

RANCANG BANGUN PENYEDIA DAYA TEGANGAN TINGGI DC BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89C51

SUDIONO, TOTO TRIKASJONO
Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN
Jl. Babarsari Kotak Pos 1008, DIY 55010
Telp. 0274.489716, Faks.489715

Abstrak

Telah dirancang dan dibuat suatu penyedia daya tegangan tinggi DC berbasis mikrokontroler AT89C51 yang mampu menghasilkan tegangan keluaran sebesar 1478 volt DC dengan kestabilan tegangan >97% sehingga layak digunakan untuk mencatu detektor dalam sistem pencacah nuklir. Alat ini dibuat untuk melengkapi sistem pencacah nuklir di STTN. Alat ini terdiri atas penyedia tegangan tinggi DC, sistem ADC 0804 dan minimum sistem mikrokontroler dengan LCD modul.

Kata Kunci : Penyediaan Tegangan Tinggi DC, Mikrokontroler, ADC

Abstract

Has been constructed a high voltage DC supply with LCD indicator by using microcontroller AT89C51 capable to yield the output to 1478 volt DC with the tension stability up to 97% and ready to be entered into the nuclear counting system. This appliance to equip the nuclear counting system in STTN. This appliance consist of high voltage circuit, analog to digital converter circuit and minimum system of microcontroller with LCD module.

Keywords : high voltage DC, microcontroller, analog to digital converter

PENDAHULUAN

Energi nuklir merupakan suatu bentuk energi yang dipancarkan secara radiasi dengan memiliki dua sifat yang khas, yaitu tidak dapat dirasakan secara langsung oleh indera manusia dan beberapa jenis radiasi dapat menembus beberapa jenis bahan. Dengan adanya sifat-sifat tersebut, maka untuk dapat menentukan ada atau tidaknya radiasi nuklir, diperlukan suatu alat pengukur radiasi yang merupakan suatu susunan peralatan untuk mendeteksi dan mengukur radiasi. Untuk mengetahui ada dan tidak radiasi nuklir diperlukan suatu alat pengukur radiasi, baik pengukuran intensitas maupun energi nuklir, intensitas radiasi adalah banyaknya radiasi yang ditangkap pada suatu titik pengukuran yang merupakan jumlah pulsa radiasi yang ditangkap oleh detektor persatuan waktu, intensitas radiasi sebanding dengan aktivitas sumber radiasi, dan probabilitas

pancaran berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Untuk mencacah radiasi nuklir diperlukan alat "Sistem Pencacah Nuklir".

Dalam Sistem Pencacah Nuklir dibutuhkan sumber tegangan tinggi DC untuk mencatu tegangan ke detektor (Geiger Muller). Oleh karena itu dibutuhkan adanya penyedia tegangan tinggi DC dengan keluaran yang sesuai. Perkembangan teknologi semikonduktor dewasa ini sangat cepat. mikrokontroler merupakan teknologi *semikonduktor* dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara massal, membuat harga mikrokontroler lebih murah dibandingkan dengan PC. Dengan kelebihan memiliki ukuran yang kecil, mikrokontroler dapat diaplikasikan untuk menampilkan tegangan keluaran HV DC melalui LCD dalam bentuk digital.

TINJAUAN PUSTAKA

Penyedia Tegangan Tinggi DC

Dalam Sistem Pencacah Nuklir dibutuhkan alat untuk mencatu daya detektor agar dapat bekerja sesuai fungsinya. Dalam hal ini penyedia tegangan tinggi juga dapat digunakan untuk menentukan plateau detektor. Sumber tegangan tinggi dirancang untuk mampu menghasilkan tegangan yang sesuai dengan tegangan kerja dari detektor yang akan digunakan.

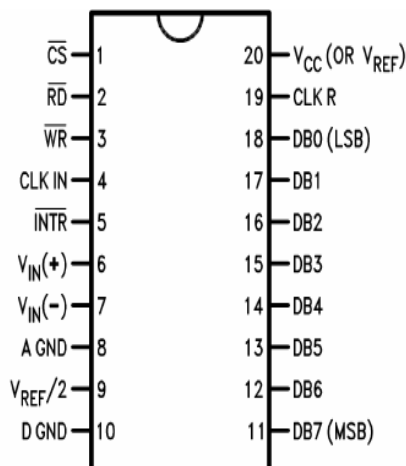
Analog to Digital Converter (ADC)

ADC adalah sebuah rangkaian yang mengubah besaran analog menjadi digital. Perubahan ini diperlukan untuk mengamati kejadian di luar komputer dari sebuah sensor atau rangkaian elektronik yang biasanya merupakan sinyal analog. Sinyal digital yang dihasilkan oleh ADC merupakan konversi terhadap masukan analog. Resolusi ADC mengacu pada jumlah bit dalam keluaran ADC.

ADC 0804 akan merubah tegangan analog menjadi digital dengan pendekatan beruntun. Besarnya jangkauan tegangan dan jumlah bit yang digunakan (resolusi 8 bit) menentukan seberapa kecil perubahan tegangan yang mampu dideteksi. Tingkat ketelitian dapat ditunjukkan dengan persamaan :

$$\text{Tingkatketelitian} = \frac{\text{JangkauanTegangan}}{\text{Resolusi}}$$

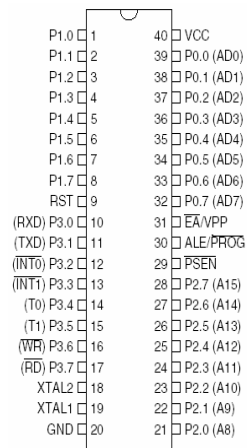
Rangkaian ADC 0804 seperti pada gambar merupakan jenis ADC pencacah dengan metode pendekatan beruntun (*Successive Aproximation*).



ADC ini juga bisa digunakan untuk mode free running yaitu mode operasi yang melakukan proses baca dan proses tulis secara bebas (tidak ditentukan kapan waktunya tetapi sengaja dibuat periodik). Caranya adalah dengan menghubungkan pin INTR dan WR.

Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler jika diartikan secara harfiah, berarti pengendali berukuran mikro. Sekilas mikrokontroler komputer sama dengan mikroprosesor. Namun mikrokontroler memiliki banyak komponen terintegrasi didalamnya, komputer *timer/counter*. Sedang pada mikroprosesor komponen tersebut tidak terintegrasi *timer/counter*. Mikroprosesor umumnya kita jumpai pada komputer dimana bertugas memproses data *input* maupun *output* dari berbagai sumber. Sedang mikrokontroler lebih sesuai untuk tugas-tugas yang lebih spesifik. (Danny Christanto 2004). Konfigurasi pin AT89C51 ditunjukkan pada Gambar 1. sbb ;



Gambar 1. Konfigurasi PIN AT89C51

Liquid Crystal Display (LCD)

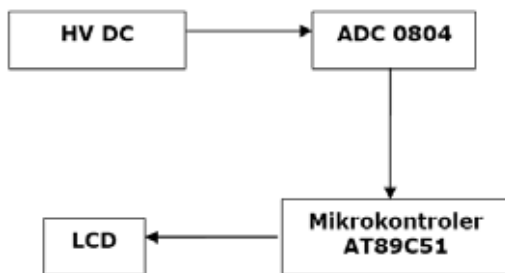
LCD adalah suatu display dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menganut sistem dot matrix. LCD banyak diaplikasikan untuk alat alat elektronika seperti kalkulator. Komunikasi data yang dipakai menggunakan mode teks, artinya semua informasi yang dikomunikasikan memakai kode *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII).

Panel LCD CCM 162B2B Creation ini memiliki dua baris 16 karakter. Luas dot matrix 5 x 7 tiap karakter, terdiri dari 16

terminal yaitu saluran data selebar 8 bit (DB0 – DB7), sinyal kontrol *Enable Signal* (E), *Register Select* (RS), *Read/ Write* (R/W), catu (V_{CC}) dan terminal ground (V_{SS}).

PERANCANGAN ALAT

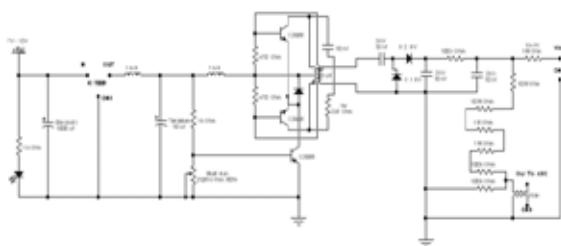
Perancangan dan pembuatan HV DC detektor nuklir dengan penampil LCD ini terdiri dari dua jenis yaitu perancangan dan pembuatan hardware serta software (program penampil). Secara menyeluruh blok diagram penyusun dari HV DC detektor nuklir adalah seperti Gambar 2 sebagai berikut :



Gambar. 2. Blok Diagram Penyusunan HV DC

Penyedia Tegangan Tinggi DC

Penyedia Daya Tegangan Tinggi DC ini berfungsi untuk mencatu daya detector nuklir agar dapat beroperasi sesuai fungsinya, sehingga dibutuhkan tegangan yang stabil. Tegangan tinggi yang dihasilkan adalah 0-1350 volt DC. Rancang bangun HV DC detektor nuklir ini menggunakan pencatu daya tegangan rendah 5 volt. Adapun gambar keseluruhan rangkaian HV DC detektor nuklir seperti Gambar 3 sebagai berikut :



Gambar. 3. Rangkaian Sumber Tegangan Tinggi DC

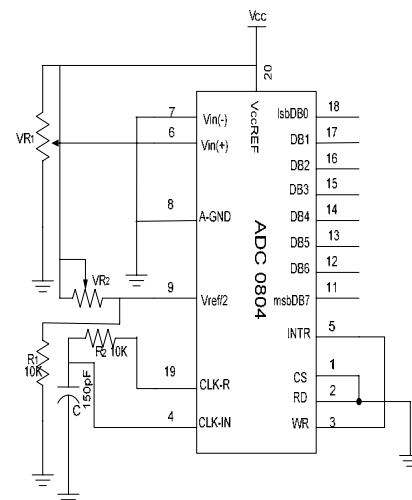
Gambar rangkaian di atas di mulai dengan sebuah *filter LC* yang berfungsi sebagai pengaman untuk mencegah terjadinya lonjakan perubahan tegangan yang cukup besar. Selanjutnya terdapat 3 buah transistor sebagai pencatu dan saklar. Trafo yang digunakan merupakan trafo *step up* yang menginduksi diri

sendiri. Trafo jenis ini banyak digunakan untuk mencatu tegangan LCD pada laptop. Trafo ini memiliki *feedback* internal sehingga kestabilan tetap terjaga.

Kemudian tegangan keluaran trafo *step up* disearahkan dengan menggunakan dioda penyearah. Unit penyearah dibangun menggunakan rangkaian *Half Wave Voltage Multiplier* (pelipat tegangan setengah gelombang).

Rangkaian Analog Digital Converter (ADC)

Pada penelitian ini akan digunakan ADC 0804. Input ADC 0804 berasal dari rangkaian tahanan beban yang berupa tegangan analog. Keluaran digital dari ADC bisa berderet (bit demi bit) atau sejajar dengan semua bit yang disandikan ditampilkan serentak. Adapun rangkaian ADC 0804 diperlihatkan Gambar 4 sebagai berikut :



Gambar. 4. Rangkaian ADC 0804

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Penyedia Daya Tegangan Rendah DC

Pengujian penyedia daya tegangan rendah DC dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada supply HV DC dan sistem penampil. Dalam pengukuran penyedia daya tegangan rendah diharapkan memiliki factor regulasi kurang dari 5%.

Penyedia tegangan rendah DC untuk system HV DC memiliki faktor regulasi sebesar 0.6%. Sedangkan faktor regulasi penyedia tegangan rendah DC untuk sistem penampil (ADC0804, minimum sistem

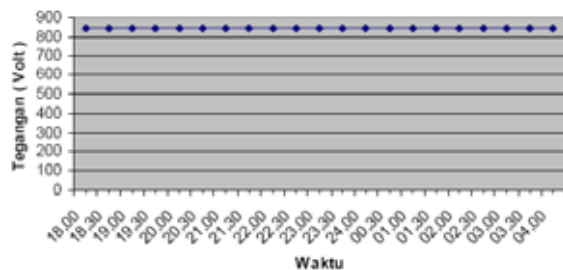
mikrokontroler, modul LCD) adalah sebesar 0,4%.

Hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diharapkan yaitu faktor regulasinya kurang dari 5%.

Pengujian Penyedia Daya Tegangan Tinggi DC

Pengujian Kestabilan Tegangan Tanpa Beban

Sumber tegangan tinggi sangat diperlukan sebagai catu daya detektor GM. Sebagai pencatu daya, sangat diperlukan kualitas yang baik serta harus mempunyai unjuk kerja yang sesuai dengan spesifikasi (Nugroho T.2005). Tujuan dari pengujian kestabilan tegangan tanpa beban adalah untuk mengetahui tingkat kestabilan tegangan keluaran dari penyedia tegangan tinggi tanpa adanya beban detektor.



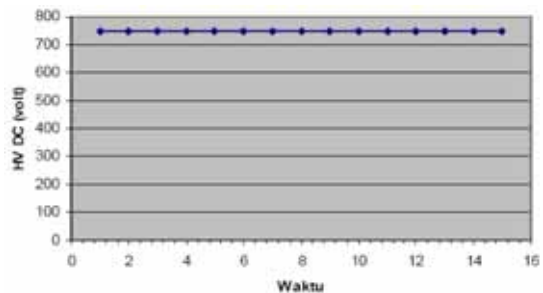
Gambar 5. Kestabilan Tegangan Tanpa Beban

Pengujian ini dilakukan selama 10 jam tanpa berhenti, data diambil setiap interval waktu 30 (tiga puluh) menit. Tegangan terendah diperoleh pada saat awal dioperasikan senilai 840 Volt (V_{min}) serta tegangan tertinggi tertinggi yang diperoleh senilai 840 Volt (V_{mak}) sehingga diperoleh selisih tegangan $\Delta V = V_{mak} - V_{min} = 840 \text{ Volt} - 840 \text{ Volt} = 0 \text{ Volt}$, selisih angka tersebut merupakan angka yang stabil. Hasil yang diperoleh merupakan hasil yang sesuai dengan perencanaan yaitu nilai stabilitas tegangan berada diantara 95% - 100%.

Pengujian Kestabilan Tegangan Dengan Beban

Tujuan dari pengujian kestabilan tegangan dengan beban adalah untuk mengetahui tingkat kestabilan tegangan keluaran dari penyedia tegangan tinggi dengan memasang beban detektor. Pengujian ini dilakukan selama 6 (enam) jam tanpa berhenti, data diambil setiap interval waktu 30

(tiga puluh) menit. Tegangan terendah diperoleh pada saat awal dioperasikan senilai 750 Volt (V_{min}) serta tegangan tertinggi tertinggi yang diperoleh senilai 750 Volt (V_{mak}) sehingga diperoleh selisih tegangan $\Delta V = V_{mak} - V_{min} = 750 \text{ Volt} - 750 \text{ Volt} = 0 \text{ Volt}$, selisih angka tersebut merupakan angka yang stabil.

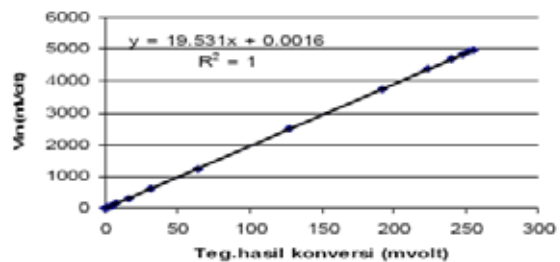


Gambar 6. Kestabilan Tegangan Dengan Beban

Hasil yang diperoleh merupakan hasil yang sesuai dengan perencanaan yaitu nilai stabilitas tegangan berada diantara 95% - 100%. Sehingga HV DC ini layak digunakan.

Pengujian ADC 0804

Pengujian ADC dilakukan untuk mengetahui linieritas input ADC terhadap tegangan konversi keluarannya. Keluaran hasil konversi diperoleh dari besar resolusi dikalikan dengan bit.



Gambar 7. Linieritas Inpu ADC Terhadap Konversi Output

$$\text{Resolusi} = \frac{\text{Jangkauan } V_{in}}{2^n - 1}, \quad n = \text{jumlah bit}$$

$$\text{Resolusi} = \frac{4,9}{2^8 - 1} = \frac{4,9}{255} = 19,215 \text{ mV}$$

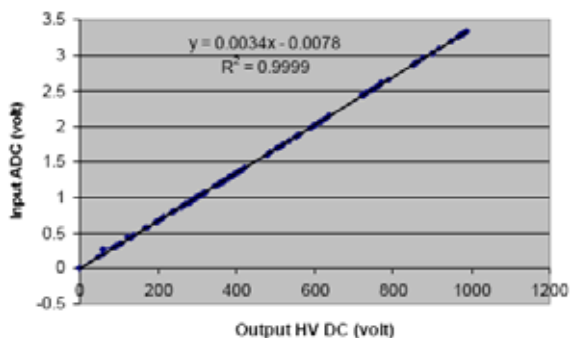
Pada Tabel di atas besarnya kesalahan relatif dihitung dari persamaan:

$$\begin{aligned} \%Kesalahan &= \left[\frac{(\text{tegangan}_{\text{input}} - \text{tegangan}_{\text{konversi}})}{\text{tegangan}_{\text{input}}} \right] \times 100\% \\ &= \left[\frac{(20 - 19,215)}{20} \right] \times 100\% \\ &= 3,925\% \end{aligned}$$

Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keluaran HV DC terhadap input ADC

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan linieritas keluaran HV DC terhadap input ADC. *Input* ADC terletak pada salah satu titik tahanan beban keluaran HV DC. Input ADC akan berubah sesuai dengan tegangan keluaran HV DC. Pada tegangan 6,8 volt tidak diperoleh data keluaran HV DC, hal ini disebabkan keterbatasan alat ukur yang digunakan. Akan tetapi dengan menggunakan Gambar dapat diperoleh persamaan linier untuk mengetahui tegangan maksimum HV DC.



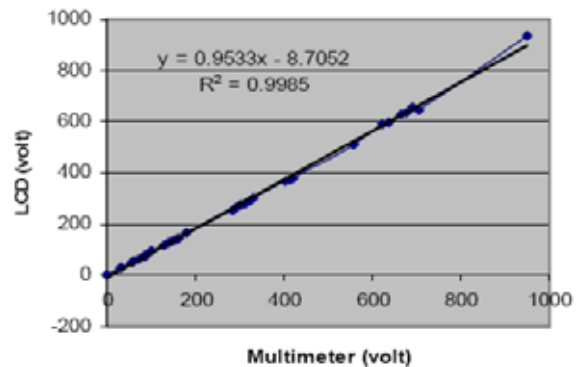
Gambar 8. Linieritas Masukan Fungsi Keluaran ADC

Dari Gambar 8 diperoleh persamaan linier $y = 0.0034x - 0.0078$. dan besar tegangan maksimum HV DC terhadap tegangan masukan ADC yaitu 5,02 volt. Dari persamaan di atas dapat dihitung :

$$\begin{aligned} Y &= 0.0034x - 0.0078 \\ 5,02 &= 0.0034x - 0.0078 \\ x &= 1478.764 \text{ volt} \end{aligned}$$

Pengujian keluaran HV DC terhadap tampilan LCD

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan tegangan keluaran HV DC yang terukur dengan menggunakan multimeter terhadap nilai yang tertampil pada LCD.



Gambar 9. Pengujian Keluaran HV DC Terhadap Tampilan LCD

Terdapat perbedaan antara hasil pengukuran dengan yang tertampil di LCD. Akan tetapi dengan menggunakan persamaan linier dari gambar grafik, kita dapat melakukan pendekatan agar tidak terjadi kesalahan yang sangat besar. Dari persamaan linier tersebut diperoleh besarnya regresi linier sebesar 0,9985. Sebagai contoh pendekatan menggunakan persamaan linier :

$$\begin{aligned} y &= 0.9533x - 8.7052 \\ 140 &= 0,9533x - 8.7052 \\ x &= 155.98 \text{ volt} \end{aligned}$$

Sehingga persentase kesalahan dapat kita hitung:

$$\%kesalahan = \frac{155,98 \text{ volt} - 154 \text{ volt}}{155,98 \text{ volt}} \times 100\% = 1,27\%$$

KESIMPULAN

1. HV DC detektor nuklir merupakan alat yang digunakan untuk mencatu detektor nuklir dalam sistem pencacah nuklir.
2. Tegangan keluaran maksimum HV DC detektor nuklir adalah sebesar 1478 volt dengan kestabilan tegangan >97% sehingga layak digunakan
3. HV DC bisa digunakan untuk catu daya detektor pada sistem pencacah nuklir dan mudah penempatannya dengan ukuran dimensinya 18cm x 11cm x 5cm.

DAFTAR PUSTAKA

1. EDI EKO PRASETYA, "Rancang Bangun Sistem Penampil Kecepatan Aliran Pada Pendingin Sekunder Reaktor Kartini", Tugas Akhir Jurusan Tekno Fisika Nuklir Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir, Yogyakarta
2. PUSPORINI, KRIS dan CHRISTANTO, DANNY. 2004, *Panduan Dasar*

- Mikrokontroler Keluarga MCS-5*. Innovative Electronics, Surabaya.
3. MALVINO A. P, 1980, *Prinsip prinsip Elektronika*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
 4. HAMZAH BERAHIM, 1994, *Teknik Tenaga listrik*, Andi Offset, Yogyakarta
 5. CHRISTANTO, D., dan PUSPORINI, K., 2004, *Panduan Dasar Mikrokontroler Keluarga MCS-51*, Innovative Electronics, Surabaya.
 6. MALIK, I., dan ANISTARDI, 1997, *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*, Elex Media Komputindo, Jakarta.