
MODIFIKASI PANEL MONITOR REAKTOR TRIGA 2000

Margono, Pardi, Muhaimin
Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknik Nuklir - BATAN

ABSTRAK

MODIFIKASI PANEL MONITOR REAKTOR TRIGA 2000. Sebagai bagian dari modifikasi sistem kendali reaktor TRIGA 2000 telah dibuat sistem pengamatan parameter parameter yang diperlukan dalam operasi reaktor seperti daya reaktor, temperatur air, temperatur bahan bakar dan lain sebagainya. Pengamatan tersebut diambil dari sistem pengukuran yang sudah ada dan ditampilkan dalam bentuk digital panel meter. Pengukuran diambil dalam berbagai mode luaran sebagai arus dan tegangan. Sistem pengamatan ini merupakan sistem yang akan saling melengkapi dengan sistem pengamatan yang akan dilakukan melalui komputer dan ditampilkan melalui layar monitor, sehingga apabila terjadi kerusakan dalam sistem komputer tidak akan menimbulkan gangguan pengamatan parameter reaktor secara keseluruhan. Pengujian hasil modifikasi sistem pengamatan dilakukan melalui tahap komisioning sesuai prosedur yang diketahui BAPETEN

Kata kunci: reaktor, panel monitor, *scram*

ABSTRACT

MODIFICATION OF PANELBOARD FOR MONITORING REACTOR PARAMETER OF TRIGA 2000. As a part of instrumentation and control modification of TRIGA 2000 reactor, monitoring system of reactor parameter is built to monitor the parameters needed in reactor operation such as water temperature, fuel temperature, reactor power etc. The monitoring is performed through the measurement of those parameter that already exist in the old system. This monitoring system is substitution with the computer system that will be built later, so if there is problem with one of those, the reactor operation will not be disturbed. The testing of modification is performed through the stage of commissioning along the procedure of BAPETEN.

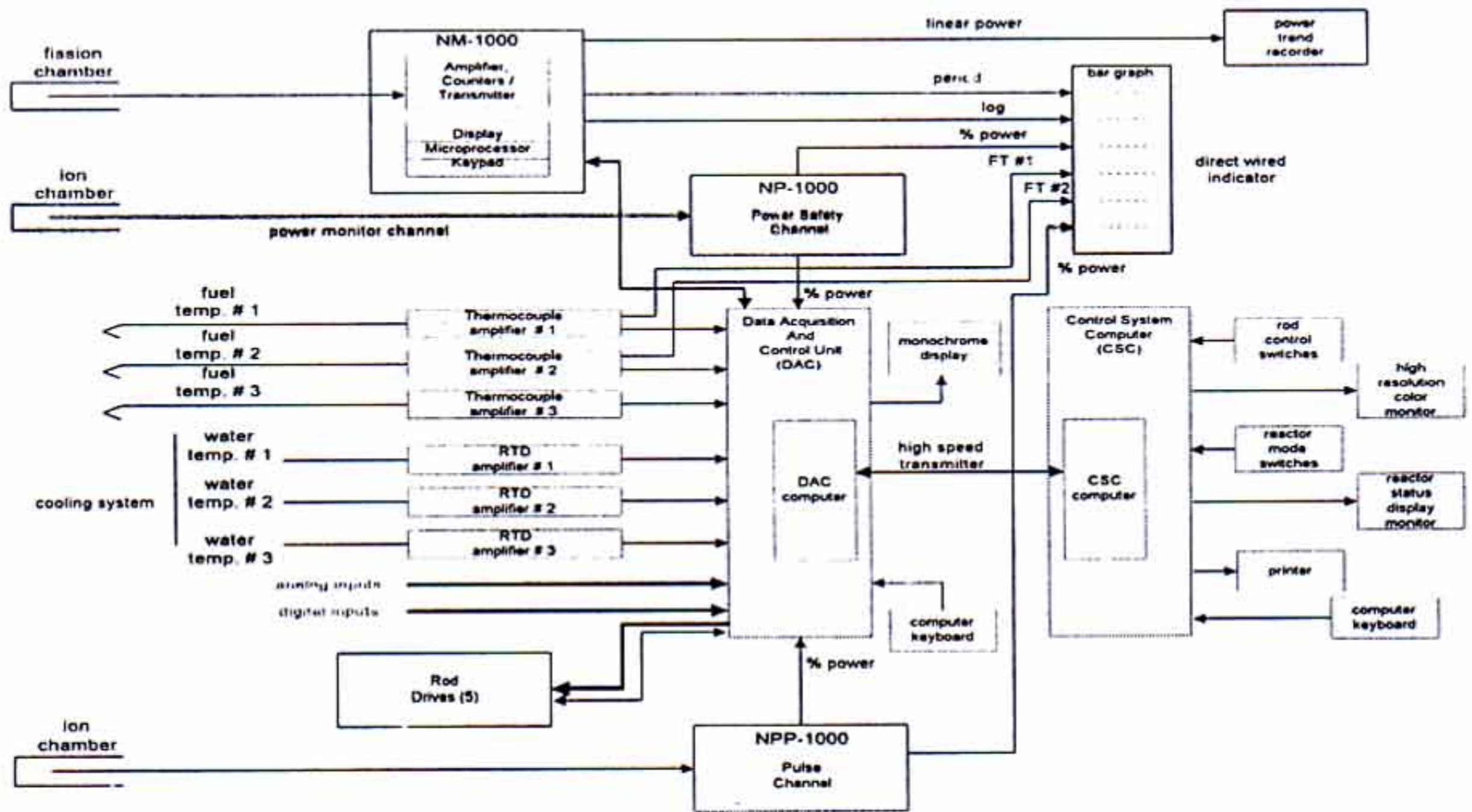
Key words: reactor, monitor panel, *scram*

PENDAHULUAN

Modifikasi sistem instrumentasi reaktor Triga 2000 dilakukan dalam tiga tahap, terdiri dari tahap 1 sistem instrumentasi reaktor operasi secara manual tanpa komputer, tahap 2 secara manual dengan menggunakan komputer dan tahap 3 adalah otomatis dengan komputer. Pada tahap 1 agar reaktor dapat dioperasikan dan memenuhi keselamatan yang telah ditentukan, diperlukan panel kontrol batang kendali dan panel monitor parameter reaktor. Paper ini membahas modifikasi monitor parameter reaktor, yang menunjukkan besaran fisis reaktor (suhu bahan bakar, suhu air tangki, periode, daya dll) dan indikator penyebab *scram*. Dengan monitor ini operator diberi informasi dan dapat mengoperasikan reaktor dengan aman.

Sistem instrumentasi reaktor yang sebelumnya dibangun sebagai sistem instrumentasi berbasis mikrokomputer. Sistem tersebut menampilkan hasil pengukuran parameter parameter reaktor di layar monitor sebagai hasil akuisisi data melalui komputer. Walaupun sistem instrumentasi reaktor tersebut mempunyai mode pengoperasian reaktor secara manual dan otomatis, tetapi kinerja seluruh sistem tersebut sangat tergantung sepenuhnya pada kondisi normal dari komputer yang terlibat beserta sistem jaringan (*network*) antar sub sistem yang tercakup dalam keseluruhan sistem instrumentasi reaktor tersebut. Kondisi ini mengakibatkan reaktor tidak akan bisa dioperasikan, jika salah satu komputer ada gangguan. Gambar 1 memperlihatkan diagram blok dari sistem instrumentasi reaktor Triga 2000 [1].

Pengalaman menunjukkan bahwa kerusakan sering terjadi pada perangkat lunak dan media penyimpan perangkat lunak (*harddisk*). Pada saat terjadi hal demikian dan posisi pemakai yang tidak mempunyai program sumber dari perangkat lunak, maka hal ini akan sangat tergantung sekali pada pemasok sistem dalam hal ini General Atomic. Ketergantungan ini akan sangat menyulitkan baik dalam hal biaya, waktu maupun risiko ketiadaan suku cadang yang sudah dianggap usang.



Gambar 1. Diagram blok sistem instrumentasi reaktor TRIGA 2000

Untuk mengantisipasi kesulitan tersebut di atas, timbul pemikiran untuk memodifikasi sistem instrumentasi tersebut dengan rancangan atas kemampuan mandiri dengan tetap memperhatikan sistem keselamatan yang sudah baku serta memanfaatkan bagian perangkat keras yang sudah ada dan dianggap mempunyai unjuk kerja yang baik.

Sistem pengamatan yang direncanakan adalah secara konvensional dengan penampilan pada digital panel meter sebagai hasil keluaran dari alat ukur dilengkapi dengan indikator lewat batas yang menyebabkan reaktor *scram*. Hal ini dilakukan untuk mengurangi ketergantungan pada komputer yang juga akan digunakan pada tahap akhir modifikasi sistem instrumentasi reaktor secara keseluruhan.

BAHAN DAN TATA KERJA

Kegiatan yang dilakukan adalah membuat sistem pengamatan dari parameter parameter reaktor yang diperlukan pada pengoperasian reaktor. Dalam sistem instrumentasi reaktor TRIGA 2000 alat alat ukur yang diperlukan sudah tersedia pada rak untuk unit DAC dengan berbagai mode keluaran dan siap untuk diambil datanya melalui komputer, sehingga dalam hal modifikasi ini diperlukan digital panel meter yang harus disesuaikan dengan keluarannya. Jadi pada dasarnya keluaran yang pada awalnya disediakan untuk komputer akan dihubung seri dengan alat penampil digital yang mempunyai mode masukan arus atau dihubung paralel dengan alat penampil yang mempunyai mode masukan tegangan.

Parameter parameter pengoperasian reaktor yang diamati adalah :

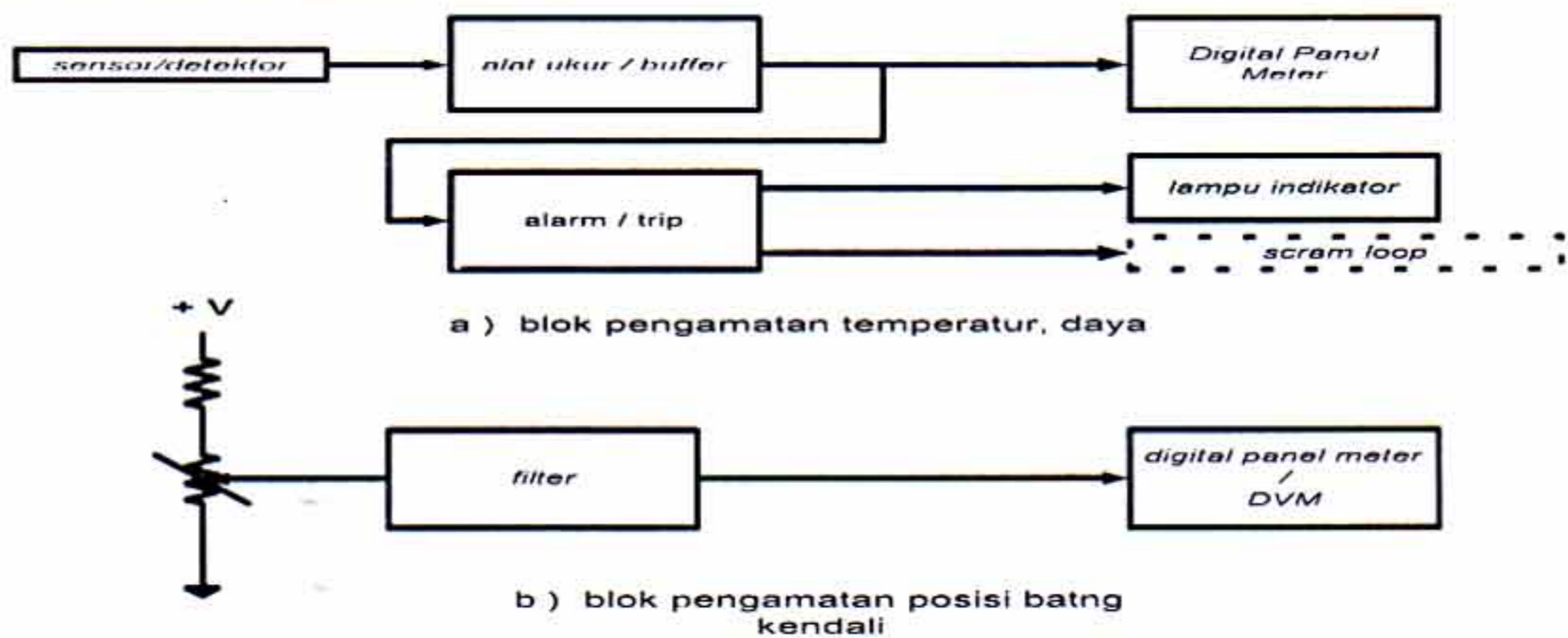
- Daya reaktor dalam skala skala logaritmis
- Daya reaktor dalam jangkauan linear
- Temperatur bahan bakar
- Temperatur air pendingin
- Posisi ketinggian batang kendali
- Perioda reaktor

Indikator penyebab *scram* yang diamati adalah :

- Temperatur bahan bakar
- Temperatur air pendingin
- *Water level / ECCS*
- Daya reaktor liner melalui NP 1000 & NPP 1000
- Perioda reaktor
- *Minimum source interlock* melalui NM 1000

Rancangan modifikasi dilakukan dengan memahami kinerja peralatan yang sudah ada dan dianggap baik, sehingga tidak banyak melakukan perubahan dari rancangan semula yang sudah ada.

Gambar 2 merupakan blok fungsional pengamatan parameter operasi reaktor yang sudah ada [1, 2, 3]. Pada gambar tersebut terlukiskan bahwa kinerja pengamatan parameter reaktor sebagai berikut :



Gambar 2. Blok fungsional pengamatan parameter operasi reaktor

Gambar 2a melukiskan pengukuran parameter reaktor seperti temperatur baik untuk air pendingin ataupun bahan bakar. Modul alat ukur yang digunakan tergantung pada jenis sensor atau detektor yang digunakan dan hasil ukurnya ditampilkan pada panel indikator dalam bentuk pernyataan digital. Di samping itu hasil ukur diamati oleh blok rangkaian *alarm/trip* untuk mendeteksi apabila terjadi nilai tersebut melampaui batas nilai yang diijinkan. Apabila nilai tersebut tersebut melampaui batas yang diijinkan maka akan di indikasikan dengan lampu yang teraktifkan dan juga menyebabkan kondisi reaktor *scram* sebagai akibat pendeteksian sistem *scram (scram loop)*.

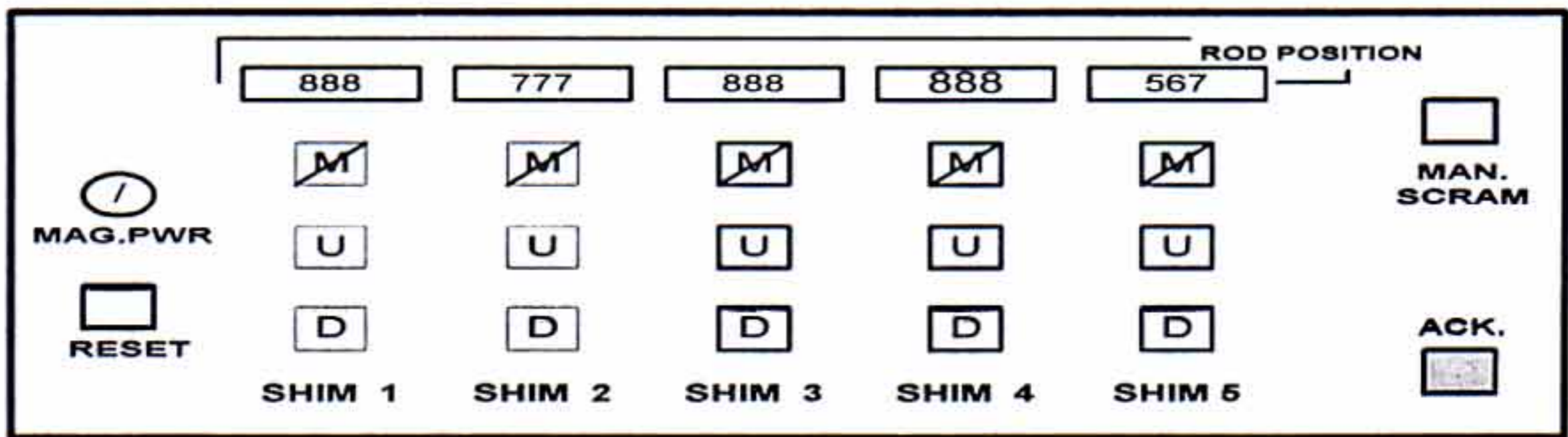
Gambar 2b melukiskan pengukuran posisi ketinggian batang kendali yang terbawa oleh *electromagnet* yang diaktifkan. Jadi pada dasarnya pengukuran ini

dimulai dengan pengukuran posisi *electromagnet* pada sistem penggerak batang kendali melalui sensor *potensiometer* dengan *wiper* yang dikopel dengan gerakan motor sistem penggerak batang kendali. Sebelum masuk ke *digital panel meter* nilai dari *potensiometer* dilalukan melalui rangkaian *filter*. *Digital panel meter* diatur untuk menunjukkan posisi ketinggian batang kendali dari terbawah sampai teratas dengan nilai 000 sampai dengan 999.

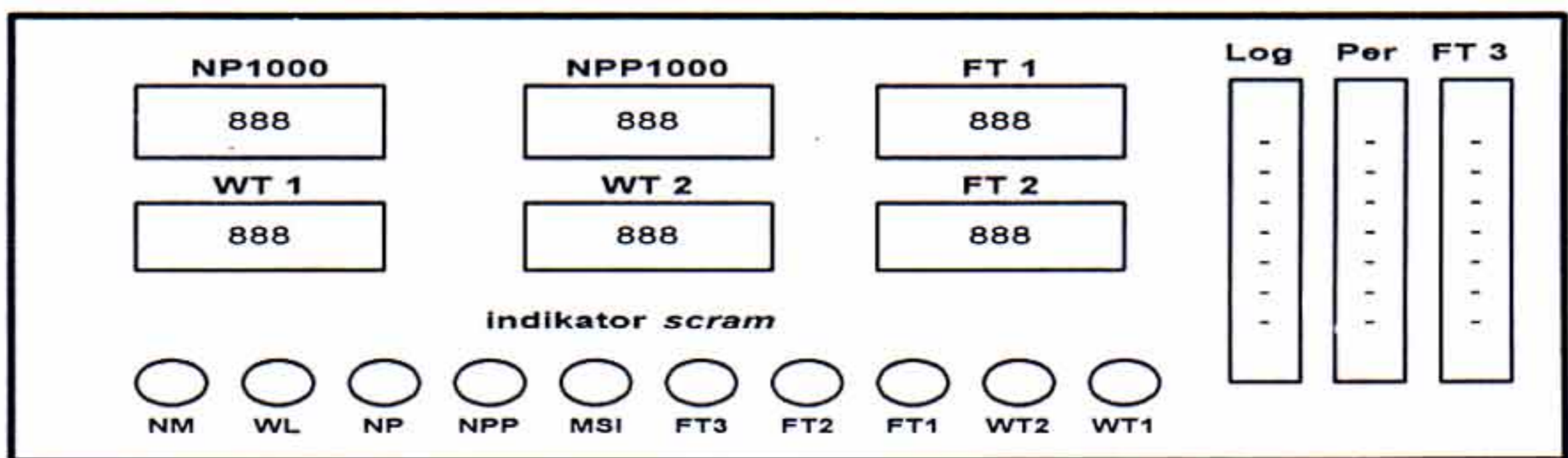
Pemilihan *digital panel meter* disesuaikan dengan luaran dari modul alat ukur yang digunakan dalam bentuk besaran arus atau tegangan menurut standar industri. Dalam hal pengukuran temperatur dan daya reaktor mode luaran yang digunakan adalah arus dengan nilai dari 4 mA sampai dengan 20 mA. Oleh karena itu modul digital panel meter yang digunakan adalah OMRON model K3TJ-A111R dan *bargraph* adalah DIXSON Bargraph Meter model E101. Sedangkan *digital panel meter* yang digunakan untuk posisi ketinggian batang kendali adalah jenis pengukur tegangan (*DVM*) dengan menghilangkan fasilitas titik desimal.

Kriteria Rancangan Modifikasi

Kegiatan modifikasi dalam tahap ini adalah membuat panel monitor parameter reaktor secara konvensional dengan tetap memperhatikan kemungkinan kegiatan lanjutan yang direncanakan yaitu akuisisi data melalui komputer. Kriteria rancangan modifikasi tersebut tetap memperhatikan faktor keselamatan yang telah dibangun sebelumnya melalui sistem *scram* maupun *interlock* dalam pengoperasian reaktor. Penempatan indikator pengukuran dibagi dalam 2 lokasi yaitu penempatan hasil pengukuran ketinggian batang kendali pada panel kontrol kendali reaktor dan pengukuran temperatur dan daya reaktor disatukan dalam panel monitor tersendiri bersama indikator penyebab *scram*. Gambar 3 memperlihatkan penempatan hasil pengamatan parameter operator reaktor pada panel kontrol dan panel monitor.



a) Penempatan pengamatan posisi ketinggian batang kendali



b) Penempatan pengamatan temperatur, daya dan indikator *scram*

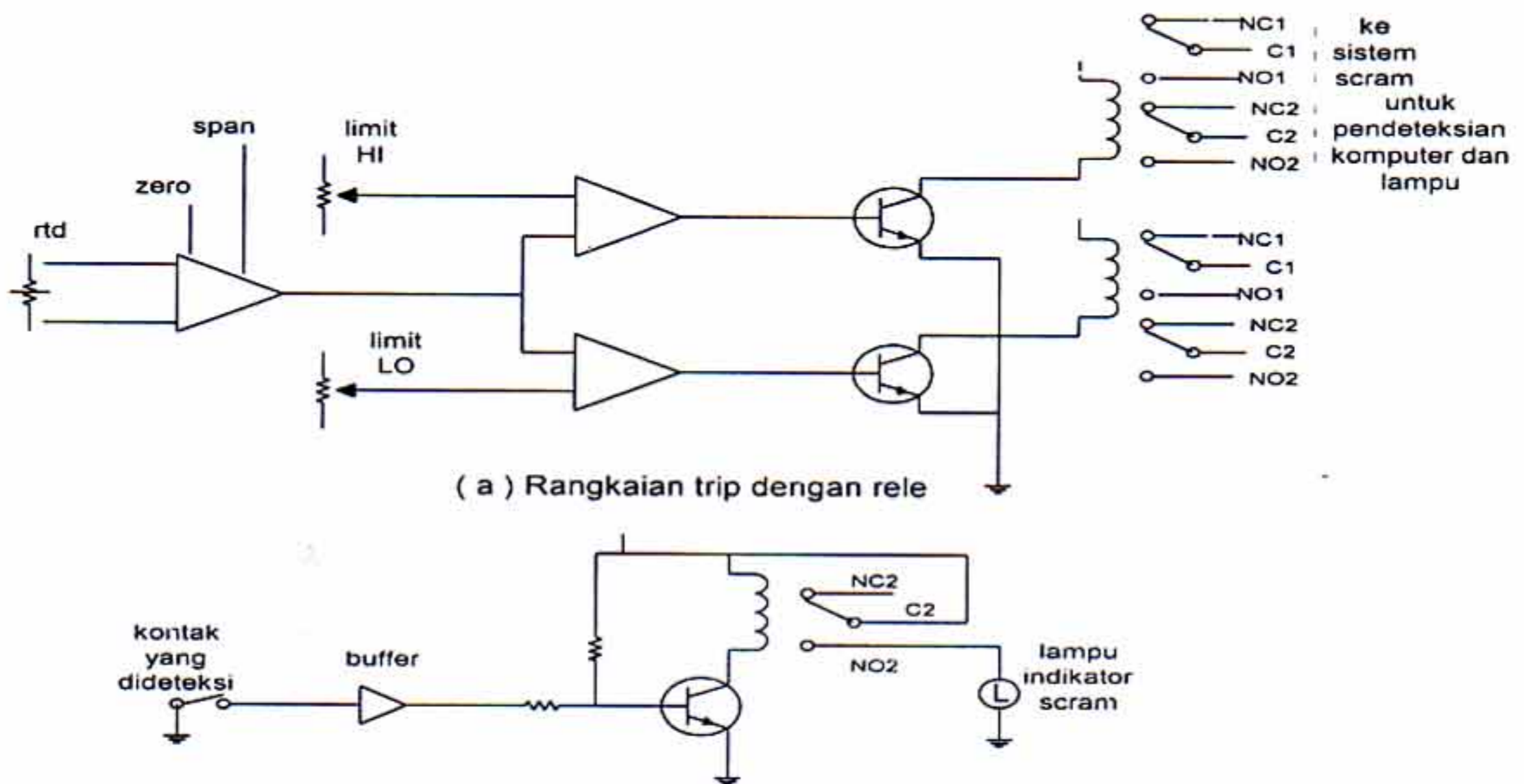
Gambar 3. Penempatan hasil pengamatan parameter pengoperasian reaktor

Kriteria Penerimaan

Kriteria penerimaan hasil modifikasi, haruslah tersangkut pada kriteria rancangan modifikasi. Uji coba hasil modifikasi didahului dengan pengamatan kesesuaian kriteria tampilan yang direncanakan dengan hasil fisik. Pengujian kriteria kinerja peralatan dilakukan melalui prosedur pengujian yang disesuaikan dengan syarat-syarat yang tertuliskan dalam kriteria kinerja peralatan yang direncanakan. Kriteria penerimaan dalam aspek yang berhubungan keselamatan operasi dilakukan melalui prosedur pengujian sistem instrumentasi reaktor yang dilakukan melalui pengujian dingin dan pengujian panas, yang utamanya menguji sistem pengaktifan kondisi *scram*.

Rangkaian Deteksi Penyebab *Scram*

Rangkaian deteksi penyebab *scram* dibentuk melalui pendeteksian status rele dari rangkaian *trip* dari alat ukur yang bersangkutan. Gambar 4a memperlihatkan contoh rangkaian *trip* dari pengukur temperatur dengan sensor RTD yang sudah ada dalam bentuk modul, sedangkan gambar 4b merupakan rangkaian yang mendeteksi status dari rele dari rangkaian *trip* 4a. Rangkaian ini dibentuk sebagai rangkaian yang mendeteksi kontak rele yang terbuka karena terdeksinya lewat batas nilai parameter yang diijinkan. Kontak rele tersebut terdiri dari 2 kelompok, yaitu yang tersangkut dalam lingkaran arus elektromagnet dalam sistem *scram* dan kelompok lainnya yang di manfaatkan untuk mengaktifkan sistem indikasi penyebab *scram*.



Gambar 4. Rangkaian *trip* dan indikator *scram*

Kontak rele terbuka atau tertutup untuk deteksi penyebab *scram* dilalukan kepada suatu buffer logik sehingga memberikan keluaran yang jelas bersifat logik, kemudian keluaran buffer digunakan untuk mendorong transistor untuk *ON* atau *OFF*

yang akhirnya mengaktif atau non aktifkan rele dalam sistem penyalan lampu indikator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan modifikasi ini telah direalisasikan dan diuji coba dan dilakukan komisioning menurut prosedur yang diterapkan oleh BAPETEN dan hasilnya dapat diterima. Macam macam pengujian dilakukan diantaranya adalah pengujian digital panel meter tersendiri dengan sumber arus standar dari 4 sampai dengan 20 mA dengan penunjukan yang disesuaikan dengan jangkauan (*range*) pengukuran parameter sebagai berikut :

- Temperatur air pendingin : dari 0°C s/d 100°C
- Temperatur bahan bakar : dari 0°C s/d 1000°C
- Daya reaktor (NP 1000) : dari 0 sampai 2000 kW.
- Daya reaktor (NPP 1000) : dari 0 sampai 2000 kW
- Daya reaktor (NM 1000) : 0 % s./d. 100 %
- Periode : -3 detik s./d. 30 detik

Kemudian diuji pula pengujian di lapangan dalam operasi reaktor termasuk kinerja dari indikator *scram*. Hasil pengujian secara keseluruhan dapat diterima dengan baik sesuai dengan prosedur yang disetujui oleh BAPETEN.

Hasil modifikasi dimungkinkan untuk dikembangkan dengan akuisisi dalam bentuk lain melalui komputer yang merupakan sasaran akhir dari modifikasi Sistem Instrumentasi Kendali Reaktor Triga 2000 yang berbasiskan mikrokomputer.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian serta penerimaan BAPETEN, maka panel monitor yang telah dibuat memenuhi persyaratan keselamatan yang ditetapkan, sesuai dengan BKO

(batas keselamatan operasi) minimal. Dengan demikian BAPETEN memberikan ijin operasi reaktor secara manual dengan alat ini sebagai monitor menggantikan monitor komputer yang masih dalam pengembangan saat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami haturkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam merealisasikan rancangan modifikasi ini diantaranya saudara Didi Gayani yang merealisasikan pekerjaan perangkat keras serta percobaan-percobaan pengujian, dan saudara Ilham beserta saudari Sujatmi yang memberikan saran-saran untuk kriteria penerimaan dan saudara Iin Indasah yang membantu dalam persiapan administrasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANONYMOUS, "Operation And Maintenance Manual for The Microprocessor Based Instrumentation And Control System", TRIGA Reactor, General Atomic, 1991
2. ANONYMOUS, "Operation And Maintenance Manual for The Microprocessor Based Instrumentation And Control System", TRIGA Reactor, Appnd. C part 1 & part 2, 1991
3. ANONYMOUS, "Vendor's Manual, TRIGA Reactor", General Atomic, 1991