

B A B V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

V.1. PENDAHULUAN

Seperti yang telah disinggung pada BAB II di depan bahwa gambar yang tampil pada layar oscilloscope tergantung dari hasil pembelokan oleh pelat vertikal (sistim defleksi vertikal). Sistim defleksi vertikal akan memberikan medan magnet yang intensitasnya sesuai dengan sinyal input. Sedangkan sistim horizontal akan menjalankan elektron sehingga dihasilkan scanning yang berulang-ulang untuk menampilkan gambar sesuai dengan sinyal input. Karena itu pada bagian horizontal akan memberikan suatu dasar waktu bagi gambar yang ditampilkan.

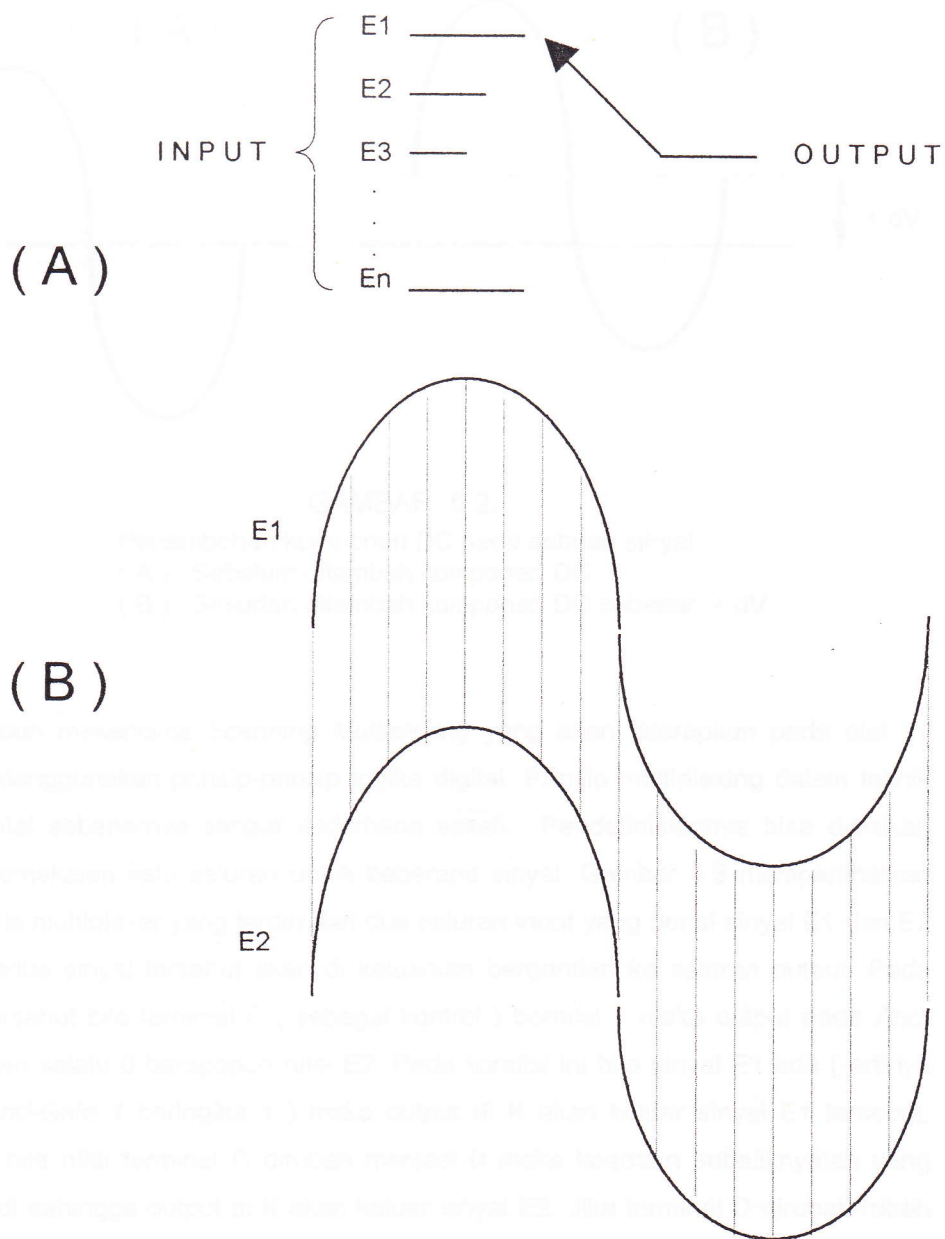
Kunci dari Konsep *multitrace oscilloscope* sebenarnya terletak pada sistim defleksi vertikal-nya yang harus dibuat lebih dari satu. Hal tersebut dilakukan dengan beberapa penyesuaian agar tidak terjadi penjumlahan gambar dari masing-masing gelombang input yang akan ditampilkan nanti. Biasanya ini dilakukan dengan menambahkan sinyal DC yang berbeda untuk masing-masing sistim defleksi vertikalnya, sehingga setiap gambar akan mengalami pergeseran ke atas atau ke bawah. Cara inilah yang diterapkan pada *oscilloscope dual beam* (oscilloscope 2 channel) yang banyak terdapat dipasaran. Untuk mengembangkan oscilloscope sistim ini tentunya tidak bisa dilakukan setelah oscilloscope itu jadi, tapi harus semenjak sistim CRT-nya didisain. Sehingga dapat dikatakan bahwa ini hanya mungkin dilakukan oleh pabrik pembuat oscilloscope tersebut, tidak bisa dilakukan oleh si pemakai.

V.2. IDE PEMIKIRAN

Dengan keterbatasan disain CRT yang telah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya maka untuk merealisasikan gagasan *multitrace oscilloscope* seperti yang dimaksud dalam penelitian ini, penulis akan mencoba menerapkan prinsip-prinsip *saklar elektronis* dalam teknik pengembangannya, yang nantinya akan berupa sebuah peralatan optional tambahan (tanpa merubah sistim oscilloscope yang telah ada).

Dasar dari sistim ini adalah *scanning multiplexing* yang dapat diilustrasikan seperti gambar 5.1.A. Pada gambar tersebut misalkan ada sebuah saklar yang dapat digerakkan secara berulang-ulang (scanning). Jika pada saat T1 saklar pada

kedudukan E1 maka saklar akan meneruskan gambar E1, kemudian pada saat T2 tersambung pada E2 maka di layar oscilloscope akan tergambar sinyal E2, dan seterusnya pada saat T3 adalah untuk E3. Inilah konsep multiplexing tersebut. Sekarang jika saklar diputar berulang-ulang dengan cepat maka akan tergambarlah seluruh gelombang input-nya pada layar oscilloscope tersebut. Bila dimisalkan hanya ada 2 input E1 dan E2 maka dilayar akan tampak seperti gambar 5.1.B.

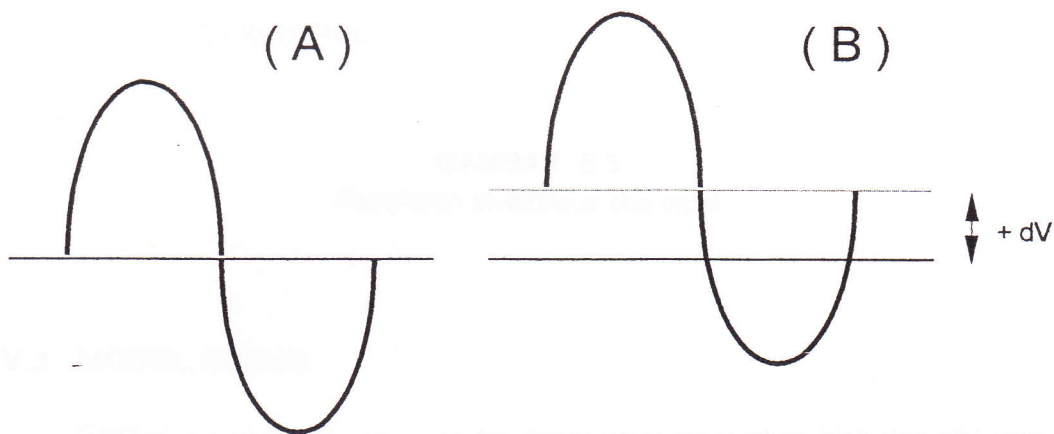


GAMBAR 5.1

(A). Prinsip Scanning Multiplexing

(B). Mekanisme Output Tampilan Secara Scanning Multiplexing

Ide sederhana ini cukup berharga jika dikembangkan menjadi suatu sistem penggambaran pada layar. Supaya pada layar tergambar masing-masing tampilan secara terpisah maka perlu diadakan penaikan level, misalnya jika tampilan E1 berada pada level 0 volt maka tampilan E2 harus berada di atas E1 yaitu dengan menambahkan komponen DC pada sinyal E2 tersebut. Secara teoritis penambahan komponen DC tidak akan merubah bentuk gelombang asli (lihat gambar 5.2).



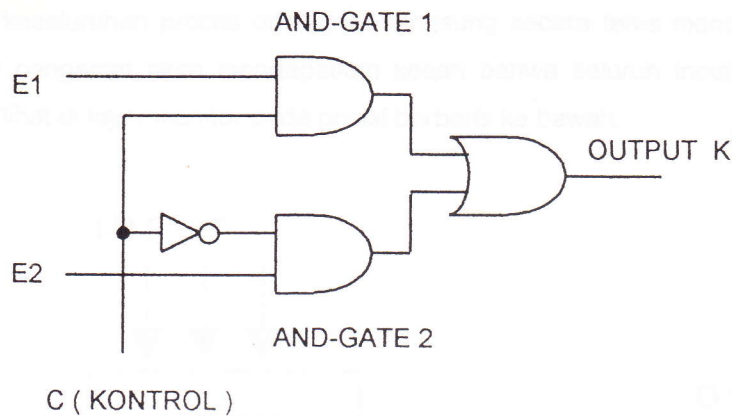
GAMBAR 5.2.

Penambahan komponen DC pada sebuah sinyal

(A). Sebelum ditambah komponen DC

(B). Sesudah ditambah komponen DC sebesar $+ dV$

Adapun mekanisme *Scanning Multiplexing* yang akan diterapkan pada alat ini nantinya menggunakan prinsip-prinsip logika digital. Prinsip multiplexing dalam teknik logika digital sebenarnya sangat sederhana sekali. Pendefinisianya bisa diartikan sebagai pemakaian satu saluran untuk beberapa sinyal. Gambar 5.3 memperlihatkan contoh kerja multiplexer yang terdiri dari dua saluran input yang berisi sinyal E1 dan E2 dimana kedua sinyal tersebut akan di keluarkan bergantian ke saluran output. Pada gambar tersebut bila terminal C (sebagai kontrol) bernilai 1 maka output pada *And-Gate 2* akan selalu 0 berapapun nilai E2. Pada kondisi ini bila sinyal E1 ada (artinya input di *And-Gate 1* berlogika 1) maka output di K akan keluar sinyal E1 tersebut. Sekarang bila nilai terminal C dirubah menjadi 0 maka keadaan sebaliknyaalah yang akan terjadi sehingga output di K akan keluar sinyal E2. Jika terminal C dirubah-rubah nilainya secara berulang maka output K secara bergantian akan mengeluarkan sinyal E1 dan E2.



GAMBAR 5.3
Rangkaian Multiplexer dua input

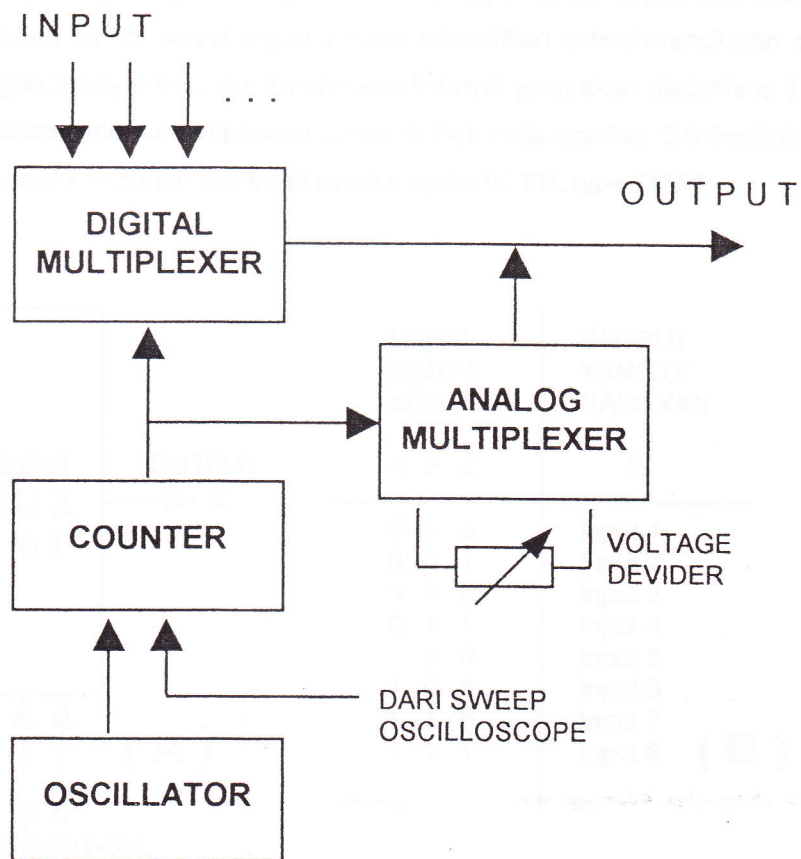
V.3. MODEL DISAIN

Gambar 5.4 memperlihatkan model disain yang merupakan blok dari alat yang akan dibuat, dimana kerja yang diharapkan dari model tersebut nanti pada hakekatnya hanya melakukan pemilihan input dan *men-scanning-nya* secara berulang-ulang ke saluran keluaran pada frekuensi yang tidak dapat ditangkap lagi perbedaannya oleh mata manusia.

Sistematika kerja dari model Gambar 5.4 :

- **Oscillator** bersama-sama dengan **Counter** akan membangkitkan pulsa kendali untuk mengaktifkan proses *digital switching multiplexing* dalam memilih jalur input secara sequensial. Disini diberikan fasilitas untuk memilih *clock* yang berasal dari output sweep oscilloscope itu sendiri yang *dibypass* langsung ke bagian counter.
- Pada bagian **Digital Multiplexer** akan terjadi proses pemilihan input (dari sekian banyak input yang telah dibebani) untuk diteruskan menuju output. Proses pemilihan ini ditentukan berdasarkan pada pulsa kendali yang diterimanya. Sementara itu pada bagian **Analog Multiplexer** juga terjadi proses serupa dimana disini terjadi pemilihan tegangan DC melalui *input pembagi tegangan*. Selanjutnya tegangan DC yang keluar akan disuperposisikan dengan tegangan sinyal output yang berasal dari Digital Multiplexer. Dengan demikian maka tampilan di layar akan selalu bergeser posisinya sesuai dengan hasil superposisi tersebut.

- Karena keseluruhan proses di atas berlangsung secara terus menerus (kontinyu) maka si pengamat akan mendapatkan kesan bahwa seluruh input yang terbebani telah terlihat di layar monitor pada posisi berbaris ke bawah.



GAMBAR 5.4

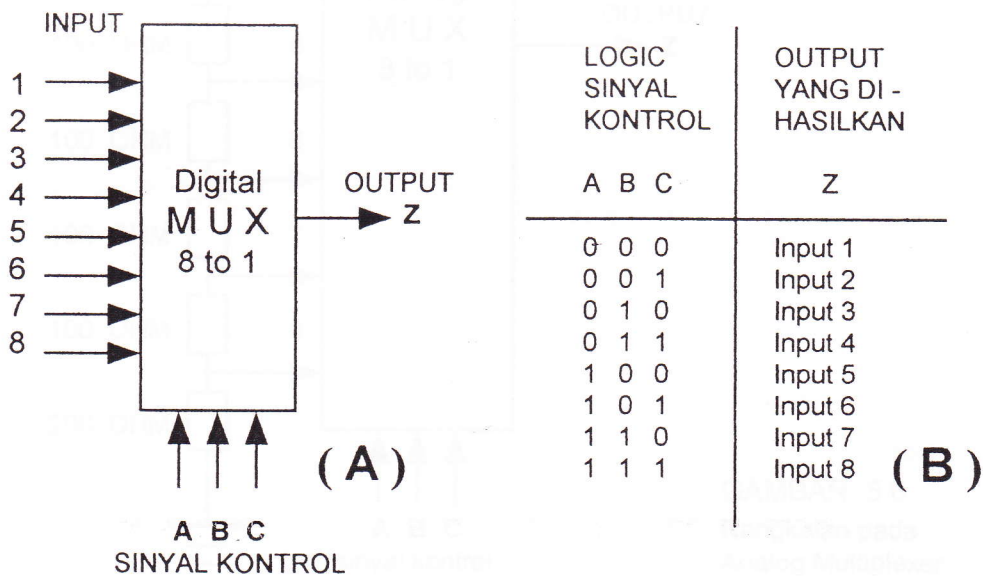
Model Disain dari peralatan optional multitrace oscilloscope

V.4. PEMILIHAN KOMPONEN HARDWARE

Cara pemilihan komponen hardware-nya tetap mengacu pada konsep teoritis beserta data-data perencanaan logika yang disesuaikan dengan model disainnya. Karena adanya keterbatasan dari sisi lebar layar oscilloscope beserta aspek ketelitian tampilannya nanti maka disain dari peralatan optional input ini hanya dirancang untuk menerima 8 input sinyal digital, sehingga akan dapat menampilkan 8 citra gelombang sekaligus pada layarnya.

V.4.1. DIGITAL MULTIPLEXER

Seperti yang telah disinggung di depan bahwa untuk mendapatkan tampilan 8 sinyal gelombang sekaligus pada layar oscilloscope maka diperlukan suatu proses *scanning* yang berulang-ulang dalam pemilihan inputnya. Untuk dapat *men-scanning* sinyal input (dalam hal ini sinyal digital) maka dibutuhkan sebuah rangkaian digital multiplexer dengan 3 sinyal kontrol (Karena ada 8 sinyal yang akan discanning) yang secara blok beserta tabel kebenarannya dapat dilihat pada gambar 5.5 berikut. Dari lembaran data sheet komponen elektronika maka dipilih IC TTL type 74151

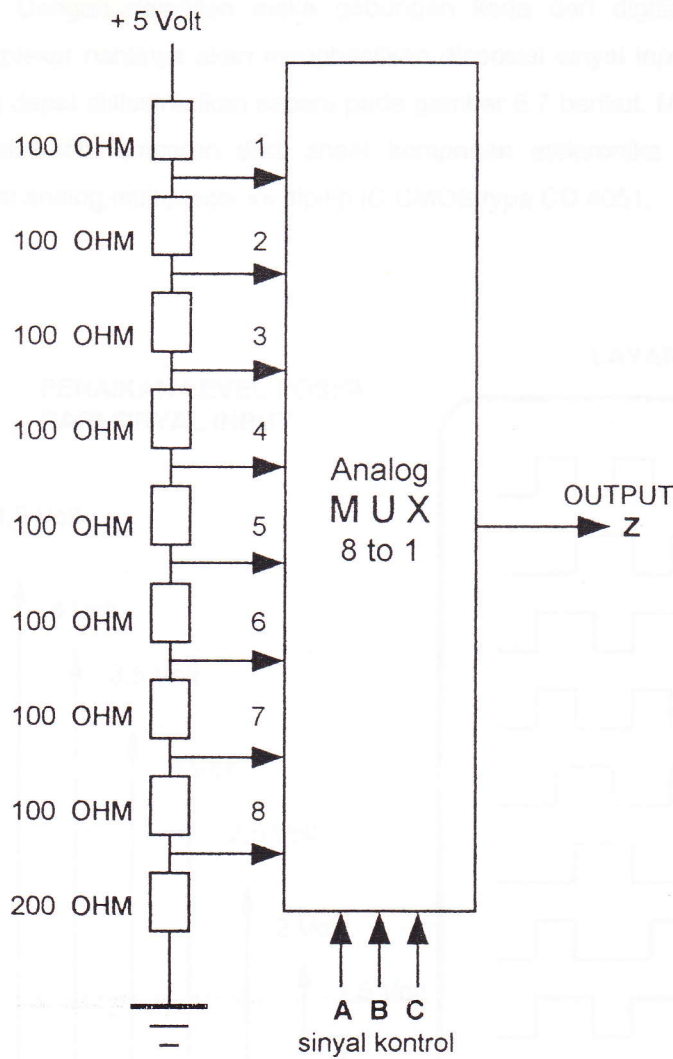


GAMBAR 5.5

(A). Blok Rangkaian Digital Multiplexer
(B). Tabel Kebenarannya

V.4.2. ANALOG MULTIPLEXER

Dalam proses scanning maka setiap sinyal input yang terpilih akan dinaikkan level ketinggiannya (secara vertikal) di layar oscilloscope dengan besar yang berbeda dengan maksud agar letaknya tidak tumpang tindih nantinya dengan sinyal input yang terpilih lainnya. Untuk itu maka diperlukan sebuah rangkaian *analog multiplexer* yang akan menghasilkan tegangan DC untuk menaikkan level tersebut. Cara kerja dari analog multiplexer ini sama seperti pada digital multiplexer. Sedangkan tegangan DC yang dihasilkannya diperoleh melalui rangkaian tahanan pembagi tegangan yang *dumpankan* ke masing-masing inputnya seperti yang terlihat pada gambar 5.6 berikut.



GAMBAR 5.6
Rangkaian pada
Analog Multiplexer

Seperti halnya pada digital multiplexer maka pada analog multiplexer ini juga terjadi proses yang sama seperti pada gambar 5.5.B di atas, sehingga tegangan DC yang dihasilkan pada terminal output (Z) untuk setiap step-nya adalah sbb :

$$\text{INPUT 1} \rightarrow Z = (900 / 1000) 5 = 4,5 \text{ Volt}$$

$$\text{INPUT 2} \rightarrow Z = (800 / 1000) 5 = 4 \text{ Volt}$$

$$\text{INPUT 3} \rightarrow Z = (700 / 1000) 5 = 3,5 \text{ Volt}$$

$$\text{INPUT 4} \rightarrow Z = (600 / 1000) 5 = 3 \text{ Volt}$$

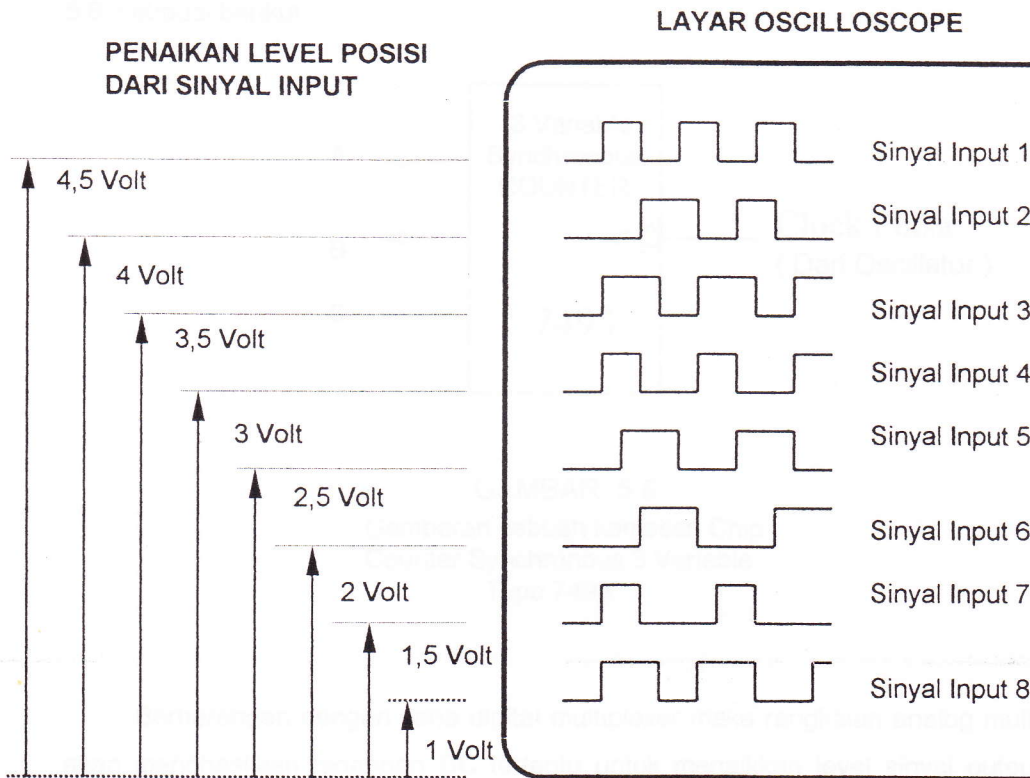
$$\text{INPUT 5} \rightarrow Z = (500 / 1000) 5 = 2,5 \text{ Volt}$$

$$\text{INPUT 6} \rightarrow Z = (400 / 1000) 5 = 2 \text{ Volt}$$

$$\text{INPUT 7} \rightarrow Z = (300 / 1000) 5 = 1,5 \text{ Volt}$$

$$\text{INPUT 8} \rightarrow Z = (200 / 1000) 5 = 1 \text{ Volt}$$

Dengan demikian maka gabungan kerja dari digital multiplexer dan analog multiplexer nantinya akan menghasilkan disposisi sinyal input pada layar oscilloscope yang dapat diilustrasikan seperti pada gambar 5.7 berikut. Melalui pertimbangan teknis berdasarkan lembaran data sheet komponen elektronika maka untuk menjalankan fungsi analog multiplexer ini dipilih IC CMOS type CD 4051.

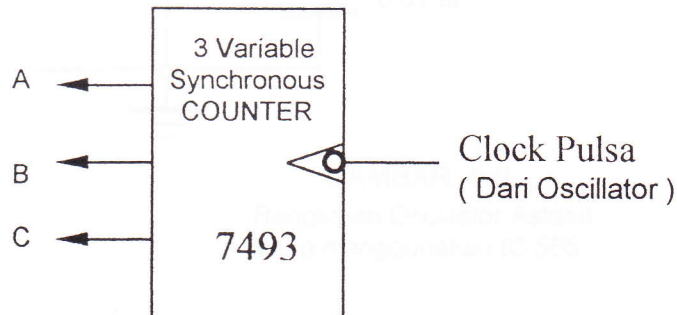


GAMBAR 5.7
 Ilustrasi penempatan sinyal input
 pada layar oscilloscope

V.4.3. COUNTER (PENCACAH)

Dalam teknik digital, pencacahan berarti *penghitungan*, baik penghitungan naik (Count Up) maupun turun (Count Down). Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, maka untuk dapat *men-scanning* 8 sinyal input dan sekaligus memilih tegangan DC yang sesuai untuk menaikkan level sinyalnya diperlukan 3 sinyal kontrol (A, B, C) yang

diumpangkan masing-masing ke rangkaian digital multiplexer dan analog multiplexer, dimana kombinasi dari ketiga sinyal tersebut adalah mulai dari 000 s/d 111 yang harus tercacah secara berurutan naik (Count Up) seperti yang tertera pada gambar 5.5.B di depan. Untuk menjalankan fungsi pencacahan tersebut maka diperlukan sebuah rangkaian pencacah (counter) *synchronous* 3 variabel yang terdiri atas kombinasi kerja dari flip-flop RS, T, D, atau JK dan ini umumnya sudah terpadu dalam *satu kemasan chip* yang siap pakai (dalam hal ini dipilih type 7493) seperti yang terlihat pada gambar 5.8 sebagai berikut.



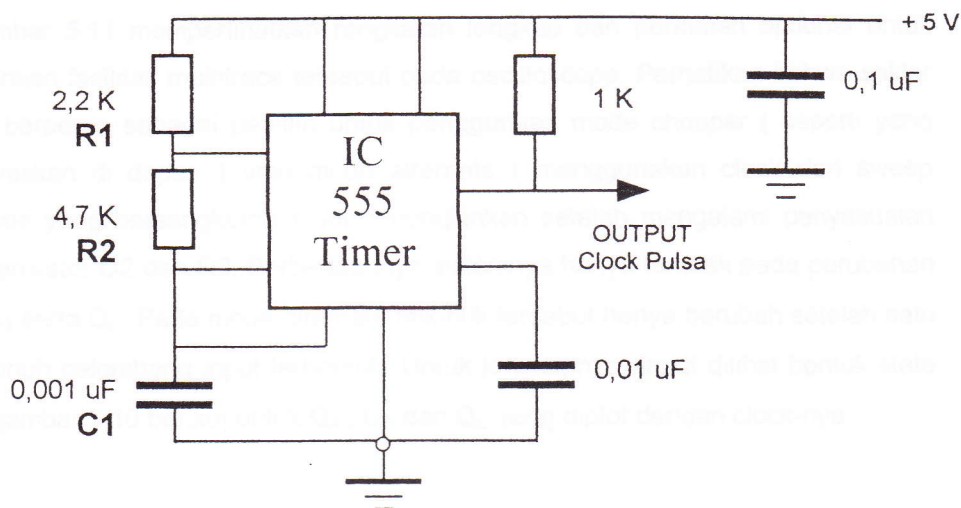
GAMBAR 5.8

Gambaran sebuah kemasan Chip Counter Synchronous 3 Variable Type 7493

Berbarengan dengan kerja digital multiplexer maka rangkaian analog multiplexer akan menghasilkan tegangan DC tertentu untuk menaikkan level sinyal output yang dihasilkan oleh digital multiplexer. Seperti yang telah disinggung di depan bahwa untuk mendapatkan tampilan 8 sinyal, karena besarnya tegangan sinyal pada sistem digital maksimum hanya 5 volt maka dari hasil studi hardware (data sheet komponen) beserta hasil pengujian tampilan oscilloscope maka besarnya tegangan DC maksimum untuk menaikkan level sinyal dipilih sebesar 5 Volt juga.

V.4.4. OSCILLATOR

Fungsi dari Oscillator disini adalah sebagai pemicu (trigger) untuk memberikan *Clock Pulsa* kepada rangkaian Counter (Pencacah) yang telah dijelaskan di atas. Untuk itu maka diperlukan sebuah rangkaian *Oscillator Astabil* seperti yang terlihat pada gambar 5.9 yang bila dikaitkan dengan model disain gambar 5.4, maka frekuensi *Clock Pulsa* yang dihasilkannya akan mempengaruhi kecepatan perubahan tampilan pada



GAMBAR 5.9
Rangkaian Oscillator Astabil
Yang menggunakan IC 555

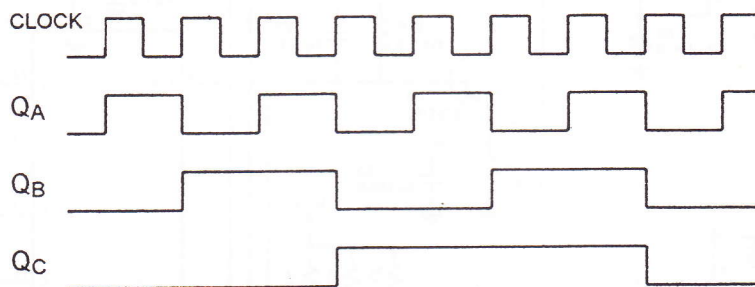
layar oscilloscope dari satu posisi ke posisi lainnya. Untuk mendapatkan tampilan oscilloscope yang seolah diam / tetap pada posisi relatifnya maka besarnya frekuensi oscillator ini harus ditentukan berdasarkan pengamatan melalui percobaan. Dan dari percobaan menggunakan sebuah *Function Generator* pada tegangan +5 Volt (sebagai pengganti rangkaian oscillator gambar 5.9) maka tampilan layar oscilloscope ternyata akan relatif diam (pendekatan pada penglihatan mata) pada kisaran frekuensi minimum sebesar 124 Khz. Dengan menetapkan $C1 = 0,01 \mu F$ maka dari rumusan frekuensi berikut diperoleh nilai $R1$ dan $R2$ secara pendekatan sbb :

$$f = \frac{1,443}{(R1 + 2 R2) C1} \quad \text{dengan syarat } f \text{ dalam Hz, } R \text{ dalam Ohm dan } C \text{ dalam Farad}$$

diperoleh besarnya $R1 = 2,2 \text{ K ohm}$ dan $R2 = 4,7 \text{ K ohm}$ (seperti yang tertera pada gambar 5.9 di atas. Adapun tahanan 1 K ohm dibutuhkan sebagai pembagi tegangan untuk supply daya ke IC 555 tersebut, sedangkan penambahan capasitor ke ground dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh buruk dari frekuensi-frekuensi *harmonik* dan *noise* liar yang mungkin muncul.

V.5. RANGKAIAN LENGKAP DARI PERALATAN

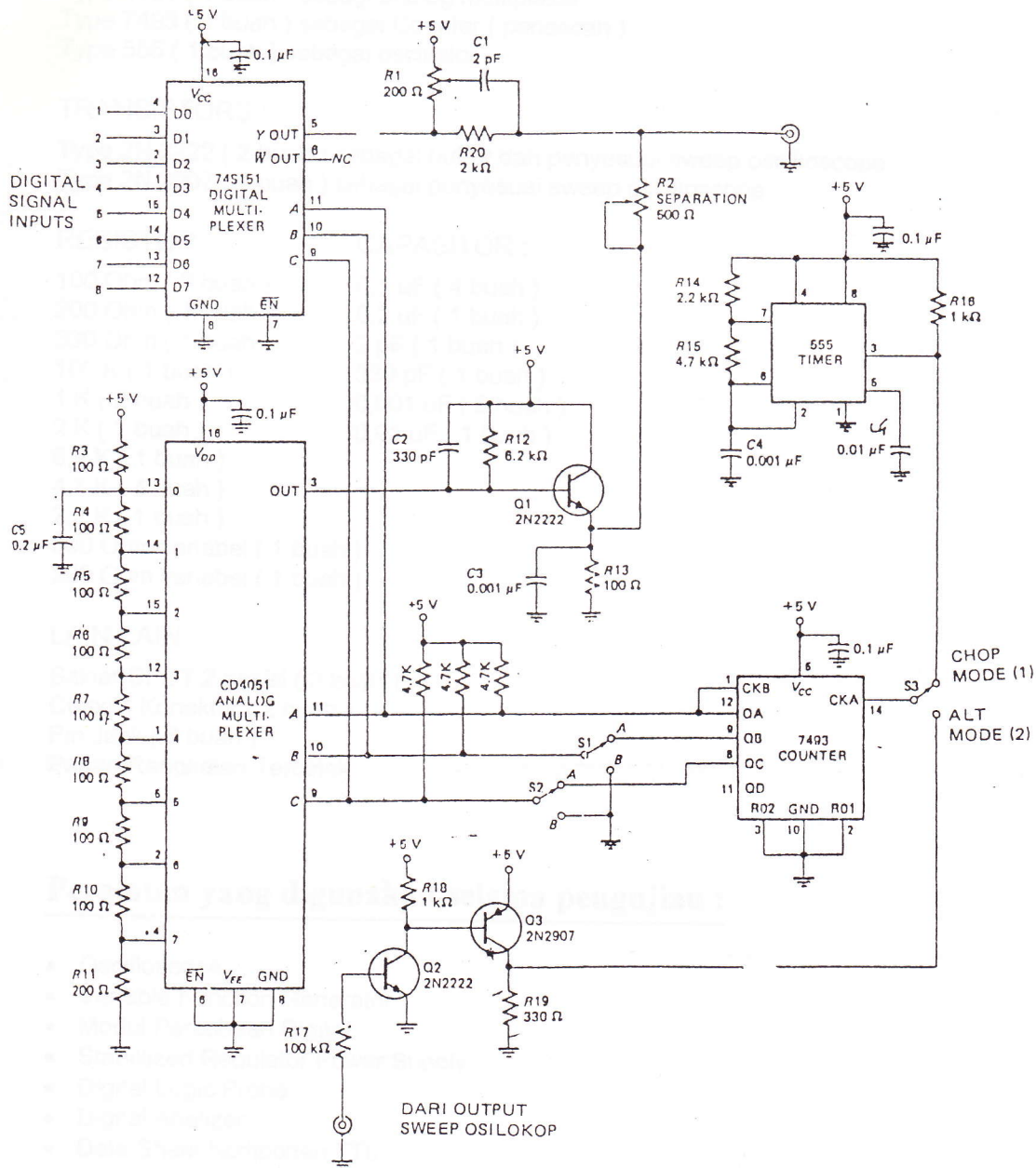
Gambar 5.11 memperlihatkan rangkaian lengkap dari peralatan optional untuk menambahkan fasilitas multitrace tersebut pada oscilloscope. Perhatikan bahwa saklar S3 disini berperan sebagai pemilih untuk penggunaan mode chopper (seperti yang telah dijelaskan di depan) atau mode alternate (menggunakan clock dari sweep oscilloscope yang bersangkutan). Ini dimungkinkan setelah mengalami penyesuaian melalui transistor Q2 dan Q3. Perbedaannya sistemnya hanya terletak pada perubahan Q_A dan Q_B serta Q_C . Pada mode alternate titik-titik tersebut hanya berubah setelah satu bentuk penuh gelombang input terbentuk. Untuk lengkapnya dapat dilihat bentuk state diagram gambar 5.10 berikut untuk Q_A , Q_B dan Q_C yang diplot dengan clock-nya.



Gambar 5.10

State diagram sinyal kontrol dengan input clock dari sweep oscilloscope

Kemudian adanya penggunaan transistor Q1 dimaksudkan adalah sebagai buffer untuk menjembatani antara sinyal masukan dengan rangkaian. Selanjutnya saklar S1 dan S2 sengaja ditambahkan untuk memilih jumlah trace yang diinginkan. Jika S1 dan S2 berada pada posisi A maka akan terjadi penampilan 8 trace (maksimum). Tetapi bila S1 dan S2 pada posisi B maka akan terjadi penampilan 2 trace. Sedangkan untuk mendapatkan tampilan 4 trace maka buatlah S1 pada posisi A dan S2 pada posisi B. Yang perlu diingat adalah bahwa peralatan ini hanya didisain untuk menampilkan sinyal yang berasal dari rangkaian logika yang menggunakan IC TTL atau CMOS yang menggunakan supply daya sebesar 5 Volt.



GAMBAR 5.11
Rangkaian lengkap peralatan

Daftar Komponen yang digunakan :

INTEGRATED CIRCUITS :

Type 74S151 (1 buah) sebagai digital multiplexer
Type 4051 (1 buah) sebagai analog multiplexer
Type 7493 (1 buah) sebagai Counter (pencacah)
Type 555 (1 buah) sebagai oscillator

TRANSISTORS :

Type 2N 2222 (2 buah) sebagai buffer dan penyesuai sweep oscilloscope
Type 2N 2907 (1 buah) sebagai penyesuai sweep oscilloscope

RESISTOR :

100 Ohm (9 buah)
200 Ohm (1 buah)
330 Ohm (1 buah)
100 K (1 buah)
1 K (2 buah)
2 K (1 buah)
6,2 K (1 buah)
4,7 K (4 buah)
2,2 K (1 buah)
500 Ohm variabel (1 buah)
200 Ohm variabel (1 buah)

CAPASITOR :

0,1 uF (4 buah)
0,2 uF (1 buah)
2 pF (1 buah)
330 pF (1 buah)
0,001 uF (2 buah)
0,01 uF (1 buah)

LAIN-LAIN :

Saklar DPDT 2 posisi (3 buah)
Coaxial Konektor (2 buah)
Pin Jack (8 buah)
Papan Rangkaian Tercetak

Peralatan yang digunakan selama pengujian :

- Oscilloscope
- Variable Function Generator
- Modul Percobaan Digital
- Stabilized Regulator Power Supply
- Digital Logic Probe
- Digital Analyzer
- Data Sheet Komponen TTL
- Scientific Calculator
- Electronics Tool Set Kit
- Bread Board / Matriks Board
- Connector (Jack-Plug) dan Alligator Clip
- Multitester Analog

