

## VISUALISASI PERGERAKAN BATANG KENDALI REAKTOR RSG-GAS

Sujarwo

Pusat Reaktor Serba Guna – BATAN  
Kawasan Puspipstek Serpong Gedung No. 31, Kota Tangerang Selatan – Banten  
Email: prsg@batan.ac.id

### ABSTRAK

**VISUALISASI PERGERAKAN BATANG KENDALI REAKTOR RSG-GAS.** Visualisasi pergerakan batang kendali reaktor adalah penampilan status dinamis dari gerakan batang kendali sebagai fungsi waktu pada layar komputer. Di samping itu sistem penampil ini akan berfungsi sebagai piranti pelacak kesalahan atas data yang terekam di dalam mesin digital. Untuk mendorong fungsi mesin ini digunakan piranti lunak yang disebut WinCC (*Window Control Center*) yang diaktifkan di dalam PC. Sistem ini telah bekerja dengan baik, terinstal dan teruji di reaktor RSG-GAS guna membantu operator dalam mengoperasikan reaktor RSG-GAS.

Kata kunci: Visualisasi batang kendali, RSG-GAS, kontrol

### ABSTRACT

**VISUALIZATION OF THE MOVEMENT OF CONTROL RODS OF THE RSG-GAS REACTOR.** Visualization of the reactor control rod movement is the appearance of movement of control rods as a function of the computer screen. Besides, this system will serve as a viewer tool for tracking errors in the data recorded in digital machines. To promote the function of this machine we used the software called WinCC (*Window Control Center*) which is enabled in the PC. This system has worked well, installed and tested in the RSG-GAS reactor in order to assist the operator in operating the RSG-GAS reactor.

*Key word: visualization of the control rod, RSG-GAS, control*

### PENDAHULUAN

Sistem batang kendali di reaktor RSG-GAS terdiri dari 8 buah *drive* unit yang dikendalikan oleh sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) panel CGK 02 dan pengolah sinyal analog di panel CGK 01 pada ruang *Marshalingk kiosk*. Pengukuran ketinggian batang kendali menggunakan indikator analog dan indikator digital di RKU (Ruang Kendali Utama). Pada saat reaktor beroperasi sangatlah penting dilakukan pemantauan secara teratur agar semua kegiatan dan proses dapat berlangsung dengan baik. Proses pemantauan atau yang disebut *monitoring* dapat dilakukan secara manual, yaitu dengan pemantauan secara langsung pada indikator analog.

Agar proses pemantauan dapat dilakukan

secara terus-menerus dan keseluruhan namun dengan cara yang mudah, efektif, dan efisien, perlu dibuat visualisasi. Masalah tersebut dapat diatasi dengan menggunakan suatu sistem *monitoring* bersifat *on-line*, semua sistem proses yang sedang berlangsung dapat dipantau dan dikontrol secara seksama pada saat itu juga, sehingga segala sesuatu dapat terkendali dengan lebih baik dan bila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan dapat langsung diketahui dan langsung dicari jalan keluarnya.

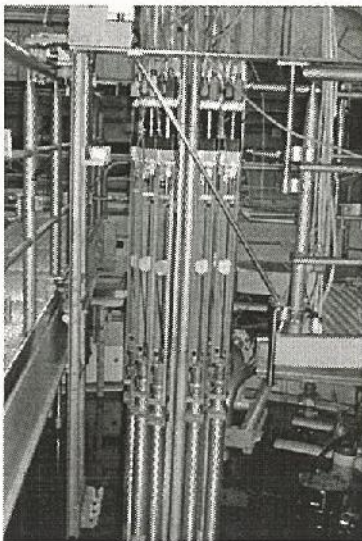
Dengan visualisasi sistem *monitoring* secara *online* dalam sistem batang kendali diperlukan untuk mengetahui pengukuran ketinggian batang kendali pada saat operasi reaktor. Kejadian kegagalan dalam sistem batang kendali pada saat operasi reaktor akan terekam pada monitor tersimpan dalam data



logging dan alarm logging. Akhirnya sistem proses dapat berjalan dengan lebih baik dan lebih cepat penanganannya bila terjadi gangguan pada saat reaktor operasi.

## TEORI

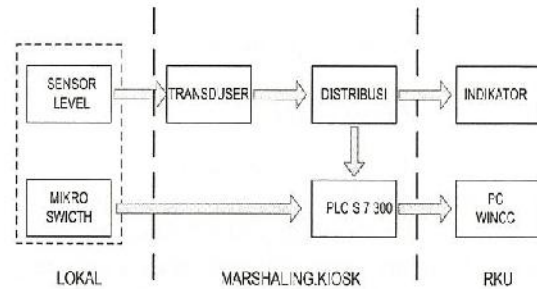
Batang kendali reaktor RSG GAS yang ditunjukkan pada Gambar 1, berfungsi untuk mengendalikan populasi neutron di teras reaktor. Pengendalian tersebut meliputi pengurangan, penambahan dan pemutusan (*scram*) populasi neutron. Caranya adalah dengan menaikkan dan menurunkan batang kendali secara terkendali. Pada kondisi tertentu dibutuhkan pemadaman secara cepat batang kendali dapat dilepas dari pemegangnya (*scram*) sehingga dapat memutus populasi neutron.



Gambar 1. Sistem batang kendali RSG-GAS

Batang kendali berfungsi sebagai pengendali jalannya operasi reaktor laju pembelahan populasi neutron di dalam teras reaktor dapat diatur sesuai dengan kondisi operasi yang dikehendaki. Selain hal tersebut, batang kendali juga berfungsi untuk memadamkan reaktor dan menghentikan reaksi pembelahan. Sesuai dengan fungsinya, bahan batang kendali adalah material yang mempunyai tampang lintang serapan neutron yang sangat besar, dan tampang lintang hamburan kecil. Prinsip pengoperasian reaktor adalah dengan jalan memasukkan dan mengeluarkan batang kendali ke dan dari teras reaktor. Jika batang kendali dimasukkan, maka

sebagian besar neutron akan terserap olehnya, yang berarti populasi neutron di dalam reaktor akan berkurang dan kemudian padam. Sebaliknya jika batang kendali dikeluarkan dari teras, maka populasi neutron akan bertambah, dan akan mencapai tingkat jumlah tertentu. Pertambahan penurunan populasi neutron berbanding langsung dengan perubahan daya reaktor. Visualisasi kerja dari batang kendali ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram visualisasi batang kendali

### Potensio (*Sensor Level*)

Potensio berfungsi sebagai perubah besaran posisi menjadi besaran resistansi. Potensio ini dipasang pada poros batang kendali untuk mengetahui ketinggiannya. *Range* ketinggian batang kendali adalah 0 – 615 mm identik dengan resistansi potensio antara 0 – 5 K  $\Omega$ .

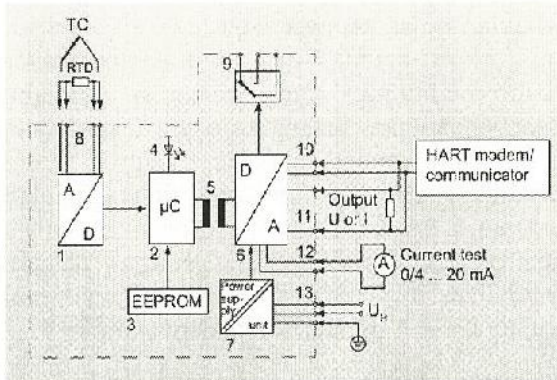
### Saklar (*micro swicth*)

Saklar berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus untuk informasi posisi dari batang kendali dan inputan biner PLC.

### Modul SITRAN –TW (Transduser)

Modul ini berfungsi sebagai perubah besaran resistansi (0 – 5 K  $\Omega$ ) menjadi besaran listrik (0 – 20 mA). Modul ini digunakan untuk *interfacing* antara potensio dengan analog input PLC. Dengan modul ini, data ketinggian batang kendali dapat di olah oleh PLC. Blok diagram modul transduser ditunjukkan dalam Gambar 3.

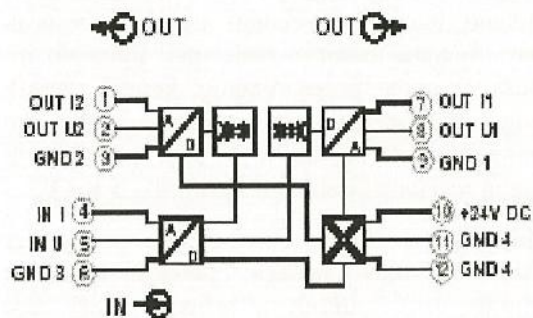




Gambar 3. Blok diagram modul transducer

### Modul Signal Multiplier

Modul ini berfungsi sebagai *buffer* dan distribusi terhadap sinyal analog dari transducer. Sinyal analog akan dikonversikan menjadi besaran tegangan atau arus tergantung *input* atau *output* yang digunakan, yang selanjutnya pada inputan analog digital PLC dan ditampilkan di indikator ruang kontrol utama. Blok diagram modul *signal multiplier* ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Blok diagram modul *multiplier*/distribusi

### PLC (*Programable Logic Controller*)

PLC merupakan perangkat pengontrol yang berdasarkan fungsi rangkaian logika, namun dalam perkembangannya sejalan dengan kebutuhan industri PLC memiliki fungsi dan aplikasi yang lebih banyak dari rangkaian logika. PLC merupakan peralatan berbasis *microprocessor* yang dirancang khusus untuk menggantikan kerja rangkaian logika dan aplikasi lain, juga didesain untuk berbagai aplikasi yang berhubungan dengan sensor-sensor industri. CPU mengeksekusi pengkodean intruksi dari memori, menghasilkan sinyal atau data kendali yang

diteransfer ke I/O (*input-output*) atau ke memori. *Programing Device* (PD) adalah perangkat untuk membuat, mengedit, atau *debuging* program PLC, merupakan PC dengan *adapter communication PLC*. *Programing Memory* (PM) berfungsi menyimpan intruksi, program dan data program PLC, berupa RAM, EPROM ataupun EEPROM. Modul *input* atau *output* (I/O) adalah parameter *input* dan *output* dari peralatan yang dikontrol. Modul ini berupa I/O *discrete* dan *spesial I/O*.

### Perangkat lunak WinCC (*Window Control Center*)

WinCC adalah sistem modular yang digunakan untuk memvisualisasikan proses dan mengkonfigurasi grafik antarmuka pengguna. Untuk mengamati proses yang ditampilkan secara grafis pada layar. Perangkat lunak Wincc terintegrasi langsung dengan PLC S7 dengan menggunakan kartu antarmuka *Simatic Net*. Melalui kabel *Profibus* yang terhubung ke terminal DB 9 pada MPI (CPU PLC 7 300), dengan menggunakan komunikasi serial RS 485. Komputer berfungsi sebagai inti sistem alat, di mana pada komputer ini terdapat slot PCI. *Card interfacing* yang ditanam pada komputer berguna berkomunikasi dengan sistem PLC dan perangkat lunak berupa program yang mendukung sistem ini. Program ini menggunakan perangkat lunak menggunakan WinCC V 6.2 .

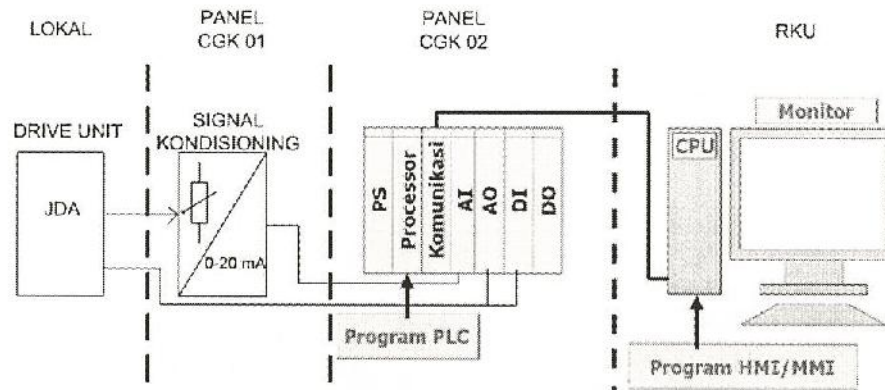
### Protokol Komunikasi

Protokol komunikasi antara PC dengan PLC S 7 300 adalah *Profibus*. *Profibus* ini mendukung sistem multidrop yang memudahkan hubungan antar peralatan, baik antar PC dengan PLC, maupun antar PLC dengan PLC. Di samping itu hubungan komunikasi antar peralatan dapat dilakukan lebih dari 500 meter tanpa perlu *repeater* karena protokol ini berdasarkan sistem komunikasi RS 485.

### METODE

Konfigurasi perangkat keras yang digunakan ditunjukkan dalam Gambar 5.





Gambar 5. Konfigurasi perangkat keras

Pada saat batang kendali bergerak pada posisi naik atau turun akan memutar poros yang terdapat potensio sebesar 5 K ohm yang mempunyai 10 kali putaran. Potensio ini berfungsi sebagai sensor ketinggian dengan 0 sampai 615 mm. Perubahan putaran potensio akan mengubah tahanan yang oleh transduser SITRANS diubah menjadi arus 0–20 mA. Selanjutnya sinyal akan didistribusikan ke indikator analog di RKU (Ruang Kendali Utama). Kemudian sinyal analog dilanjutkan ke *input* modul analog PLC.

Di dalam *drive* unit batang kendali terdapat beberapa *microswitch* sebagai indikator keadaan posisi *down* 100%, posisi *up*, *amature drop* dan *overload insert* yang terhubung ke inputan biner modul I/O PLC, dengan tegangan keluaran *microswitch* sebesar 24 volt sebagai inputan ke I/O PLC.

Peralatan yang digunakan :

1. PC (*Personal Computer*)
2. Konektor Profibus DP
3. Kabel Profibus
4. Modul Simatic Net CP 5621

Komponen pada sistem analog terdapat di dalam panel CGK 01 adalah sebagai pengolah sinyal analog terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Speksifikasi pengolah sinyal analog pada panel CGK 01

No	Modul	Type
1	Signal Multiplier	MCR-FL-CUI-2UI-DCI-NC
2	Transmitter	SITRAN 7NG32 420 BA10

Komponen PLC yang digunakan meliputi beberapa komponen yang sudah terpasang dalam panel pengendali batang kendali panel CGK 02 dengan rincian komponen yang disebutkan pada Tabel 2.

Perangkat lunak untuk menjalankan aplikasi ini menggunakan sistem operasi *Windows XP SP2* dan *Software WinCC V 6.2 RC Tag 512*. Tahapan pembuatan visualisasi batang kendali ditunjukkan dengan diagram alir pada Gambar 6.

Tabel 2. Speksifikasi Modul PLC pada panel CGK 02

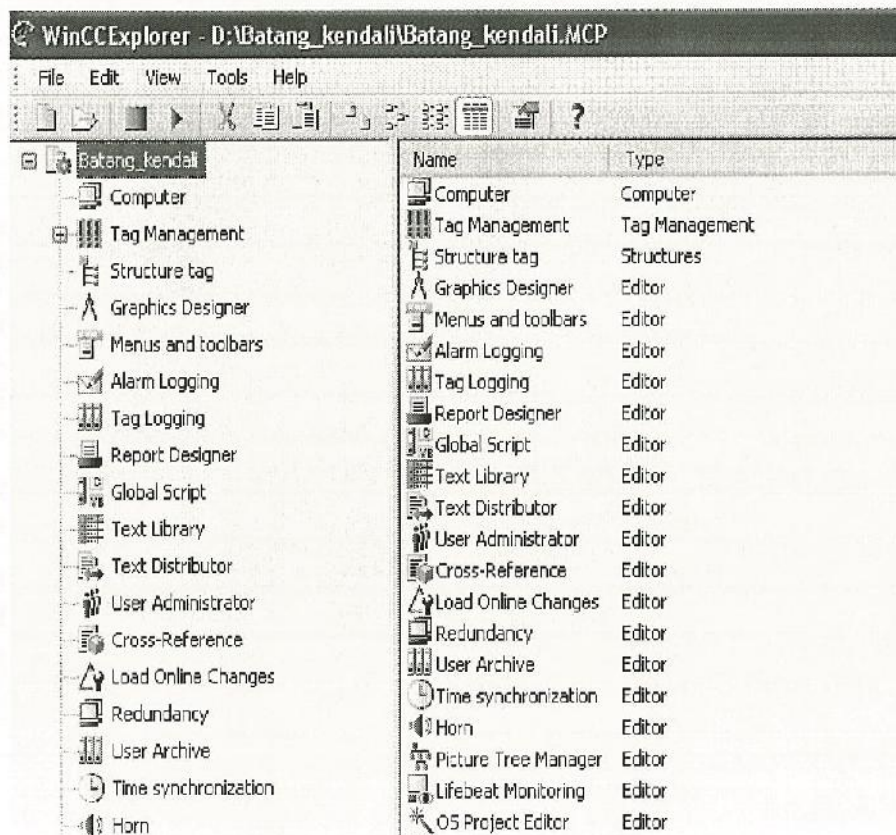
No	Komponen	Type
1	CPU 315 DP	Central Processing Unit 6ES7 315 2AG10-0AB0
2	IM 360	Interface modul 6ES7 360 3AA01-0AA0
3	DI 32 XDC 24	Digital Input 6ES7 321 1BL00-0AA0
4	DO 32XDC 24/0,5 A	Digital Output 6ES7 322 1BL00-0AA0
5	A 18 X 16 Bit	Analog Input 6ES7 332 1BL00-0AA0
6	AO 4X 16 Bit	Analog Input 6ES7 332 7ND01-0AB0



Gambar 6. Diagram alir pembuatan visualisasi batang kendali

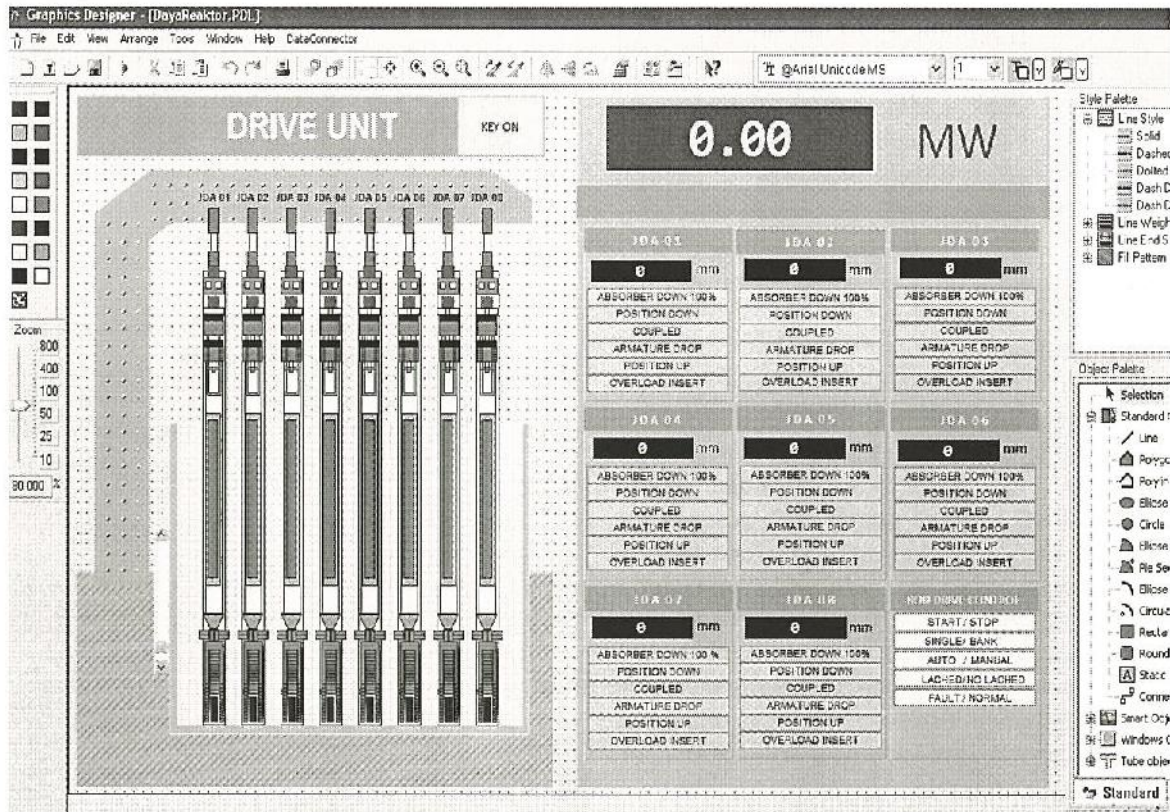
1. Mulai WinCC, yaitu membuat *file* aplikasi dengan WinCC explorer
2. Membuat proyek, yaitu memberikan nama pada proyek yang dibuat seperti dalam Gambar 7.
3. Pilih *driver*, untuk memilih *driver* komunikasi dengan *hardware* PLC yang digunakan.
4. Daftarkan *tag*, memasukan data biner dan data analog ke PLC. *Tag* data biner ditunjukkan dalam Tabel 4.
5. Membuat gambar grafis yang akan ditampilkan ke layar dan memasukan *tag* sesuai dengan inputan biner dan inputan analog seperti dalam Gambar 8.
6. Simulasi, menggunakan *tag* internal untuk mensimulasikan program.
7. Run WinCC, untuk mengaktifkan program WinCC .
8. Stop, untuk menghentikan program winCC.

Keterangan diagram alir pada Gambar 6:



Gambar 7. Tampilan program WinCC

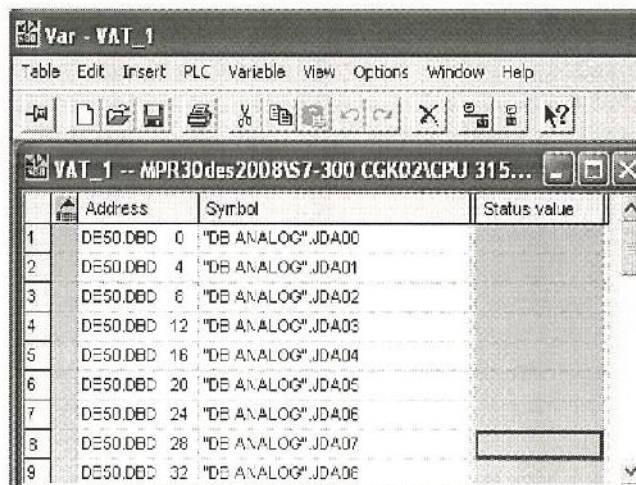




Gambar 8. Pembuatan visual gambar batang kendali

Tabel 3. Inputan data tag biner batang kendali

No	Uraian	Input JDA							
		00	01	02	03	04	05	06	08
1	Saklar Posisi "UP"	I 6.6	I 8.6	I 10.6	I 12.6	I 14.6	I 18.6	I 20.6	I 4.6
2	Saklar Posisi "DOWN"	I 6.7	I 8.7	I 10.7	I 12.7	I 14.7	I 18.7	I 20.7	I 4.7
3	Saklar <i>Overload Insert</i>	I 7.0	I 9.0	I 13.0	I 15.0	I 19.0	I 21.0	I 23.0	I 5.0
4	Saklar <i>Amarture Dropped</i>	I 7.1	I 9.1	I 13.1	I 15.1	I 19.1	I 21.1	I 23.1	I 5.1
5	Saklar <i>Absorber Down 100%</i>	I 7.2	I 9.2	I 11.2	I 13.2	I 15.2	I 19.2	I 21.2	I 7.2



Gambar 9. Inputan tag analog dalam program PLC



Untuk mengetahui data inputan analog, dapat dibuka dalam program PLC S 7 pada pengolahan data analog seperti Gambar 10. Data analog yang terdapat dalam program PLC Simatic S 7 akan dibaca oleh WinCC sebagai inputan tag analog seperti dalam Gambar 9.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan menaikkan salah satu batang kendali di RCU, pada setiap ketinggian tertentu yang seperti dalam Tabel 5. Pengujian dengan cara kalibrasi yaitu membandingkan hasil pembacaan pengukuran pada *display* digital ketinggian batang kendali pada Gambar 10 dengan pembacaan di monitor WinCC pada Gambar 8 dan hasil dicatat pada Tabel 5 untuk mendapatkan data pengukuran.

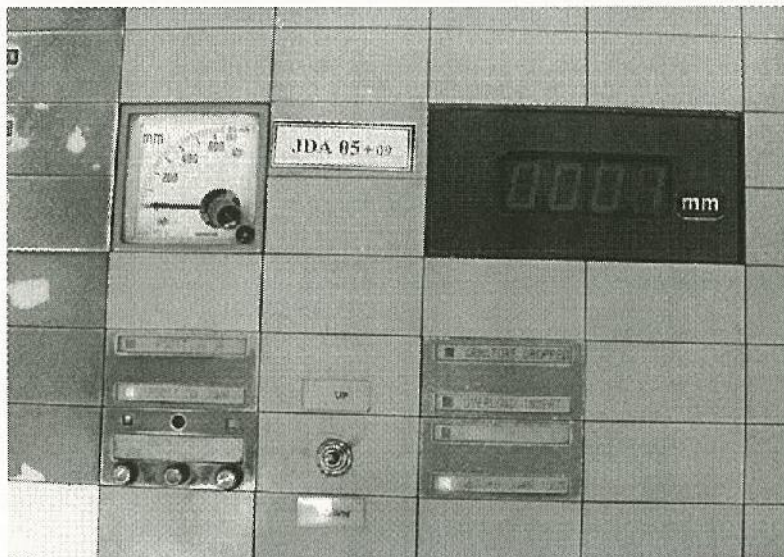
Setelah dilakukan pengujian dapat dilihat tampilan *software* pada Gambar 11 monitor berupa gambar visual batang kendali.

Setiap perubahan naik dan turunnya batang kendali pada monitor WinCC akan menampilkan sesuai yang ada pada indikator.

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada Tabel 4 didapat pengukuran yang tidak berbeda antara pengukuran ketinggian pada panel indikator dengan monitor di PC WinCC.

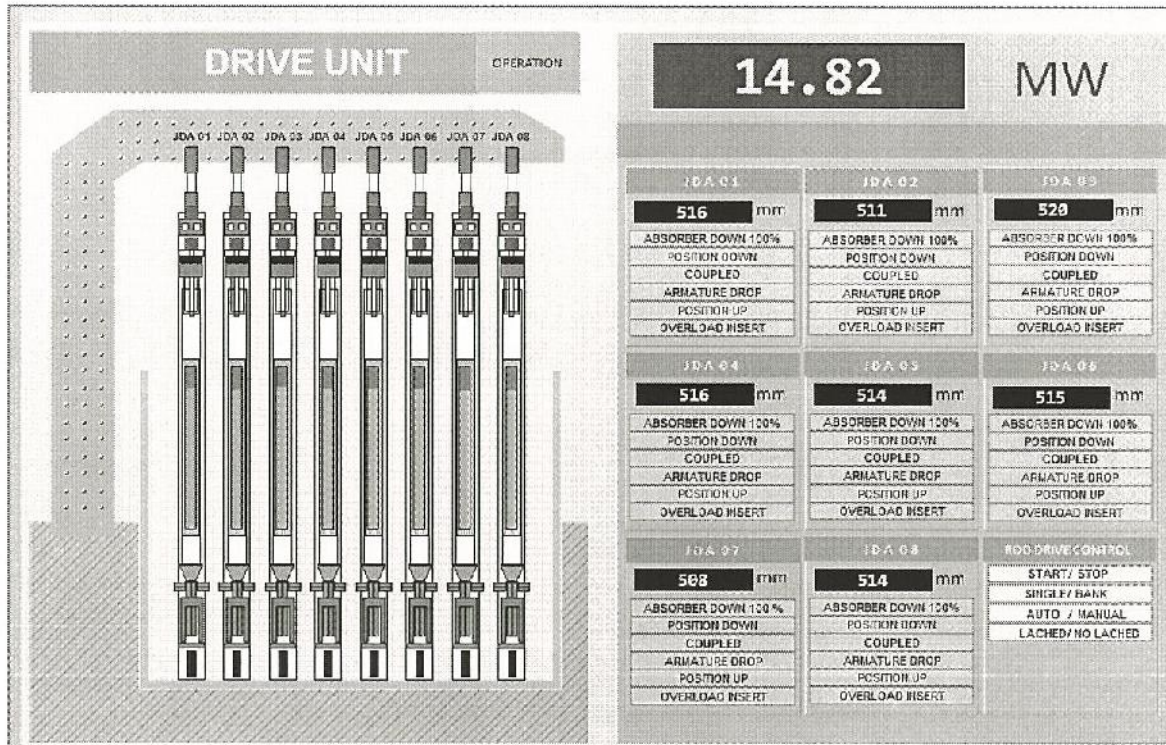
Tabel 4. Data hasil pengujian ketinggian batang kendali

No	Ketinggian pada display Indikator RCU (mm)	Penunjukan monitor WinCC (mm)
1	0	0
2	100	100
3	200	200
4	300	300
5	400	400
6	500	500
7	615	615

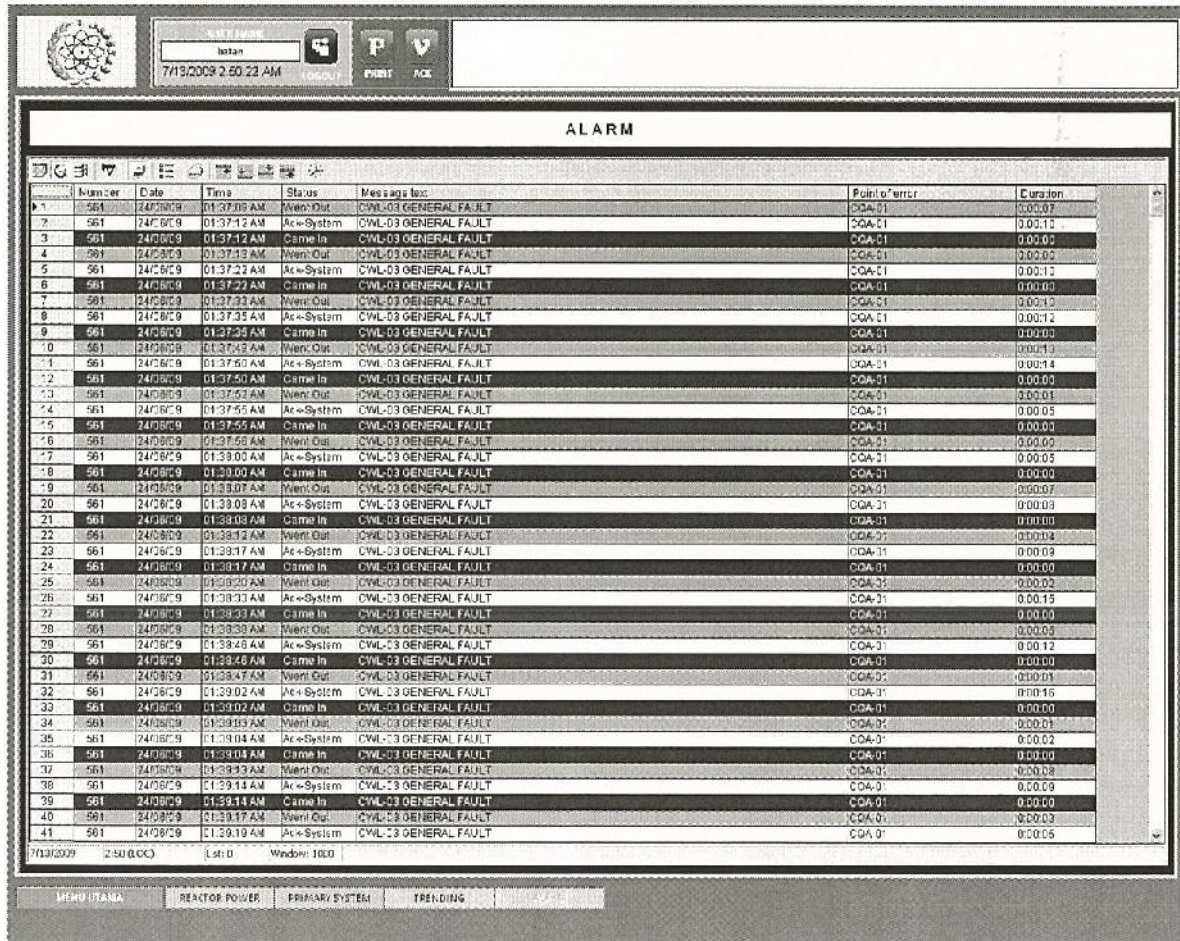


Gambar 10. Indikator analog pengukuran ketinggian batang kendali



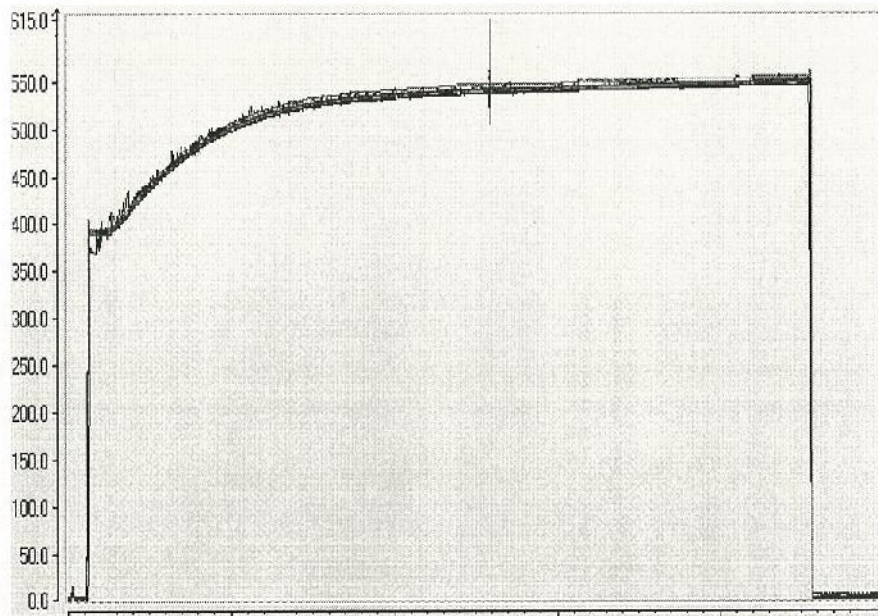


Gambar 11. Tampilan software batang kendali pada saat operasi reaktor

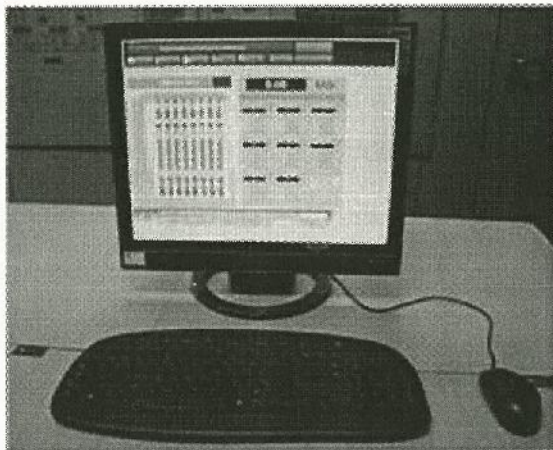


Gambar 12. Tampilan informasi trend alarm





Gambar 13. Tampilan trend perekaman batang kendali pada saat operasi.



Gambar 14. Tampilan *software* aplikasi WinCC

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, pada saat reaktor beroperasi tampilan aplikasi visualisasi yang dikembangkan menunjukkan ketinggian batang kendali sama dengan ketinggian batang kendali pada tampilan indikator di RCU. Tampilan aplikasi ditunjukkan dalam Gambar 11. Aplikasi yang dikembangkan juga ditampilkan alarm yang terjadi pada saat reaktor beroperasi. Tampilan ini ditunjukkan dalam Gambar 12.

Hasil perekaman 8 buah batang kendali ditampilkan dalam grafik tren yang ditunjukkan dalam Gambar 13. Aplikasi

visualisasi WinCC ini dijalankan dalam komputer sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 14.

## KESIMPULAN

Dari kegiatan yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Hasil dari pengujian perangkat lunak WinCC dapat berfungsi dengan baik .
2. Membantu dalam mencari gangguan atau *trouble shooting* pada kegiatan perbaikan sistem batang kendali reaktor.
3. Menampilkan gambaran mesin atau proses yang sedang berlangsung pada monitor.PC.
4. Penunjukan yang ditampilkan di indikator digital dan monitor PC WinCC tidak ada perbedaan yang signifikan

## DAFTAR PUSTAKA

1. Yusi Eko Yulianto, Sistem Instrumentasi dan kendali RSG-GAS, Bahan Kursus Perawatan, Serpong (2002)
2. Anonymous, System Description Control Rod Drive Mechanisms MPR 30, Interatom, (2006)



3. Anonymous, Safety Analysis Report (SAR) ,BATAN, MPR-30, Rev.7 , Vol.2, (1989)
4. Anonymous, Manual Wincc V 6.2, Siemens AG ,Germany , (2006)
5. Siemens, Sitrans TW, Manual, Temperature Transmitter , SIEMENS AG Hanover, Germany, (2001)
6. Phoenix Contact, Manual, Signal Converter Interface, Catalog , Singapore, (2005)
7. WINCC, [www.automation.siemens.com](http://www.automation.siemens.com)