



**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

RPS-MS-MS-  
42142

**RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)**

Mata Kuliah	Kode MK	Rumpun MK	Bobot SKS		Semester	Tgl. Penyusunan
KETEL UAP	MS 42142	Peminatan Pilihan Konversi Energi	T = 2	P = 0	VII (Tujuh)	17 September 2021
<b>OTORISASI</b>		Pengembang RPS	Koordinator Rumpun MK		Kaprosdi	
		Imaduddin Haq, ST, MT	(.....)		(Jones Victor Tuapetel, ST, MT, PhD)	
<b>Capaian Pembelajaran (CP)</b>	<b>CPL-Prodi yang dibebankan pada MK</b>					
	CPL 1 (S9)	Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri				
	CPL2 (U4)	Menyusun deskripsi saintifik hasil kajian tersebut di atas dalam bentuk skripsi atau laporan tugas akhir, dan mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi;				
	CPL 3 (K3)	Menguasai ilmu dan teknologi pemilihan material dalam perancangan sistem konstruksi mesin, mesin konversi energi dan proses manufaktur;				
	CPL 4 (K4)	Mampu memilih dan memanfaatkan perangkat perancangan untuk rekayasa berbasis teknologi informasi dan komputasi yang mengacu kepada standar industri				
	CPL 5 (K5)	Menguasai pengetahuan prosedural dan operasional kerja bengkel/pabrik dan kegiatan laboratorium serta pelaksanaan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan)				
	CPL 6 (P3)	Mengetahui jenis-jenis material yang digunakan dalam rekayasa permesinan dan perancangan berbagai komponen dalam suatu sistem;				
	CPL 7 (P6)	Mengetahui perkembangan terbaru teknologi rekayasa permesinan yang memanfaatkan teknologi informasi berbasis pada penggunaan internet dalam sistem mekanika elektronika				
CPL 1 (S9)	Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri					

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)								
1. Kemampuan menerapkan matematika, sains, dan prinsip rekayasa untuk menyelesaikan masalah rekayasa pada sistem mekanika (CPL 1, 2, 3, 4, 5, 6,7)								
2. Kemampuan mendesain komponen, sistem dan atau proses mekanika untuk memenuhi kebutuhan yang diharapkan dengan pendekatan analitis rekayasa berbasis ilmu dan teknologi mutakhir dan mempertimbangkan standar teknis, aspek kinerja, keandalan, serta kemudahan penerapan dan atau memanfaatkan potensi sumber daya lokal dan nasional dengan wawasan global (CPL 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)								
3. Kemampuan menghubungkan ide-ide dalam matematika dan menerapkan matematika dalam konteks sains, teknik dan disiplin ilmu yang terkait dengan bidang ilmunya (CPL 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)								
4. Kemampuan memahami dan menghayati hakikat dan keindahan matematika serta nilainya dalam kehidupan dan disiplin ilmu lainnya. (CPL 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)								
Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)								
1. Sub CPMK 1 Mahasiswa mampu mengklasifikasikan pemilihan teknologi ketel uap dan penggunaannya khususnya untuk kebutuhan di industri dan instalasi pembangkit listrik tenaga uap.								
2. Sub CPMK 2 Mahasiswa mampu memahami konsep rancang bangun (desain engineering) komponen – komponen ketel uap sehingga mengerti sistem konstruksi, konversi energi, serta manufaktur ketel uap.								
3. Sub CPMK 3 Mahasiswa mampu menjelaskan termodinamika, perpindahan panas, dan konversi energi ketel uap.								
4. Sub CPMK 4 Mahasiswa mengerti bagian – bagian kritis, boiler emergency, dan pengoperasian ketel uap.								
5. Sub CPMK 4 Mahasiswa memahami tentang nilai kalor pembakaran (Dulong’s Formula), Efisiensi ketel uap (metode Direct and Indirect)								
6. Sub CPMK 4 Mahasiswa mampu menjelaskan siklus rankine, mass and heat balance untuk pembangkit listrik tenaga uap								
7. Sub CPMK 4 Mahasiswa mampu melakukan perhitungan heat and mass balance, efisiensi termal ketel uap dalam pembangkit listrik tenaga uap								
Korelasi CPMK terhadap Sub-CPMK								
		Sub-CPMK1	Sub-CPMK2	Sub-CPMK3	Sub-CPMK4	Sub-CPMK5	Sub-CPMK6	Sub-CPMK7
	CPMK1	√	√	√	√	√	√	√
	CPMK2	√	√	√	√	√	√	√
	CPMK3	√	√	√	√	√	√	√
	CPMK4	√	√	√	√	√	√	√
<b>Deskripsi singkat MK</b>	Mata Kuliah ketel uap berkaitan erat dengan ilmu konversi energi, perpindahan panas, perancangan/konstruksi, termodinamika dimana penerapan teknologi ketel uap secara luas terdapat di berbagai industri proses dan instalasi pembangkit listrik tenaga uap. Perkuliahan membahas tentang komponen utama dan auxiliaries, fungsi, proses pembakaran, perpindahan energi, dan efisiensi ketel uap. Selain itu pemahaman mengenai pengoperasian dan bagian – bagian kritis akan memberikan pengetahuan							

	teknik rancang bangun (desain dan enjinereng) ketel uap. Dalam penerapan ketel uap di instalasi tenaga listrik (PLTU) akan dijelaskan tentang siklus rankine dan perhitungan efisiensi termal siklus sehingga mahasiswa mendapatkan dasar – dasar enjinereng ketel uap untuk kesiapan memasuki dunia industri/kerja.						
<b>Bahan Kajian:</b> Materi Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengantar teknologi ketel uap (klasifikasi, komponen – komponen, fungsi dan cara kerja)</li> <li>2. Proses pembentukan air ke uap, konversi energi, dan perpindahan panas.</li> <li>3. Boiler emergency dan bagian – bagian kritis pengoperasian ketel uap.</li> <li>4. Nilai Kalor bahan bakar dan efisiensi ketel uap.</li> <li>5. Material dan kekuatan peralatan utama ketel uap (steam drum, water wall tube, economizer, superheater, dll)</li> <li>6. Peralatan pembersih dan handling fly ash ke cerobong/chimney ketel uap</li> <li>7. Penerapan ketel uap di industri proses dan PLTU (diagram rankine dan perhitungan efisiensi termal)</li> </ol>						
<b>Pustaka</b>	<b>Utama:</b>			<b>Pendukung:</b>			
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ir. M.J. Djokosetyarjo, Pembahasan Lanjut Ketel Uap, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1990</li> <li>2. M.M. El Wakil, Power Plant Technology, Mc Graw-Hill Book Company, 1984</li> <li>3. Kenneth E. Heselton, Boiler operator’s Handbook, The Fairmont Press Inc., 2005</li> <li>4. Sbastian Teir, Basic of Steam Generation, Helsinki University of Technology</li> <li>5. Standar ASME Section 8 Div 1</li> </ol>			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Donald R. Pitts, Leighton E Sissom, Perpindahan Kalor, Schaum, McGraw-Hill Inc.</li> <li>2. ASME Standard, PTC -4-1, Power Test Code for Steam Generating Units.</li> <li>3. Indian Standard for Boiler Efficiency Testing (IS 8753)</li> <li>4. Jurnal-jurnal tentang ketel uap</li> </ol>			
<b>Dosen Pengampu:</b>	Imaduddin Haq, ST, MT						
<b>MK Prasyarat:</b>	Tidak Ada						
Sesi ke-	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, dan Penugasan mahasiswa [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Rujukan]	Penilaian		Bobot penilaian (%)
		Luring (Tatap Muka)	Daring (online)		Indikator	Bentuk dan kriteria	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Mahasiswa mampu mengklasifikasikan teknologi ketel	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Kuliah [90’]</li> <li>b) Latihan soal me-identifikasi</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a>;</li> <li>b) Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu]</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ruang lingkup dan pendahuluan teknologi ketel uap</li> <li>2. Klasifikasi teknologi ketel uap</li> </ol>	Kesesuaian jawaban dengan layout	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah	Kehadiran : $\frac{10}{16}\%$

	uap, memahami komponen – komponen, fungsi dan cara kerjanya.	fungsi dan cara kerja komponen komponen ketel uap penerapan pada instalasi tenaga listrik [20’]	<b>mahasiswa bertanya]</b>	dan penggunaanya, penjelasan komponen – komponen utama dan auxiliaries	gambar ketel uap pada instalasi tenaga listrik yang diberikan	kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	
2	Mahasiswa mampu menjelaskan konversi energi ketel uap dan memahami penggunaan flue gas sebagai sumber panas yang dimanfaatkan	a) Kuliah [80’] b) Tanya Jawab [30’]	a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; b) Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	1. Konversi energi bahan bakar hingga perubahan air menjadi uap 2. Pemanfaatan uap untuk kebutuhan proses dan pembangkit listrik 3. Flue gas sebagai sumber panas pre-heating	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	1. Kehadiran: $\frac{10}{16}$ %
3	Mahasiswa mampu menjelaskan teknik pembakaran (desain) dalam furnace ketel uap	a) Kuliah [80’] b) Tanya Jawab . [30’]	a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; b) Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	a) Tekanan udara furnace pembakaran, balance draft b) Pembentukan api pembakaran, tangential force c) Desain layout burner dan oil gun pada furnace d) Penggunaan bahan bakar ketika start-up hingga BMCR (Boiler Maximum Continous	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan	Kehadiran : $\frac{10}{16}$ %

				Rate)		menjawab.	
4	Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip proses terbentuknya air menjadi uap (Termodinamika)	a) Kuliah [80'] b) Tanya jawab [30']	a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; b) Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	1) Fluida kerja fasa subcooled, saturation, dan superheated 2) Total heat yang dibutuhkan untuk membangkitkan uap: Sensible heat dan latent heat	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	Kehadiran: $\frac{10}{16}\%$
5	Proses sirkulasi air / aliran fluida dan proses perpindahan panas pada Ketel Uap	a) Kuliah [70'] b) Tanya jawab [40']	1. eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; 2. Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	1. Sirkulasi Natural dan Forced 2. Aliran air/uap dalam saluran pipa 3. Perpindahan panas radiasi, konveksi, dan monduksi	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	Kehadiran : $\frac{10}{16}\%$
6	Mahasiswa mampu melakukan perhitungan Efisiensi ketel uap dan pemahaman Nilai Kalor Bahan Bakar	a) Kuliah [70'] b) Tanya jawab [40']	a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; b) Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	1. Efisiensi ketel uap Metode Direct 2. Efisiensi ketel uap Metode Indirect, diagram Sankey	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test :	Kehadiran : $\frac{10}{16}\%$

						Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	
7	Mahasiswa mampu memahami fungsi peralatan I&C (instrumentasi dan control) ketel uap	a) Kuliah [70'] b) Tanya jawab [40']	a. eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; b. Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Safety Valve</li> <li>2. Three element control</li> <li>3. Main steam valve</li> <li>4. Transmitter/peralatan ukur</li> <li>5. Emergency stop valve, Boiler Emergency</li> </ol>	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kehadiran: <math>\frac{10}{16}</math> %</li> <li>2. Quiz : 5%</li> </ol>
8	<b>UJIAN TENGAH SEMESTER (Bobot 30%)</b>						
9	Mahasiswa mampu menjelaskan dan perhitungan kekuatan komponen utama steam drum	a. Kuliah [70'] b. Tanya jawab [40']	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a>;</li> <li>2. Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kinerja Steam Drum</li> <li>2. Perhitungan Kekuatan dan ketebalan pelat steam drum</li> </ol>	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	Kehadiran : $\frac{10}{16}$ %
10	Mahasiswa mampu melakukan perhitungan	a) Kuliah [70'] b) Tanya jawab [40']	a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; b) Diskusi di Zoom, dan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perhitungan perpindahan panas dan dimensi superheater</li> </ol>	Kesesuaian jawaban dengan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kehadiran:</li> </ol>

	dimensi ekonomiser dan superheater		SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	2. Perhitungan perpindahan panas dan dimensi ekonomiser	penjelasan yang diberikan	masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	$\frac{10}{16}\%$  2. Tugas: 5%
11	Mahasiswa mampu menjelaskan peralatan – peralatan pembersih ketel uap	a) Kuliah [70'] b) Tanya jawab. [40']	a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; \ b) Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	a) Pengotoran ketel yang disebabkan kerak ketel pada aliran uap. b) Pengotoran ketel yang disebabkan abu pada aliran api/flue gas (fly ash dan bottom ash)	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	Kehadiran : $\frac{10}{16}\%$
12	Mahasiswa mampu memahami properties bahan bakar, reaksi pembakaran (bahan bakar batubara), dan pengoperasian ketel uap	a) Kuliah [60'] b) Tanya jawab [50']	a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; b) Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	1. Properties bahan bakar 2. Reaksi pembakaran Carbon, Hidrogen, Sulfur 3. Dulong's formula 4. Pengoperasian ketel uap dari start-up, normal operasi, sampai shut down	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	Kehadiran : $\frac{10}{16}\%$

13	Mahasiswa mampu menjelaskan penerapan ketel uap pada teknologi WTE (Waste to Energy)	a) Kuliah [60'] b) Tanya jawab [50'].	a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; b) Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	1. Pemanfaatan bahan bakar dari sampah (waste to energy) 2. Teknologi renewable energy, Sintetik Gas (syngas) di ketel uap pengganti bahan bakar solid.	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	Kehadiran :
14	Mahasiswa mampu memahami aplikasi ketel uap pada industri proses dan PLTU	a) Kuliah [80'] b) Tanya jawab [30'].	a) eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; b) Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	1. Flow chart peralatan – peralatan steam generating dan instalasi turbin-generator 2. Termodinamika Siklus Rankine	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan kemampuan menjawab.	$\frac{10}{16}$ %
15	Mahasiswa mampu melakukan perhitungan efisiensi thermal plant dan heat rate di PLTU	a) Kuliah [80'] b) Tanya jawab [30'].	1. eLearning: <a href="http://sce.iti.ac.id">http://sce.iti.ac.id</a> ; 2. Diskusi di Zoom, dan SCE [sesuai waktu mahasiswa bertanya]	1. Perhitungan entalpi pada tiap – tiap bagian komponen (siklus rankine) 2. Perhitungan efisiensi termal dan heat rate	Kesesuaian jawaban dengan penjelasan yang diberikan	<b>Kriteria:</b> Rubrik nilai penyelesaian masalah kuantitatif <b>Teknik:</b> Non-test : Kemampuan bertanya dan	1. Kehadiran: $\frac{10}{16}$ %  Tugas



						kemampuan menjawab.	
16	<b>UJIAN AKHIR SEMESTER (Bobot 50%)</b>						

### RUBRIK HOLISTIK

Aspek yang dinilai	Skala Penilaian			
	Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
	(21-40)	(41-60)	(61-80)	(Skor $\geq$ 81)
Pemahaman konsep dasar soal yang akan diselesaikan	Tidak memahami konsep dasar soal yang akan diselesaikan.	Sedikit memahami konsep dasar soal yang akan diselesaikan, terlihat dari tahapan yang tidak menuju ke penyelesaian.	Memahami konsep dasar soal yang akan diselesaikan, tetapi penyelesaian tidak tercapai.	Memahami konsep dasar soal yang akan diselesaikan, dan dapat menuju ke penyelesaian.
Sistematika penulisan penyelesaian	Alur sistematika penyelesaian tidak jelas dan tidak bermakna.	Alur sistematika penyelesaian tidak lengkap sehingga tidak menuju ke penyelesaian.	Alur penyelesaian sistematis tetapi penyelesaian tidak tercapai.	Alur penyelesaian sistematis dan dapat menuju ke penyelesaian.
Ketepatan dalam menyelesaikan soal	Soal tidak selesai.	Soal diselesaikan dengan ketepatan jawaban 60%.	Soal diselesaikan dengan ketepatan jawaban 80%.	Soal diselesaikan dengan ketepatan jawaban 100%.

Menyetujui

Tangerang Selatan, 17 September 2021

Ka.Prodi Teknik Mesin – ITI

Dosen Pengampu Mata Kuliah




(Ir. Jones Victor Tuapetel, ST, MT, PhD, IPM)  
NIDN : 0322096803

(Imaduddin Haq, ST, MT)  
NIDN : 0405038102