

## UJI MODUL COUNTER DAN DAC PERANGKAT RENOGRAF IR8

Joko Sumanto<sup>1</sup>, Abdul Jalil<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>PRPN-BATAN Kawasan Puspiptek Serpong 15310

### ABSTRAK

*UJI MODUL COUNTER DAN DAC PERANGKAT RENOGRAF IR8. Telah dilakukan pengujian modul counter dan modul Digital to Analog-DAC dalam rangka membantu pelaksanaan perekayasaan perangkat renograf IR8. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui unjuk kerja modul counter dalam menghitung jumlah cacah distribusi isotop di dalam ginjal dan linearitas DAC untuk mengatur jendela energinya. Kesalahan bisa saja terjadi pada tahap desain maupun pada tahap konstruksi. Diharapkan tidak ada data yang hilang saat pembacaan dan pengiriman data melalui port serial USB komputer. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan dengan alat counter standard NIMBIN type 721 Counter dari Mech-Tronics, sesuai spesifikasi renograf IR8. Untuk dapat dioperasikan, modul tersebut memerlukan antar muka USB dari modul tipe devasys USB\_I2CIO. Fasilitas yang dapat digunakan adalah port-A 8 bit sebagai jalur baca data, port-C 4 bit untuk dekoder alamat dan kontrol. Jalur port tersebut digunakan sebagai jalur masukan dan keluaran I/O modul counter 16 bit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua modul tersebut mempunyai unjuk kerja yang baik melalui komunikasi data serial USB komputer.*

*Kata kunci: Counter, komunikasi USB, Renograf.*

### ABSTRACT

*COUNTER AND DAC MODULE TEST OF RENOGRAF IR8. Counter and DAC module have been tested in order to assist the implementation of engineering development devices renograph IR8. This test is intended to find out the performance in calculating the number of counter modules count isotope distribution in the kidney and the linearity of the DAC to set the energy window. Mistakes can happen at the design stage and construction stage. It is expected that no data is lost when reading and sending data via USB serial port of computer. Testing is done by comparing with the standard tools NIMBIN counter type Counter from MechTronics 721, as specified by renograph IR8. To be able to operate, the module requires a USB interface of the module type devasys USB\_I2CIO. Facilities that can be used is the port-A 8-bit as a data read path, port-C 4 bits for the address decoder and control. Line port is used as the input and output lines I / O module 16-bit counter. The test results showed that both the moduls have a good performance through computer USB serial data communication.*

*Key words: Counter, USB communications, Renograph.*

### 1. PENDAHULUAN

Pengembangan perangkat nuklir yang berbasis komputer telah lama dikerjakan di BATAN. Khususnya peralatan kesehatan yaitu renograf, yang digunakan untuk diagnosa fungsi ginjal dengan teknik nuklir. Perangkat renograf dikembangkan seiring dengan perkembangan teknologi komputer. Dimulai pada komputer jenis Apple II, renograf telah dikembangkan oleh Puslit BATAN di Bandung. Pada komputer

IBM PC tipe 486, renograf dikembangkan di PPNY Yogyakarta dengan model konsul. Renograf jenis ini telah terpasang di beberapa rumah sakit sebagai sarana uji klinis diagnosa fungsi ginjal. Pada komputer pentium III telah dikembangkan renograf tipe *Add-On Card ISA*, yang tidak memerlukan konsul sehingga menekan biaya produksi maupun transportasi ke tempat penginstalan. Tipe ini telah tervalidasi dalam *workshop* yang dibiayai IAEA di Yangoon.

Saat ini penambahan perangkat ke komputer melalui ISA bus sulit dilakukan, karena slot ISA tidak lagi disediakan pada computer baru. Hal ini menyebabkan peralatan nuklir berbasis Add\_On Card ISA yang telah dikembangkan tidak dapat dioperasikan pada komputer baru. Salah satu cara mengatasi hal tersebut adalah dengan melakukan perubahan modul yang dipergunakan ke arah komunikasi serial USB. Untuk itu diperlukan antar muka dengan komunikasi serial USB dalam rangka pengembangan renograf.

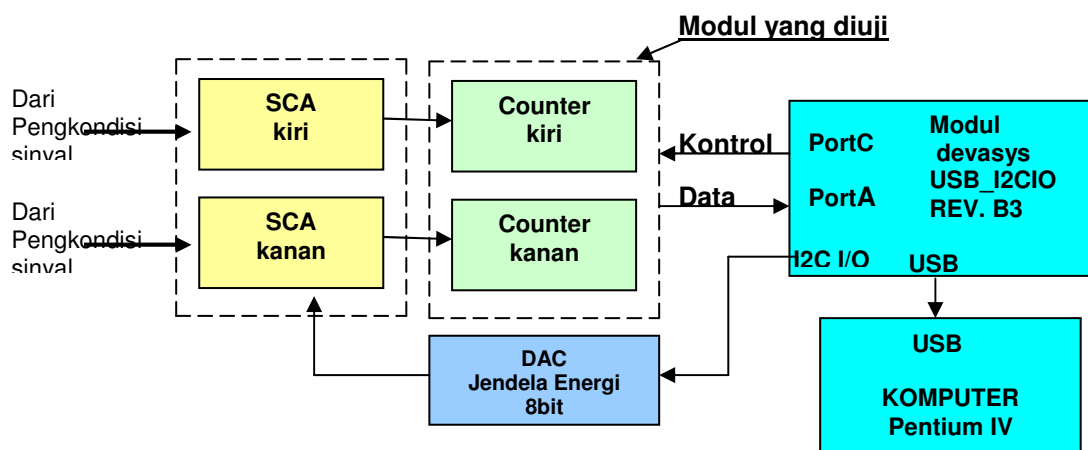
Perangkat renograf IR8 telah menggunakan counter berbasis teknologi komunikasi data melalui port USB. Port USB hingga saat ini masih merupakan perlengkapan standar dari sebuah komputer. Bahkan komputer *laptop/notebook* pun diberi fasilitas komunikasi data serial USB. Hal ini memberi keuntungan lain bagi modul jenis ini. Dengan dapat dihubungkannya ke komputer *laptop/notebook* maka peralatan ini menjadi praktis. Perangkat tersebut juga dilengkapi dengan *Digital to Analog-DAC* untuk mengatur jendela energi isotop yang digunakan.

Pada kegiatan ini akan dilakukan pengujian counter dan *Digital to Analog-DAC* yang digunakan dalam rangka membantu pelaksanaan penelitian perckayasaan perangkat renograf IR8. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui unjuk kerja modul counter dalam menghitung jumlah cacah distribusi isotop di dalam ginjal dan

mengetahui linearitas konversi DAC pengatur jendela energi. Kesalahan bisa saja terjadi pada tahap desain maupun pada tahap konstruksi. Diharapkan tidak ada data yang hilang saat pembacaan data maupun konversi data melalui port serial USB komputer.

## 2. TEORI

Perangkat renograf IR8 adalah alat diagnostik untuk mengetahui fungsi ginjal dengan teknik nuklir. Renograf IR8 telah dikembangkan di BATAN seiring dengan perkembangan teknologi komputer yang berbasis komunikasi data USB. Pada perangkat renograf IR8 terdapat modul Counter yang menerapkan metode perhitungan jumlah pulsa yang dihasilkan oleh detektor per satuan waktu tertentu. Pulsa yang dihasilkan oleh detektor sebelumnya diolah oleh pengolah sinyal spektrometer gamma dengan saluran kanal tunggal – SCA. Keluaran SCA berupa pulsa standar TTL . Banyaknya pulsa yang keluar dari SCA sebanding dengan distribusi radiofarmaka pada kedua ginjal pasien. Pulsa TTL tersebut selanjutnya diteruskan untuk dihitung melalui suatu gerbang counter. Hasil counter kemudian dikirim ke komputer melalui antar muka serial USB. Blok diagram modul counter 16 bit dan antar mukanya berbasis USB pada perangkat renograf IR8 diperlihatkan pada Gambar1.



Gambar 1: Blok diagram modul Counter 16 bit dan antar mukanya berbasis USB pada perangkat Renograf IR8

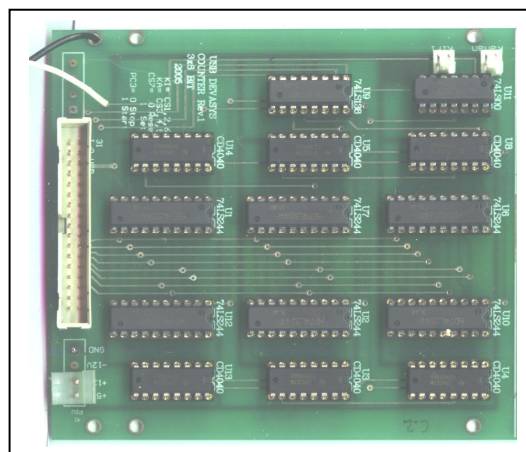
### Cara kerja

Mula-mula DAC 8 bit diprogram secara serial melalui jalur I2C untuk mengatur jendela energi sesuai isotop yang digunakan sebanding dengan tinggi pulsanya. Didalam SCA, pulsa yang datang diseleksi tinggi pulsanya sesuai jendela energi isotop yang digunakan tersebut dan diubah menjadi pulsa TTL. Pulsa kanan dihubungkan dengan counter kanan dan pulsa kiri dihubungkan dengan counter kiri. Kemudian melalui jalur kontrol port-C mulai start counter. Pewaktu terprogram disetting dari komputer selama 4 detik. Pulsa keluaran SCA akan dicacah oleh counter biner 16 bit, maksimum 65535. Perintah stop dilakukan oleh komputer melalui jalur kontrol port-C. Selanjutnya counter kiri akan dibaca 2 kali 8 bit oleh komputer melalui jalur data 8 bit port-A modul devasys USB untuk ginjal kiri. Hasil pembacaan disimpan pada variabel A, dan B. Kemudian counter kanan dibaca lagi 2 kali 8 bit oleh komputer melalui jalur data 8 bit port-A modul devasys USB untuk ginjal kanan. Hasil pembacaan disimpan pada variabel C, dan D.

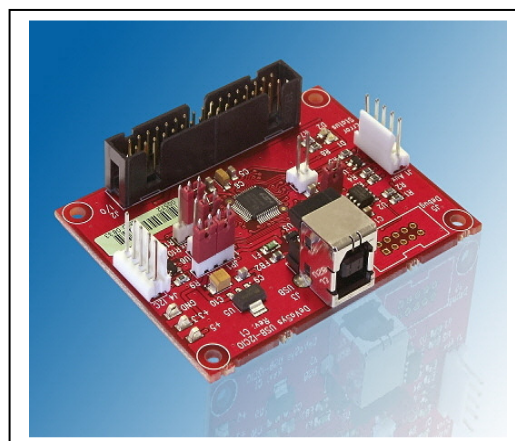
Kemudian dihitung Hasil cacah kiri =  $A + (B \times 256)$ . Dan hasil cacah kanan =  $C + (D \times 256)$ . Pencacahan diulang kembali untuk 4 detik ke dua, ke tiga dan seterusnya sampai total waktu pemeriksaan fungsi ginjal kurang lebih 15 menit hingga 18 menit. Hasil pencacahan kemudian diproses komputer dalam bentuk grafik renogram jumlah cacah fungsi waktu dan hasil perhitungan parameter tertentu yang mencerminkan keadaan fungsi ginjal pasien. Modul counter yang diuji diperlihatkan pada Gambar 2. Sedangkan modul antar muka USB dari Devasys diperlihatkan pada Gambar 3.

Dalam pengujian counter ini, akan digunakan Function Generator FG502 Textronik sebagai pengganti pulsa keluaran dari SCA dan standar Counter NIM BIN Scaler 721 Mech Tronics sebagai counter pembanding. Untuk bisa menggunakan perlu data sheet rancangan modul counter dan

antar mukanya melalui komunikasi serial USB dari devasys. Dari data sheet diketahui tabel kebenaran sinyal kontrol yang diperlihatkan pada Tabel 1. Dari Tabel 1, modul counter dapat diprogram dengan mengaktifkan dekodernya yang diurai dari port-C USB. Sedangkan jalur data menggunakan port-A USB 8 bit. Pembacaan data dilakukan 2 kali 8 bit melalui gerbang dari IC 74LS244.<sup>[3,5]</sup> Disamping itu akan dilakukan pula pengujian linearitas DAC 8 bit yang digunakan untuk mengatur jendela energi pada perangkat renograf tersebut. Blok modul counter dan Skematik modul antarmuka dari Devasys diperlihatkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



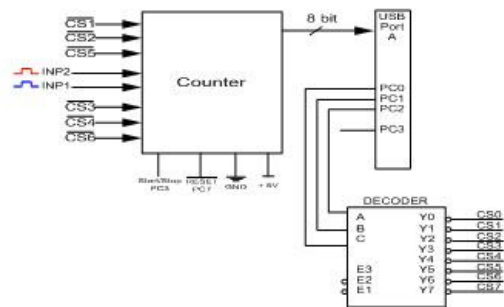
Gambar 2. Modul Counter yang diuji



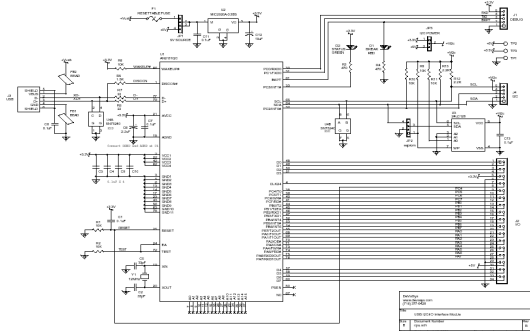
Gambar 3. Modul Antar muka Devasys USB I/O

Tabel 1. kebenaran sinyal kontrol modul counter.

Counter 8 bit	PC3	PC2	PC1	PC0	Desimal	Chipselect (Cs)
	Biner					
RESET	0	1	1	1	7	Cs7
START COUNTING	1	0	0	0	8	PC3
STOP COUNTING	0	0	0	0	0	
LSB BACA I	0	0	0	1	1	Cs1
BACA II	0	0	1	0	2	Cs2
MSB BACA III	0	1	0	1	5	Cs5
LSB BACA IV	0	0	1	1	3	Cs3
BACA V	0	1	0	0	4	Cs4
MSB BACA VI	0	1	1	0	6	Cs6



Gambar 4. Blok Diagram Modul Counter



Gambar 5. Skematik modul devasys USB\_I2CIO REV. B3. [1]

**3. TATA KERJA**

**3.1. Bahan dan peralatan**

Peralatan dan bahan yang digunakan antara lain:

1. Komputer yang berisi program uji counter
2. Modul Counter Renograf IR8 ( modul yang diuji)
3. Modul antarmuka Devasys USB I/O
4. Fuction Generator FG502 Textronic

5. Universal Counter DC503
6. NIM BIN yang berisi Scaler 721 Mech Tronics (sebagai counter standar).
7. Modul DAC 8 bit I2C I/O.
8. Multimeter digital Fluke 8021B.

**3.2. Pengujian**

Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah unjuk kerja modul counter renograf IR8 telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan dan layak digunakan. Modul Counter yang diuji menerapkan metode perhitungan jumlah pulsa yang dihasilkan oleh detektor per satuan waktu tertentu. Pengujian modul counter tersebut dilakukan dengan cara memberi pulsa masukan dari generator FG502 Textronic dengan variasi interval waktu tertentu serta membandingkan hasil counter renograf IR8 dengan standar counter NIM BIN scaler 721 Mech Tronics. Jumlah pulsa yang masuk pada counter dengan interval waktu yang sama, maka akan didapatkan jumlah cacah yang sama. Kecuali ada gangguan pada komunikasi data serial USB yang digunakan.

Disamping itu dilakukan juga pengujian linearitas digital to analog DAC 8 bit yang digunakan untuk mengatur jendela energi pada renograf IR8. Pengujian linearitas ini dilakukan dengan cara memberi masukan digital dari program komputer dan mengukur keluaran tegangan analognya menggunakan multimeter digital Fluke 8021B.

**A. Pengujian counter melalui antar muka serial USB**

Cara pengujian counter Renograf IR8:

1. Susun peralatan seperti Gambar 6.
2. Hidupkan komputer, panggil program uji counter SCA
3. Atur masukan pulsa generator 1kHz
4. Atur interval 4 detik
5. Dilakukan pencacahan dengan cara tekan clear kemudian start

6. Catat hasil pengukuran counter standard, tampilan komputer counter Kiri dan counter Kanan
7. Lakukan langkah no.5 dan no.6 untuk pulsa generator 2 kHz sampai 15 kHz
8. Hitungan secara teoritis dengan rumus:  
 Hasil cacah = input frekuensi pulsa generator x waktu cacah (1)

### B. Pengujian digital to analog DAC 8 bit ADDA melalui antar muka I2C I/O USB

Cara pengujian DAC 8 bit sebagai berikut:

1. Susun peralatan seperti pada Gambar 6.
2. Hidupkan komputer, panggil program uji DAC-USB.
3. Beri masukan digital 0 sampai 255.
4. Amati dan catat keluaran analog yang tertampil pada multimeter.
5. Buat tabel masukan digital VS keluaran analog.
6. Hitung secara teoritis dengan rumus:  

$$\text{Output Analog DAC} = (\text{input digital}/256) \times V_{\text{ref}} \quad (2)$$
 Vref yang digunakan adalah 2,5 volt

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

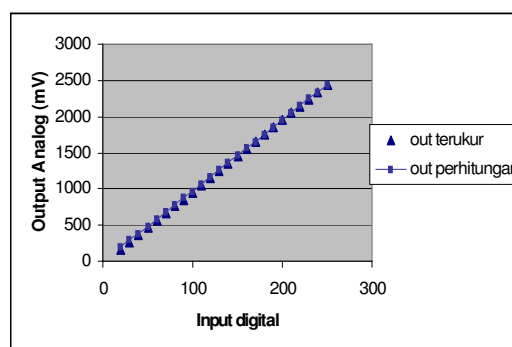
Untuk mengaktifkan counter tersebut diperlukan sinyal control seperti terlihat pada Tabel 1. Disamping itu juga diperlukan *Application Program Interface - API* dari devasys.<sup>[1,2]</sup> Dari pengujian counter diperoleh data uji dan perhitungan secara teoritis seperti terlihat pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 tersebut terlihat bahwa hasil uji counter menunjukkan nilai cacah yang sama dengan standard dan tidak ada data yang hilang saat pengambilan melalui komunikasi USB. Hal ini menunjukkan pula bahwa teknologi komunikasi serial USB dapat diterapkan pada perangkat renograf IR8. Saat jumlah cacah melebihi kapasitas counter renograf IR8 yang hanya 16 bit, maka counter akan menunjukkan data over flow. Hal ini telah sesuai dengan

program yang diberikan. Ralat kesalahan antara hasil teori dan hasil perhitungan masih dalam batas toleransi.

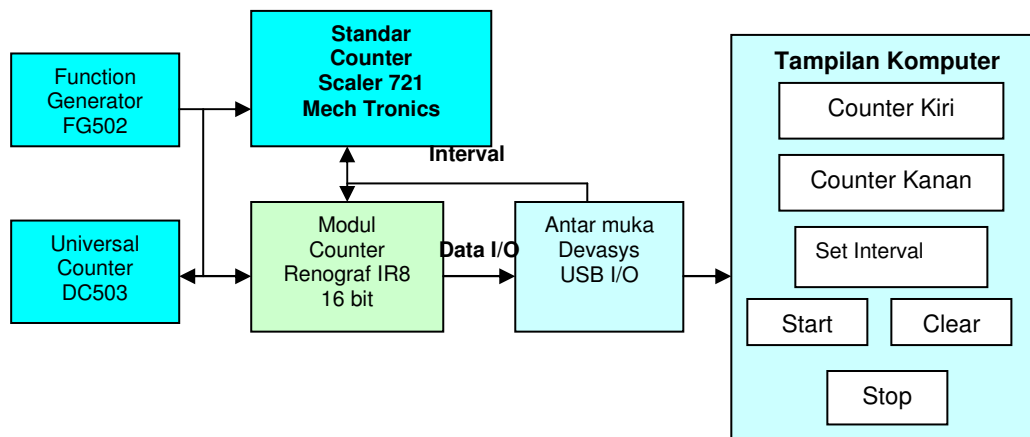
Dari pengujian DAC diperoleh data uji dan perhitungan secara teoritis seperti terlihat pada Tabel 3. Tegangan keluaran DAC digunakan sebagai tegangan referensi untuk LLD dan jendela energi pada penganalisa saluran kanal tunggal-SCA. Tegangan ini digunakan saat akuisisi spektrum isotop dan untuk kalibrasi lebar jendela saat akuisisi data pasien.

Penerapannya pada alat renograf IR8, keluaran DAC ini perlu diperbesar menjadi dua kalinya. Hal ini disebabkan tinggi pulsa keluaran amplifier maksimal 5 volt. Untuk perangkat lunaknya dibuat menggunakan visual basic dengan operating sistem-OS WindowsXp.

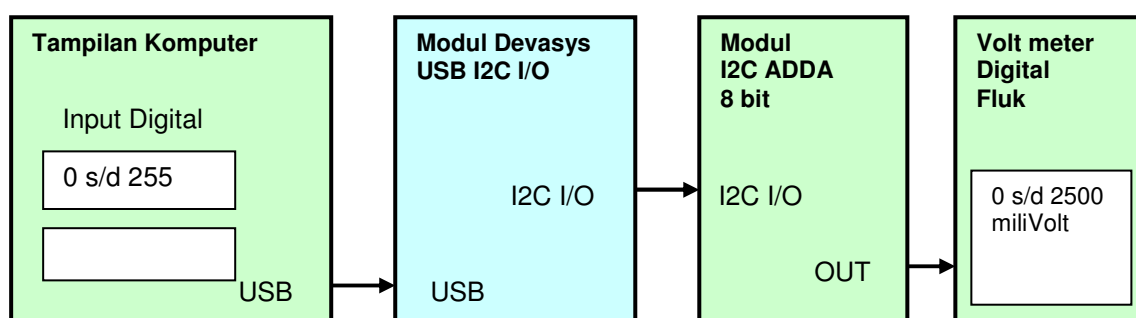


Gambar 8. Input digital VS Output analog dari DAC

Dari Tabel 3 dan Gambar 7 hasil pengujian DAC diperoleh linearitas yang cukup baik, kecuali pada nilai masukan digital yang rendah. Namun untuk nilai masukan digital yang rendah tersebut tidak berdampak pada alat renograf IR8. Hal ini dikarenakan nilai tersebut masuk dalam nomor kanal yang rendah yang tidak digunakan. Biasanya digunakan kanal 205 untuk kalibrasi Cs-137, kanal 112 untuk isotop I-131 dan kanal 45 untuk isotop Tc-99.



Gambar 6. Uji Modul Counter Renograf



Gambar 7. Set Uji Konversi Digital to Analog dengan komunikasi data USB

## 5. KESIMPULAN

Telah dilakukan pengujian modul counter 16 bit dan modul DAC I2C I/O berbasis komunikasi serial USB dalam rangka membantu pelaksanaan perancangan perangkat renograf IR8. Dari hasil uji modul counter tersebut diperoleh hasil cacah yang sama dibandingkan dengan modul standar dari scaler 721 Mech Tronics NIM BIN pada interval waktu yang sama. Dari hasil uji konversi DAC I2C I/O diperoleh hasil linearitas DAC yang cukup baik, sehingga dapat digunakan untuk mengatur jendela energi pada renograf IR8. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa modul counter dan modul DAC I2C I/O renograf IR8 melalui port USB mempunyai unjuk kerja yang baik seperti yang diharapkan.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bp. Drs. Wiranto Budi Santoso,

MSc. yang telah membantu software uji ini. Kepada Bp. Cukarya dan Ibu Nuning yang membantu pembuatan modul counter ini, sehingga pengujian ini berjalan lancar.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. DEVASYS, "API User's Guide for the USB I2C/IO Universal Serial Bus Interface Modul", Devasys, 2002, [www.Devasys.com](http://www.Devasys.com).
- [2]. Manual book, "Analog Input Output DT-51 I2C ADDA", Innovative Electronics, [www.Innovativeelectronics.com](http://www.Innovativeelectronics.com).
- [3]. CATALOG, "National Semiconductor", edisi June 1999, [www.National.com](http://www.National.com).
- [4]. CATALOG, "Harris Semiconductor", Harris co, 1996, [www.Harris.com](http://www.Harris.com).
- [5]. CATALOG, "Fairchild Semiconductor", Harris co, 1999, [www.Fairchildsemi.com](http://www.Fairchildsemi.com).

## 8. LAMPIRAN

Tabel 2: Data Hasil uji counter dan perhitungannya

Input PG (kHz)	Counter Standard (cacah/4detik)	Counter kiri (cacah/4detik)	Counter kanan (cacah/4detik)	Teori Hasil Perhitungan
1	4017	4017	4017	4000
2	8007	8007	8007	8000
3	12064	12064	12064	12000
4	16016	16016	16016	16000
5	20162	20162	20162	20000
6	24040	24040	24040	24000
7	28092	28092	28092	28000
8	32056	32056	32056	32000
9	36040	36040	36040	36000
10	40063	40063	40063	40000
11	44025	44025	44025	44000
12	48024	48024	48024	48000
13	52001	52001	52001	52000
14	56085	56085	56085	56000
15	60065	60065	60065	60000
16	64063	64063	64063	64000
17	68069	Over Flow	Over Flow	68000
18	72014	Over Flow	Over Flow	72000
19	76092	Over Flow	Over Flow	76000
20	80069	Over Flow	Over Flow	80000

Tabel 3: Hasil Pengujian DAC

Input Digital	Output Analog (miliVolt)	Per-hitungan (miliVolt)	Penyimpangan (miliVolt)	Input Digital	Output Analog (miliVolt)	Per-hitungan (miliVolt)	Penyimpangan (miliVolt)
0	5	0	+5	90	855	878	-23
1	5	9	-4	100	954	976	-22
2	7	19	-12	110	1054	1074	-20
3	11	29	-18	120	1154	1171	-17
4	17	39	-22	130	1254	1269	-15
5	24	48	-24	140	1351	1367	-16
6	32	58	-26	150	1450	1464	-14
7	40	68	-28	160	1549	1562	-13
8	49	78	-29	170	1647	1660	-13
9	58	87	-29	180	1746	1757	-11
10	67	97	-30	190	1846	1855	-9
20	162	195	-33	200	1945	1953	-8
30	261	292	-31	210	2045	2050	-5
40	360	390	-30	220	2144	2148	-4
50	459	488	-29	230	2243	2246	-3
60	558	585	-27	240	2342	2343	-1
70	657	683	-26	250	2440	2441	-1
80	756	781	-25				