



RANCANG BANGUN PENGANALISIS KANAL TUNGGAL

Herry Mugirahardjo dan Eddy Santoso

Puslitbang Iptek Bahan – BATAN, Kawasan Puspipstek Serpong, Tangerang

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PENGANALISIS KANAL TUNGGAL. Telah dirancang-bangun alat penganalisis kanal tunggal (single channel analyzer-SCA). Alat ini selalu digunakan pada sistem pencacah spektrometer maupun difraktometer neutron. Alat ini terdiri atas diskriminator, anti koinciden dan pembentuk pulsa yang dibuat dengan menggunakan rangkaian terpadu (IC) dan komponen tertentu dengan toleransi yang tinggi. Untuk menganalisis tinggi pulsa, alat ini menggunakan dua buah diskriminator yaitu Lower Level Discriminator (LLD) dan Upper Level Discriminator (ULD). Untuk mendapatkan ketelitian yang tinggi pada pembacaan (level) diskriminator maka dipakai potensiometer 10 putaran. Keluaran Penganalisis Kanal Tunggal berbentuk pulsa segi empat dengan tinggi ± 4 volt dan lebar $\pm 0,5 \mu\text{s}$ yang merupakan pulsa standar sebagai masukan rangkaian pencacah berikutnya.

ABSTRACT

ENGINEERING OF SINGLE CHANNEL ANALYZER. Single Channel Analyzer (SCA) has been developed. This kind of analyzer has been used frequently at either Spectrometer or Diffractometer Neutron counting system. The SCA consists of discriminator, anti coincident and pulse shaper using integrated circuits and some high precision components. Two discriminators (LLD and ULD) are used to analyzed the pulses. They are using a 10 turn potentiometer to get a precision reading on discriminator level. Output of the SCA is a standard pulse (square pulse with ± 4 volts high and $\pm 0.5 \mu\text{s}$ wide) as an input to the next counter.

PENDAHULUAN

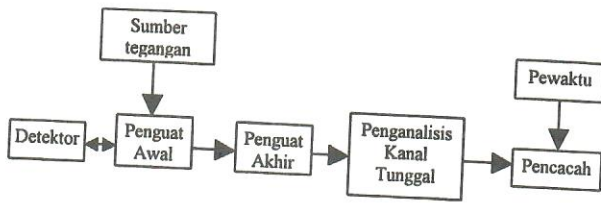
Penganalisis kanal tunggal adalah alat yang selalu dipakai pada sistem pencacah radiasi bahan radioaktif. Alat ini berfungsi untuk memilih tinggi pulsa yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan dalam penelitian. Pada umumnya diagram blok sistem pencacah radiasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Untuk mengukur intensitas radiasi maupun untuk mendapatkan kurva distribusi energi dari suatu bahan radioaktif, pada umumnya digunakan sistem pencacah radiasi dengan diagram blok seperti pada Gambar 1. Detektor akan bekerja dengan adanya sumber tegangan tinggi yang dicatu oleh sumber tegangan tinggi. Tegangan ini dapat diatur sesuai dengan tegangan kerja dari jenis detektor yang dipakai. Energi radiasi bahan radioaktif diubah oleh detektor menjadi pulsa-pulsa listrik, kemudian dikuatkan beberapa kali oleh penguat awal. Setelah melalui kabel yang cukup panjang dari lokasi pengukuran ke tempat pencacahan, pulsa-pulsa dikuatkan dengan menggunakan penguat berikutnya. Penguat ini selain berfungsi sebagai penguat, juga berfungsi untuk membentuk pulsa sehingga keluarannya berbentuk gaussian dan amplitudonya akan sebanding

dengan energi radiasi yang dideteksi oleh detektor. Untuk memilih tingkatan radiasi bahan radioaktif dapat dilakukan dengan memilih tinggi pulsa dari penguat dengan menggunakan Penganalisis Kanal tunggal atau Single Channel Analyzer (SCA). Keluaran penganalisis kanal tunggal ini kemudian dicacah dalam waktu tertentu dengan menggunakan pewaktu. Untuk memilih tinggi pulsa yang dikehendaki dilakukan dengan mengatur dua buah potensiometer yang berfungsi sebagai diskriminator level rendah (LLD) dan diskriminator level tinggi (ULD). Pulsa masukan yang amplitudonya berada diantara batas tegangan LLD dan ULD akan menghasilkan keluaran, sedangkan yang amplitudonya diluar batas tersebut akan diredam. Keluaran dari rangkaian ini lebarnya $\pm 0,5 \mu\text{s}$ dan tingginya ± 4 volt dimana kondisi ini sesuai dengan masukan alat pencacah. Alat ini banyak digunakan di Balai Spektrometri - P3IB, selain untuk memilih tinggi pulsa, juga dipakai sebagai peredam pulsa gangguan (noise) pada sistem pencacah neutron.

Alat ini dirancang bangun dengan menggunakan komponen-komponen yang ada di pasaran sehingga alat

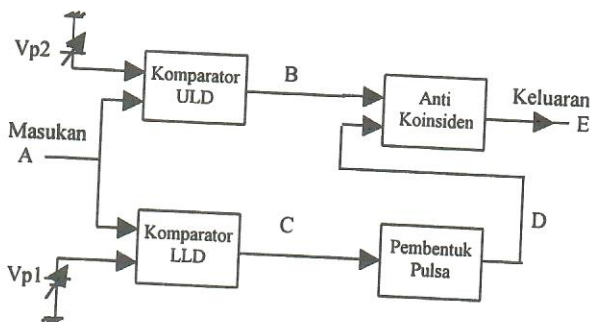
ini murah harganya serta mudah untuk melakukan perbaikannya.



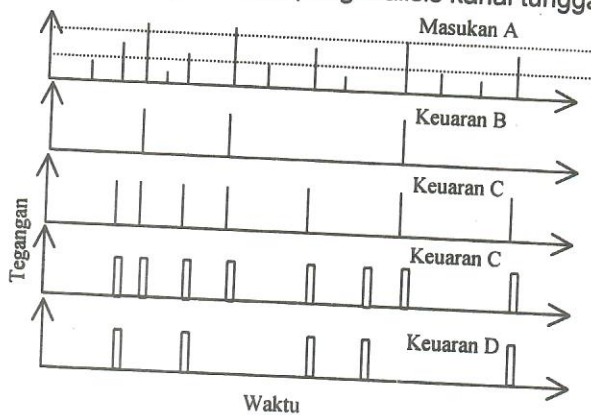
Gambar 1. Diagram blok sistem pencacah radiasi.

TEORI

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa masukan dihubungkan dengan komparator LLD dan ULD., Keluaran komparator LLD diubah bentuknya oleh pembentuk pulsa menjadi pulsa persegi dengan lebar $\pm 0,5 \mu s$ dan tinggi ± 4 volt. Kalau amplitudo masukan ada diantara tegangan preset LLD (V_{p1}) dan ULD (V_{p2}), maka pada komparator ULD tidak ada keluaran sehingga rangkaian anti-koinsiden akan meneruskan pulsa dari pembentuk pulsa sebagai keluaran. Kalau masukan melebihi tegangan V_{p2} maka akan ada keluaran pada komparator ULD dan rangkaian anti-koinsiden akan meredam pulsa dari rangkaian pembentuk pulsa, sehingga tidak ada keluaran pada penganalisis kanal tunggal. Bentuk pulsa dari penganalisis kanal tunggal dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram blok penganalisis kanal tunggal



Gambar 3. Bentuk pulsa penganalisis kanal tunggal

PRINSIP KERJA

Rangkaian lengkap penganalisis kanal tunggal yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4 dan prinsip kerjanya adalah sebagai berikut:

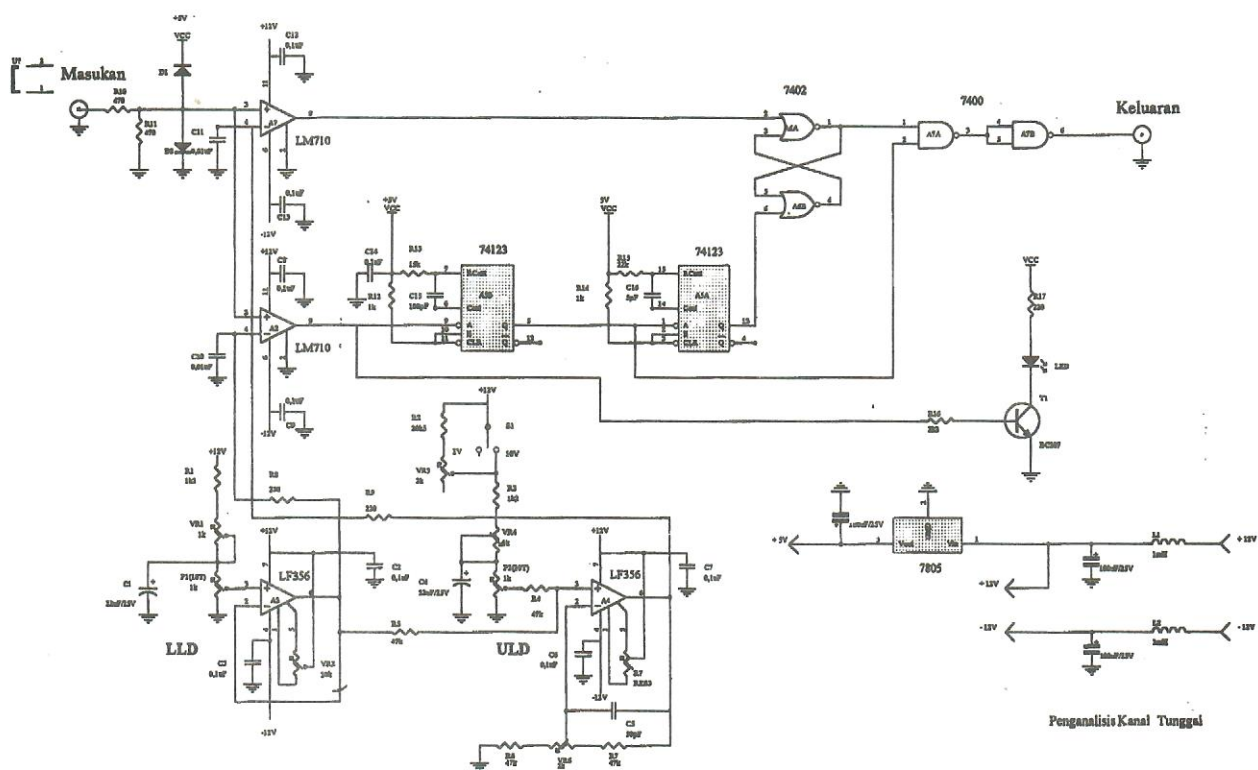
Sinyal masukan melalui pembagi tegangan R_{10} dan R_{11} dan masuk ke IC pada masukan tidak membalik (non inverting). Komparator A_1 dan A_2 yang berfungsi sebagai ULD dan LLD, masukan membaliknya (inverting) dihubungkan dengan tegangan preset ULD dan LLD yaitu keluaran IC pengikut tegangan A_4 dan A_3 . Tegangan preset LLD diperoleh dari rangkaian pembagi tegangan (R_1 , VR_1 dan potensiometer P_1) yang dilewatkan IC A_3 dan preset ULD merupakan penjumlahan dari tegangan preset LLD dan pembagi tegangan upper level (R_3 , VR_4 dan P_2) untuk skala 10 Volt dan skala 1 Volt diseri dengan R_2 dan VR_3 pada rangkaian penjumlah IC A_4 . Ada 3 kemungkinan tinggi amplitudo masukan terhadap tegangan preset LLD dan ULD yaitu:

- ◆ Amplitudo masukan lebih rendah dari preset LLD, maka pada kedua komparator tidak ada keluaran sehingga tidak ada perubahan pada penganalisis kanal tunggal.
- ◆ Amplitudo masukan berada di antara preset LLD dan ULD, maka hanya ada pulsa keluaran pada komparator LLD (kaki 9 IC A_2). Saat pulsa ini turun maka pada keluaran monostabil A_5b ada keluaran dengan lebar $\pm 0,5 \mu s$. Karena komparator A_1 tidak ada keluaran maka keluaran Q RS flip-flop yang dibentuk oleh IC A_6 akan menjadi logik 1 dan membuka gerbang AND (IC A_7) untuk meneruskan pulsa dari A_5b sehingga pada penganalisis kanal tunggal ada keluaran dengan tinggi ± 4 Volt dan lebar $\pm 0,5 \mu s$.
- ◆ Amplitudo masukan melebihi tinggi preset ULD, maka pada kedua komparator timbul pulsa keluaran. Keluaran komparator A_1 akan men-set RS flip-flop dan keluaran Q akan menjadi 0 sehingga gerbang AND akan tertutup, maka tidak ada keluaran pada penganalisis kanal tunggal.

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui linieritas dan sensitivitas dari penganalisis kanal tunggal yang telah dibuat, dengan menggabungkannya dengan peralatan penunjang pengujian seperti pada Gambar 5.

Langkah Pengujian Linieritas LLD adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Rangkaian lengkap penganalisis kanal tunggal

- ◆ Amplitudo pembangkit pulsa di-set dari 0 - 10 volt dengan langkah 0,5 volt
- ◆ Preset ULD di set 0,025 volt dan posisi helipot LLD diatur dari minimum sampai maksimum sehingga keluaran penganalisis kanal tunggal muncul di layar osiloskop.
- ◆ Setiap perubahan amplitudo pulsa, posisi dan tegangan preset LLD dibaca.

Hasil pengujian linieritas LLD dapat dilihat pada Tabel 1 dan grafik seperti pada Gambar 6a dan 6b.

Langkah Pengujian Linieritas ULD adalah sebagai berikut:

- ◆ Amplitudo pembangkit pulsa di-set dari 0 - 10 volt dengan langkah 0,5 volt
- ◆ Preset LLD diset 0,4 volt dan posisi helipot ULD diatur dari minimum sampai maksimum sehingga keluaran penganalisis kanal tunggal muncul dan hilang lagi di lajar osiloskop.
- ◆ Setiap perubahan amplitudo pulsa, posisi dan tegangan preset ULD dibaca.

Hasil pengujian linieritas ULD dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik seperti pada Gambar 6a dan 6b.

Pengujian Sensitivitas

Sensitivitas LLD adalah tinggi amplitudo pulsa minimum yang masih dapat menghasilkan keluaran pada penganalisis kanal tunggal dan sensitivitas ULD adalah selisih minimum antara tegangan preset ULD dan LLD.

Dengan menggunakan diagram blok Gambar 5 dilakukan pengujian sensitivitas LLD dan ULD sebagai berikut.

Pengujian sensitivitas LLD dengan cara:

- ◆ Tegangan preset LLD di-set pada 0 volt dan ULD di-set 1,0 volt.
- ◆ Amplitudo pembangkit pulsa diatur sampai tidak ada keluaran pada penganalisis kanal tunggal yang dimonitor oleh osiloskop.

Dari hasil pengujian didapatkan sensitivitas LLD sebesar 10 mvolt.

Pengujian sensitivitas ULD dengan cara:

- ◆ Tegangan preset LLD di-set pada 1,0 volt.
- ◆ Amplitudo pembangkit pulsa diatur sedikit lebih besar dari 1,0 volt.

- ◆ Tegangan preset ULD diatur sampai minimum dimana masih ada keluaran pada penganalisis kanal tunggal.

Dari pengujian didapat sensitivitas ULD adalah 20 mvolt.

Pengujian Resolusi

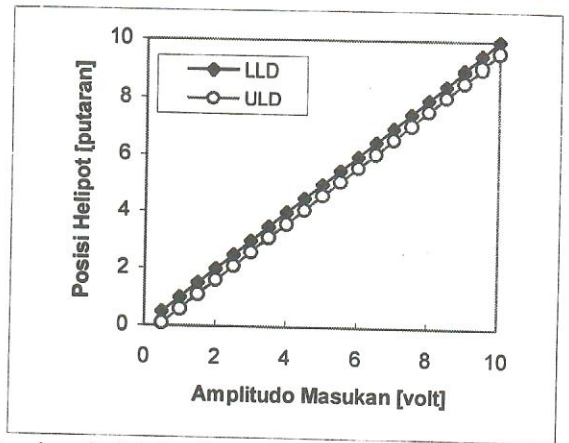
Karena di fasilitas kami tidak mempunyai alat untuk mengukur resolusi maka resolusi didapat dengan cara pendekatan yaitu 3 kali lebar pulsa keluaran penganalisis kanal tunggal = $3 \times 0,5 \mu s$.

Tabel 1. Data pengujian linieritas LLD.

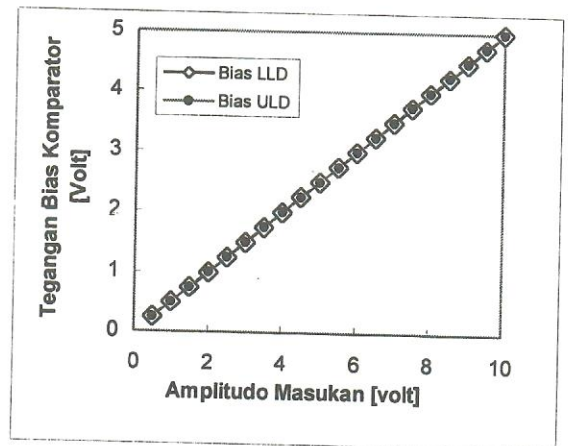
Amplitudo masukan [volt]	Posisi helipot LLD [putaran]	Tegangan preset LLD [volt]
0.5	0.5	0.250
1.0	1.0	0.501
1.5	1.5	0.750
2.0	2.0	1.000
2.5	2.5	1.248
3.0	3.0	1.499
3.5	3.5	1.747
4.0	4.0	1.997
4.5	4.5	2.248
5.0	5.0	2.497
5.5	5.5	2.749
6.0	6.0	2.999
6.5	6.49	3.248
7.0	7.0	3.498
7.5	7.5	3.747
8.0	8.0	3.998
8.5	8.51	4.247
9.0	9.0	4.497
9.5	9.5	4.746
10	10	4.997

Tabel 2. Hasil pengujian linieritas ULD.

Amplitudo masukan [volt]	Posisi helipot ULD [putaran]	Tegangan preset ULD [volt]
0.5	0.10	0.249
1.0	0.60	0.499
1.5	1.11	0.750
2.0	1.61	1.003
2.5	2.10	1.252
3.0	2.60	1.501
3.5	3.11	1.752
4.0	3.60	2.001
4.5	4.10	2.249
5.0	4.60	2.499
5.5	5.10	2.750
6.0	5.60	3.001
6.5	6.10	3.250
7.0	6.61	3.499
7.5	7.10	3.751
8.0	7.61	3.999
8.5	8.10	4.251
9.0	8.61	4.499
9.5	9.12	4.750
10	9.61	5.002



Gambar 6. (a) Grafik antara amplitudo masukan vs posisi helipot



Gambar 6. (b) antara amplitudo masukan vs tegangan bias komparator.

KESIMPULAN

1. Linieritas penganalisis kanal tunggal cukup baik yaitu $\leq 0,1\%$ untuk LLD dan $\leq 0,2\%$ untuk ULD.
2. Sensitivitas LLD cukup baik yaitu 10 mvolt dan ULD sedikit lebih besar yaitu 20 mvolt, untuk mengatasinya dilakukan dengan menambah penguatan pada penguat sebelumnya.
3. Resolusi alat ini baik yaitu $< 1,5 \mu s$.

PUSTAKA

- [1]. CANBERRA-USA, Operation Manual Single Channel Analyzer, model 2030.
- [2]. CANBERRA-USA, Operation Manual Single Channel Analyzer, model 2015A.
- [3]. ELEKTUUR, Data Sheet Book 1 – Data IC Linier, TTL dan CMOS, alih bahasa Wasaito.S,

- Penerbit PT Elex Media Komputerindo, Kelompok
Gramedia, Jakarta 1985.
- [4]. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY
AGENCY, Special Projects, IAEA, 1987
- [5]. COUGHLIN.ROBERT.F, DRISCOL
FREDERICK, Penguat Operasional Terpadu, alih
bahasa Ir.Herman Widodo.S, Penerbit Erlangga,
Jakarta, 1985
- [6]. TOCCI, RONALD.J, Principle and Aplications,
Prentice Hall, New Jersey, 1988
-