m³/h
2. Flow meter : 0-35m³/h
3. Pressure Switch : 0-15Bar dan 0-35Bar ; 220V
4. Katup (Valve) : 20W / 220V ; 8Bar
5. Programmable Logic Controller (PLC) : 220V ; I/O 30 CH
6. Cip Motor Pump : 5,5Kw / 380V ; 30m³/h
7. High Pressure Pump I : 15Kw / 380V ; 21m³/h
8. High Pressure PumpII : 15Kw / 380V ; 21m³/h

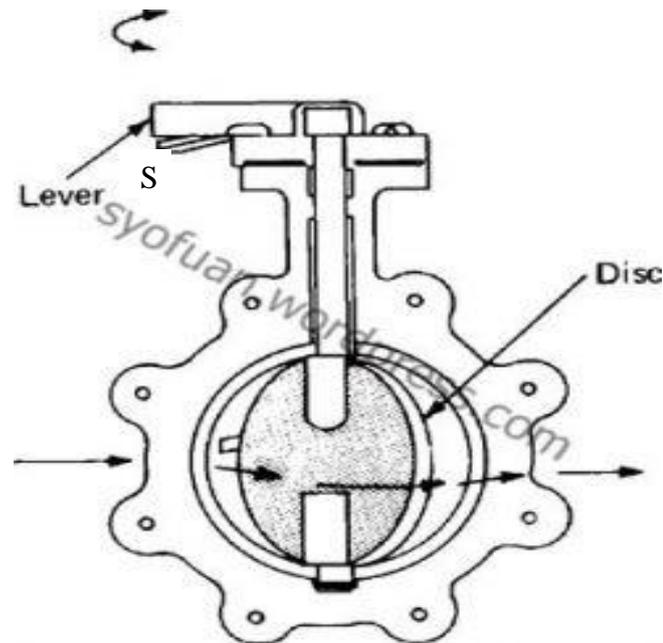
3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1 Pengukuran Secara Manual

Adapun langkah-langkah operasionalnya adalah sebagai berikut :

- 1) Menjalankan feed motor pump untuk memompa air dari dalam sumur bor.
- 2) Periksa flow meter untuk mengetahui jumlah aliran yang telah didorong oleh feed motor dan jumlah air yang akan diproses.
- 3) Kontrol pressure gauge pada saluran pipa masukan sand filter ini dilakukan untuk mengetahui kejenuhan pada filter tersebut, batas pencucian filter pada tekanan 2bar.
- 4) Setelah air melewati sand filter dan mengalami kejenuhan maka pengoprasian katup tipe butterfly valve harus dilakukan secara bergantian untuk proses pencucian pada filter tersebut.
- 5) Dengan proses yang sama mengontrol pressure gauge pada pipa masukan carbon filter sampai batas 2bar.
- 6) Setelah air melewati Carbon filter dan mengalami kejenuhan pada tekanan 2bar maka pengoprasian katup tipe butterfly valve juga harus dilakukan secara bergantian untuk proses pencucian pada filter tersebut.
- 7) Kontrol level tangki penampungan sementara digunakan menampung air setelah melewati proses pemfilteran pada sand dan carbon filter.
- 8) Menjalankan cip motor pump untuk mengisap air pada tangki penampungan sementara.
- 9) Ketika air didorong oleh cip motor pump maka pressure switch akan bekerja pada tekanan 1bar.
- 10) Pada saat kontak dari pressure switch bekerja maka kontakannya akan menggerakkan kontaktor high pressure pump I sehingga pompa tersebut bekerja.
- 11) Setelah high pressure pump I kontak dari kontaktornya akan menjalankan timer, pada saat waktu setingan timer tercapai maka akan menggerakkan kontaktor high pressure pump II sehingga pompa tersebut bekerja.
- 12) Dengan bekerjanya kedua pompa high pressure pump I dan II maka akan menghasilkan tekanan yang cukup tinggi. Sebagai pengaman dipasang pressure switch dengan batas maksimum 30 bar karena kekuatan membrane sampai 34bar. Jadi pada tekanan 30 bar high pressure pump I dan II akan mati, pressure switch ini sebagai pengaman.
- 13) Air yang didorong oleh High pressure Pump I dan II di alirkan masuk ke Housing membrane, Pada membrane inilah proses pemfilteran untuk menghasilkan air dengan kondisi Total Dissolved solid (TDS) rendah yaitu dari 6000ppm menjadi 50-150 ppm.
- 14) Cek Flow meter guna untuk mengetahui jumlah air yang dihasilkan sebelum menuju tangki permeate untuk pemakaian proses produksi.

Berikut Katup yang digunakan pada proses secara manual yaitu menggunakan katup tipe Butterfly Valve (katup tipe kupu-kupu) yang harus dioperasikan oleh operator pada saat pecucian Sand dan Carbon Filter. Pada satu filter terdiri dari 6 Katup yang harus dioperasikan secara bergantian, lebih jelasnya diperlihatkan pada gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.2 Katup tipe Kupu-kupu (Butterfly Valve)

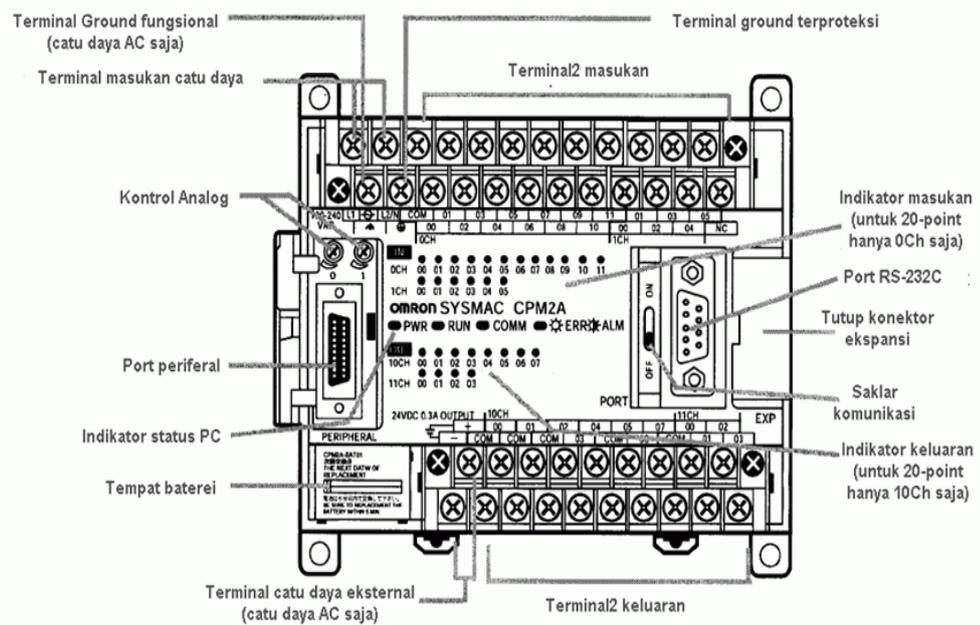
3.3.2 Pengukuran Secara Otomatis

Pengukuran ini sama seperti pada pengukuran secara manual dari (1) sampai dengan (14) dengan menggunakan PLC sebagai kontrol sistem otomatis, sedangkan katup tipe kupu-kupu (Butterfly Valve) digantikan dengan solenoid valve yang berfungsi sebagai katup proses pencucian pada sand dan carbon filter.

Adapun langkah-langkah operasionalnya adalah sebagai berikut :

- 1) Pressure Gauge ini sebagai parameter kapan dilakukannya pencucian pada sand dan carbon filter yang akan di atur oleh pressure switch sesuai setingan tingkat kejenuhan filter tersebut yaitu sebesar 2bar.
- 2) Pressure Switch bekerja pada tekanan 2bar jika pipa saluran pada sand dan carbon filter mengalami kejenuhan. Alat ini yang akan memberi masukan pada PLC.
- 3) Keluaran dari PLC akan menggerakkan solenoid valve yang digunakan untuk menggantikan katup tipe kupu-kupu yang biasanya proses buka tutup katupnya dilakukan oleh operator pada proses manual.
- 4) Setelah itu menjalankan cip motor pump sehingga memberi tekanan pada pressure switch yang sudah diseting pada tekanan 1bar, kontak dari pressure switch ini akan memberi masukan pada PLC.
- 5) Setelah mendapat masukan dari pressure switch maka keluaran dari PLC akan menjalankan High Pressure Pump I.
- 6) Selanjutnya dengan memanfaatkan timer pada PLC maka pada seting waktu tertentu akan memberi keluaran untuk menjalankan High pressure pump II.
- 7) Pressure switch yang terpasang pada pipa saluran masukan Membrane akan bekerja pada saat tekanan mencapai 30 bar dan memberikan masukan ke PLC, Pressure switch ini berfungsi sebagai pengaman membrane.
- 8) PLC sebagai pemrogram sistem otomatis alat-alat yang ada pada mesin RO dengan cara memberi masukan pada PLC dan nantinya akan menghasilkan keluaran yang sesuai program berdasarkan cara kerja dari mesin.

Berikut alat tambahan yang ada pada sistem otomatis ini diperlihatkan pada gambar 3.3 dan gambar 3.4



Gambar 3.3 Programmable Logic Controller (PLC) Omron CPM2A-30CDR-A

PLC yang dipakai dalam sistem otomatis ini menggunakan PLC merk OMRON tipe CPM2A-30CDR-A yang dirancang untuk sistem otomatis sederhana dengan membutuhkan input-output dari 30 I/O.

Gambar 3.4 Solenoid

Pada proses kontrol otomatis ini digunakan solenoid valve dari Aqua Matic tipe V42J yang pasokan tegangannya dapat dikontrol melalui PLC. Pada jenis katup (valve) ini, penggerak buka-tutup katupnya adalah rangkaian elektro-magnet yang ditimbulkan oleh kumparan yang dilalui arus listrik.



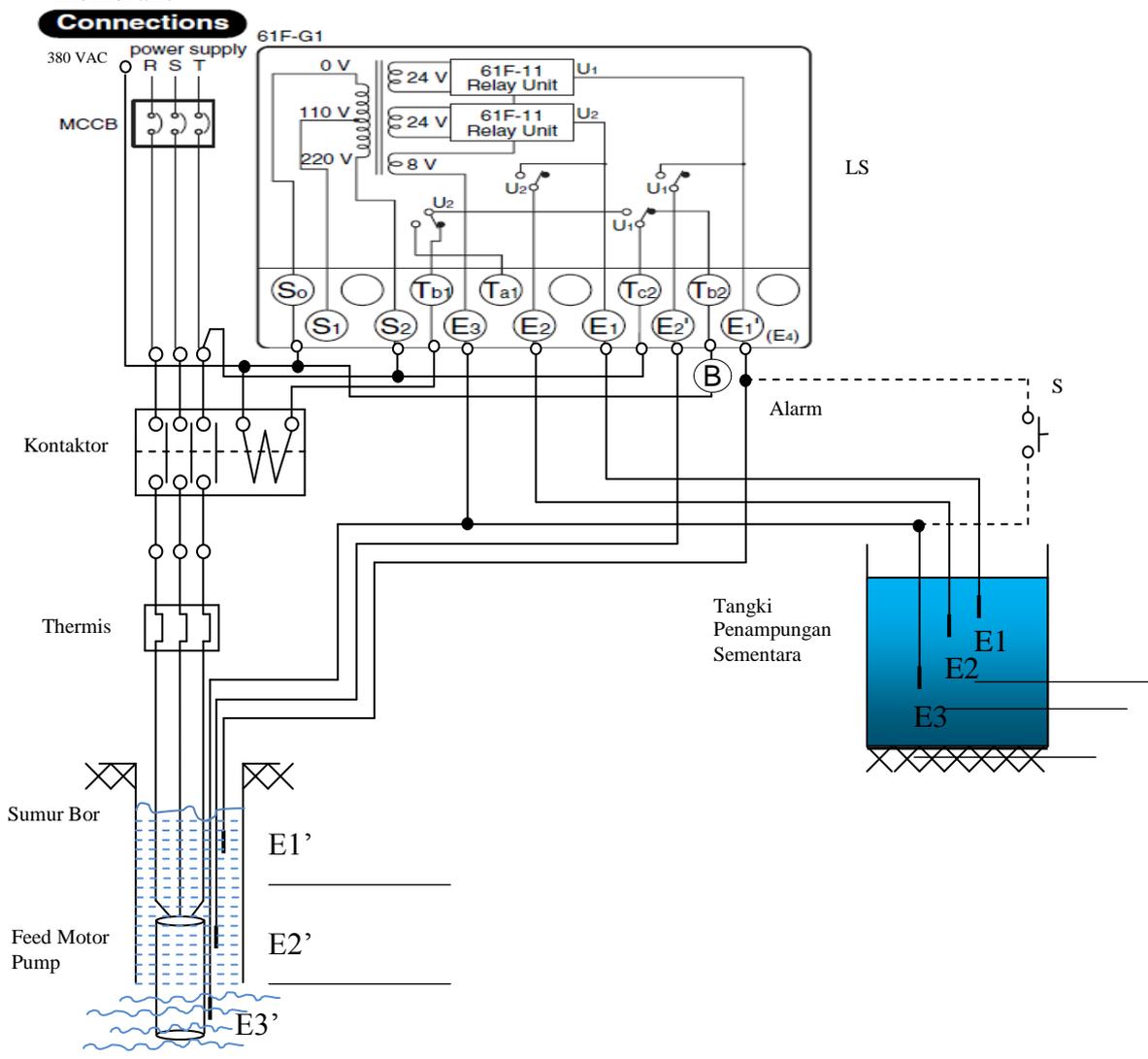
Gambar 3.5 Pressure switch

Pressure Switch yang digunakan pada sistem ini dari Fanal Elektrik yaitu sebagai saklar yang bekerja berdasarkan tekanan, yaitu kontak bekerja apabila ada tekanan pada membrane sehingga mendorong kontak-kontak yang ada (Normally Close dan Normally Open).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengamatan Secara Manual

- Pada saat feed motor pump mengisi tangki penampungan sementara sebelum air diproses pada membrane



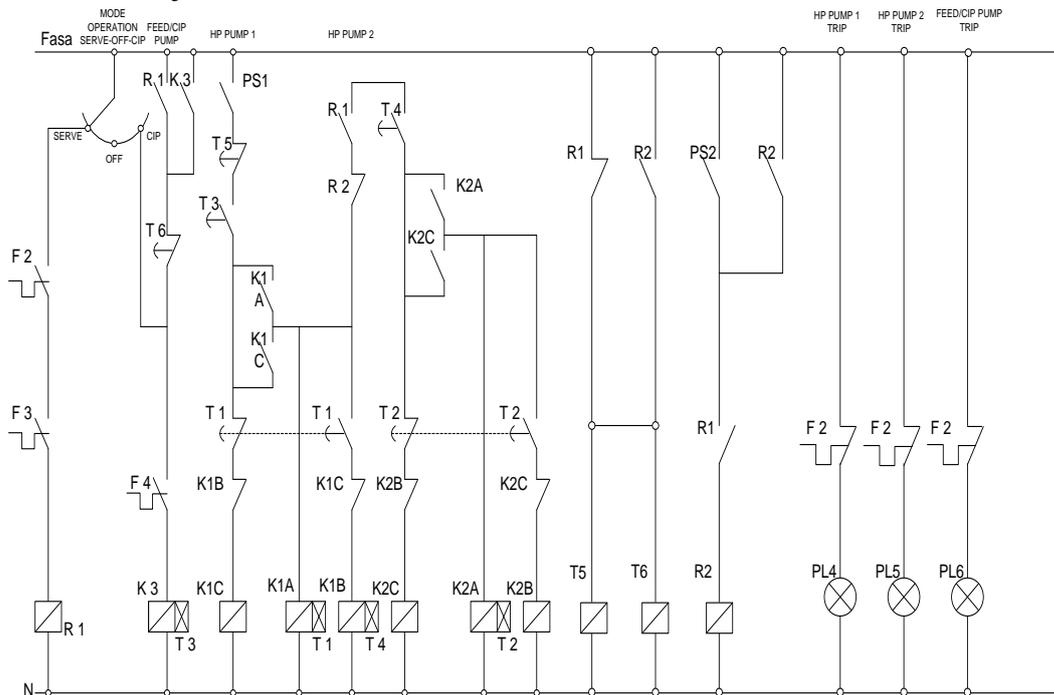
Gambar 4.1 Wiring diagram level switch pompa sumur bor

Keterangan dari gambar 4.1 :

- E1,E2,E, : Elektrode tangki air
 E1',E2',E3' : Elektrode pasokan air
 B : Alarm
 S : Push button switch
 LS : Level switch dari Omron (61F-G1)

Saat pompa berjalan (indikator U₂ mati) ketika level turun dibawah E₂ dan pompa berhenti (indikator U₂ menyala) ketika air mencapai level E₁. Kemudian ketika pasokan air sumur bor dibawah level E₂' pompa akan berhenti, hindari memompa saat level dibawah pompa dan saat alarm bunyi.

- Pada saat mesin reverse osmosis mulai memproses air dari tangki penampungan menuju membrane



Gambar 4.2 Single line mesin reverse osmosis secara manual

Keterangan dari gambar 4.2 :

- F2,F3,F4 : Sekring pengaman
 R1 : Relay penghubung cip motor dnegan high pressure motor
 R2 : Relay peutus rangkaian bila terjadi kelebihan tekanan
 K1A : Kontaktor star high pressure motor 1
 K1B : Kontaktor delta high pressure motor 1
 K1C : Kontaktor penghubung star high pressure motor 1
 K2A : Kontaktor star high pressure motor 2
 K2B : Kontaktor delta high pressure motor 2
 K2C : Kontaktor penghubung star high pressure motor 2
 K3 : Kontaktor motor cip
 T1 : Timer pemutus star (K1C) penghubung delta (K1B)
 T2 : Timer pemutus star (K2C) penghubung delta (K2B)
 T3 : Timer yang menghidupkan high prssure motor 1,2 setelah cip motor bekerja

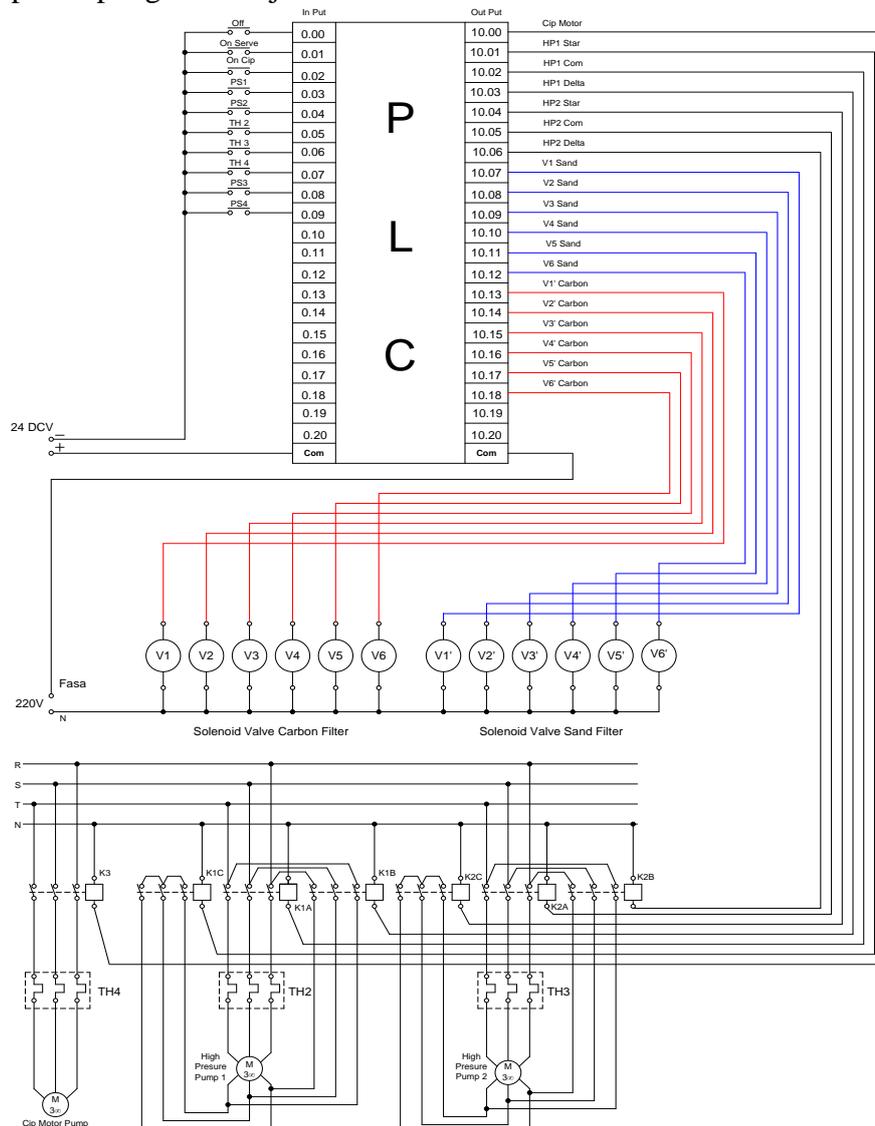
- T4 : Timer penhubung high pressure motor 1 dan 2
- T5 : Timer pengaman sebagai pemutus high pressure motor 1 dan 2
- PL4 : Lampu tanda terjadinya trip high pressure motor 1
- PL5 : Lampu tanda terjadinya trip high pressure motor 2
- PL6 : Lampu tanda terjadinya trip cip motor

Sebagai langkah awal dijalankan Feed motor pump untuk memompa air dari sumur bor kemudian mengalirkannya menuju sand filter dan carbon filter sampai pada level tangki penampungan sementara mencapai batas maksimum 30m^3 . Setelah itu baru kita jalankan mesin RO dengan cara memposisikan selector switch pada posisi serve, dan relay (R1) akan bekerja semua kontakannya berubah kedudukan yaitu terjadi buka-tutup dan sebaliknya, jadi akan menghubungkan arus ke koil kontaktor (K3) sehingga motor cip pump bekerja. Pada kontaktor (K3) terpasang timer delay (T3) dengan seting yang saya amati timer menunjukkan 10 detik kemudian semua kontakannya berubah kedudukan yaitu terjadi buka-tutup dan sebaliknya, kontak ini terpasang secara seri dengan kontak pressure switch (Ps1). Setelah itu terjadi proses penakan pada pressure switch oleh motor cip pump, dan kontak dari pressure switch akan mengalirkan arus ke koil kontaktor (K1C). Dengan saat yang bersamaan kontak dari K1C menghidupkan kontaktor (K1A) kemudian motor High pressure pump 1 bekerja secara Star. Pada kontaktor (K1A) terpasang timer delay (T1) seting yang saya amati timer menunjukkan 5 detik setelah setingan waktunya tercapai maka kontak normally open (NO) dari timer (T1) bekerja dan akan menhidupkan kontaktor (K1B) dan kontak normally close (NC) akan memutus arus yang kekoil kontaktor (K1C) sehingga motor ganti bekerja dengan hubungan Delta. Selanjutnya pada High pressure pump 2 disaat kontaktor (K1B) bekerja maka timer delay (T4) juga ikut bekerja dengan seting yang saya amati timer menunjukkan 5 detik setelah seting yang saya amati timer menunjukkan 5 detik waktunya tercapai maka kontaktor (K2C) bekerja. Di saat bersamaan kontaktor (K2A) juga bekerja sehingga motor High pressure pump 2 bekerja dengan hubungan Star. Pada kontaktor (K2A) terpasang timer delay (T2) setelah setingan waktunya tercapai maka kontak normally open (NO) dari timer (T2) bekerja dan akan menhidupkan kontaktor (K2B) dan kontak normally close (NC) akan memutus arus yang kekoil kontaktor (K2C) sehingga motor ganti bekerja dengan hubungan Delta. Pada proses tersebut air dipompa dari tangki penampungan sementara menuju houshing membrane dengan penekanan yang dilakukan oleh High pressure pump 1 dan 2 dengan cara mengatur katup pemeat sampai $10\text{m}^3/\text{h}$ sehingga membalik proses kimia dan diperoleh air dengan Total Dissolved Solid (TDS) yang rendah 50-150 ppm untuk proses produksi.

Berdasarkan pengamatan dan data yang saya peroleh untuk memproses air dari sumur bor yang kadar garamnya cukup tinggi hingga menjadi air tawar yaitu dengan cara menghitung waktu proses selama 1shift (8 jam) yang menghasilkan air 90m^3 . Dalam waktu 8 jam tersebut operator akan melakukan pencucian sand dan carbon filter 4 kali tetapi jika airnya dalam keadaan keruh bisa lebih dari 4 kali semakin sering semakin baik bedasarkan tekanan pada prssure gauge yang mencapai 2 bar, hal ini biasanya sampai mengakibatkan mesin mati itu karena operator harus melakukan buka-tup katup. Tiap-tiap filter terdapat 6 buah katup tipe kupu-kupu, dan pada 1 katupnya untuk buka atau tutup membutuhkan waktu 15 detik jadi total waktu yang dibutuhkan adalah 90 detik, dan kemudian saat proses mencuci filter dilakukan selama 30 menit. Di dalam proses manual ini sering terjadi kesalahan manusia yaitu lupa untuk melakukan pencucian, untuk mengakhiri pencucian dan waktu yang diperlukan untuk melakukakn pencucian.

4.2 Pengamatan Secara Otomatis

- Pada saat mesin reverse osmosis bekerja secara otomatis mengisap air dari tangki panampungan menuju ke membrane



Gambar 4.2 Sistem pengontrolan mesin reverse osmosis menggunakan PLC

Keterangan gambar 4.2 :

- PLC : Programmable Logic Controller (PLC)
 K1 : Kontaktor cip motor pump
 K1A : Kontaktor Comman dari High pressure pump 1
 K1B : Kontaktor hubungan delta High pressure pump 1
 K1C : Kontaktor hubungan star High pressure pump 1
 K2A : Kontaktor Comman dari High pressure pump 2
 K2B : Kontaktor hubungan delta High pressure pump 2
 K2C : Kontaktor hubungan star High pressure pump 2

Adapun cara kerja dari rangkaian tersebut sama seperti pada sistem manual proses sistem reverse osmosis berlangsung yaitu dengan menekan tombol serve maka akan memberi masukan pada terminal 0.01 PLC dan memberi pengeluaran pada terminal

10.00 sehingga motor cip pump bekerja. Kemudian dengan tekanan cip pump maka PS1 bekerja untuk memberi masukan melalui terminal 0.03 sehingga Motor high pressure pump1 bekerja secara hubungan star-delta. Selanjutnya pada PLC memproses waktu 10 detik untuk menjalankan high pressure pump 2 melalui keluaran pada terminal 10.04 sampai 10.06 dengan hubungan star-delta. Air yang dipompa oleh high pressure 1 dan 2 dialirkan ke membrane dengan diatur penkanannya dengan katup sampai $10\text{m}^3/\text{h}$. Sedangkan air yang dipompa ke tangki penampungan sementara harus melewati sand dan carbon filter, karena kondisi air dari sumur bor Total Dissolved Solid (TDS) nya sangat tinggi mencapai 6000 ppm maka filter-filter tersebut sering mengalami penyumbatan atau kejenuhan sehingga tekanan pada pipa saluran meningkat dan pressure gauge yang terpasang di pipa saluran naik (batas pencucian 2bar). Pada sistem otomatis ini dapat dikontrol melalui pressure switch apabila terjadi kejenuhan pada sand filter maka pipa saluran mengalami peningkatan tekanan sehingga menggerakkan kontak dari PS3 yang akan memberi masukan pada PLC melalui terminal 0.08 untuk menjalankan solenoid valve (V1 sampai V6). Begitu juga pada carbon filter jika terjadi kejenuhan maka kontak PS4 bekerja dan memberi masukan pada PLC melalui terminal 0.09 sehingga solenoid valve (V1' sampai V6') akan bekerja pula. Pada saat proses pencucian ini PLC menghitung waktu selama 30 menit untuk menyudahi proses pencucian dan semua solenoid kembali pada posisi semula.

Pada sistem otomatis ini waktu yang diperlukan untuk buka-tutup valve pada proses pencucian sand dan carbon filter yaitu hanya 3 detik, selama waktu itulah ke enam solenoid valve bekerja secara serempak. Dan proses ini langsung bekerja secara otomatis bila terjadi penekanan pada filter karena kotor.

4.3 Pembahasan

Berdasarkan pasal 4.1 dijelaskan proses mesin RO yang masih menggunakan sistem konvensional, sehingga pada waktu untuk memproses air dari sumur bor dengan kadar garam yang tinggi Total Dissolved Solid (TDS)nya mencapai 6000 ppm hingga menjadi air bersih atau tawar Total Dissolved Solid (TDS)nya mencapai 50-150 ppm dapat dikaji pada proses 1shift (8 jam). Dalam jangka waktu itu proses reverse osmosis seorang operator harus melakukan pencucian pada sand dan carbon filter sebanyak 4 kali untuk memperoleh hasil air yang baik dan menunda kerusakan membrane spiralwound pada housing membrane. Setiap 1 kali proses pencucian operator harus memulai melakukan buka-tutup katup tipe kupu-kupu sebanyak 6 buah yaitu membutuhkan waktu selama 90 detik untuk proses buka (memulai), jika tiap pershift (8 jam) harus dilakukan pencucian 4 kali berarti waktu yang dibutuhkan 720 detik (buka dan tutup), akan tetapi untuk proses tutup (mengakhiri) proses menunggu selama 30 menit guna untuk memproses pencucian didalam tabung filter. Terkadang operator lupa untuk menyudahi pencucian ini sehingga mesin reverse osmosis harus berhenti karena air terlalu banyak yang terbuang.

Sedangkan pada pasal 4.2 dijelaskan sistem mesin reverse osmosis secara otomatis menggunakan PLC dalam memproses air yang Dissolved Solid (TDS)nya 6000ppm hingga menjadi 50-150 ppm. Dalam proses tersebut juga harus diperhatikan pada sand dan carbon filter, tiap kali proses filter ini akan mengalami penyumbatan dan harus dilakukan pencucian untuk memperoleh hasil air yang tetap baik 50-150 ppm dan menjaga ke awetan membrane. Dalam proses ini pencucian secara otomatis menggunakan PLC hanya membutuhkan waktu 3 detik untuk proses buka (memulai) pada katup (Solenoid valve). Apabila dalam proses reverse osmosis selama 1 shift (8 jam) dibutuhkan pencucian 4 kali maka waktu yang diperlukan hanya 24 detik (buka dan tutup), tetapi proses tutup (mengakhiri) menunggu selama 30 menit kemudian solenoid valve akan kembali seperti semula.

Jika dibandingkan, pada proses manual butuh waktu 720 detik (buka-tutup) pershiftnya (8 jam) yaitu 4 kali proses pencucian pada satu filter, dan juga pada saat pencucian operator harus memantau selama 30 menit karena terkadang pada saat itu operator lupa untuk mengakhirinya. Tetapi jika pada sistem otomatis proses pencucian hanya membutuhkan waktu 24 detik (buka-tutup) pershiftnya (8 jam) dengan 4 kali proses pencucian pada satu filter. Selama proses ini berlangsung PLC akan menghitung waktu selama 30menit kemudian menyudahi

pencucian secara otomatis semua katup kembali seperti semula. Disini operator tidak perlu menunggu selama proses pencucian berlangsung karena semua sudah dikontrol pada (PLC. Dari data pada lampiran kami rangkum dalam tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengoprasian mesin Reverse Osmosis (RO) secara manual

No	Bulan	Pencucian Sand Filter 3shift (kali)	Watu buka-tutup Vale (menit)	Pencucian Carbon Filter 3shift (kali)	Watu buka-tutup Vale (menit)	Hasil Air (m3)	Jumlah Waktu (menit)
1	April	333	999	261	783	8.280	1.782
2	Mei	324	972	258	774	8.320	1.746
3	Juni	333	999	261	783	8.280	1782
4	Juli	324	972	258	774	8.320	1746
5	Agustus	333	999	261	783	8.280	1782
6	September	324	972	258	774	8.320	1746
7	Oktober	324	972	258	774	8.320	1746
8	November	333	999	261	783	8.280	1782
9	Desember	333	999	261	783	8.280	1782
Jumlah Waktu Rata-rata (\bar{X})							1.766

Jadi waktu rata-rata yang diperlukan secara operasi manual sebesar 1.766 menit.

Tabel 4.2 Hasil pengoprasian mesin Reverse Osmosis (RO) secara otomatis

No	Bulan	Pencucian Sand Filter 3 shift (kali)	Watu buka-tutup Vale (menit)	Pencucian Carbon Filter 3shift (kali)	Watu buka-tutup Vale (menit)	Jumlah Waktu (menit)
1	April	333	133,2	261	104,4	237,6
2	Mei	324	129,6	258	103,2	232,8
3	Juni	333	133,2	261	104,4	237,6
4	Juli	324	129,6	258	103,2	232,8
5	Agustus	333	133,2	261	104,4	237,6
6	September	324	129,6	258	103,2	232,8
7	Oktober	324	129,6	258	103,2	232,8
8	November	333	133,2	261	104,4	237,6
9	Desember	333	133,2	261	104,4	237,6
Jumlah Waktu Rata-rata (\bar{X})						235,4

Jadi waktu rata-rata yang diperlukan secara operasi otomatis sebesar 235,4 menit.

Untuk memperoleh waktu rata-rata pada tabel 4.1 dan 4.2 yaitu melalui perhitungan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

dengan : \bar{X} = Rata-rata
 \sum = Jumlah data (waktu seluruhnya)

x = Banyak data

Sehingga ada beda waktu antara operasi mesin reverse osmosis secara manual dan operasi mesin reverse osmosis secara otomatis Programmable Logic Controller (PLC). di PT. Arjuna Utama Kimia (ARUKI) yaitu sebesar 1.530,6 menit.

BAB V KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan ada beda waktu sebesar 1.530,6 menit antara pemakaian mesin reverse osmosis secara manual yang membutuhkan waktu 1.766 menit, dan pemakaian mesin reverse osmosis secara otomatis Programmable Logic Controller (PLC). yang membutuhkan waktu 235,4 menit, di PT. Arjuna Utama Kimia (ARUKI).

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Balza, 2007, Pembrograman PLC menggunakan Simulator. Andi Offset Yogyakarta
- Dokumen pribadi engineering PT.ARUKI
- Putra, Agfianto Eko, 2007, PLC: Konsep Pemrograman Dan Aplikasi. Gava Media Jogjakarta
- PT. Prima Karya Maju Gemilang, 2007, Operation Manual Book Mesin Reverse Osmosis, Jakarta
- Thomas E, Kissel, 1990, Modern Industrial / Elektrical Motor Control. Prentice Hall. P. 379.
- Wicaksono, Handy, 2009, Programmable Logic Controller, Teori Pemrograman dan Aplikasi dalam Otomasi Sistem. Graha Ilmu Yogyakarta

