





# UNIVERSITAS JAYABAYA

Fakultas : Teknologi Industri

Program Studi : Teknik Kimia

## RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

Mata Kuliah	Kode	Rumpun Mata Kuliah	Bobot (SKS)		Semester	Tanggal Penyusunan
Termodinamika Teknik Kimia I	CHE3032	Ilmu Teknik	T : 2	P : 0	III	28 Juni 2023
Otorisasi / Pengesahan	Dosen Pengembang RPS		Koordinator Mata Kuliah / Kelompok Bidang Ilmu		Ketua Program Studi	
	 (Dr. Yeti Widyawati, S.T.,M.Si)		 (Ir Herliati, M.T., Ph.D)		(Ir. Lubena, M.T)	
Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)	CPL 4	Mampu menguasai matematika, fisika, kimia dan biologi serta prinsip-prinsip rekayasa dalam merancang dan menganalisis proses, sistem pemrosesan, dan peralatan untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang memiliki nilai tambah (P1)				
	CPL 6	Mampu berpikir logis, kritis, sistematis dan terukur dalam mengimplementasikan ilmu pengetahuan dan teknologi guna mengambil keputusan yang tepat dalam menghasilkan karya yang bermutu dan inovatif (KU1)				
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	CPMK	Mampu menjelaskan (C2) besaran termodinamika dan neraca energi berdasarkan hukum pertama termodinamika, menghitung (C3) persamaan keadaan gas nyata, panas reaksi, efisiensi mesin kalor dan pompa panas berdasarkan hukum kedua termodinamika, dan mampu melakukan (P3) penelusuran diagram dan tabel properti termodinamika pada sistem fase				
Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Sub-CPMK 1	Mampu menjelaskan ruang lingkup dan besaran sistem termodinamika				
	Sub-CPMK 2	Mampu menjelaskan neraca energi pada sistem tertutup dan terbuka berdasarkan hukum pertama termodinamika				
	Sub-CPMK 3	Mampu menghitung persamaan keadaan gas nyata				
	Sub-CPMK 4	Mampu menghitung panas reaksi				
	Sub-CPMK 5	Mampu menghitung efisiensi mesin kalor, pompa panas berdasarkan hukum kedua termodinamika				
	Sub-CPMK 6	Mampu melakukan penelusuran diagram dan tabel properti termodinamika pada sistem fase				

Pemetaan CPMK terhadap Sub-CPMK			Sub-CPMK 1	Sub-CPMK 2	Sub-CPMK 3	Sub-CPMK 4	Sub-CPMK 5	Sub-CPMK 6	Sub-CPMK 7	Sub-CPMK 8	Sub-CPMK 9	Sub-CPMK 10	Sub-CPMK 11	Sub-CPMK 12	Sub-CPMK 13	Sub-CPMK 14	Sub-CPMK 15
		CPMK	√	√	√	√	√	√									
Deskripsi Singkat Mata Kuliah		Mata kuliah ini berisi materi tentang konsep dasar termodinamika, hukum pertama termodinamika, sifat volumetris fluida murni, efek panas, hukum kedua termodinamika dan sifat-sifat termodinamika fluida															
Bahan Kajian: Materi Pembelajaran		1. Konsep Dasar Termodinamika 2. Hukum Pertama Termodinamika 3. Sifat Volumetris Fluida Murni 4. Efek Panas 5. Hukum Kedua Termodinamika 6. Sifat-Sifat Termodinamika Fluida															
Pustaka		<b>Utama:</b> 1. Smith, J.M., Van Ness, H.C., and Abbott, M., M., 2018, “Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 8th ed., McGraw-Hill, Boston. 2. Winnick, J., 2017, “Chemical Engineering Thermodynamics: Introduction to Thermodynamics for Undergraduate Engineering Students”, John Wiley & Sons, Inc., New York 3. Rastogi, R.P., dan Misra, R.R., 2000,”An Introduction to Chemical Thermodynamics”, Vikas Publishing House PVT LTD., New Delhi 4. Cengel, Y.A., and Boles, M.A., 2015, “ <i>Thermodynamics An Engineering Approach</i> ”, Edisi ke-8, McGraw-Hill Book Co, Inc.,New York.															
		<b>Pendukung:</b> 1. The Journal of Chemical Thermodynamics <a href="https://www.sciencedirect.com/journal/the-journal-of-chemical-thermodynamics">https://www.sciencedirect.com/journal/the-journal-of-chemical-thermodynamics</a> 2. International Journal of Thermodynamics <a href="https://dergipark.org.tr/en/pub/ijot">https://dergipark.org.tr/en/pub/ijot</a> 3. Video															
Dosen Pengampu		Dr. Yeti Widyawati, S.T., M.Si															
Mata Kuliah Syarat		Fisika Dasar II															
Minggu ke	Sub-CPMK sebagai Kemampuan Akhir yang Diharapkan	Penilaian				Bentuk Pembelajaran; Metode Pembelajaran; Penugasan				Materi Pembelajaran				Bobot Penilaian (%)			
		Indikator		Kriteria & Bentuk		Tatap Muka / Luring		Daring									
(1)	(2)	(3)		(4)		(5)		(6)		(7)		(8)					

1	Memahami kompetensi yang akan dicapai setelah mengikuti perkuliahan, materi yang akan dipelajari, metode pembelajaran serta penilaian pembelajaran	Mampu memahami kompetensi yang akan dicapai setelah mengikuti perkuliahan, materi yang akan dipelajari, metode pembelajaran serta penilaian pembelajaran	<b>Kriteria:</b> Memiliki minimal satu referensi utama, memahami kontrak perkuliahan  <b>Teknik:</b> Wawancara kelas	<b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah  <b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab  [Ceramah: 1x60', Diskusi dan Tanya Jawab 1x40']	<b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah  <b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab  [Ceramah menggunakan Zoom Meeting: 1x60', Diskusi dan Tanya Jawab: 1x40']	<b>Materi Pembelajaran:</b> Kontrak perkuliahan	
2	<b>Sub-CPMK 1</b> Mampu menjelaskan ruang lingkup dan besaran sistem termodinamika	1. Menjelaskan ruang lingkup termodinamika 2. Menjelaskan dimensi dan satuan 3. Menjelaskan suhu dan tekanan 4. Menjelaskan kerja, energi kinetik, energi potensial, dan panas	<b>Kriteria:</b> Kemampuan menjelaskan ruang lingkup termodinamika, menjelaskan tentang satuan SI dan konversi dari satuan U.S. biasa ke satuan SI, ukuran dan jumlah, menjelaskan tekanan yang diberikan oleh kolom fluida, menjelaskan kekekalan energi mekanik, menjelaskan konsep usaha sebagai perpindahan energi yang menyertai aksi gaya melalui jarak dengan perluasan aksi tekanan (gaya per area) yang bekerja melalui volume (jarak kali luas)  <b>Teknik:</b> Mengerjakan tugas untuk menyelesaikan soal tentang konsep dasar termodinamika	<b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah  <b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab  [Ceramah: 1x50', Diskusi dan Tanya Jawab 1x20'] Tes tertulis: 1x30']	<b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah  <b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab  [Ceramah menggunakan Zoom Meeting: 1x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 1x50']	<b>Materi Pembelajaran:</b> Materi konsep dasar termodinamika: Ruang lingkup termodinamika, 1. Dimensi dan satuan, 2. Suhu dan tekanan, 3. Kerja, energi, dan panas  Ref: [1] [4]	10%

3-4	<b>Sub-CPMK 2</b> Menjelaskan neraca energi pada sistem tertutup dan terbuka berdasarkan hukum pertama termodinamika	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memberikan contoh eksperimen Joule</li> <li>2. Menjelaskan energi dalam</li> <li>3. Menjelaskan hukum pertama termodinamika</li> <li>4. Menjelaskan neraca energi pada sistem tertutup</li> <li>5. Menjelaskan kesetimbangan termodinamika, fungsi keadaan termodinamika dan hukum fase</li> <li>6. Menjelaskan proses reversible, proses pada tekanan (P) dan volume (V) konstan</li> <li>7. Menjelaskan entalpi dan kapasitas panas</li> <li>8. Menjelaskan neraca massa dan panas untuk sistem terbuka</li> </ol>	<p><b>Kriteria:</b> Memberikan contoh eksperimen joule, menjelaskan konsep energi dalam yaitu, energi yang tersimpan dalam suatu zat, menjeaskan hukum pertama termodinamika yang mencerminkan pengamatan bahwa energi tidak diciptakan atau dihancurkan, menjelaskan neraca energi untuk sistem tertutup, kesetimbangan termodinamika, fungsi keadaan suatu sistem, menjelaskan konsep proses reversibel yang menghubungkan keadaan kesetimbangan, menjelaskan entalpi dan kapasitas kalor untuk menghubungkan perubahan energi dalam dan entalpi suatu zat terhadap perubahan suhunya, menjelaskan neraca panas untuk sistem terbuka</p> <p><b>Teknik:</b> Mengerjakan tugas untuk menyelesaikan soal tentang hukum pertama termodinamika</p>	<p><b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah</p> <p><b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab</p> <p>[Ceramah: 2x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 2x10', Tes tertulis: 1x80']</p>	<p><b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah</p> <p><b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab</p> <p>[Ceramah menggunakan Zoom Meeting: 2x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 2x10', Tes tertulis: 1x80']</p>	<p><b>Materi Pembelajaran:</b> Materi hukum pertama termodinamika;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eksperimen Joule</li> <li>2. Energi Dalam</li> <li>3. Hukum pertama termodinmaika</li> <li>4. Neraca energi sistem tertutup</li> <li>5. Fungsi Kedaan</li> <li>6. Proses reversible</li> <li>7. Entalpi dan kapasitas panas</li> <li>8. Neraca panas untuk sistem terbuka</li> </ol> <p>Ref: [1] [4]</p>	10%
5-7	<b>Sub-CPMK 3</b> Mampu menghitung persamaan keadaan gas nyata	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan aturan fasa</li> <li>2. Menjelaskan diagram PVT untuk senyawa murni</li> <li>3. Menghitung persamaan keadaan gas ideal</li> <li>4. Menghitung persamaan virial</li> </ol>	<p><b>Kriteria:</b> Kemampuan menjelaskan aturan fasa yang menghubungkan jumlah variabel independen yang diperlukan untuk memperbaiki keadaan termodinamika suatu sistem dengan jumlah spesies dan fasa kimia yang</p>	<p><b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah</p> <p><b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab</p> <p>[Ceramah: 3x50',</p>	<p><b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah</p> <p><b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab</p>	<p><b>Materi Pembelajaran:</b> Materi sifat-sifat volumetrik fluida murni:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aturan fasa</li> <li>2. Perilaku PVT senyawa murni</li> <li>3. Persamaan gas ideal</li> <li>4. Persamaan virial</li> <li>5. Persamaan keadaan kubik</li> </ol>	10%

		<p>5. Menghitung persamaan keadaan kubik</p> <p>6. Menghitung korelasi umum gas</p> <p>7. Menghitung korelasi umum cairan</p>	<p>ada, menjelaskan secara kualitatif sifat umum perilaku PVT dari zat murni, mengidentifikasi zat padat, cair, gas, dan daerah cairan; kurva fusi (peleburan), sublimasi, dan penguapan, titik kritis dan triple, menjelaskan kompresibilitas isothermal dan ekspansivitas volume, menghitung kebutuhan panas dan kerja serta perubahan properti untuk proses reversibel mekanis, proses isothermal, isobarik, isokorik, dan adiabatik dalam keadaan gas ideal, menghitung faktor kompresibilitas Z, memilih persamaan keadaan yang sesuai untuk penerapan dalam keadaan virial dua suku yang ditulis dalam bentuk tekanan atau densitas molar, menghitung koefisien virial kedua dan ketiga, faktor kompresibilitas versus kerapatan molar, menghitung persamaan keadaan kubik, menghitung korelasi umum yang memungkinkan prediksi perilaku PVT gas dan cairan</p> <p><b>Teknik:</b> Mengerjakan tugas untuk menyelesaikan soal tentang sifat volumetrik fluida murni</p>	<p>Diskusi dan Tanya Jawab: 3x10', Tes tertulis: 1x120']</p>	<p>[Ceramah menggunakan Zoom Meeting: 3x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 3x10', Tes tertulis: 1x120']</p>	<p>6. Korelasi umum gas 7. Korelasi umum cairan</p> <p>Ref: [1] [4]</p>	
8	Evaluasi Tengah Semester: Melakukan Validasi Penilaian Tengah Semester						20%

9-10	<b>Sub-CPMK 4</b> Mampu menghitung panas reaksi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mendefinisikan panas <i>sensible</i>, panas laten, panas reaksi, panas pembentukan, dan panas pembakaran komponen murni</li> <li>2. Merumuskan kapasitas kalor dengan menggunakan cp atau cv</li> <li>3. Menghitung panas laten dan persamaan clayperon</li> <li>4. Menghitung panas reaksi standar</li> <li>5. Menjelaskan panas reaksi sebagai fungsi temperatur</li> <li>6. Menghitung pengaruh panas pada suatu sistem reaksi kimia</li> </ol>	<p><b>Kriteria:</b> Kemampuan mendefinisikan panas sensibel, panas laten, panas reaksi, panas pembentukan, dan panas pembakaran, merumuskan kapasitas kalor dengan menggunakan cp atau cv, ketepatan menghitung panas laten dari perubahan fasa dalam neraca energi dan menerapkan persamaan Clayperon, menghitung panas reaksi standar pada suhu sembarang dari panas pembentukan dan kapasitas panas, menghitung panas reaksi standar dan panas pembakaran standar, menghitung kebutuhan panas untuk proses dengan reaksi kimia tertentu, suhu masuk dan suhu keluar tertentu</p> <p><b>Teknik:</b> Mengerjakan tugas untuk menyelesaikan soal tentang efek panas</p>	<p><b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah</p> <p><b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab</p> <p>[Ceramah: 2x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 2x10', Diskusi kelompok: 1x80']</p>	<p><b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah</p> <p><b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab</p> <p>[Ceramah menggunakan Zoom Ceramah: 1x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 1x10', Diskusi kelompok: 1x40']</p>	<p><b>Materi Pembelajaran:</b> Materi efek panas</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Panas <i>sensible</i>, panas laten, panas reaksi, panas pembentukan, dan panas pembakaran komponen murni</li> <li>2. Kapasitas kalor</li> <li>3. Persamaan Clayperon</li> <li>4. Panas reaksi standar</li> <li>5. Panas reaksi sebagai fungsi temperatur</li> <li>6. Pengaruh panas pada suatu sistem reaksi kimia</li> </ol> <p>Ref: [1] [4]</p>	10%
11-12	<b>Sub-CPMK 5</b> Mampu menghitung efisiensi mesin kalor, pompa panas berdasarkan hukum kedua termodinamika	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan Pernyataan hukum kedua termodinamika, <i>heat engine</i> dan <i>heat pump</i></li> <li>2. Menjelaskan entropi sistem terbuka</li> <li>3. Menjelaskan kerja ideal dan kehilangan kerja</li> <li>4. Menjelaskan perubahan entropi suatu gas ideal</li> <li>5. Menjelaskan persamaan</li> </ol>	<p><b>Kriteria:</b> Kemampuan menjelaskan pernyataan hukum kedua yang mencerminkan pengamatan yang membatasi capaian oleh proses reversibel, menghitung hukum kedua, menjelaskan <i>heat engine</i> dan <i>heat pump</i>, menjelaskan mesin carnot dengan fluida kerja gas ideal, persamaan matematika hukum kedua termodinamika,</p>	<p><b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah</p> <p><b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab</p> <p>[Ceramah: 3x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 3x10',</p>	<p><b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah</p> <p><b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab</p> <p>[Ceramah menggunakan</p>	<p><b>Materi Pembelajaran:</b> Materi hukum kedua termodinamika:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pernyataan hukum kedua termodinamika, <i>heat engine</i> dan <i>heat pump</i></li> <li>2. Entropi</li> <li>3. Kalkulasi kerja ideal dan kehilangan kerja</li> <li>4. Perubahan entropi suatu gas ideal,</li> <li>5. Persamaan matematika</li> </ol>	10%

		matematika hukum kedua termodinamika, 6. Menjelaskan neraca entropi pada sistem terbuka 7. Menjelaskan hukum ketiga termodinamika	menjelaskan neraca entropi pada sistem terbuka, menjelaskan hukum ketiga termodinamika  <b>Teknik:</b> Mengerjakan tugas untuk menyelesaikan soal tentang hukum kedua termodinamika	Diskusi kelompok: 3x40']	Zoom Ceramah: 1x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 1x10', Diskusi kelompok: 1x40']	hukum kedua termodinamika, 6. Neraca entropi pada sistem terbuka 7. Hukum ketiga termodinamika  Ref: [1] [4]	
13-15	<b>Sub-CPMK 6</b> Mampu melakukan penelusuran diagram dan tabel properti termodinamika	1. Menjelaskan hubungan sifat-sifat fase homogen, sifat-sifat residu 2. Menjelaskan sifat residual dengan persamaan keadaan 3. Menjelaskan keterkaitan korelasi umum sifat gas 4. Menjelaskan sistem dua fase dengan diagram Mollier dan tabel properti termodinamika	<b>Kriteria:</b> Kemampuan menjelaskan hubungan properti dasar untuk energi dalam, entalpi, energi Gibbs dan energi Helmholtz yang berlaku untuk setiap PVT sistem tertutup, menulis persamaan relasi Maxwell, menjelaskan tentang ukuran energi termodinamika sebagai fungsi variabel kanonik $[U(S, V), H(S, P), A(T, V) \text{ atau } G(T, P)]$ , menjelaskan sifat termodinamika dari $G/RT$ sebagai fungsi dari $T$ dan $P$ , menulis fungsi termodinamika dalam bentuk variabel non kanonik, termasuk $H(T, P)$ , $S(T, P)$ , $U(T, V)$ , dan $S(T, V)$ , dan menerapkan fungsi untuk cairan menggunakan kompresibilitas isothermal dan ekspansivitas volume, mendefinisikan dan menerapkan properti residual, memperkirakan sifat residual dengan persamaan keadaan virial	<b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah  <b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab  [Ceramah: 3x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 3x10', Diskusi kelompok: 3x40']	<b>Bentuk Pembelajaran:</b> Kuliah  <b>Metode Pembelajaran:</b> Diskusi dan Tanya Jawab  [Ceramah menggunakan Zoom Ceramah: 1x50', Diskusi dan Tanya Jawab: 1x10', Diskusi kelompok: 3x40']	<b>Materi Pembelajaran:</b> Materi sifat termodinamika fluida: 1. Hubungan sifat-sifat fase homogen, 2. Sifat residual dengan persamaan keadaan 3. Korelasi umum sifat gas 4. Sistem dua fase, diagram Mollier dan tabel properti termodinamika  Ref: [1] [4]	10%

			<p>dua suku dan tiga suku, persamaan korelasi Lee/Kesler, persamaan virial dua suku dengan koefisien dari persamaan Abbott, menjelaskan persamaan Clapeyron untuk memperkirakan perubahan dalam tekanan transisi fasa dengan suhu dari data panas laten, menjelaskan persamaan Gibbs energi, suhu, dan tekanan sebagai kriteria fase kesetimbangan zat murni, melakukan penelusuran diagram dan tabel properti termodinamika, menjelaskan persamaan Antoine untuk menentukan tekanan uap pada kondisi tertentu</p> <p><b>Teknik:</b> Mengerjakan tugas untuk menyelesaikan soal tentang termodinamika proses alir</p>				
16	Evaluasi Akhir Semester: Melakukan Validasi Penilaian Akhir dan Menentukan Kelulusan Mahasiswa						20%