BAB IV

PENGUKURAN DAN ANALISA

Pengukuran dan analisa dilakukan bertujuan untuk mendapatkan spesifikasi alat sehingga memudahkan menganalisa rangkaian. Pengukuran dilakukan pada setiap titik pengukuran (*test point*) yang telah ditentukan pada blok rangkaian 4-PAM.

Alat ukur yang digunakan antara lain :

a. Oscilloscope Digital

b. Oscilloscope Analog

c. Function Generator

d. Frequency Counter

Serta didukung oleh teori untuk penyesuaian hasil, berikut Setting pengukuran dan hasil yang diperoleh untuk tiap titik pengukuran.

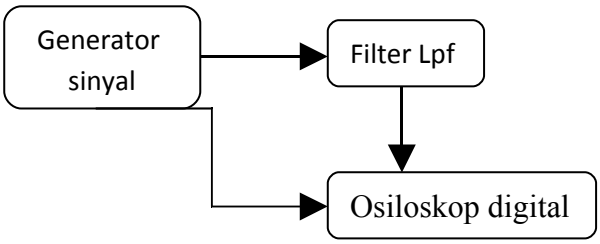
4.1 Pengukuran Modulator 4-PAM

4.1.1 Pengukuran LPF

Pengukuran LPF (*Low Pass Filter*) bertujuan untuk mendapatkan nilai cut off yang diinginkan. Langkah-langkah pengukuran rangkaian LPF:

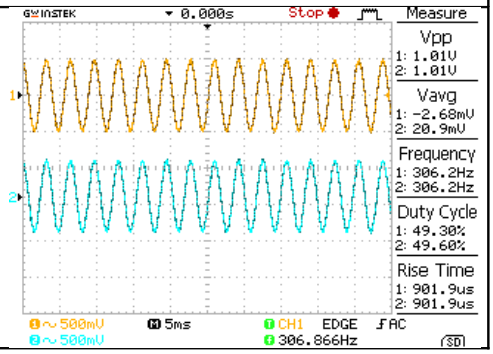
Mengkalibrasi *Oscilloscope digital* yaitu pada channel 1 dan channel 2 di pasang probe sebagai alat ukur pengamatan di keluaran dan masukan untuk

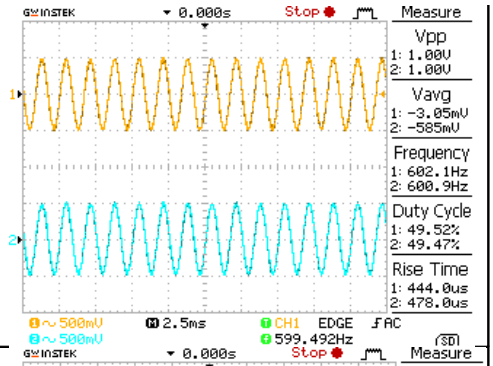
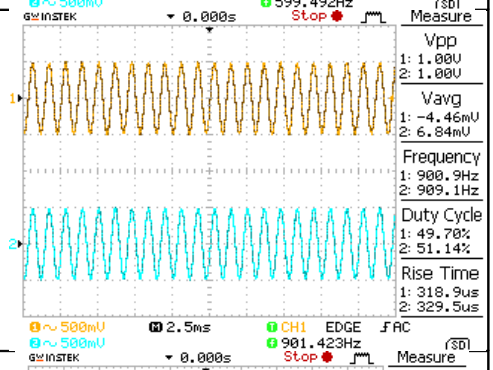
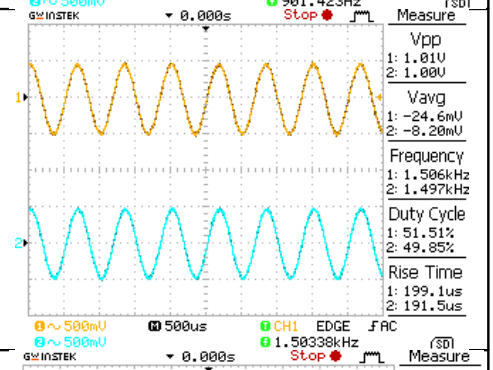
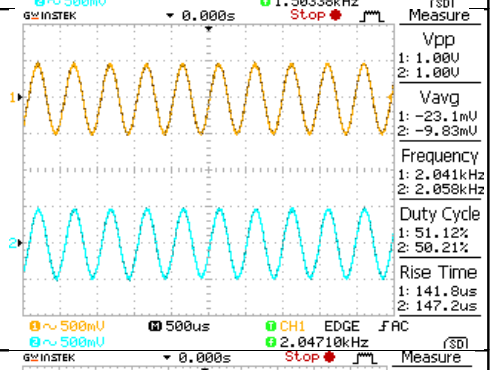
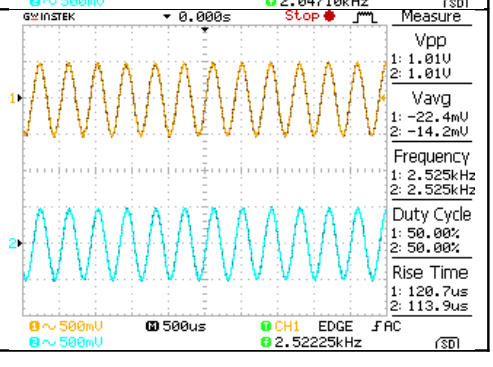
medapatkan hasil yang benar maka kedua *probe* tersebut di kalibrasi sama sehingga jika digunakan tidak terjadi kesalahan yang fatal. Setelah pengukuran yang dilakukan terbukti bahwa hasil pengukuran sesuai maka *Oscilloscope Digital* digunakan untuk mengambil gambar sinyal. Kemudian pengukuran diukur langsung dari keluaran LPF dengan menggunakan *Oscilloscope digital* maupun analog, *input* analog LPF menggunakan gelombang sinus dari *Function Generator*. Setting pengukurannya sebagai berikut :

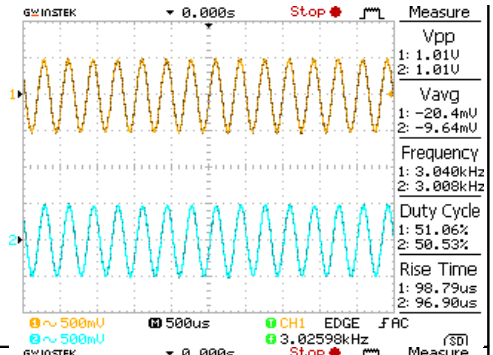
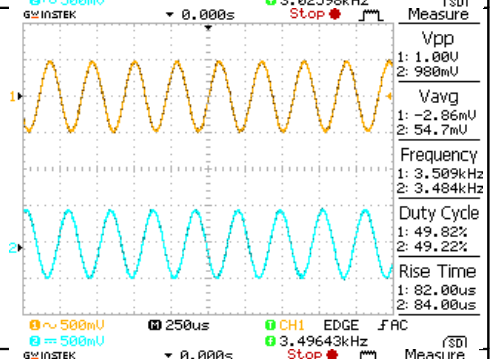
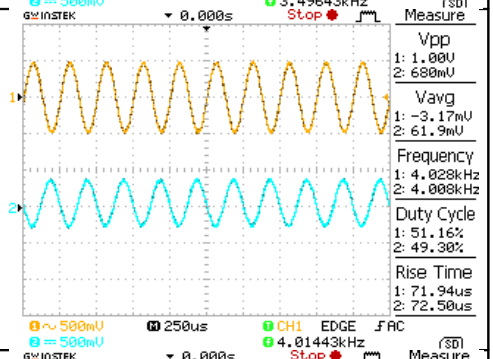
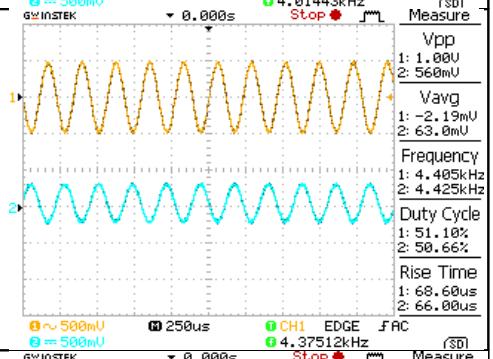
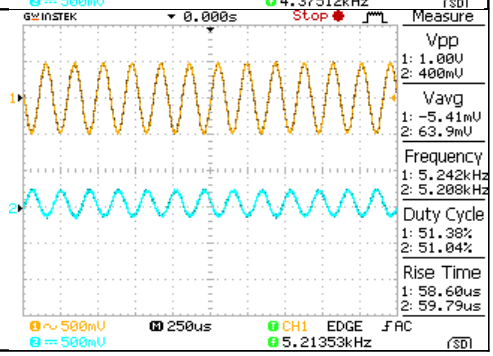


Gambar 4.1 Setup pengukuran LPF

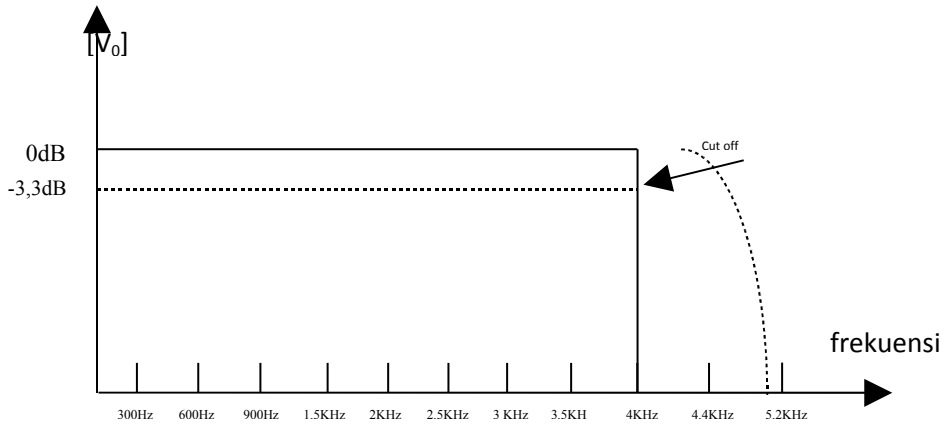
Tabel 4.1 Data Pengujian Karakteristik LPF

No	*f-in*	V in	V out	$V(dB)=20\log\frac{Vout}{V\,in}$	Gambar hasil pengukuruan
1	300Hz	1V	1V	$V(dB) = 20\log\frac{1}{1}$ $= 0$ dB	

2	600Hz	1V	1V	$V(dB) = 20\log\frac{1}{1}$ $= 0\ dB$	
3	900Hz	1V	1V	$V(dB) = 20\log\frac{1}{1}$ $= 0\ dB$	
4	1,5KHz	1V	1V	$V(dB) = 20\log\frac{1}{1}$ $= 0\ dB$	
5	2 KHz	1V	1V	$V(dB) = 20\log\frac{1}{1}$ $= 0\ dB$	
6	2,5 KHz	1V	1V	$V(dB) = 20\log\frac{1}{1}$ $= 0\ dB$	

7	3 KHz	1V	1V	$V(dB) = 20\log \frac{1}{1}$ $= 0$ dB	
8	3,5 KHz	1V	0,98V	$V(dB) = 20\log \frac{0,98}{1}$ $= -0,17$ dB	
9	4KHz	1V	0,68V	$V(dB) = 20\log \frac{0,68}{1}$ $= -3,3$dB	
10	4,4KHz	1V	0,56V	$V(dB) = 20\log \frac{0,56}{1}$ $= -4,7$dB	
11	5,2 KHz	1V	0,4 V	$V(dB) = 20\log \frac{0,4}{1}$ $= -7,9$dB	

Setelah mengamati bentuk respon frekuensi dan gambar dari pengukuran LPF di atas, maka dapat diketahui bahwa posisi *Cut off* saat -3dB (0,707 V) berada di frekuensi 4000 Hz. Melihat respon frekuensi maka LPF tidak sesuai dengan yang diinginkan yang mana cut off yang diinginkan 3500 Hz.



Gambar 4.2 Respon Frekuensi LPF 3.5KHz

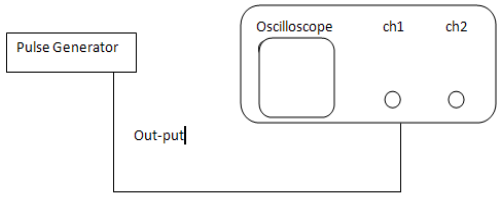
Hal ini membuktikan bahwa filter yang dihasilkan sesuai dengan yang dirancang, karena pada saat perancangan posisi *Cut off* yang diinginkan 3,5KHz.

4.1.2 Pengukuran Generator Pulsa

Generator pulsa digunakan sebagai sumber rentetan pulsa yang mempunyai frekuensi sampling (*fs*) hingga 50 KHz dengan siklus tugas (*Duty Cycle*) hingga 50%, untuk menghasilkan bentuk gelombang PAM yang baik maka *duty cycle* dari generator pulsa harus kecil tidak mendekati 0%. Semakin besar tegangan maka semakin kecil amplitudonya. Perbedaan lebar pulsa (*Duty Cycle*) pada generator pulsa ini bervariasi seperti di perlihatkan pada hasil pengukuran dibawah ini, waktu tinggi (*Th*) lebih kecil dari pada waktu rendah (*Tl*).

(*Duty Cycle*) terkecil diwakili oleh = 63,38%

(*Duty Cycle*) terbesar diwakili oleh = 69,69%



Gambar 4.3 *Setup* Pengukuran *Pulse* Generator

Frekuensi (KHz)	Eip = $\frac{1}{3}Vcc$	Eip = $\frac{2}{3}Vcc$	D	Vref = $\frac{2}{3}Vcc(1-2Th/100)$
10	4 V	8V	69,69%	-3,15 V
20	4 V	8V	67.93%	-2,86 V
30	4 V	8V	66,16%	-2,58 V
40	4 V	8V	64,51%	-2,32 V
50	4 V	8V	63,38%	-2,14V

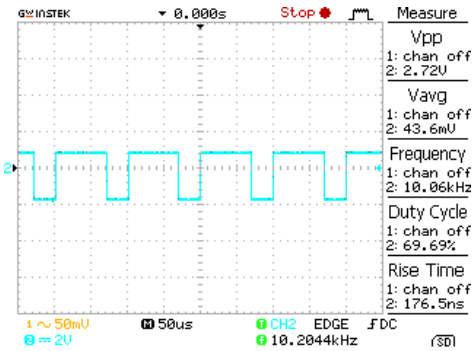
Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran Generator Pulsa

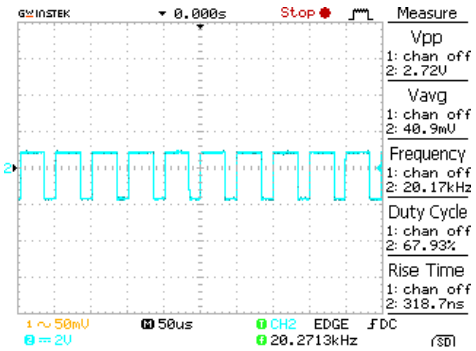
Eip = Tegangan maksimum (Volt)

Vref = Tegangan referensi atau catu daya (Volt)

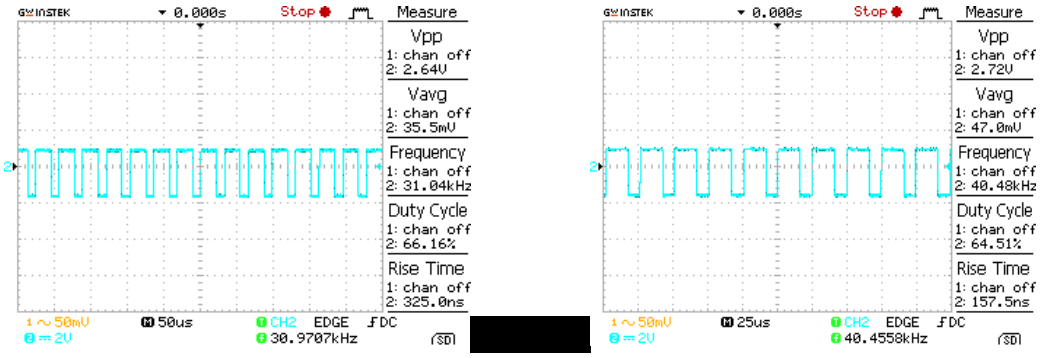
Frekuensi terkecil diwakili oleh = 10 KHz

Frekuensi terbesar diwakili oleh = 50 KHz





(a) (b)



(c) (d)

Gambar 4.4 Bentuk-bentuk Gelombang Keluaran Generator Pulsa dengan frekuensi dan *Duty Cycle* yang bervariasi

Analisa

Frekuensi maksimal hasil perhitungan dalam perancangan adalah 50 KHz sedangkan berdasarkan hasil pengukuran frekuensi maksimal adalah 50 KHz dengan Rb = 1 K Ohm dan C = 12 nF sehingga nilai Ra dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{(Ra+2Rb)C}$$

$$50x10^{3} = \frac{1}{(Ra+2x10^{3})x12x10^{-9}}$$

$$6x10^{-4}\ (Ra+2x10^{3}) = 1$$

$$(Ra + 2x10^{3}) = \frac{1}{6x\ 10^{-4}}$$

$$Ra = \frac{1}{6x\ 10^{-4}} - 2x10^{3}$$

= -333,3 Ohm

Dari tabel hasil pengukuran *Duty Cycle* dihasilkan dari pengaturan tegangan *Vref* pada suatu rangkaian komparator. Eip dapat di ketahui melalui pengukuran keluaran gelombang segitiga pada IC NE 555. Pada *oscilloscope* Eip untuk $\frac{1}{3}$ Vcc = 4dan $\frac{2}{3}$ Vcc = 8. Dengan demikian pulsa yang memiliki *Duty Cycle* 69,69% dihasilkan dari Vref berdasarkan perhitungan berikut :

$$Vref = \frac{2}{3} \text{Vcc}(1 - \frac{2\,x\,D}{100})$$

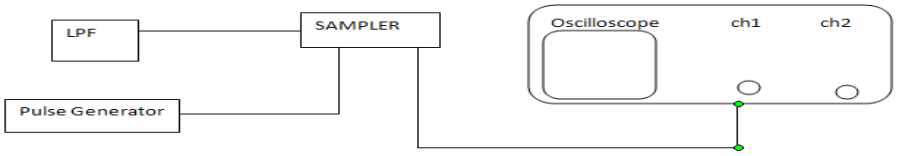
$$Vref = 8\,(1 - \frac{2\,x\,69{,}69}{100})$$

$$= 8(-0{,}3938)$$

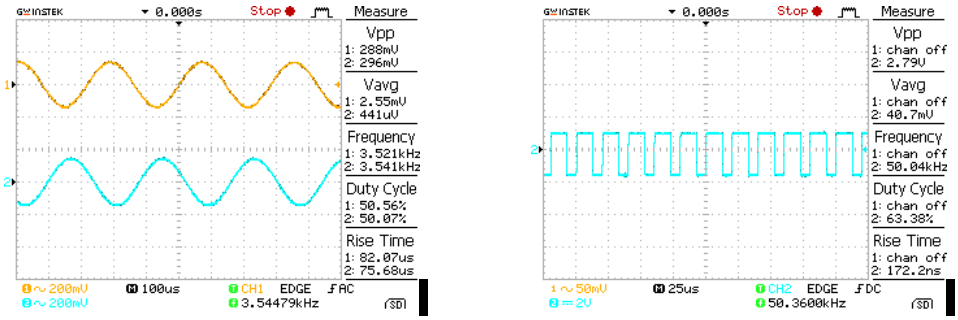
= -3,15V

4.1.3 Pengukuran Sampler

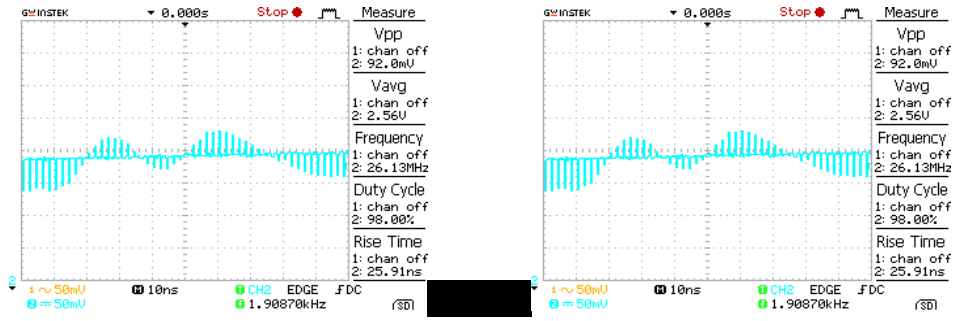
Pengukuran yang dilakukan pada blok ini bertujuan untuk mengamati bentuk gelombang natural sampling yang dihasilkan akibat proses modulasi antara sinyal informasi dengan rentetan pulsa–pulsa generator sebagai pembawanya serta untuk mengetahui bagaimana pengaruh *Duty Cycle* dan frekuensi sampling. Pengukuran yang dilakukan menggunakan dua buah input yaitu dari generator pulsa sebagai pembangkit pulsa dengan frekuensi sampling dan frekuensi LPF sebagai sinyal informasi. LPF demodulator pengukurannya sama seperti LPF di modulator. Sampler demodulator dan modulator prinsipnya sama sehingga pengukurannya juga sama.



Gambar4.5 Setup Pengukuran Sampler



(a) (b)



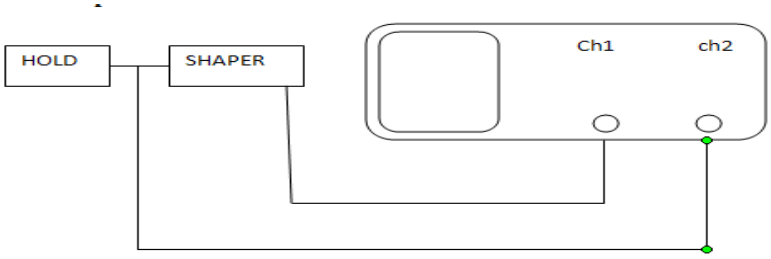
(c) (d)

Gambar 4.6 (a). Bentuk Gelombang Sinyal Informasi, (b). Bentuk Gelombang Pulsa, (C) dan (d). Bentuk Gelombang Keluaran Sampler

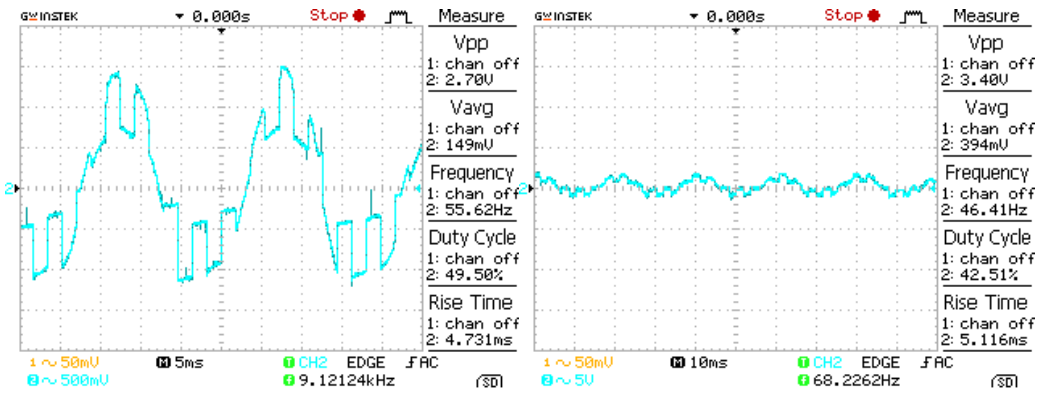
Berdasarkan data hasil pengukuran diatas proses sampling mulai dapat menghasilkan bentuk gelombang keluaran yang diharapkan.

4.1.4 Pengukuran Hold dan Pulse Shaper

Pengukuran yang dilakukan pada blok rangkaian ini bertujuan untuk mengamati bentuk gelombang PAM dengan puncak rata (*flat top sampling*) yang dihasilkan akibat proses modulasi antara sinyal informasi dengan rentetan pulsa-pulsa sebagai pembawanya serta untuk mengetahui bagaimana pengaruh *Duty Cycle* dan frekuensi sampling terhadap gelombang PAM tersebut.



Gambar 4.7 Setup Pengukuran Hold dan Pulse Shaper



(a) (b)

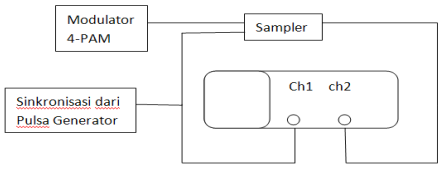
Gambar 4.8 (a). Bentuk Gelombang Keluaran Dari Hold, (b). Bentuk Gelombang keluaran Pulse Shaper

4.2 Pengukuran Demodulator 4-PAM

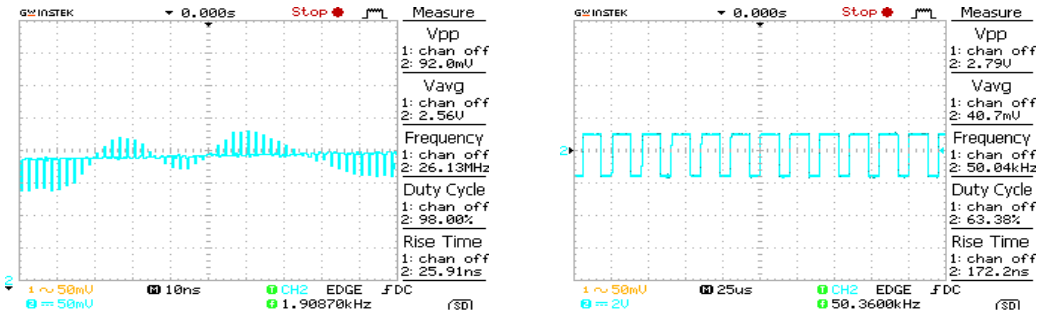
4.2.1 Pengukuran Sampler

Pengukuran yang dilakukan pada blok rangkaian ini bertujuan untuk mengamati bentuk gelombang sampling alami (*natural sampling*) yang dihasilkan akibat proses sampler atau pencuplikan terhadap sinyal informasi berbentuk gelombang sampling dengan puncak rata (*plat top sampling*) yang dikirim oleh modulator 4-PAM, serta bagaimana pengaruh dari pulsa generator terhadap bentuk gelombang keluaran.

Bentuk gelombang sampling alami yang dihasilkan akan sama dengan yang terjadi pada keluaran sampler di bagian modulator, hal ini disebabkan karena proses pencuplikan menggunakan sumber pulsa yang sama yaitu dari pulsa generator pada modulator.



Gambar 4.9 Setup Pengukuran Sampler

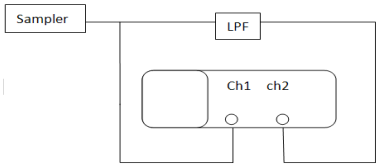


(a) (b)

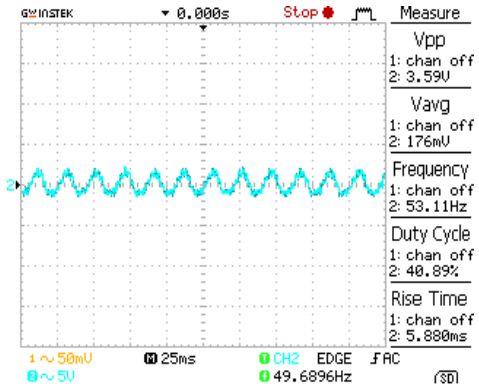
Gambar 4.10 (a). Bentuk Gelombang Keluaran Sampler, (b). Bentuk Pulsa

4.2.2 Pengukuran LPF 3,5 KHz

Karakteristik yang diharapkan LPF pada demodulator adalah sama dengan yang terdapat pada bagian Modulator yaitu memiliki frekuensi maksimum yang diloloskan 3,5 KHz namun fungsi sebenarnya adalah untuk mengembalikan sinyal informasi dari bentuk gelombang sampling alami (natural sampling).



Gambar 4.11 Setup Pengukuran LPF

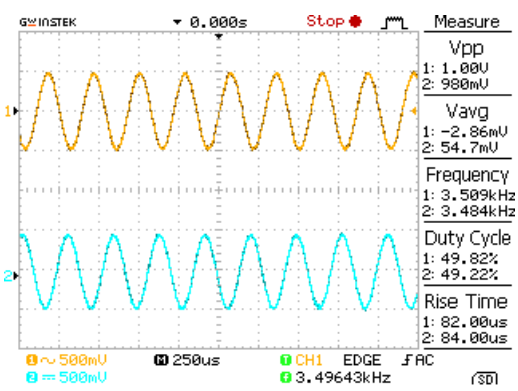


Gambar 4.12 Bentuk Gelombang Keluaran LPF

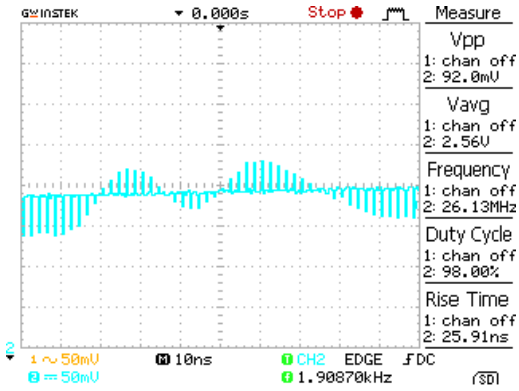
Dari gambar diatas dapat terlihat bahwa bentuk gelombang sampling alami setelah dilewatkan pada suatu LPF maka hasilnya adalah gelombang sinus (sinyal informasi). Bila diperhatikan dari Gambar 4.12 maka akan terlihat bentuk gelombang sinus yang cacat oleh karena frekuensi sampling dan duty cycle tidak konstan.

4.3 Hasil Pengukuran dan Analisa Blok Rangkaian Secara Keseluruhan

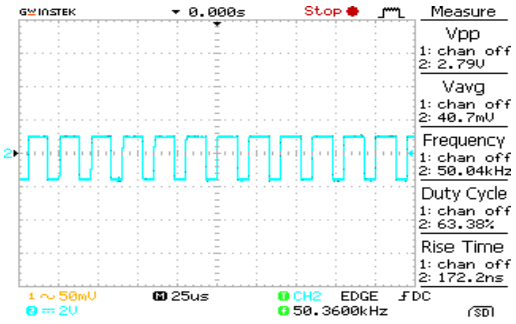
Bentuk-bentuk gelombang pada Gambar 4.13 adalah hasil pengukuran dengan sinyal informasi yang dikirimkan dari modulator memiliki amplitude 1V dan frekuensinya 3,5KHz. Setelah melewati LPF kemudian akan dimodulasi pada suatu rangkaian sampler oleh rentetan pulsa yang memiliki frekuensi sampling 50,04 KHz dengan dengan duty cycle 63,38%, setelah melalui proses sampler dan hold kemudian dikirimkan pada demodulator akan di sampler kembali untuk mengembalikan sinyal informasi. Pada demodulator gelombang keluaran sampler setelah dilewatkan pada suatu keluaran LPF memiliki *noise.*



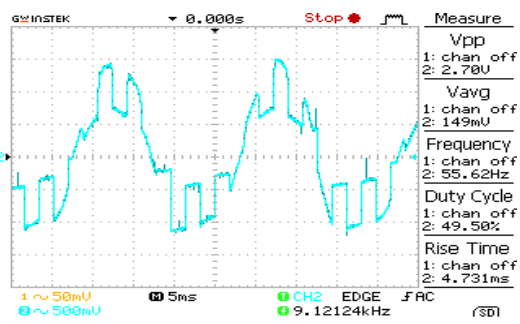
(a)



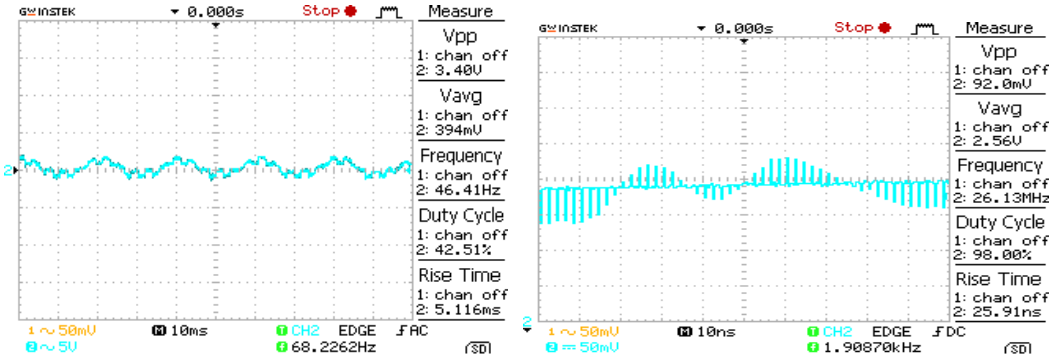
(b)



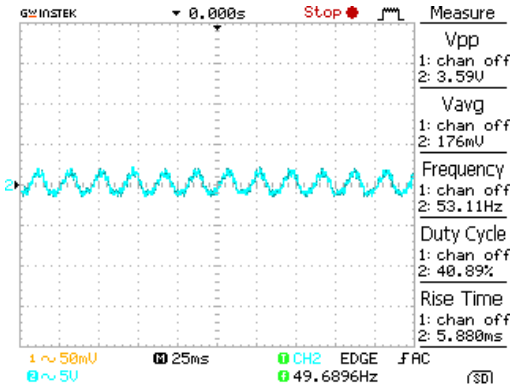
(c)



(d)



(e) (f)



(g)

Gambar 4.13 (a) Sinyal LPF di Modulator, (b) Bentuk Keluaran dari Sampler Modulator, (c) Bentuk Keluaran Rentetan Pulsa dari Pulsa Generator, (d) Bentuk Keluaran dari Hold, (e) Bentuk Keluaran dari Pulse Shaper, (f) Bentuk Keluaran dari Sampler Di Demodulator, (g) Bentuk Keluaran dari LPF Demodulator.