



## PENGGANTIAN KENDALI PRTF (*POWER RAMP TEST FACILITY*) PADA REAKTOR RSG-GAS DENGAN PLC SIMATIC TIPE S7 300

Sujarwono , Ranji Gusman

Pusat Reaktor Serba Guna – BATAN, PUSPIPTK Serpong, Tangerang Selatan, 15310

E-mail:sujarwono@batan.go.id

### ABSTRAK

**PENGGANTIAN KENDALI PRTF (*POWER RAMP TEST FACILITY*) PADA REAKTOR RSG-GAS DENGAN PLC SIMATIC TIPE S7 300.** Untuk mengoperasikan PRTF diperlukan PLC yang dapat mengatur dan mengendalikan kinerja komponen dan sistem secara terintegrasi. Sistem kendali tipe lama menggunakan Simatic S5 110 buatan Siemens, telah mengalami penurunan kinerja dan tidak tersedianya suku cadang di pasaran. Dengan mengganti PLC menggunakan generasi terbaru tipe S7 300 maka sistem kendali PRTF dapat lebih ditingkatkan fungsi dan kemampuannya. Pekerjaan penggantian meliputi penyiapan bahan, penginstalasian, konfigurasi perangkat keras (komponen) dan mengkonversi perangkat lunak dari bahasa pemrograman S5 ke S7. Mesin S7 300 mudah diinstal, lebih praktis dan lebih mudah dalam perawatan dan pengoperasiannya. Hasil uji fungsi PLC Simatic S7 300 sebagai sistem kendali PRTF dinyatakan baik .

**Kata Kunci:** Sistem Kendali, PLC, PRTF

### ABSTRACT

**REPLACEMENT OF THE PRTF CONTROLLED AT THE RSG-GAS REACTOR USING PLC SIMATIC S7 300.** To operate the PRTF used PLC to arrange and control the integrated performance of the system and component. The old type control system is Simatic S5 110, which is produced by Siemens, has been obcellance and losing their spare parts in the market. Replacing PLC with the new type S7 300 the PRTF will be enhanced their function and performance. The replacement occupies supplying the component and material, installation, configuration of the component and converting the software from the S5 type to thee S7 type. The S7 machine is easier to install, more practice and easy to maintain and operate. The functional test of the PLC Simatic S7 300 controlling PRTF is successfully.

**Key word:** Control System, PLC, PRTF

### PENDAHULUAN

Fasilitas PRTF (*Power Ramp Test Facility*) di RSG-GAS merupakan salah satu fasilitas yang digunakan untuk menguji pin elemen bakar reaktor daya, dalam hal ketahanan elemen bakar ketika terjadi perubahan tingkat daya yang berulang. Dengan fasilitas pengujian ini dapat diketahui sifat interaksi antara pelet dan kelongsong elemen bakar tersebut. Sistem PRTF ini terdiri dari kendali pompa pendingin sekunder, pompa pendingin primer, pengatur tekanan, pemantau radiasi dan penggerak troli yang dikendalikan oleh sebuah

PLC (*Programmable Logic Controller*) panel JBF01 GS023 dan pengolah sinyal analog di panel JBF01 GS022. Sistem kendali tipe lama menggunakan PLC Simatic S5 110 telah mengalami penurunan kinerja dan mengalami kesulitan dalam penggantian suku cadang.

Agar sistem kendali PRTF ini dapat bekerja secara optimal sesuai dengan batas-batas keselamatan maka perlu penggantian dengan sistem kendali yang handal. Penggantian dilakukan dengan PLC S7 300, karena merupakan generasi terbaru dari seri Simatic. Pada pekerjaan penggantian sistem kendali PRTF ini dilakukan



**PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 27 Juli 2011**

---

dengan melakukan penggantian perangkat keras (*hardware*) berupa unit proses PLC (CPU) dan modul-modul I/O serta juga dilakukan perubahan terhadap perangkat lunak (*software*) yang digunakan. Keuntungan yang diberikan dalam penggantian ini adalah kemudahan dalam konversi bahasa pemrograman dari S5 ke S7. Dengan penggantian PLC ke tipe S7 300 maka sistem PRTF dapat berfungsi lebih optimal.

## TEORI

PRTF adalah fasilitas yang digunakan untuk menguji pin elemen bakar reaktor daya khususnya dalam hal ketahanan elemen bakar selama terjadi perubahan tingkat daya yang berulang. Dengan fasilitas pengujian ini dapat diketahui sifat interaksi antara pelet dan kelongsong elemen bakar dan juga sebagai fasilitas uji bahan bakar reaktor daya.

PRTF merupakan salah satu dari beberapa fasilitas eksperimen yang ada di reaktor RSG-GAS. Fasilitas ini tersusun dari 3 komponen utama yaitu:

1. Sistem Pendingin Primer
2. Sistem Pendingin Sekunder
3. Sistem Penggerak *Trolley*

Prinsip kerja dari sistem PRTF ini adalah sebagai berikut, pertama PIN elemen bakar daya yang akan diuji dimasukkan kedalam *trolley*. Kemudian sistem penggerak *trolley* akan bergerak maju-mundur terhadap teras reaktor sesuai dengan perintah operator. Gerakan tersebut akan mengakibatkan terjadinya reaksi fisi pada PIN elemen bakar. Semakin dekat dengan teras reaktor, reaksi fisi akan semakin besar karena PIN mendapat tumbukan neutron yang besar. Sebaliknya semakin jauh dari teras reaktor maka reaksi fisi akan semakin kecil.

Reaksi fisi pada PIN akan membangkitkan panas yang harus dibuang ke lingkungan. Untuk itu sistem pendingin primer mengambil panas yang timbul dari hasil reaksi fisi tersebut. Selanjutnya sistem pendingin primer tersebut mentransfer panas ke sistem sekunder untuk dibuang ke lingkungan. Lingkungan yang dimaksudkan disini adalah kolam reaktor.

### Sistem Pendingin Primer

Sistem pendingin primer PRTF adalah sistem yang berfungsi untuk mendinginkan PIN bahan bakar uji yang diakibatkan oleh reaksi fisi

yang terjadi. Sistem pendingin primer ini berisi air bebas mineral dengan tekanan sekitar 160 bar.

Sistem pendingin primer ini dibagi menjadi dua bagian yang dipisahkan oleh katup selenoid. Bagian pertama terletak pada BOX 1 yang dilengkapi dengan pembangkit tekanan. Bagian kedua terletak pada BOX 2 yang dilengkapi dengan sistem deteksi radiasi.

Sistem deteksi radiasi (CR001) pada sistem primer berfungsi untuk memastikan tidak adanya produk fisi yang keluar dari PIN bahan bakar. Jika terdeteksi radiasi lebih besar dari  $2,08 \times 10^4$  cps maka sistem kendali instrumentasi secara otomatis akan menjauhkan *trolley* dari teras reaktor, menutup katup-katup isolasi (AA019, AA031, AA083) dan mematikan pompa sistem primer (AP003) dapat dilihat pada gambar 1. Adapun spesifikasi lengkap dari sistem pendingin primer adalah sebagai berikut:

1. Type : Pendingin air
2. Tekanan : 160 bar
3. Aliran : 3,7 liter /jam

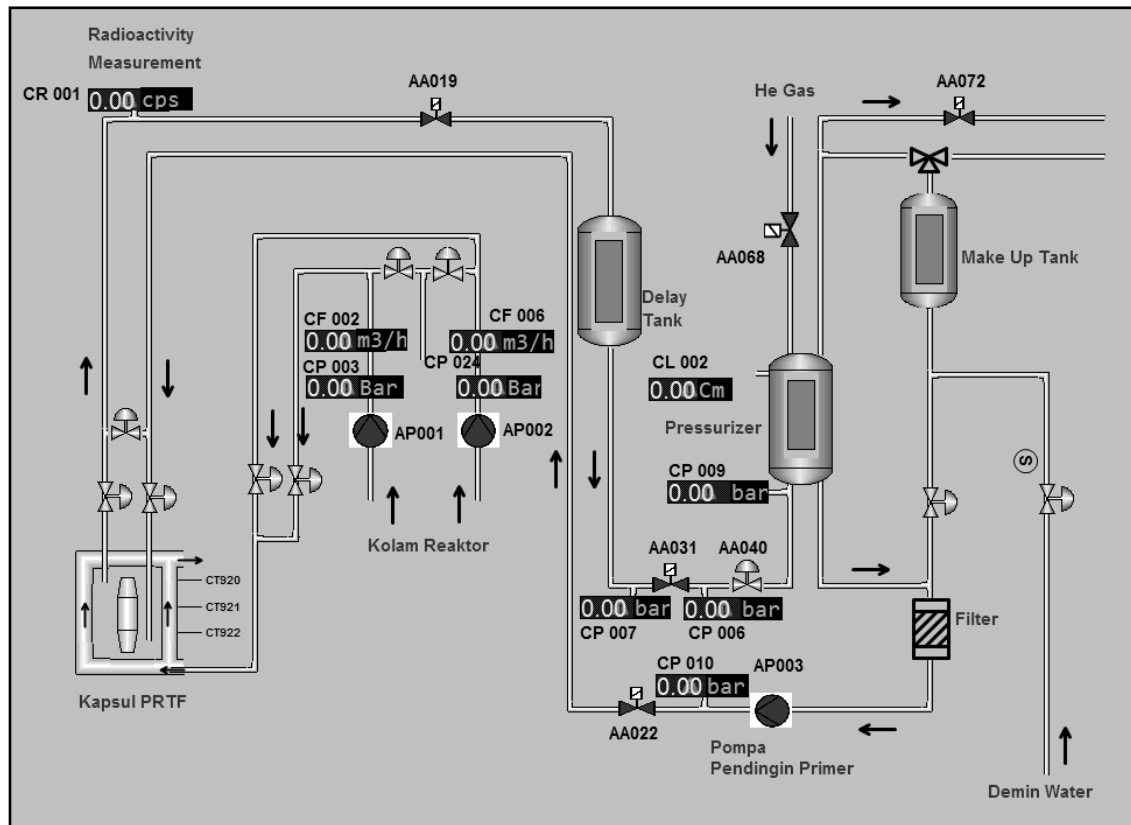
### Sistem Pendingin Sekunder

Sistem pendingin sekunder PRTF adalah sistem yang berfungsi untuk mengambil panas yang ditransfer oleh pendingin primer. Sistem ini dilengkapi dengan 2 buah pompa yang berfungsi untuk mengambil air dari kolam reaktor. Setelah air mengalir dan mengambil panas dari sistem pendingin primer PRTF, air dikembalikan lagi ke kolam reaktor. Kurangnya debit aliran air yang mengalir pada sistem sekunder akan mengakibatkan *trolley* menjauh dari teras secara otomatis. Hal ini dilakukan untuk menjaga keselamatan sistem PRTF dari pemanasan yang berlebih. Spesifikasi teknis sistem pendingin sekunder adalah sebagai berikut,

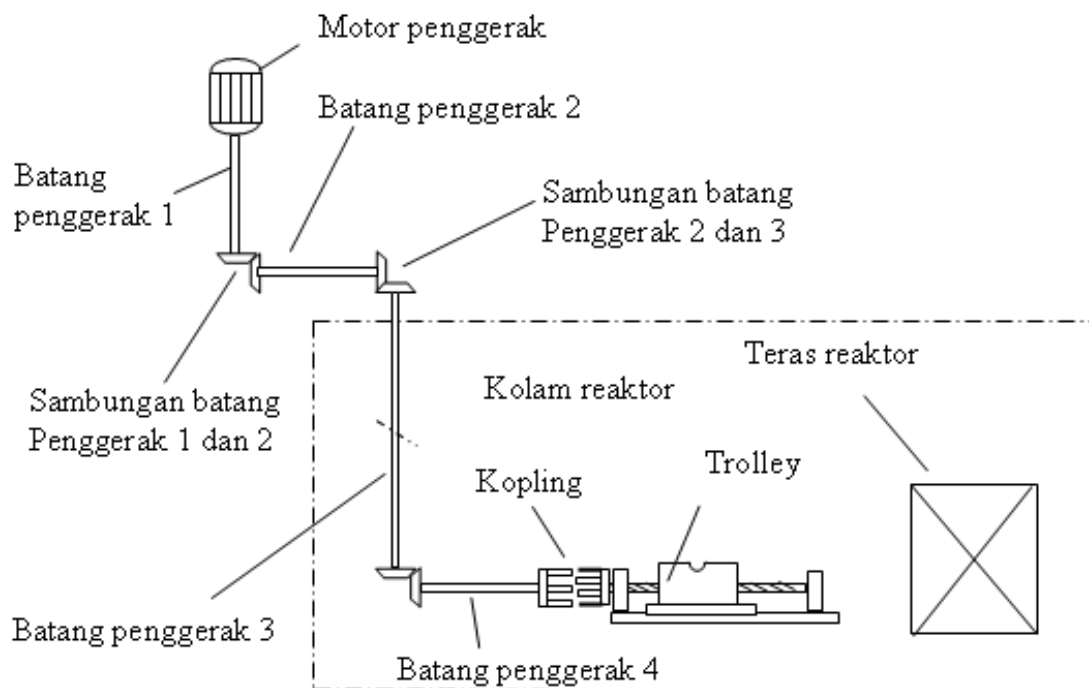
1. Tipe : Pendingin air.
2. Tekanan : 2,5 bar
3. Aliran : 750 liter /jam

### Penggerak *Trolley*

Sistem penggerak *trolley* berfungsi untuk menjauhkan dan mendekatkan PIN bahan bakar uji ke teras reaktor. Sistem ini terdiri dari motor penggerak, batang penggerak, kopling dan *trolley*. Mekanisme dari sistem penggerak *trolley* pada PRTF diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 1. Sistem pendingin PRTF

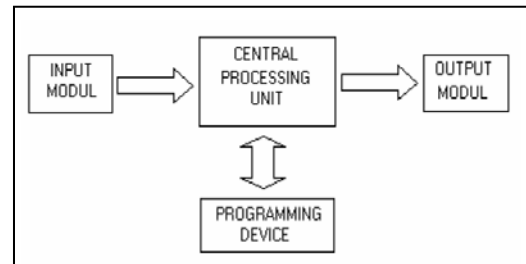


Gambar 2. Penggerak Trolley



**PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL)**

PLC (*Programmable Logic Control*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relay yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya (logika 0 atau 1, hidup atau mati). Pengguna membuat program (yang umumnya dinamakan diagram tangga atau *ladder diagram*) yang kemudian harus dijalankan oleh PLC yang bersangkutan. Dengan kata lain, PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrumen keluaran berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati. Komponen utama PLC terdiri dari 3 komponen seperti terlihat pada gambar 3 yaitu, *Central Processing Unit (CPU)*, masukan/keluaran unit dan *Programming device*. Sedangkan komponen lain seperti *power supply*, *recorder player /tape* atau *disk*, *optional remote interconnection* dan *optional remote master computer*. CPU bekerja berdasarkan mikroprosesor yang bekerja menggantikan fungsi *relay*, *counter*, *timer* dan *sequencers*, sehingga *programmer* bisa membuat semua rangkaian yang menggunakan fungsi- fungsi *relay*.



**Modul CPU Simatic S7 300 Tipe 315-2DP**

Modul CPU (*Central Processing Unit*) ini disebut juga modul kontrol yang terdiri dari 2 bagian yaitu :

1. *Processor*  
Berfungsi untuk mengoperasikan dan mengkomunikasikan modul-modul PLC melalui bus-bus serial atau parallel yang ada mengeksekusi program control.
2. *Memory*  
Berfungsi untuk menyimpan informasi digital yang dapat diubah dan berbentuk tabel data, register citra, , atau RLL (*Relay Ladder Logic*).

Data spesifikasi modul CPU S7 300 yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tipe Modul CPU S7-300 tipe 315-2DP

No	Spesifikasi	Ukuran
1	Input Power Supply	24Volt DC ± 4 Volt
2	Work memory (integrated)	48 Kbyte
3	Load memory – integrated	80 Kbytes RAM
4	Expandable with memory card	Up to 512 Kbyte
5	Process Image size	128 byte
6	I/O address area digital I/O	1024
7	I/O address area Analog I/O	128
8	Byte memory	2048
9	Counter	64
10	Timer	128
11	Max Sum of all retentive data	4736 byte



**Modul Digital Input Tipe SM321 DI 32xDC24V dan Digital Output Tipe SM322 DO32x24V/0.5V**

Modul I/O merupakan modul masukan dan modul keluaran yang bertugas menghubungkan PLC dengan piranti eksternal atau *peripheral* yang biasa berupa suatu *computer host*, saklar-saklar, unit penggerak motor, relay, kontaktor dan berbagai macam sumber sinyal yang terdapat dalam plan.

**1. Modul Input**

Modul masukan berfungsi untuk menerima sinyal dari unit pengindera perifer, dan memberikan pengaturan sinyal, terminasi, isolasi, maupun indikator keadaan sinyal

masukan. Sinyal-sinyal dari piranti perifer akan discan dan keadaannya akan dikomunikasikan melalui modul antarmuka dalam PLC.

**2. Modul Output**

Modul keluaran untuk mengaktifasi berbagai macam piranti seperti *aktuator hidrolis, pneumatik, selenoide, starter motor, relay*, kontaktor dan *peripheral* lainnya yang terhubung dalam sistem. Fungsi modul keluaran ini dilakukan dengan pengiriman sinyal-sinyal diskret dan analog yang relevan, berdasarkan watak PLC sendiri yang merupakan piranti digital. Data spesifikasi modul digital input dan digital output dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Tipe Modul Digital Input dan Digital Output

No.	Digital Input SM321	Digital Output SM322
1	32 channel input	32 channel output
2	Input Selecting Sensor 24VDC	Output 24VDC max 0.5A
3	For Signal "1" = 13 to 30V	For Signal "1" = 24V
4	For Signal "0" = -13 to 5V	For Signal "0" = 0V
5	Current Consumption max 15mA	Current Consumption 160 mA
6	Power Dissipation modul 6.5W	Power Dissipation modul 6.6 W
7	Length of cable 1000m shielded	Length of cable 1000 m shielded

Tabel 3. Daftar Speksifikasi Perangkat Keras yang digunakan di dalam Simatic S7 300

No.	Nama Modul /Alat / Bahan	Tipe	Jumlah
1.	Central Processing Unit CPU 315-2DP	6ES7 315-2A610-0AB0	1 buah
2.	Digital Input Module DI 32 * DC 24 V SM 321	6ES7 321-1BL00-0AA0	4 buah
3.	Digital Output Module DO 32 * DC 24 V / 0,5 A SM 322	6ES7 322-1BL00-0AA0	4 buah
4.	Connector Steker TORQ 3-6 LB* 1N= 0,4-0,7 NM	6ES7 392-1AM00-0AA0	8 buah
5.	Micro Memory Card 64 KB	6ES7 953-8LF00-0AA0	1 buah
6.	Rail 480mm length ( Single Mod.With 40 mm )	6ES7 953-8AA00-0AA0	1 buah
7.	Kabel sinyal	-	1 roll

**Mounting Rack**

Mounting Rack terdiri dari alumunium Rail yang mempunyai satu atau dua blackplane untuk menghubungkan modul ke bagian yang lainnya secara elektrik.

**TATA KERJA**

**Alat dan Bahan**

Dalam melakukan penggantian sistem kendali PRTF ini, adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:



**PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 27 Juli 2011**

1. PLC berupa modul CPU, power supply, dan modul I/O
2. Tool set
3. Sumber arus Yokogawa
4. Simatic PG
5. Komponen elektronik lainnya

### Perangkat Keras

Penggantian PLC sistem PRTF diawali dengan menyiapkan dokumen yang ada, menyiapkan peralatan dan bahan yang akan dipasang. Penggantian PLC ini dimulai dengan membongkar PLC tipe lama yaitu Simatic S5 110 dan dilanjutkan dengan memasang tipe yang baru yaitu PLC S7 300.

Untuk lebih jelas mengenai bentuk fisik dari PLC Siemens S5 110 yang mengalami penggantian dapat dilihat pada gambar 4 dan bentuk fisik PLC Siemens S7 300 yang merupakan sistem kendali yang baru pada PRTF dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. PLC S5 110

### Instalasi

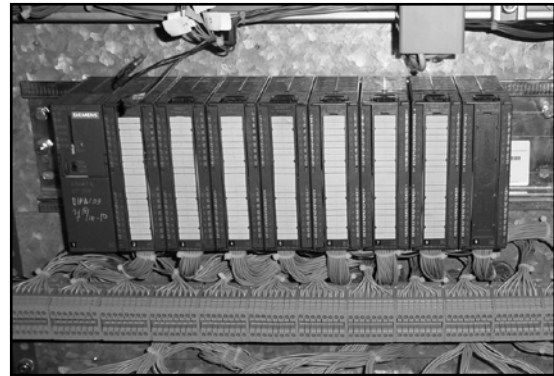
Langkah-langkah pekerjaan yang dilakukan dalam melakukan pekerjaan instalasi PLC Siemens S7 300 adalah sebagai berikut:

### Instalasi Perangkat Keras

Instalasi perangkat keras terdiri dari beberapa tahapan kegiatan sebagai berikut:

1. Mengambil data program S5 dengan *Field PGM* menggunakan kabel komunikasi interface ke modul AS 511 (Simatic S5 110). Data *software* di simpan pada file yang sesuai pada JBF 01 kabinetnya.
2. Setelah yakin data *software* tersimpan maka dilakukan pemadaman supply 24 VDC pada CPU.
3. Melakukan pemasangan pada label pada kabel yang lama sesuai dukumen modul I/O.

4. Memasang terminal kabel pada panel.
5. Memasang rak S 7 untuk menempatkan modul-modul S7 300.
6. Pemasangan Modul S7 sesuai urutan konfigurasi modul pada dokumentasi.
7. Koneksikan kabel sinyal panel JBF 01 GS 22 ke terminal kabel S7.



Gambar 5. PLC S7 300

### Instalasi Perangkat Lunak.

Perangkat lunak diperlukan agar PLC SIMATIC S7 300 dapat memproses data. PLC S7-300 dengan menggunakan bahasa pemrograman khusus yang berisikan:

1. *Ladder Logic*
2. *Statement List*
3. *Function Block Diagram*

Adapun contoh dari potongan program yang terdapat pada PLC S7 300 sebagai sistem kendali PRTF yang baru dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7. Gambar 6 menunjukkan program kendali untuk katup yang terdapat pada sistem PRTF, sedangkan gambar 7 menunjukkan potongan dari program kendali salah satu pompa yang terdapat pada PRTF.

```
Network 13 : Title:
AA 19
CALL FC 3
REL := "AA 019" M169.4 -- SYARAT AA 019
CDON := "OPAA19" I6.4 -- OPEN AA 19
CDOF := "CLAA19" I6.5 -- CLOSE AA 19
ENY := M169.5
CBON := "SPR4" I6.6 -- CHHBACK OPEN AA 19
CB_T := T21
FAST := M132.6
SLOW := M132.7
ACFM := "RES" I0.6 -- RESET
LT := "LAMP" I0.5 -- LAMP TES
SAVE := MWS
ONPC := Q1.3
OFFC := Q1.4
CONT := "COMMAND_AA19" Q6.4 -- PERINTAH AA19 (M2)
IRPT := "FLT19" Q6.5 -- FAULTAA19
IRON := "OPENA19" Q6.6 -- OPEN AA19
IROF := "CLOSEA19" Q6.7 -- CLOSE AA19
S_FT := M179.1
IOM := M169.6
IOF := M169.7
```

Gambar 6. Program kendali katup

**PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 27 Juli 2011**

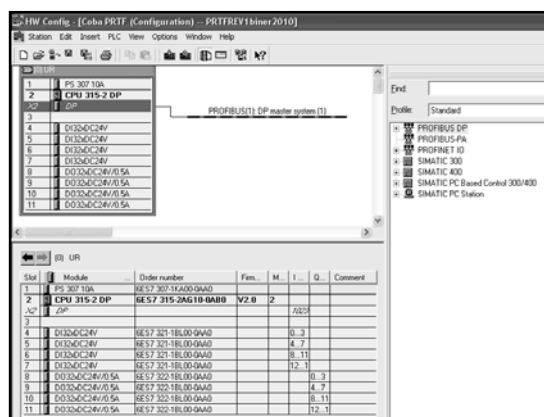


```

Network 63 : Title:
PEINTAH AP 001

CALL FC 3
REL := "REL AP001"           M175.0      -- STABAT AP 001
CDON := "ON AP001"           I12.0      -- ON AP001
CDOF := "OFF AP001"          I12.1      -- OFF AP001
ENY := "M175.1
CBON := "CHRBK ON AP001"     I12.2      -- CHRBK ON AP 001
CB_T := "T31
FAST := "M132.6
SLOW := "M132.7
ACKN := "RES"                I0.6      -- RESET
LT := "LAMP"                 I0.5      -- LAMP TRS
SAVE := "MW23
ONPC := "AP 001 ON"          Q3.7      -- ON AP0001
OFFC := "MO.1
COMT := "M168.0
IRFT := "PLTAP001"           Q12.1     -- LAMP FAULT AP001
IRON := "ONLAMP AP001"       Q12.2     -- LAMP ON AP001
IROF := "OFFAP001"           Q12.3     -- LAMP OFF AP001
S_FT := "M180.4
ION := "M175.2
IOF := "M175.3
    
```

Gambar 7. Program kendali pompa



Gambar 8. Konfigurasi hardware PLC S 7

Pada perangkat lunak Simatic Manager, kita dapat melakukan konfigurasi perangkat keras (*hardware*) yang kita gunakan. Gambar 8 menunjukkan konfigurasi perangkat keras (*hardware*) pada PLC S7 300 melalui perangkat lunak Simatic Manager.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem ini dilakukan untuk mengetahui penggantian PLC dapat berfungsi dan beroperasi sesuai dengan prosedur pengoperasian PRTF. Dengan menghidupkan masing-masing sistem dari pompa pendingin sekunder, pompa pendingin primer, katup-katup selenoid dan perintah keluar masuk penggerak troli.

Pengujian harga batas dilakukan untuk mengetahui batas keselamatan dengan cara menghidupkan seluruh sistem dan memberikan inputan arus pada modul harga batas. Bila harga batas tercapai maka akan memberikan tindakan REEX, troli kembali keluar menjauh dari teras.

### Pengujian Sistem

Setelah pekerjaan instalasi PLC Siemens S7 300 pada PRTF selesai, maka dilakukan pengujian operasi sistem PRTF secara keseluruhan. Adapun hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Dari data hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem PRTF sudah dapat dioperasikan sesuai dengan prosedur pengoperasian dan aman untuk dioperasikan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem

No.	Pengujian Sistem	Komponen	Hasil
1	Pompa pendingin sekunder	AP001 dan AP002	Beroperasi
2	Pompa pendingin primer	AP003	Beroperasi
3	Penggerak troli	AN002	Beroperasi
4	Katup solenoid	AA014, AA019, AA022, AA081, AA043, AA068, AA072, AA073, AA083, AA094, AA113	Beroperasi
5	Kompresor penyedia tekanan	AN 001	Beroperasi



**PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 27 Juli 2011**

---

### **KESIMPULAN**

Dari hasil instalasi dan pengujian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa PLC S7 300 dapat digunakan pada sistem kendali PRTF sebagai pengganti PLC S5 110 yang lama, ini ditandai dengan hasil pengujian yang telah memenuhi parameter yang ada.

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. ANONYMOUS, *Power Ramp Test Facility Instrumentation & Control* MPR 30. Interatom, 2006
  2. SIEMENS, SIMATIC S7-300, *Programmable Controllers*. Catalog, Jakarta
  3. EKO PUTRA AGFIANTO, *PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi (Omron CPM1A/CPM2A dan ZEN Programmable Relay)*. Gaya Media, Yogyakarta 2004
  4. ANONYMOUS, *Safety Analysis Report (SAR)*. BATAN, MPR-30, Rev.7, Vol.2, 1989
-