

## Resume Video

### \* Filter

filter adalah perangkat atau algoritma yang digunakan dalam pemrosesan sinyal untuk manipulasi sinyal masuk dengan cara menghilangkan komponen frekuensi tertentu atau memperkuat komponen lain. Filter dapat digunakan untuk berbagai tujuan seperti penghilangan noise, estrasi informasi, dan modifikasi sinyal untuk aplikasi tertentu. Terdapat berbagai jenis filter dengan berbagai teknik desain yang dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi, mulai dari pengolahan audio dan gambar hingga komunikasi digital dan analisis biomedis.

#### A) Low - Pass Filter

Low - pass filter adalah alat penting dalam pemrosesan sinyal digital yang mengizinkan ~~frekuensi~~ frekuensi rendah untuk melewati dan meredam frekuensi tinggi. Filter ini digunakan dalam berbagai aplikasi untuk menghilangkan noise, menghaluskan sinyal, dan mengekstrak komponen frekuensi rendah dari sinyal yang lebih kompleks.

##### 1.) Fungsi transfer

fungsinya mendefinisikan bagaimana amplitudo dan fase dari komponen frekuensi sinyal diubah oleh filter.

##### 2.) Desain Low - Pass filter.

Desain low - pass filter melibatkan penentuan koefisien yang menghasilkan respons frekuensi yang diinginkan. Beberapa metode desain termasuk:

a) Windowing Method = digunakan untuk desain FIR.

b) Biliner transform = digunakan untuk mendesain filter IIR.

c) Butterworth Filter = filter IIR dengan respon frekuensi yg sangat halus dalam passband dan roll-off yg moderat di stopband.

d) Chebyshev Filter.

e) Elliptic filter = filter IIR dengan ripples di pass band dan stop band serta roll-off yang paling tajam untuk tingkat pesanan filter tertentu.

##### 3.) Aplikasi Low - Pass Filter.

Low - pass filter digunakan dalam berbagai aplikasi untuk menghilangkan komponen frekuensi tinggi yg tidak diinginkan atau untuk mengekstrak sinyal frekuensi rendah.

##### 4.) Karakteristik Low - Pass filter.

a.) frekuensi cuttoff filter = filter mengurangi amplitudo semua frekuensi diatas frekuensi cuttoff ke nol.

b.) Respons langsung di passband = filter memberikan respon yg sempurna tanpa penurunan amplitudo.

c.) Respon yang tepat di stopband = filter menghilangkan semua frekuensi diatas frekuensi cuttoff.

d.) Fase linier ? filter tetap linier di semua frekuensi.



## B.) High - Pass filter.

High-Pass filter adalah jenis filter yang memungkinkan frekuensi tinggi untuk melewati, sementara meredam atau menghilangkan frekuensi rendah dari sinyal masukan. Filter ini sering digunakan untuk menyortir atau menekan sinyal frekuensi tinggi dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal.

### 1.) Fungsi transfer.

Fungsi ini menggambarkan bagaimana amplitudo dan fase dari berbagai komponen frekuensi dalam sinyal diubah oleh filter.

### 2.) Desain

Pada desain ini melibatkan pemilihan struktur filter yang sesuai dan penentuan parameter desain seperti frekuensi cutoff, bandwidth pass band, dan roll-off di stopband.

### 3.) Aplikasi

High-Pass filter digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal, termasuk:

- Penghilangan noise : menghilangkan komponen frekuensi rendah yg sering menyertai noise dalam sinyal.
- Analisis Audio : menekan suara tinggi seperti perikan / instrumen musik dalam rekaman video
- Pendekripsi teks dalam pengolahan citra
- Sistem Komunikasi : Menghilangkan komponen DC dan mempertahankan informasi sinyal modulasi dalam aplikasi.

### 4.) Karakteristik.

Karakteristik high Pass filter ideal mencakup:

- Transisi tajam di frekuensi cutoff : filter mengizinkan frekuensi tinggi untuk melewati tanpa distorsi
- Redaman total pada frekuensi rendah : filter menghilangkan semua komponen frekuensi rendah.
- fase linear : filter tetap linear diseluruh frekuensi

## C.) Band - Pass filter.

Band Pass filter adalah jenis filter yg memungkinkan rentang frekuensi tertentu yang disebut sebagai bandpass untuk melewati. Filter ini digunakan untuk menyortir sinyal dalam rentang frekuensi tertentu dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal.

### 1.) fungsi transfer.

Fungsi ini menggambarkan dalam domain frekuensi bersama ditentukan oleh parameter yg mengontrol frekuensi pusat.

### 2.) Desain

Pd desain ini melibatkan penentuan parameter desain seperti frekuensi pusat, bandwidth, dan karakteristik roll-off di pasband dan stopband.

### 3) Aplikasi

Band Pass filter digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal.

- Komunikasi Wireless = menentukan rentang frekuensi yg diperlukan untuk menransmisikan data pd sistem komunikasi nirkabel.
- Pengolahan Sinyal medis = Memisahkan komponen frekuensi tertentu dalam sinyal biomedis seperti sinyal EEG (Elektroenzefalogram) atau sinyal ECG (Elektrokardiogram).
- Pemrosesan Suara : menekankan sinyal pd frekuensi tertentu dm aplikasi seperti pemfilteran audio atau suara.
- Detection of signal = mendetect si sinyal yg ada dalam rentang frekuensi dr sinyal yg kompleks.

### 4) Karakteristik

Karakteristik band-pass filter ideal mencakup :

- Transisi tajam di batas frekuensi = filter mengizinkan rentang frekuensi yg diinginkan untuk melewati dan pa distorsi
- Redaman total pd frekuensi diluar rentang = filter menghilangkan semua komponen frekuensi diluar rentang

## D) Band Stop filter

Band Stop filter adalah jenis filter yg memungkinkan frekuensi diluar rentang tertentu dihamburkan sebagai stop band. Filter ini juga dikenal sebagai notch filter atau band reject filter.

### 1) fungsi Transfer

fungsi ini menggambarkan domain ~~f~~ frekuensi biasanya ditentukan oleh parameter yg mengontrol frekuensi pusat.

### 2) Desain

Metode desain ini digunakan untuk Mengubah filter analog menjadi filter digital, desain filter FIR dan IIR, dan Pemilihan jenis filter yang sesuai. Seperti Butterworth, Chebyshev, atau Elliptic.

### 3) Aplikasi

Band stop filter digunakan dm berbagai aplikasi pemrosesan sinyal.

- Penghapusan noise = Menghilangkan frekuensi tertentu yg dianggap sebagai noise seperti frekuensi 50 Hz / 60 Hz dr arus listrik dm aplikasi audio
- Pengolahan audio = Menghilangkan komponen frekuensi tertentu yg menyebabkan gangguan dm sistem audio
- Pemrosesan sinyal medis = Menghilangkan artefak atau noise pd frekuensi tertentu dalam sinyal biomedis seperti sinyal ECG atau EEG

### 4) Karakteristik

Karakteristik Band Stop filter.

- Transisi tajam dibatas frekuensi = filter menghentikan rentang frekuensi yg diinginkan



Untuk ~~filter~~ dilemahkan / dihilangkan,

b.) Redaman total pd frekuensi dlm stop band

Filter menghilangkan semua komponen frekuensi dalam rentang yang tidak diinginkan

### E) FIR Filter: (Finite Impulse Response)

FIR adalah jenis filter yg digital yg memiliki respon impuls yg terbatas dalam waktu. FIR filter digunakan secara luas dalam pemrosesan sinyal digital karena beberapa sifat menguntungkan, seperti Stabilitas Inheren dan Fase Linier.

1.) Fungsi Transfer

$$y[n] = \sum_{k=0}^{M-1} h[k] x[n-k]$$

dimana:

•  $y[n]$  = Sinyal keluaran

•  $x[n]$  = Sinyal masukan

•  $h[k]$  = koefisien filter atau tanggapan impuls filter

•  $M$  = Panjang filter atau jumlah koefisien.

### 2.) Desain

Desain melibatkan penentuan koefisien  $h(k)$  untuk mencapai karakteristik frekuensi yang diinginkan. Beberapa metode desain yang umum digunakan:

a.) Windowing Method = Menggunakan fungsi jendela untuk membatasi respon impuls ideal, seperti jendela Rectangular, Hamming, Hanning, Blackman

b.) Frequency Sampling method = Menentukan koefisien filter dg langsung menetapkan spesifikasi frekuensi dan melakukan transformasi balik.

c.) Optimal Design method = Menggunakan algoritma optimasi seperti metode Remez exchange untuk mendesain filter yg optimal dg kriteria tertentu

### 3.) Aplikasi

a.) Pengolahan audio = Penyaringan suara untuk menghilangkan noise atau mengubah karakteristik frekuensi

b.) Pengolahan citra = Meningkatkan detail tertentu dalam gambar digital

c.) Telekomunikasi = Penyaringan sinyal untuk menghilangkan interfusi atau mengelola informasi.

### 4.) Karakteristik

a.) Stabilitas = FIR filter selalu stabil karena tidak memiliki komponen umpan balik (feed back)

b.) Sifat Non-recursive = FIR filter bersifat non recursive, yang berarti keluaran hanya tergantung pd nilai masukan saat ini

## S.) Kekurangan dan Kelebihan.

### a.) Kekurangan

- Untuk mendapatkan karakteristik filter yg tajam, diperlukan panjang filter ( $M$ ) yg lebih besar, yg dapat meningkatkan kompleksitas komputasi
- FIR filter lebih kurang efisien dibandingkan dgn IIR filter untuk aplikasi yg membutuhkan respon frekuensi tajam dg panjang filter yg pendek.

### b.) Kelebihan

- Stabilitas Inheren
- Fase Linear
- Mudah diimplementasikan dg arsitektur digital

## F.) IIR Filter (Infinite Impulse Response)

IIR filter adalah jenis filter digital yg memiliki respon impuls yg secara teoritis tidak terbatas dalam waktu. Artinya, respon sistem terhadap sinyal masukan tidak berhenti sepenuhnya setelah waktu tertentu.

### 1.) fungsi Transfer.

$$y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} b(k)x(n-k) - \sum_{j=1}^N a(j)y(n-j)$$

dimana =

- o)  $y(n)$  = Sinyal Keluaran
- o)  $x(n)$  = Sinyal Masukan
- o)  $b(k)$  = koefisien umpan maju (feed forward).
- o)  $a(j)$  = koefisien umpan balik (feed back)
- o)  $M$  dan  $N$  = Order filter untuk umpan maju dan balik.

### 2.) Desain.

Desain ini melibatkan penentuan koefisien  $a(j)$  dan  $b(k)$  untuk mencapai karakteristik frekuensi yg diinginkan. Berikut Metode desain yg digunakan.

a.) Transformasi Bilinear = Mengubah filter analog menjadi filter digital menggunakan transformasi bilinear, yang memetakan sumbu jco (frekuensi analog) ke unit lingkar dalam bidang z (frekuensi digital).

b.) Approximasi Polinomial = menggunakan polinomial yg sesuai seperti Butterworth, Chebyshev, atau Elliptic.

c.) Pole Zero Placement = menempatkan pole dan zero di bidang z untuk mencapai respon frekuensi yg diinginkan.

### 3.) Aplikasi

- a.) ~~Pengolahan~~ Pengolahan Audio
- b.) Pengolahan Citra
- c.) Telekomunikasi
- d.) Control sistem.



#### 4.) Karakteristik

a.) Efisiensi Komputasi = IIR filter biasanya membutuhkan lebih sedikit koefisien

untuk mencapai respon frekuensi yg diinginkan dibandingkan FIR filter

b.) Kemungkinan Instabilitas = karena menggunakan umpan balik

c.) Distorsi Fase = IIR filter umumnya tidak memiliki fase linier.

#### S.) Kelebihan

- Memerlukan lebih sedikit koefisien untuk mencapai respon frekuensi tertentu dibandingkan dg FIR filter

- Lebih efisien dalam hal komputasi untuk aplikasi yang memerlukan respon frekuensi tajam.

#### b) Kekurangan

- Potensi Instabilitas karena umpan balik

- Umumnya memiliki distorsi fase karena tidak liniernya fase

- Desain dan Implementasi yg lebih kompleks dibandingkan dg FIR filter.