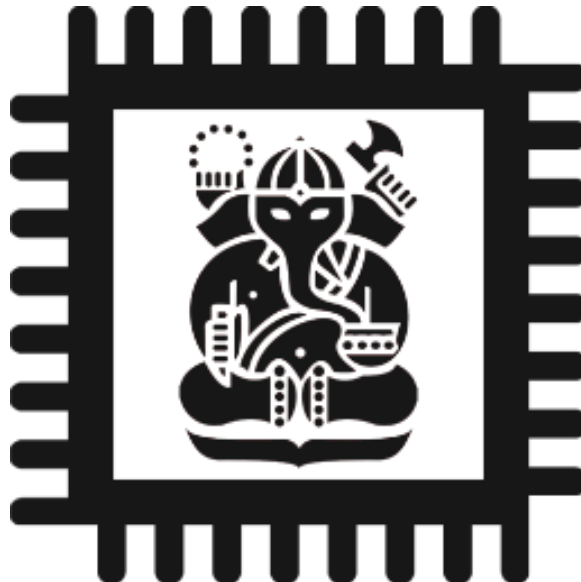


MODUL 05
RANGKAIAN FILTER PASIF
PRAKTIKUM ELEKTRONIKA TA 2019/2020



LABORATORIUM ELEKTRONIKA DAN INSTRUMENTASI
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Riwayat Revisi	Rev.
03-06-2019 – Kelvin William Wijaya	1
25-08-2019 – Kelvin William Wijaya	2

1 TUJUAN

- Mampu memahami prinsip kerja rangkaian LPF
- Mampu memahami prinsip kerja rangkaian HPF
- Mampu memahami prinsip kerja rangkaian BPF
- Mampu memahami perbedaan antara rangkaian *filter* pasif orde 1 dan orde 2

2 PERSIAPAN

- Praktikan diharapkan sudah menguasai pengukuran dasar menggunakan multimeter terutama dalam mengukur kapasitansi, resistansi, dan beda potensial
- Praktikan diharapkan melakukan simulasi rangkaian terlebih dahulu dengan menggunakan software PROTEUS atau sejenisnya
- Praktikan dapat mempelajari tentang filter pasif untuk mendukung berjalannya praktikum dari video (besaran, grafik, rangkaian) di link berikut atau video :
LPF : <https://www.youtube.com/watch?v=2L0l-E1Wx0>
HPF : <https://www.youtube.com/watch?v=9Dx0b0ukNAM>
BPF : <https://www.youtube.com/watch?v=dmPIydL0lyM>

3 PERALATAN PRAKTIKUM

- 1 buah *Signal Generator*
- 1 buah Multimeter digital
- 1 buah Osiloskop digital
- 1 buah Breadboard
- Resistor seperlunya
- Kapasitor seperlunya
- 1 set *toolbox*

4 DASAR TEORI

Dalam dunia elektronika, terdapat 2 jenis komponen, yaitu komponen aktif dan komponen pasif. Perbedaan mendasar dari kedua jenis komponen ini terletak pada ada tidaknya sumber tegangan eksternal yang dibutuhkan agar komponen tersebut dapat beroperasi. Apabila komponen tersebut membutuhkan tegangan eksternal, maka komponen tersebut termasuk komponen aktif seperti transistor, *operational amplifier*, dan dioda. Apabila komponen tersebut tidak membutuhkan tegangan eksternal, maka komponen tersebut merupakan komponen pasif. Contohnya adalah resistor dan kapasitor[2].

Filter pasif, yaitu filter yang rangkaiannya hanya menggunakan resistor dan kapasitor. Rangkaian filter digunakan untuk menyeleksi frekuensi yang akan dilewatkan dan yang tidak dilewatkan. Salah satu kegunaan umum dari filter adalah pembersihan sinyal dari *noise*. Untuk menghilangkan *noise* tersebut dibutuhkan suatu alat yang dapat menyeleksi frekuensi sehingga *output*-nya murni frekuensi yang bebas dari *noise*.

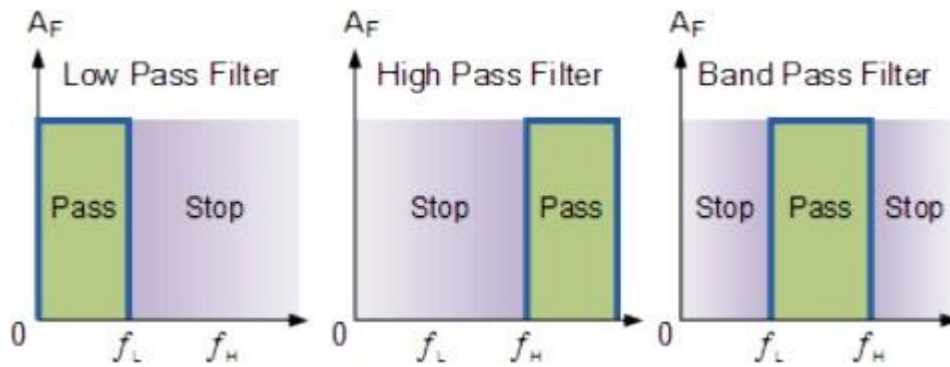
Secara umum, rangkaian filter pasif terdiri dari *Low Pass Filter* (LPF) dan *High Pass Filter* (HPF). Adapun tambahan jenis filter pasif adalah *Band Pass Filter* (BPF) merupakan kombinasi dari rangkaian LPF dan HPF. BPF dibentuk dengan menyerikan rangkaian LPF dan HPF.

Kemudian, untuk menentukan frekuensi mana yang akan dipotong atau diteruskan, terlebih dahulu ditentukan frekuensi *cut-off* atau frekuensi potong dari rangkaian filter tersebut. Kemudian dapat dianalisis respon amplitudo terhadap frekuensi. Kurva respon frekuensi atau tanggapan amplitudo biasanya dituliskan dengan $20 \log G(\omega)$ (dB) terhadap f (Hz), dengan[3],

$$|G(\omega)| = \left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right|. \quad (1)$$

$G(\omega)$ merupakan fungsi yang menggambarkan penguatan tegangan terhadap frekuensi. Dalam melukiskan tanggapan amplitudo, biasanya digunakan rasio tegangan dalam dB (desibel), yang didefinisikan sebagai,

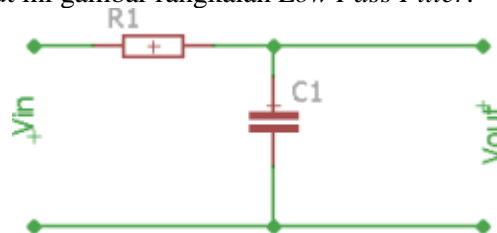
$$|G(\omega)|_{dB} = \left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right|_{dB} = 20 \log G(\omega). \quad (2)$$



Gambar 1. Tanggapan Amplitudo Ideal[1]

Low Pass Filter

Low Pass Filter (LPF) merupakan rangkaian pasif filter yang melewatkan frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi *cut-off*. Berikut ini gambar rangkaian *Low Pass Filter*.



Gambar 2. Rangkaian *Low Pass Filter*

Untuk menentukan besarnya tegangan *output* (V_{out}) pada gambar 2, digunakan prinsip pembagi tegangan, yaitu

$$V_{out} = \frac{X_c}{R + X_c} \cdot V_{in} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} \cdot V_{in} \quad (3)$$

$$G(\omega) = \frac{\omega_p}{j\omega + \omega_p} = \frac{1}{j\omega RC + 1} \quad (4)$$

$$|G(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^2}} \quad (5)$$

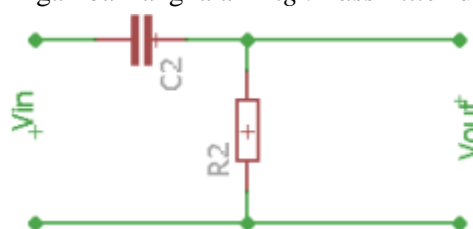
dimana $\omega_p = \frac{1}{RC}$ dan $\omega = 2\pi f$.

Untuk menentukan beda fasa, digunakan persamaan berikut,

$$\Phi = -\tan^{-1}(2\pi fRC) \quad (6)$$

High Pass Filter

High Pass Filter (HPF) merupakan rangkaian pasif filter yang melewatkan frekuensi yang lebih tinggi dari frekuensi *cut-off*. Berikut ini gambar rangkaian *High Pass Filter* dan tanggapan amplitudonya.



Gambar 3. Rangkaian *High Pass Filter*

Untuk menentukan besarnya tegangan *output* (V_{out}) pada gambar 3, digunakan prinsip pembagi tegangan, yaitu

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_2 + X_c} \times V_{in} = \frac{R_2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} \times V_{in} \quad (7)$$

$$G(\omega) = \frac{j\omega}{j\omega + \omega_p} = \frac{j\omega RC}{j\omega RC + 1} \quad (8)$$

$$|G(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega_p}{\omega}\right)^2}} \quad (9)$$

dimana $\omega_p = \frac{1}{RC}$ dan $\omega = 2\pi f$.

Untuk menentukan beda fasa, digunakan persamaan berikut,

$$\Phi = \tan^{-1}\left(\frac{1}{2\pi f RC}\right) \quad (10)$$

Band Pass Filter

Band Pass Filter (BPF) merupakan rangkaian filter pasif yang dibentuk menggunakan rangkaian LPF dan HPF dan akan meloloskan frekuensi di antara frekuensi cut-off LPF dan HPF. Syarat agar *Band Pass Filter* dapat bekerja adalah frekuensi *cut-off* LPF harus lebih besar dari frekuensi *cut-off* HPF.

Filter Pasif Orde 2

Filter orde 2 memiliki arti bahwa filter tersebut “mengalami” proses filter sebanyak 2 kali. Suatu rangkaian filter orde 2 dapat didapatkan dengan membuat rangkaian filter yang sama kemudian diseriikan. Frekuensi potongnya dinyatakan dengan persamaan^[3],

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (11)$$

Apabila ingin didapatkan f_p yang sama, maka digunakan resistor dan kapasitor yang masing-masing memiliki nilai yang sama. Persamaan (9) berlaku untuk rangkaian HPF maupun LPF.

Beda Fasa

Untuk mengukur beda fasa kedua gelombang pada osiloskop, harus diketahui *time delay* dan perioda pada kedua sinyal (dalam hal ini, sinyal masukan dan sinyal keluaran). Untuk mengetahui *time delay* kedua gelombang, tekan tombol “Measure” → pilih “Source CH1” → “F1” → pilih “delay A->B” → “Add”. Untuk mengetahui perioda kedua gelombang, tekan tombol “Measure” → pilih “Source CH1” → “F1” → pilih “Periode” → “Add”. Setelah kedua nilai tersebut diketahui, dapat digunakan persamaan berikut untuk menentukan beda fasa kedua gelombang.

$$\Phi = \frac{\Delta T}{T} \cdot 360^\circ, \quad (12)$$

dimana ΔT merupakan *time delay* antara kedua gelombang dan T merupakan perioda kedua gelombang.

5 TUGAS PENDAHULUAN

1. Jelaskan secara singkat HPF!
2. Jelaskan secara singkat LPF!
3. Jelaskan secara singkat BPF!
4. Jelaskan secara singkat ordo filter!