



BUKU RANCANGAN PENGAJARAN (BRP) MATA KULIAH
ROBOTIKA

oleh

Dr. ABDUL MUIS, ST. MENG.

Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik
Universitas Indonesia Depok, Juli 2020



UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

BUKU RANCANGAN PENGAJARAN

MATA KULIAH (MK)	Sistem Robotika	BOBOT (sks)	MK yang menjadi prasyarat	Menjadi prasyarat untuk MK	Integrasi Antar MK
KODE	ENEE607404	3	Komputasi Numerik Dasar Komputer Algoritma Pemrograman	Mekatronika	-
Rumpun MK	-				
Semester	7				
Dosen Pengampu	Dr. Abdul Muis, ST. MEng.				
Deskripsi Mata Kuliah	<p>Kuliah ini berisi tentang pengenalan sistem robotika yang menuntut mahasiswa mampu menganalisa kinematika robot, dan komponen sistem robotika berupa sensor, aktuator dan pengendali. Selanjutnya mahasiswa harus merancang sistem kendali robot sesuai kemampuan komponennya dalam koordinat ruang. Sehingga mahasiswa mampu menggerakkan robot dalam koordinat ruang. Kuliah ini diawali dengan memberi pemahaman trend perkembangan teknologi robotika. Selanjutnya mahasiswa diajak memahami koordinate ruang dan transformasi matrik antar koordinat. Dari sistem koordinate ini, mahasiswa di jelaskan bagaimana kinematik robot. Diikuti dengan pemaparan mikrokontroller, antarmukanya dan penggunaannya. Berikutnya dijelaskan prinsip kerja aktuator dan sensor. Dari sini dilanjutkan dengan memodelkan 3D dengan OpenGL. Berikutnya mahasiswa di ajak mensimulasikan erakan robot baik pada joint space maupun task space dengan resolve motion rate control. Kuliah diakhiri dengan membuat pencatatan percobaan dan menganalisa data.</p> <p>Kuliah akan disampaikan dengan bahasa Indonesia kecuali jika ada mahasiswa internasional yang teregister dalam kelas. Adapun proses pembelajaran akan dimaksimalkan menggunakan media pembelajaran jarak jauh baik video, praktek jarak jauh maupun diskusi tatap muka jarak jauh.</p>				

Tautan Kelas Daring	
CPL-PRODI yang dibebankan pada MK	
CPL-1	Mampu mengidentifikasi ragam rancangan teknologi dalam bidang keteknikan elektro
CPL-2	Mampu memanfaatkan Teknologi Informasi Komunikasi (TIK)
CPL-3	Mampu merancang sistem pengendali
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	
CPMK-1	Mampu menganalisa kinematika robot, dan komponen sistem robotika berupa sensor, aktuator dan pengendali.
CPMK-2	Mampu merancang sistem kendali robot sesuai kemampuan komponennya dalam koordinat ruang.
CPMK-3	Mampu mengendalikan gerakan robot dalam koordinat ruang.
Sub-CPMK	
Sub- CPMK 1	Memahami trend perkembangan teknologi robotika

Sub- CPMK 2	Memahami koordinate ruang dan transformasi matrik antar koordinat
Sub- CPMK 3	Memahami kinematik robot
Sub- CPMK 4	Memahami mikrokontroller, antarmukanya dan penggunaannya
Sub- CPMK 5	Memahami prinsip kerja aktuator dan sensor
Sub- CPMK 6	Memahami pemodelan 3D dengan OpenGL
Sub- CPMK 7	Mampu mensimulasikan gerakan robot
Sub- CPMK 8	Mampu mengendalikan robot pada joint space
Sub- CPMK 9	Memahami konsep resolve motion rate control
Sub- CPMK 10	Mampu mengendalikan robot pada task space
Sub- CPMK 11	Mampu membuat pencatatan percobaan dan menganalisa data

<p>Bahan Kajian: Materi pembelajaran</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trend perkembangan teknologi robotika (1sesi) • Koordinate ruang dan transformasi matrik antar koordinat (2sesi) • Kinematik robot planar dua sendi (1sesi) • Microcontroller sebagai pengendali (2sesi) • Aktuator dan sensor (1sesi) • Pemodelan 3d model dengan OpenGL (1sesi) • Simulasi gerakan robot pada OpenGL (1sesi) • Pengendalian joint space (1sesi) • Resolve motion rate control (1sesi) • Pengendalian task space (1sesi) • Data logger dan analisis (1sesi)
<p>Daftar Pustaka</p>	<p>Wajib:</p> <p>Introduction to Robotics: Mechanics and Control, John J. Craig, Addison-Wesley Publishing Company, 3rd Edition, 2003 Robotics Modelling, Planning and Control, Bruno S, Springer, 2010</p> <p>Tambahan:</p> <p>Robot Modeling and Control, M. Spong, M. Vidyasagar, S. Hutchinson, Wiley & Sons, 2005 Lecture Notes, Introduction to Robotics, Khatib, O. and Kolarov, K.</p>

RENCANA PEMBELAJARAN

*Mg ke	Sub-CPMK (Kemampuan akhir yang diharapkan)	Bahan Kajian (Materi Pembelajaran) [Rujukan]	Metode pembelajaran [Estimasi Waktu]	Moda pembelajaran	Pengalaman Belajar		Indikator Pencapaian sub-CPMK	Bobot Penerapan sub-CPMK pada MK
					Orientasi; Latihan; Umpan Balik		Indikator Umum; Indikator Khusus	
					Daring (online)	Luring (offline)		
1	Memahami trend perkembangan teknologi robotika	Video teknologi robotika terkini [Rujukan] 5thn terakhir video robot @youtube	Quiz embedded Video (50menit) dan tatap muka (40menit) Pertemuan : 90 menit	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format) Dan Sinkronus Zoom (Diskusi)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan penjelasan trend robotika dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik:	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan penjelasan trend robotika dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik:	Indikator Umum: Mahasiswa memahami perkembangan teknologi robotika 5 tahun terakhir Indikator Khusus: Mahasiswa memahami pentingnya menguasai teknologi robotika untuk masa depan	7,14%

					Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)	Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)		
2-3	Memahami koordinat ruang dan transformasi matrik antar koordinat	Video ilustrasi koordinat ruang dan pembuatan transformasi matrik [Rujukan] Lecture Notes Oshama Kathib	Quiz embedded Video (50menit) dan tatap muka (40menit) Pertemuan : 90 menit	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format) Dan Sinkronus Zoom (Diskusi)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan pemahaman <i>koordinat ruang</i> dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan pemahaman <i>koordinat ruang</i> dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)	Indikator Umum: Mahasiswa memahami sistem transformasi koordinat ruang Indikator Khusus: Mahasiswa mampu membuat transformasi matrik antar koordinat ruang	14,28%

4	Memahami kinematik robot	Video ilustrasi kinematik robot dan contoh gerakan robot [Rujukan] Hasil riset simulasi robot	Quiz embedded Video (50menit) dan tatap muka (40menit) Pertemuan : 90 menit	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format) Dan Sinkronus Zoom (Diskusi)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan <i>pemahaman kinematik robot</i> dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan <i>pemahaman kinematik robot</i> dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)	Indikator Umum: Mahasiswa memahami sistem kinematik robot Indikator Khusus: Mahasiswa mampu membuat rumus forward kinematik robot	7,14%
5-6	Memahami mikrokontroler, antarmukanya dan penggunaannya	Video penjelasan, dan cara menggunakan microcontroller untuk kendali robot [Rujukan]	Quiz embedded Video (70menit) dan tatap muka (20menit) Pertemuan : 90 menit	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format) Dan	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan <i>pemahaman embedded robot control</i> dengan video Melalui EMAS (40%)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan <i>pemahaman embedded robot control</i> dengan video Melalui EMAS (40%)	Indikator Umum: Mahasiswa memahami sistem embedded / microcontroller Indikator Khusus:	14,28%

		Hasil riset embedded dan robot system		Sinkronus Zoom (Diskusi)	<p>Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%)</p> <p>Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)</p>	<p>Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%)</p> <p>Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)</p>	Mahasiswa mampu menelaah penggunaan embedded system untuk kendali robot	
7	Memahami prinsip kerja aktuator dan sensor	<p>Video penjelasan, dan cara kerja aktuator dan sensor</p> <p>[Rujukan] Robotics Modelling, Planning and Control Chapter 5</p>	<p>Quiz embedded Video (70menit) dan tatap muka (20menit)</p> <p>Pertemuan : 90 menit</p>	<p>Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format)</p> <p>Dan</p> <p>Sinkronus Zoom (Diskusi)</p>	<p>Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan pemahaman <i>aktuator dan sensor</i> dengan video Melalui EMAS (40%)</p> <p>Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%)</p> <p>Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab</p>	<p>Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan pemahaman <i>aktuator dan sensor</i> dengan video Melalui EMAS (40%)</p> <p>Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%)</p> <p>Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan</p>	<p>Indikator Umum: Mahasiswa memahami prinsip kerja aktuator dan sensor</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa mampu menelaah aktuator dan sensor yang tepat guna</p>	7,14%

					melalui Zoom (30%)	tanya jawab (30%)		
8	UTS	Evaluasi materi [Rujukan] Pertemuan 1-7	Online Quiz mix questions Pertemuan : 90 menit	Asinkronus EMAS	Orientasi : Penjelasan singkat materi ujian Latihan : Online Quiz Umpan balik: Score	Orientasi : Penjelasan singkat materi ujian Latihan : Online Quiz Umpan balik: Score	Indikator Umum: Mahasiswa mampu menyelesaikan materi ujian Indikator Khusus: Kompetensi CPMK terpenuhi	7,14%
9	Memahami pemodelan 3D dengan OpenGL	Video penjelasan dan cara membuat model 3D robot dengan OpenGL [Rujukan] Robotics Modelling, Planning and Control	Quiz embedded Video (30menit) dan tatap muka (60menit) Pertemuan : 90 menit	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format) Dan Sinkronus Zoom (Diskusi)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial membuat model 3D openGL dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Membuat program OpenGL (30%)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial membuat model 3D openGL dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%)	Indikator Umum: Mahasiswa memahami prinsip dasar pembuatan model 3D dengan openGL Indikator Khusus: Mahasiswa mampu membuat	7,14%

					Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)	Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)	model 3D sederhana dengan OpenGL	
10	Mampu mensimulasikan gerakan robot	Video penjelasan dan cara mensimulasikan robot dengan OpenGL [Rujukan] Robotics Modelling, Planning and Control	Quiz embedded Video (30menit) dan tatap muka (60menit) Pertemuan : 90 menit	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format) Dan Sinkronus Zoom (Diskusi)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial mensimulasikan 3D robot dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Membuat program OpenGL (30%) Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial mensimulasikan 3D robot dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)	Indikator Umum: Mahasiswa memahami prinsip dasar simulasi model 3D dengan openGL Indikator Khusus: Mahasiswa mampu membuat simulasi model 3D sederhana dengan OpenGL	7,14%
11	Mampu mengendalikan robot pada joint space	Video penjelasan dan cara mengendalikan joint-space	Quiz embedded Video (30menit) dan tatap muka (60menit)	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial	Indikator Umum: Mahasiswa memahami prinsip dasar	7,14%

		dengan OpenGL [Rujukan] Robotics Modelling, Planning and Control	Pertemuan : 90 menit	SCORM format) Dan Sinkronus Zoom (Diskusi)	mengendalikan joint space robot dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Membuat program OpenGL (30%) Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)	mengendalikan joint space robot dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)	sistem kendali joint space Indikator Khusus: Mahasiswa mampu mengendalikan joint-space robot	
12	Memahami konsep resolve motion rate control	Video penjelasan konsep RMRC [Rujukan] Handsout Ousama Khatib	Quiz embedded Video (30menit) dan tatap muka (60menit) Pertemuan : 90 menit	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format) Dan Sinkronus Zoom (Diskusi)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial konsep RMRC dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Membuat program OpenGL (30%)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial konsep RMRC dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%)	Indikator Umum: Mahasiswa memahami prinsip dasar RMRC Indikator Khusus: Mahasiswa mampu membuat RMRC dari model robot sendiri	7,14%

					Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)	Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)		
13	Mampu mengendalikan robot pada task space	Video penjelasan dan cara mengendalikan task-space dengan OpenGL [Rujukan] Robotics Modelling, Planning and Control	Quiz embedded Video (30menit) dan tatap muka (60menit) Pertemuan : 90 menit	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format) Dan Sinkronus Zoom (Diskusi)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial mengendalikan task space robot dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Membuat program OpenGL (30%) Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial mengendalikan task space robot dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)	Indikator Umum: Mahasiswa memahami prinsip dasar sistem kendali task space Indikator Khusus: Mahasiswa mampu mengendalikan task-space robot	7,14%
14	Mampu membuat pencatatan percobaan dan menganalisa data	Video penjelasan dan cara membuat data logger dan analisa percobaan	Quiz embedded Video (60menit) dan tatap muka (30menit) Pertemuan :	Asinkronus EMAS (Quiz embedded Video SCORM format)	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial membuat data	Orientasi : Sebelum sesi diskusi, mahasiswa di berikan tutorial membuat data	Indikator Umum: Mahasiswa memahami pentingnya	7,14%

		[Rujukan] Hasil pengalaman riset	90 menit	Dan Sinkronus Zoom (Diskusi)	logger dan evaluasi dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Membuat program OpenGL (30%) Umpan balik: Diskusi dan tanya jawab melalui Zoom (30%)	logger dan evaluasi dengan video Melalui EMAS (40%) Latihan : Embedded Quiz saat menonton Video (30%) Umpan balik: Dosen mengajak diskusi dan tanya jawab (30%)	data logger dan analisa Indikator Khusus: Mahasiswa mampu membuat data logger dan analisa data percobaan	
--	--	---	----------	---	---	--	---	--

*) Mg: Minggu

**) Sinkronus: interaksi pembelajaran antara dosen dan mahasiswa dilakukan pada waktu yang bersamaan, menggunakan teknologi *video conference* atau *chatting*.

Asinkronus: interaksi pembelajaran dilakukan secara fleksibel dan tidak harus dalam waktu yang sama, misalkan menggunakan forum diskusi atau belajar mandiri/penugasan mahasiswa.

RANCANGAN TUGAS DAN LATIHAN

Minggu Ke	Nama Tugas	Sub-CPMK	Penugasan	Ruang Lingkup	Cara Pengerjaan	Batas Waktu	Luaran Tugas yang Dihasilkan
-----------	------------	----------	-----------	---------------	-----------------	-------------	------------------------------

3	Studi kasus transformasi matrik koordinat ruang	Memahami koordinat ruang dan transformasi matrik antar koordinat	Menyelesaikan transformasi matrik	Permasalahan meliputi 3 transformasi koordinat ruang	Menggunakan Octave dan symbolic toolbox	1 minggu	Hasil perhitungan koordinat
6	Studi kasus desain mikrokontroller dan antarmukanya	Memahami mikrokontroller, antarmukanya dan penggunaannya	Desain mikrokontroller dan antarmuka untuk studi kasus robot tertentu	Permasalahan bagaimana konsep antarmuka dan algoritma agar bisa beroperasi dengan baik	Menggunakan simulator arduino	1 minggu	Diagram rangkaian dan simulasi algoritma
10	Studi kasus simulasi gerakan robot	Mampu mensimulasikan gerakan robot	Desain algoritma simulasi gerakan robot manual	Menggunakan trigger tombol untuk simulasi loop gerakan	Menggunakan OpenGL	1 minggu	Simulasi gerakan manual dengan tombol trigger

13	Studi kasus gerakan taskspace	Mampu mengendalikan robot pada task space	Desain algoritma simulasi gerakan taskspace robot	Dibatasi untuk robot planar 2 sendi	Menggunakan OpenGL	1 minggu	Simulasi gerakan taskpace dengan tombol triger
----	-------------------------------	---	---	-------------------------------------	--------------------	----------	--

KRITERIA PENILAIAN (EVALUASI HASIL PEMBELAJARAN)

Pada bagian ini dituliskan

Bentuk Evaluasi	Sub-CPMK	Instrumen/ Jenis Asesmen	Frekuensi	Bobot Evaluasi (%)
Online Embedded Quiz dalam Video	Semua Sub CPMK	Pilihan Ganda dalam Video SCORM format	1-2 pertemuan	20
Tugas	2-3, 6,10,13	Program / simulasi	3-4 pertemuan sekali	30
UTS	1-6	Online Quiz	7 pertemuan sekali	25
UAS	8-13	Online Quiz	7 pertemuan sekali	25
Total				100

Pedoman Kriteria Penilaian

Konversi nilai akhir mahasiswa berdasarkan ketentuan yang berlaku di Universitas Indonesia. Konversi nilai tersebut adalah:

Nilai Angka	Nilai Huruf	Bobot
85—100	A	4,00
80—<85	A-	3,70
75—<80	B+	3,30
70—<75	B	3,00
65—<70	B-	2,70
60—<65	C+	2,30
55—<60	C	2,00
40—<55	D	1,00
<40	E	0,00

Rubrik Penilaian:

Rubrik ini digunakan sebagai pedoman untuk menilai atau memberi tingkatan dari hasil kinerja mahasiswa. Rubrik biasanya terdiri dari kriteria penilaian yang mencakup dimensi/aspek yang dinilai berdasarkan indikator capaian pembelajaran. Rubrik penilaian ini berguna untuk memperjelas dasar dan aspek penilaian sehingga mahasiswa dan dosen bisa berpedoman pada hal yang sama mengenai tuntutan kinerja yang

diharapkan. Dosen dapat memilih jenis rubrik yang sesuai dengan asesmen yang diberikan. Rubrik ini dapat digunakan melalui fitur *Assignment* dalam EMAS UI, dengan mengaktifkan fitur *Rubric* pada bagian *Grading Method*.

Kriteria	Kurang (0-49)	Cukup (50-70)	Baik (70-84)	Sangat Baik (85-100)
Result	Tidak ada progress	Hasil tidak memenuhi	Hasil mencukupi	Hasil sesuai ekspektasi
Easy to read	Susah di baca / di mengerti	Kurang terstruktur	Cukup terstruktur	Terstruktur dan mudah dipahami
Effort	Tidak ada usaha	Usaha sekedarnya	Usaha sesuai ekspektasi	Sangat serius dalam berusaha