BAB IV
PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Pada bab ini akan diperlihatkan hasil pengujian pada alat *mixer audio digital* dengan dua buah *input*, sebagian besar pengujian dilakukan dengan menggunakan O*siloskop,* karena sistem yang dirancang berhubungan dengan *sinyal*. Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian antara lain :

- Pengujian *Clock Generator*
- Pengujian *Counter*
- *Pre-Amp*
- Pengujian Rangkaian *Switch*
- Pengujian *Filter LPF*
- Pengujian *Tone Control*

4.1 Pengujian *Clock Generator*

Pengujian *Clock Generator* ini bertujuan untuk mengetahui apakah *Clock Generator* ini dapat menghasilkan pulsa *clock* dengan frekuensi yang sesuai dengan frekuensi menurut perhitungan. Pada pengujian ini nilai kapasitor dibuat konstan yaitu 10nF, sedangkan resistor menggunakan *resistor variabel*. Dalam pengujian *Clock Generator* ini dibutuhkan beberapa alat penunjang antara lain:

- 1 buah *Osiloskop*
- 1 buah *Power Supply* dan
- 1 buah papan percobaan untuk merangkai rangkaian *Clock Generator*

Kemudian barulah pengujian *clock generator* dilakukan :

- Untuk langkah awal rancang rangkaian *clock generator* sampai siap untuk diuji atau diukur dengan menggunakan papan percobaan
- Berikan tegangan Vcc sebesar 5 Volt DC pada rangkaian *clock generator*
- Kemudian *output clock generator* dihubungkan ke *Osiloskop*, apakah *clock* generator ini menghasilkan pulsa *clock* atau tidak (sinyal kotak)
- Selanjutnya barulah pengukuran kestabilan *clcok generator* dilakukan dengan cara merubah besar nilai *resistor variable* pada rangkaian *Clock Generator* maka frekuensi sinyal pulsa *clock* yang dihasilkan juga akan berubah, berikut ini adalah tabel pengukuran kestabilan *Clock Generator* :

Tabel 4.1 Tabel Kestabilan *Clock Generator*

t (menit)	fout (KHz)
0	14.5
5	14.6
10	14.5
15	14.49
20	14.29
30	14.28

Probabilitas kesalahan pengukuran frekuensi *clock generator*

$f = (f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6) / 6$

$= (14.5+ 14.6 + 14.5 + 14.49 + 14.29 +14.28) / 6$

$= 86.66 / 6$

$=14.443$ KHz

$\triangle f = f_{Max} - f_{Min} \ / \ 2$

$= 14.6 - 14.28 \ / \ 2$

$= 0.32 / 2$

$= 0.16$ KHz

$t_H = 2.4 * 25\ \mu s = 60\ \mu s$

$t_L = 0.4 * 25\ \mu s = 10\ \mu s$

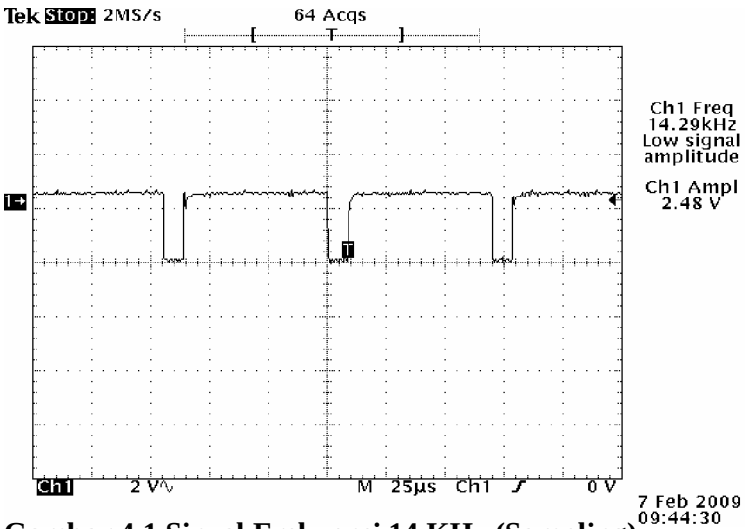
$T = 60 + 10 = 70\ \mu s$

$F = 1 / (t_H + t_L)$

$= 1 / (60 + 10) * 10^6$

$= 14$ KHz

Dimana :$\triangle$ f = Nilai skala terkecil sebesar 14.443 KHz dan *probabilitas* nilai ketidak pastiannya adalah *fout* (14.443 $\pm$ 0.16 KHz), Gambar bawah ini adalah gambar *sinyal clock generator* yang dihasilkan sebagai penghasil *pulsa clock* :



Gambar 4.1 Sinyal Frekuensi 14 KHz (Sampling)

Berdasarkan gambar di atas, maka dapat dilihat apabila semakin besar nilai resistor maka semakin kecil frekuensi sinyal *clock* yang dihasilkan, dari data pengujian yang di dapat pada gambar 4.1 maka didapatkan frekuensi sinyal *clock* yang dihasilkan terhadap besar nilai tegangan sinyal *clock* dan juga berdasarkan gambar 4.1 menunjukan t waktu high lebih lama dibandingkan t waktu low.

4.2 Pengujian *Counter*

Pengujian pada *Counter* bertujuan untuk melihat respon terhadap sinyal *clock* yang dihasilkan oleh *Clock Generator*, *Counter* akan merubah sinyal *clock* yang dihasilkan oleh *Clock Generator* menjadi dua sinyal *clock* yang nantinya akan menjadi sinyal input rangkaian *switch on-of (TDM).* Dalam pengujian *Counter* ini digunakan beberapa alat penunjang antara lain:

- 1 buah *Osiloskop*
- 2 buah *Function Generator*
- 1 buah *Power Supply*
- 1 buah Papan Percobaan

Berikut ini langkah-langkah dalam pengujian *Counter* :

- Pada langkah pertama, rancang rangkaian *Counter* pada papan percobaan
- Berikan tegangan Vcc sebesar 5 V DC pada rangkaian *Counter* Kemudian input pada *Counter* [QA (Ch_1) dan QB (Ch_2)] dihubungkan ke *function generator* dan *outputnya* ke *osiloskop*

- Pengujian terhadap *Counter* dilakukan dengan cara memberi sinyal *clock* dengan frekuensi tertentu, untuk mengetahui level tegangan yang dihasilkan oleh *Counter* pada pin QA (Ch_1) dan pin QB (Ch_2). Dapat dilihat pada Gambar 4.2 Sinyal *Counter* (*Multiplexer* 1 ke 2).

$t_H = 1 * 50\ \mu s = 50\ \mu s$

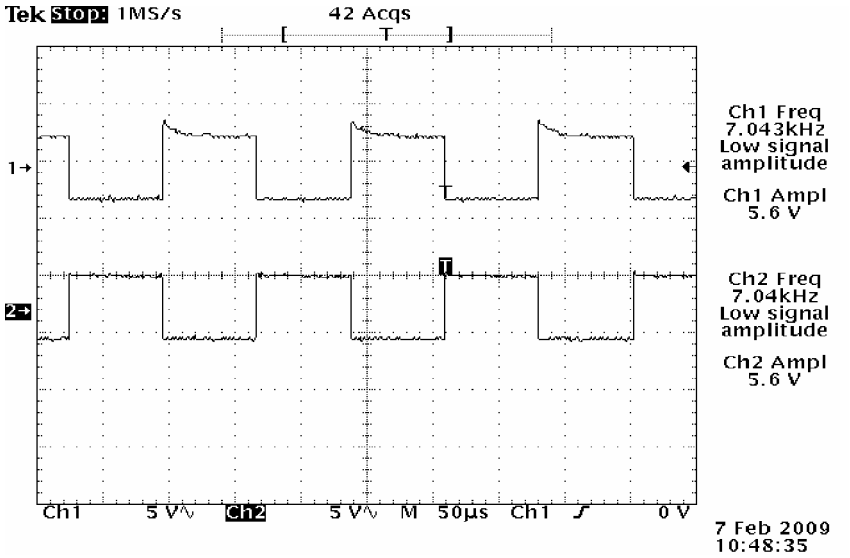
$t_L = 1.4 * 50\ \mu s = 70\ \mu s$

QA (Ch_1) = 1.4 * 5 V

= 7 Vp

QB (Ch_2) = 1 * 5 V

= 5 Vp



Gambar 4.2 Sinyal *Counter* (Flip-Flop)

Pada saat frekuensi *clock* 14 KHz, maka keluaran dari *Counter* sebesar 7 KHz dimana durasi akan terbalik dan besarnya akan sama untuk masing-masing keluaran. Berdasarkan pengamatan dari *osiloskop* besarnya tegangan keluaran sebesar 5.6 Vp.

4.3 *Pre – Amp*

Pre-Amp bertujuan untuk mengetahui tegangan *input* dan tegangan *output,* selain itu juga berfungsi untuk menguatkan sinyal agar sinyal lebih baik dan dapat diproses dan kemudian diteruskan ke *saklar elektronik* menuju *low pass filter,* dan suara tersebut diatur oleh *tone control* sebelum dijumlahkan oleh *summing circuit.* Pada pengujian *pre-amp* digunakan beberapa alat penunjang antara lain :

- 1 buah *Osiloskop*
- 1 buah *Function Generator*
- 1 buah *Power Supply*
- 1 buah papan percobaan

Berikut ini langkah-langkah dalam pengujian *pre-amp* :

- Rancang rangkaian *pre-amp* pada papan percobaan
- Berikan tegangan Vcc sebesar 5 V DC atau 12 V DC
- Kemudian input pada *pre-amp* dihubungkan pada *function generator* sedangkan *outputnya* ke *osiloskop*

Vin = 2 * 2

= 4 Vp

Vout = 3.84 * 2

= 7.68 Vp

Av = Vo / Vin

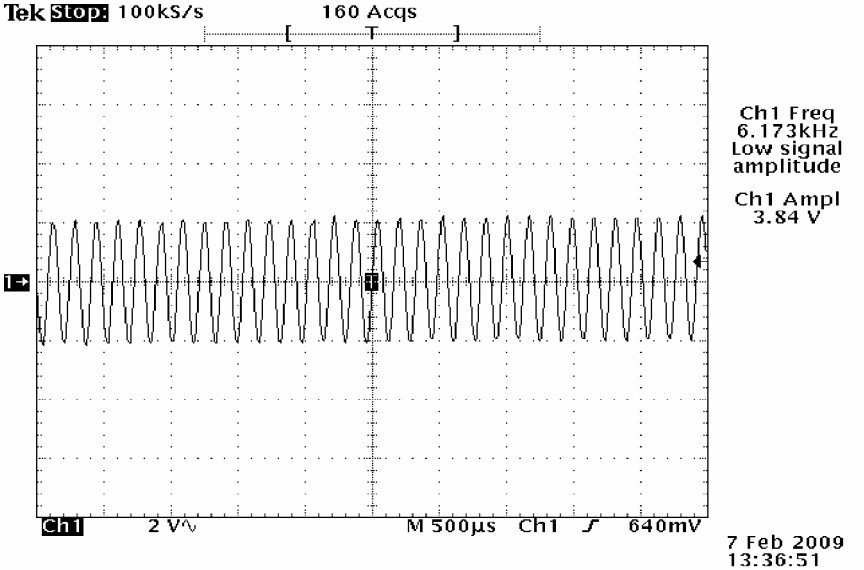
= 7.68 / 4

= 1.92 kali

Av (dB) = 20 log * (7.68) / (4)

= 20 log * 1.92

= 5.6 dB



Gambar 4.3 Sinyal Respon Frekuensi *Pre – Amp*

Semakin tinggi level suara yang dihasilkan maka *noise* yang dihasilkan akan semakin besar, baik pada sinyal *output* maupun pada sinyal *input*, jadi pada saat frekuensi berada pada 6 KHz *noise* yang dihasilkan cukup besar.

Oleh karena itu, untuk menekan *noise* ini rangkaian *filter* digunakan pada perancangan *mixer digital* ini. Besarnya frekuensi yang diloloskan ditentukan oleh nilai *frekuensi cut – off* yaitu sebesar 4 KHz sesuai dengan rentang frekuensi suara yaitu 300-3400 Hz dengan *bandwidth* sebesar 4 KHz.

4.4 Pengujian Rangkaian *Switch* (*Saklar Elektronik*)

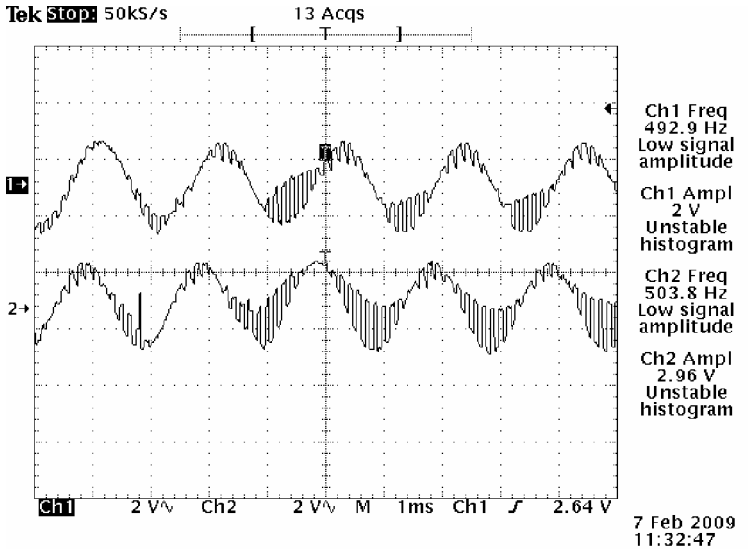
Pada rangkaian *Switch* tujuannya untuk mencari tegangan pada kedua kanal, *switch* ini sama dengan *saklar* analog biasa namun yang membedakan adalah *trigger* yang digunakan berupa pulsa *clock* yang dihasilkan oleh IC 74LS74. tipe IC *saklar elektronik* yang digunakan adalah 4066, saklar elektronik ini memiliki respon frekuensi sampai dengan 40 MHz, sehingga cocok sekali digunakan untuk mengambil sinyal *sample* dengan frekuensi yang tinggi. Gambar 4.4 dan 4.5 menunjukan sinyal *output* dari rangkaian *switch*.

Dalam pengujian *saklar elektronik* digunakan beberapa alat penunjang diantaranya :

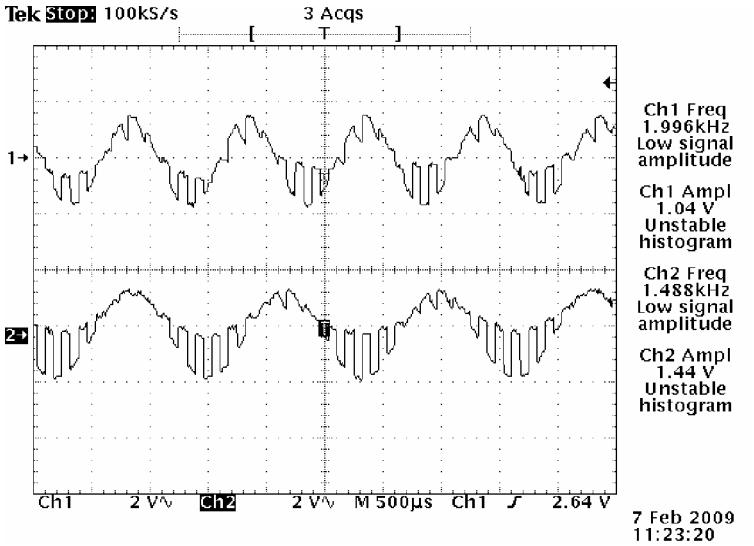
- 1 buah *Osiloskop*
- 2 buah *Function Generator*
- 1 buah *Power Supply*
- 1 buah Papan Percobaan

Berikut ini langkah-langkah dalam pengujian *Saklar Elektronik* :

- Rancang rangkaian *switch* menggunakan papan percobaan, agar rangkaian *switch* dapat bekerja maka dibutuhkan IC 74LS74 (*Multiplexer*) sebagai pemicu agar *switch* dapat bekerja dengan baik (On-Off)
- Berikan tegangan 5 V DC atau 12 V DC pada kedua rangkaian (*switch dan multiplexer*)
- Kemudian kedua buah *input* pada *switch* dihubungkan pada *function generator* dan ke dua buah *output* pada *osiloskop*



Gambar 4.4 Sinyal *Output Switch Frekuensi 500 Hz*



Gambar 4.5 Sinyal *Output Switch Frekuensi 1KHz*

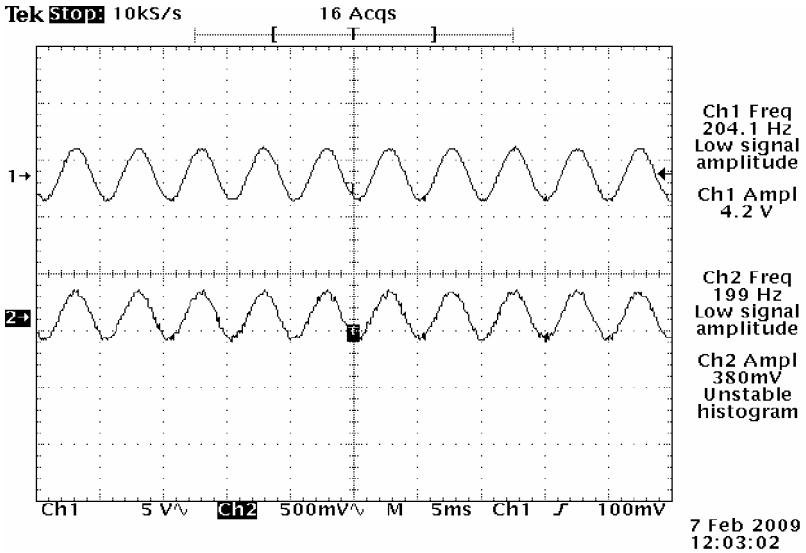
Sinyal *output* saklar merupakan sinyal cuplikan dari sinyal masukan yang besarnya disesuaikan dengan *Theorema Nyquist* yaitu ≥2 fmax dimana frekuensi maksimum adalah frekuensi sinyal *audionya*.

Output dari masing-masing saklar merupakan sinyal yang sudah di cuplik dimana sinyal ini sifatnya telah dikuantisasi sehingga mempunyai replika sinyal aslinya.

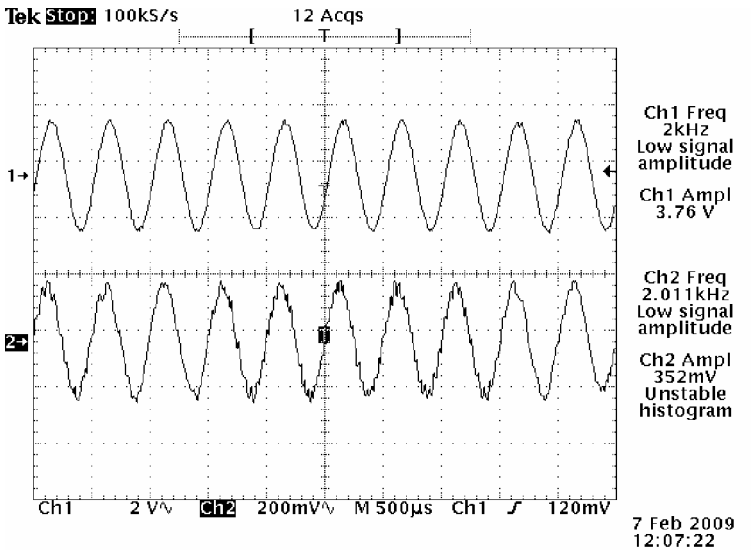
4.5 Pengujian *Filter LPF*

Low pass filter bertujuan untuk meredam *noise* dengan frekuensi tinggi, pada *Low pass filter mixer audio digital* diperlukan karena dengan proses membuka dan menutup dari *saklar elektronis* menimbulkan gangguan sinyal pada frekuensi tinggi, Oleh karena itu *low pass filter* yang dirancang dengan *frekuensi cut-off* 4 KHz.

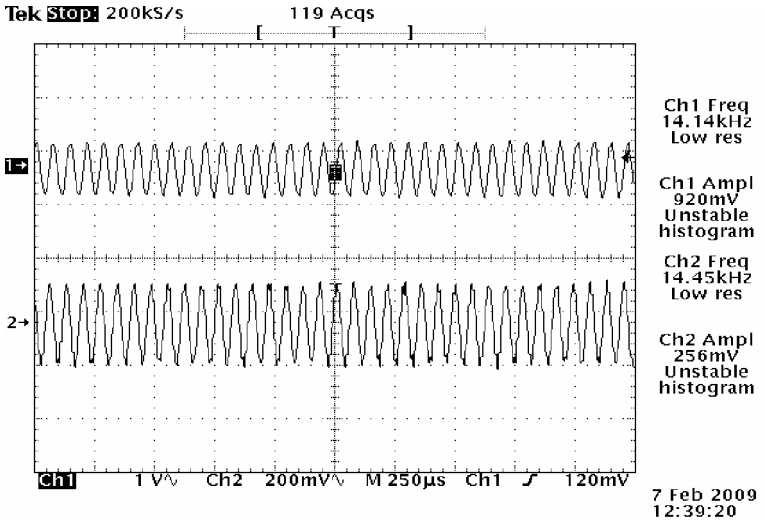
Hal ini dimaksudkan agar semua sinyal *noise* yang mempunyai frekuensi di atas frekuensi 20 KHz tidak akan diteruskan menuju ke rangkaian selanjutnya. Berikut ini adalah gambar sinyal hasil pengujian *Filter LPF* :



Gambar 4.6 Sinyal *Filter LPF* Frekuensi *200 Hz*



Gambar 4.7 Sinyal *Filter LPF* Frekuensi *2 KHz*



Gambar 4.8 Sinyal *Filter LPF* Frekuensi *14 KHz*

Pada pengujian *Low pass filter* digunakan beberapa alat penunjang antara lain :

- 1 buah *Osiloskop*
- 1 buah *Function Generator*1

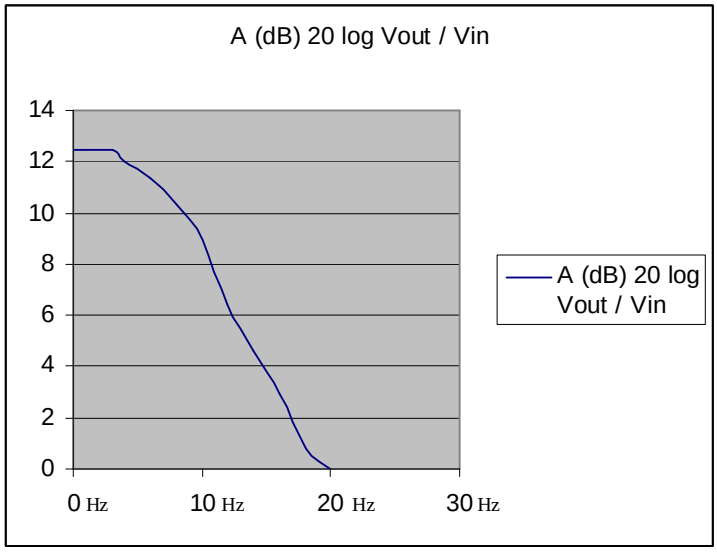
- 1 buah *Power Supply*
- 1 buah papan percobaan

Berikut ini langkah-langkah dalam pengujian *Low pass filter*:

- Rancang rangkaian *Low pass filter* pada papan percobaan
- Berikan tegangan 5 sampai 12 V DC pada *Filter LPF*
- Kemudian input pada *Filter LPF* dihubungkan ke *function generator* dan *output* ke *osiloskop*
- Pada pengujian *LPF* ini dilakukan dengan memberikan tegangan *input* sebesar 1 Volt pada *osiloskop* dan pada frekuensi *input*, frekuensi diubah-ubah dimulai dari 200 Hz sampai 20 KHz untuk mengetahui tegangan *output maksimal* dan membuktikan *frekuensi cut-off* yang telah ditentukan yaitu 4 KHz, serta mengetahui penguatan pada *Filter LPF*. Berikut ini adalah Tabel 4.2 Pengukuran *Filter LPF* :

Tabel 4.2 Pengukuran *Filter LPF*

Vin	Fin (Hz)	Vout	G (dB)
1 Volt	200 Hz	4.2	12.46
	600Hz	4.2	12.46
	1 KHz	4.2	12.46
	1.5 KHz	4	12.04
	2 KHz	3.7	11.36
	3 KHz	3.3	10.37
	4 KHz	2.8	8.94
	6 KHz	2.1	6.44
	8 KHz	1.7	4.6
	10 KHz	1.4	2.92
	12 KHz	1.1	0.82
	14 KHz	1	0
	16 KHz	0.9	-0.9
	18 KHz	0.8	-1.9
	20 KHz	0.7	-3



Gambar 4.9 Kurva Respon *Frekuensi LPF*

Semakin besar nilai frekuensi yang dimasukan ke rangkaian filter, menunjukan semakin kecil nilai amplitude serta penguatan sinyal keluarannya. Dengan *frekuensi cut-off* nya sebesar 4 KHz, dan mengetahui tegangan *output* nya maka 0.707 * Vout Max hasilnya dapat dibuktikan bahwa *frekuensi cut-off* nya sebesar 4 KHz. Gambar 4.9 menunjukan kurva respon *frekuensi LPF*.

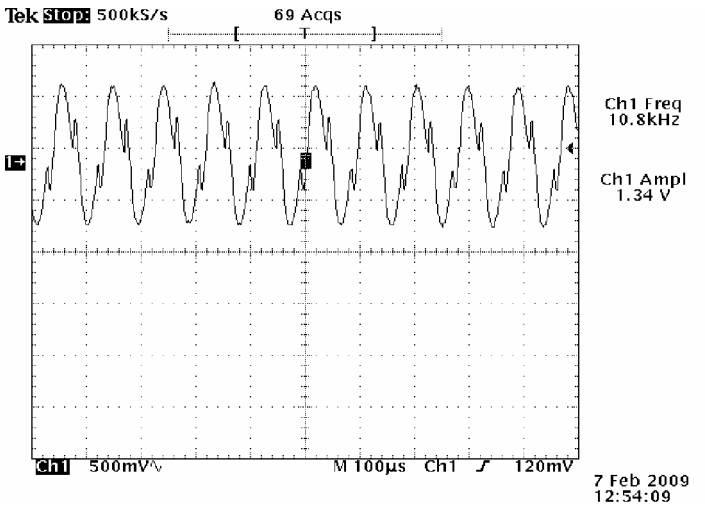
4.6 Pengujian *Tone Control*

Pada pengujian *tone control* ini hanya dilakukan pada bagian *Volume* saja, dengan tujuan hanya untuk mengetahui besar kecilnya *noise* yang terjadi pada sinyal *output*, kemudian sinyal *output* ini yang akan dilanjutkan kebagian *Summing Circuit* dan sinyal *output* tersebut dijumlahkan atau juga dicampur. Dalam pengujian *tone control* digunakan beberapa alat penunjang diantaranya :

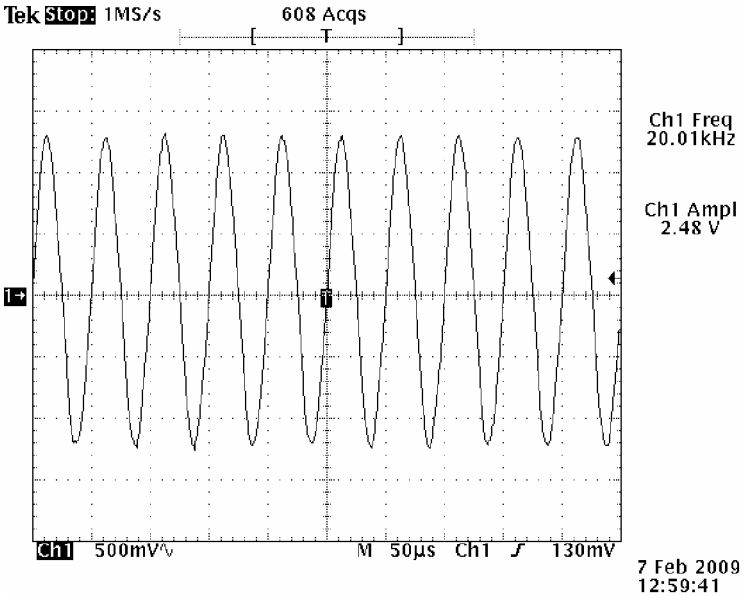
- 1 buah *Osiloskop*
- 2 buah *Function Generator*
- 1 buah *Power Supply*

Berikut ini langkah-langkah dalam pengujian *Tone Control*:

- Berikan *tone control* tegangan 12 V DC
- Kemudian ke dua buah input *tone control* dihubungkan ke *function generator* sedangkan outputnya ke *osiloskop*
- Pengujian dilakukan dengan inputan frekuensi 10 KHz dan 20 KHz pada *tone control,* potensiometer bagian *volume* diatur dalam keadaan awal (minimum) menuju kondisi maximum hal ini untuk mengetahui tegangan *output* pada bagian *volume.*
- Hasil pengukuran *tone control* pada bagian volume dapat dilihat pada Gambar 4.10 sinyal output *Volume* frekuensi 10 KHz dan Gambar 4.11 sinyal output *Volume* frekuensi 20 KHz.



Gambar 4.10 Sinyal Output *Volume* Frekuensi 10 KHz



Gambar 4.11 Sinyal Output *Volume* Frekuensi 20 KHz

Hasil dari pengujian *Tone Control* ini dapat disimpulkan bahwa pada saat pengukuran untuk dua buah frekuensi yaitu 10 KHz dan 20 KHz, maka kecenderungan

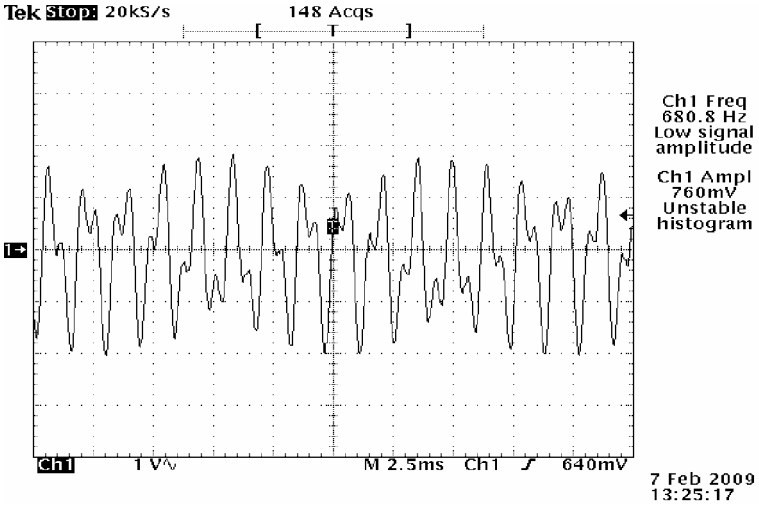
4.7 Pengujian *Summing* Sebagai *Mixer*

Pengujian *summing Circuit* bertujuan untuk melihat apakah pencampuran sinyal sesuai dengan yang diharapkan, selain itu juga *summing Circuit* berfungsi untuk mencampurkan sinyal suara dan juga untuk menguatkan sinyal suara. Dalam pengujian Summing digunakan beberapa alat penunjang diantaranya :

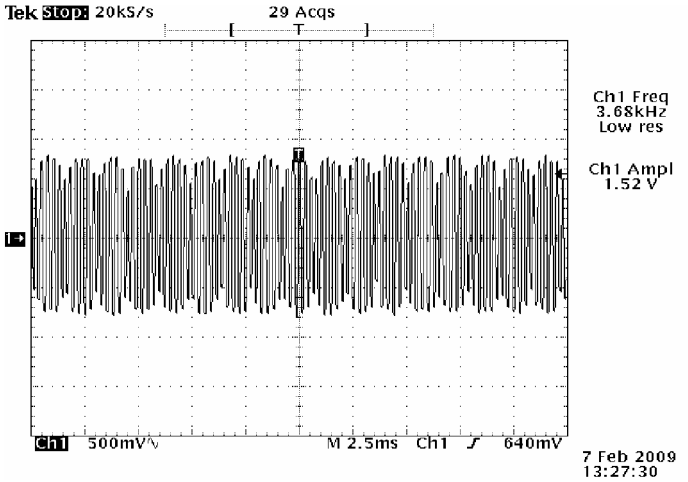
- 1 buah *Osiloskop*
- 2 buah *Function Generator*
- 1 buah *Power Supply*
- 1 buah Papan Percobaan

Berikut ini langkah-langkah dalam pengujian *summing circuit* :

- Rancang rangkaian *summing circuit* pada papan percobaan
- Berikan tegangan Vcc sebesar 5 V DC
- Ke dua input pada *summing circuit* dihubungkan dihubungkan dari keluaran *tone control* sedangkan *outputnya* ke *osiloskop*
- Maka hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.13 Sinyal *Summing Circuit* Sebelum Terjadi Pencampuran Sinyal



Gambar 4.12 Sinyal Summing *Circuit* Frekuensi 600 Hz



Gambar 4.13 Sinyal Summing *Circuit* Frekuensi 4 KHz

- Pengukuran S / N

  S / N (dB) = 20 log * (Vout / Vin)

  Vo = 1 V

  Vin = 1 V

  Vo = $(Vin_1 + Vin_2)$

  = (1 + 1)

  = (2) V

- Av = (Vo / Vin)

  = (2 / 1)

  = 2 V

- Vout = 2 * 1 V/div

  = 2vpp

- S / N = 20 log (Vout / Vin)

  = 20 log (2 / 1)

  = 20 log 2

  = 6.02 ≈ 6 dB

Dari hasil perhitungan *noise* yang dihasilkan adalah 6 dB, sedangkan berdasarkan ilmu akustik lingkungan, standarisasi sinyal audio yang bisa didengar manusia adalah antara 80 sampai 100 dB, jadi kualitas suara yang dihasilkan tidak maksimal cenderung noise lebih besar dibandingkan suara yang dihasilkan

Pengujian dilakukan dengan memberikan masukan berupa 2 buah sinyal yang telah di *sampling* dengan frekuensi yang berbeda secara acak, sinyal *sample* kemudian dimasukkan ke dalam *summing circuit* dan dapat dilihat hasil sinyal

outputnya pada gambar 4.13 bahwa *summing circuit* terjadi pencampuran sinyal antara kedua buah sinyal masukan, dan juga terjadi *distorsi* yang diakibatkan oleh proses membuka dan menutup dari *saklar elektronis*, karena frekuensi yang terlalu cepat sehingga *saklar elektronis* tidak dapat membuka dan menutup secara sempurna.