

**Kode
Dokumen
21201-092-02-00**

MATA KULIAH (MK)	Kode MK	Kategori	MK Prasyarat	Rumpun MK	Bobot (sks)		Semester	Tgl Penyusunan
TEKNIK PENUKAR KALOR	STMS6063	P	0	Mata Kuliah Pilihan	T=2	P=0	VII(Tujuh)	16-Jun-25
OTORISASI	Koordinator Pengembang RPS			Koordinator MK			Koordinator Program Studi	
	 Dr. Ir. Sarwo Edhy, ST, M.Eng, IPM			 Prof. Dr. Ir. Ahmad Syuhada, M.Sc			 Ir. Amir Zaki Mubarak, S.T, M. Sc, IPM	
Dosen Pengampu	Prof. Dr. Ir. Ahmad Syuhada, M.Sc; Dr. Ir. Sarwo Edhy, ST, M.Eng, IPM; Ir. Zulfan, ST, MT; Taharul Fikri, ST, MT.,							
Deskripsi Singkat MK	Memberi pengetahuan tentang definisi, sejarah, klasifikasi dan perkembangan penukar kalor dewasa ini. Selanjutnya Heat Conduction, Convective Heat Transfer, Classification of Heat Exchangers, Double Pipe Heat Exchangers, Compact Heat Exchangers, Shell and Tube Heat Exchangers, Design Procedures of Shell and Tube HE, Software for designing Shell and Tube, Fouling and Scaling, Boiling Heat Transfer, Reboilers, Condensers, Air-cooled Heat Exchangers.							
Capaian Pembelajaran	CPL-Prodi (Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi) yang di bebaskan pada MK							
	CPL-04	Mampu menemukan sumber masalah rekayasa kompleks pada sistem mekanika (mechanical system) melalui proses penyelidikan, analisis, interpretasi data, dan informasi berdasarkan prinsip-prinsip rekayasa						
	CPL- 05	Mampu merumuskan solusi untuk masalah rekayasa di bidang sistem mekanika (mechanical system) dan komponen-komponen yang diperlukan dengan memperhatikan faktor-faktor ekonomi, kesehatan dan keselamatan publik, kultural, sosial, lingkungan, dan konservasi energy						
	CPL- 07	Mampu berkomunikasi dengan cara yang baik dan mengambil keputusan yang tepat dalam konteks untuk menyelesaikan masalah di bidang keahlian, berdasarkan analisis informasi dan data, serta memiliki kepekaan sosial dan kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan						
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)							
	CPMK-8	Mampu mengidentifikasi, merumuskan, menganalisis, dan mengembangkan alternatif penyelesaian masalah rekayasa sistem mekanika.						
	CPMK-10	Mampu menerapkan keterampilan yang dimiliki sebagai solusi untuk masalah mekanika yang ada.						
	CPMK-13	Mampu menyusun atau menulis laporan ilmiah hasil kajian implementasi ilmu dan teknologi bidang mekanika.						
	CPMK-14	Mampu berkomunikasi melalui lisan secara efektif baik dalam seminar maupun presentasi mandiri.						
	Matriks Korelasi CPL dan CPMK	Korelasi CPL terhadap CPMK						
CPMK		CPL(%)				Bobot CPMK (%)		
		CPL- 04	CPL- 05	CPL- 07				
CPMK-8		40			0	40		
CPMK-10			40		0	40		
CPMK-13				10	0	10		
CPMK-14				10	0	10		
Bobot CPL (%)		40	40	20	0	100		
Matriks Kesesuaian CPMK terhadap Visi Universitas, SDGs, dan Research Based Learning (RBE)	Korelasi CPMK terhadap Visi Universitas, SDGs, dan RBL							
	*contoh							
	Aspek	CPMK						
		CPMK8	CPMK10	CPMK13	CPMK14			
	Sosio-Teknopreneur	-	-	-	-			
	SDGs ke-	-	-	-	-			
	RBL	-	-	-	-			
Centang aspek yang sesuai dengan CPMK, Khusus SDGs dituliskan nomor SDGs yang sesuai di CPMK terkait								
Bahan Kajian /	1. Heat Conduction, Convective Heat Transfer							

Materi Pembelajaran	2. Classification of Heat Exchangers (Double Pipe Heat Exchangers, Compact Heat Exchangers, Compact Heat Exchangers, Shell and Tube Heat Exchangers)									
	3. Design Procedures of Shell and Tube									
	4. Fouling and Scaling									
	5. Boiling Heat Transfer, Reboilers, Condensers									
	6. Air-cooled Heat Exchangers									
Pustaka Pembelajaran	Utama :									
	[1] Kays & London; Compact Heat Exchangers; McGraw Hill, New York, 1998.									
	[2] Ramesh K. Shah and Dušan P. Sekulic, Fundamentals of Heat Exchanger Design. Copyright © 2003 John Wiley & Sons, Inc.									
	[3] Standard of the Tubular Exchange Manufacturer Association, TEMA, New York, 1978.									
	[4] Bejan A; Heat Transfer, John Wiley & Sons, Inc									
	[5] Eckert E.R & Robert M.D.JR; Analysis of Heat Transfer and Mass Transfer, Hemisphere Publishing Corporation									
	[6] Kays W.M & Crawford M.E.; Convective Heat Transfer and Mass Transfer, McGraw Hill Book Company									
	[7] K. Sadik, L. Hontan and P. Anchasa, Heat Exchangers, Selection, Rating, and Thermal Design, Third Edition, CRC Press 2012 by Taylor & Francis Group, LLC									
	Pendukung :									
	[8]									
[9] dst...										
Kriteria Penilaian	Kriteria dan Item Penilaian									
	Rentang Skor	Huruf Mutu	Kategori	Status Kelulusan						
	≥87	A	Sangat Baik	LULUS						
	78 - <87	AB	Baik Sekali							
	69 - <78	B	Baik							
	60 - <69	BC	Sedang							
	51 - <60	C	Cukup							
	41 - <51	D	Kurang	TIDAK LULUS						
	<41	E	Gagal							
	Rencana Evaluasi	Metode Pembelajaran :		Case Method/Team-Based Project	v	Non Case Method/Team-Based Project			*centang yang cocok	
*Contoh										
Basis Evaluasi		Komponen Evaluasi		Distribusi Bobot /CPMK (%)				Total Bobot Case Method/Team-Based Project	Total Bobot Non Case Method/Team- Based Project	
				CPL-04	CPL-05	CPL-07				
				PMK-8 40%	PMK-10 40%	PMK13 10%	PMK14 10%			
Aktivitas Partisipatif		Case Method		100,00	100,00			80,00		
Hasil Proyek		Team-Based Project						0,00		
Kognitif/Pengetahuan		Kuis (Q1, Q2, Q3)							0,00	
Kognitif/Pengetahuan		Tugas (T1, T2, T3)							0,00	
Kognitif/Pengetahuan		Ujian Tengah Semester (UTS)				100,00			10,00	
Kognitif/Pengetahuan		Ujian Akhir Semester (UAS)					100,00		10,00	
Total Bobot / CPMK				100,00	100,00	100,00	100,00	80,00	20,00	
Kesimpulan Jenis Metode Pembelajaran		Case Method/Team-Based Project								
*) Note : Untuk MK Case Method dan PjBL/Team-Based Project (aktivitas partisipatif dan hasil proyek), mempunyai bobot penilaian akumulasi minimal 50%										
JADWAL, URAIAN MATERI DAN KEGIATAN PERKULIAHAN										
Mg ke-		Kemampuan Akhir Tiap Tahapan Belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, dan Penugasan Mahasiswa				Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot Nilai (%)
			Indikator	Kriteria & Teknik	[Estimasi Waktu]					
					Luring (offline)		Daring (online)			
1	Mahasiswa mampu menjelaskan kembali konsep dasar perpindahan panas (konduksi, konveksi, radiasi) dan aplikasinya dalam sistem teknik.	- Menjelaskan bentuk dasar mekanisme perpindahan panas.- Mengidentifikasi contoh penerapan pada sistem nyata.	Kriteria: Ketepatan konsep dan contoh aplikasi.Teknik: Kuis / diskusi awal / tugas ringkas.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"				Pendahuluan, Review Perpindahan Panas Dasar	5%	

2	Mahasiswa mampu menganalisis perpindahan panas secara konduksi satu dan multi dimensi.	- Menurunkan persamaan Fourier dan menghitung laju konduksi pada bahan padat.- Menyelesaikan kasus steady dan unsteady state.	Kriteria: Ketepatan analisis matematis dan hasil perhitungan.Teknik: Tugas individu / latihan soal.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		Heat Conduction	5%
3	Mahasiswa memahami mekanisme perpindahan panas secara konveksi bebas dan paksa, serta menghitung koefisien konveksi.	- Menjelaskan perbedaan konveksi bebas dan paksa.- Menggunakan korelasi Nusselt, Prandtl, dan Reynolds.	Kriteria: Ketepatan penggunaan persamaan empiris dan interpretasi hasil.Teknik: Kuis / tugas perhitungan.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		Convective Heat Transfer	5%
4	Mahasiswa mampu mengklasifikasikan berbagai jenis alat penukar kalor berdasarkan konstruksi dan aliran fluida.	- Menyebutkan jenis-jenis HE (recuperative, regenerative, direct contact).- Menguraikan karakteristik tiap jenis.	Kriteria: Kelengkapan dan ketepatan klasifikasi.Teknik: Diskusi kelas / tes formatif.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		Classification of Heat Exchangers	5%
5	Mahasiswa memahami prinsip kerja dan dapat menganalisis performa double pipe heat exchanger.	- Menghitung efektivitas dan NTU sistem pipa ganda.- Menjelaskan pengaruh arah aliran (co-current, counter-current).	Kriteria: Ketepatan perhitungan dan analisis hasil.Teknik: Tugas hitungan / studi kasus.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		Double Pipe Heat Exchangers	5%
6	Mahasiswa mampu menjelaskan karakteristik compact HE dan penerapannya pada sistem modern.	- Mengidentifikasi tipe permukaan (plate-fin, tube fin, dll).- Menghitung luas perpindahan panas spesifik.	Kriteria: Ketepatan konsep dan ketelitian analisis.Teknik: Presentasi kelompok / tugas desain.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		Compact Heat Exchangers	5%
7	Mahasiswa memahami prinsip kerja dan komponen utama shell and tube HE.	- Menggambar skema bagian shell, tube, baffle, dan flow pattern.- Menjelaskan kelebihan dan kelemahan desain.	Kriteria: Ketepatan gambar, istilah teknis, dan penjelasan fungsi komponen.Teknik: Tugas gambar teknik / kuis.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		Shell and Tube Heat Exchangers	5%
8	Mahasiswa mampu melakukan prosedur desain dasar shell and tube HE secara sistematis.	- Menentukan parameter desain (LMTD, NTU, U, A).- Melakukan sizing sederhana alat.	Kriteria: Ketepatan langkah perhitungan dan logika desain.Teknik: Proyek mini / tugas desain individu.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		Design Procedures of Shell and Tube HE	5%
9	Mampu menganalisis kasus penerapan HE	Mengidentifikasi masalah dan solusi	Ketepatan analisis, logika pemikiran, dan sistematika jawaban. Tes	Ujian Tengah Semester (UTS)		Case study	10%
UJIAN TENGAH SEMESTER							
10-11	Mahasiswa mampu menggunakan perangkat lunak (mis. HTRI, Aspen, atau EES) untuk simulasi dan analisis HE.	- Menginput data dengan benar.- Membaca dan menginterpretasi hasil simulasi.	Kriteria: Ketepatan input-output dan kemampuan interpretasi data.Teknik: Praktikum komputer / laporan hasil.	Ceramah dan diskusi Waktu: 2 x 3 x 50"		Software for Designing Shell and Tube	10%

13	Mahasiswa memahami dampak fouling dan scaling pada performa HE serta strategi pencegahannya.	- Menjelaskan jenis-jenis fouling dan efeknya.- Menghitung penurunan koefisien perpindahan panas akibat fouling	Kriteria: Ketepatan konsep dan analisis pengaruh teknis.Teknik: Tugas teori / studi kasus.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		Fouling dan Scaling	5%
14	Mahasiswa memahami mekanisme perpindahan panas pada proses pendidihan dan mengidentifikasi faktor yang memengaruhi. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip kerja dan desain dasar reboiler pada sistem distilasi.	- Menjelaskan daerah nucleate boiling dan film boiling.- Menghitung fluks panas kritis. - Mengidentifikasi tipe reboiler (kettle, thermosiphon, fired).- Menghitung kebutuhan panas reboiler.	Kriteria: Ketepatan konsep fisik dan penerapan rumus empiris.Teknik: Kuis / tugas perhitungan.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		• Boulling Heat Transfer • Reboilers	10%
15	Mahasiswa mampu menjelaskan proses kondensasi dan jenis kondensor yang digunakan di industri. Mahasiswa memahami sistem air-cooled HE, prinsip kerjanya, serta aplikasinya dalam sistem industri.	- Menguraikan tipe kondensor (horizontal, vertical, surface).- Menghitung laju perpindahan panas kondensasi. - Menjelaskan sistem pendinginan udara alami dan paksa.- Menganalisis performa termal dan efisiensi.	Kriteria: Ketepatan klasifikasi dan analisis energi.Teknik: Tugas individu / kuis Kriteria: Ketepatan konsep, desain, dan interpretasi hasil analisis.Teknik: Proyek mini / laporan akhir / presentasi.	Ceramah dan diskusi Waktu: 3 x 50"		• Condensers • Air- cooled Head Exchangers	10%
16	Mampu menjawab dan menyelesaikan	Kelengkapan Jawaban		Ujian Akhir Semester (UAS)		SOAL	10%
UJIAN AKHIR SEMESTER							
TOTAL BOBOT							95%

Catatan:

1	Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi (CPL-Prodi) adalah kemampuan yang dimiliki oleh setiap lulusan PRODI yang merupakan internalisasi dari sikap, penguasaan pengetahuan dan ketrampilan sesuai dengan jenjang prodinya yang diperoleh melalui proses pembelajaran.
2	CPL yang dibebankan pada mata kuliah adalah beberapa capaian pembelajaran lulusan program studi (CPL-PRODI) yang digunakan untuk pembentukan/pengembangan sebuah mata kuliah yang terdiri dari aspek sikap, ketrampilan umum, ketrampilan khusus dan pengetahuan.
3	CP Mata kuliah (CPMK) adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPL yang dibebankan pada mata kuliah, dan bersifat spesifik terhadap bahan kajian atau materi pembelajaran mata kuliah tersebut.
4	Sub-CP Mata Kuliah (Sub-CPMK) adalah kemampuan yang dijabarkan secara spesifik dari CPMK yang dapat diukur atau diamati dan merupakan kemampuan akhir yang direncanakan tiap tahap pembelajaran, dan bersifat spesifik terhadap materi pembelajaran mata kuliah tersebut
5	Indikator Penilaian kemampuan dalam proses maupun hasil belajar mahasiswa adalah pernyataan spesifik dan terukur yang mengidentifikasi kemampuan atau kinerja hasil belajar mahasiswa yang disertai bukti-bukti.
6	Kriteria Penilaian adalah patokan yang digunakan sebagai ukuran atau tolak ukur ketercapaian pembelajaran dalam penilaian berdasarkan indikator-indikatoe yang telah ditetapkan. Kriteria penilaian merupakan pedoman bagi penilai agar penilaian konsisten dan tidak bias. Kriteria dapat berupa kuantitatif maupun kualitatif.
7	Teknik Penilaian: tes dan non-tes
8	Bentuk Pembelajaran: Kuliah, Responsi, Tutorial, Seminar atau yang setara, Praktikum, Praktik Studio, Praktik Bengkel, Praktik Lapangan, Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat, dan/atau bentuk pembelajaran lainnya
9	Luring (offline) Pembelajaran tatap muka, juga dikenal sebagai pembelajaran luring, adalah konsep pembelajaran yang mengambil bentuk model pembelajaran konvensional dan mengumpulkan dosen dan mahasiswa dalam satu ruang untuk belajar.
10	Daring (online) adalah Proses pembelajaran daring dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu belajar mandiri dan belajar terbimbing. Proses pembelajaran bisa secara <i>synchronous</i> (serentak) atau <i>asynchronous</i> (tidak serentak) dan maksimum 35% dari jumlah total pertemuan (5 kali pertemuan).
11	Metode Pembelajaran: Small Grup Discussion, Role-Play & Simulation, Discovery Learning, Self-Directed Learning, Cooperative Learning, Collaborative Learning, Contextual Learning, Project Based Learning, dan metode lain yang setara.

12	Materi Pembelajaran adalah rincian atau uraian dari bahan kajian yang dapat disajikan dalam bentuk beberapa pokok dan sub-pokok bahasan.
13	Bobot Penilaian adalah persentase penilaian terhadap setiap pencapaian sub-CPMK yang besarnya proposional dengan tingkat kesulitan pencapaian sub-CPMK tersebut dan totalnya 100%.
14	PB =Proses Belajar, PT =Penugasan Terstruktur, KM =Kegiatan Mandiri.
15	Sustainable Development Goals (SDGs) : 17 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan yaitu (1) Tanpa Kemiskinan; (2) Tanpa Kelaparan; (3) Kehidupan Sehat dan Sejahtera; (4) Pendidikan Berkualitas; (5) Kesetaraan Gender; (6) Air Bersih dan Sanitasi Layak; (7) Energi Bersih dan Terjangkau; (8) Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi; (9) Industri, Inovasi dan Infrastruktur; (10) Berkurangnya Kesenjangan; (11) Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan; (12) Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab; (13) Penanganan Perubahan Iklim; (14) Ekosistem Lautan; (15) Ekosistem Daratan; (16) Perdamaian, Keadilan dan Kelembagaan yang Tangguh; (17) Kemitraan untuk Mencapai Tujuan. (https://www.timeshighereducation.com/impactrankings)
16	Sosio-Teknopreneur merupakan kemampuan menyelesaikan masalah yang ada di dalam lingkungan masyarakat dengan memanfaatkan sumber daya yang ada di sekitarnya. Mata kuliah tersebut dipastikan mencakup keterampilan yang dibutuhkan, seperti kewirausahaan, inovasi, manajemen proyek, dan aspek teknis dalam bidang teknologi informasi.
17	Research-Based Learning (RBL) adalah suatu metode pembelajaran dengan konsep multi-segi yang mengacu pada berbagai strategi pembelajaran dan pengajaran yang menghubungkan penelitian dan pengajaran.