

BAB IV

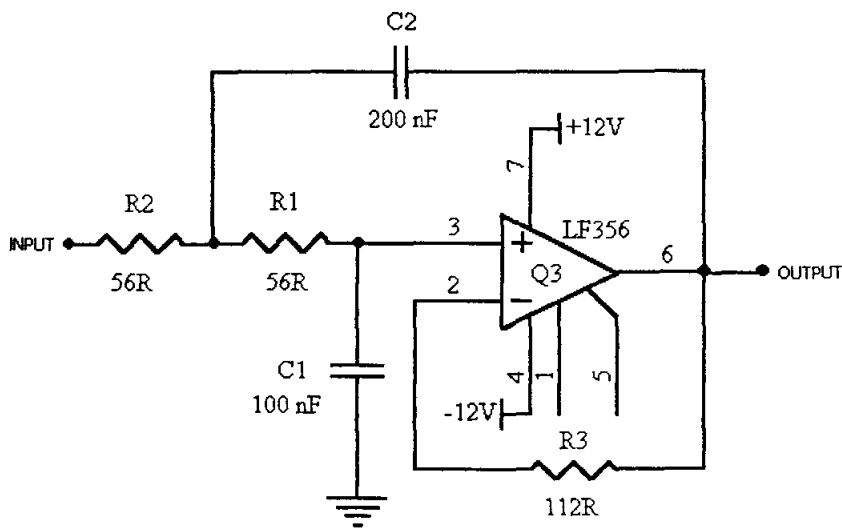
PENGUJIAN ALAT

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

4.1. PENGUJIAN LPF ANALOG

Pengujian LPF analog ini menggunakan input sinyal sinus dari function generator. Output function generator dihubungkan pada input rangkaian LPF pada Gambar 4.1 dan *channel 1* (CH1) oscilloscope. Amplitudo sinyal input diatur sampai sebesar 5 Vpp. Kemudian output rangkaian LPF pada Gambar 4.1 dihubungkan pada *channel 2* (CH2) Oscilloscope. Proses pengujian rangkaian LPF dilakukan dengan mengubah-ubah besarnya frekuensi sinyal function generator dan hasil pengukuran dan pengamatannya dapat dilihat pada Tabel 4.1.



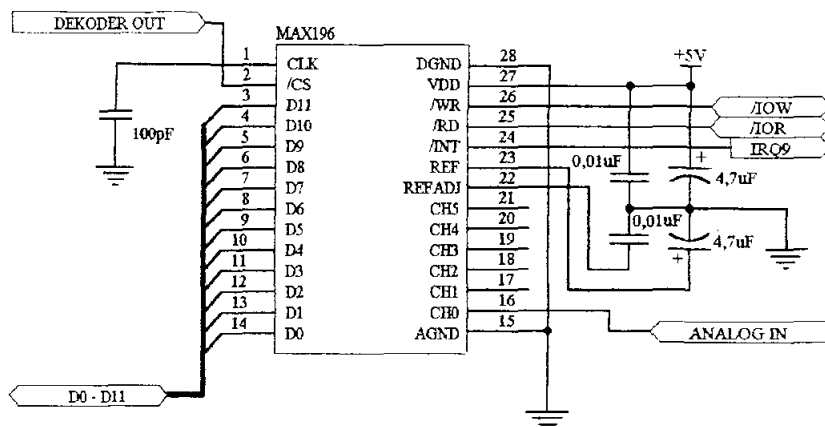
Gambar 4.1
Rangkaian pengujian LPF analog

Tabel 4.1
Hasil pengamatan dan pengukuran output LPF analog

TIME BASE (ms)	VOLT/DIV (V/DIV)	AMPLITUDO V-IN (Vpp)	FREK. FUNCTION GENERATOR (Hz)	OUTPUT LPF (Vpp)
0.1	5	5	0-10K	5
0.1	5	5	15K	2
0.1	5	5	20K	1
0.1	5	5	30K- seterusnya	0

4.2. PENGUJIAN ADC

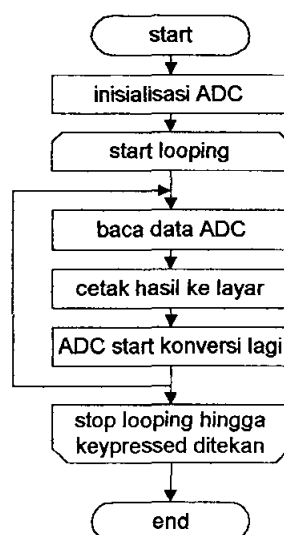
- Pengujian tegangan referensi pada ADC dengan melakukan pengukuran pada pin REF (pin 23) MAX196 pada Gambar 4.2 dengan multimeter digital. Dari hasil pengukuran didapat tegangan referensi sebesar 4,09V, mendekati spesifikasi tegangan referensi IC yaitu 4,096V.
- Pengujian hasil konversi ADC. Dengan menggunakan cara memberi tegangan konstan DC pada pin 16 (CH0) input analog ADC pada Gambar 4.2 dan membuat program sederhana seperti pada Gambar 4.3b untuk membaca data hasil konversinya. Data hasil konversi ADC dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan diagram alir program pengujian ADC dapat dilihat pada Gambar 4.3a.



Gambar 4.2
Rangkaian pengujian ADC

Tabel 4.2
Hasil konversi ADC

Input analog ADC (Volt)	Pembacaan ADC pada program (desimal)
+10	4095
+5	3072
0	2048
-5	1024
-10	0



Gambar 4.3a
Diagram alir program pengujian ADC

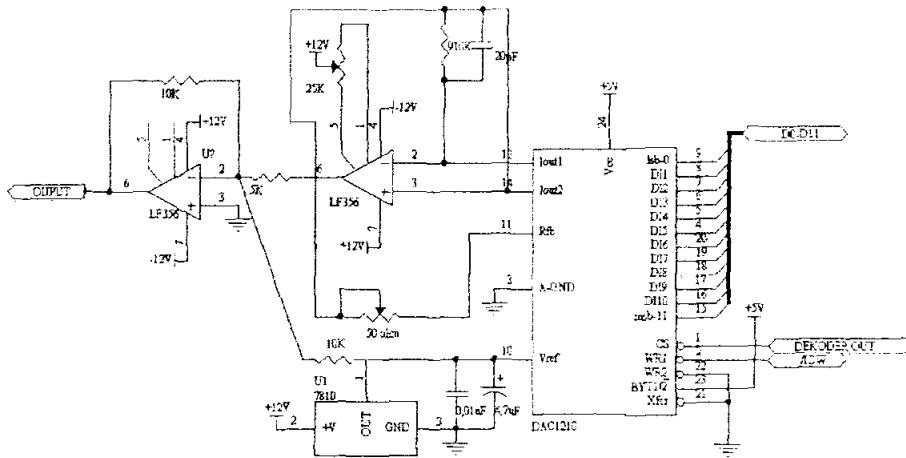
```
Uses crt;
Const  ADC=$302;
Var    Data : integer;

Begin
Portw[ADC]:= $58;
Repeat
    Data:=Portw[ADC] and $FFF;
    Data:=Data xor $800;
    Gotoxy(25,11);writeln(Data);
Portw[ADC]:= $58;
Until keypressed;
End.
```

Gambar 4.3b
Program pengujian ADC

4.3. PENGUJIAN DAC

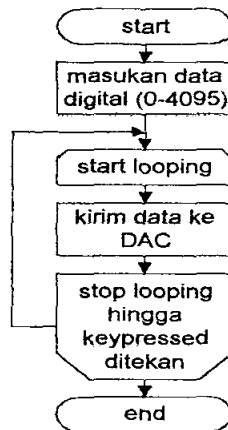
- Pengujian tegangan referensi pada DAC dengan melakukan pengukuran pin VREF (pin 10) pada Gambar 4.4 dengan multimeter digital. Dari hasil pengukuran didapat tegangan referensi sebesar +10,02V, mendekati tegangan referensi yang diinginkan yaitu 10 V.
- Pengujian DAC dilakukan dengan memberikan beberapa input digital melalui program sederhana seperti pada Gambar 4.5b. Kemudian dilakukan pengukuran tegangan output pada rangkaian DAC pada Gambar 4.4 untuk tiap-tiap data digital yang dimasukkan. Data hasil konversi DAC dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan diagram alir program pengujian DAC dapat dilihat pada Gambar 4.5a.



Gambar 4.4
Rangkaian pengujian DAC

Tabel 4.3
Hasil konversi DAC

Input digital (desimal)	Output analog DAC (V)
4095	+10,02
3072	+5,03
2048	0
1024	-5,02
0	-10,01



Gambar 4.5a
Diagram alir program pengujian DAC

```

Uses crt;
Const   DAC=$300;
VarData : integer;

Begin
Clrscr;
Writeln('Data = ');readln(Data);
Repeat
    Portw[DAC]:=Data;
Until keypressed;
End.

```

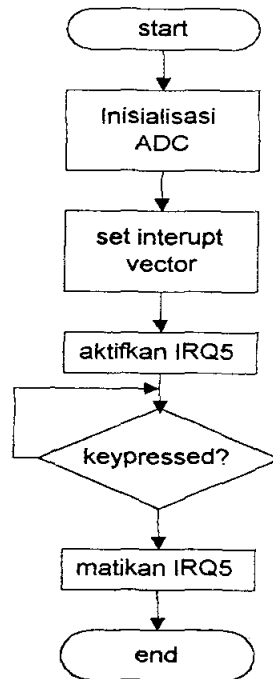
Gambar 4.5b
Program pengujian DAC

4.4. Pengujian ADC dan DAC

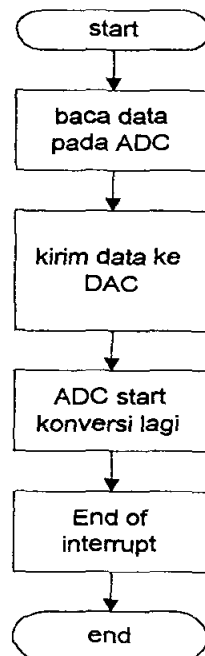
Pengujian ADC dan DAC secara bersama-sama adalah dengan memberikan beberapa tegangan DC ke pin 16 (CH0) input analog ADC pada Gambar 4.2 tanpa melalui LPF analog. Kemudian membuat program sederhana seperti pada Gambar 4.6c untuk membaca data ADC dan mengirimnya ke DAC. Tegangan output DAC pada Gambar 4.4 diukur dengan multimeter digital. Data hasil pengujian ADC dan DAC dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan diagram alir program pengujian ADC dan DAC dapat dilihat pada Gambar 4.6b.

Tabel 4.4
Hasil pengujian ADC dan DAC

Input ADC (Volt)	Output DAC (Volt)
+10	+9,98
+5	+4,96
0	0
-5	-4,98
-10	-9,97



Gambar 4.6a
Diagram alir program utama pengujian ADC dan DAC



Gambar 4.6b
Diagram alir prosedur interupsi pengujian ADC dan DAC


```
Uses crt,dos;
Const      ADC=$302;
           DAC=$300;
           Fcb=$58;
Var  Data : integer;

{prosedur interupsi}
Procedure Baca_ADC; interrupt;
Begin
    Data:=portw[ADC] and FFF;
    Data:=Data xor $800;
    Portw[DAC]:=data;
    Portw[ADC]:=Fcb;
    Port[$20]:=$20;
End;

{program utama}
Begin
Portw[ADC]:=Fcb;
Setintvec($0D,Addr(Baca_ADC));
Port[$21]:=port[$21] and $DF;
Repeat until keypressed;
Port[$21]:=port[$21] or $20;
End.
```

Gambar 4.6c
Program pengujian ADC dan DAC

4.5. PENGUJIAN FILTER DIGITAL

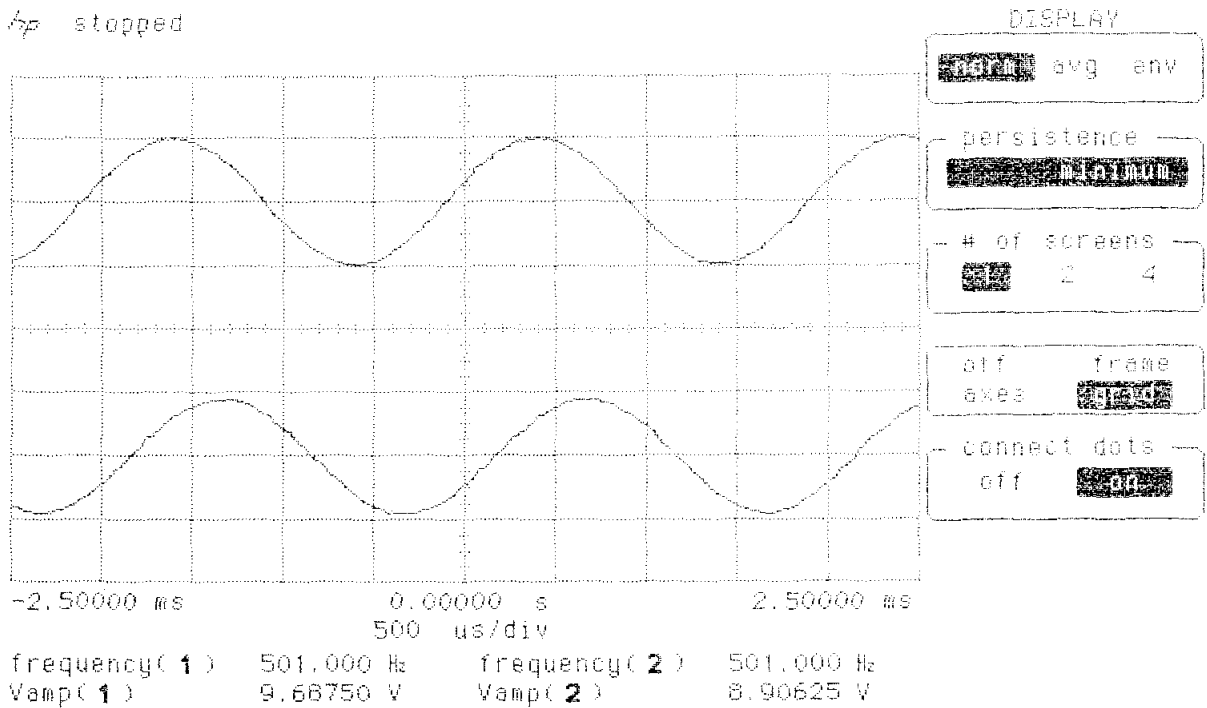
Pengujian filter digital dilakukan dengan menetapkan harga frekuensi *cutoff*, *transition width* dan *stopband attenuation* melalui program. Setelah itu dilakukan pengamatan dan pengukuran dengan menggunakan oscilloscope digital. Oscilloscope digital yang digunakan adalah oscilloscope digital merk Hewlet Packard tipe 54501A 100 MHz. Hal yang diamati dan dianalisa pada pengujian filter digital ini adalah *attenuation* (perbandingan penguatan) sinyal input dan output.

4.5.1. PENGUJIAN LOWPASS FILTER (LPF)

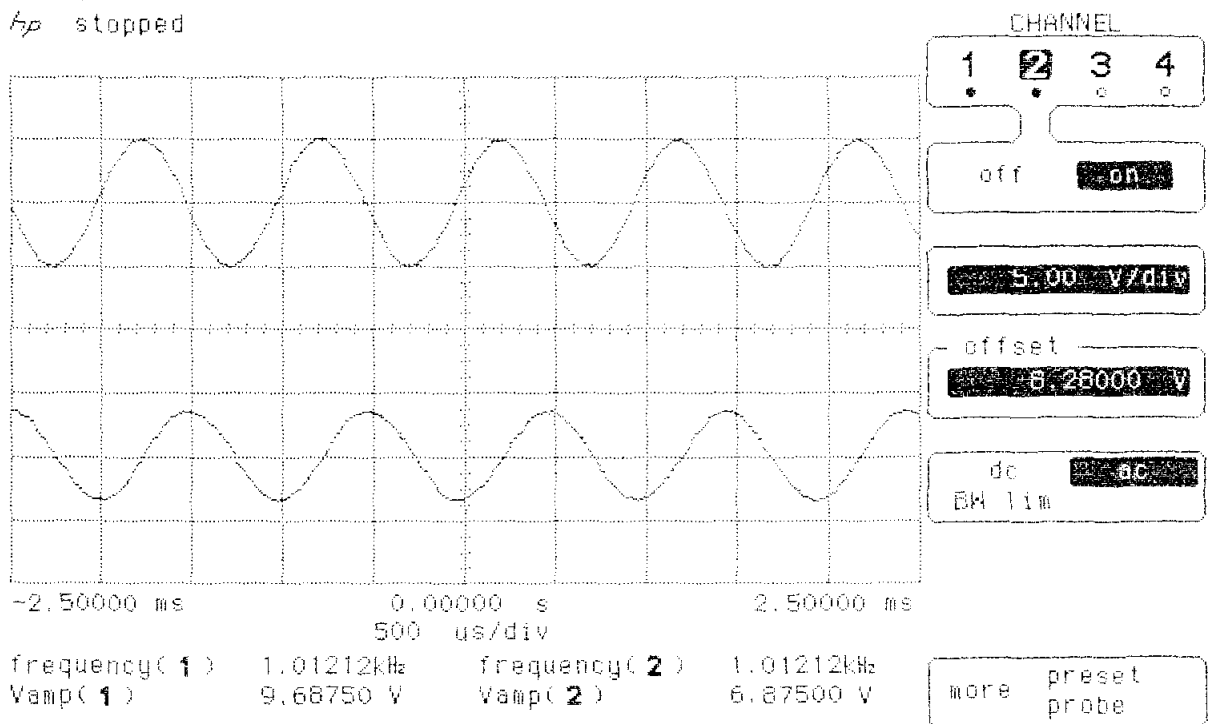
Pada program dipilih menu “1” yaitu menu lowpass filter, kemudian diinputkan sebagai berikut :

- Frekuensi *cutoff* (f_c) = 1 KHz
- *Transition Width* (tw) = 500 Hz
- *Stopband Attenuation* ≤ 21 dB (untuk *window rectangular*)
- Jumlah koefisien filter (perhitungan dari program) = 41

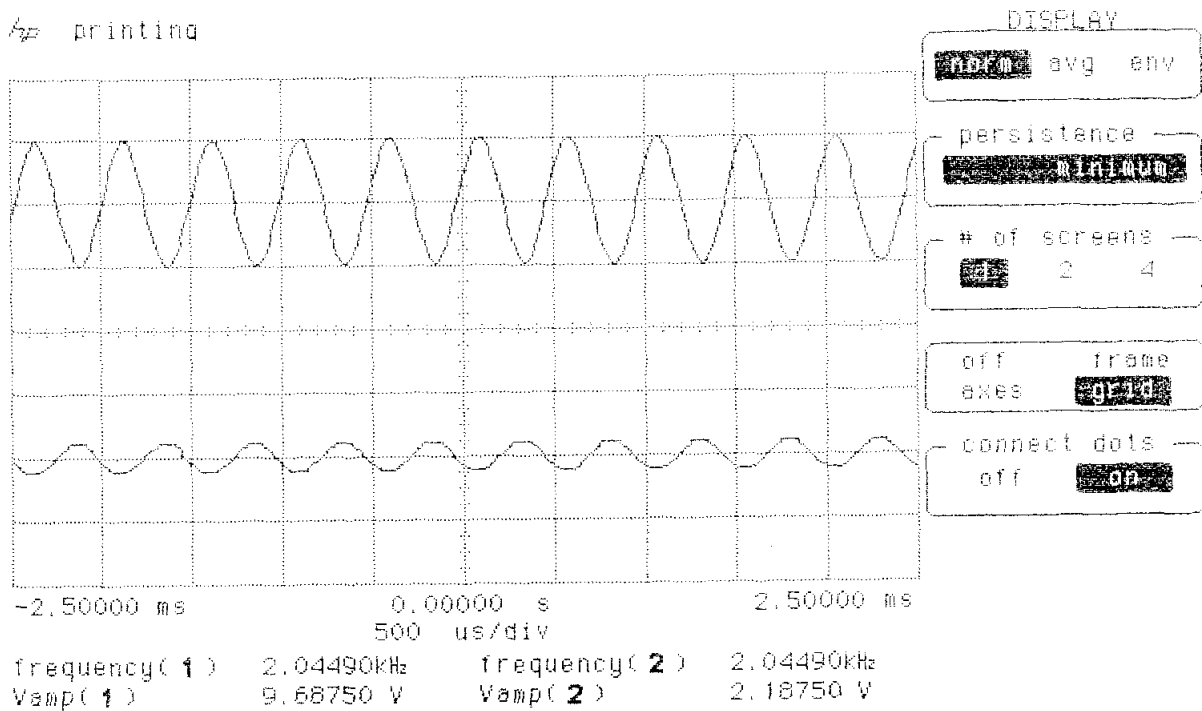
Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4.7a, 4.7b, dan 4.7c. Gambar 4.7a menunjukkan hasil pengujian LPF dengan frekuensi input di bawah frekuensi *cutoff*, Gambar 4.7b menunjukkan hasil pengujian LPF dengan frekuensi input sama dengan frekuensi *cutoff*, dan Gambar 4.7c menunjukkan hasil pengujian LPF dengan frekuensi input di atas frekuensi *cutoff*.



Gambar 4.7a
Pengujian LPF dengan frekuensi input di bawah frekuensi *cutoff*



Gambar 4.7b
Pengujian LPF dengan frekuensi input sama dengan frekuensi *cutoff*



Gambar 4.7c
Pengujian LPF dengan frekuensi input di atas frekuensi *cutoff*

Keterangan untuk Gambar 4.7a, 4.7b, dan 4.7c :

- Frequency(1) = frekuensi sinyal input (Hz)
- Frequency(2) = frekuensi sinyal output (Hz)
- Vamp(1) = amplitudo sinyal input (V)
- Vamp(2) = amplitudo sinyal output (V)

Analisa data untuk Gambar 4.7a :

$$\begin{aligned} \text{Attenuation} &= 20 \log \left[\frac{\text{Vamp}(2)}{\text{Vamp}(1)} \right] \\ &= 20 \log \left[\frac{8,90625}{9,6875} \right] \\ &= -0,73 \text{ dB} \end{aligned}$$

Tabel 4.5
Analisa data pengujian LPF

		<i>Window</i>		
		<i>Rectangular</i>	<i>Hamming</i>	<i>Blackman</i>
<i>Transition Width (Hz)</i>		500	1200	2000
<i>Stopband Attenuation (dB)</i>		≤ 21	22 – 53	54 – 73
Jumlah koefisien filter		41	48	48
$f_{in} < f_c$ ($f_{in} = 500$ Hz)	Vamp _{in} (V)	9,68750	9,68750	9,68750
	Vamp _{out} (V)	8,90625	9,13750	9,34250
	Gain (dB)	-0,73	-0,51	-0,31
$f_{in} = f_c = 1$ KHz	Vamp _{in} (V)	9,68750	9,68750	9,68750
	Vamp _{out} (V)	6,87500	6,54350	6,78650
	Gain (dB)	-2,97	-3,41	-3,09
$f_{in} > f_c$ ($f_{in} = 2$ KHz)	Vamp _{in} (V)	9,68750	9,68750	9,68750
	Vamp _{out} (V)	2,18750	2,45500	2,97250
	Gain (dB)	-12,93	-11,92	-10,26

Kesimpulan :

LPF bekerja dengan cukup baik untuk ketiga macam metode *Window* (*Rectangular*, *Hamming*, dan *Blackman*). Hal ini terlihat dari hasil perhitungan pada Tabel 4.5 di mana sinyal input dengan frekuensi di bawah frekuensi *cutoff* tidak mengalami peredaman yang sangat kecil, sinyal input dengan frekuensi di atas frekuensi *cutoff* mengalami peredaman yang besar, dan sinyal output dengan frekuensi sinyal input sama dengan frekuensi *cutoff* memiliki *attenuation* mendekati -3 dB.

4.5.2. PENGUJIAN BANDPASS FILTER (BPF)

Pada program dipilih menu “2” yaitu menu bandpass filter, kemudian diinputkan sebagai berikut :

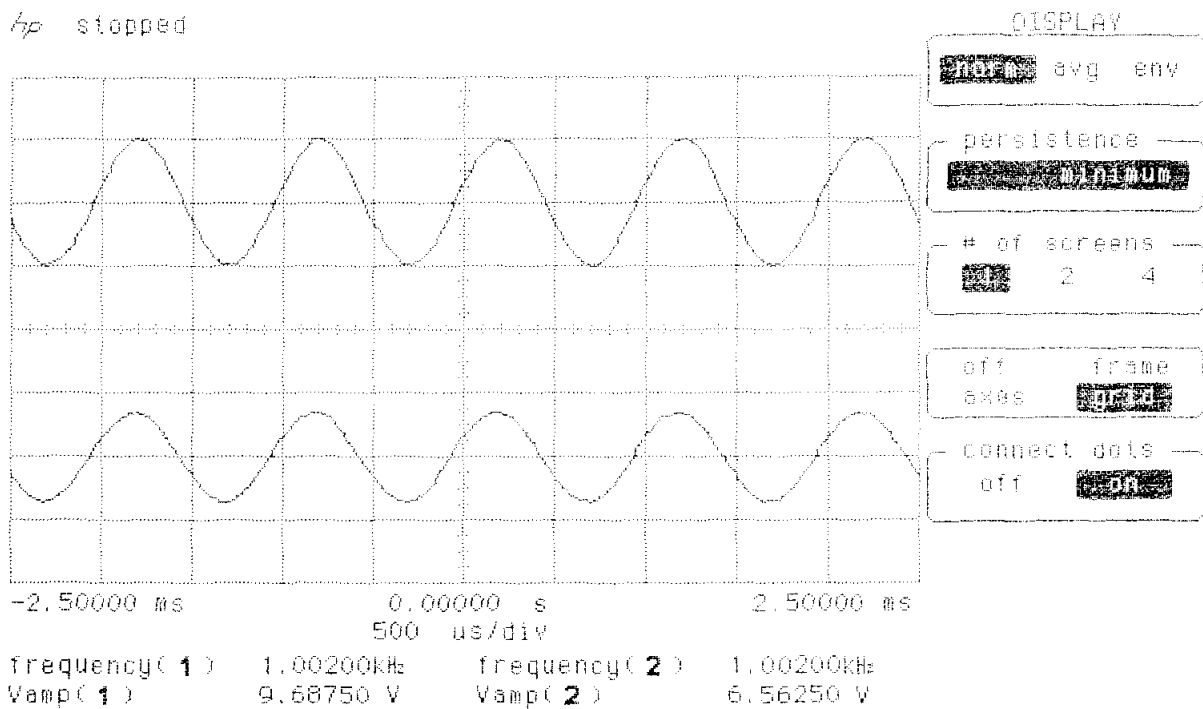
- Frekuensi *cutoff* atas (f_a) = 2 KHz
- Frekuensi *cutoff* bawah (f_b) = 1 KHz
- *Transition Width* (tw) = 500 Hz
- *Stopband Attenuation* ≤ 21 dB (untuk *window rectangular*)
- Jumlah koefisien filter (perhitungan dari program) = 41

Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4.8a, 4.8b, dan 4.8c dan analisa datanya dapat dilihat pada Tabel 4.6. Gambar 4.8a menunjukkan hasil pengujian BPF dengan frekuensi input sama dengan frekuensi *cutoff* bawah, Gambar 4.8b menunjukkan hasil pengujian BPF dengan frekuensi input di antara frekuensi *cutoff* atas dan bawah (frekuensi tengah), dan Gambar 4.8c menunjukkan hasil pengujian BPF dengan frekuensi input sama dengan frekuensi *cutoff* atas.

Keterangan untuk Gambar 4.8a, 4.8b, dan 4.8c :

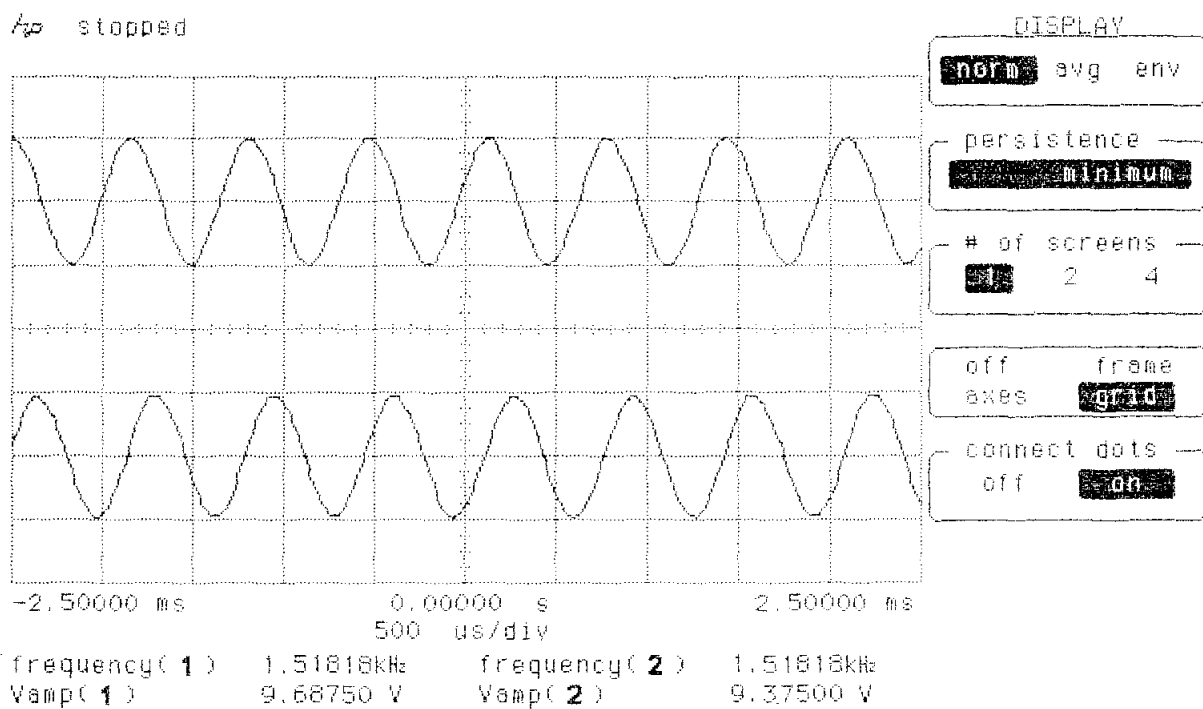
- Frequency(1) = frekuensi sinyal input (Hz)
- Frequency(2) = frekuensi sinyal output (Hz)
- Vamp(1) = amplitudo sinyal input (V)
- Vamp(2) = amplitudo sinyal output (V)

f_p stopped

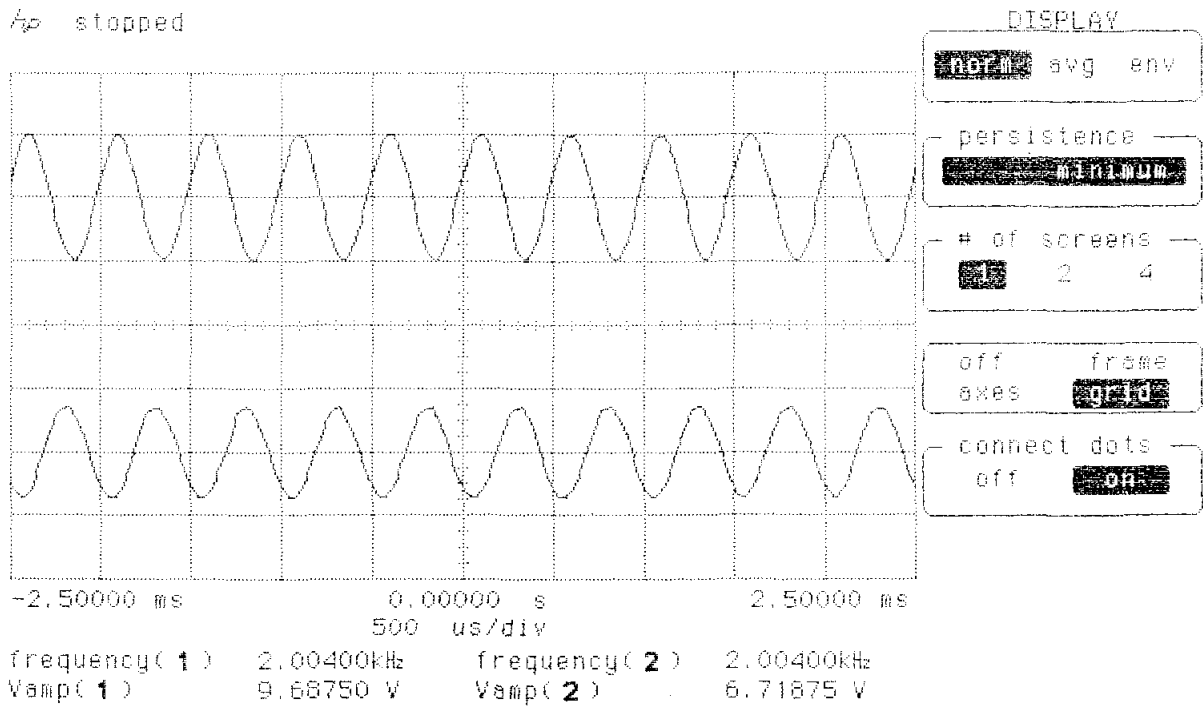


Gambar 4.8a
Pengujian BPF dengan $f_{in} = f_c$ bawah

f_p stopped



Gambar 4.8b
Pengujian BPF dengan frekuensi input sama dengan frekuensi tengah



Gambar 4.8c
Pengujian BPF dengan $f_{in} = f_c$ atas

Analisa data untuk Gambar 4.8a :

$$\text{Attenuation} = 20 \log \left[\frac{\text{Vamp}(2)}{\text{Vamp}(1)} \right]$$

$$= 20 \log \left[\frac{6,5625}{9,6875} \right]$$

$$= -3,38 \text{ dB}$$

Tabel 4.6
Analisa data pengujian BPF

		<i>Window</i>		
		<i>Rectangular</i>	<i>Hamming</i>	<i>Blackman</i>
<i>Transition Width</i> (Hz)		500	1200	2000
<i>Stopband Attenuation</i> (dB)		≤ 21	22 – 53	54 – 73
Jumlah koefisien filter		41	48	48
$f_{in} = f_c$ bawah = 1 KHz	Vamp _{in} (V)	9,68750	9,68750	9,68750
	Vamp _{out} (V)	6,56250	6,83250	7,01250
	Gain (dB)	-3,38	-3,03	-2,81
f_c bawah < f_{in} < f_c atas ($f_{in} = 1,5$ KHz)	Vamp _{in} (V)	9,68750	9,68750	9,68750
	Vamp _{out} (V)	9,37500	9,10350	9,02500
	Gain (dB)	-0,28	-0,54	-0,62
$f_{in} = f_c$ atas = 2 KHz	Vamp _{in} (V)	9,68750	9,68750	9,68750
	Vamp _{out} (V)	6,71875	6,67250	6,81225
	Gain (dB)	-3,18	-3,24	-3,06

Kesimpulan :

BPF bekerja dengan cukup baik untuk ketiga macam metode *Window* (*Rectangular*, *Hamming*, dan *Blackman*). Hal ini terlihat dari hasil perhitungan pada Tabel 4.6 di mana sinyal input dengan frekuensi di bawah frekuensi *cutoff* bawah dan di atas frekuensi *cutoff* atas mengalami peredaman yang besar, sinyal input dengan frekuensi di antara frekuensi *cutoff* atas dan bawah (f_{in} = frekuensi tengah) memiliki amplitudo yang terbesar (mengalami peredaman yang terkecil), dan sinyal output dengan frekuensi sinyal input sama dengan frekuensi *cutoff* atas dan bawah memiliki *attenuation* mendekati -3 dB.

4.5.3. PENGUJIAN BANDSTOP FILTER (BSF)

Pada program dipilih menu “3” yaitu menu bandstop filter, kemudian diinputkan sebagai berikut :

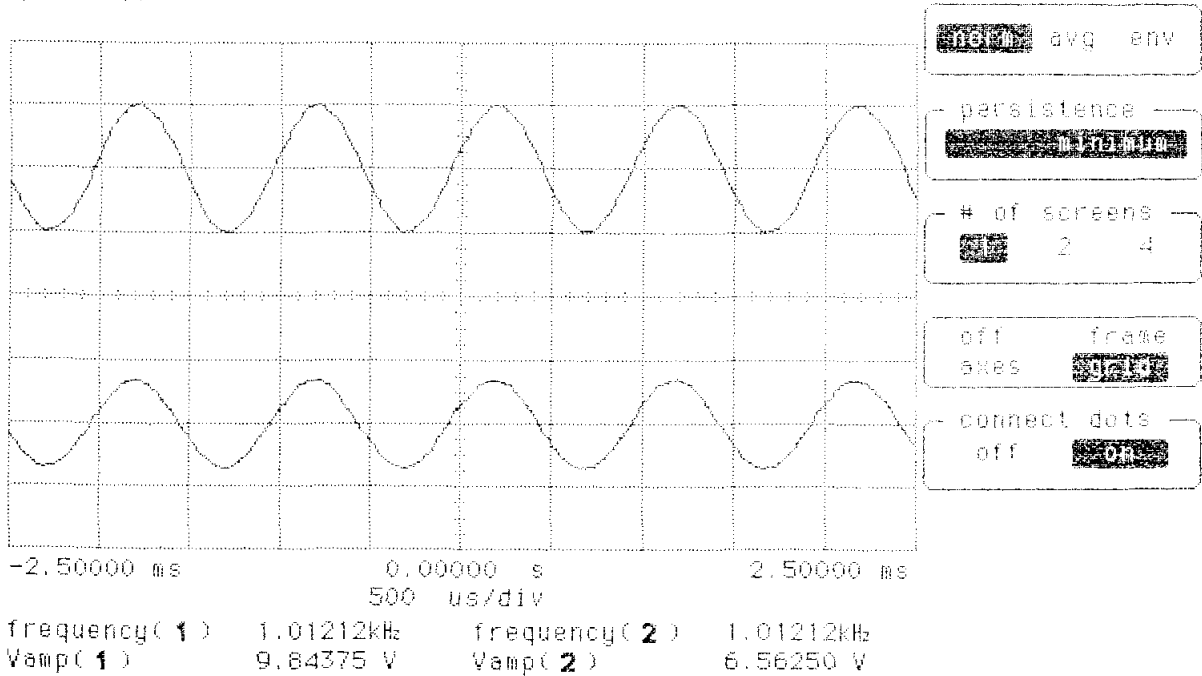
- Frekuensi *cutoff* atas (f_a) = 2 KHz
- Frekuensi *cutoff* bawah (f_b) = 1 KHz
- *Transition Width* (tw) = 500 Hz
- *Stopband Attenuation* ≤ 21 dB (untuk *window rectangular*)
- Jumlah koefisien filter (perhitungan dari program) = 41

Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4.9a, 4.9b, dan 4.9c dan analisa datanya dapat dilihat pada Tabel 4.7. Gambar 4.9a menunjukkan hasil pengujian BSF dengan frekuensi input sama dengan frekuensi *cutoff* bawah, Gambar 4.9b menunjukkan hasil pengujian BSF dengan frekuensi input di antara frekuensi *cutoff* atas dan bawah (frekuensi tengah), dan Gambar 4.9c menunjukkan hasil pengujian BSF dengan frekuensi input sama dengan frekuensi *cutoff* atas.

Keterangan untuk Gambar 4.9a, 4.9b, dan 4.9c :

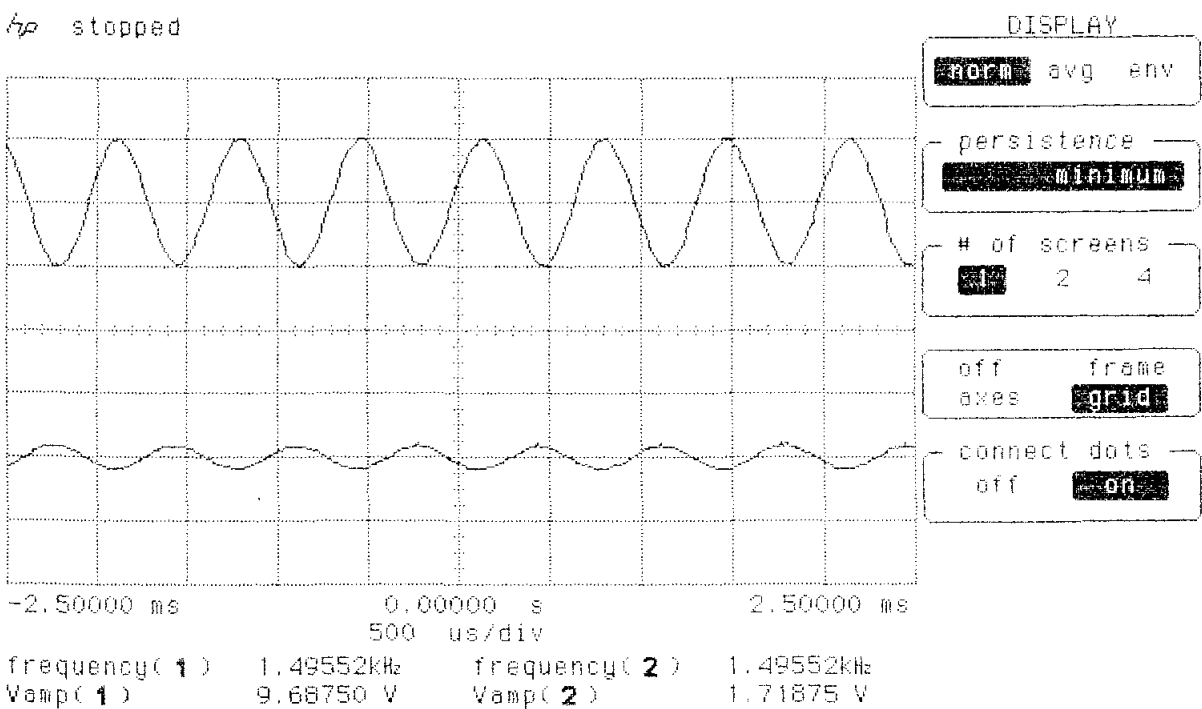
- Frequency(1) = frekuensi sinyal input (Hz)
- Frequency(2) = frekuensi sinyal output (Hz)
- Vamp(1) = amplitudo sinyal input (V)
- Vamp(2) = amplitudo sinyal output (V)

hp stopped

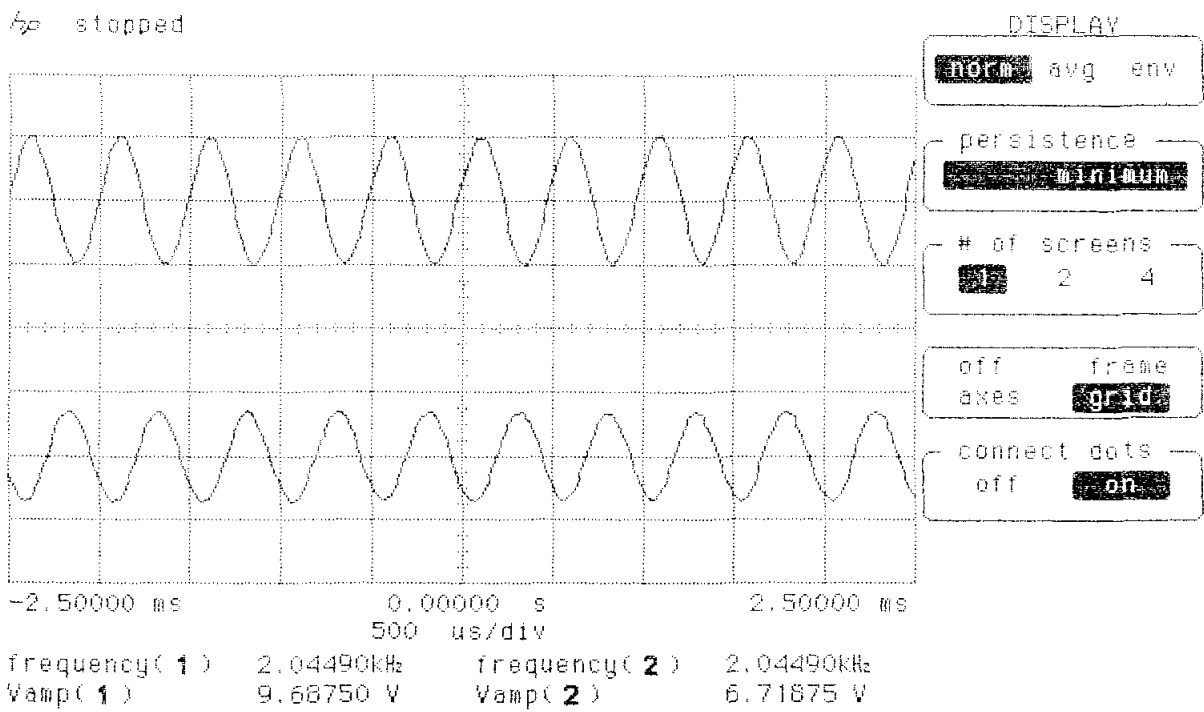


Gambar 4.9a
Pengujian BSF dengan $f_{in} = f_c$ bawah

hp stopped



Gambar 4.9b
Pengujian BSF dengan frekuensi input sama dengan frekuensi tengah



Gambar 4.9c
Pengujian BSF dengan $f_{in} = f_c$ atas

Analisa data untuk Gambar 4.9a :

$$\text{Attenuation} = 20 \log \left[\frac{\text{Vamp}(2)}{\text{Vamp}(1)} \right]$$

$$= 20 \log \left[\frac{6,5625}{9,6875} \right]$$

$$= -3,38 \text{ dB}$$

Tabel 4.7
Analisa data pengujian BSF

		<i>Window</i>		
		<i>Rectangular</i>	<i>Hamming</i>	<i>Blackman</i>
<i>Transition Width</i> (Hz)		500	1200	2000
<i>Stopband Attenuation</i> (dB)		≤ 21	22 – 53	54 – 73
Jumlah koefisien filter		41	48	48
$f_{in} = f_c$ bawah = 1 KHz	Vamp _{in} (V)	9,68750	9,68750	9,68750
	Vamp _{out} (V)	6,56250	6,78500	6,81750
	Gain (dB)	-3,38	-3,09	-3,05
f_c bawah < f_{in} < f_c atas ($f_{in} = 1,5$ KHz)	Vamp _{in} (V)	9,68750	9,68750	9,68750
	Vamp _{out} (V)	1,71875	2,00435	1,98650
	Gain (dB)	-15,02	-13,68	-13,76
$f_{in} = f_c$ atas = 2 KHz	Vamp _{in} (V)	9,68750	9,68750	9,68750
	Vamp _{out} (V)	6,71875	6,87500	7,00135
	Gain (dB)	-3,18	-2,98	-2,82

Kesimpulan :

BSF bekerja dengan cukup baik untuk ketiga macam metode *Window* (*Rectangular*, *Hamming*, dan *Blackman*). Hal ini terlihat dari hasil perhitungan pada Tabel 4.7 di mana sinyal input dengan frekuensi di bawah frekuensi *cutoff* bawah dan di atas frekuensi *cutoff* atas mengalami peredaman yang sangat kecil, sinyal input dengan frekuensi di antara frekuensi *cutoff* atas dan bawah ($f_{in} =$ frekuensi tengah) memiliki amplitudo yang terkecil (mengalami peredaman yang terbesar), dan sinyal output dengan frekuensi sinyal input sama dengan frekuensi *cutoff* atas dan bawah memiliki *attenuation* mendekati -3 dB.