
PENCACAH RADIASI NUKLIR DENGAN DETEKTOR GM DALAM BENTUK KARTU ANTARMUKA DI IBM-PC

**Didi Gayani, Iin Indasah
Puslitbang Teknik Nuklir - BATAN, Bandung**

ABSTRAK

PENCACAH RADIASI NUKLIR DENGAN DETEKTOR GM DALAM BENTUK KARTU ANTARMUKA DI IBM-PC. Pencacah radiasi gamma dalam bentuk kartu antarmuka dibuat dengan tujuan untuk membuat sistem akuisisi data dalam bentuk yang kompak, sederhana dan kemudahan pengarsipan data. Pencacah ini dioperasikan pada komputer IBM-PC yang dipasangkan pada slot perluasan yang ada dalam komputer tersebut. Komponen utama dari sistem pencacah ini terdiri dari rangkaian tegangan tinggi, pembentuk pulsa dan pencacah/pewaktu yang dibentuk dengan PIT-8253. Operasi dari pencacah ini diatur dengan program yang disesuaikan dengan kebutuhan konfigurasi pencacahan seperti antara lain lama waktu pencacahan, jumlah pengulangan pencacahan, pengolahan data dan pengarsipan data.

Kata kunci : sistem pencacah, antarmuka

ABSTRACT

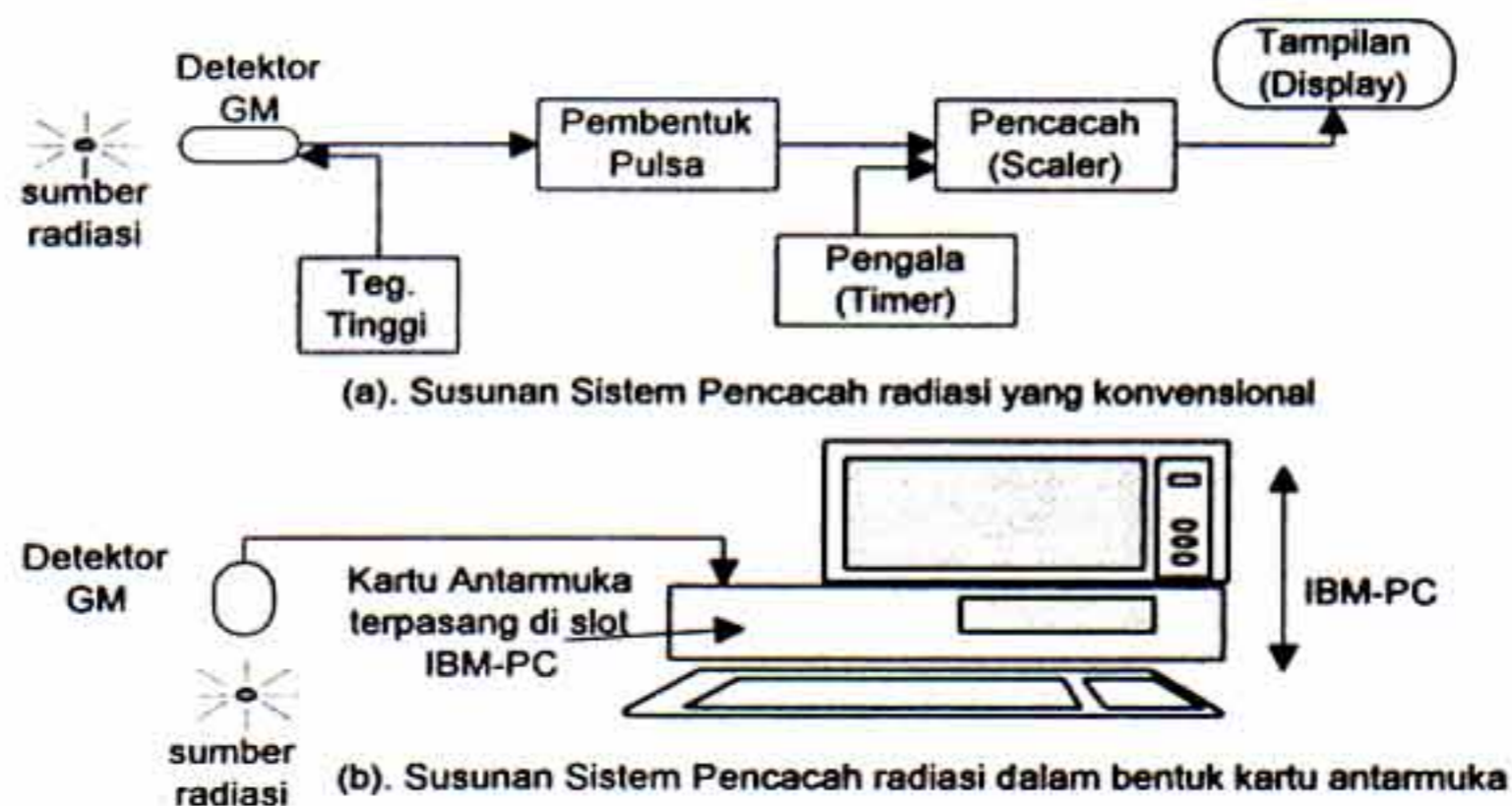
NUCLEAR RADIATION COUNTING SYSTEM USING GM TUBE IN THE FORM OF INTERFACE CARD ON THE IBM-PC. Gamma radiation counter in the form of interface card was performed in order to make data acquisition system compact and simple. This counting system was operated on the computer by installing the card on the slot of IBM PC. The main components of this counting system were high voltage, pulse former and counter/timer of PIT 8253. The operation of this counting system was controlled by the program referring to the configuration of measurement such as the time of measurement, number of repetition, data processing and filling data.

Key words: counting system, interface

PENDAHULUAN

Sistem pencacah radiasi nuklir dirancang dalam bentuk kartu antarmuka yang dipasangkan pada slot perluasan di komputer IBM-PC. Sistem ini terdiri dari rangkaian tegangan tinggi sebagai catu daya detektor Geiger Muller (GM) yang digunakan, rangkaian pembentuk pulsa yang berasal dari detektor GM menjadi sinyal pulsa *standar Transistor Transistor Logic* (TTL), rangkaian pencacah dan pewaktu yang dibentuk dengan menggunakan komponen PIT 8253 serta *address decoder* sebagai kebutuhan untuk alamat penempatan *I/O device* dalam peta I/O suatu sistem IBM-PC. Sebagaimana layaknya suatu peralatan sistem ini selain menerima masukan dari detektor GM, juga dilengkapi dengan fasilitas pemilihan berbagai sinyal masukan seperti sinyal logik TTL eksternal dan sinyal untuk pengujian dari osilator internal. Berbeda dengan sistem peralatan yang konvensional, kinerja dari sistem dalam bentuk kartu antarmuka ini diatur oleh instruksi-instruksi yang terhimpun dalam suatu program komputer. Hal ini akan membuat konfigurasi akuisisi data dengan sistem peralatan ini menjadi lebih mudah dimodifikasi melalui perangkat lunaknya, kemudahan dalam pengarsipan informasi dan bahkan sekaligus dengan pengolahan datanya. Gambar 1 melukiskan perbandingan sistem peralatan yang konvensional dengan sistem dalam bentuk kartu antarmuka. Gambar 1 (a) memperlihatkan sistem yang konvensional dengan berbagai sub unit rangkaian yang diperlukan secara terpisah terdiri dari rangkaian tegangan tinggi, rangkaian pembentuk pulsa, rangkaian pencacah dan pengala serta rangkaian penampil data hasil cacahan. Gambar 1(b) memperlihatkan

sistem pencacah dalam bentuk kartu antarmuka. Pada dasarnya sistem ini menempatkan semua rangkaian yang secara fungsional diperlukan pada sistem konvensional dalam suatu kartu rangkaian antarmuka yang dipasangkan pada slot IBM-PC. Rangkaian yang tercakup dalam kartu antarmuka ini selain rangkaian yang biasa digunakan dalam sistem konvensional, juga diperlukan rangkaian yang mengatur interaksi antara sistem pencacahnya dengan sistem IBM-PC. Hal ini mutlak diperlukan karena kedua sistem tersebut harus beroperasi secara terkoordinasi melalui pengaturan program yang dijalankan pada IBM-PC. Data hasil cacahan ataupun interaksi antara sistem dengan pemakai dilakukan melalui layar monitor. Penggunaan sistem ini memberikan kemudahan dalam pengarsipan / penyimpanan data hasil cacahan dan bahkan kemudahan pengolahan data melalui modifikasi perangkat lunak yang dapat dilakukan kapan saja.



rgan

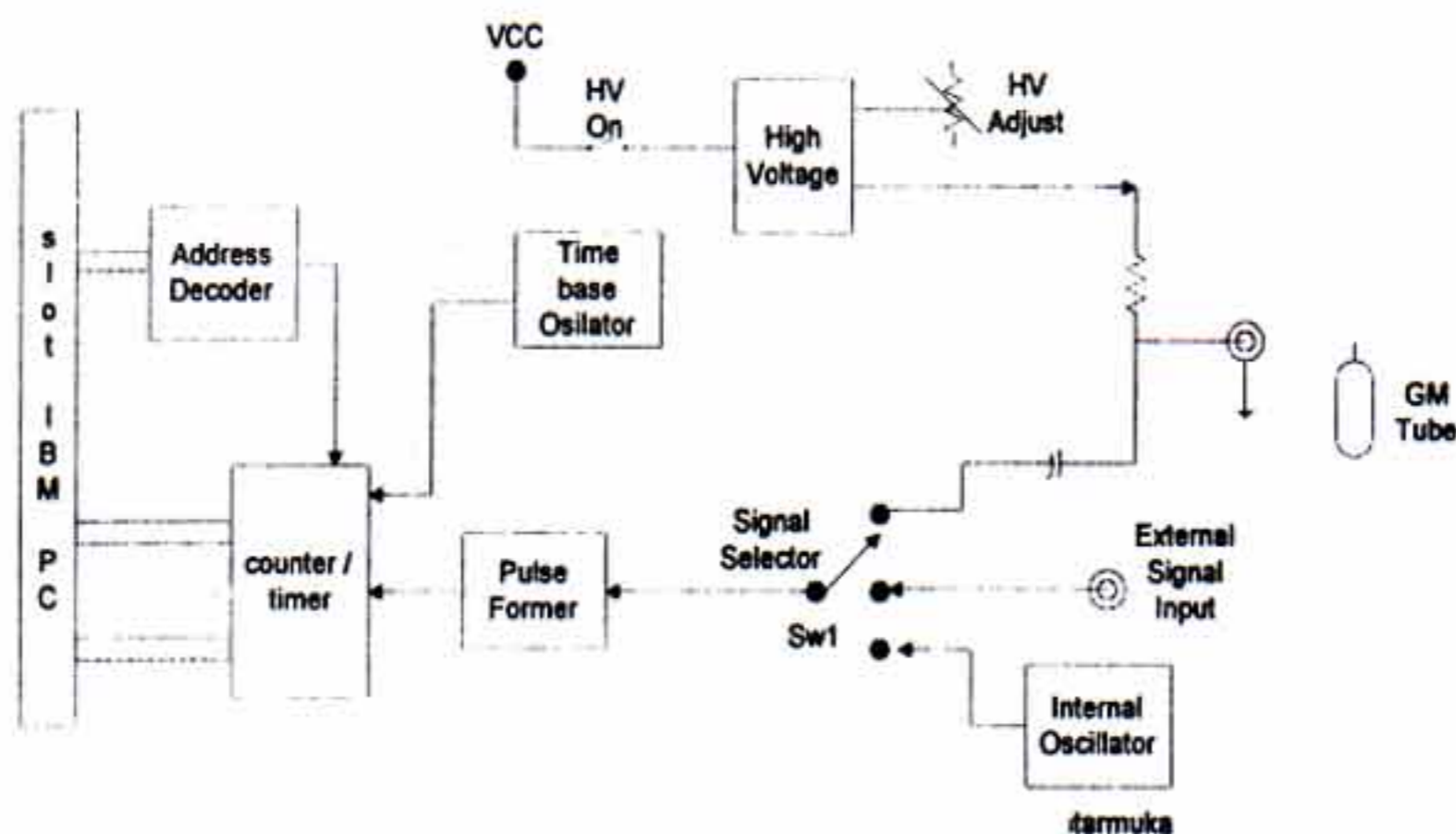
Gambar 1. Perbandingan antara susunan sistem pencacah radiasi yang konvensional dengan bentuk kartu antarmuka

BAHAN & TATA KERJA

Sistem pencacah dalam bentuk kartu antarmuka ini pada dasarnya menggabungkan semua rangkaian yang berfungsi seperti pada sistem yang konvensional dalam satu kartu antarmuka untuk dipasangkan pada slot IBM-PC dan kinerjanya dikontrol oleh IBM-PC melalui urutan instruksi yang disebut program. Diagram blok untuk rangkaian-rangkaian yang dibuat dalam kartu antarmuka tersebut diperlihatkan pada Gambar 2. Sistem ini dirancang untuk menerima masukan dari 3 kanal yang dipilih, yaitu masukan dari detektor GM, masukan dari sinyal logik eksternal dan sinyal osilator internal untuk maksud pengujian alat.

Tegangan Tinggi

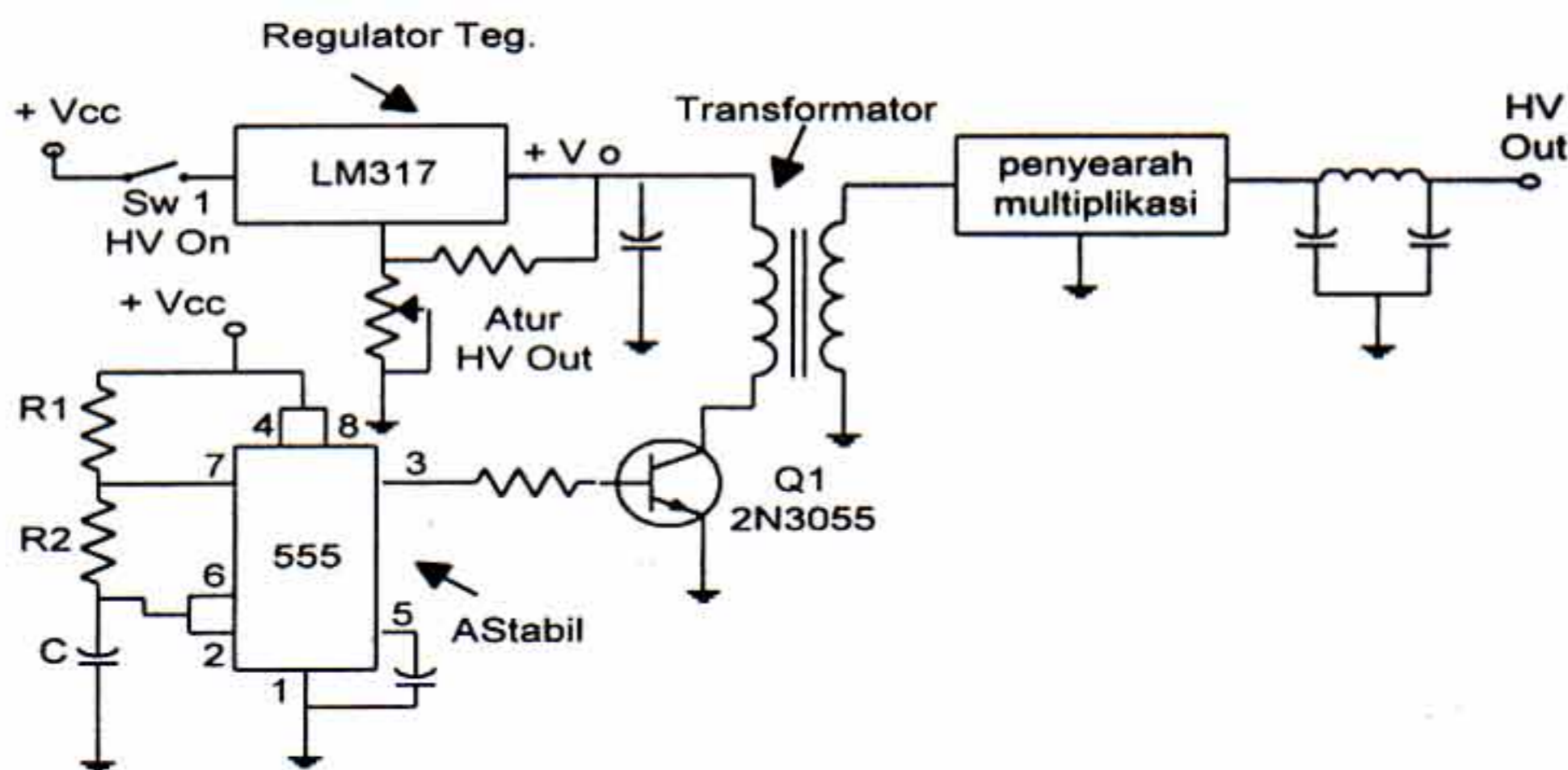
Tegangan tinggi yang diperlukan sebagai catu daya untuk detektor GM dibuat sebagai rangkaian *DC to DC Converter*. Nilai tegangan tinggi yang digunakan diatur secara manual sesuai dengan nilai yang



Gambar 2. Diagram blok sistem pencacah dalam bentuk kartu antarmuka

dibutuhkan oleh detektor yang digunakan. Tegangan tinggi tersebut dapat di aktif dan tidak-aktifkan melalui penggunaan saklar *ON/OFF*, hal ini disesuaikan dengan kebutuhan pemakaian saat pengukuran menggunakan detektor atau pencacahan sinyal logik eksternal yang tidak membutuhkan tegangan tinggi.

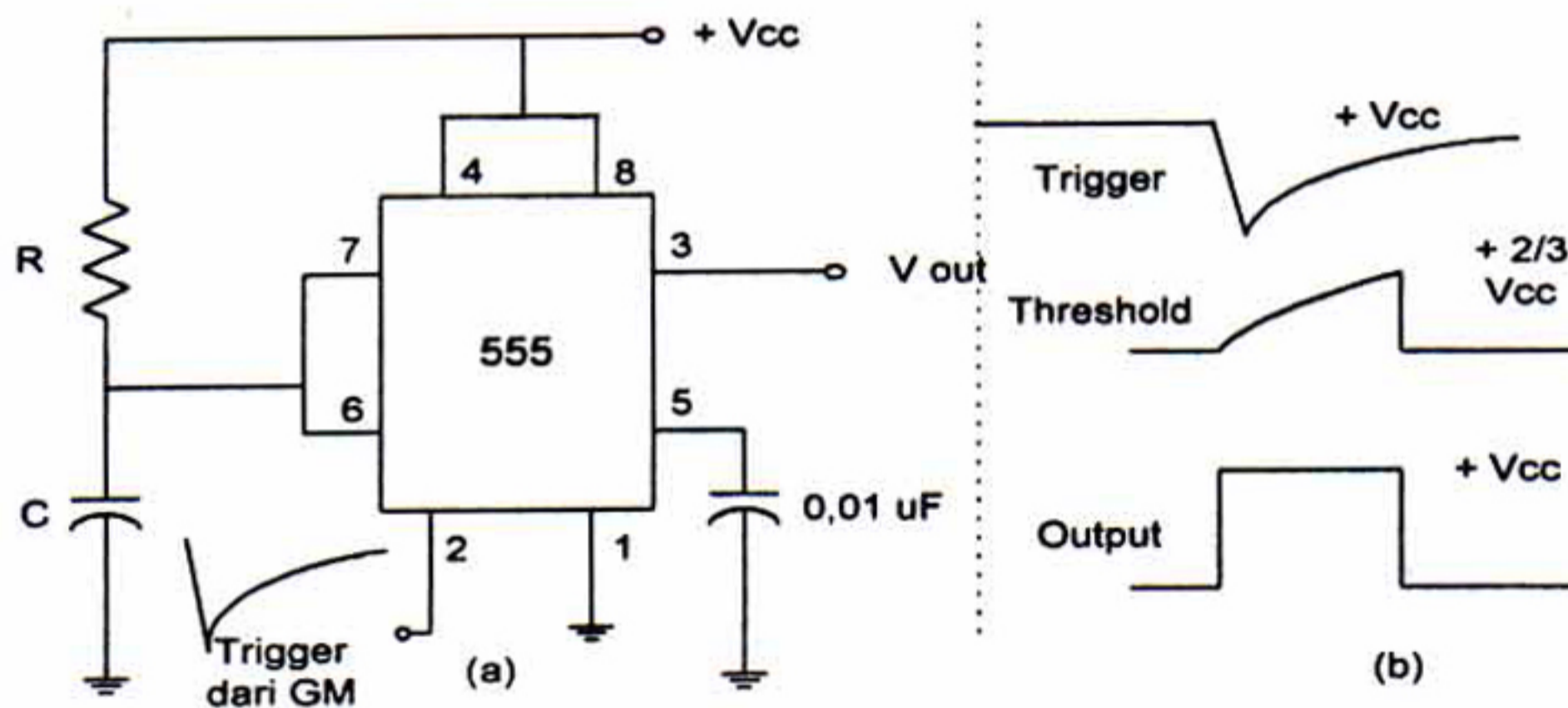
Tegangan tinggi ini dapat diatur secara manual melalui pengaturan tegangan rendah yang dibutuhkan untuk *DC to DC Converter* melalui komponen LM 317 yang dikenal sebagai *adjustable voltage regulator*. Tegangan tinggi ini mampu diatur bervariasi dari 100 Volt sampai 600 Volt dengan kemampuan arus sebesar 0.1 mA cukup sebagai catu daya untuk detektor GM. Berikut adalah Gambar 3 yang memperlihatkan blok rangkaian tegangan tinggi yang dibuat. Osilator yang dibentuk untuk memicu transistor Q1 pada sisi primer transformator penaik tegangan dirancang melalui penggunaan IC 555 sebagai *astabil* dengan frekwensi 8 KHz.



Gambar 3. Blok rangkaian tegangan tinggi (DC to DC Converter)

Pembentuk Pulsa

Pemilihan sinyal masukan dilakukan dengan pengaturan posisi saklar SW1 dan sinyal yang dipilih diteruskan ke rangkaian pembentuk pulsa (*pulse former*). Pembentuk pulsa dibuat sebagai monostabil dengan memanfaatkan IC 555. Lebar pulsa dari monostabil diatur sebesar 10 mikro sekon. Gambar 4 memperlihatkan rangkaian monostabil sebagai pembentuk pulsa dengan menggunakan IC 555. Sinyal dari detektor GM dirancang sebagai pulsa negatif dikopel melalui kapasitor mampu untuk memicu monostabil yang dibentuk dengan IC 555 sehingga mengeluarkan sinyal logik standar TTL. Sinyal yang terbentuk akan diteruskan untuk dicacah oleh rangkaian pencacah/pewaktu (*Counter / Timer*).



Gambar 4. Monostabil dengan IC 555 (a) pengkawatan, (b) bentuk gelombang

Counter / Timer

Counter / Timer dibentuk dengan menggunakan komponen PIT 8253 yang mempunyai 3 buah pencacah mundur (*down counter*) yang

kinerjanya dapat diprogram melalui kata kontrol (*control word*) yang diberikan pada register kontrolnya. Satu diantara 3 buah *counter*, yaitu *counter* 2 digunakan sebagai pencacah sinyal masukan, sedangkan dua yang lainnya digunakan untuk kelengkapan *timer*.

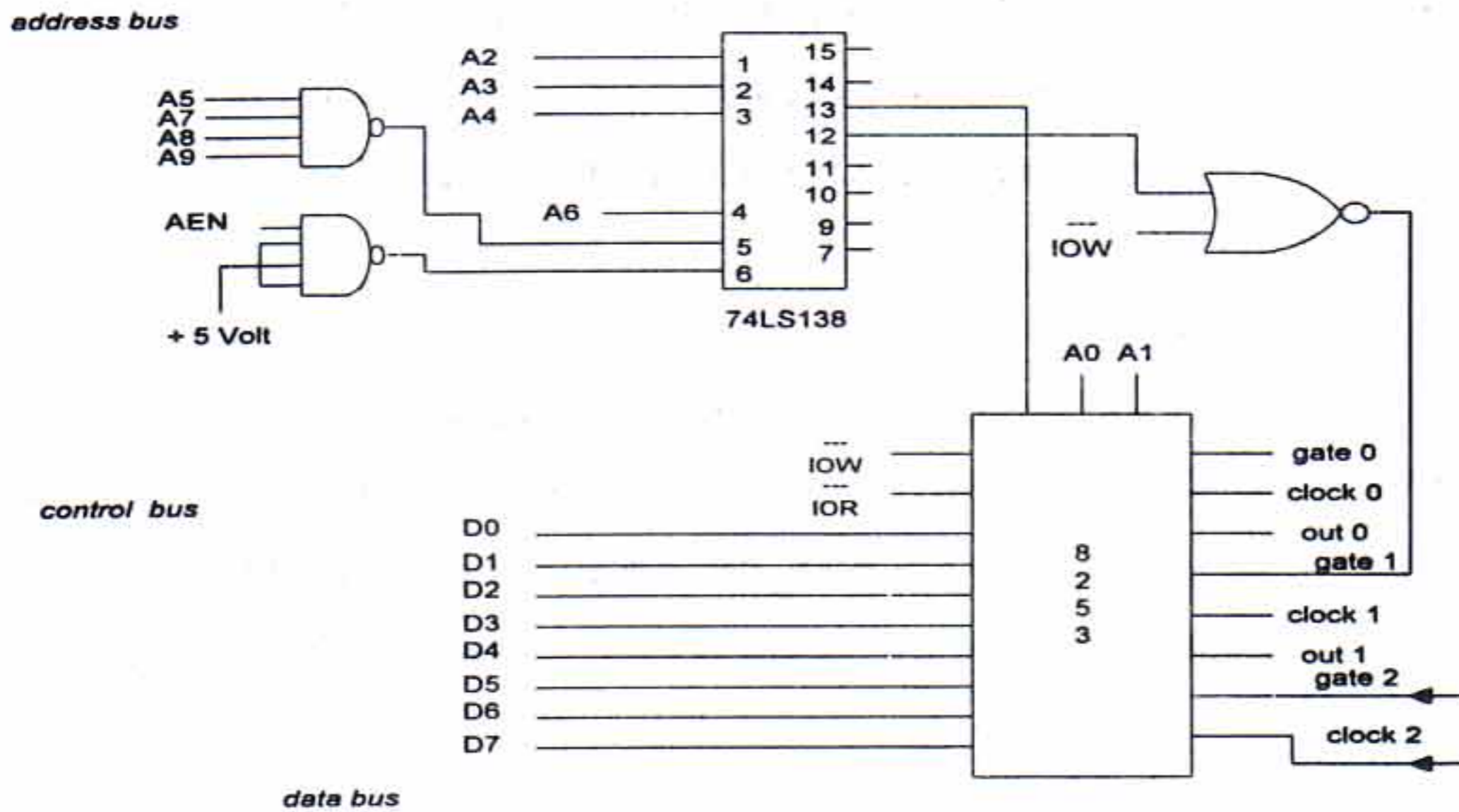
Internal Oscillator

Osilator internal dibentuk untuk membangkitkan sinyal yang dibutuhkan untuk pengujian sistem pencacah ini secara tersendiri. Osilator ini dibentuk dari IC 555 sebagai *astabil* dengan frekwensi sekitar 600 Hertz. Osilator ini diperlukan sebagai sarana pengujian peralatan.

Address Decoder

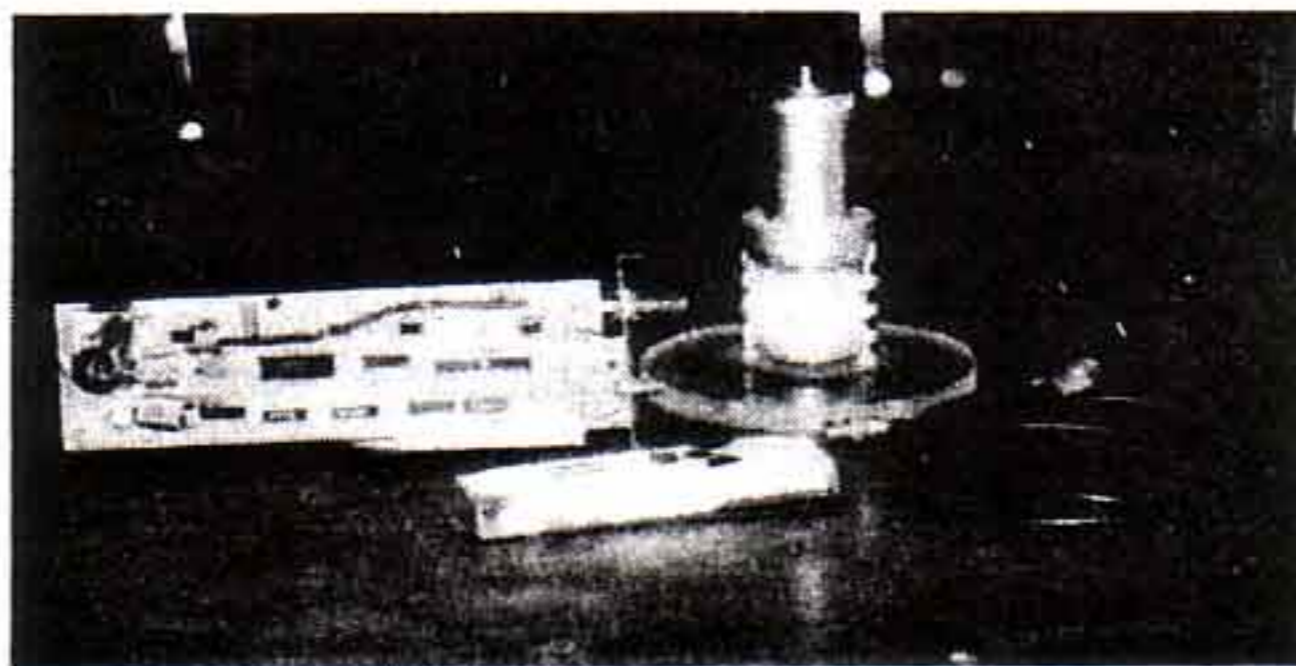
Sebagai mana pencacah 8253 yang akan dioperasikan melalui IBM PC maka perangkat tersebut harus menempati suatu alamat I/O yang disediakan sebagai alamat yang dicadangkan menurut peta alamat I/O dalam sistem IBM PC⁽¹⁾. Untuk hal ini penempatan alamat I/O tersebut didukung dengan pengalamatan yang dibentuk melalui *address decoder*. Alamat yang dipilih menempati alamat 2A0 s/d 2A7 pada peta alamat I/O.

Berikut adalah gambar rangkaian *address decoder* sebagai pemilih alamat yang digunakan untuk mengakses komponen 8253 yang digunakan.



Gambar 5. Rangkaian *Address Decoder*

Gambar 6 memperlihatkan bentuk fisik dari sistem pencacah radiasi dalam bentuk kartu antarmuka



Gambar 6. Sistem pencacah radiasi dengan bentuk kartu antarmuka

Perangkat lunak

Perangkat lunak dibentuk dengan bahasa Qbasic yang di-*compile* membentuk perangkat lunak yang *executable*. Perangkat lunak disusun dengan sistem yang memberikan beberapa menu pilihan, diantaranya :

- Pencacahan tunggal
- Pencacahan berulang
- Pengujian *Chi Square*
- Lihat data cacahan
- Selesai

Dalam setiap pengaturan konfigurasi pencacahan selalu dapat dimasukkan nilai untuk variabel waktu yang dibutuhkan untuk pencacahan, berapa kali banyak pengulangan pencacahan, kemudian dari hasil pencacahan akan diberikan nilai rata-rata pencacahan. Disamping itu diberikan fasilitas untuk merekam atau melihat data hasil cacahan sebelumnya yang disimpan dengan berkas yang berekstensi *.dat*. (*nama file.dat*). Perekaman data hasil cacahan akan memberikan kemudahan untuk pengolahan data selanjutnya yang dapat dilakukan dengan modifikasi program yang disesuaikan dengan kebutuhan.

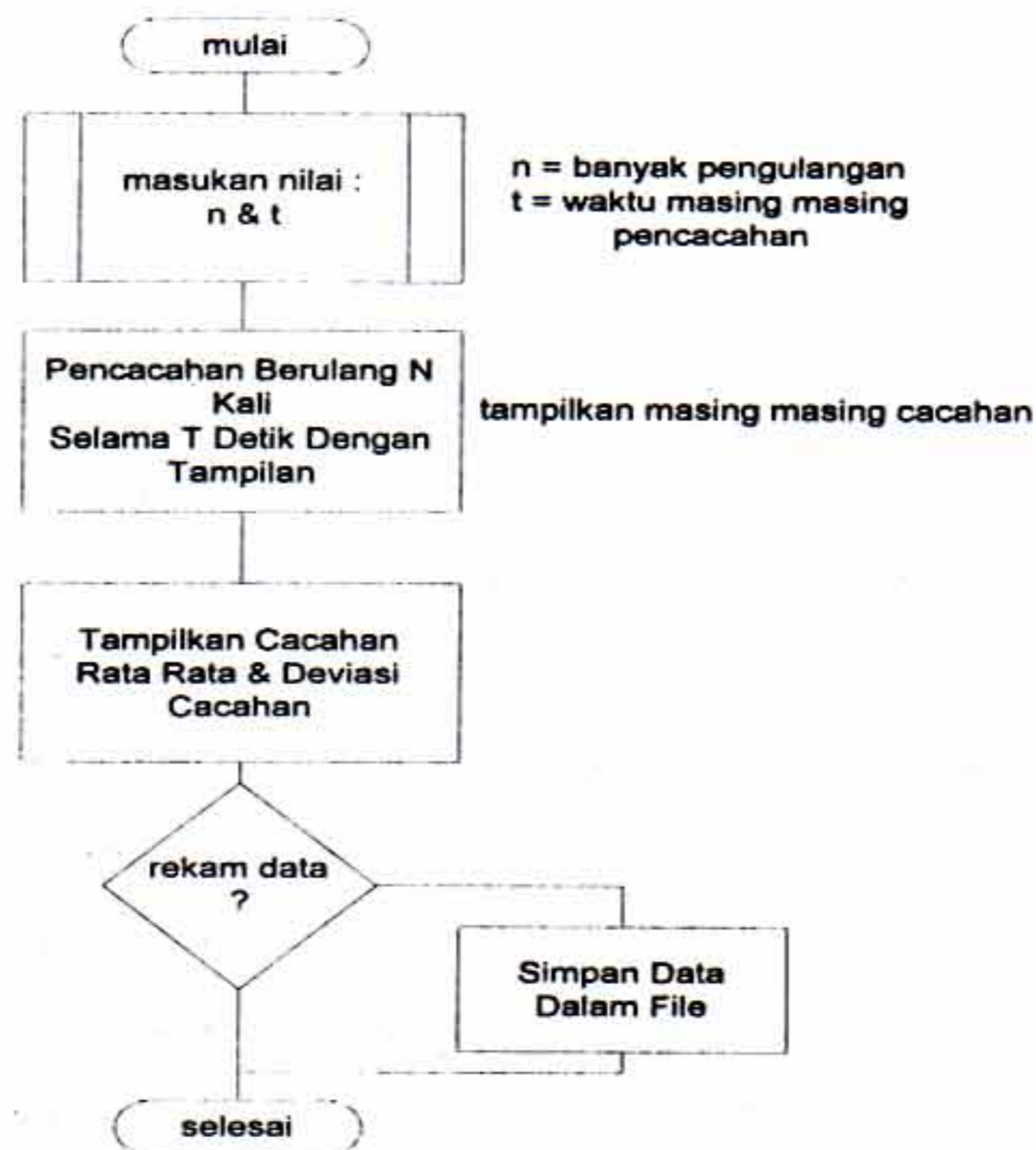
Algoritma perangkat lunak

Perangkat lunak untuk akuisisi data disusun berdasarkan algoritma sebagai berikut :

- Tentukan lama selang waktu pencacahan dan berapa banyak pengulangan pencacahan

- Lakukan pencacahan dengan tampilan pada monitor selama waktu yang ditentukan
- Ulangi pencacahan sebanyak yang telah ditentukan
- Tampilan nilai rata-rata pencacahan dengan deviasinya
- Simpan data dengan nama file yang diberikan

Berikut adalah diagram alir dalam perangkat lunak yang digunakan untuk menyusun kinerja pencacahan :



HASIL PENGUJIAN DAN KESIMPULAN

Pengujian sistem pencacah yang dibuat dilakukan untuk menguji unjuk kerja pencacah yang dibentuk dengan 8253 dan kemudian unjuk kerja keseluruhan sistem pencacah radiasi melalui pengujian *chi squared test* [3].

Pengujian pencacah dilakukan dengan menguji kestabilan pencacahan untuk selang waktu yang diberikan dengan sinyal masukan dari generator pulsa standar atau dari internal osilator dengan frekwensi 100 cps. Hasil pengujian tersebut terlihat pada Tabel 1 :

Tabel 1. Hasil pengujian pencacah dengan generator pulsa

Waktu cacah	Pengukuran ke	Hasil Cacahan	Cacah rata rata
10 detik	1	1000	
	2	1000	
			100 cps
20 detik	1	2000	
	2	2000	
			100 cps

Dari hasil pengujian rangkaian pencacah yang terlihat pada Tabel 1, terlihat dengan memberikan masukan pulsa standar dengan frekwensi yang tetap sebesar 100 Hz pengukuran dengan waktu yang bervariasi menunjukkan nilai yang benar dan proporsional tergantung pada waktu pencacahan. Dari pengujian dengan generator pulsa standar dapat disimpulkan bahwa sistem pencacah cukup memberikan unjuk kerja yang baik.

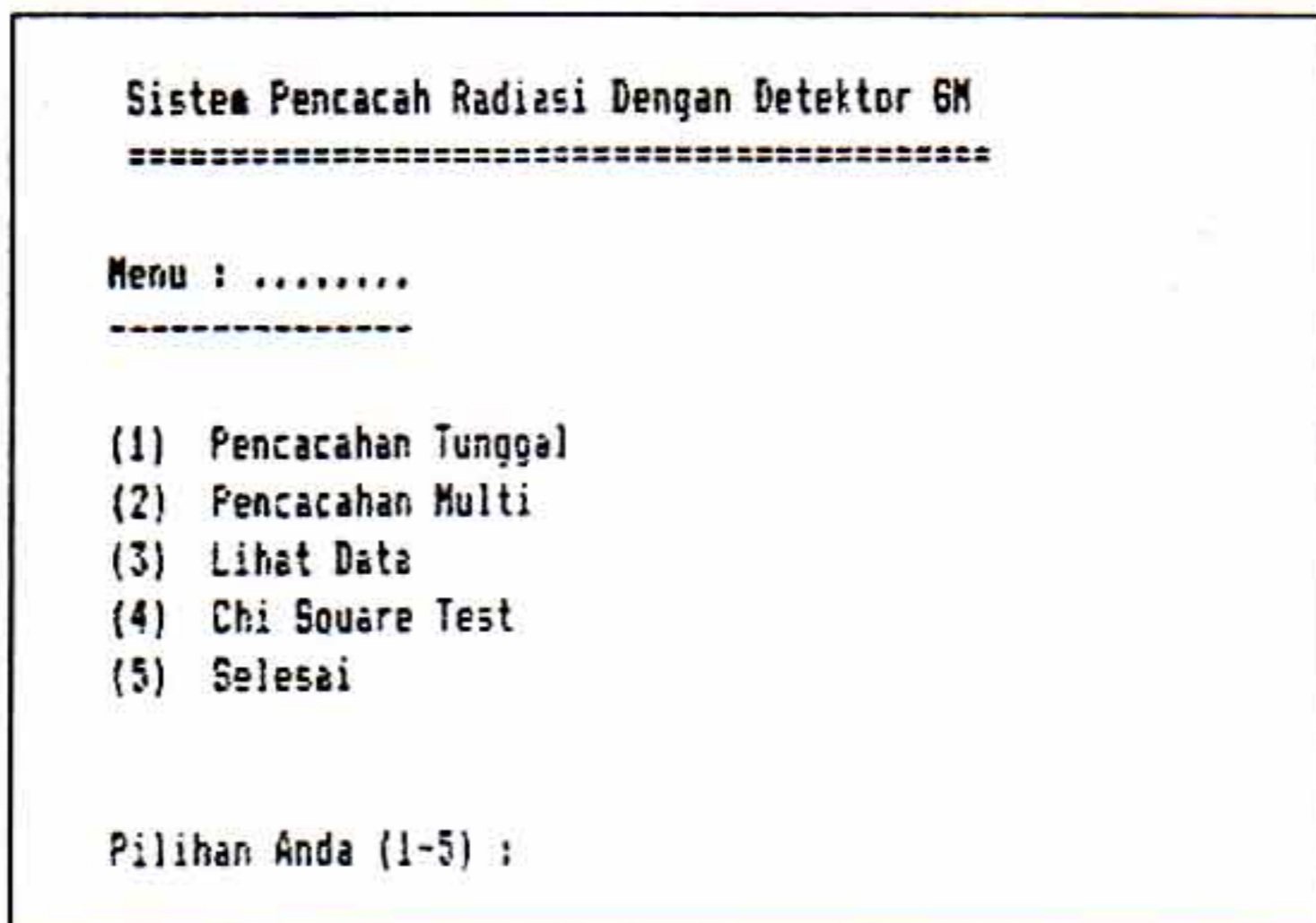
Pengujian sistem pencacah radiasi dengan detektor GM dilakukan dengan *chi squared test* mengukur sumber standar I-131. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2. Dari hasil pengujian tersebut memberikan nilai χ^2 sebesar 10,7.

Tabel 2. Hasil pengujian pengujian sistem pencacah GM dengan chi squared test

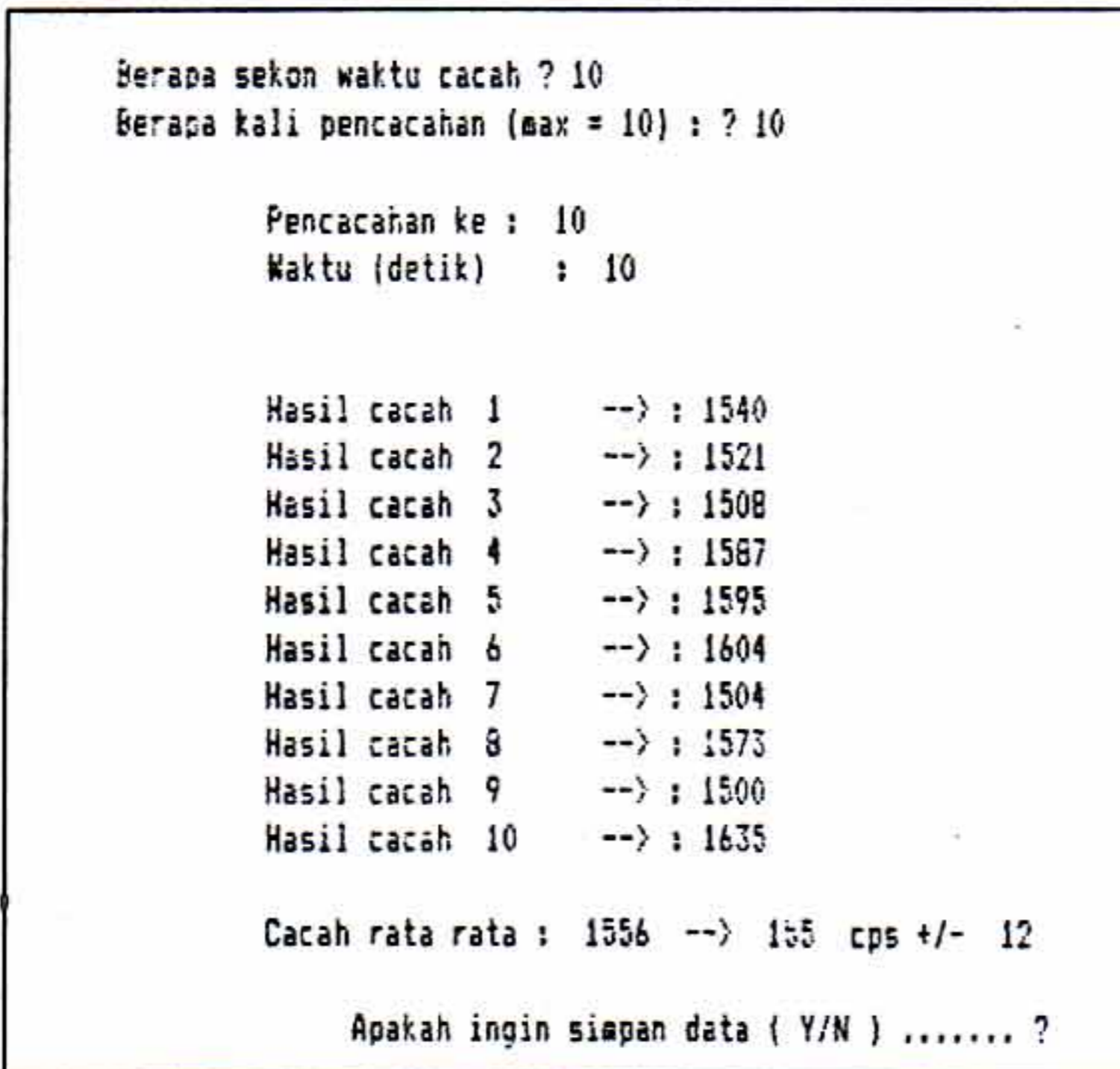
Waktu cacah	Pengukuran ke :	Hasil Cacahan	
20 detik	1	5871	
	2	5840	
	3	5693	
	4	5794	
	5	5737	
	6	5804	
	7	5804	
	8	5698	
	9	5825	
	10	5601	
Cacah rata-rata		5766	→ 288 cps
		χ^2	→ 10.69

Hasil ini masih berada di antara nilai 3,32 s/d 16,92 yang menurut IAEA-TECDOC-317, Quality Control of Nuclear Medicine Instruments, menunjukkan bahwa sistem pencacahan memberikan unjuk kerja yang cukup baik [3].

Berikut adalah hasil cetak dari tampilan-tampilan program pengukuran intensitas radiasi; Gambar 7 menunjukkan menu tampilan dalam pengukuran; Gambar 8 hasil tampilan dalam pengukuran multi cacah dan Gambar 9 tampilan pengujian *chi squared test*.



Gambar 7. Tampilan menu dalam pencacahan



Gambar 8. Tampilan hasil pengukuran multi cacah

```

Berapa sekon waktu cacah ? 20
Berapa kali pencacahan : ? 10

Pencacahan ke : 10

Waktu (detik) : 20

Hasil cacah 1 --> : 5871
Hasil cacah 2 --> : 5840
Hasil cacah 3 --> : 5693
Hasil cacah 4 --> : 5794
Hasil cacah 5 --> : 5737
Hasil cacah 6 --> : 5804
Hasil cacah 7 --> : 5804
Hasil cacah 8 --> : 5698
Hasil cacah 9 --> : 5825
Hasil cacah 10 --> : 5601

Cacah rata rata : 5766 --> 288 CPS --> Chi_Square : 10.69598

Tekan tombol ;S; kemudian ENTER untuk selesai?

```

Gambar 9. Tampilan pengujian *Chi Squared Test*

KESIMPULAN

Sistem pencacah beroperasi cukup baik, bentuk dalam kartu antarmuka yang dipasangkan pada slot IBM PC cukup memberikan kemudahan operasi dan kemudahan untuk modifikasi konfigurasi pengukuran dan lebih jauh dalam pengolahan data serta pengarsipan hasil akuisisi data ataupun pengolahan data. Peralatan seperti ini dapat digunakan untuk di laboratorium yang membutuhkan pencacahan dengan GM ataupun pencacahan lain dari suatu luaran yang mempunyai bentuk pulsa standar TTL. Di samping itu perangkat semacam ini dapat digunakan untuk laboratorium pendidikan dengan tujuan pemahaman suatu sistem pencacah radiasi dengan GM