

BIDANG PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN

BERITA ACARA PERKULIAHAN

KULIAH OFFLINE

PERIODE SEMESTER GENAP 2023-2024

MATA KULIAH:

SISTEM KENDALI MULTIVARIABEL

Kls A _ Elektro S1

LAMPIRAN BERITA ACARA PERKULIAHAN :

- 1. SK.DEKAN FTI SEMESTER GENAP 2023/2024*
- 2. PRESENSI KEHADIRAN DOSEN DAN MATERI AJAR*
- 3. CONTOH HAND OUT MATERI AJAR*
- 4. NILAI KOMULATIF; KEHADIRAN, TUGAS, UTS DAN UAS*

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

JAKARTA



YAYASAN PERGURUAN CIKINI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640
Telp. 021-7270090 (hunting), Fax 021-7866955, hp: 081291030024
Email: humas@istn.ac.id Website: www.istn.ac.id

SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK
Nomor : 04/03.1-V/III/2024
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2023/2024

Nama	: Ariman, ST, MT.	Status Pegawai	: Tetap
NIK/ NIDN/ NIDK	: 01961010 / 0313026703	Program Studi	: Teknik Elektro D3
Jabatan Akademik	: Lektor		

Bidang	Perincian Kegiatan	Tempat	Jam	Kredit (SKS)	Hari
I PENDIDIKAN & PENGAJARAN	1. Pengajaran di kelas termasuk laboratorium				
	1. Praktikum PLC (Teknik Elektro S1 - Kelas A)	Lab Elk	08:00 - 09:40	1	Rabu
	2. Bahasa Inggris Teknik (Teknik Elektro S1 - Kelas A)	R-D3	15:00 - 16:40	2	Kamis
	3. Bahasa Inggris Teknik (Teknik Elektro S1 - Kelas K)	R-C5	13:00 - 14:40		Sabtu
	4. Kewirausahaan (Teknik Elektro S1 - Kelas K)	Lab Fis	15:30 - 17:00	2	Jumat
	5. Sistem Kendali Multivariabel (Teknik Elektro S1 - Kelas A)	R-C4	19:00 - 20:40	3	Kamis
	2. Pembimbing				
	1. Seminar				
	2. Kerja Praktek				
	3. Tugas Akhir/Tesis				
	4. Pembimbing Akademik				1
	3. Penguji				
	1. Tugas Akhir/Tesis				1
	2. Kerja Praktek				
	4. Tugas Tambahan				
	1. Menduduki jabatan di Perguruan Tinggi sebagai Ka. Prodi Teknik Elektro D3				3
	II PENELITIAN	1. Penelitian Ilmiah			
2. Penulisan Karya Ilmiah					1
3. Penulisan Diklat Kuliah					
4. Menerjemahkan Buku Kuliah					
5. Pengembangan Program Kuliah Kurikulum					
6. Pengembangan Bahan Ajar					
III PENGABDIAN DAN MASYARAKAT	1. Menduduki jabatan di Pemerintahan				
	2. Pengembangan Hasil Pendidikan dan Penelitian				
	3. Memberikan penyuluhan/pelatihan/penataran/ceramah				1
	4. Memberikan Pelayanan Kepada Masyarakat				
	5. Menulis karya Pengmas yang tidak dipublikasikan				
	6. Pengelolaan Jurnal Ilmiah				
IV PENUNJANG	1. Menjadi anggota/panitia pada badan/lembaga suatu PT				
	2. Menjadi anggota Badan Lembaga Pemerintah				
	3. Menjadi anggota organisasi profesi				
	4. Mewakili PT/lembaga pemerintah, duduk dalam panitia antar lembaga				
	5. Menjadi anggota delegasi nasional ke pertemuan internasional				
	6. Berperan Serta Aktif dalam pertemuan ilmiah/seminar				1
	7. Anggota dalam tim layanan pendidikan				
Jumlah Total				16	

Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Nasional. Penugasan ini berlaku dari tanggal 01 Maret 2024 sampai dengan 31 Agustus 2024

Jakarta, 01 Maret 2024
Wakil Dekan Sekolah Vokasi

Dr. Musfirah Cahya Fajrah, S.Si., M.Si.



Tembusan :

1. Wakil Rektor Bidang Akademik - ISTN
2. Wakil Rektor Bidang Sumber Daya - ISTN
3. Ka. Biro Pengembangan Sumber Daya Manusia - ISTN
4. Kepala Program Studi Teknik Elektro D3
5. Kepala Program Studi Teknik Elektro S1
6. Arsip



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

JURNAL PERKULIAHAN TEKNIK ELEKTRO S-1 2023 GENAP

MATA KULIAH : Sistem Kendali Multivariabel

NAMA DOSEN : ARIMAN, ST., MT.

KREDIT/SKS : 3 SKS

KELAS : A

TATAP MUKA KE	HARI/TANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
1	Kamis, 14 Maret 2024	19:00	20:40		Selesai	Menjelaskan Rencana Materi Multivariabel	Melaksanakan Penjelasan Materi Multivariabel	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
2	Kamis, 21 Maret 2024	19:00	20:40		Selesai	Menjelaskan Pendahuluan Multivariabel	Melaksanakan penjelasan Multivariabel	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
3	Kamis, 28 Maret 2024	19:00	20:40		Selesai	Rencana menjelaskan pengantar matriks pada multivariabel	Melaksanakan penjelasan pengantar matriks pada multivariabel	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
4	Kamis, 4 April 2024	19:00	20:40		Selesai	Merencanakan Multivariabel_4A_Fungsi_Alih & 4B_Diagram_Blok	melaksanakan penjelasan Multivariabel_4A_Fungsi_Alih & 4B_Diagram_Blok	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
5	Kamis, 11 April 2024	19:00	20:40		Selesai	Merencanakan Multivariabel_5_Ruang_Keadaan	Melaksanakan penjelasan Multivariabel_5_Ruang_Keadaan	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
6	Kamis, 18 April 2024	19:00	20:40		Selesai	Merencanakan Multivariabel_6_Pemodelan	Melaksanakan penjelasan Multivariabel_6_Pemodelan	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
7	Kamis, 25 April 2024	19:00	20:40		Selesai	Rencana latihan Transfer Function_State Space	Melaksanakan latihan Transfer Function_State Space	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
8	Kamis, 2 Mei 2024	19:00	20:40		Selesai	UTS	UTS	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	

TATAP MUKA KE	HARI/TANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
9	Sabtu, 1 Juni 2024	16:00	16:30		Selesai	Desain Observer SKM	Desain Observer SKM	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
10	Kamis, 6 Juni 2024	19:00	20:40	Lab Elk	Selesai	Eigen Value dan Eigen Vektor	Eigen Value dan Eigen Vektor	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
11	Kamis, 13 Juni 2024	19:00	20:40	Lab Elk	Selesai	Pengujian Sistem Kontrol Multivariabel	Pengujian Sistem Kontrol Multivariabel	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
12	Kamis, 20 Juni 2024	19:00	20:40		Selesai	Umpan Balik Variabel Keadaan	Umpan Balik Variabel Keadaan	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
13	Kamis, 27 Juni 2024	11:00	12:40	R-C4	Selesai	Keteramatan dan Keterkendalian	Keteramatan dan Keterkendalian	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
14	Kamis, 4 Juli 2024	19:00	20:40		Selesai	Penerapan SKM dalam MATLAB	Penerapan SKM dalam MATLAB	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
15	Kamis, 11 Juli 2024	19:00	20:40		Selesai	Aplikasi Sistem Kendali Multivariabel	Aplikasi Sistem Kendali Multivariabel	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	
16	Kamis, 18 Juli 2024	19:00	20:40		Selesai	UAS	UAS	(3 / 3)	ARIMAN, ST., MT. MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.	

Jakarta Selatan, 07 September 2024
Ketua Prodi Teknik Elektro S-1



Dr._ing. AGUS SOFWAN, M.Eng.Sc.
NIDN 0331076204

SISTEM KENDALI



MULTIVARIABEL

RUANG KEADAAN

PENDEKATAN RUANG KEADAAN



1. Keterbatasan teori kontrol konvensional

Teknik dari teori kontrol konvensional secara konseptual adalah sederhana dan hanya memerlukan sedikit perhitungan yang tidak terlalu banyak. Pada teori konvensional yang dianggap penting hanyalah sinyal masukan, keluaran dan sinyal kesalahan, analisis dan desain sistem kontrol dilakukan dengan menggunakan fungsi alih, bersama-sama dengan teknik grafis seperti diagram tempat kedudukan akar dan diagram Nyquist.

PENDEKATAN ...



Karakteristik unik dari teori konvensional adalah bahwa karakteristik tersebut ditentukan oleh hubungan antara masukan dan keluaran sistem atau fungsi alih.

Kelemahan kontrol konvensional :

Teori penyelesaiannya hanya dapat diterapkan pada sistem linier parameter konstan (time-invariant) yang mempunyai satu masukan dan satu keluaran.

PENDEKATAN ...



Jadi teknik konvensional (metode tempat kedudukan akar dan metode respon frekuensi) tidak dapat diterapkan untuk mendesain sistem kontrol optimal dan sistem kontrol adaptif, yang sebagian besar merupakan sistem dengan parameter berubah (non-linier).

PENDEKATAN ...



2. Teori kontrol Modern

Teknik kontrol modern merupakan sistem dengan kecenderungan menuju sistem yang semakin kompleks, terutama karena disebabkan oleh kebutuhan tugas yang semakin kompleks dan ketelitian yang bagus.

Sistem-sistem yang kompleks mungkin mempunyai multi masukan dan multi keluaran dan mungkin parameternya berubah terhadap waktu.

PENDEKATAN ...



Karena perlu penyesuaian antara persyaratan performansi sistem kontrol yang semakin berat, semakin kompleksnya sistem dan kemudahan perhitungan dengan komputer, maka teori kontrol modern yang merupakan pendekatan baru dalam analisis dan desain sistem kontrol yang semakin kompleks telah dikembangkan sejak 1960.

Pendekatan ini didasarkan pada konsep keadaan. Konsep keadaan sendiri bukan hal baru karena telah lama digunakan dalam bidang dinamika klasik dan bidang-bidang lainnya.

PENDEKATAN ...



Perbandingan Teori kontrol Modern dgn Konvensional

Teori kontrol modern dapat diterapkan pada sistem multi masukan-multi keluaran, baik linier atau non-linier, parameter konstan atau parameter berubah. Sedangkan teori konvensional hanya dapat diterapkan pada sistem satu masukan dan satu keluaran, linier dan parameter konstan.

Desain sistem dalam teori kontrol klasik didasarkan pada prosedur coba-coba yang pada umumnya tidak akan menghasilkan sistem kontrol optimal.

PENDEKATAN ...



Sebaliknya, desain sistem teori kontrol modern adalah untuk mendesain sistem kontrol yang optimal terhadap indeks performansi yang diberikan.

Di samping itu, desain dalam sistem kontrol modern dapat dilakukan untuk satu kelompok masukan, bukan lagi merupakan satu fungsi masukan tertentu, seperti fungsi impuls, fungsi tangga atau fungsi sinusoida.

KEADAAN (STATE)



Keadaan (state) dalam suatu sistem dinamik adalah himpunan terkecil dari variabel-variabel (yang disebut variabel keadaan) sedemikian rupa hingga dengan mengetahui variabel-variabel ini pada $t = t_0$, bersama-sama dengan masukan untuk $t \geq t_0$, maka kita dapat menentukan secara lengkap perilaku sistem untuk setiap waktu $t \geq t_0$.

KEADAAN ...



Jadi, untuk keadaan suatu sistem dinamik pada saat t secara unik ditentukan oleh keadaan tersebut pada $t = t_0$ dan masukan untuk $t \geq t_0$, dan tidak bergantung pada keadaan dari masukan sebelum t_0 .

Perhatikan bahwa dalam membahas sistem linier parameter konstan, biasanya kita pilih waktu acuan t_0 sama dengan nol.

VARIABEL KEADAAN (STATE VARIABLES)

Variabel keadaan dari suatu sistem dinamik adalah himpunan terkecil dari variabel-variabel yang menentukan keadaan sistem dinamik.

Jika paling tidak diperlukan n variabel $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$ untuk melukiskan secara lengkap perilaku suatu sistem dinamik, maka n variabel $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$ tersebut merupakan suatu himpunan variabel keadaan.

VARIABEL KEADAAN ...



Perhatikan bahwa variabel keadaan tidak perlu merupakan besaran yang secara fisis dapat diukur atau diamati.

Meskipun demikian secara praktis sebaiknya dipilih variabel keadaan yang merupakan besaran yang dapat diukur secara mudah karena hukum kontrol optimal akan memerlukan umpan balik semua variabel keadaan dengan pembobotan yang sesuai.

VEKTOR KEADAAN (STATE VEKTOR)

Jika diperlukan n variabel keadaan untuk menggambarkan secara lengkap perilaku suatu sistem yang diberikan, n variabel keadaan ini dapat dianggap sebagai n komponen suatu vektor $\mathbf{x}(t)$.

Vektor semacam ini disebut vektor keadaan. Jadi definisi vektor keadaan adalah suatu vektor yang menentukan secara unik keadaan sistem $\mathbf{x}(t)$ untuk setiap $t \geq t_0$,
setelah diterapkan masukan $\mathbf{u}(t)$ untuk $t \geq t_0$

RUANG KEADAAN (STATE SPACE)

Ruang n dimensi yang sumbu koordinatnya terdiri dari sumbu x_1 , *sumbu* x_2 , . . . , sumbu x_n disebut ruang keadaan.

Setiap keadaan dapat dinyatakan dengan suatu titik pada ruang keadaan

PENDEKATAN RUANG KEADAAN

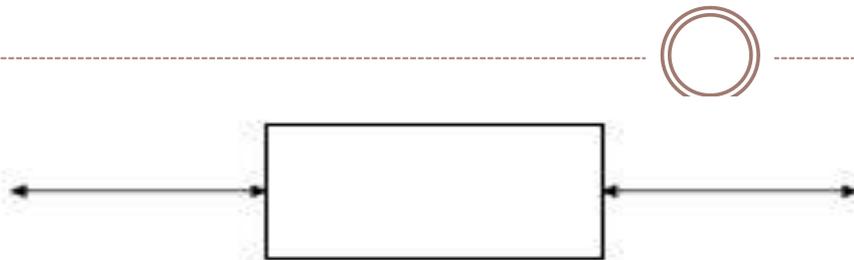


Penyajian Ruang Keadaan dari Sistem

Sistem dinamik yang tersiri dari sejumlah terhingga elemen terkumpul dapat digambarkan dengan persamaan diferensial ordiner dengan waktu sebagai variabel bebas.

Dengan menggunakan notasi matriks-vektor, persamaan diferensial orde ke- n dapat dinyatakan dengan suatu persamaan diferensial matriks-vektor orde pertama. Jika n elemen vektor tersebut merupakan himpunan variabel keadaan, maka persamaan diferensial matriks-vektor tersebut disebut persamaan keadaan.

PENDEKATAN ...



Misal sistem MIMO yang melibatkan n integrator, terdapat:

r masukan $U_1(t), U_2(t), \dots, U_r(t)$

m masukan $Y_1(t), Y_2(t), \dots, Y_m(t)$

n keluaran integrator sehingga variabel keadaan $X_1(t), X_2(t), \dots, X_n(t)$

sehingga persamaan sistem :

U(t)

$$\dot{x}_1(t) = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n; u_1, u_2, \dots, u_r; t)$$

$$\dot{x}_2(t) = f_2(x_1, x_2, \dots, x_n; u_1, u_2, \dots, u_r; t)$$

⋮

⋮

$$\dot{x}_n(t) = f_n(x_1, x_2, \dots, x_n; u_1, u_2, \dots, u_r; t)$$

PENDEKATAN ...



keluaran :

$$y_1(t) = g_1(x_1, x_2 \dots x_n; u_1, u_2 \dots u_r; t)$$

$$y_2(t) = g_2(x_1, x_2 \dots x_n; u_1, u_2 \dots u_r; t)$$

...

...

$$y_m(t) = g_m(x_1, x_2 \dots x_n; u_1, u_2 \dots u_r; t)$$

Jika didefinisikan :

$$x(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n(t) \end{bmatrix}$$

$$f(x, u, t) = \begin{bmatrix} f_1(x_1, x_2 \dots x_n; u_1, u_2 \dots u_r; t) \\ f_2(x_1, x_2 \dots x_n; u_1, u_2 \dots u_r; t) \\ \cdot \\ \cdot \\ f_n(x_1, x_2 \dots x_n; u_1, u_2 \dots u_r; t) \end{bmatrix}$$

PENDEKATAN ...



$$y(t) = \begin{bmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \\ \vdots \\ y_m(t) \end{bmatrix}$$

$$g(x, u, t) = \begin{bmatrix} g_1(x_1, x_2 \dots x_n; u_1, u_2 \dots u_r; t) \\ g_2(x_1, x_2 \dots x_n; u_1, u_2 \dots u_r; t) \\ \vdots \\ g_m(x_1, x_2 \dots x_n; u_1, u_2 \dots u_r; t) \end{bmatrix}$$

Sehingga didapat :

$$\dot{x}(t) = f(x, u, t) \rightarrow \text{persamaankeadaan}$$

$$y(t) = g(x, u, t) \rightarrow \text{persamaankeluaran}$$

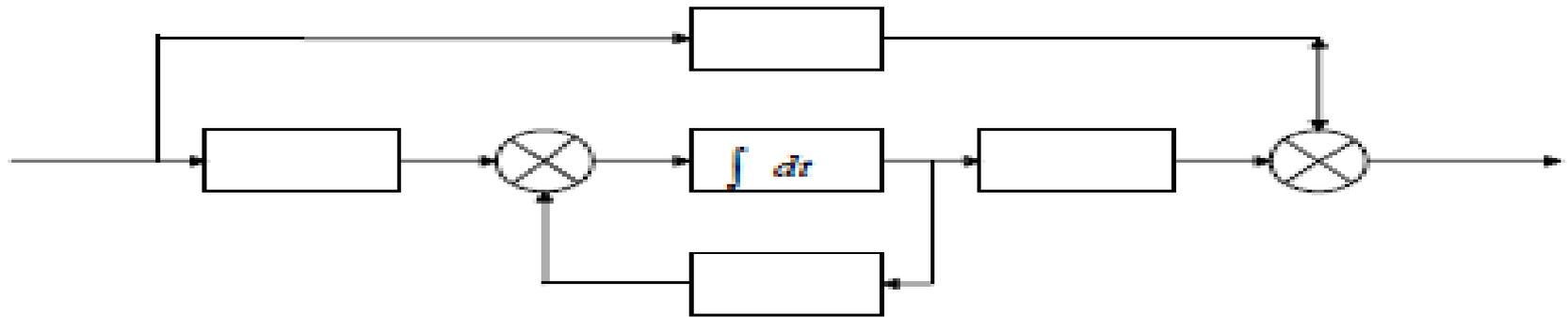
PENDEKATAN ...



Jika dilinierkan diperoleh

$$\dot{x}(t) = A(t)X(t) + B(t)U(t)$$

$$y(t) = C(t)X(t) + D(t)U(t)$$



Bila vektor f dan g tidak eksplisit terhadap t maka

$$\dot{x}(t) = f(x, u)$$

$$y(t) = g(x, u)$$

Sehingga dalam bentuk linier

$$\dot{x}(t) = AX(t) + BU(t)$$

$$y(t) = CX(t) + DU(t)$$



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta
Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

NILAI PERKULIAHAN MAHASISWA

PRODI : TEKNIK ELEKTRO S-1

PERIODE : 2023 GENAP

Mata kuliah : Sistem Kendali Multivariabel

Nama Kelas : A

Kelas / Kelompok :

Kode Mata kuliah : 22263SKD01

SKS : 3

No	NIM	Nama Mahasiswa	TUGAS INDIVIDU (20%)	UTS (30%)	UAS (40%)	KEHADIRAN (10%)	Nilai	Grade	Lulus	Sunting KRS?	Info
1	21220002	Wahyu Octaviano	67.50	80.00	70.00	100.00	75.50	A-	✓		
2	21220003	Harry Toding Karurung	75.00	80.00	70.00	100.00	77.00	A-	✓		
3	23220701	ANTONIUS PURWOSUTEDJO	100.00	90.00	87.50	100.00	92.00	A	✓		
Rata-rata nilai kelas			80.83	83.33	75.83	100.00	81.50	3.80			

Pengisian nilai untuk kelas ini ditutup pada **Minggu, 4 Agustus 2024** oleh **199611-001**

Tanggal Cetak : Sabtu, 7 September 2024, 10:21:04

Paraf Dosen :

MUHAMMAD IKRAR YAMIN, ST., M.Tr.T.

ARIMAN, ST., MT.