



BUKU RANCANGAN PENGAJARAN (BRP)

MATA KULIAH

TERMODINAMIKA

oleh

ANAWATI, Ph.D

Program Studi S1 Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Indonesia

Depok, 20 Juli 2020



UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA

BUKU RANCANGAN PENGAJARAN

MATA KULIAH (MK)	Termodinamika	BOBOT (sks)	MK yang menjadi prasyarat	Menjadi prasyarat untuk MK	Integrasi Antar MK
KODE	SCFI602112/ SCPH602135	3	Fisika Dasar 2	Fisika Statistik	Tidak ada
Rumpun MK	Prodi				
Semester	3				
Dosen Pengampu	Dr. Anawati Dr. Nurlely				
Deskripsi Mata Kuliah	<i>Setelah menyelesaikan perkuliahan ini, jika mahasiswa dihadapkan pada permasalahan sistem Termodinamika yang terdefinisi dengan jelas, mahasiswa mampu menerapkan konsep-konsep dasar termodinamika (hukum ke-0 hingga ke-3 termodinamika) dari tinjauan empiris dan perluasan formulasi matematisnya dengan tepat. Bahasa pengantar yang digunakan dalam mata kuliah ini adalah bahasa Indonesia.</i>				
Tautan Kelas Daring	https://emas.ui.ac.id/course/view.php?id=6894				

CPL-PRODI yang dibebankan pada MK	
CPL-1	Mampu menerapkan konsep Fisika klasik dan modern dalam permasalahan umum fisika
CPL-2	Mampu memformulasikan permasalahan dan penyelesaian fisika mekanika, elektrodinamika, <u>termodinamika</u> , getaran, gelombang, optik, kelistrikan dan kemagnetan.
CPL-3	Mampu menurunkan rumus yang spesifik untuk permasalahan yang ditangani.
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	
CPMK	Setelah menyelesaikan perkuliahan ini, mahasiswa mampu menjelaskan konsep-konsep dasar termodinamika (hukum ke-0 hingga ke-3 termodinamika) dari tinjauan empiris dan perluasan formulasi matematisnya, serta menerapkannya pada berbagai sistem termodinamika sederhana. (C3)
Sub-CPMK	
Sub-CPMK 1	Mampu menjelaskan konsep kalor dan kerja dalam permasalahan Termodinamika sederhana. (C2)
Sub-CPMK 2	Mampu menerapkan persamaan matematis yang sesuai dengan konsep hukum ke-0 hingga ke-3 Termodinamika dalam permasalahan Termodinamika sederhana (C3)
Sub-CPMK 3	Mampu menerapkan konsep kinetika dan mekanika statistik dalam Termodinamika (C3)
Sub-CPMK 4	Mampu menerapkan konsep kesetimbangan kimia dalam sistem Termodinamika (C3)
Bahan Kajian:	
Materi pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> - Pendahuluan - Temperatur - Persamaan keadaan - Hukum ke-1 Termodinamika: Kerja - Hukum ke-1 Termodinamika: Kalor - Hukum ke-2 Termodinamika - Entropi

	<ul style="list-style-type: none"> - Termodinamika potensial: zat murni - Gas Ideal - Pergantian fasa - Teori kinetika - Mekanika statistik - Sifat termal zat padat - Transisi fase order lebih tinggi - Kesetimbangan kimia - Reaksi gas ideal
Daftar Pustaka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zemansky, Dittman: Heat and thermodynamics 7th ed Mc Graw-Hill 1997 2. Sears, Salinger : Thermodynamics, kinetics theory and statistical thermodynamics Addison Wesley 1975.

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			
					Daring (<i>online</i>)	Memikat (<i>offline</i>)		
1	Sub-CPMK 1 Mampu menjelaskan konsep kalor dan kerja. (C2)	- Pendahuluan - Temperatur	- Kuliah tatap muka (40 menit) - Belajar mandiri terstruktur:	Sinkronus, msTeam Asinkronus, EMAS	O (40%)- Sinkronus: Kuliah tatap muka via msTeam. Asinkronus:		Indikator Umum: setelah mengikuti perkuliahan (sinkronus), membaca materi dan melihat video di EMAS (asinkronus),	25%

			<p>1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit).</p> <p>2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit)</p> <p>3. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)</p>		<p>membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS.</p> <p>L (30%)-Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS.</p> <p>U (30%)-Sinkronus: Tanya jawab di kelas.</p> <p>Asinkronus: Jawaban soal latihan.</p>		<p>mahasiswa dapat menjelaskan konsep kesetimbangan termal, metode pengukuran temperature, dan Hukum ke-0 Termodinamika</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menerapkan persamaan matematis temperature dengan tepat untuk memecahkan soal termodinamika temperatur yang terdefinisi.</p>	
2		- Persamaan keadaan	<p>Belajar Mandiri terstruktur Flipped class</p> <p>1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit).</p> <p>2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit)</p> <p>3. Membaca sumber bacaan lain untuk menjawab pertanyaan soal Latihan (40 menit)</p>		<p>O (30%)-Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS.</p> <p>L (20%)-Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS.</p> <p>U (20%)-Asinkronus: Jawaban soal latihan.</p>	<p>L (30%)- Mahasiswa mencari sumber bacaan untuk menjawab pertanyaan dalam soal Latihan.</p>	<p>Indikator Umum: setelah membaca materi di EMAS, sumber bacaan lain, dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menjelaskan persamaan keadaan untuk sistem termodinamika sederhana dengan tepat.</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menurunkan persamaan keadaan untuk sistem</p>	25%

			4. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)				termodinamika sederhana dengan tepat.	
3		- Hukum ke-1 Termodinamika: kerja	Belajar Mandiri terstruktur Flipped class 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video lecturing di EMAS (2x10 menit) 3. Membaca sumber bacaan lain untuk menjawab pertanyaan soal Latihan (40 menit) 4. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)		O (30%)-Asinkronus: membaca materi dan melihat video lecturing di EMAS. L (20%)-Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS. U (20%)-Asinkronus: Jawaban soal latihan.	L (30%)- Mahasiswa mencari sumber bacaan untuk menjawab pertanyaan dalam soal Latihan.	Indikator Umum: setelah membaca materi di EMAS, sumber bacaan lain, dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menjelaskan Hukum ke-1 Termodinamika secara konsep dan matematis dengan tepat. Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menurunkan persamaan matematis Hukum ke-1 Termodinamika dengan tepat.	25%
4		- Hukum ke-1 Termodinamika: kalor	Belajar Mandiri terstruktur Flipped class 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video lecturing di EMAS (2x10 menit) 3. Membaca sumber bacaan lain untuk menjawab pertanyaan soal		O (30%)-Asinkronus: membaca materi dan melihat video lecturing di EMAS. L (20%)-Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS. U (20%)-Asinkronus:	L (30%)- Mahasiswa mencari sumber bacaan untuk menjawab pertanyaan dalam soal Latihan.	Indikator Umum: setelah membaca materi di EMAS, sumber bacaan lain, dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menjelaskan Hukum ke-1 Termodinamika secara konsep dan matematis dengan tepat. Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menurunkan	25%

			Latihan (40 menit) 4. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)		Jawaban soal latihan.		persamaan matematis Hukum ke-1 Termodinamika dengan tepat.	
5	Sub-CPMK 2 Mampu menerapkan persamaan matematis yang sesuai dengan konsep hukum ke-0 hingga ke-3 Termodinamika (C3).	- Hukum ke-2 Termodinamika	- Kuliah tatap muka (40 menit) - Belajar mandiri terstruktur: 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit) 3. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)	Sinkronus, msTeam Asinkronus, EMAS	O (40%)- Sinkronus: Kuliah tatap muka via msTeam. Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS. L (30%)- Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS. U (30%)- Sinkronus: Tanya jawab di kelas. Asinkronus: Jawaban soal latihan.		Indikator Umum: setelah mengikuti perkuliahan (sinkronus), membaca materi dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menerapkan persamaan Hukum ke-2 Termodinamika dalam berbagai mesin termodinamika dengan tepat. Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menurunkan persamaan dan menerapkannya pada berbagai mesin termodinamika dengan tepat.	20%
6		- Entropi	Belajar Mandiri terstruktur <i>Flipped class</i> 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video <i>lecturing</i> di		O (30%)- Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS. L (20%)- Asinkronus:	L (30%)- Mahasiswa mencari sumber bacaan untuk menjawab pertanyaan dalam soal Latihan.	Indikator Umum: setelah membaca materi di EMAS, sumber bacaan lain, dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menerapkan persamaan matematis	20%

			<p>EMAS (2x10 menit)</p> <p>3. Membaca sumber bacaan lain untuk menjawab pertanyaan soal Latihan (40 menit)</p> <p>4. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)</p>		<p>Mengerjakan soal latihan di EMAS.</p> <p>U (20%)- Asinkronus: Jawaban soal latihan.</p>		<p>entropi dalam sistem termodinamika sederhana dengan tepat.</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menurunkan persamaan matematis entropi dalam sistem termodinamika sederhana dengan tepat.</p>	
7		- Termodinamika potensial; zat murni	<p>Belajar Mandiri terstruktur Flipped class</p> <p>1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit).</p> <p>2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit)</p> <p>3. Membaca sumber bacaan lain untuk menjawab pertanyaan soal Latihan (40 menit)</p> <p>4. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)</p>		<p>O (30%)- Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS.</p> <p>L (20%)- Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS.</p> <p>U (20%)- Asinkronus: Jawaban soal latihan.</p>	<p>L (30%)- Mahasiswa mencari sumber bacaan untuk menjawab pertanyaan dalam soal Latihan.</p>	<p>Indikator Umum: setelah membaca materi di EMAS, sumber bacaan lain, dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menerapkan persamaan matematis Hukum ke-3 Termodinamika dengan tepat.</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menerapkan persamaan matematis entalpi, fungsi Helmholtz dan Gibbs, hubungan Maxwell, persamaan energi, dan kapasitas kalor dengan tepat.</p>	20%
8	UTS							

9	Sub-CPMK 2 Mampu menerapkan persamaan matematis yang sesuai dengan konsep hukum ke-0 hingga ke-3 Termodinamika (C3).	- Gas ideal	- Kuliah tatap muka (40 menit) - Belajar mandiri terstruktur: 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit) 3. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)	Sinkronus, msTeam Asinkronus, EMAS	O (40%)- Sinkronus: Kuliah tatap muka via msTeam. Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS. L (30%)- Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS. U (30%)- Sinkronus: Tanya jawab di kelas. Asinkronus: Jawaban soal latihan.		Indikator Umum: setelah mengikuti perkuliahan (sinkronus), membaca materi dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menerapkan persamaan matematis Hukum Termodinamika untuk gas ideal dengan tepat. Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menurunkan persamaan keadaan gas ideal dengan tepat.	20%
10		- Pergantian fasa	Belajar Mandiri terstruktur Flipped class 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit) 3. Membaca sumber bacaan lain untuk menjawab		O (30%)- Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS. L (20%)- Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS. U (20%)-	L (30%)- Mahasiswa mencari sumber bacaan untuk menjawab pertanyaan dalam soal Latihan.	Indikator Umum: setelah membaca materi di EMAS, sumber bacaan lain, dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menjelaskan termodinamika pergantian fasa dan menerapkan persamaan matematis termodinamika untuk	20%

			<p>pertanyaan soal Latihan (40 menit)</p> <p>4. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)</p>		<p>Asinkronus: Jawaban soal latihan.</p>		<p>pergantian fasa dengan tepat.</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menerapkan persamaan Clapeyron dan persamaan Kirchhoff dengan tepat.</p>	
11	<p>Sub-CPMK 3 Mampu menerapkan konsep kinetika dan mekanika statistik (C3).</p>	- Teori kinetika	<p>- Kuliah tatap muka (40 menit)</p> <p>- Belajar mandiri terstruktur: 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit) 3. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)</p>	<p>Sinkronus, msTeam</p> <p>Asinkronus, EMAS</p>	<p>O (40%)- Sinkronus: Kuliah tatap muka via msTeam.</p> <p>Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS.</p> <p>L (30%)- Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS.</p> <p>U (30%)- Sinkronus: Tanya jawab di kelas.</p> <p>Asinkronus: Jawaban soal latihan.</p>		<p>Indikator Umum: setelah mengikuti perkuliahan (sinkronus), membaca materi dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menerapkan konsep kinetika dan mekanika statistik pada gas ideal dengan tepat.</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa dapat mahasiswa dapat menurunkan persamaan keadaan kinetika dan mekanika statistik dengan tepat.</p>	30%
12		- Mekanika statistik	<p>Belajar Mandiri terstruktur <i>Flipped class</i></p>		<p>O (30%)- Asinkronus: membaca materi dan</p>	<p>L (30%)- Mahasiswa mencari sumber bacaan untuk</p>	<p>Indikator Umum: setelah mengikuti perkuliahan (sinkronus), membaca</p>	40%

			<ol style="list-style-type: none"> 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit) 3. Membaca sumber bacaan lain untuk menjawab pertanyaan soal Latihan (40 menit) 4. Mengerjakan soal Latihan (50 menit) 		<p>melihat video <i>lecturing</i> di EMAS.</p> <p>L (20%)-Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS.</p> <p>U (20%)-Asinkronus: Jawaban soal latihan.</p>	menjawab pertanyaan dalam soal Latihan.	<p>materi dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menerapkan fungsi distribusi dalam mekanika statistik dengan tepat.</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa dapat mahasiswa dapat menerapkan fungsi distribusi dan partisi untuk sistem termodinamika sederhana dengan tepat.</p>	
13	- Transisi fasa orde lebih tinggi.	Belajar Mandiri terstruktur <i>Flipped class</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit) 3. Membaca sumber bacaan lain untuk menjawab pertanyaan soal Latihan (40 menit) 4. Mengerjakan soal Latihan (50 menit) 		<p>O (30%)-Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS.</p> <p>L (20%)-Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS.</p> <p>U (20%)-Asinkronus: Jawaban soal latihan.</p>	L (30%)- Mahasiswa mencari sumber bacaan untuk menjawab pertanyaan dalam soal Latihan.	<p>Indikator Umum: setelah mengikuti perkuliahan (sinkronus), membaca materi dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menjelaskan fenomena transisi fasa orde lebih tinggi dan menerapkan persamaan matematis yang diperlukan dengan tepat.</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa dapat mahasiswa dapat menjelaskan dan</p>	30%

							menerapkan persamaan matematis efek Joule-Kelvin, keadaan kritis, dan transisi orde lebih tinggi dengan tepat.	
14	Sub-CPMK 4 Mampu menerapkan konsep kesetimbangan kimia (C3).	- Kesetimbangan kimia	- Kuliah tatap muka (40 menit) - Belajar mandiri terstruktur: 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video <i>lecturing</i> di EMAS (2x10 menit) 3. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)	Sinkronus, msTeam Asinkronus, EMAS	O (40%)- Sinkronus: Kuliah tatap muka via msTeam. Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS. L (30%)- Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS. U (30%)- Sinkronus: Tanya jawab di kelas. Asinkronus: Jawaban soal latihan.		Indikator Umum: setelah mengikuti perkuliahan (sinkronus), membaca materi dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat menerapkan konsep kesetimbangan kimia dalam sistem termodinamika dengan tepat. Indikator Khusus: Mahasiswa dapat mahasiswa dapat menurunkan persamaan kesetimbangan kimia untuk sistem termodinamika dengan tepat.	50%
15		- Reaksi gas ideal	Belajar Mandiri terstruktur <i>Flipped class</i> 1. Membaca materi di EMAS (2x20 menit). 2. Menonton video <i>lecturing</i> di		O (30%)- Asinkronus: membaca materi dan melihat video <i>lecturing</i> di EMAS. L (20%)-	L (30%)- Mahasiswa mencari sumber bacaan untuk menjawab pertanyaan dalam soal Latihan.	Indikator Umum: setelah mengikuti perkuliahan (sinkronus), membaca materi dan melihat video di EMAS (asinkronus), mahasiswa dapat	50%

			<p>EMAS (2x10 menit)</p> <p>3. Membaca sumber bacaan lain untuk menjawab pertanyaan soal Latihan (40 menit)</p> <p>4. Mengerjakan soal Latihan (50 menit)</p>		<p>Asinkronus: Mengerjakan soal latihan di EMAS.</p> <p>U (20%)- Asinkronus: Jawaban soal latihan.</p>		<p>menerapkan persamaan untuk reaksi gas ideal dengan tepat.</p> <p>Indikator Khusus: Mahasiswa dapat menerapkan hukum aksi mass, persamaan Nernst, dan kapasitas kalor dalam reaksi gas ideal dengan tepat.</p>	
16	UAS							

*) 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
1	Latihan soal 1	1	Set soal	Temperatur <ul style="list-style-type: none"> • Definisi temperatur • Kesetimbangan termal • Pengukuran temperatur • Skala temperatur • Hukum ke-0 Termodinamika 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
2	Latihan soal 2	1	Set soal	Persamaan keadaan <ul style="list-style-type: none"> • Kesetimbangan termodinamika • Diagram PV untuk zat murni • Diagram Pθ untuk zat murni • Permukaan PVθ • Persamaan keadaan • Persamaan keadaan gas ideal • Persamaan keadaan gas riel • Persamaan keadaan selain system P-V-T • Turunan parsial ekspansi dan kompresi • Konstanta kritis gas Van der Waals 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
3	Latihan soal 3	1	Set soal	Hukum ke-1 Termodinamika: Kerja <ul style="list-style-type: none"> • Definisi • Proses kuasi-statik • Kerja system hidrostatik • Diagram PV • Kerja bergantung pada lintasan • Kerja dalam proses kuasi-statik • Kerja untuk berbagai sistem sederhana • Sistem gabungan 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
	Diskusi kelompok	1, 2, 3, 4	Bahan diskusi	Seluruh materi	Online di EMAS dibagi dalam 5 kelompok	60 menit	Rubrik diskusi

4	Latihan soal 4	1	Set soal	Hukum ke-1 Termodinamika; Kalor <ul style="list-style-type: none"> • Kerja dan kalor • Kerja adiabat • Fungsi energi-internal • Perumusan matematis hukum pertama termodinamika • Konsep kalor • Bentuk diferensial hukum pertama termodinamika • Kapasitas kalor dan pengukurannya • Kapasitas kalor air; kalori • Persamaan untuk system hidrostatik • Aliran kuasi-statik kalor, tandon kalor • Penghantaran kalor • Konduktivitas termal • Konveksi kalor • Radiasi termal; benda hitam • Hukum kirchoff, kalor teradiasi • Hukum Stefan-Boltzmann 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
	PR 1	1	Set soal	Temperatur Persamaan keadaan Hukum ke-1 Termodinamika	Tugas individu di rumah		Lembar jawaban
5	Latihan soal 5	2	Set soal	Hukum ke-2 Termodinamika <ul style="list-style-type: none"> • Definisi • Konversi kerja menjadi kalor dan sebaliknya • Mesin Stirling • Mesin uap • Motor bakar • Pernyataan Kelvin-Planck mengenai hukum ke-2 Termodinamika • Pesawat pendingin • Kesetaraan pernyataan Kelvin-Planck dan Clausius 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
6	Latihan soal 6	2	Set soal	Entropi <ul style="list-style-type: none"> • Konsep entropi • Entropi gas ideal 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit	<i>Score online</i>

				<ul style="list-style-type: none"> • Diagram TS • Daur Carnot • Entropi dan keterbalikan • Entropi dan ketakterbalikkan • Entropi dan keadaan tak setimbang • Prinsip pertambahan entropi • Penerapan prinsip entropi dalam Teknik • Entropi dan energi taktersedia 		(Soal dibuka 24 jam)	
	Diskusi kelompok	1, 2, 3, 4	Bahan diskusi	Seluruh materi	Online di EMAS dibagi dalam 5 kelompok	60 menit	Rubrik diskusi
7	Latihan soal 7	2	Set soal	Termodinamika potensial; zat murni <ul style="list-style-type: none"> • Entalpi • Fungsi Helmholtz dan Gibbs • Dua teorema matematis • Hubungan Maxwell • Persamaan TdS • Persamaan energi • Persamaan kapasitas kalor • Kapasitas kalor pada tekanan tetap • Ketermuaian term • Ketermampatan • Kapasitas kalor pada volum tetap • Hukum ke-3 Termodinamika 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
	PR 2	2	Set soal	Hukum ke-2 Termodinamika Entropi Termodinamika potensial; zat murni	Tugas individu di rumah		Lembar jawaban
9	Latihan soal 8	2	Set soal	Gas Ideal <ul style="list-style-type: none"> • Persamaan keadaan gas • Energi internal gas • Gas ideal • Penentuan kapasitas kalor menurut percobaan • Proses adiabat kuasi-statik • Metode Ruchhardt untuk mengukur g • Kelajuan gelombang longitudinal 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>

				<ul style="list-style-type: none"> • Termometri akustik • Pandangan mikroskopik • Persamaan keadaan gas ideal 			
10	Latihan soal 9	2	Set soal	Pergantian fasa (20%) <ul style="list-style-type: none"> • Pergantian orde pertama: persamaan Clapeyron • Peleburan • Penguapan • Sublimasi: persamaan Kirchhoff • Tetapan tekanan-uap • Pengukuran tekanan uap 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
11	Latihan soal 10	3	Set soal	Teori kinetika <ul style="list-style-type: none"> • Pendahuluan • Asumsi dasar • Fluks molekul • Persamaan keadaan gas ideal • Tumbukan dengan dinding bergerak • Prinsip ekipartisi energi • Teori klasik kapasitas panas jenis • Kapasitas panas jenis benda padat 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
12	Latihan soal 11	3	Set soal	Mekanika statistik <ul style="list-style-type: none"> • Prinsip pokok • Distribusi kesetimbangan • Peranan A dan β • Fungsi partisi • Fungsi partisi dari gas ideal ekaatom • Ekuipartisi energi • Distribusi kelajuan molekul • Tafsiran statistik kerja dan kalor • Kerambangan, entropi, dan informasi 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
	PR 3	3	Set soal	Gas ideal Pergantian fasa Teori kinetika Mekanika statistik	Tugas individu di rumah (PR)		Lembar jawaban
13	Latihan soal 12	3	Set soal	Transisi fasa orde lebih tinggi <ul style="list-style-type: none"> • Efek Joule-Kelvin 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan	<i>Score online</i>

				<ul style="list-style-type: none"> • Perincian gas dengan efek Joule-Kelvin • Keadaan kritis • Eksponen titik kritis • Eksponen titik kritis system magnetic • Transisi orde lebih tinggi • Helium cair dan helium padat 		50 menit (Soal dibuka 24 jam)	
13	Latihan soal 13	4	Set soal	Kesetimbangan kimia <ul style="list-style-type: none"> • Hukum Dalton • Membrane semipermeable • Teorema Gibbs • Entropi campuran gas ideal yang lembam • Fungsi Gibbs dari campuran gas ideal • Kesetimbangan kimia • Pemerian termodinamika keadaan takseimbang • Persyaratan kesetimbangan kimia • Persyaratan kemantapan mekanis • Persamaan termodinamika suatu fasa • Potensial kimia • Derajat reaksi • Persamaan kesetimbangan reaksi 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>
	Diskusi kelompok	1, 2, 3, 4	Bahan diskusi	Transisi Fasa Orde Lebih Tinggi Kesetimbangan kimia	Online di EMAS dibagi dalam 5 kelompok	60 menit	Rubrik diskusi
14	Latihan soal 14	4	Set soal	Reaksi gas ideal <ul style="list-style-type: none"> • Hukum aksi massa • Penentuan tetapan kesetimbangan menurut percobaan • Kalor reaksi • Persamaan Nernst • Afinitas • Pergeseran kesetimbangan • Kapasitas kalor gas yang bereaksi dalam kesetimbangan 	Online di EMAS	Waktu mengerjakan 50 menit (Soal dibuka 24 jam)	<i>Score online</i>

	PR 4	4	Set soal	Transisi fasa orde lebih tinggi Keseimbangan kimia Reaksi gas ideal	Tugas individu di rumah (PR)		Lembar jawaban
	Presentasi tugas kelompok	1, 2, 3, 4	Bahan diskusi	Seluruh materi	Vidcon, msTeam	60 menit	Video presentasi

Kriteria Penilaian (Evaluasi Hasil Pemelajaran)

Sub-CPMK	Bentuk Evaluasi	Instrumen/ Jenis Asesmen	Frekuensi	Bobot Evaluasi (%)
1, 2	- Ujian Tengah Semester.	Tes Tertulis melalui EMAS	1x	20
2, 3, 4	- Ujian Akhir Semester	Tes Tertulis melalui EMAS	1x	20
1, 2, 3, 4	- Tugas mingguan	Tes <i>online</i> melalui EMAS (<i>multiple choice dan short answer question</i>) dengan <i>online scoring</i> langsung di EMAS	14x	30
1, 2, 3, 4	- Set soal PR	Lembar jawaban PR	4x	10
1, 2, 3, 4	- Diskusi online	Rubrik penilaian diskusi melalui EMAS	3x	10
1, 2, 3, 4	-Presentasi Akhir melalui <i>video conference</i> .	Rubrik penilaian presentasi Akhir	1x	10
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 — < 50	D	1, 00
< 40	E	0,00

Rubrik:

a. Kriteria Nilai Soal Esai (Tugas Mandiri, UTS, dan UAS)

Nilai	Kualitas Jawaban
100	Jawaban sangat tepat, semua pengertian dan komponen utama lengkap
76-99	Jawaban cukup tepat, pengertian dan komponen utama hampir lengkap
51-75	Jawaban kurang tepat, pengertian dan komponen utama kurang lengkap
26-50	Jawaban sangat kurang tepat, pengertian dan komponen utama sangat kurang lengkap
<25	Jawaban salah

b. Rubrik Nilai Presentasi kelompok

No	Kategori	4	3	2	1
1	Kerjasama anggota kelompok	Bekerjasama dengan baik dengan anggota dalam kelompok dan menjadi	Kurang bekerjasama dengan kelompoknya	Sangat individual. Hanya bekerjasama	Tidak bekerjasama dengan baik dengan

		fasilitator bagi kelompoknya		dengan satu orang	anggota kelompok
2	Penguasaan materi	Menguasai materi dengan baik dan tanpa teks ketika presentasi.	Kurang menguasai materi dan tanpa teks ketika presentasi.	Kurang menguasai materi dan menggunakan teks ketika presentasi.	Tidak menguasai materi.
3	Penyampaian materi	Materi mudah dipahami dengan Bahasa tubuh yang baik.	Materi sebagian dapat dipahami dengan Bahasa tubuh yang baik.	Materi kurang dapat dipahami.	Materi tidak dapat dipahami.

Nilai presentasi = (skor total/12) x 100

c. Rubrik Nilai Diskusi kelompok

No	Kategori	4	3	2	1
1	Keterlibatan anggota kelompok	Semua anggota terlibat dalam diskusi	Sebagian besar anggota terlibat dalam diskusi dan sebagian kecil tidak	Sebagian kecil terlibat dalam diskusi dan sebagian besar tidak	Semua anggota tidak menunjukkan niat dan usaha untuk berdiskusi
2	Hasil diskusi	Menjawab semua pertanyaan yang diberikan dengan tepat	Menjawab sebagian besar pertanyaan dengan tepat dan sebagian kecil tidak tepat	Menjawab sebagian kecil pertanyaan yang diberikan dan sebagian besar tidak tepat	Sama sekali tidak menjawab pertanyaan yang diberikan secara tepat
3	Penggunaan referensi	Menggunakan referensi dengan tepat untuk menjawab persoalan dalam materi diskusi	Sebagian besar menggunakan referensi untuk menjawab persoalan dalam materi diskusi	Sebagian kecil menggunakan referensi dalam menjawab persoalan dalam materi diskusi.	Tidak menggunakan referensi dalam menjawab persoalan dalam materi diskusi.

Nilai diskusi = (skor total/12) x 100