

RANCANGAN DASAR PENGOLAH DATA DAN PENAMPIL LOKAL KANAL DAYA LOGARITMIK DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER

Nur Khasan, Syahrudin Yusuf
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir – BATAN

ABSTRAK

RANCANGAN DASAR PENGOLAH DATA DAN PENAMPIL LOKAL KANAL DAYA LOGARITMIK DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER. Rancangan dasar telah dibuat untuk pengolah data dan penampil lokal sistem kanal daya logaritmik berbasis mikrokontroler yang akan digunakan sebagai pendamping dan diversifikasi alat ukur daya reaktor. Kanal daya ini dirancang menggunakan komponen digital TTL dan mikrokontroler. Mikrokontroler berfungsi sebagai penerima data, pengolah data, penampil data dan penerus instruksi ke sistem lain. Mikrokontroler sebagai pengolah data digunakan untuk mengukur persen daya reaktor, periode dan keputusan trip reaktor. Dari rancangan ini dibuat penampilan nilai numerik persen daya ditampilkan secara on-line pada penampil lokal untuk jangkauan pengukuran fluks neutron dari 1 nV sampai dengan 10^{10} nV. Kanal daya ini diharapkan bisa mendukung sistem yang sudah ada yang berbasis analog dalam lingkup Sistem Instrumentasi dan Kendali reaktor nuklir.

Kata kunci : daya logaritmik, digital, mikrokontroler

ABSTRACT

A BASIC DESIGN OF MICROCONTROLLER BASED DATA PROCESSOR AND LOCAL DISPLAY FOR DIGITAL LOGARITHMIC POWER CHANNEL. A data processor and its local display for a digital logarithmic power channel, which will be used as a complement and diversification of nuclear reactor instrument, has been designed using microcontroller base circuit. This power channel has been designed using TTL device and microcontroller. The roll of the microcontroller will be as data acquisition, data processing for the measurement of percentage reactor power, period and the trip decision. In this design has been created display of numerical value will be display on the local display in on-line mode for 1 nV to 10^{10} nV neutron flux measurement range. This logarithmic power channel is expected to support the existing instrument which uses analog system in Instrumentation and Control System of nuclear reactor.

Key word : logarithmic power, digital, microcontroller

1. PENDAHULUAN

Sejak awal PELITA VI telah dilakukan kegiatan pengembangan Sistem Instrumentasi dan Kendali (SIK) untuk reaktor riset dengan keluaran berupa produk teknologi (prototipe dan metoda) yang terkait dengan kelangsungan pengoperasian dan perawatan reaktor-reaktor nuklir yang telah beroperasi di Indonesia (Reaktor "Kartini" di Yogyakarta, Reaktor TRIGA 2000 di Bandung, dan Reaktor Serba Guna "G.A. Siwabessy" di Serpong)^[1].

Dalam lingkup penguasaan dan

pengembangan rekayasa dan teknologi sistem instrumentasi dan kendali (SIK) untuk proses nuklir, khususnya dalam rangka berperan serta menjaga kelangsungan operasi SIK Reaktor Kartini maka dilakukan perancangan dan perckayasaan SIK kanal daya logaritmik digital berbasis mikrokontroler. Kanal daya ini merupakan pelengkap dan diversikan dengan kanal daya yang dipakai saat ini dari NLW-2 dan NP-1000 buatan General Atomic USA^[2].

Kanal daya merupakan parameter yang sangat penting dari sistem

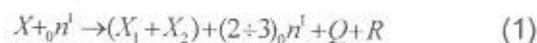
instrumentasi dan kendali reaktor yang diperoleh dari pendeteksian fluks neutron oleh detektor *Fission Chamber* (FC) atau *Ionisation Chamber* (IC) yang ditempatkan pada teras reaktor. Pulsa listrik keluaran detektor FC diperkuat oleh perangkat pre-amplifier dan diteruskan ke sistem lain hingga diperoleh parameter kanal daya linear, kanal daya logaritmik dan juga periode reaktor.

Dalam makalah ini dibahas mengenai rancangan dasar dalam lingkup pengolahan data dan penampil lokal kanal daya logaritmik digital berbasis mikrokontroler.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Reaktor Nuklir^[3]

Mekanisme utama yang terjadi dalam suatu reaktor nuklir adalah pembelahan inti (proses fisi). Adapun prinsip proses pembelahan inti dapat digambarkan sebagai berikut :



dimana X adalah inti atom dapat belah, misal U-235; ${}_0n^1$ adalah neutron termal, X_1 dan X_2 adalah inti hasil belah, Q adalah energi fisi (sekitar 200 MeV) yang dibebaskan dan R adalah radiasi berbagai jenis partikel atau foton terpancar pada saat pembelahan maupun hasil peluruhannya.

Dalam reaktor nuklir, proses pembelahan inti ini berlangsung terus (proses reaksi berantai) dan dikendalikan dengan sistem batang kendali. Banyak sedikitnya (intensitas) neutron yang terjadi dalam teras reaktor inilah yang akan dideteksi dan dikonversi menjadi daya reaktor.

2.2. Detektor Radiasi^[4]

Terdapat 4 (empat) macam detektor radiasi yang secara umum digunakan untuk pengukuran fluks neutron pada sistem instrumentasi nuklir yaitu :

1. Detektor *Ionization Chamber* (tabung ionisasi)
2. *Gamma Compensated Ionization Chamber*
3. Detektor *Fission Chamber* (tabung fisi)
4. Detektor swadaya SPND (*self powered neutron detector*)

Karakteristik detektor terhadap radiasi nuklir yang dideteksi tergantung pada tegangan DC yang diberikan kepada detektor. Untuk pengukuran di dalam teras, *burn-up* dari *Bor Coated Ionization Chamber* terlalu tinggi. Oleh karena itu dipergunakanlah *Fision Chamber* (FC). Adapun kriteria detektor untuk pengukuran di dalam teras sebagai berikut :

1. Tahan terhadap suhu tinggi
2. Gangguan terhadap fluks kecil
3. *Burn-up* dari bahan fisi kecil
4. Sensitivitas tinggi sehingga cukup hanya memerlukan penguat sederhana dan murah
5. Geometri berukuran kecil sehingga mudah diselipkan di antara kelompok bahan bakar
6. Produk fisi dan produk aktivasi dari bahan detektor hanya membangkitkan arus kecil.

2.3. Teknik Campbell^[4]

Muatan dari detektor FC mengalir kepada instrumen ukur dengan konstanta waktu τ yang dapat dilihat pada gambar 1. Konstanta waktu tersebut merupakan perkalian antara kapasitas C dari detektor dan rangkaian serta impedansi masukan R dari instrumen ukur. Jika ada saat $t = 0$ terdeteksi sebuah neutron, maka pulsa $i(t)$ yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut :

$$i(t) = \frac{\bar{q}_n}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (2)$$

Dengan,

$i(t)$ = arus yang berfluktuasi
 t = waktu

q_n = muatan dari detektor
 τ = tetapan waktu

Pendekatan tersebut berlaku jika konstanta waktu τ lebih besar dari waktu tempuh neutron dan ion detektor FC. Dari laju cacah N_n dan sensitivitas deteksi k , diperoleh fluks netron sebagai berikut :

$$\phi = \frac{N_n}{k}$$

(3)

dengan,

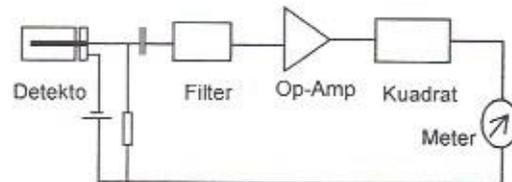
ϕ = fluks netron

N_n = laju cacah

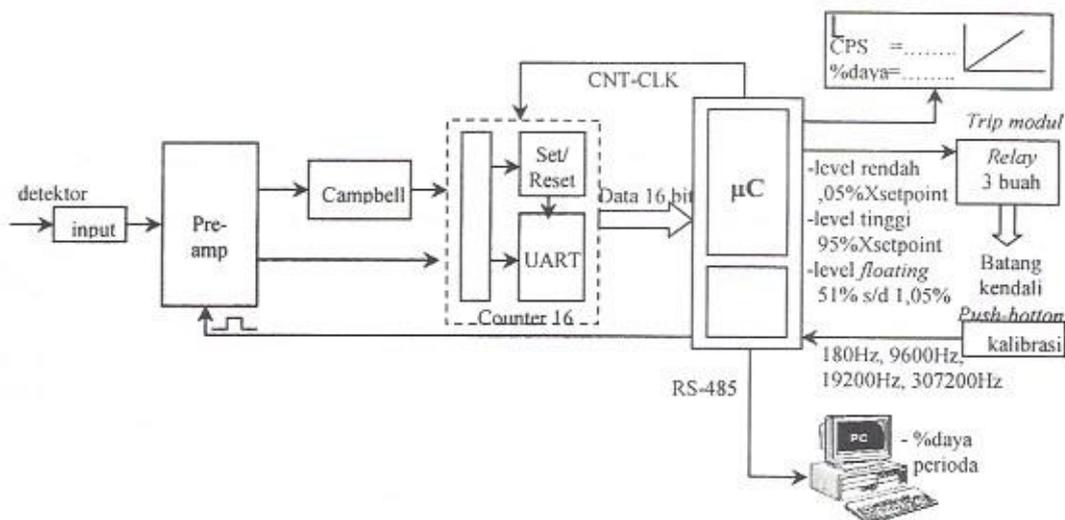
k = sensitivitas deteksi

Pencacahan pulsa dipergunakan selama jangka antara dua pulsa yang

berurutan lebih besar dari pada tetapan waktu (*time constant*) τ dari rangkaian ukur. Jika persyaratan tersebut tidak dipenuhi terjadi penumpukan atau *overlapping* pulsa yang menghasilkan arus berfluktuasi $I(t)$.



Gambar 1. : Blok diagram pengukuran fluks netron^[4]



Gambar 2. Diagram rancangan dasar sistem kanal daya log

3. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem dari pengolahan data dan penampil lokal kanal daya logaritmik dapat dilihat secara mendasar pada diagram rancangan dasar seperti Gambar 2.

3.1. Sistem Pengolah Data

Prinsip dasar dari rancangan ini adalah bahwa intensitas neutron yang terdeteksi oleh detektor FC dikuatkan oleh penguat awal sehingga pulsa-pulsa listrik yang dihasilkan dapat diteruskan langsung secara linier dari mulai level sumber sampai dengan 1%

daya kepada pencacah (*counter*) 16 bit. Sedangkan untuk intensitas pulsa lebih dari 1% daya harus dilewatkan melalui rangkaian Campbell. Hal ini dikarenakan intensitas pulsa listrik yang semakin rapat/tinggi. Dalam rangkaian Campbell ini pulsa listrik dikonversikan menjadi dalam bentuk frekuensi sehingga siap dicacah oleh *counter* 16 bit. Data-data pulsa yang dicacah oleh *counter* 16 bit diteruskan ke mikrokontroler yang kemudian diolah untuk ditampilkan *count per-second* (CPS) dan persen daya melalui penampil lokal berupa *liquid crystal display* (LCD); serta digunakan untuk kontrol modul trip reaktor. Kemudian ditampilkan juga

berupa persen daya dan perioda di *personal computer* (PC) melalui RS-485. Adapun kalibrasi diperlukan untuk pengujian sistem dengan menggunakan pulsa-pulsa frekuensi standar yang juga diumpangkan melalui penguat awal (pre-amplifier).

3.2. Penampil Lokal

LCD yang digunakan adalah LCD grafik GM24644 dengan fitur dan spesifikasi teknis sebagai berikut :^[5]

1. Luas tampilan 240 x 64 pixel
2. memiliki 2 ukuran *font* yaitu *font* 8 x 8(*default*) dan *font* 6 x 8 yang diset dengan *font selection* (*jumper* J3)
3. Dilengkapi dengan program *ImageViewer* untuk *preview* gambar *.BMP pada LCD dan mengubah gambar *.BMP menjadi *.ASM serta program-program rutin penggunaan jumlah digit minimal 3 digit sesuai disain tampilan cacah dan daya.
4. Kompatibel penuh dengan DT-51 Minimum System.

Sesuai dengan rancangan umum dari sistem kanal daya logaritmik digital yang ditentukan maka pengolah dan penampil lokal data untuk tampilan cps (*count per secon*) dan persen daya mempunyai batasan sebagai berikut :

1. Dapat mencakup tampilan numerik cps dan %daya sekaligus gambar grafiknya.
2. Tampilan digit cps sampai dengan orde kilo cps dengan penyediaan tiga angka digit sesuai dengan *setpoint trip level* %daya tinggi.
3. Tampilan digit %daya maksimal sampai orde puluhan (dua digit) dengan tambahan satu digit di belakang koma (per-sepuluh). Hal ini sesuai dengan level daya tinggi sampai dengan 95% untuk keputusan trip reaktor.
4. Tampilan grafik daya harus *on-line* terhadap waktu yang ekivalen langsung dengan tampilan numerik cps dan %daya.

Persyaratan desain ini menjadi tolok ukur dasar dalam pelaksanaan

perancangan sistem penampil lokal kanal daya logaritmik digital berbasis mikrokontroler.

4. HASIL RANCANGAN

4.1. Pengolah Data

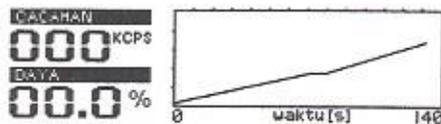
Modul awal penerima pulsa dari detektor *fission chamber* ialah modul pre-amplifier. Pre-amplifier bekerja atas dasar 2 kondisi dimana bila keluaran pre-amplifier berupa pulsa rendah (*source level* sampai dengan 1 nV) maka diteruskan langsung kepada sistem *counter* melewati diskriminator. Kemudian apabila keluaran pre-amplifier merupakan pulsa tinggi (level 1 nV hingga 1×10^{10} nV) maka diproses terlebih dahulu oleh sistem/modul Campbell dan selanjutnya baru diteruskan kepada *counter*. Modul Campbell mampu mengukur dan memproses sinyal dari detektor melalui pre-amplifier dengan jangkauan ukur 1% daya sampai dengan 120% daya (*wide-range*).

Modul *counter* berfungsi sebagai penerima pulsa masukan dari modul pre-amplifier, modul Campbell dan status kondisi tegangan suplai DC. Komponen utama dari *counter* adalah UART (*universal asynchronous receiver transmitter*) yang dioperasikan pada mode-0. Modul mikrokontroler menerima pulsa/data keluaran dari *counter* yang berasal dari pre-amplifier dan modul Campbell melalui UART. Pulsa masukan tersebut diteruskan kepada memori eksternal oleh mikrokontroler 89C51 (sering disingkat DT-51) melalui jalur data beserta alamatnya untuk diolah dan kemudian ditampilkan pada penampil LCD. Data juga diteruskan kepada penampil komputer melalui komunikasi RS-232 atau RS485.

Modul kanal daya logaritmik digital berbasis mikrokontroler ini dilengkapi dengan sistem *set-point* untuk pengaturan variabel masukan-keluaran sehingga sesuai dengan yang disyaratkan.

4.2. Penampil Lokal

Dalam rancangan dasar sistem penampil lokal langkah pertama yang dapat dilakukan adalah membuat program simulasi penampil lokal menggunakan LCD grafik untuk tampilan CPS dan %daya serta gambar grafik dayanya dengan tampilan utama seperti gambar 3.



Gambar 3. : Tampilan utama penampil lokal dengan LCD

Gambar tampilan di atas dibuat terlebih dahulu dalam bentuk file bitmap image menggunakan *borland image editor*. File tersebut kemudian dikonversi menjadi *C-style* dalam bentuk matrik *assembler* menjadi sebuah file *header* menggunakan pengkonversi image *gconv.exe (graphic to LCD converter)*.

Demikian halnya juga disiapkan berbagai karakter baik angka maupun tulisan dalam file bitmap image seperti gambar 4.



Gambar 4. : Tampilan karakter penampil lokal pada LCD

Karakter angka dan tulisan tersebut juga di konversi menjadi *C-style* dalam bentuk matrik *assembler* menggunakan *gconv.exe* menjadi sebuah file *header*.

Tampilan utama dan karakter tampilan inilah yang setelah menjadi bentuk file *header* akan dipanggil dalam eksekusi program utama sistem penampil lokal. Program utama akan di-load-kan dalam mikrokontroler yang terintegrasi dengan sebuah LCD grafik yang sudah disertai program *driver* LCD dalam bentuk file *header* dan dipanggil bersama file *header* tampilan di atas.

4.3. Mekanisme Program Sistem Penampil Lokal

Program simulasi penampil dirancang oleh pembuat program dalam bahasa C yang terdiri dari program simulasi utama dan beberapa program *header* sebagai program pre-prosesor atau *library*. Program-program *header* akan dipanggil dalam program simulasi utama sehingga terintegrasi menjadi *software* penampil lokal kanal daya logaritmik. Program-program *header* terdiri dari :

1. Program *header* untuk tampilan karakter (*digital font*) yang akan tertampil pada LCD dan diberi nama file *digifonts.h* yang merupakan hasil konversi dari file gambar *digifonts.bmp*.
2. Program *header* untuk *main display* (tampilan utama) pada LCD yang memuat tata letak tampilannya dan diberi nama file *main_display.h* yang merupakan hasil konversi dari file gambar *main_display.bmp*.
3. Program *header* untuk driver I/O (*input-output*) data terhadap LCD yang diambilkan dari *CD-driver* LCD dengan nama file *tgld.h*.

4.4. Integrasi Perangkat Keras Sistem Penampil Lokal

Integrasi perangkat keras dari sistem penampil lokal yang merupakan komunikasi antara sistem mikrokontroler dengan sistem LCD grafik secara mendasar dapat dilihat pada gambar skematik manual LCD grafik GM24644 seperti Gambar 5.

Soket konektor *data&cs* dan *control* dihubungkan langsung ke mikrokontroler dengan spesifikasi pin-pin konektor seperti yang tercantum pada^[5]. Secara blok diagram jalur komunikasi pin-pin konektor LCD adalah seperti Gambar 6.



Gambar 7. : Percobaan simulasi penampil lokal

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Telah dibuat rancangan dasar pada sistem pengolah data dan *software* simulasi penampil lokal sebagai upaya peningkatan kandungan lokal kanal daya logaritmik digital berbasis mikrokontroler yang akan dapat menjadi acuan dalam pelaksanaan perancangan detailnya untuk melengkapi sistem kanal daya yang sudah ada.

Tampilan digit cps sampai dengan orde kilo, sedangkan untuk %daya sampai dengan orde puluhan koma per-sepuluh persen sesuai dengan jangkauan ukur kanal daya terhadap fluks neutron dari 1nV sampai dengan 10^{10} Nv.

5.2. Saran

Diperlukan tahapan pelaksanaan desain sampai dengan rancangan detail dari rancangan sistem ini untuk dikembangkan dengan masukan data simulasi dari luar misalnya dengan masukan dari pembangkit pulsa standar.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada bapak Achmad Suntoro, saudara M. Subhan dan saudara I Putu Susila, atas bantuan ide, saran dan kerja samanya dalam kegiatan perancangan sehingga dihasilkan tulisan ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. SETIAWAN WIDI.2006. *Usulan Kegiatan Bidang Instrumentasi Reaktor Dan Industri PRPN BATAN Tahun 2007*, PRPN-BATAN.
- [2]. YUSUF SYAHRUDIN.2006. *Rancangan Kanal Daya Logaritmik Digital Berbasis Mikrokontroler*, PRPN-BATAN.
- [3]. Anonim.2002. *Pelatihan Proteksi Radiasi*, Pusdiklat, BATAN.
- [4]. SUBCHAN MUHAMAD.2004. *Rancang Bangun Rangkaian Campbell Untuk Kanal Daya Log Reaktor Nuklir*, Skripsi, UGM.
- [5]. Anonim, De-KITS, Graphics LCD GM24644.