	Universitas Negeri Surabaya **S2 Teknik Sipil**	**Kode Dokumen**

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)	SEMESTER	Tgl Penyusunan
Teori Elastisitas dan Plastisitas	2210103017		**3**		25 Agustus 2026

OTORISASI	Pengembang RPS	Koordinator RMK	Koordinator Program Studi
		BAMBANG SABARIMAN	ARI WIDAYANTI

Deskripsi Singkat MK	Mata kuliah ini membahas tentang Teori Elastisitas dan Plastisitas. Pengantar notasi tensor dan mekanika kontinu, Analisis tegangan 3 dimensi (Stress Tensor), Tegangan utama dan invarian tegangan, Analisis regangan 3 dimensi (strain Tensor) dan Kompatibilitas, Hubungan konstitusi elastisitas linier (Hukum Hooke tergeneralisasi), Masalah elastisitas 2 dimensi, Solusi fungsi tegangan airy dalam koordinat Kartesius dan Polar, Teori Plastisitas dan Fenomena Fisik meleleh, Kriteria leleh material logam/daktail, Kriteria leleh geomaterial/friksional, Hukum aliran plastis dan aturan Asosiasi, Teori pengerasan plastis dan matriks konstitutif, Validasi solusi Elastoplastis. Mata kuliah ini terkait dengan tema SDG‘s pada poin 4, 7, 9, 11, 17.	
Capaian Pembelajaran (CP)	**CPL-PRODI yang dibebankan pada MK**	
	CPL	Mampu menunjukkan nilai-nilai agama, kebangsaan dan budaya nasional, serta etika akademik dalam melaksanakan tugasnya
	CPL	Mengembangkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan kreatif dalam melakukan pekerjaan yang spesifik di bidang keahliannya serta sesuai dengan standar kompetensi kerja bidang yang bersangkutan
	CPL	Mewujudkan karakter tangguh, kolaboratif, adaprif, inovatif, inklusif, belajar sepanjang hayat, dan berbasis kewirausahaan.
	CPL	Mampu menguasai konsep, teori ilmu Teknik Sipil, dan menerapkannya pada berbagai industri.
	CPL	Mampu merancang, menganalisis, mendesain, mengevaluasi, dan mengambil keputusan yang strategis dalam industri konstruksi.
	CPL	Mampu berkomunikasi secara lisan dan tertulis baik formal dan informal.
	CPL	Mampu mengidentifikasi, merumuskan dan menyelesaikan masalah dan mengembangkan teknologi bidang rekayasa ketekniksipilan dengan berbasis riset dan analitis.
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	
	CPMK-1	Mampu menguasai prinsip-prinsip matematika tingkat lanjut, kalkulus tensor, dan hukum mekanika kontinu untuk memformulasikan medan tegangan-regangan dalam media kontinu.
	CPMK-2	Mampu menyelesaikan persamaan diferensial parsial konstitutif dari elastisitas 2D/3D serta memprediksi batas keruntuhan material menggunakan berbagai kriteria leleh (yielding criteria).
	CPMK-3	Mampu mengintegrasikan solusi analitis elastoplastisitas ke dalam pemecahan masalah rekayasa sipil yang kompleks (seperti mekanika batuan, tanah pekat, atau elemen struktur baja/beton masif).
	CPMK-4	Mampu memformulasikan kondisi tegangan dan regangan dalam ruang 3D menggunakan notasi indeks/tensor serta menghitung arah dan nilai komponen utama (principal stresses/strains).
	CPMK-5	Mampu menyelesaikan masalah elastisitas dua dimensi (bidang tegangan dan bidang regangan) menggunakan fungsi tegangan Airy (Airy's Stress Function) baik dalam koordinat Kartesius maupun Polar.
	CPMK-6	Mampu mengevaluasi batas elastis material anisotropik/isotropik dengan menerapkan kriteria leleh (Tresca, Von Mises, Mohr-Coulomb, dan Drucker-Prager).
	CPMK-7	Mampu memodelkan perilaku pasca-leleh (post-yielding behavior) material elastoplastis menggunakan hukum aliran (flow rules) dan teori pengerasan (hardening theories) untuk draf analisis numerik.
	Matrik CPL - CPMK	

CPMK	CPL	CPL	CPL	CPL	CPL	CPL	CPL
CPMK-1	✔						
CPMK-2		✔					
CPMK-3			✔				
CPMK-4				✔			
CPMK-5					✔		
CPMK-6						✔	
CPMK-7							✔

Matrik CPMK pada Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)

CPMK	Minggu Ke														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CPMK-1	✔	✔						✔								
CPMK-2					✔	✔	✔				✔					
CPMK-3										✔						✔
CPMK-4			✔	✔										✔		
CPMK-5									✔							
CPMK-6												✔				
CPMK-7													✔		✔	

Pustaka

Utama :

1. Timoshenko, S. P., & Goodier, J. N. (1970). Theory of Elasticity (3rd ed.). McGraw-Hill. (Buku teks klasik dunia paling komprehensif untuk solusi analitis fungsi Airy dan koordinat polar).
2. Chakrabarty, J. (2006). Theory of Plasticity (3rd ed.). Butterworth-Heinemann. (Rujukan utama untuk penurunan matematis hukum aliran dan kriteria leleh logam)
3. Sadd, M. H. (2020). Elasticity: Theory, Applications, and Numerics (4th ed.). Academic Press. (Sangat baik untuk pendekatan tensor modern dan integrasi komputasi Python/MATLAB).

Pendukung :

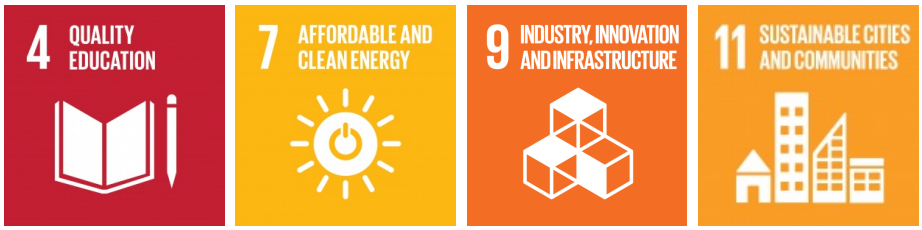
1. Chen, W. F., & Han, D. J. (2007). Plasticity for Structural Engineers. J. Ross Publishing.
2. Lubliner, J. (2008). Plasticity Theory. Dover Publications.
3. Artikel Jurnal Internasional: International Journal of Solids and Structures (Elsevier), ASCE Journal of Engineering Mechanics (ASCE) Computers and Structures (Elsevier)

Mg Ke-	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Penugasan Mahasiswa, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran	Bobot Penilaian (%)
		Indikator	Kriteria & Bentuk	Luring (*offline*)	*Daring (online)*		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Mahasiswa mampu mengoperasikan matematika tensor dan notasi indeks (indicial notation) sebagai bahasa dasar mekanika kontinu.	Ketepatan melakukan operasi skalar, vektor, tensor, delta Kronecker, dan alternator Levi-Civita dalam penyederhanaan persamaan.	Kehadiran, Keaktifan, Sikap.	Luring. Pengantar Notasi Tensor dan Mekanika Kontinu.			6%
2	Mahasiswa mampu memformulasikan komponen tegangan pada titik dalam ruang 3D dan menentukan kondisi kesetimbangannya.	Keakuratan menurunkan persamaan diferensial kesetimbangan Cauchy dan menghitung vektor tegangan pada bidang miring (traction vector).	Kehadiran, Keaktifan, Sikap.	Luring. Analisis Tegangan 3 Dimensi (Stress Tensor).			6%
3	Mahasiswa mampu menghitung nilai tegangan utama (principal stresses) dan memisahkan tensor tegangan menjadi komponen hidrostatik dan deviatrik.	Ketepatan penyelesaian persamaan karakteristik kubik untuk mencari nilai invarian tegangan dan deviatrik.	Kehadiran, Keaktifan, Sikap.	Luring. Tegangan Utama dan Invarian Tegangan.			6%

4	Mahasiswa mampu memformulasikan tensor regangan infintesimal dan memeriksa keabsahan medan regangan melalui syarat kompatibilitas.	Keabsahan pembuktian fisis mengapa persamaan kompatibilitas Saint-Venant diperlukan agar tidak terjadi tumpang tindih (void/overlap) materi.	Kehadiran, Keaktifan, Sikap.	Luring. Analisis Regangan 3 Dimensi (Strain Tensor) dan Kompatibilitas.			6%
5	Mahasiswa mampu merumuskan hubungan tegangan-regangan untuk material elastis berkarakteristik isotropik, ortotropik, maupun anisotropik.	Ketepatan reduksi matriks kekakuan elastis dari 81 komponen menjadi 2 komponen independen (Lamé constants) untuk material isotropik.	Kehadiran, Keaktifan, Sikap.	Luring. Hubungan Konstitutif Elastisitas Linear (Hukum Hooke Tergeneralisasi).			6%
6	Mahasiswa mampu mereduksi persamaan elastisitas 3D menjadi formulasi 2D berdasarkan kondisi batas struktur geometris tertentu.	Ketepatan membedakan aplikasi kondisi Plane Stress (misal: pelat tipis) dan Plane Strain (misal: bendungan/terowongan panjang).	Kehadiran, Keaktifan, Sikap.	Luring. Masalah Elastisitas 2 Dimensi (Plane Stress & Plane Strain).			6%
7	Mahasiswa mampu menyelesaikan kasus batas elastisitas 2D menggunakan metode fungsi tegangan Airy berbentuk polinomial.	Keakuratan menghitung medan tegangan pada balok kantilever atau balok tumpuan sederhana yang menerima beban merata menggunakan fungsi Airy.	Kehadiran, Keaktifan, Sikap.	Luring. Solusi Fungsi Tegangan Airy dalam Koordinat Kartesius.			6%
8	Mahasiswa memiliki kemampuan kalkulus notasi indeks, penentuan tegangan utama/invarian, penurunan hukum Hooke, serta penyelesaian fungsi Airy dalam koordinat Kartesius.	Mahasiswa memiliki kemampuan kalkulus notasi indeks, penentuan tegangan utama/invarian, penurunan hukum Hooke, serta penyelesaian fungsi Airy dalam koordinat Kartesius.	Mahasiswa mampu menjawab dengan benar dan detil tentang Teori Elastisitas dan Plastisitas.	Luring. Ujian Tengah Semester.			8%
9	Mahasiswa mampu merumuskan persamaan elastisitas 2D dalam koordinat silinder/polar untuk menyelesaikan masalah struktur melingkar.	Ketepatan memprediksi faktor konsentrasi tegangan (stress concentration factor) pada pelat berlubang di bawah tarikan aksial.	Kehadiran, keaktifan, partisipasi.	Luring. Solusi Fungsi Tegangan Airy dalam Koordinat Polar.			6%
10	Mahasiswa mampu memetakan transisi material dari zona deformasi reversibel (elastis) ke ireversibel (plastis).	Ketepatan menguraikan dekomposisi regangan menjadi komponen elastis dan plastis.	Kehadiran, keaktifan, partisipasi.	Luring. Pengantar Teori Plastisitas & Fenomena Fisik Meleleh.			6%
11	Mahasiswa mampu mengevaluasi kondisi runtuh awal material daktail (baja struktural) di bawah kombinasi beban multiaksial.	Ketepatan memplot permukaan leleh Tresca (heksagonal) dan Von Mises (silinder) pada ruang tegangan utama-plane.	Kehadiran, keaktifan, partisipasi.	Luring. Kriteria Leleh Material Logam/Daktail (Tresca & Von Mises).			6%
12	Mahasiswa mampu memformulasikan kriteria leleh untuk material yang kekuatannya bergantung pada tekanan hidrostatik (tanah, batuan, beton masif).	Keakuratan menghitung batas runtuh elemen tanah/beton dengan menyertakan parameter kohesi dan sudut geser dalam.	Kehadiran, keaktifan, partisipasi.	Luring. Kriteria Leleh Geomaterial/Frikksional (Mohr-Coulomb & Drucker-Prager).			6%
13	Mahasiswa mampu merumuskan arah penambahan regangan plastis pasca-leleh menggunakan fungsi potensial plastis.	Ketepatan membedakan aplikasi aturan aliran terasosiasi (Associated Flow Rule) dan tidak terasosiasi (Non-associated Flow Rule) pada pasir/tanah dilitan.	Kehadiran, keaktifan, partisipasi.	Luring. Hukum Aliran Plastis (Flow Rules) & Aturan Asosiasi.			6%

14	Mahasiswa mampu menyusun hubungan inkremental tegangan-regangan elastoplastis untuk implementasi pemrograman komputer	Ketepatan penurunan persamaan pengerasan untuk memprediksi perubahan ukuran atau pergeseran permukaan leleh selama pembebanan siklik.	Kehadiran, keaktifan, partisipasi.	Luring. Teori Pengerasan Plastis (Hardening Theories) dan Matriks Konstitutif.			6%
15	Mahasiswa mampu menyajikan draf algoritma/solusi masalah elastoplastisitas terprogram dan mempertahankannya secara ilmiah.	Kejelasan logika berpikir, ketepatan validasi antara hasil kode pemrograman numerik sederhana dengan solusi analitis murni (fungsi Airy/leleh).	Kehadiran, keaktifan, partisipasi.	Luring. Seminar Proyek Akhir dan Validasi Solusi Elastoplastis.			6%
16	Ujian Akhir Semester. Mahasiswa mampu memahami tentang Teori Elastisitas dan Plastisitas.	Mahasiswa mampu memahami tentang Teori Elastisitas dan Plastisitas dengan baik.	Mahasiswa bisa mengerjakan dengan baik, benar dan detil.	Luring. UAS Ujian Akhir Semester.			8%

SDGS (Sustainable Development Goals)



Catatan

1. **Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi (CPL-Prodi)** adalah rumusan kemampuan yang harus dimiliki oleh lulusan program studi yang mencakup sikap, penguasaan pengetahuan, keterampilan umum, dan keterampilan khusus sesuai dengan jenjang kualifikasi, yang diperoleh melalui proses pembelajaran.
2. **CPL-Prodi yang dibebankan pada Mata Kuliah** adalah bagian dari CPL-Prodi yang dipilih dan relevan untuk dikembangkan melalui suatu mata kuliah, sebagai dasar perumusan capaian pembelajaran mata kuliah.
3. **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)** adalah kemampuan yang dirumuskan secara spesifik dan diturunkan dari CPL-Prodi yang dibebankan pada mata kuliah, serta menggambarkan kompetensi yang harus dicapai mahasiswa setelah menyelesaikan mata kuliah.
4. **Sub-CPMK** adalah kemampuan akhir yang direncanakan pada setiap tahap pembelajaran, sebagai penjabaran lebih rinci dari CPMK, bersifat terukur dan dapat diamati sesuai dengan materi pembelajaran.
5. **Indikator Penilaian** adalah pernyataan spesifik dan terukur yang digunakan untuk menilai ketercapaian Sub-CPMK, baik dari proses maupun hasil belajar mahasiswa, yang didukung dengan bukti penilaian.
6. **Kriteria Penilaian** adalah tolok ukur yang digunakan untuk menentukan tingkat ketercapaian hasil belajar mahasiswa berdasarkan indikator penilaian, guna menjamin penilaian yang objektif, konsisten, dan adil. Kriteria penilaian dapat bersifat kuantitatif dan/atau kualitatif.
7. **Bentuk Penilaian** meliputi penilaian tes dan non-tes sesuai dengan karakteristik capaian pembelajaran.
8. **Bentuk Pembelajaran** meliputi kuliah, responsi, tutorial, seminar atau bentuk lain yang setara, praktikum, praktik studio, praktik bengkel, praktik lapangan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.
9. **Metode Pembelajaran** merupakan cara penyampaian pembelajaran yang digunakan untuk mencapai capaian pembelajaran, antara lain Small Group Discussion, Project Based Learning, Case Based Learning, Collaborative Learning, Discovery Learning, Self-Directed Learning, serta metode lain yang relevan.
10. **Materi Pembelajaran** adalah bahan kajian yang disusun secara sistematis dalam bentuk pokok dan sub-pokok bahasan untuk mendukung pencapaian Sub-CPMK.
11. **Bobot Penilaian** adalah persentase kontribusi setiap komponen penilaian terhadap nilai akhir mata kuliah, yang ditetapkan secara proporsional sesuai tingkat kompleksitas dan ketercapaian Sub-CPMK, dengan total keseluruhan sebesar 100%.
12. TM = Tatap Muka, PT = Penugasan Terstruktur, BM = Belajar Mandiri.