



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
LAB SHEET SISTEM INSTRUMENTASI DAN ELEKTRONIKA MEDIS		
Semester 3	Pengkondisi Sinyal	200 menit
No. LST/PTE/EKA6218/01	Revisi: 00	Tgl: September 2017
		Page 1 of 12

INDIKATOR CAPAIAN PEMBELAJARAN PRAKTIK

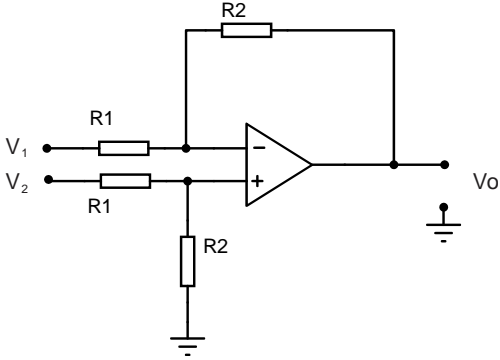
Dengan mempelajari dan praktik menggunakan Labsheet ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan karakteristik tiap pengkondisi sinyal
2. Memberikan contoh terapan pengkondisi sinyal pada perangkat instrumentasi

DASAR TEORI

Penguat beda

Rangkaian penguat jembatan, pada dasarnya adalah penguat beda, atau penguat selisih, *difference amplifier*, *differential amplifier*, atau *substractor*. Tegangan output penguat ini proporsional dengan perbedaan atau selisih tegangan antara V_1 dan V_2 .



Untuk menentukan hubungan antara tegangan output V_{out} dengan V_1 dan V_2 digunakan prinsip superposisi, dengan aturan sebagai berikut :

- ❖ Bila V_1 dipakai, maka V_2 disambung ke 0 V (Ground) dan tegangan output = V_{out1}
- ❖ Bila V_2 dipakai, maka V_1 disambung ke 0 V (Ground) dan tegangan output = V_{out2}
- ❖ Tegangan output $V_{out} = V_{out1} + V_{out2}$

Bila V_1 dipakai, maka V_2 disambung ke 0V (Ground) dan tegangan output = V_{out1} , maka diperoleh :

$$V_o = V_{o1} = - \frac{R_2}{R_1} V_1 \dots\dots\dots(1)$$

Bila V_2 dipakai, maka V_1 disambung ke 0 V (Ground) dan tegangan output = V_{out2} , maka diperoleh :

$$V_- = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{o2} \dots\dots\dots(2)$$

$$V_+ = \frac{R_2}{R_1-R_2} V_2 \dots\dots\dots(3)$$

Karena berlaku :

$$V^- = V^+ \text{ maka berlaku } \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{o2} = \frac{R_2}{R_1-R_2} V_2$$

Sehingga akan diperoleh :

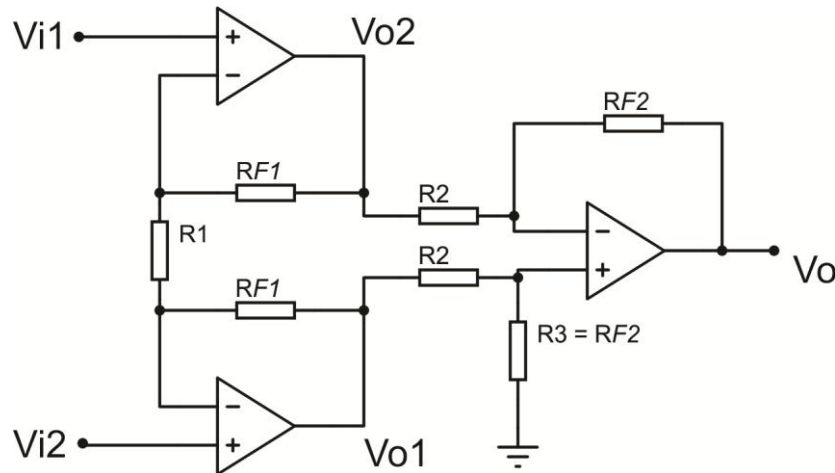
$$V_{o2} = \frac{R_2}{R_1} V_2$$

Sehingga $V_{out} = V_{o1} + V_{o2} = \frac{R_2}{R_1} V_2 + \frac{R_2}{R_1} V_1$ atau

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1) \dots\dots\dots (4)$$

Penguat instrumentasi

Penguat instrumentasi dapat dibangun dari beberapa op-amp tunggal membentuk sebuah penguat. Gambar 1. Merupakan rangkaian dasar penguat instrumentasi.



Gambar 1. Penguat Instrumentasi

Tegangan output nilainya diatur oleh R1 sebagai tahanan pengatur gain, sering disebut R_G (R_{gain}). Untuk memperoleh tegangan output dapat dipahami pada uraian berikut.

Rangkaian penguat beda pada gambar 1 disebut penguat instrumentasi. Untuk menghitung tegangan V_o , dapat digunakan superposisi dengan input V_{i1} dan V_{i2} . Dengan $V_{i2} = 0$, terminal V^- dari op-amp 2 pada posisi virtual GND dan op-amp1 sebagai penguat non-inverting. Tegangan V_o akan diperoleh sebesar :

$$V_{o1} = \left(1 + \frac{R_{F1}}{R_1}\right) V_{i1}$$

Karena ada virtual GND dimana $V^- = V^+$ pada opamp 1, tegangan pada V^- opamp1 adalah V_{i1} . Hal ini memperkerjakan opamp2 sebagai penguat inverting. Tegangan outputnya adalah :



FAKULTAS TEKNIK		
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
LAB SHEET SISTEM INSTRUMENTASI DAN		
ELEKTRONIKA MEDIS		
Semester 3	Pengkondisi Sinyal	200 menit
No. LST/PTE/EKA6218/01	Revisi: 00	Tgl: September 2017
		Page 3 of 12

$$V_{o2} = -\frac{RF1}{R1} Vi1$$

Pengat opamp 3 bekerja sebagai penguat beda. Tegangan outputnya diperoleh :

$$V_o = \frac{RF2}{R2} (V_{o1} - V_{o2}) = \frac{RF2}{R2} \left(1 + 2 \frac{RF1}{R1}\right) Vi1$$

Demikian juga bila untuk $Vi1 = 0$, maka Vo diperoleh :

$$V_o = -\frac{RF2}{R2} \left(1 + 2 \frac{RF1}{R1}\right) Vi2$$

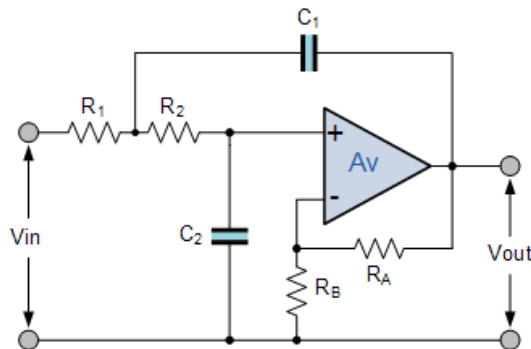
Dengan superposisi tegangan total output yang akan diperoleh adalah

$$V_o = \frac{RF2}{R2} \left(1 + 2 \frac{RF1}{R1}\right) (Vi1 - Vi2)$$

Filter

a. Low Pass Filter Orde 2

Rangkaian low pass filter orde 2 ini memiliki dua macam RC, $R1$ dengan $C1$ dan $R2$ dengan $C2$, dimana kedua macam RC ini memberi 2 jenis frekuensi respon.



Gambar 1. Low Pass Filter Orde2

Filter ini berbasis pada op amp penguat non inverting, dimana penguatannya akan selalu lebih besar dari 1, dan juga memiliki impedansi input yang tinggi.

Jika nilai $R1 = R2$ dan $C1 = C2$ maka frekuensi cut offnya dapat diketahui dengan rumus dibawah ini :

If Resistor and Capacitor values are the same:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

Jika $R1 \neq R2$ dan $C1 \neq C2$ maka frekuensi cut offnya dapat diketahui dengan rumus dibawah ini :

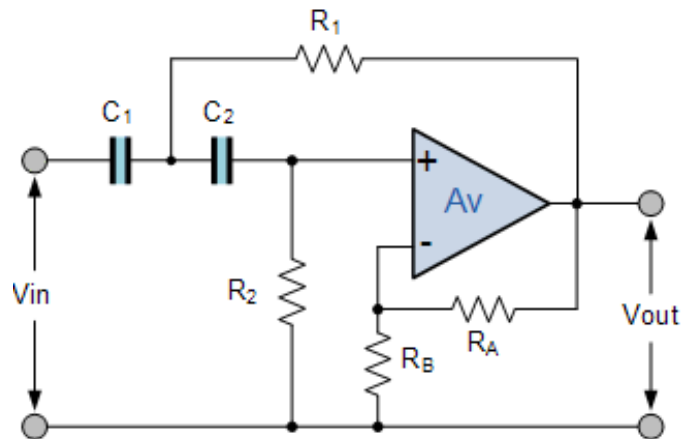
If Resistor and Capacitor values are different:

$$f_c = \frac{1}{2\pi \sqrt{R1R2C1C2}}$$



b. High Pass Filter Orde 2

Rangkaian high pass filter orde 2 ini memiliki dua macam RC, R1 dengan C1 dan R2 dengan C2, dimana kedua macam RC ini memberi 2 jenis frekuensi respon.



Filter ini berbasis pada op amp penguat non inverting, dimana penguatannya akan selalu lebih besar dari 1, dan juga memiliki impedansi input yang tinggi.

Jika nilai $R_1 = R_2$ dan $C_1 = C_2$ maka frekuensi cut offnya dapat diketahui dengan rumus dibawah ini :

If Resistor and Capacitor values are the same:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

Jika $R_1 \neq R_2$ dan $C_1 \neq C_2$ maka frekuensi cut offnya dapat diketahui dengan rumus dibawah ini :

If Resistor and Capacitor values are different:

$$f_c = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

Alat dan Bahan

1. Multimeter (1)
2. Oscilloscope (1)
3. AFG (1)
4. Probe dan penjepit buaya secukupnya
5. Project board (1)

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET SISTEM INSTRUMENTASI DAN ELEKTRONIKA MEDIS		
Semester 3	Pengkondisi Sinyal		200 menit
No. LST/PTE/EKA6218/01	Revisi: 00	Tgl: September 2017	Page 5 of 12

Keselamatan Kerja

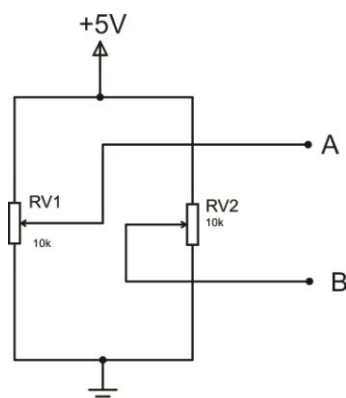
1. Pastikan polaritas tegangan pada adaptor sesuai (+)!
2. Pastikan pin VCC dan pin Ground IC mendapatkan sumber VCC dan Ground yang sesuai (jangan terbalik)!
3. Hubungkan dengan sumber tegangan apabila rangkaian sudah dipastikan sesuai!
4. Untuk memudahkan analisa rangkaian gunakan warna pengkabelan yang konsisten (misal merah untuk Vcc, hitam untuk ground, hijau untuk penghubung komponen dan putih untuk titik pengukuran)!
5. Jangan menghidupkan trainer sebelum pemasangan modul dan rangkaian diperiksa oleh instruktur/guru.
6. Ikuti langkah – langkah yang ada dalam modul praktikum ini.
7. Mintalah petunjuk instruktur/guru jika terdapat hal – hal yang meragukan.
8. Jauhkan perlengkapan yang tidak diperlukan dari meja kerja.
9. Hindari bercanda dengan sesama teman untuk menjaga agar tidak terjadi kecelakaan saat praktikum berlangsung.

Langkah Kerja

Lakukanlah percobaan satu demi satu, dimulai dengan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam praktikum berikut ini :

Penguat beda

1. Pasangkan Modul Signal **Penguat Beda** pada *Signal Conditioning Area*.
2. Rangkailah sebuah contoh sensor yang membentuk rangkaian jembatan wheatstone dengan menggunakan potensiometer pada project board area, seperti gambar dibawah ini :



3. Lakukan perubahan posisi potensiometer RV1 dan ukur Tegangan Output menggunakan multimeter sehingga output titik A sebesar 1 Volt. Kemudian ubah juga posisi RV2 sehingga output titik B sebesar 1 Volt. kemudian ukur tegangan output pada titik C. masukkan hasil output titik C pada kolom Vout.

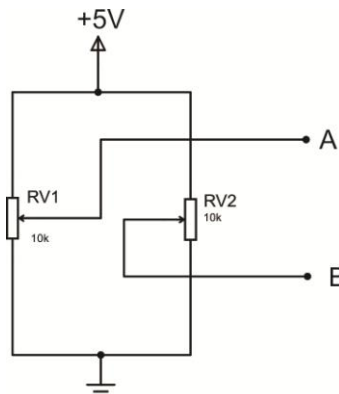


4. Buat Tabel seperti dibawah ini :

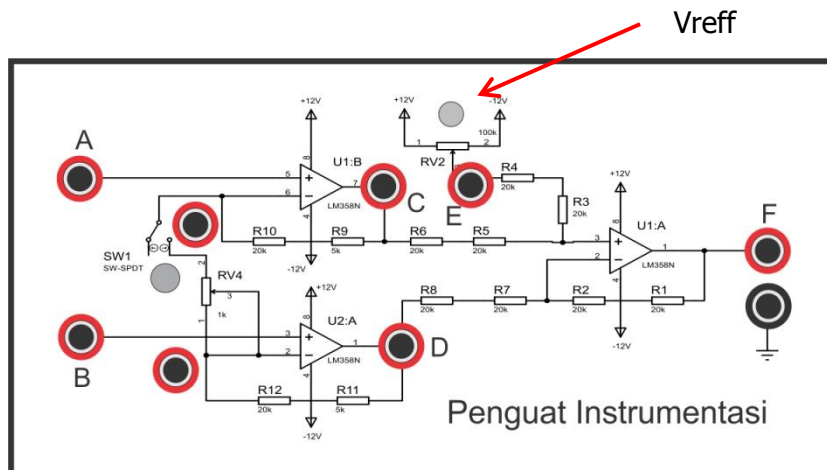
Va (Volt)	Vb (Volt)	Av	Vout (Volt)	Ket

Penguat instrumentasi

1. Pasangkan Modul Signal **Penguat Instrumentasi** pada *Signal Conditioning Area*.
2. Rangkailah sebuah contoh sensor yang membentuk rangkaian jembatan wheatstone dengan menggunakan potensiometer pada project board area, seperti gambar dibawah ini :



3. Posisikan potensiometer 1 dan 2 pada posisi minimal, sehingga output pada titik A dan B adalah 0V, dan posisi saklar SW1 pada posisi kiri. kemudian amati pada titik ukur F apakah jarum menunjuk pada angka 0 atau tidak. Jika output tidak menunjuk pada angka 0 maka putar Vreff hingga jarum menunjuk pada angka 0.

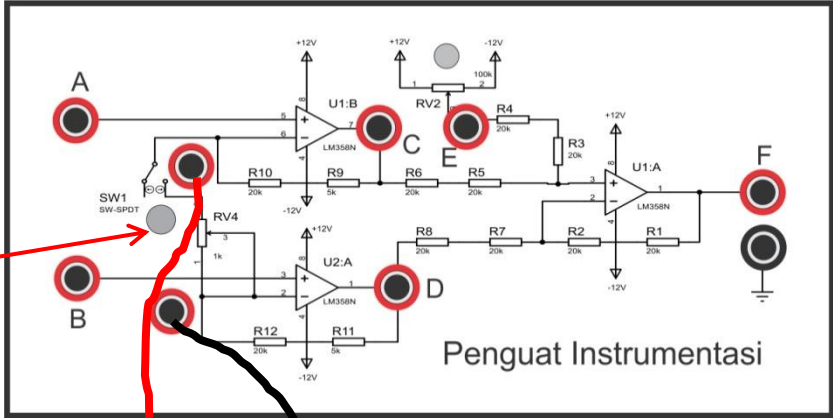


	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET SISTEM INSTRUMENTASI DAN ELEKTRONIKA MEDIS		
	Semester 3	Pengkondisi Sinyal	200 menit
	No. LST/PTE/EKA6218/01	Revisi: 00	Tgl: September 2017
			Page 7 of 12

4. Coba atur potensiometer hingga pada titik A outputnya sebesar 1 volt. dan pada titik B tetap 0 volt. amati perubahan yang terjadi pada output (titik ukur F).
5. Atur lagi potensiometer hingga pada titik A outputnya sebesar 1 volt dan pada titik B sebesar 1 volt. catat hasil pengamatan pada tabel.
SW1 ke kiri, Gain = 1 x

Input		Titik Ukur		Vout	Av
A (volt)	B (volt)	C (volt)	D (volt)	F (volt)	
1	0				
1	1				
2	0				
2	1				
2	2				
0	1				
1	1				
0	2				
1	2				
2	2				

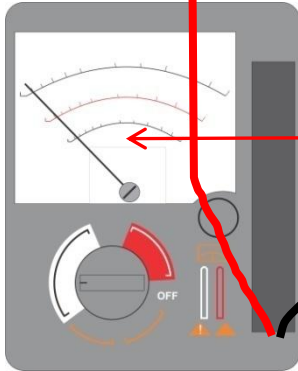
6. Geser saklar SW1 ke kanan dan aturpenguatan dengan mengatur potentiometer gain (RV4). Untuk mengetahui besar penguatan maka dapat melihat tabel dibawah ini.
Coba atur penguatan 2x



Pot Gain

DESIRED GAIN	R_G (Ω)	NEAREST 1% R_G (Ω)
1	NC	NC
2	50.00k	49.9k
5	12.50k	12.4k
10	5.556k	5.62k
20	2.632k	2.61k
50	1.02k	1.02k
100	505.1	511
200	251.3	249
500	100.2	100
1000	50.05	49.9
2000	25.01	24.9
5000	10.00	10
10000	5.001	4.99

NC: No Connection.



Atur hingga menunjuk pada 50k Ω pada batas ukur

7. Coba atur potensiometer hingga pada titik A outputnya sebesar 1 volt. dan pada titik B tetap 0 volt. amati perubahan yang terjadi pada output (titik ukur F).
8. Atur lagi potensiometer hingga pada titik A outputnya sebesar 1 volt dan pada titik B sebesar 1 volt. catat hasil pengamatan pada tabel.

$R_{gain} = 50k\Omega$, Gain = 2x, SW1 ke kanan

Input		Titik Ukur		Vout	Av
A (volt)	B (volt)	C (volt)	D (volt)	F (volt)	
1	0				
1	1				
2	0				
2	1				
2	2				
0	1				
1	1				
0	2				
1	2				
2	2				

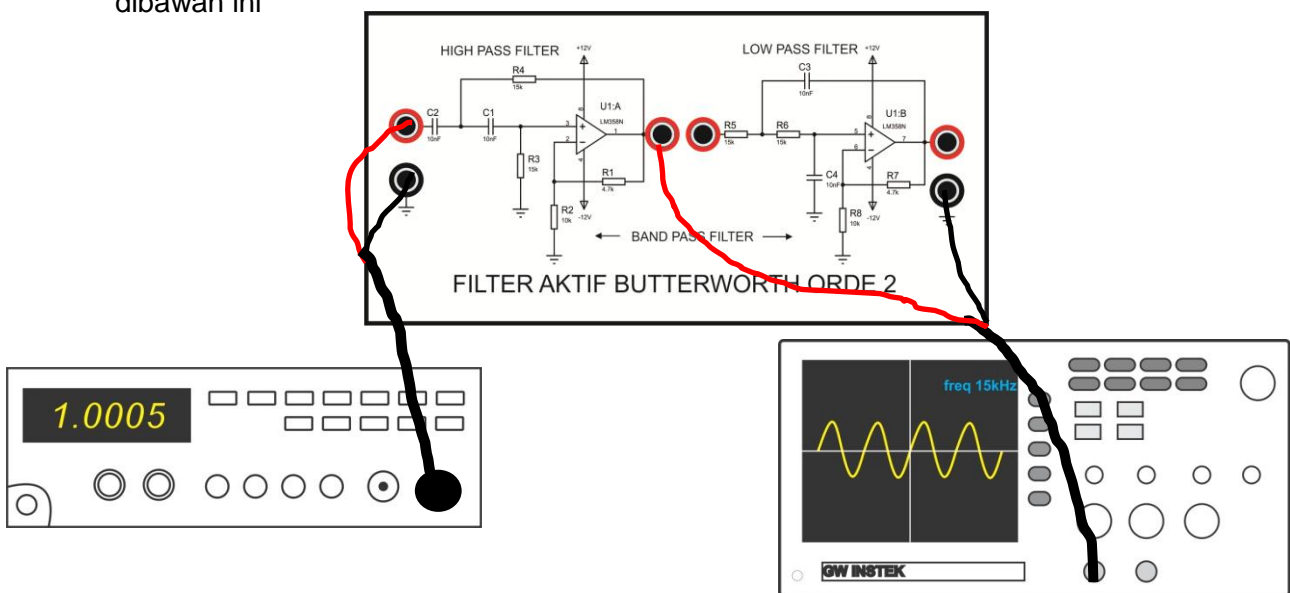


R gain = 12.5kΩ, Gain = 5x, SW1 ke kanan

Input		Titik Ukur		Vout	Av
A (volt)	B (volt)	C (volt)	D (volt)	F (volt)	
1	0				
1	1				
2	0				
2	1				
2	2				
0	1				
1	1				
0	2				
1	2				
2	2				

Filter

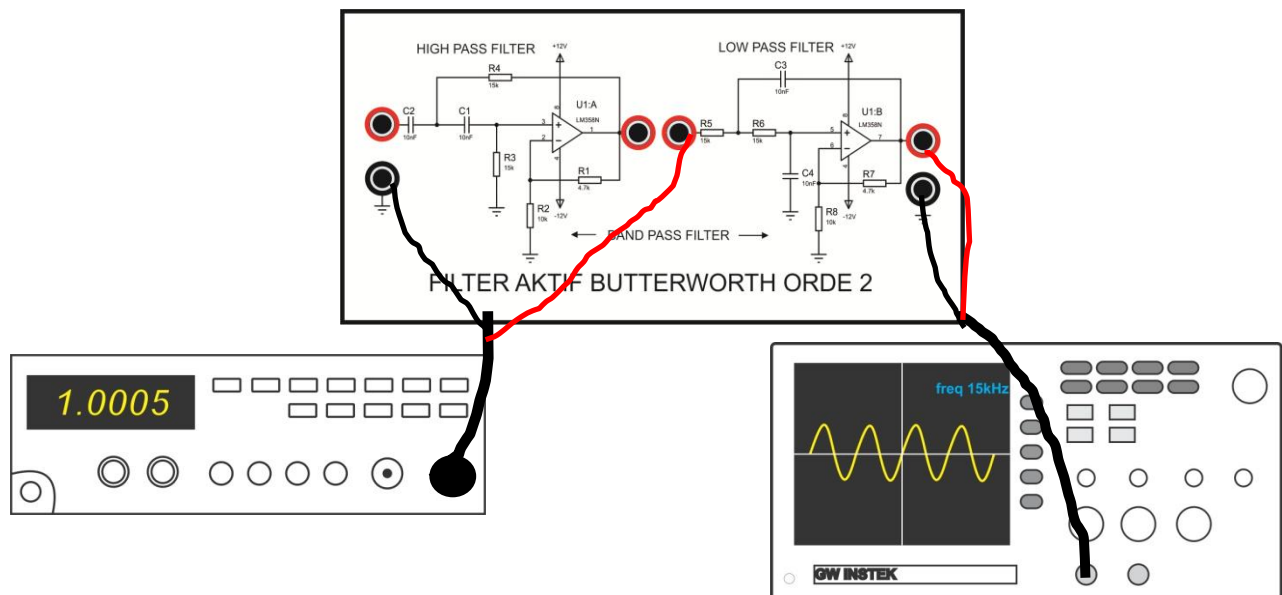
- Pasangkan modul Filter Aktif Butterworth orde 2 pada *Signal Conditioning Area*, kemudian nyalakan trainer dengan menekan tombol ON/OFF
- Kalibrasi oscilloscope terlebih dahuludan persiapkan AFG dan atur agar dapat menghasilkan gelombang sinus dengan amplitude 1 volt, dan frekuensi 1kHz.
- Masukkan output AFG pada bagian input rangkaian High pass Filter dan bagian output rangkaian dimasukkan pada oscilloscope channel 1. Seperti pada gambar dibawah ini



- d. Lakukan pengamatan bentuk gelombang dengan mencari frekuensi cut off (F_c) terlebih dahulu. Yaitu frekuensi terakhir sebelum V_{out} mengalami penurunan penguatan.
- e. Masukkan hasilnya pada table dibawah ini.

Freq	Vin	Vout	Av
10kHz			
5kHz			
3kHz			
2kHz			
(.....)			
900 Hz			
800 Hz			
700 Hz			
500 Hz			
200 Hz			

- f. Masukkan output AFG pada bagian input rangkaian low pass Filter dan bagian output rangkaian dimasukkan pada oscilloscope channel 1. Seperti pada gambar dibawah ini

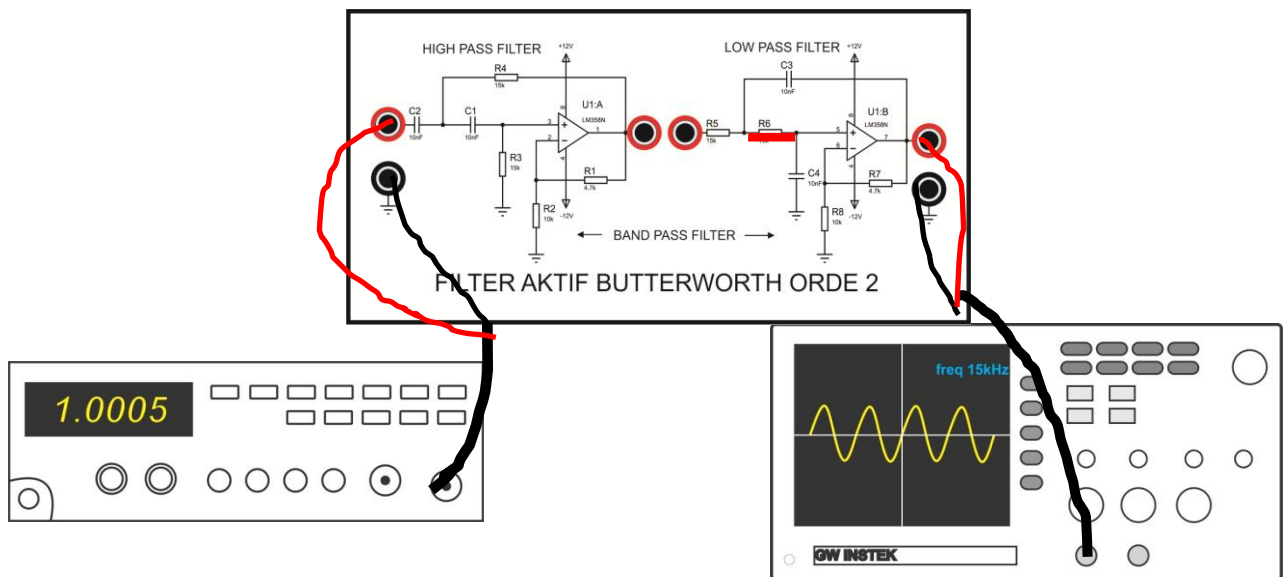


- g. Lakukan pengamatan bentuk gelombang dengan mencari frekuensi cut off (F_c) terlebih dahulu. Yaitu frekuensi terakhir sebelum V_{out} mengalami penurunan penguatan.

h. Masukkan hasilnya pada table dibawah ini.

Freq	Vin	Vout	Av
100 Hz			
350 Hz			
500 Hz			
700 Hz			
(.....)			
1.1kHz			
1.2 kHz			
1.5 kHz			
2 kHz			
3kHz			

i. Masukkan output AFG pada bagian input rangkaian band pass Filter dan bagian output rangkaian dimasukan pada oscilloscope channel 1. Seperti pada gambar dibawah ini



j. Lakukan pengamatan bentuk gelombang dengan mencari frekuensi cut off (F_c) terlebih dahulu. Yaitu frekuensi terakhir sebelum V_{out} mengalami penurunan penguatan.

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET SISTEM INSTRUMENTASI DAN ELEKTRONIKA MEDIS		
	Semester 3	Pengkondisi Sinyal	200 menit
	No. LST/PTE/EKA6218/01	Revisi: 00	Tgl: September 2017
			Page 12 of 12

k. Masukkan hasilnya pada table dibawah ini.

Freq	Vin	Vout	Av
10 kHz			
5 kHz			
3 kHz			
2 kHz			
1.5KhZ			
(.....)			
700 Hz			
500 Hz			
300 Hz			
100 Hz			

Bahan Diskusi

Diskusikan mengenai konsep penguat beda, penguat instrumentasi dan filter (what, why, how) dan rekomendasikan suatu terapan instrumentasi menggunakan penguat beda, penguat instrumentasi dan filter!