

DESAIN DASAR PERANGKAT SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI REAKTOR RISET SR4

Syahrudin Yusuf, M. Subhan, Ikhsan Sobari, Sutomo Budihardjo

ABSTRAK

DESAIN DASAR PERANGKAT SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI REAKTOR RISET SR4. Sistem instrumentasi dan kendali reaktor riset SR4 adalah perangkat alat di bidang reaktor nuklir riset sebagai perangkat proteksi dan kendali daya yang mempunyai fungsi untuk memonitor parameter keselamatan dan parameter proses baik dalam keadaan reaktor "shut down, Start-Up, maupun operasi reaktor pada daya tetap. Dalam perancangan sistem instrumentasi dan kendali reaktor riset SR4 desain dasar yang ditetapkan terdiri dari spesifikasi teknis perangkat sistem proteksi reaktor, spesifikasi teknis perangkat sistem kendali daya reaktor, spesifikasi teknis perangkat sistem informasi proses dan sistem terminasi kabel sebagai sistem pendukung. Dalam perancangan sistem instrumentasi dan kendali reaktor riset SR4 desain dasar yang ditetapkan digunakan sebagai dasar untuk penyusunan desain rinci dan selanjutnya perancangan sistem instrumentasi dan kendali secara terpadu.

Kata kunci : Desain dasar, SR4

ABSTRACT

A BASIC DESIGN OF SR4 INSTRUMENTATION AND CONTROL SYSTEM FOR RESEARCH REACTOR. An SR4 Instrumentation and control systems of research reactor is the equipment of nuclear research reactors as power protection devices and control systems. The equipment is to monitor safety parameters and process parameters in the state of reactor "shut down, start-up, and in operation at fixed power. In the engineering of Instrumentation and control systems SR4 research reactor, its basic design consists of technical specifications of the reactor protection system devices, technical specifications of the reactor power control system devices, technical specifications information system devices, and systems process termination cabling as a support system. This basic design is used as the basis for the preparation of detailed design and subsequent engineering development of instrumentation systems and control system integratedly.

Keywords: Basic design, SR4

1. PENDAHULUAN

Desain dasar sistem instrumentasi dan kendali reaktor riset SR4 mengacu kepada desain reaktor Kartini yang terdiri dari perangkat proteksi reaktor, perangkat kendali daya reaktor, perangkat informasi proses dan unit terminasi perkabelan.

Perangkat proteksi reaktor terdiri dari unit ukur NLW2, unit ukur NP1000, unit Watch dog timer, unit aktuasi proteksi reaktor dan unit ukur laju alir dan temperatur air pendingin. Perangkat kendali daya reaktor terdiri dari unit Key board, unit aktuasi kendali dan unit Batang Kendali. Perangkat informasi proses terdiri dari hardware komputer

proses dan komputer slave. Unit terminasi perkabelan terpadu merupakan pendukung seluruh sistem yang diintegrasikan melalui sistem terminal dan pengkabelan sistematis untuk memudahkan instalasi, pengujian, perawatan dan perbaikan

2. DASAR RANCANGAN

Mengacu kepada konseptual desain Reaktor Kartini⁽¹⁾, persyaratan desain mengacu kepada spesifikasi teknis desain dasar Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor Riset SR4 yang terdiri:

a. Perangkat sistem proteksi reaktor:

1. Mempunyai komparator nilai hasil ukur terhadap batas aras sumber
2. Mempunyai komparator nilai hasil ukur aras sumber ke intermediate
3. Mempunyai komparator nilai hasil ukur terhadap kecepatan kenaikan daya.
4. Mempunyai komparator nilai hasil ukur terhadap daya maksimum
5. Komparator-komparator tersebut mengendalikan relay pada kondisi *normally open* dengan keluaran berupa status relay tersebut
6. Mempunyai signal scram bila eksekusi perangkat lunak pada komputer slave mengalami kegagalan
7. Mempunyai sistem trip loop_1 dan trip loop_2
8. Mempunyai sistem scram manual

b. Perangkat sistem kendali daya reaktor:

1. Mempunyai sistem key board dengan tombol push-on rod-up, rod-down untuk tiga batang kendali, tombol push-on realise, tombol push-off manual dan tombol push-on otomatis disertai dengan indikator-indikator pada tombol tersebut
2. Batang Kendali harus dapat dinaikkan atau diturunkan dengan menekan salah satu dari tombol up atau down dan harus bersamaan dengan menekan tombol release
3. Batang Kendali tidak dapat dinaikkan secara bersamaan
4. Batang Kendali dapat diturunkan bersamaan
5. Batang Kendali dapat dioperasikan secara manual atau otomatis
6. Batang Kendali dapat dioperasikan bila Key switch pada kondisi "ON"

c. Perangkat sistem informasi proses dengan spesifikasi teknis:

- Sistem operasi DOS.
- Parameter operasi tertampil : 7 (tujuh) parameter operasi
- Fungsi kendali : 1 (satu) aktuasi kendali untuk posisi batang kendali.

d. Unit terminalisasi dan kabeling

- Sistem konektor pada masing-masing subrack
- Sistem terminal pada bagian rack
- Interkoneksi antar subrack dan sistem lain dilakukan pada terminal

3. BAHASAN

Sistem instrumentasi dan kendali reaktor riset secara garis besar terdiri dari sistem proteksi reaktor, sistem aktuasi kendali daya, sistem informasi proses dan unit terminalisasi kabeling dengan pembahasan sebagai berikut:

a. Sistem Proteksi Reaktor

Sistem proteksi reaktor secara definisi mempunyai fungsi sebagai sistem keselamatan dan keamanan bila reaktor mengalami kondisi operasi abnormal yang disebabkan oleh terjadinya reaksi berantai pada teras reaktor yang tidak terkendali, tidak adanya sumber neutron di dalam tangki reaktor, adanya gangguan catu daya, adanya gangguan pada sistem elektronik/modul-modul, adanya kenaikan temperatur air pendingin primer-skunder dan lain-lain.

Sistem proteksi reaktor secara teknis mempunyai fungsi meng-aktuasi informasi status keluaran relay dari NLW2, NP1000 dan *watch dog timer* dari komputer *slave*, memutus arus elektromagnetik secara manual (scram manual) pemegang batang kendali, memutus arus listrik lewat *key-switch* ke sistem proteksi reaktor dan ke sistem aktuasi kendali dan memberi isyarat terjadinya kegagalan kerja sistem. Pemutusan arus listrik ini disebut juga dengan trip reaktor yaitu adanya pemutusan arus elektromagnetik pemegang batang kendali reaktor sehingga reaktor tidak bisa dioperasikan. Trip reaktor terdiri dari *Trip loop_1* dimana melalui *Key-switch* arus listrik ke elektromagnet pemegang batang kendali dialirkan sehingga batang kendali bisa dinaikkan atau diturunkan. *Trip loop_2* merupakan sumber pemutus arus listrik untuk trip *loop_1* yang berasal dari Kanal Daya

Log NLW2 dan Kanal Daya Linear NP1000 dan *Trip scram* manual dilakukan untuk memutus arus listrik ke elektromagnet pemegang batang kendali oleh operator reaktor disebabkan ada gejala abnormal operasi reaktor atau adanya isyarat (alarm) reaktor harus trip.

Kanal Daya Logaritmik NLW2 mempunyai fungsi untuk mengukur pulsa *fluk neutron* melalui detektor *Fission Chamber* (FC) dari pulsa level aras hingga level intermediate secara logaritmik. Kanal daya ini dilengkapi dengan sistem trip yang dikendalikan secara hardware berupa rangkaian *bistable-relay (normally-open)*. Keluaran *bistable-relay* dilewatkan melalui konektor multipin. Sumber trip dari Kanal Daya ini sebagai bagian dari sistem proteksi reaktor berupa trip catu daya tegangan tinggi untuk detektor FC, trip perioda, trip level aras/level sumber, dan trip daya maksimum.

Kanal Daya Linear NP1000 mempunyai fungsi untuk mengukur pulsa *fluk neutron* melalui detektor *Compensated Ionization Chamber* (CIC) dari pulsa level aras hingga level sangat tinggi secara linear dengann jangkau ukur bisa dikendalikan dari komputer di ruang operator. Kanal daya ini dilengkapi dengan sistem trip yang dikendalikan secara hardware berupa rangkaian *bistable-relay* yang dilewatkan melalui konektor. Sumber trip kanal daya ini sebagai bagian dari sistem proteksi reaktor terdiri dari trip catu daya tegangan tinggi untuk detektor CIC dan trip daya maksimum.

b. Sistem Aktuasi Kendali Daya

Sistem aktuasi kendali daya reaktor secara definisi mempunyai fungsi sebagai sistem pengendalian daya reaktor hingga mencapai daya tertentu. Dan secara teknis mempunyai fungsi meng-aktuasi tiga buah batang kendali naik atau turun secara bergantian sesuai prosedur yang telah ditentukan. Sistem aktuasi kendali daya reaktor terdiri dari :

1. *Unit Key board* berupa tombol saklar *push-on* yang mempunyai fungsi untuk menaikkan atau menurunkan Batang Kendali Pengaman, Batang Kendali Kompensasi dan Batang Kendali Pengatur yang disertai dengan tombol saklar *push-on Release*.
2. Unit Batang Kendali dimasukkan ke dalam pipa pengarah batang kendali yang terdiri dari Batang Kendali Pengaman berada di ring C5, Batang Kendali Kompensasi pada ring C9 dan Batang Kendali Pengatur pada ring E1.
3. Unit Aktuasi Kendali yang terdiri dari modul-modul elektronik yang mempunyai fungsi untuk mengatur posisi batang kendali naik atau turun, operasi manual atau otomatis serta relay *normally-open* pemutus motor Batang Kendali

c. Sistem Informasi Proses

Sistem informasi proses didesain dengan sistem operasi DOS, dengan fungsi untuk menampilkan parameter proses diantaranya :

1. Temperatur Bahan Bakar
2. Posisi Batang Kendali
3. Flow Pompa Primer dan Sekunder
4. Flow Inlet dan Outlet
5. Level Air Tangki Pendingin
6. Temperatur Inlet
7. Temperatur Air Pendingin.

Disamping menampilkan parameter proses tersebut, juga berfungsi sebagai kendali posisi batang kendali.

d. Sistem terminalisasi dan Kabeling

Sistem terminalisasi dan kabeling digunakan untuk integrasi seluruh sistem/alat pada area tertentu (direncanakan pada rack panel bagian belakang) dengan fungsi untuk memudahkan instalasi sistem/alat, memudahkan pengujian sistem/alat, memudahkan perawatan/perbaikan serta untuk memudahkan penambahan instalasi satu sistem/alat ke sistem lain. Sistem terminalisasi dan kabeling

didesain terpadu dengan mengikuti kaedah kabeling elektronik (pemisahan jalur kabel frekuensi/tegangan tinggi, sedang dan rendah).

Integrasi Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor Riset SR4 secara umum ditampilkan pada blok diagram yang ditunjukkan pada Lampiran, Gambar 1.

Dengan menekan key board pada ruang operator akan mengakses perangkat kendali daya pada subrack Aktuasi Kendali Daya sehingga batang kendali pada teras reaktor akan terangkat dan menyebabkan reaksi berantai di dalam teras reaktor. Reaksi berantai menghasilkan fluks neutron dan dideteksi oleh detektor Fission Chamber dan detektor Compensted Ion Chamber. Kedua detektor tersebut selanjutnya meneruskan pulsa fluks neutron ke alat ukur NLW2 dan NP1000. Alat ukur NLW2 dan NP1000 memproses pulsa dari detektor menjadi daya reaktor, trip status dan trip reaktor. Daya reaktor diteruskan ke komputer sistem informasi proses di ruang operator melalui sistem analog input-output. Sistem trip status diteruskan ke komputer Slave dan ke panel diagram alir di ruang operator melalui sistem digital input-output. Sistem Trip diteruskan ke sistem trip reaktor dan selanjutnya ke sistem magnet batang kendali.

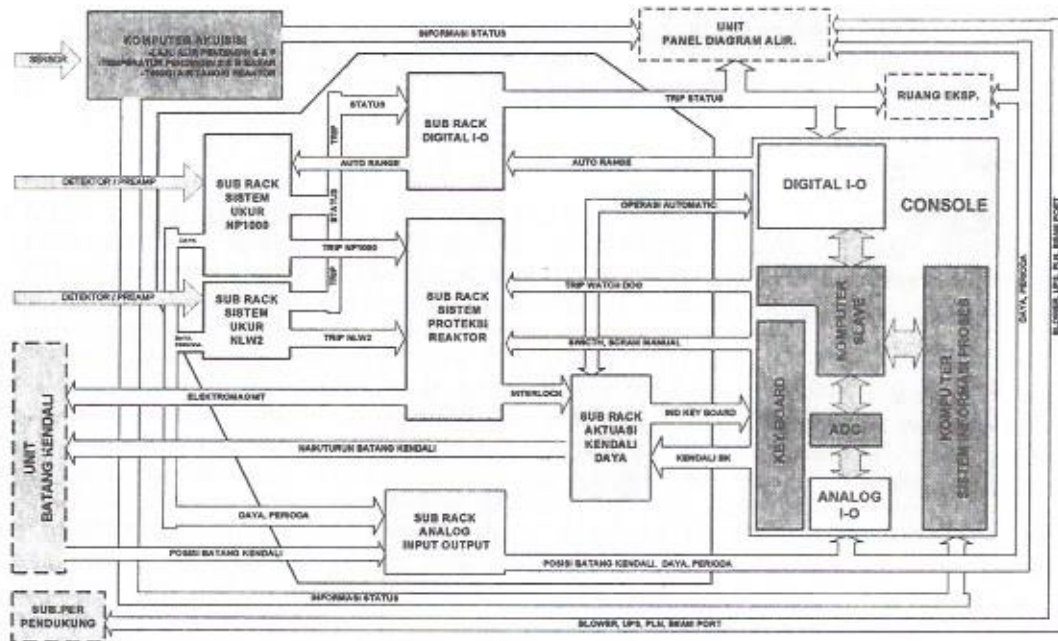
4. KESIMPULAN

Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor Riset SR4 adalah perangkat proteksi dan kendali daya dan mempunyai fungsi memonitor parameter keselamatan dan parameter proses baik dalam keadaan reaktor "shut down, Start-Up, maupun operasi reaktor pada daya tetap. Dalam perancangan Sistem Instrumentasi dan Kendali Reaktor Riset SR4 desain dasar yang ditetapkan digunakan sebagai dasar untuk penyusunan desain rinci dan selanjutnya perancangan sistem instrumentasi dan kendali secara terpadu dan terintegrasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Tim Upgrading Reaktor Kartini, BATAN, " Rancangan Konseptual sistem
- [2]. Instrumentasi dan Kendali
- [3]. Reaktor Kartini", Yogyakarta, 1993
- [4]. Tim Upgrading Reaktor Kartini, BATAN, "Spesifikasi Teknis Instrumentasi dan Kendali Reaktor Kartini", Yogyakarta, 1993
- [5]. General Atomic USA, "Operation and maintenance manual Wide_range Log Power Channel", 1983
- [6]. Channel", 1983
- [7]. General Atomic USA., "Operation and Maintenance Manual NP-1000 Neutron monitoring System", General Atomic, 1989
- [8]. Texas Instruments," TTL Logic data book", 1988

6. LAMPIRAN



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Instrumentasi dan Kendali SR4