

RANCANG BANGUN PENGATUR CATU DAYA TEGANGAN TINGGI DC BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C52

JUMARI*, DJUNINGRAN*, MURSITI* DAN SUKARMAN**

**Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Jl. Babarsari Kotak Pos 1008*

DI Yogyakarta 55010 Telp (0274) 488435

*** Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir- BATAN*

Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 YKBB

Yogyakarta 55281 Telp (0274) 488435

Abstrak

RANCANG BANGUN PENGATUR CATU DAYA TEGANGAN TINGGI DC BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C52. Telah dibuat sebuah alat pengatur catu daya tegangan tinggi 1000 Volt DC. Tegangan tinggi ini digunakan untuk mencatu tegangan kerja detektor Geiger Muller pada sistem pencacah nuklir. Sistem pengatur tegangan tinggi ini terdiri dari rangkaian DAC, ADC dan rangkaian mikrokontroler. Keypad digunakan sebagai data masukan, untuk penampilnya digunakan LCD (16x2), dan untuk bahasa pemrograman digunakan BASCOM 8051. Pengujian yang dilakukan meliputi linieritas dan kestabilan tegangan. Dari hasil pengujian diperoleh nilai linieritas tegangan $R^2 = 0,9999$ dan harga stabilitas tegangan tinggi 99,5%. Keluaran DAC 0 sampai 1 Volt dipakai sebagai tegangan referensi untuk mengatur keluaran tegangan tinggi 0 sampai 1000 Volt.

Kata kunci :Pengatur catu daya, tegangan tinggi

Abstract

DESIGN AND CONSTRUCTION OF REGULATOR DC HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY USING MICROCONTROLLER AT89C52. A regulator of 1000 Volt DC high voltage power supply has been developed. The high voltage is used as power supply of Geiger Muller detector at nuclear counting system. This regulated DC high voltage consists of DAC circuit, ADC and microcontroller. Keypad is used as input data, an LCD (16x2) is used for the display, and BASCOM 8051 is used for programing. The test was conducted to observe the linearity and stability of voltage. The test result showed that the voltage linearity value $R^2 = 0,9999$ and the voltage stability value is 99,5%. The DAC output from 0 until 1 Volt used as voltage reference, to regulate the high voltage output from 0 up to 1000 Volt.

Keywords : regulator power supply, high voltage

PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi komponen elektronika yang sudah modern dimungkinkan untuk membuat suatu peralatan/instrumentasi nuklir yang praktis, kompak, handal, efektif dan efisien. Salah satu contoh dari perkembangan teknologi elektronika yang relatif baru adalah

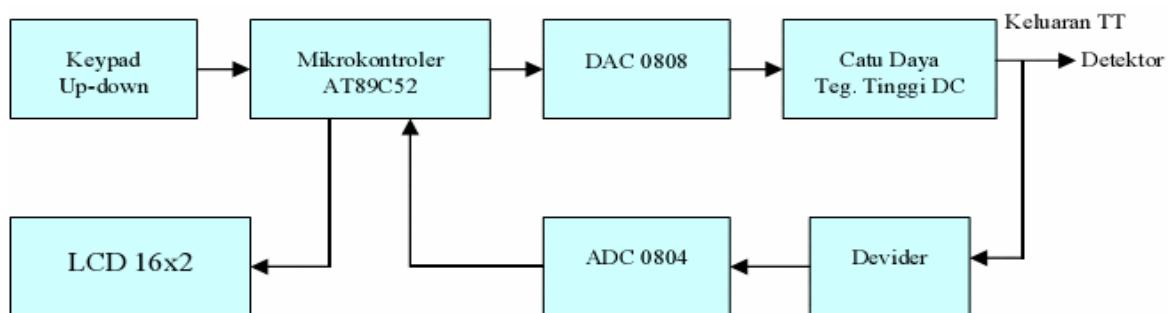
perkembangan teknologi mikrokontroler yang berupa satu *chip integrated circuit/IC* yang mempunyai kandungan transistor lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang kecil dan mempunyai memori yang dapat diprogram sesuai dengan keperluan, serta dapat diproduksi secara masal. Dengan kelebihan tersebut, mikrokontroler dapat diaplikasikan pada suatu sistem pengatur penyedia daya tegangan tinggi DC yang mencatu tegangan kerja detektor GM

pada sistem pencacah nuklir. Kegiatan yang dilakukan adalah memodifikasi bagian dari sistem pencacah nuklir, yaitu bagian penyedia daya tegangan tinggi DC 1000 Volt. Modifikasi yang dilakukan dititik beratkan pada pengatur penyedia daya tegangan tinggi DC yang pada pembuatan terdahulu menggunakan *ten turn potentiometer*, sekarang menggunakan mikrokontroler tipe AT89C52 buatan ATMEL beserta *keypad* sebagai pengatur keluaran tegangan tinggi dan LCD (16x2) sebagai penampil keluaran tegangan tinggi DC^[1]. Faedah yang diharapkan dengan pembuatan catu daya tegangan tinggi DC berbasis mikrokontroler ini agar pengguna alat dapat lebih mudah mengatur tegangan tinggi DC tersebut, hanya dengan menekan tombol *up* untuk menaikkan tegangan atau *down* untuk menurunkan tegangan dan tampilan keluaran tegangan tinggi DC dalam bentuk digital pada LCD sehingga penunjukan akan lebih akurat

dan menarik. Tujuan utama dalam rancang bangun pengatur catu daya tegangan tinggi DC ini adalah membuat pengatur tegangan tinggi DC menggunakan mikrokontroler AT89C52 untuk pengembangan instrumentasi nuklir khususnya sistem pencacah nuklir.

DASAR TEORI

Pengatur catu daya tegangan tinggi DC berbasis mikrokontroler AT89C52 adalah suatu sistem rangkaian elektronika yang digunakan untuk mengatur tegangan tegangan tinggi DC dengan menggunakan *keypad up-down* dan sebagai penampil tegangan tinggi digunakan LCD. Secara keseluruhan sistem pengatur tegangan tinggi terdiri dari unit catu daya tegangan tinggi DC 1000 Volt, mikrokontroler AT89C52, ADC, DAC, *Keypad* dan LCD. Blok diagram Pengatur catu daya tegangan tinggi DC disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Pengatur Catu Daya Tegangan Tinggi DC

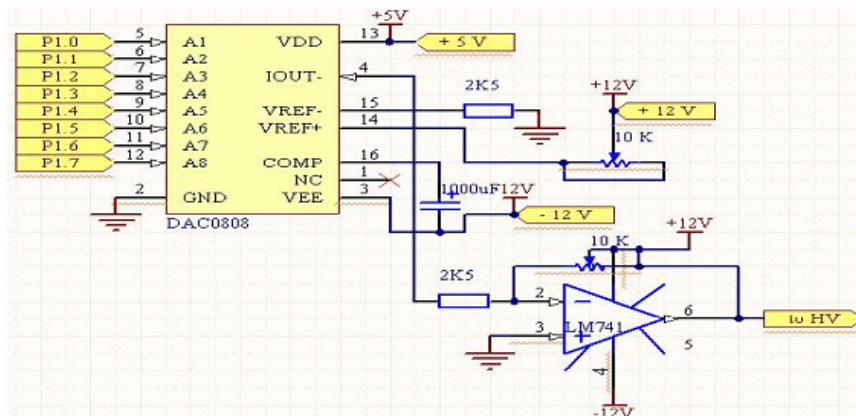
Prinsip kerjanya : *Keypad up-down* berupa *push-button switch* digunakan untuk memberi masukan pada mikrokontroler AT89C52. Jika *keypad Up* ditekan maka pada output mikrokontroler akan keluar data digital (*count up*) yang selanjutnya akan diubah menjadi level analog oleh DAC 0808, kemudian output tegangan analog dipakai sebagai tegangan referensi untuk menaikkan keluaran tegangan tinggi DC dari 0V sampai maksimum 1000V, keluaran tegangan tinggi dipakai untuk mencatu detektor GM, sementara itu keluaran tegangan tinggi juga dimasukkan ke rangkaian *voltage divider* untuk diperkecil tegangannya secara linier, selanjutnya dimasukkan ke ADC 0804 terus ke mikrokontroler AT89C52 untuk selanjutnya keluaran tegangan tinggi ditampilkan pada LCD.

Rangkaian Digital to Analog Converter (DAC) 0808^[2]

DAC 0808 adalah suatu rangkaian pengubah informasi dari data digital menjadi data analog. Rangkaian ini diperlukan pada saat suatu rangkaian digital digunakan sebagai alat kontrol pada suatu sistem rangkaian yang mengoperasikan parameter tegangan atau arus dalam analog. DAC 0808 akan mengubah setiap konfigurasi logika pada input-inputnya ke dalam tegangan analog pada outputnya dengan perbandingan tertentu. Pada dasarnya keluaran dari DAC 0808 adalah arus, oleh karena itu setelah IC DAC 0808 diperlukan IC LM741 yang berfungsi sebagai *op-amp*. Sehingga keluaran dari LM741 sudah berupa tegangan yang mana tegangan tersebut dapat digunakan sebagai tegangan masukan referensi

pada catu daya tegangan tinggi DC. Pada penelitian ini rangkaian DAC 0808 terhubung mikrokontroler pada port 1 (P1). Gambar

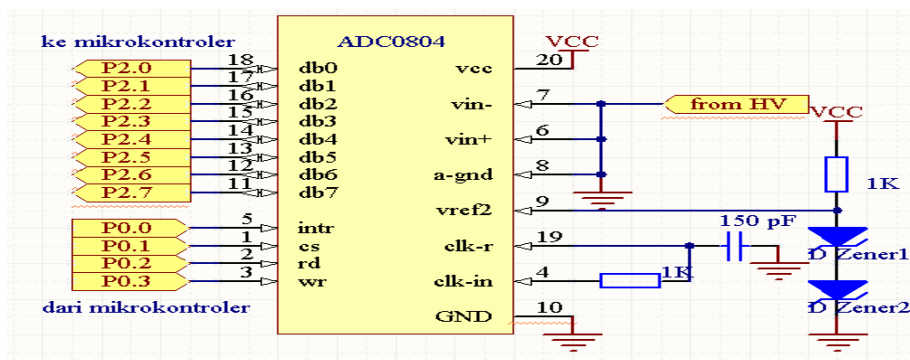
rangkaian DAC 0808 selengkapnya terlihat pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Rangkaian DAC 0808

Rangkaian Analog to Digital Converter (ADC) 0804^[2]

Rangkaian ADC 0804 disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian ADC 0804

Dari Gambar 3 tersebut menunjukkan rangkaian ADC 0804 yang dihubungkan dengan rangkaian mikrokontroler. Catu daya ADC 0804 merupakan catu daya standar bagi rangkaian digital pada umumnya, yaitu +5 Volt. ADC 0804 memerlukan sinyal denyut untuk dapat bekerja, sinyal denyut ini dapat diumpankan dari luar ADC 0804, tapi dapat pula dibangkitkan sendiri oleh ADC 0804, rangkaian denyut tersebut dibangkitkan lewat bantuan resistor 10k Ω yang terhubung pada pin 19 dan 4 dari ADC 0804 serta kapasitor 150 pF yang terhubung antara pin 19 dan *ground*. ADC adalah IC yang siap dihubungkan ke mikrokontroler pada port 2 (P2) untuk jalur data sedangkan jalur tulisnya terhubung dengan port 0 (P0), sehingga rangkain ADC 0804 dihubungkan lewat port 2 pada mikrokontroler

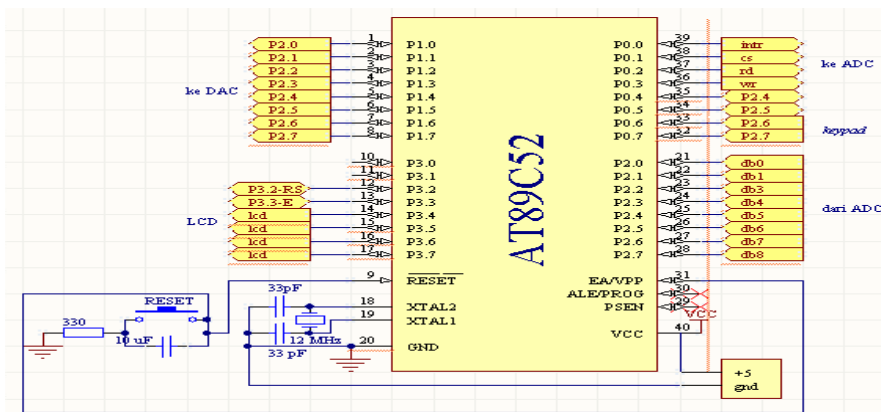
yang difungsikan sebagai saluran data. Untuk keperluan pengendali ADC 0804 dipilih sinyal WR (*write/read*) dari port 0 mikrokontroler. Dikarenakan keluaran tegangan tinggi sampai +1000 Volt, maka sebelum masuk ADC 0804 tegangan tinggi harus diperkecil dengan cara memasang *voltage divider* sehingga tegangan yang masuk kedalam ADC 0804 menjadi kecil (maks +1 Volt).

Mikrokontroler AT89C52

Mikrokontroler AT89C52 disini digunakan untuk mengatur naik dan turunnya tegangan dengan menekan *keypad up-down* dan menampilkan keluaran tegangan tinggi pada LCD. Dalam rangkaian mikrokontroler ini harus dilengkapi dengan sumber *clock* dan rangkaian reset yang sering disebut dengan

sistem minimum mikrokontroler. Sumber *clock* diperoleh dengan memasang penghasil detak yaitu berupa kristal dengan frekuensi 11,0592 MHz dan dua buah kapasitor sebesar 33 pF yang dihubungkan dengan pin XTAL1 dan XTAL2 dari mikrokontroler AT89C52. Sedangkan rangkaian reset berfungsi untuk mereset program yang sudah di-*download* pada mikrokontroler tersebut. Reset tersebut diperoleh dengan prinsip menghubungkan pin reset mikrokontroler (pin 9) dengan logika 1

atau 5 V. Pin reset tidak langsung dihubungkan dengan tegangan masukan 5 V, namun ditambah dengan kapasitor sebesar 10 μ F dan resistor 10 k Ω . Dalam sistem minimum ini rangkaian reset ditambah dengan *push-button switch* agar pemakai dapat melakukan reset secara manual. Rangkaian keseluruhan dari sistem minimum AT89C52 dapat ditunjukkan pada Gambar 5 sebagai berikut :

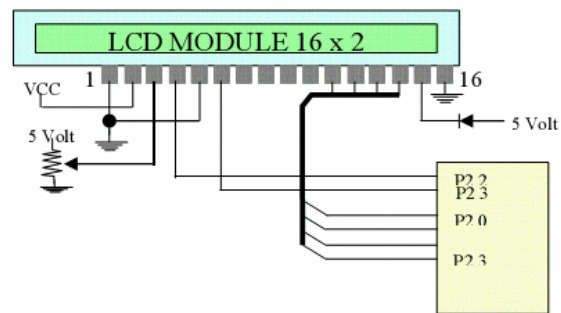


Gambar 4. Rangkaian Mikrokontroler AT89C52^[3]

Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD)^[4]

Rangkaian LCD berfungsi sebagai media penampil informasi, yaitu menampilkan besarnya tegangan keluaran dari catu daya tegangan tinggi DC. LCD yang digunakan adalah tipe 16 x 2, dimana baris atas menampilkan tulisan "TEGANGAN TINGGI", sedangkan baris bawah menampilkan besarnya tegangan yang dikeluarkan oleh catu daya tegangan tinggi DC dalam satuan VOLT. Pada penampil LCD ini digunakan dioda yang fungsinya untuk membatasi tegangan yang masuk sehingga LCD yang digunakan tidak rusak. Pin-pin yang terdapat pada LCD tidak digunakan semua, hanya pada pin 4, 5, 6, dan 7 serta pin *ground* dan *Vcc* serta E dan RST yang terhubung langsung dengan *ground* yang berfungsi sebagai pengatur kontras pada LCD. Jalur data LCD terhubung pada mikrokontroler pada port 3 (P3), sedangkan E dan RS terhubung pada P3.1 dan P3.0, sedangkan untuk mengatur kontras LCD dapat diatur dengan memutar helitrim 5k Ω yang terhubung dengan pin 15 dan tap tengah helitrim terhubung langsung dengan pin 3 dan mendapat catu

tegangan +5V, seperti ditunjukkan pada Gambar 5 sebagai berikut.



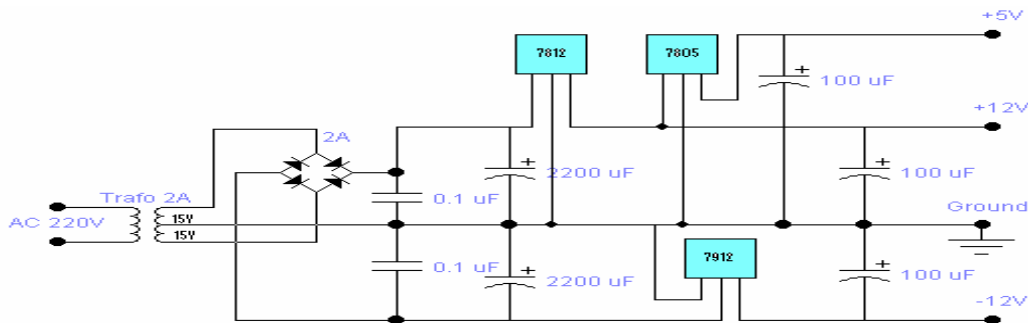
Gambar 5. Rangkaian LCD 16 x 2

Rangkaian Catu Daya Tegangan Rendah DC

Rangkaian catu daya tegangan rendah DC yang dibuat adalah +5V, +12V dan -12V. Tegangan +5V digunakan untuk mencatu tegangan mikrokontroler, DAC 0808, ADC 0804 dan juga untuk mencatu LCD. Catu daya +12V digunakan sebagai *Vref* dari rangkaian DAC 0808 dan untuk tegangan -12V digunakan untuk *Vee* dari rangkaian DAC 0808. Perancangan sumber tegangan +5 V digunakan regulator 7805, untuk tegangan +12 V digunakan regulator 7812 sedangkan untuk -12V menggunakan regulator 7912. Sebagai

penyearah digunakan diode 2A dan kapasitor filter 2200uF sebagai filter. Rangkaian catu

daya tegangan rendah DC seperti ditunjukkan pada Gambar 6 sebagai berikut.



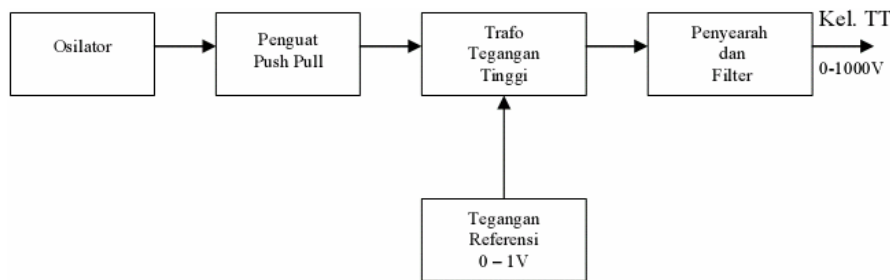
Gambar 6. Rangkaian Catu Daya Tegangan Rendah DC^[5]

Penyedia Daya Tegangan Tinggi DC ^[6,7]

Penyedia daya tegangan tinggi DC berfungsi untuk mencatu tegangan kerja dari detektor Geiger Muller. Penyedia daya tegangan tinggi diwujudkan dengan metoda *DC to DC converter*. Rangkaian *DC to DC converter* terdiri dari osilator gelombang kotak, trafo penaik tegangan/*step up* dan dioda penyearah. Prinsip kerjanya osilator gelombang kotak membangkitkan 2 pulsa gelombang kotak dengan polaritas berbeda 180° selanjutnya masuk ke penguat *push pull* untuk dikuatkan tinggi pulsanya dan kemudian kedua pulsa

dengan polaritas berbeda 180° tersebut diumpangkan ke tap tepi trafo *step up* lilitan primer, sementara tegangan referensi dimasukkan ke tap tengah trafo lilitan primer dengan tegangan yang dapat diatur. Kemudian pada output trafo/lilitan sekunder akan keluar tegangan tinggi yang masih merupakan gelombang AC untuk selanjutnya disearahkan dengan dioda penyearah dan difilter tegangan riaknya. Maka akan keluar tegangan tinggi yang dapat diatur dari 0 sampai 1000 V.

Blok diagram catu daya tegangan tinggi DC yang digunakan disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Blok Diagram Catu Daya Tegangan Tinggi DC

TATA KERJA

Alat dan Bahan

Alat yang dipakai : Multimeter Sanwa-YX360, Digital Multimeter Fluke-83, Downloader Universal HB 2000, Osiloskop Tektronik 40MHz, Komputer, Toolset, Komponen elektronik, Komponen mekanik.

Langkah Kerja

Langkah kerja pada kegiatan ini meliputi : Perancangan hard ware sistem elektronik

untuk pengatur tegangan tinggi (Mikrokontroler, ADC, DAC, rangkaian penampil LCD, Chasis), perancangan lay out PCB dan pembuatan PCB, Pemasangan komponen, Pengujian sub sistem, Perancangan dan pembuatan *soft ware* untuk pengatur tegangan tinggi, Down load program ke mikrokontroler AT89C52, Instalasi seluruh sistem, Pengujian seluruh sistem dan analisis hasil pengujian.

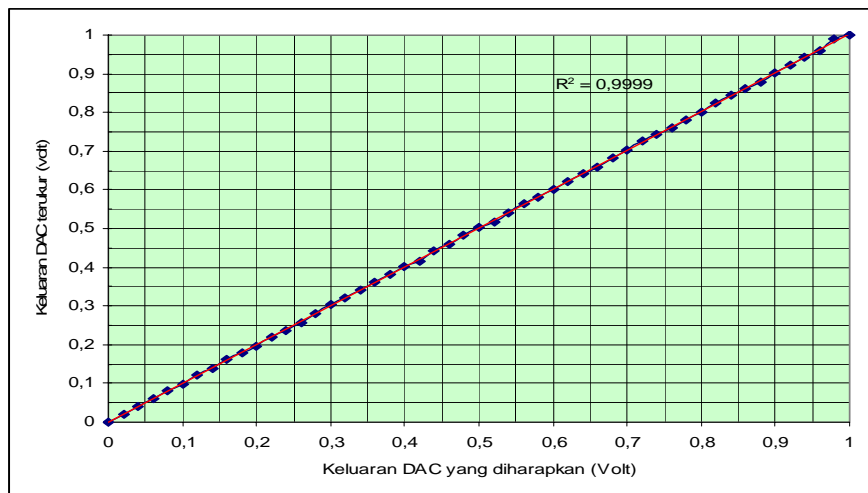
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Pengujian DAC 0808

Pengujian DAC dilakukan dengan memberi masukan variasi tegangan referensi

kemudian mengukur tegangan keluaran DAC dengan penampil LCD dan dengan multimeter. Dari data hasil pengujian kemudian dibuat grafik hubungan antara tegangan keluaran DAC yang diharapkan terhadap tegangan keluaran DAC terukur disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Keluaran Tegangan DAC Yang Diharapkan Vs Terukur

Pengujian ADC 0804

Pengujian ADC dilakukan dengan cara memberikan masukan ADC berupa tegangan DC analog dengan kenaikan setiap 20mV dari 0 – 1000mV kemudian *output* ADC yang berupa

data biner diamati, terukur berapa dan seharusnya berapa, juga dicari kesalahannya berapa.

Hasil pengujian rangkaian ADC 0804 disajikan pada Tabel 1.

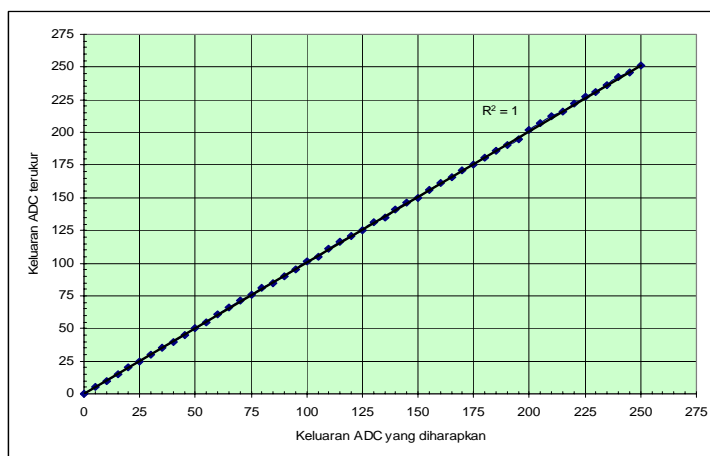
Tabel 1. Data Hasil Pengujian ADC

No.	Vin (mV)	Desimal seharusnya	Desimal terukur	Keluaran Biner seharusnya	Keluaran Biner terukur	Kesalahan
1	0	0	0	0	0	0
2	20	5	5	101	101	0
3	40	10	10	1010	1010	0
4	60	15	15	1111	1111	0
5	80	20	20	10100	10100	0
6	100	25	25	11001	11001	0
7	120	30	30	11110	11110	0
8	140	35	35	100011	100011	0
9	160	40	40	101000	101000	0
10	180	45	45	101101	101101	0
11	200	50	50	110010	110010	0
12	220	55	55	110111	110111	0
13	240	60	61	111100	111101	0,0166
14	260	65	66	1000001	1000010	0,0154
15	280	70	71	1000110	1000111	0,0143
16	300	75	76	1001011	1001100	0,0133
17	320	80	81	1010000	1010001	0,0125
18	340	85	85	1010101	1010101	0
19	360	90	90	1011010	1011010	0
20	380	95	95	1011111	1011111	0
21	400	100	101	1100100	1100101	0,01

Sambungan Tabel 1. Data Hasil Pengujian ADC

No.	Vin (mV)	Desimal seharusnya	Desimal terukur	Keluaran Biner seharusnya	Keluaran Biner terukur	Kesalahan
22	420	105	105	1101001	1101001	0
23	440	110	111	1101110	1101111	0,0091
24	460	115	116	1110011	1110100	0,0087
25	480	120	121	1111000	1111001	0,0083
26	500	125	125	1111101	1111101	0
27	520	130	131	1000010	1000011	0,0077
28	540	135	135	1000011	1000011	0
29	560	140	141	10001100	10001101	0,0071
30	580	145	146	10010001	10010010	0,0069
31	600	150	150	10010110	10010110	0
32	620	155	156	10011011	10011100	0,0065
33	640	160	161	10100000	10100001	0,0062
34	660	165	166	10100101	10100110	0,0058
35	680	170	171	10101010	10101011	0,0054
36	700	175	175	10101111	10101111	0
37	720	180	181	10110100	10110101	0,0047
38	740	185	186	10111101	10111110	0,0043
39	760	190	190	10111110	10111110	0
40	780	195	195	11000011	11000011	0
41	800	200	202	11001000	11001010	0,01
42	820	205	207	11001101	11001111	0,0097
43	840	210	212	11010010	11010100	0,0095
44	860	215	216	11010111	11011000	0,0091
45	880	220	222	11011100	11011110	0,0087
46	900	225	227	11100001	11100011	0,0083
47	920	230	231	11100110	11100111	0,0043
48	940	235	236	11101011	11101100	0,0085
49	960	240	242	11110000	11110010	0,0083
50	980	245	246	11111101	11111110	0,0041
51	1000	250	251	11111010	11111011	0,004
						Jmh = 0,2473

Dari data hasil pengujian ADC terukur terhadap keluaran ADC yang didapatkan kesalahan rata-rata = 0,0048 atau diharapkan disajikan pada Gambar 9 berikut. Grafik hubungan antara keluaran ADC

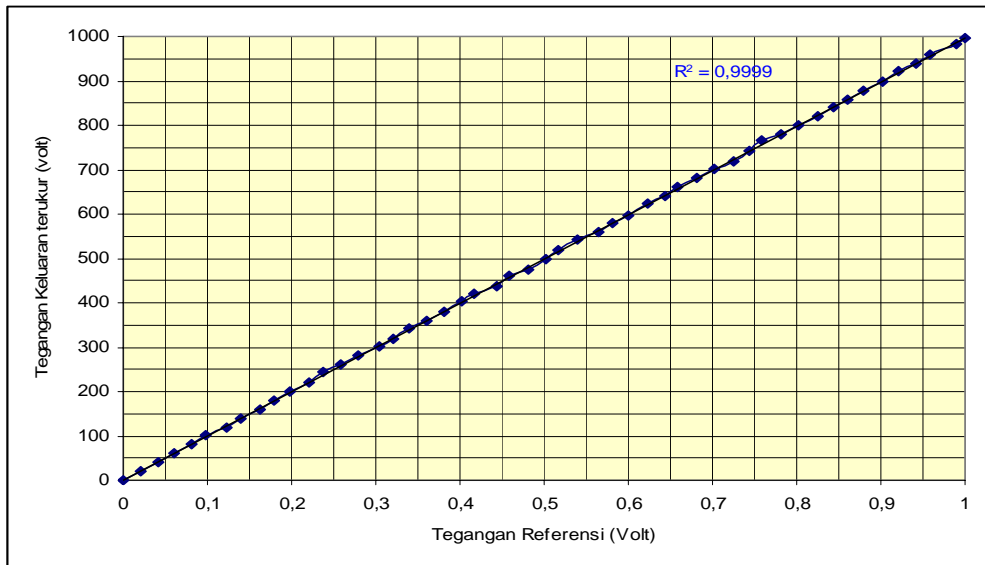


Gambar 9. Grafik Hubungan Keluaran ADC Terukur Vs Yang Diharapkan

Dari Gambar 9 dapat diketahui bahwa hubungan keluaran ADC terukur terhadap yang diharapkan mempunyai harga linieritas ADC (R^2) = 1.

Pengujian linieritas tegangan tinggi DC

Pengujian linieritas tegangan tinggi DC dilakukan dengan mengukur variasi tegangan referensi dan keluaran tegangan tinggi DC dan data hasil pengukuran langsung disajikan pada Gambar 10.

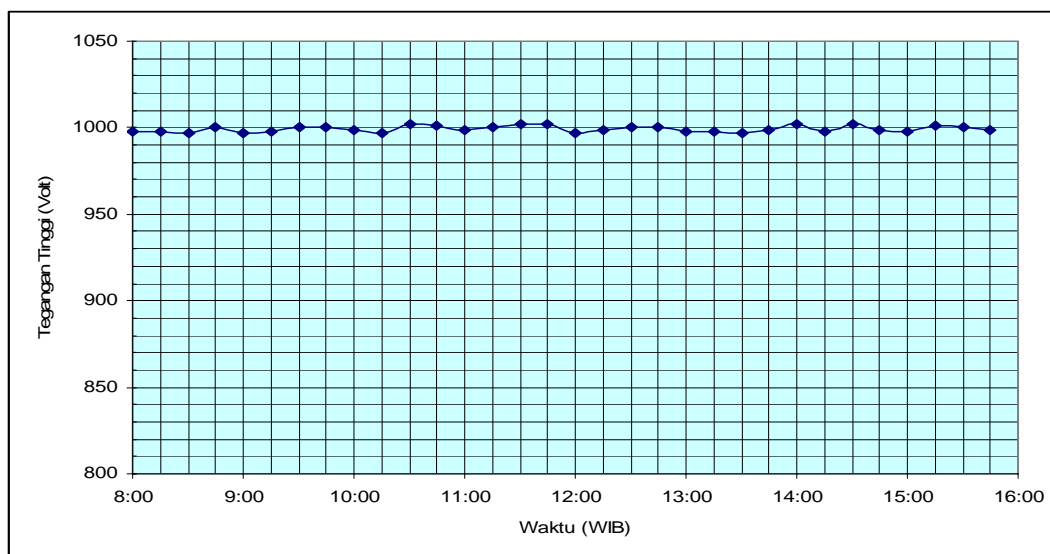


Gambar 10. Grafik Keluaran Tegangan Tinggi Vs Tegangan Referensi

Dari Gambar 10 dapat diketahui bahwa hubungan antara keluaran tegangan tinggi DC terhadap tegangan referensi didapatkan harga linieritas $R^2 = 0,9999$.

Pengujian stabilitas tegangan tinggi DC

Pengujian stabilitas tegangan tinggi DC dilakukan menggunakan multimeter Sanwa-YX360 trd dan dari data hasil pengujian kemudian disajikan dalam bentuk grafik stabilitas tegangan seperti disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Stabilitas Keluaran Catu Daya Tegangan Tinggi DC

Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian secara keseluruhan sistem dengan melakukan kalibrasi catu daya tegangan

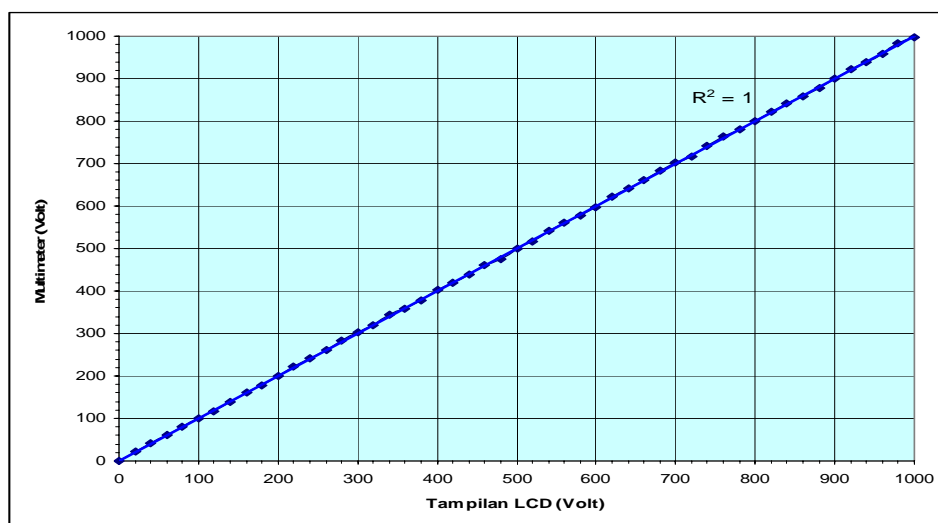
tinggi DC dan data hasil pengujian disajikan Tabel 2.

Tabel 2. Kalibrasi keluaran catu daya tegangan tinggi DC

No	Multimeter	LCD	Kesalahan	No	Multimeter	LCD	Kesalahan
1	0	0	0	27	517	520	0,0058
2	22	20	0,0909	28	543	540	0,0055
3	41	40	0,0243	29	561	560	0,0018
4	62	60	0,0322	30	578	580	0,0035
5	81	80	0,0123	31	597	600	0,0050
6	101	100	0,0099	32	623	620	0,0048
7	118	120	0,0169	33	641	640	0,0016
8	139	140	0,0072	34	661	660	0,0015
9	161	160	0,0062	35	683	680	0,0044
10	178	180	0,0112	36	703	700	0,0043
11	200	200	0	37	718	720	0,0028
12	221	220	0,0045	38	742	740	0,0027
13	243	240	0,0123	39	765	760	0,0065
14	260	260	0	40	780	780	0
15	283	280	0,0106	41	801	800	0,0012
16	303	300	0,0099	42	822	820	0,0024
17	320	320	0	43	842	840	0,0024
18	344	340	0,0116	44	859	860	0,0012
19	359	360	0,0028	45	879	880	0,0011
20	379	380	0,0026	46	899	900	0,0011
21	402	400	0,0049	47	923	920	0,0033
22	420	420	0	48	939	940	0,0011
23	438	440	0,0045	49	958	960	0,0021
24	460	460	0	50	982	980	0,0020
25	476	480	0,0084	51	998	1000	0,0020
26	499	500	0,0020	52	0	0	0

Dari Tabel 2 kemudian dibuat grafik hubungan keluaran tegangan tinggi DC

tampilan pada LCD dengan tampilan pada multimeter disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Kalibrasi Keluaran Catu Daya Tegangan Tinggi DC

PEMBAHASAN

1. Dari grafik hasil pengujian DAC pada Gambar 8 dapat diketahui bahwa hubungan antara tegangan keluaran DAC yang diharapkan terhadap tegangan keluaran DAC terukur diperoleh harga linieritas sebesar $R^2 = 0,9999$, harga ini berarti menunjukkan linieritas DAC cukup baik.
2. Dari data hasil pengujian ADC pada Tabel 1 didapatkan kesalahan rata-rata = 0,0048 atau 0,48%, sedangkan dari grafik Gambar 9 hubungan antara keluaran ADC terukur terhadap keluaran ADC yang diharapkan diperoleh harga linieritas sebesar $R^2 = 1$, berarti ADC yang dibuat kualitasnya sangat bagus.
3. Besarnya tingkat ketelitian ADC0804 yang dipakai adalah :

$$\begin{aligned} \text{Tingkat ketelitian} &= \frac{\text{Jangkauan tegangan}}{2^n - 1} \\ &= \frac{998 \text{ mV}}{2^n - 1} = 4 \text{ mV} \end{aligned}$$

4. Pengujian linieritas keluaran catu daya tegangan tinggi DC dilakukan untuk mengetahui linieritas masukan tegangan referensi dari keluaran DAC terhadap keluaran tegangan tinggi DC. Dari Gambar 10 grafik hubungan antara keluaran catu daya tegangan tinggi DC terhadap tegangan referensi terlihat bahwa hubungannya linier dan mempunyai harga linieritas $R^2 = 0,9999$.
5. Dari grafik Gambar 11 dapat dicari harga stabilitas tegangan tinggi tersebut :

Penyimpangan tegangan terendah
(V1) = 997 Volt

Penyimpangan tegangan tertinggi
(V2) = 1002 Volt

$$\text{Ketidakstabilan tegangan} = \frac{V2 - V1}{V} \times 100\% = \frac{1002V - 997V}{1000V} \times 100\% = 0,5\%$$

$$\begin{aligned} \text{Maka stabilitas tegangan} &= 100\% - 0,5\% \\ &= 99,5\% \end{aligned}$$

Harga stabilitas tegangan tersebut menunjukkan bahwa catu daya tegangan tinggi DC yang dipakai mempunyai harga stabilitas tegangan yang cukup baik dan telah memenuhi harga yang ditetapkan, yaitu 95 % - 100 %^[8].

6. Dari grafik kalibrasi Gambar 12 terlihat bahwa hubungan antara penunjukan tegangan tinggi pada LCD dan pada

multimeter diperoleh harga linieritas sebesar $R^2 = 1$, hal ini berarti catu daya tegangan tinggi telah terkalibrasi dengan baik.

KESIMPULAN

Dari hasil rancang bangun pengatur tegangan tinggi DC berbasis mikrokontroler dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dibuat prototip pengatur catu daya tegangan tinggi DC menggunakan mikrokontroler AT89C52 dengan pengendali keypad untuk pengembangan instrumentasi nuklir terutama sistem pencacah nuklir.
2. Alat ini mempunyai akurasi dan stabilitas tegangan yang cukup baik serta mampu mengatur kenaikan dan penurunan tegangan dengan rentang 0 Volt sampai 1000 Volt.
3. Secara keseluruhan dari hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengatur tegangan tinggi DC yang dibuat telah memenuhi syarat untuk diaplikasikan pada instrumentasi nuklir.

UCAPAN TERIMAKASIH

Diucapkan terima kasih kepada saudara Saefurohman dan rekan-rekan Balai Elektromekanik yang telah membantu terlaksananya kegiatan ini, serta kepada pejabat struktural yang telah mengizinkan dan mendukung pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. WIRANTO, dkk, 2004, "Diktat Aplikasi Mikrokontroler dalam Instrumentasi Nuklir", Pusdiklat -BATAN, Jakarta.
2. http://ADC/DAC_data_sheet.com
3. http://www.atmel.data_sheet.com
4. USER MANUAL, 1987, "Liquid Crystal Display Modul M1632", Seiko Instruments Inc, Japan.
5. ORTEC, 1991, "Operating and Service Manual of Low Voltage DC Power Supply", USA.
6. TECHNICAL ASSOCIATEDS, 1988, "DC High Voltage Power Supply".
7. ORTEC, 1991, "Operating and Service Manual of High Voltage DC Power".

8. IAEA – TECDOC 317, 1984, “Quality Control of Nuclear Medicine Instruments”, VIENNA, AUSTRIA.

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Berapa tingkat kesalahan konversi pada ADC yang dibuat ? (Ferry Suyatno)
2. Berapakah tingkat stabilitas tegangan tinggi yang dibuat ? (Subari Santoso)
3. Berapa harga linieritas ADC 0804 yang digunakan ? (Subari Santoso)
4. Berapa resolusi ADC 0804 yang digunakan ? (Sajima)
5. Bagaimana hubungan tegangan referensi terhadap keluaran tegangan tinggi yang dibuat ? (Toto Tri Kasjono)

Jawaban

1. Tingkat kesalahan konversi pada ADC yang dibuat sebesar 0,0048 atau sebesar 0,48 %.
2. Tingkat stabilitas tegangan tinggi yang dibuat cukup baik yaitu sebesar 99,5 %.
3. Harga linieritas ADC 0804 yang digunakan memiliki linieritas/ koefisiensi korelasi $R^2 = 1$, harga ini sangat bagus dan memenuhi syarat untuk digunakan.
4. Tingkat resolusi ADC 0804 yang digunakan sebesar 4 mv.
5. Hubungan tegangan referensi terhadap keluaran tegangan tinggi DC adalah linier dengan harga linieritas $R^2 = 0,9999$, harga ini cukup baik karena R^2 semakin mendekati 1, yang artinya semakin linier.

