

EL-2007 Sinyal dan Sistem

Armein Z R Langi

2025-09-03

Table of contents

Selamat Datang di KuLiahEL 2007 Sinyal dan Sistem

Video Clip <https://www.youtube.com/playlist?list=PLgnoib8dkAOy1CnW9UXWDRpcdEpDVWfey>

This is a Quarto book.

To learn more about Quarto books visit <https://quarto.org/docs/books>.

1 Capaian Belajar

Berikut adalah rancangan pembelajaran satu semester untuk mata kuliah **Sinyal dan Sistem (EL2007)**, yang telah ditambahkan dengan rujukan pada buku teks *Signals and Systems* oleh Oppenheim dan *Schaum's Outline of Signals and Systems* oleh Hwei Hsu.

Rencana Pembelajaran Satu Semester

Kode Mata Kuliah: EL2007 **Nama Mata Kuliah:** Sinyal dan Sistem / Signals and Systems **Jumlah SKS:** 3 SKS **Penyelenggara:** 132 - Teknik Elektro / STEI **Co-requisite:** MA2074 Matematika Rekayasa IIA / Engineering Mathematics IIA **Bahasa Pengantar:** Bahasa Indonesia / English

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK): Setelah mengikuti mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan mampu: 1. **Menganalisis sifat sinyal dan sistem** dalam domain waktu, domain frekuensi, dan domain Laplace. 2. **Merancang filter dan pengendali secara matematis** pada studi kasus. 3. **Menggunakan alat bantu (perangkat lunak)** untuk menganalisis sinyal dan sistem.

Metode Pembelajaran: Ceramah, Diskusi, Studi Kasus, Belajar **Modalitas Pembelajaran:** Luring, Daring, Bauran (Offline, Online, Hybrid) **Metode Penilaian:** PR (Pekerjaan Rumah), Kuis, Ujian **Jenis Nilai:** ABCDE

Distribusi Materi dan Kegiatan Per Minggu (14 Minggu Perkuliahan):

Minggu 1: * **Bahan Kajian:** Deskripsi Matematis Sinyal Waktu Kontinu (Mathematical Description of Continuous-time Signals). * **CPMK Terkait:** Memahami dasar-dasar sinyal waktu kontinu dan representasi matematisnya. * **Kegiatan:** Ceramah dan Diskusi tentang jenis-jenis sinyal dan operasi dasar sinyal. * **Rujukan:** * **Oppenheim:** Bab 2 (Signals, Transformations of the Independent Variable, Basic Continuous-Time Signals). * **Schaum's Series:** Bab 1 (Signals and Systems, Signals and Classification of Signals, Basic Continuous-Time Signals). Lihat juga Solved Problems seperti 1.3, 1.4, 1.5, 1.19, 1.46, 1.47, 1.48 untuk latihan.

Minggu 2-3: * **Bahan Kajian:** Deskripsi Sistem di Domain Waktu: Persamaan Diferensial dan Respon Impuls (Time-Domain Description of Systems: Differential Equation and Impulse Response). * **CPMK Terkait:** Mengetahui karakteristik sistem linear tak-berubah waktu

(LTI) dan representasinya melalui persamaan diferensial dan respon impuls. * **Kegiatan:** Ceramah dan Diskusi mengenai konsep sistem, sifat-sifatnya, dan pentingnya respon impuls. * **Penilaian (Akhir Minggu 3):** PR 1 (terkait deskripsi sinyal dan sistem di domain waktu). * **Rujukan:** * **Oppenheim:** Bab 2 (Systems, Properties of Systems), Bab 3 (Linear Time-Invariant Systems, The Representation of Signals in Terms of Impulses, Systems Described by Differential and Difference Equations). * **Schaum's Series:** Bab 1 (Systems and Classification of Systems), Bab 2 (Introduction, Systems Described by Differential Equations, Eigenfunctions of Continuous-Time LTI Systems). Solved Problems seperti 1.44, 1.45, 1.51, 1.52 relevan untuk fungsi eigen dan deskripsi sistem.

Minggu 4-5: * **Bahan Kajian:** Analisis Sistem di Domain Waktu: Solusi Persamaan Diferensial dan Konvolusi (Time-Domain Analysis of Systems: Solution to Differential Equation and Convolution). * **CPMK Terkait:** Mampu menganalisis respon sistem LTI menggunakan konvolusi dan menyelesaikan persamaan diferensial yang menggambarkan sistem. * **Kegiatan:** Ceramah, Diskusi, dan Studi Kasus tentang aplikasi operasi konvolusi untuk mendapatkan respon sistem. * **Rujukan:** * **Oppenheim:** Bab 3 (Discrete-Time LTI Systems: The Convolution Sum, Continuous-Time LTI Systems: The Convolution Integral, Systems Described by Differential and Difference Equations). * **Schaum's Series:** Bab 2 (Response of a Continuous-Time LTI System and the Convolution Integral, Systems Described by Differential Equations). Lihat Solved Problems seperti 2.1, 2.8, 2.14, 2.46, 2.64 untuk latihan.

Minggu 6-7: * **Bahan Kajian:** Deskripsi Domain Frekuensi: Transformasi Fourier (Frequency-Domain Description: Fourier Transform). * **CPMK Terkait:** Memahami konsep Transformasi Fourier sebagai alat untuk menganalisis sinyal dan sistem di domain frekuensi. * **Kegiatan:** Ceramah, Diskusi, dan Belajar Mandiri (latihan soal) tentang Transformasi Fourier untuk berbagai jenis sinyal. * **Penilaian (Akhir Minggu 7):** Kuis 1 (tentang Transformasi Fourier). * **Rujukan:** * **Oppenheim:** Bab 4 (Representation of Aperiodic Signals: The Continuous-Time Fourier Transform, Properties of the Continuous-Time Fourier Transform). * **Schaum's Series:** Bab 5 (Introduction, The Fourier Transform, Properties of the Continuous-Time Fourier Transform). Lihat Solved Problems seperti 5.31, 5.32, 5.35 untuk latihan.

Minggu 8: * **Bahan Kajian:** Analisis Sistem di Domain Frekuensi: Respon Frekuensi (Frequency-Domain Analysis of Systems: Frequency Response). * **CPMK Terkait:** Mampu menganalisis respon frekuensi sistem dan memahami dampaknya terhadap sinyal input. * **Kegiatan:** Ceramah, Diskusi, dan Studi Kasus mengenai karakteristik filter di domain frekuensi. * **Rujukan:** * **Oppenheim:** Bab 4 (The Frequency Response of Systems Characterized by Linear Constant-Coefficient Differential Equations, First-Order and Second-Order Systems). * **Schaum's Series:** Bab 5 (The Frequency Response of Continuous-Time LTI Systems). Lihat Solved Problems seperti 5.45, 5.46, 5.47 untuk latihan.

Minggu 9-10: * **Bahan Kajian:** Deskripsi Domain Laplace: Transformasi Laplace (Laplace-Domain Description: Laplace Transform). * **CPMK Terkait:** Memahami Transformasi Laplace dan inversnya sebagai alat yang ampuh untuk analisis sistem. * **Kegiatan:** Ceramah,

Diskusi, dan Belajar Mandiri (latihan soal) tentang Transformasi Laplace untuk menyelesaikan persamaan diferensial. * **Penilaian (Akhir Minggu 10):** PR 2 (terkait Transformasi Laplace). * **Rujukan:** * **Oppenheim:** Bab 9 (Laplace and z-Transforms: Introduction, Relationship to Fourier Transform, Poles and Zeros, Region of Convergence of a Laplace or z-transform and its relationship to properties of the signal with which it is associated; inverse transforms using partial fraction expansion; basic transform properties). * **Schaum's Series:** Bab 3 (The Laplace Transform, Laplace Transforms of Some Common Signals, Properties of the Laplace Transform, The Inverse Laplace Transform, The Unilateral Laplace Transform). Lihat Solved Problems seperti 3.10, 3.15, 3.32, 3.33, 3.34, 3.37, 3.38 untuk latihan.

Minggu 11-12: * **Bahan Kajian:** Analisis Sistem di Domain Laplace: Fungsi Alih (Laplace-Domain Analysis of System: Transfer Function). * **CPMK Terkait:** Mampu menganalisis sistem menggunakan konsep fungsi alih dan diagram blok di domain Laplace. * **Kegiatan:** Ceramah, Diskusi, dan Studi Kasus analisis sistem kompleks menggunakan fungsi alih. * **Penilaian (Akhir Minggu 12):** Kuis 2 (tentang Fungsi Alih). * **Rujukan:** * **Oppenheim:** Bab 9 (System Functions for LTI Systems, Interconnections of LTI Systems). * **Schaum's Series:** Bab 3 (The System Function, Transform Circuits). Lihat juga ilustrasi sistem kaskade dan paralel.

Minggu 13: * **Bahan Kajian:** Studi kasus: Desain Filter (Case Study: Filter Designs). * **CPMK Terkait:** Mampu merancang filter secara matematis dan menggunakan perangkat lunak untuk memverifikasi desain. * **Kegiatan:** Studi Kasus dan Belajar mandiri/praktikum menggunakan perangkat lunak untuk simulasi desain filter (misalnya, low-pass, high-pass). * **Penilaian:** PR 3 (proyek desain filter). * **Rujukan:** * **Oppenheim:** Bab 6 (Introduction to Filtering in Continuous-Time and Discrete-Time, Ideal Frequency-Selective Filters, Examples of Filters described by differential and difference equations, Butterworth filters). * **Schaum's Series:** Bab 5 (Filtering, Bandwidth), Bab 6 (System Response to Sampled Continuous-Time Sinusoids, Simulation), lihat pula bilinear transformation (Prob. 6.46, 6.47).

Minggu 14: * **Bahan Kajian:** Studi kasus: Pengantar Sistem Kendali Linier Umpan Balik (Case Study: Introduction to Linear Feedback Control System). * **CPMK Terkait:** Memahami prinsip dasar sistem kendali umpan balik dan mampu menganalisis karakteristik performanya. * **Kegiatan:** Ceramah, Diskusi, dan Studi Kasus pengantar konsep sistem kendali. * **Rujukan:** * **Oppenheim:** Bab 11 (Linear Feedback Systems: Introduction, Linear Feedback Systems, Some Applications and Consequences of Feedback, Root-Locus Analysis, The Nyquist Stability Criterion, Gain and Phase Margins). * **Schaum's Series:** Bab 7 (State Space Analysis: Introduction, The Concept of State, State Space Representation of Discrete-Time LTI Systems, State Space Representation of Continuous-Time LTI Systems, Solutions of State Equations for Discrete-Time LTI Systems, Solutions of State Equations for Continuous-Time LTI Systems). (Meskipun Bab 7 Schaum's lebih fokus pada analisis ruang keadaan, ini adalah dasar untuk sistem kendali).

Minggu Ujian Akhir Semester: * **Penilaian:** Ujian Akhir Semester (mencakup seluruh bahan kajian dari minggu 1 hingga 14).

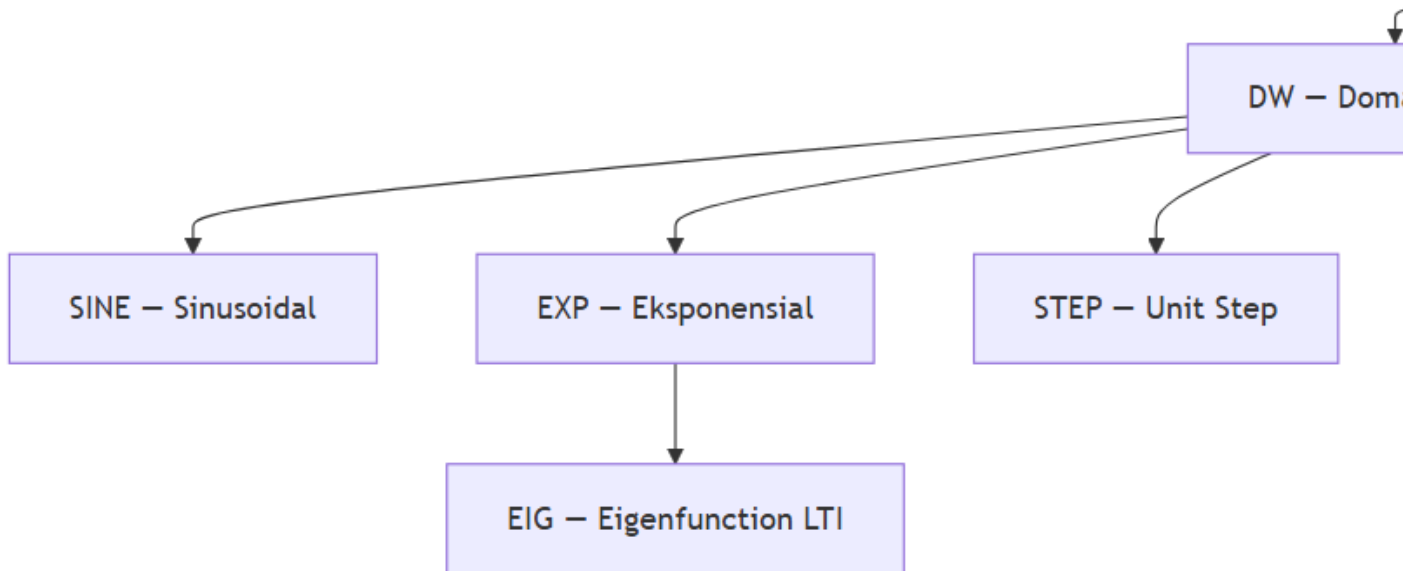
2 Latihan Minggu 1 – Sinyal & Sistem

EL2007 – Signals and Systems

3 Latihan Minggu 1

3.1 Sinyal & Sistem (EL2007)

3.2 Peta Pengetahuan Primitif (Minggu 1)



4 Soal dari Oppenheim

4.0.1 Soal 1

PN: OP-DW-SIGNAL-01-R Sebutkan 4 contoh sinyal waktu-kontinu dasar. ??? **Jawaban & Penjelasan:** Eksponensial, sinusoidal, unit step, unit impulse. Ini dasar untuk membangun sinyal kompleks.

4.0.2 Soal 2

PN: OP-DW-SIGNAL-02-U Jelaskan sifat eksponensial kompleks e^{st} . ??? **Jawaban & Penjelasan:** Eksponensial kompleks = eigenfunction sistem LTI. Jika $s = j\omega \rightarrow$ sinusoidal. Sifat ini dasar Fourier/Laplace.

4.0.3 Soal 3

PN: OP-DW-SIGNAL-03-A Apakah $x(t) = \sin(3t) + \cos(5t)$ periodik? ??? **Jawaban & Penjelasan:** Tidak periodik, karena $3/5$ bukan bilangan rasional. Periodisitas butuh rasio frekuensi rasional.

4.0.4 Soal 4

PN: OP-DW-SIGNAL-04-A Hitung energi sinyal $x(t) = e^{-t}u(t)$. (*Bloom: Apply*)

??? **Jawaban & Penjelasan:** $E = \int_0^\infty e^{-2t} dt = 1/2$. Energi terbatas \rightarrow sinyal energi, bukan daya.

4.1 Peta Pemecahan Masalah – Soal 4



4.1.1 Soal 5

PN: OP-DW-SYSTEM-05-A Apakah sistem $y(t) = [x(t)]^2$ linear? (*Bloom: Apply*)

??? **Jawaban & Penjelasan:** Tidak linear.

- Homogenitas gagal: $[a \cdot x]^2 = a^2[x]^2 \neq a[x]^2$.
- Aditivitas gagal: $[x_1 + x_2]^2 \neq x_1^2 + x_2^2$.

4.2 Peta Pemecahan Masalah – Soal 5



4.2.1 Soal 6

PN: OP-DW-SYSTEM-06-A Apakah sistem $y(t) = x(t - 2)$ kausal? ??? **Jawaban & Penjelasan:** Ya, output di t hanya bergantung input waktu lampau/bersamaan.

4.2.2 Soal 7

PN: OP-DW-SYSTEM-07-An

Apakah sistem ($y(t)=t \cdot x(t)$) time-invariant?

(Bloom: Analyze)

??? **Jawaban & Penjelasan:**

Tidak time-invariant.

- Tes pergeseran:

Input digeser $\rightarrow (x(t-t))$.

Output seharusnya $(t \cdot x(t-t))$.

- Tetapi sistem memberi hasil: $((t-t) \cdot x(t-t))$.

- Karena hasil berbeda \rightarrow sistem **time-varying**.
