

**HAND OUT**  
**EK. 353 PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL**

**Dosen:**

**Ir. Arjuni BP, MT**

**PENDIDIKAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI**  
**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN**  
**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**  
**2009**

## **BAB 1**

### **SINYAL DAN PEMROSESAN SINYAL**

#### **1.1 Karakterisasi dan Klasifikasi Sinyal**

- Sinyal waktu kontinyu
- Sinyal waktu diskrit
- Sinyal deterministic
- Sinyal acak

#### **1.2 Operasi Pemrosesan Sinyal**

- Operasi di kawasan waktu
- Filtering
- Pembangkitan sinyal nilai kompleks
- Modulasi Amplituda
- Multiplexing dan demultiplexing
- Modulasi amplituda quadratur

#### **1.3 Beberapa Jenis Sinyal**

- Sinyal Electrocardiografi (ECG)
- Sinyal Electroencephalogram (EEG)
- Sinyal Seismic
- Sinyal Pembicaraan
- Sinyal Suara Musik
- Sinyal Gambar

#### **1.4 Aplikasi Pemrosesan Sinyal**

- Perekaman Suara
- Telephone Dialing
- FM Stereo
- Sintesis suara musical
- Echo Cancellation pada jaringan telepon

#### **1.5 Pemrosesan Sinyal Digital**

- Pemrosesan digital dari sinyal analog

- Keunggulan pemrosesan sinyal digital

## **BAB 2**

### **SINYAL DAN SISTEM WAKTU DISKRIT**

#### **2.1 Sinyal Waktu Diskrit**

- Representasi kawasan waktu
  - Panjang sinyal waktu diskrit
  - Ukuran Sinyal waktu diskrit
- Operasi pada deretan
  - Operasi dasar
  - Alterasi laju sampling
- Klasifikasi deretan
  - Simetri dan anti-simetri
  - Sinyal Periodik dan sinyal a-periodik
  - Sinyal daya dan sinyal energi
- Tipe deretan yang sering digunakan
  - Deretan unit sample
  - Deretan unit step
  - Deretan sinusoidal dan eksponensial

#### **2.2 Proses Sampling**

- Periode sampling
- Frekuensi sampling

#### **2.3 Sistem Waktu Diskrit**

- Beberapa contoh sistem waktu diskrit
  - Akumulator
  - Moving average filter
  - Linear interpolator
- Klasifikasi Sistem Waktu Diskrit
  - Sistem linier
  - Sistem Shift-invariant
  - Sistem Kausal
  - Sistem stabil
  - Sistem pasif dan lossless

- Respon Impuls dan Step
  - Respon Impuls
  - Respon step

## **2.4 Karakteristik Sistem LTI Waktu Diskrit di Kawasan Waktu**

- Hubungan Input-output
- Metoda Tabular untuk komputasi penjumlahan konvolusi
- Stabilitas sistem LTI
- Kausalitas sistem LTI

## **2.5 Interkoneksi Sistem**

- Koneksi kaskade
- Koneksi parallel

## **2.6 Representasi Sistem LTI Waktu Diskrit dalam Difference Equation**

- Linear Constant Coefficient Difference Equation
- Total Solution Calculation
- Zero input response dan zero step response
- Kalkulasi respon impuls
- Lokasi akar persamaan karakteristik untuk stabil BIBO

## **2.7 Klasifikasi Sistem LTI Waktu Diskrit**

- Berdasarkan panjang respon impuls
- Berdasarkan proses kalkulasi output
- Berdasarkan koefisien respon impuls

## **2.8 Implementasi Sistem Waktu Diskrit**

- Struktur Realisasi sistem LTI
- Realisasi recursive dan non recursive dari sistem FIR

## **2.9 Korelasi Sinyal**

- Definisi
- Autokorelasi dan Korelasi silang dari deretan
- Bentuk normalisasi dari korelasi
- Komputasi korelasi untuk sinyal daya dan sinyal periodik

## **BAB 3**

### **TRANSFORMASI FOURIER WAKTU DISKRIT**

#### **3.1 Transformasi Fourier Waktu Kontinyu**

- Definisi
- Spektrum Kerapatan Energi
- Sinyal waktu kontinyu dengan bandwidth terbatas
- Respon frekuensi sistem LTI waktu kontinyu

#### **3.2 Transformasi Fourier Waktu Diskrit (DTFT)**

- Definisi
- Sifat dasar
- Kesimetrian
  - Deretan kompleks
  - Deretan riil dan deretan imajiner
- Kondisi Konvergen
- Norm dari transformasi Fourier Waktu Diskrit

#### **3.3 Teorema-Teorema DFTF**

- Linieritas
- Time reversal
- Time shifting
- Frequency shifting
- Diferensiasi di kawasan frekuensi
- Konvolusi
- Modulasi
- Relasi Parseval

#### **3.4 Spektrum Kerapatan Energi dari Deretan Waktu Diskrit**

- Spektrum kerapatan energi
- Teorema Wiener-Khintchine

#### **3.5 Sinyal Waktu Diskrit dengan Bandwidth terbatas**

- Sinyal riil waktu diskrit lowpass
- Sinyal riil waktu diskrit highpass

- Sinyal narrow-band

### **3.6 Respon Frekuensi Sistem LTI Waktu Diskrit**

- Definisi
- Karakterisasi di kawasan frekuensi
- Respon frekuensi
  - FIR
  - IIR
- Respon steady state dan transient
- Respon terhadap deretan eksponensial kausal
- Filtering

### **3.7 Phase dan Group Delay**

- Phase Delay
- Group Delay

## **BAB 4**

### **TRANSFORMASI Z**

#### **4.1 Definisi dan Sifat-Sifat Transformasi Z**

- Definisi
- Z plane
- Region of Convergence (ROC)

#### **4.2 Transformasi Z Rational**

- Pole dan Zero
- Lokasi pole untuk sinyal kausal
  - Perilaku di kawasan waktu
- Fungsi sistem dari sistem LTI

#### **4.3 Invers Transformasi Z**

- Integrasi Contour
  - Teorema residu cauchy
- Power Series Expansion
- Partial fraction expansion

#### **4.4 Transformasi Z Satu Sisi**

- Definisi dan sifat
  - Definisi
  - Sifat pergeseran
- Solusi untuk difference equation

#### **4.5 Analisa Sistem LTI pada Domain Z**

- Respon sistem dengan fungsi sistem rasional
- Respon sistem pole-zero dengan kondisi awal nonzero
- Respon transient dan steady state
- Kausalitas dan stabilitas
- Pole-zero cancellation
- Orde pole jamak dan stabilitas
- Stabilitas sistem orde dua



## **BAB 5**

### **STRUKTUR FILTER DIGITAL**

#### **5.1 Representasi Diagram Blok**

- Bangun blok dasar
- Analisa diagram blok
- Delay-free loop
- Struktur kanonik dan non-kanonik

#### **5.2 Struktur Ekuivalen**

- Dilihat dari kesamaan fungsi transfer
- Dilihat melalui operasi transpose

#### **5.3 Struktur Dasar Filter Digital FIR**

- Direct form
- Cascade form
- Realisasi polyphase
- Struktur FIR fasa linier
- Tapped delay line

#### **5.4 Struktur Dasar Filter Digital IIR**

- Direct form
- Realisasi cascade
- Realisasi paralel

#### **5.5 Generator Sinus-cosinus Digital**

- Struktur filter digital orde dua tanpa node input
- Multiplier tunggal

#### **5.6 Kompleksitas Komputasi Struktur Filter Digital**

- Perbandingan kompleksitas komputasi beberapa struktur filter digital

## **BAB 6**

### **PERANCANGAN FILTER DIGITAL IIR**

#### **6.1 Pendahuluan**

- Pendekatan dasar pada perancangan
- Estimasi orde filter
- Penskalaan fungsi transfer digital

#### **6.2 Transformasi Bilinier**

- Perancangan filter digital orde rendah
  - Filter digital Low Pass dan High Pass Butterworth orde satu
  - Filter digital Band Pass dan Bandstop orde dua
  - Penyederhanaan transformasi bilinier

#### **6.3 Perancangan Filter Digital IIR Low Pass**

- Langkah perancangan

#### **6.4 Perancangan Filter Digital IIR High Pass**

- Langkah perancangan

#### **6.5 Perancangan Filter Digital IIR Band Pass**

- Langkah perancangan

#### **6.6 Perancangan Filter Digital IIR Bandstop**

- Langkah perancangan

## **BAB 7**

### **PERANCANGAN FILTER DIGITAL FIR**

#### **7.1 Pendahuluan**

- Pendekatan dasar pada perancangan
- Estimasi orde filter

#### **7.2 Perancangan Filter FIR Berdasarkan ‘windowed fourier series’**

- Least Integral Squared Error
- Respon Impuls dari filter ideal
- Fenomena Gibbs
- Fixed Window function
- Adjustable window function
- Respon impuls filter FIR dengan transisi yang halus

#### **7.3 Perancangan Filter FIR Fasa Minimum**

- Langkah perancangan
- Faktorisasi spektral

#### **7.4 Perancangan Filter FIR dengan Komputasi yang Efisien**

- Periodic Filter Section
- Filter FIR terinterpolasi
  - Langkah perancangan