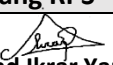





**INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL,
FAKULTAS TEKNIK
PRODI TEKNIK ELEKTRO**

**Kode
Dokumen**

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)		SEMESTER	Tgl Penyusunan
Sistem Kendali Multivariabel	MKB		T= 3	P=	7	1 September 2023
OTORISASI	Pengembang RPS		Koordinator RMK		Ketua PRODI	
	 Muhammad Ikrar Yamin, ST., MTrT				 Harlan Effendi, ST., MT.	
Capaian Pembelajaran (CP)	CPL-PRODI yang dibebankan pada MK					
	CPL1	Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika (S2)				
	CPL2	Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinal orang lain (S5)				
	CPL3	Mampu menunjukkan internalisasi nilai, norma, dan etika akademik (S9)				
	CPL4	Mampu mengambil keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis informasi dan data (KU5)				
	CPL5	Mengambil serta mengumpulkan data dan informasi untuk rekomendasi tindak lanjut dalam pengambilan keputusan secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah di bidang keahliannya (KU11)				
	CPL6	Mampu mengidentifikasi, merumuskan, menganalisis dan menyelesaikan permasalahan teknik elektro (KK4)				
	CPL7	Mampu menerapkan ketrampilan dan pengetahuan keluasan (breadth knowledge) yang mencakup sejumlah topik rekayasa yang sesuai dengan bidang teknik elektro (P5)				
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)					
	CPMK1	Memahami dan menjelaskan prinsip dasar serta konsep sistem kendali multivariabel (CPL7)				
	CPMK2	Mampu memodelkan dan menganalisis sistem kendali multivariabel menggunakan representasi matematis dan teknik analisis yang sesuai (CPL6)				
	CPMK3	Mampu merancang pengendali multivariabel menggunakan berbagai metode seperti ruang keadaan dan pengendalian optimal (CPL4)				
	CPMK4	Mengimplementasikan sistem kendali multivariabel pada perangkat keras dan perangkat lunak, serta mengevaluasi kinerja sistem (CPL5)				

	CPMK5	Menunjukkan sikap profesional dalam bekerja di tim serta menghargai pandangan dan temuan orisinal orang lain dalam proyek kelompok (CPL2,CP3)
	CPMK6	Menunjukkan integritas dan etika profesional dalam setiap kegiatan akademik dan penerapan teknik kendali (CPL1,CPL3)
	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	
	Sub-CPMK1	Mahasiswa dapat menjelaskan konsep dasar dan pentingnya sistem kendali multivariabel serta perbedaan antara sistem SISO dan MIMO.
	Sub-CPMK2	Mahasiswa memiliki pemahaman yang kuat tentang konsep dan teknik matriks yang esensial dalam analisis, desain, dan implementasi sistem kendali multivariabel.
	Sub-CPMK3	Mahasiswa mampu membuat representasi model matematis dan fungsi transfer dari sistem kendali multivariabel, serta memahami matriks transfer dan model ruang keadaan
	Sub-CPMK4	Mahasiswa dapat menganalisis stabilitas sistem multivariabel dan memahami pola interaksi antar variabel, serta melakukan analisis respon frekuensi
	Sub-CPMK5	Mahasiswa mampu menerapkan teori SVD dalam analisis sistem kendali multivariabel dan memahami aplikasinya dalam reduksi model dan analisis mode dominan
	Sub-CPMK6	Mahasiswa dapat merancang kontroler umpan balik (feedback control) dan pengendali PID multivariabel, serta memahami desain pengendali berbasis pola interaksi
	Sub-CPMK7	Mahasiswa mampu merancang kontroler menggunakan metode ruang keadaan, termasuk pengendali penempatan kutub (pole placement) dan pengamat (observer)
	Sub-CPMK8	Mahasiswa dapat menjelaskan konsep pengendalian optimal, menentukan kriteria kinerja dan fungsi biaya, serta merancang Linear Quadratic Regulator (LQR).
	Sub-CPMK9	Mahasiswa mampu memahami konsep dasar pengendalian robust, melakukan analisis ketidakpastian sistem, dan merancang pengendali robust menggunakan teori H-infinity
	Sub-CPMK10	Mahasiswa dapat mengimplementasikan pengendali dalam perangkat keras dan perangkat lunak simulasi (MATLAB/Simulink), serta memahami algoritma dan pemrograman kontrol
	Sub-CPMK11	Mahasiswa dapat menjelaskan aplikasi sistem kendali multivariabel dalam industri kimia, manufaktur, dan sistem tenaga listrik, serta sistem penerbangan dan ruang angkasa
	Sub-CPMK12	Mahasiswa dapat menganalisis dan merancang sistem kendali multivariabel pada reaktor kimia, serta melakukan optimasi dan kontrol proses kimia
	Sub-CPMK13	Mahasiswa mampu menganalisis dan merancang sistem kendali multivariabel pada sistem tenaga listrik, serta memahami stabilitas dan kontrol distribusi energi

	Sub-CPMK14	Mahasiswa dapat menyusun, mengimplementasikan, dan mempresentasikan proyek akhir yang melibatkan sistem kendali multivariabel, serta melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem yang dirancang													
	Korelasi CPMK terhadap Sub-CPMK														
		Sub-CPMK1	Sub-CPMK2	Sub-CPMK3	Sub-CPMK4	Sub-CPMK5	Sub-CPMK6	Sub-CPMK7	Sub-CPMK8	Sub-CPMK9	Sub-CPMK10	Sub-CPMK11	Sub-CPMK12	Sub-CPMK13	Sub-CPMK14
	CPMK 1	√	√	√											
	CPMK 2				√	√									
	CPMK 3						√	√	√						
	CPMK 4										√				√
	CPMK 5											√	√	√	√
	CPMK 6									√					
Deskripsi Singkat MK	Mata kuliah ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam tentang prinsip dan teknik pengendalian sistem dengan banyak masukan dan keluaran (multivariabel). Mahasiswa akan mempelajari teori, desain, dan implementasi pengendali untuk sistem yang kompleks, serta menganalisis interaksi antar variabel yang terlibat dalam proses pengendalian. Mata kuliah ini mencakup topik-topik seperti model matematis sistem multivariabel, teknik dekomposisi, metode pengendalian optimal, pengendalian robust, dan aplikasi praktis dalam industri.														
Bahan Kajian: Materi Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengantar Sistem Kendali Multivariabel 2. Matriks dalam Sistem Kendali Multivariabel 3. Transfer function dan State Space di Sistem Multivariabel 4. Analisis Sistem Kendali Multivariabel 5. Dekomposisi Nilai Singular (Singular Value Decomposition, SVD) 6. Desain Pengendali Multivariabel I: Kontrol Umpan Balik 7. Desain Pengendali Multivariabel II: Metode Ruang Keadaan 8. Pengendalian Optimal 9. Pengendalian Robust 10. Simulasi MATLAB untuk Sistem Kendali Multivariabel 11. Aplikasi Sistem Kendali Multivariabel di Industri 12. Studi Kasus I: Reaktor Kimia 13. Studi Kasus II: Sistem Tenaga Listrik 14. Proyek Akhir dan Evaluasi 														

Pustaka		Utama :					
		1. Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). Multivariable Feedback Control: Analysis and Design (2nd ed.). John Wiley & Sons.					
		2. Hespanha, J. P. (2009). Linear Systems Theory. Princeton University Press.					
		3. Doyle, J., Francis, B., & Tannenbaum, A. (1992). Feedback Control Theory. Macmillan.					
		Pendukung :					
		1. Maciejowski, J. M. (2002). Multivariable Feedback Design. Addison-Wesley.					
		2. Glad, T., & Ljung, L. (2000). Control Theory: Multivariable and Nonlinear Methods. Taylor & Francis.					
Dosen Pengampu		Muhammad Ikrar Yamin, ST. MTrT					
Matakuliah syarat		Dasar Sistem Kendali, Matematika Teknik, Aljabar Linear					
Mg Ke-	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bantuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Penugasan Mahasiswa, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot Penilaian (%)
		Indikator	Kriteria & Teknik	Luring (<i>offline</i>)	Daring (<i>online</i>)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Mahasiswa dapat menjelaskan konsep dasar dan pentingnya sistem kendali multivariabel serta perbedaan antara sistem SISO dan MIMO.	-Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban	Kriteria : • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif Bentuk non test: o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur	• Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 1: Mengkaji dan dan mensarikan perkembangan sistem kendali multivariabel [PT+KM:(1+1)x(2x 60')]	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	• Definisi Sistem Kendali Multivariabel • Perbedaan SISO dan MIMO Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. John Wiley & Sons. (hal. 1-15)	5

2	Mahasiswa memiliki pemahaman yang kuat tentang konsep dan teknik matriks yang esensial dalam analisis, desain, dan implementasi sistem kendali multivariabel.	<ul style="list-style-type: none"> -Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban 	Kriteria : <ul style="list-style-type: none"> • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif Bentuk non test: <ul style="list-style-type: none"> o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : <ul style="list-style-type: none"> o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 2: Menyelesaikan beberapa permasalahan sekitar matriks dan aplikasinya dalam sistem kendali multivariabel [PT+KM:(1+1)x(2x 60')] 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Definisi, Operasi, Jenis, determinan dan invers matriks • Aplikasi Matriks dalam Sistem Kendali Multivariabel Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). <i>Multivariable Feedback Control: Analysis and Design</i> . John Wiley & Sons. (hal. 275-300)	5
3	Mahasiswa mampu membuat representasi model matematis dan fungsi transfer dari sistem kendali multivariabel, serta memahami matriks transfer dan model ruang keadaan	<ul style="list-style-type: none"> -Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban 	Kriteria : <ul style="list-style-type: none"> • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif Bentuk non test: <ul style="list-style-type: none"> o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : <ul style="list-style-type: none"> o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 3: Menyelesaikan problem sebuah sistem kendali dengan menurunkan model dan transfer functionnya serta state spacenya [PT+KM:(1+1)x(2x 60')] 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Transfer Function • Ruang Keadaan • Representasi Transfer Function dan Ruang Keadaan pada Sistem Kendali Multivariabel Hespanha, J. P. (2009). <i>Linear Systems Theory</i> . Princeton University Press. (hal. 23-45)	5
4	Mahasiswa dapat menganalisis stabilitas sistem multivariabel dan memahami pola interaksi antar variabel, serta	<ul style="list-style-type: none"> -Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi 	Kriteria : <ul style="list-style-type: none"> • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 4: 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis stabilitas sistem kendali multivariabel 	5

	melakukan analisis respon frekuensi	jawaban - Kebenaran isi jawaban	Bentuk non test: o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur	Melakukan analisis stabilitas dan respon frekuensi pada suatu sistem kendali multivariabel yang diberikan, dan mempresentasikan hasilnya dalam bentuk laporan [PT+KM:(1+1)x(2x 60')]		<ul style="list-style-type: none"> • Pola interaksi antar variabel dalam sistem MIMO • Analisis respon frekuensi untuk sistem multivariabel • Penggunaan diagram Bode dan Nyquist <p>Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). <i>Multivariable Feedback Control: Analysis and Design</i>. John Wiley & Sons. (hal. 50-75)</p>	
5	Mahasiswa mampu menerapkan teori SVD dalam analisis sistem kendali multivariabel dan memahami aplikasinya dalam reduksi model dan analisis mode dominan	-Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban	Kriteria : • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif Bentuk non test: o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 5: Menggunakan SVD untuk menganalisis dan mereduksi model suatu sistem kendali multivariabel, kemudian membandingkan hasilnya dengan model asli. [PT+KM:(1+1)x(2x 60')] 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Konsep dasar SVD (Singular Value Decomposition) • Aplikasi SVD dalam analisis sistem kendali multivariabel • Reduksi model menggunakan SVD • Analisis mode dominan <p>Hespanha, J. P. (2009). <i>Linear Systems Theory</i>. Princeton University Press. (hal. 90-110)</p>	10
6	Mahasiswa dapat merancang kontroler umpan balik (feedback)	-Ketepatan pemahaman	Kriteria : • Interaktif • Holistik	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS:	<ul style="list-style-type: none"> • Prinsip dasar kontrol umpan balik 	5

	control) dan pengendali PID multivariabel, serta memahami desain pengendali berbasis pola interaksi	<ul style="list-style-type: none"> - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban 	<ul style="list-style-type: none"> • Integratif • Kolaboratif Bentuk non test: <ul style="list-style-type: none"> o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : <ul style="list-style-type: none"> o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Tugas 6: Merancang sebuah kontroler PID untuk sistem kendali multivariabel yang diberikan, dan uji kinerja kontroler tersebut melalui simulasi. [PT+KM:(1+1)x(2x 60')] 	https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Desain kontroler PID untuk sistem multivariabel • Metode desain pengendali berbasis pola interaksi • Studi kasus desain pengendali Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). <i>Multivariable Feedback Control: Analysis and Design</i> . John Wiley & Sons. (hal. 130-160)	
7	Mahasiswa mampu merancang kontroler menggunakan metode ruang keadaan, termasuk pengendali penempatan kutub (pole placement) dan pengamat (observer)	-Ketepatan pemahaman <ul style="list-style-type: none"> - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban 	Kriteria : <ul style="list-style-type: none"> • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif Bentuk non test: <ul style="list-style-type: none"> o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : <ul style="list-style-type: none"> o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 7: Merancang kontroler dan observer untuk sistem kendali multivariabel menggunakan metode ruang keadaan, dan mensimulasikan sistem untuk memvalidasi desain yang dibuat [PT+KM:(1+1)x(2x 60')] 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Desain kontroler menggunakan model ruang keadaan • Metode penempatan kutub (pole placement) • Desain dan implementasi pengamat (observer) • Aplikasi pada sistem kendali nyata Hespanha, J. P. (2009). <i>Linear Systems Theory</i> . Princeton University Press. (hal. 145-175)	5
8	Evaluasi Tengah Semester / Ujian Tengah Semester						

9	Mahasiswa dapat menjelaskan konsep pengendalian optimal, menentukan kriteria kinerja dan fungsi biaya, serta merancang Linear Quadratic Regulator (LQR).	<ul style="list-style-type: none"> -Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban 	Kriteria : <ul style="list-style-type: none"> • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif Bentuk non test: <ul style="list-style-type: none"> o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : <ul style="list-style-type: none"> o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 8: Merancang sebuah Linear Quadratic Regulator (LQR) untuk sistem kendali multivariabel yang diberikan dan mengevaluasi kinerja LQR tersebut melalui simulasi. [PT+KM:(1+1)x(2x 60')] 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Prinsip dasar pengendalian optimal • Kriteria kinerja dan fungsi biaya • Konsep Linear Quadratic Regulator (LQR) • Implementasi LQR pada sistem kendali multivariabel Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). <i>Multivariable Feedback Control: Analysis and Design</i> . John Wiley & Sons. (hal. 200-230)	5
10	Mahasiswa diharapkan Mahasiswa mampu memahami konsep dasar pengendalian robust, melakukan analisis ketidakpastian sistem, dan merancang pengendali robust menggunakan teori H-infinity	<ul style="list-style-type: none"> -Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban 	Kriteria : <ul style="list-style-type: none"> • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif Bentuk non test: <ul style="list-style-type: none"> o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : <ul style="list-style-type: none"> o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 9: Melakukan analisis ketidakpastian dan merancang pengendali robust menggunakan teori H-infinity untuk sistem kendali multivariabel yang diberikan [PT+KM:(1+1)x(2x 60')] 	Modul, Forum, dan Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Konsep dasar pengendalian robust • Analisis ketidakpastian dalam sistem kendali • Teori dan aplikasi H-infinity • Studi kasus desain pengendali robust Doyle, J., Francis, B., & Tannenbaum, A. (1992). <i>Feedback Control Theory</i> . Macmillan. (hal. 110-140)	10

11	Mahasiswa dapat mengimplementasikan pengendali dalam perangkat keras dan perangkat lunak simulasi (MATLAB/Simulink), serta memahami algoritma dan pemrograman kontrol	<ul style="list-style-type: none"> -Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban 	<p>Kriteria :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif <p>Bentuk non test:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian <p>Bentuk test :</p> <ul style="list-style-type: none"> o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 10: mengImplementasikan pengendali yang dirancang dalam perangkat keras dan perangkat lunak simulasi (MATLAB/Simulink), dan menguji kinerja sistem secara keseluruhan [PT+KM:(1+1)x(2x 60')] 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Implementasi pengendali dalam perangkat keras • Penggunaan perangkat lunak simulasi (MATLAB/Simulink) • Algoritma dan pemrograman kontrol • Studi kasus implementasi pengendali <p>Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). <i>Multivariable Feedback Control: Analysis and Design</i>. John Wiley & Sons. (hal. 240-270)</p>	5
12	Mahasiswa dapat menjelaskan aplikasi sistem kendali multivariabel dalam industri kimia, manufaktur, dan sistem tenaga listrik, serta sistem penerbangan dan ruang angkasa	<ul style="list-style-type: none"> -Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban 	<p>Kriteria :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif <p>Bentuk non test:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian <p>Bentuk test :</p> <ul style="list-style-type: none"> o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 10: memilih satu aplikasi dari industri kimia, manufaktur, sistem tenaga listrik, atau sistem penerbangan dan ruang angkasa, lalu membuat laporan yang menjelaskan bagaimana sistem kendali 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi dalam industri kimia • Aplikasi dalam industri manufaktur • Aplikasi dalam sistem tenaga listrik • Aplikasi dalam sistem penerbangan dan ruang angkasa <p>Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). <i>Multivariable Feedback</i></p>	10

			terstruktur	multivariabel diterapkan dan manfaatnya. [PT+KM:(1+1)x(2x 60')]		Control: Analysis and Design. John Wiley & Sons. (hal. 275-300)	
13	Mahasiswa dapat menganalisis dan merancang sistem kendali multivariabel pada reaktor kimia, serta melakukan optimasi dan kontrol proses kimia	-Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban	Kriteria: Pedoman penskoran (Marking Scheme) Bentuk non-test: Meringkas materi kuliah	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 11: menganalisis dan desain sistem kendali multivariabel untuk reaktor kimia yang diberikan, termasuk optimasi dan kontrol proses, dan membuat laporan hasilnya [PT+KM:(1+1)x(2x 60')] 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis sistem kendali multivariabel pada reaktor kimia • Desain kontroler untuk reaktor kimia • Optimasi dan kontrol proses kimia • Studi kasus penerapan kontroler pada reaktor kimia <p>Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. John Wiley & Sons. (hal. 275-300)</p>	10
14	Mahasiswa mampu menganalisis dan merancang sistem kendali multivariabel pada sistem tenaga listrik, serta memahami stabilitas dan kontrol distribusi energi	-Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban	Kriteria: Pedoman penskoran (Marking Scheme) Bentuk non-test: Meringkas materi kuliah	<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 12: menganalisis dan desain sistem kendali multivariabel untuk sistem tenaga listrik yang diberikan, dan membuat laporan 	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis sistem kendali multivariabel pada sistem tenaga listrik • Desain kontroler untuk sistem tenaga listrik • Stabilitas dan kontrol distribusi energi • Studi kasus penerapan kontroler 	10

				hasilnya [PT+KM:(1+1)x(2x 60')]		pada sistem tenaga listrik Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. John Wiley & Sons. (hal. 275-300)	
15	Mahasiswa dapat menyusun, mengimplementasikan, dan mempresentasikan proyek akhir yang melibatkan sistem kendali multivariabel, serta melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem yang dirancang	-Ketepatan pemahaman - Ketepatan analisis - Kelengkapan isi jawaban - Kebenaran isi jawaban	Kriteria: Kriteria : • Interaktif • Holistik • Integratif • Kolaboratif Bentuk non test: o Penilaian sikap, kedisiplinan, kepribadian Bentuk test : o Soal latihan yang dikerjakan dalam kertas dan terstruktur	• Kuliah • Diskusi [PB:1x(3x50)] • Tugas 13: menyusun dan mengimplementasikan proyek akhir yang melibatkan sistem kendali multivariabel, melakukan pengujian dan mengevaluasi kinerja, serta mempresentasikan hasil proyek [PT+KM:(1+1)x(2x 60')]	Modul, Forum, dan Kuis di LMS: https://siakad.istn.ac.id/	<ul style="list-style-type: none"> • Penyusunan proyek akhir • Implementasi dan pengujian sistem kendali • Presentasi proyek akhir • Evaluasi kinerja sistem Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. John Wiley & Sons. (hal. 275-300)	10
16	Evaluasi Akhir Semester / Ujian Akhir Semester						

Catatan :

1. **Capaian Pembelajaran Lulusan PRODI (CPL-PRODI)** adalah kemampuan yang dimiliki oleh setiap lulusan PRODI yang merupakan internalisasi dari sikap, penguasaan pengetahuan dan ketrampilan sesuai dengan jenjang prodinya yang diperoleh melalui proses pembelajaran.
2. **CPL yang dibebankan pada mata kuliah** adalah beberapa capaian pembelajaran lulusan program studi (CPL-PRODI) yang digunakan untuk pembentukan/pengembangan sebuah mata kuliah yang terdiri dari aspek sikap, ketrampilan umum, ketrampilan khusus dan pengetahuan.

3. **CP Mata kuliah (CPMK)** adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPL yang dibebankan pada mata kuliah, dan bersifat spesifik terhadap bahan kajian atau materi pembelajaran mata kuliah tersebut.
4. **Sub-CP Mata kuliah (Sub-CPMK)** adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPMK yang dapat diukur atau diamati dan merupakan kemampuan akhir yang direncanakan pada tiap tahap pembelajaran, dan bersifat spesifik terhadap materi pembelajaran mata kuliah tersebut.
5. **Indikator penilaian** kemampuan dalam proses maupun hasil belajar mahasiswa adalah pernyataan spesifik dan terukur yang mengidentifikasi kemampuan atau kinerja hasil belajar mahasiswa yang disertai bukti-bukti.
6. **Kreteria Penilaian** adalah patokan yang digunakan sebagai ukuran atau tolok ukur ketercapaian pembelajaran dalam penilaian berdasarkan indikator-indikator yang telah ditetapkan. Kreteria penilaian merupakan pedoman bagi penilai agar penilaian konsisten dan tidak bias. Kreteria dapat berupa kuantitatif ataupun kualitatif.
7. **Bentuk penilaian:** tes dan non-tes.
8. **Bentuk pembelajaran:** Kuliah, Responsi, Tutorial, Seminar atau yang setara, Praktikum, Praktik Studio, Praktik Bengkel, Praktik Lapangan, Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat dan/atau bentuk pembelajaran lain yang setara.
9. **Metode Pembelajaran:** Small Group Discussion, Role-Play & Simulation, Discovery Learning, Self-Directed Learning, Cooperative Learning, Collaborative Learning, Contextual Learning, Project Based Learning, dan metode lainnya yg setara.
10. **Materi Pembelajaran** adalah rincian atau uraian dari bahan kajian yg dapat disajikan dalam bentuk beberapa pokok dan sub-pokok bahasan.
11. **Bobot penilaian** adalah prosentasi penilaian terhadap setiap pencapaian sub-CPMK yang besarnya proposional dengan tingkat kesulitan pencapaian sub-CPMK tsb., dan totalnya 100%.
12. TM=Tatap Muka, PT=Penugasan terstruktur, BM=Belajar mandiri.

