

	UNIVERSITAS SUMATERA UTARA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM PROGRAM STUDI SARJANA MATEMATIKA					Kode Dokumen
	RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)					
MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	BOBOT (SKS)		SEMESTER	Tanggal Penyusunan
FUZZY OPTIMIZATION	MAT3251	Kompetensi Utama Prodi	Teori = 2	Praktik = 0	VI	11 Agustus 2026
OTORISASI	Pengembang RPS	Ketua Program Studi			Ketua LINKUP USU	
	Ir. Drs. Parapat Gultom, M.SIE, Ph.D., IPU, ASEAN Eng Citra Dewi Hasibuan, M.Sc Erwin, M.Si	Dr. Mimmy Sari Syah Putri, M.Si			DirPPUSU	
Capaian Pembelajaran	CPL-PRODI yang dibebankan pada MK					
	CPL02	Memiliki sikap tanggung jawab, percaya diri, etika, dan bermoral.				
	CPL03	Memiliki kemampuan analitik dan berpikir kritis, logis, dan sistematis dalam melakukan penyelesaian permasalahan matematika.				
	CPL08	Mampu memecahkan masalah melalui pendekatan matematis terutama riset operasi dengan melibatkan bantuan teknologi.				
	CPL10	Mampu mengambil keputusan yang tepat dengan menggunakan berbagai alternatif pemecahan masalah matematis yang telah tersedia.				
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)					
	Kode CPMK	Deskripsi CPMK				Bobot CPMK (%)
	CPMK1	Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, operasi himpunan fuzzy, dan relasi fuzzy sebagai landasan pemodelan ketidakpastian (C2-C3).				25%
	CPMK2	Mahasiswa mampu menerapkan dan membandingkan inferensi fuzzy Sugeno, Tsukamoto, dan Mamdani untuk menyelesaikan permasalahan pengambilan keputusan berbasis aturan fuzzy (C3-C4).				25%
	CPMK3	Mahasiswa mampu menganalisis fenomena atau permasalahan dan merumuskannya ke dalam model fuzzy, termasuk model fuzzy linear programming dan model fuzzy multi-kriteria (C4-C5).				25%
	CPMK4	Mahasiswa mampu merancang, mengevaluasi, dan mengomunikasikan solusi Fuzzy Optimization, termasuk defuzzifikasi dan aplikasi kasus, melalui Case Method dan Project Based Learning dengan menerapkan prinsip verifikasi model, analisis matematis, dan komunikasi ilmiah (C5-C6).				25%
	Kemampuan Akhir Tiap Tahapan Belajar (Sub-CPMK)					

	- Kriteria, alternatif, dan preferensi fuzzy - Agregasi penilaian dan analisis sensitivitas 7. Defuzzifikasi dan Aplikasi Fuzzy Optimization - Metode defuzzifikasi - Evaluasi dan interpretasi solusi - Contoh aplikasi optimasi fuzzy pada pengambilan keputusan dan alokasi sumber daya 8. Aplikasi Optimasi Fuzzy - Formulasi permasalahan optimasi berbasis ketidakpastian - Evaluasi model, solusi, dan analisis sensitivitas hasil
PUSTAKA	UTAMA: 1. Lee, K. H. (2005). First Course on Fuzzy Theory and Applications. Springer.
	PENDUKUNG: 1. 2. Zimmermann, H. J. (2001). Fuzzy Set Theory—and Its Applications. Boston: Kluwer Academic Publishers. 3. Pedrycz, W., & Gomide, F. (2007). Fuzzy Systems Engineering: Toward Human-Centric Computing. Hoboken: John Wiley & Sons.
Dosen Pengampu	Ir. Drs. Parapat Gultom, M.SIE, Ph.D., IPU, ASEAN Eng; Citra Dewi Hasibuan, M.Sc; Erwin, M.Si
Matakuliah syarat	Tidak ada

Minggu ke-	Kemampuan Akhir yang Diharapkan (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran; Metode Pembelajaran; Penugasan Mahasiswa [Estimasi Waktu]		Bahan Kajian (Materi Pembelajaran)	SDGS	Bobot Penilaian (%)
		Indikator	Kriteria dan Bentuk	Asinkronus	Sinkrons			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	8	(9)
1	Sub-CPMK 1: Mampu menjelaskan konsep himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, variabel linguistik, dan fuzzifikasi (C2-C3).	1. Ketepatan membedakan himpunan tegas dan himpunan fuzzy. 2. Ketepatan menjelaskan fungsi keanggotaan dan variabel linguistik. 3. Ketepatan membangun contoh fuzzifikasi sederhana.	Kriteria: Rubrik Penilaian Tugas Bentuk: Tugas 1 individu (non-tes).	BM [(1 x (2 x 60 menit))]: membaca RPS, bahan ajar, dan contoh himpunan fuzzy. PT [(1 x (2 x 60 menit))]: Tugas 1 - menyusun fungsi keanggotaan dan fuzzifikasi pada kasus sederhana. AI boleh digunakan untuk mencari penjelasan atau contoh alternatif, tetapi definisi, parameter, dan hasil wajib diverifikasi serta penggunaannya dicatat. Moda: LMS USU.	TM Teori [(1 x (2 x 50 menit))]: orientasi, konsep himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, variabel linguistik, dan diskusi contoh. Media: PPT, papan tulis, LMS USU. Metode: Discovery Learning.	1. Konsep Dasar Himpunan Fuzzy: - Himpunan tegas dan fuzzy - Fungsi keanggotaan - Variabel linguistik - Fuzzifikasi	SDG 4, SDG 9	Tugas: 5%

Minggu ke-	Kemampuan Akhir yang Diharapkan (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran; Metode Pembelajaran; Penugasan Mahasiswa [Estimasi Waktu]		Bahan Kajian (Materi Pembelajaran)	SDGS 8	Bobot Penilaian (%)
		Indikator	Kriteria dan Bentuk	Asinkronus	Sinkrons			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		(9)
2-3	Sub-CPMK 2: Mampu menerapkan operasi pada himpunan fuzzy dan relasi fuzzy serta menafsirkan hasilnya (C3-C4).	1. Ketepatan menerapkan operasi union, intersection, complement, dan operator terkait. 2. Ketepatan menyusun serta mengomposisikan relasi fuzzy. 3. Ketepatan menafsirkan hasil operasi dan relasi.	Kriteria: Rubrik Penilaian Quiz Bentuk: Kuis 1 (tes) dan latihan formatif.	BM [(2 x (2 x 60 menit))]: latihan operasi dan relasi fuzzy. PT [(2 x (2 x 60 menit))]: penyelesaian latihan terstruktur dan interpretasi relasi. Kuis dilaksanakan tanpa AI kecuali dosen secara eksplisit menetapkan lain. Moda: LMS USU.	TM Teori [(2 x (2 x 50 menit))]: operasi himpunan fuzzy, relasi fuzzy, komposisi relasi, dan pembahasan latihan. Media: PPT, papan tulis, LMS USU. Metode: Guided Discovery & Problem Solving.	2. Operasi dan Relasi Fuzzy: - Operasi dasar fuzzy - Sifat operasi - Relasi fuzzy - Komposisi relasi	SDG 4, SDG 9	Kuis: 5%
4-5	Sub-CPMK 3: Mampu merumuskan fuzzy rule, implikasi, dan struktur inferensi sebagai dasar decision making logic (C3-C4).	1. Ketepatan menyusun aturan IF-THEN. 2. Ketepatan menentukan implikasi dan agregasi aturan. 3. Konsistensi basis aturan dengan variabel linguistik dan kasus.	Kriteria: Rubrik Penilaian Tugas Bentuk: Tugas 2 individu (non-tes).	BM [(2 x (2 x 60 menit))]: membaca contoh basis aturan dan inferensi. PT [(2 x (2 x 60 menit))]: Tugas 2 - menyusun basis aturan fuzzy untuk kasus keputusan sederhana dan menjelaskan implikasinya. AI dapat membantu menghasilkan contoh alternatif, tetapi aturan akhir, alasan, dan konsistensinya harus ditetapkan serta diverifikasi mahasiswa. Moda: LMS USU.	TM Teori [(2 x (2 x 50 menit))]: fuzzy rule, implikasi, agregasi, dan alur decision making logic. Media: PPT, papan tulis, LMS USU. Metode: Collaborative Learning & Problem Based Learning.	3. Fuzzy Rule dan Implikasi: - IF-THEN rule - Implikasi - Agregasi aturan - Decision making logic	SDG 4, SDG 9	Tugas: 5%
6-7	Sub-CPMK 4: Mampu menerapkan dan membandingkan inferensi Sugeno, Tsukamoto, dan Mamdani berdasarkan karakteristik masalah dan hasilnya (C3-C5).	1. Ketepatan tahapan inferensi Sugeno, Tsukamoto, dan Mamdani. 2. Ketepatan perhitungan keluaran dan interpretasi. 3. Kualitas argumentasi pemilihan metode untuk suatu kasus.	Kriteria: Rubrik Penilaian CM/PBL Bentuk: Case Method 1 - studi kasus kelompok (non-tes).	BM [(2 x (2 x 60 menit))]: kajian tiga metode inferensi dan kasus. PT [(2 x (2 x 60 menit))]: CM 1 - menyelesaikan satu kasus dengan minimal dua metode inferensi, membandingkan keluaran, dan memberi rekomendasi. AI boleh digunakan untuk brainstorming atau pemeriksaan langkah awal, tetapi seluruh perhitungan dan interpretasi wajib diverifikasi. Moda: LMS USU.	TM Teori [(2 x (2 x 50 menit))]: inferensi Sugeno, Tsukamoto, Mamdani, perbandingan metode, dan diskusi kasus. Media: PPT, papan tulis, LMS USU. Metode: Case Method & Small Group Discussion.	4. Metode Inferensi Fuzzy: - Sugeno - Tsukamoto - Mamdani - Perbandingan metode	SDG 4, SDG 9	CM: 10%
8	UJIAN TENGAH SEMESTER (UTS)							15%
9-10	Sub-CPMK 5: Mampu membangun model fuzzy dan merumuskan Fuzzy Linear Programming pada masalah dengan tujuan atau kendala yang tidak pasti (C3-C5).	1. Ketepatan mengidentifikasi variabel, tujuan, dan kendala fuzzy. 2. Ketepatan merumuskan fungsi keanggotaan tujuan/kendala. 3. Ketepatan menganalisis kelayakan dan interpretasi solusi model.	Kriteria: Rubrik Penilaian CM/PBL Bentuk: Case Method 2 - laporan dan presentasi kelompok (non-tes).	BM [(2 x (2 x 60 menit))]: studi model fuzzy dan Fuzzy Linear Programming. PT [(2 x (2 x 60 menit))]: CM 2 - merumuskan masalah alokasi/perencanaan ke dalam Fuzzy Linear Programming, menyelesaikan dan mengevaluasi solusi. AI dapat digunakan untuk meninjau struktur model, tetapi variabel, fungsi tujuan, kendala, dan interpretasi harus diverifikasi secara matematis. Moda: LMS USU.	TM Teori [(2 x (2 x 50 menit))]: pengenalan model fuzzy, formulasi Fuzzy Linear Programming, diskusi dan evaluasi kasus. Media: PPT, papan tulis, LMS USU. Metode: Case Method.	5. Model Fuzzy dan Fuzzy Linear Programming: - Formulasi model - Tujuan fuzzy - Kendala fuzzy - Analisis solusi	SDG 4, SDG 9, SDG 12	CM: 15%

Minggu ke-	Kemampuan Akhir yang Diharapkan (Sub-CPMK)	Penilaian		Bentuk Pembelajaran; Metode Pembelajaran; Penugasan Mahasiswa [Estimasi Waktu]		Bahan Kajian (Materi Pembelajaran)	SDGS	Bobot Penilaian (%)	
		Indikator	Kriteria dan Bentuk	Asinkronus	Sinkrons				
		(3)	(4)	(5)	(6)				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	8	(9)	
11-12	Sub-CPMK 6: Mampu menganalisis model fuzzy multi-kriteria, alternatif keputusan, dan sensitivitas hasil (C4-C5).	1. Ketepatan menetapkan kriteria dan alternatif. 2. Ketepatan merepresentasikan preferensi/penilaian fuzzy. 3. Kualitas analisis agregasi, peringkat, dan sensitivitas hasil.	Kriteria: Rubrik Penilaian CM/PBL Bentuk: PBL - Milestone 1 (proposal, model konseptual, dan rencana analisis).	BM [(2 x (2 x 60 menit))]: kajian referensi, identifikasi kasus, dan perumusan proyek. PT [(2 x (2 x 60 menit))]: PBL Milestone 1 - memilih kasus multi-kriteria, menetapkan kriteria/alternatif, menyusun model fuzzy, serta rencana verifikasi dan sensitivitas. AI boleh digunakan untuk eksplorasi alternatif atau review struktur; keputusan model wajib dijustifikasi dan didokumentasikan. Moda: LMS USU.	TM Teori [(2 x (2 x 50 menit))]: fuzzy multi-kriteria, agregasi preferensi, sensitivitas, dan klinik proyek. Media: PPT, papan tulis, LMS USU. Metode: Project Based Learning.	6. Model Fuzzy Multi-Kriteria: - Kriteria dan alternatif - Preferensi fuzzy - Agregasi - Peringkat dan sensitivitas	SDG 4, SDG 9, SDG 12	PBL: 10%	
13-14	Sub-CPMK 7: Mampu menerapkan defuzzifikasi dan Fuzzy Optimization pada studi kasus/proyek serta mengevaluasi solusi (C4-C6).	1. Ketepatan memilih dan menerapkan metode defuzzifikasi. 2. Ketepatan mengintegrasikan inferensi/model fuzzy ke dalam solusi optimasi. 3. Kualitas evaluasi, verifikasi, dan analisis sensitivitas solusi.	Kriteria: Rubrik Penilaian CM/PBL Bentuk: PBL - Milestone 2 (implementasi analisis, validasi, dan laporan sementara).	BM [(2 x (2 x 60 menit))]: pengembangan analisis proyek dan kajian hasil. PT [(2 x (2 x 60 menit))]: PBL Milestone 2 - menerapkan defuzzifikasi dan metode Fuzzy Optimization yang sesuai, membandingkan skenario, melakukan analisis sensitivitas, dan merevisi model berdasarkan umpan balik. Moda: LMS USU.	TM Teori [(2 x (2 x 50 menit))]: metode defuzzifikasi, integrasi model, evaluasi solusi, konsultasi, dan peer review. Media: PPT, papan tulis, LMS USU. Metode: Project Based Learning.	7. Defuzzifikasi dan Aplikasi Fuzzy Optimization: - Metode defuzzifikasi - Integrasi solusi fuzzy - Evaluasi dan sensitivitas - Aplikasi optimasi fuzzy	SDG 4, SDG 9, SDG 12	PBL: 10%	
15	Sub-CPMK 7: Mampu mendokumentasikan, mempresentasikan, dan mempertanggungjawabkan hasil proyek Fuzzy Optimization secara ilmiah dan kolaboratif (C5-C6).	1. Kejelasan perumusan masalah, asumsi, dan model fuzzy. 2. Kualitas analisis, hasil, sensitivitas, dan rekomendasi. 3. Kemampuan menjawab pertanyaan dan menjelaskan kontribusi anggota. 4. Transparansi penggunaan perangkat lunak/AI.	Kriteria: Rubrik Penilaian CM/PBL Bentuk: PBL - finalisasi, presentasi, dan evaluasi proyek.	BM [(1 x (2 x 60 menit))]: finalisasi laporan dan bahan presentasi. PT [(1 x (2 x 60 menit))]: menyusun paket akhir proyek berupa laporan, model/perhitungan, analisis sensitivitas, slide, serta deklarasi penggunaan AI bila ada. Moda: LMS USU.	TM Teori [(1 x (2 x 50 menit))]: presentasi proyek, tanya jawab, refleksi metode, dan evaluasi. Media: PPT, LMS USU. Metode: Project Based Learning & Presentation.	Presentasi proyek Fuzzy Optimization: - Model dan metode - Hasil dan sensitivitas - Interpretasi dan rekomendasi - Transparansi penggunaan AI	SDG 4, SDG 9, SDG 12	PBL: 5%	
16	UJIAN AKHIR SEMESTER (UAS)								20%

Catatan sesuai dengan SN Dikti Permendikbud No 3/2020:

1. Capaian Pembelajaran Lulusan PRODI (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 pada 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. Kreteria Penilaian adalah patokan yang digunakan sebagai ukuran atau tolok ukur ketercapaian pembelajaran dalam penilaian berdasarkan indikator-indikator yang telah ditetapkan. Kreteria penilaian merupakan pedoman bagi penilai agar penilaian konsisten dan tidak bias. Kreteria dapat berupa kuantitatif ataupun 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 lain yang setara.
9. Metode Pembelajaran: *Small Group Discussion, Role-Play & Simulation, Discovery Learning, Self-Directed Learning, Cooperative Learning, Collaborative Learning, Contextual Learning, Project Based Learning*, dan metode lainnya yg setara.
10. Materi Pembelajaran adalah rincian atau uraian dari bahan kajian yg dapat disajikan dalam bentuk beberapa pokok dan sub-pokok bahasan.
11. Bobot penilaian adalah prosentasi penilaian terhadap setiap pencapaian sub-CPMK yang besarnya proposional dengan tingkat kesulitan pencapaian sub-CPMK tsb., dan totalnya 100%.

TM = Tatap Muka, PT = Penugasan Terstruktur, BM = Belajar Mandiri.

RENCANA ASESMEN

Bentuk Evaluasi	Sub-CPMK	Instrumen Penilaian [Frekuensi]		Tagihan (bukti)	Bobot Penilaian (%)
		Formatif	Sumatif		
Tugas Individu	Sub-CPMK 1, 3	Umpan balik [2 kali]	Rubrik Tugas [2 kali]	Lembar penyelesaian, model/aturan fuzzy, perhitungan, dan catatan AI bila digunakan	10%
Kuis/Post-test	Sub-CPMK 2	Umpan balik [1 kali]	Rubrik Quiz [1 kali]	Jawaban kuis di LMS/lembar jawaban	5%
Case Method (CM)	Sub-CPMK 4-5	Umpan balik dan diskusi kasus [2 kali]	Rubrik CM/PBL [2 kasus]	Analisis kasus, formulasi model, perhitungan, laporan, dan presentasi	25%
Project Based Learning (PBL)	Sub-CPMK 6-7	Umpan balik berkala [3 milestone]	Rubrik CM/PBL [1 proyek]	Proposal, model, perhitungan/analisis, sensitivitas, laporan, slide, dan deklarasi AI	25%
Ujian Tengah Semester	Sub-CPMK 1-4	Umpan balik [1 kali]	Rubrik Ujian Esai [1 kali]	Lembar jawaban/berkas	15%
Ujian Akhir Semester	Sub-CPMK 5-7	Umpan balik [1 kali]	Rubrik Ujian Esai [1 kali]	Lembar jawaban/berkas	20%
Total					100%

Penjelasan:

Tugas 10% - Dua tugas individu masing-masing 5% untuk menilai penguasaan konsep himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, rule/implikasi, ketepatan model, perhitungan, interpretasi, dan kemampuan menjelaskan solusi.

Kuis 5% - Satu kuis untuk mengukur penguasaan operasi dan relasi fuzzy serta penalaran matematis yang mendasarinya. AI tidak digunakan pada kuis kecuali dosen menetapkan lain.

Case Method (CM) 25% - Dua studi kasus terstruktur (10% dan 15%) yang menilai kemampuan memilih metode inferensi/model fuzzy, merumuskan masalah, melakukan perhitungan, membandingkan alternatif, dan memberikan rekomendasi yang dapat dipertanggungjawabkan.

Project Based Learning (PBL) 25% - Satu proyek kelompok bertahap (milestone 10% + 10% + finalisasi/presentasi 5%) yang menilai perumusan kasus, desain model fuzzy, analisis multi-kriteria/defuzzifikasi, validasi dan sensitivitas, dokumentasi, kolaborasi, serta komunikasi ilmiah.

UTS 15% - Ujian mencakup Sub-CPMK 1-4. Penggunaan AI tidak diperkenankan kecuali dosen secara eksplisit menetapkan ujian terbuka berbantuan alat.

UAS 20% - Ujian mencakup Sub-CPMK 5-7. Penggunaan AI tidak diperkenankan kecuali dosen secara eksplisit menetapkan ujian terbuka berbantuan alat. Pada Tugas, CM, dan PBL, penggunaan AI harus transparan dan seluruh keluaran wajib diverifikasi.

RUBRIK PENILAIAN

Rubrik Penilaian Quiz (Post-test)

Nilai per butir soal	Kriteria
4 (>81)	Jawaban tepat dan lengkap; konsep fuzzy, fungsi keanggotaan/relasi/aturan, langkah perhitungan, dan interpretasi hasil benar serta konsisten.
3 (71-80)	Konsep dan langkah utama benar; terdapat sedikit kekeliruan pada detail operasi, perhitungan, atau interpretasi.
2 (60-70)	Sebagian langkah benar, tetapi terdapat beberapa kesalahan konsep atau perhitungan yang memengaruhi kualitas hasil.
1 (<60)	Konsep atau metode utama kurang tepat; penyelesaian tidak selesai atau tidak menunjukkan pemahaman fuzzy yang memadai.

Skor kuis = jumlah nilai per butir soal / banyak soal (skor maksimal = 100)

Rubrik Penilaian Case Method (CM) dan Project Based Learning (PBL)

KATEGORI	4 Sangat Baik	3 Baik	2 Cukup	1 Kurang	Nilai
	> 81	71 -80	60 – 70	< 60	
Perumusan Masalah dan Ketidakpastian	Masalah, sumber ketidakpastian, variabel linguistik, kriteria/tujuan, dan asumsi dirumuskan sangat jelas serta relevan dengan konteks.	Perumusan masalah dan ketidakpastian jelas dengan kekurangan kecil pada asumsi atau variabel.	Masalah cukup teridentifikasi tetapi representasi ketidakpastian, variabel, atau asumsi belum lengkap.	Masalah dan ketidakpastian tidak dirumuskan dengan jelas atau tidak sesuai konteks.	
Ketepatan Pemilihan Model/Metode Fuzzy	Model/metode dipilih sangat tepat, disertai argumentasi teori, fungsi keanggotaan/aturan yang konsisten, alternatif pembanding, dan alasan yang kuat.	Model/metode tepat dan argumentasi memadai; pembandingan alternatif masih terbatas.	Model/metode cukup sesuai tetapi alasan pemilihan lemah atau mengabaikan beberapa syarat penting.	Model/metode tidak sesuai atau dipilih tanpa argumentasi yang dapat dipertanggungjawabkan.	
Perhitungan, Konsistensi Model, dan Verifikasi	Perhitungan akurat; aturan, relasi, tujuan/kendala, agregasi, dan defuzzifikasi konsisten; hasil diverifikasi dengan perhitungan pembanding, skenario, atau cara relevan lainnya.	Perhitungan dan model benar serta verifikasi memadai dengan kekurangan kecil pada dokumentasi atau pengujian.	Perhitungan/model hanya sebagian benar atau verifikasi terbatas sehingga keandalan hasil belum kuat.	Perhitungan/model tidak konsisten dan hasil tidak diverifikasi.	
Analisis Sensitivitas, Interpretasi, dan Rekomendasi	Sensitivitas terhadap fungsi keanggotaan, parameter, aturan/kriteria dianalisis kritis; hasil diinterpretasikan kontekstual dan rekomendasi dapat dipertanggungjawabkan.	Analisis dan interpretasi baik dengan beberapa detail sensitivitas yang belum mendalam.	Analisis sensitivitas hanya sebagian dan interpretasi masih deskriptif.	Tidak ada analisis yang memadai atau interpretasi/rekomendasi bertentangan dengan hasil.	
Kolaborasi, Dokumentasi, dan Komunikasi	Kontribusi anggota jelas, dokumentasi lengkap dan dapat ditelusuri, presentasi sistematis, serta kelompok mampu menjawab pertanyaan dengan argumentasi kuat.	Kolaborasi dan komunikasi baik; dokumentasi cukup lengkap dengan kekurangan kecil.	Pembagian kerja atau dokumentasi kurang jelas; presentasi/argumentasi masih terbatas.	Kolaborasi lemah, dokumentasi tidak memadai, atau kelompok tidak mampu mempertanggungjawabkan hasil.	
Perangkat Lunak dan AI Generatif	Perangkat lunak/AI digunakan proporsional sebagai alat bantu; prompt penting, koreksi, dan peran AI dinyatakan transparan; seluruh keluaran diverifikasi dan mahasiswa mampu menjelaskan hasil tanpa bergantung pada AI.	Penggunaan alat sesuai dan dinyatakan; sebagian besar keluaran diverifikasi dengan dokumentasi yang cukup.	Penggunaan alat cukup dominan, dokumentasi AI kurang lengkap, atau verifikasi hanya sebagian.	Keluaran perangkat lunak/AI diterima tanpa verifikasi, penggunaan AI disembunyikan, atau AI menggantikan penalaran utama mahasiswa.	

Catatan: Penggunaan AI generatif tidak menggantikan penalaran fuzzy, perumusan fungsi keanggotaan/aturan/model, perhitungan, analisis sensitivitas, atau tanggung jawab akademik mahasiswa. Mahasiswa wajib dapat menjelaskan dan mempertanggungjawabkan seluruh hasil yang diserahkan.

Rubrik Penilaian Ujian Esai

Kategori	Sangat Baik > 81	Baik 71 -80	Cukup 60 – 70	Kurang < 60	Nilai
Pemahaman terhadap Pertanyaan	Memahami pertanyaan dengan tepat sekali	Memahami pertanyaan	Tidak memahami pertanyaan secara penuh dan tepat	Tidak memahami pertanyaan	
Isi	Jawaban menunjukkan pemahaman mendalam terhadap teori dan metode fuzzy; representasi ketidakpastian, pemilihan metode, langkah perhitungan, serta interpretasi terintegrasi dengan tepat.	Jawaban menunjukkan pemahaman yang baik; metode dan langkah utama tepat dengan sedikit kekurangan pada perhitungan atau interpretasi.	Jawaban menunjukkan pemahaman sebagian; terdapat kesalahan konsep/perhitungan dan interpretasi belum memadai.	Jawaban menunjukkan ketidakpahaman terhadap konsep/metode fuzzy yang ditanyakan sehingga penyelesaian tidak dapat dipertanggungjawabkan.	
Kejelasan Tulisan	Semua gagasan tulisan disampaikan dengan baik dan jelas.	Sebagian besar gagasan tulisan disampaikan dengan baik dan jelas.	Sebagian gagasan tulisan disampaikan dengan baik dan jelas.	Gagasan tulisan tidak disampaikan dengan baik dan jelas.	
Kejelasan Bahasa	Menggunakan Bahasa asing /Indonesia dengan baik dan benar sedikit kesalahan tatabahasa dan pilihan kata yang tidak mengganggu pemahaman	Menggunakan Bahasa asing /Indonesia dengan baik dan benar dengan sedikit kesalahan tatabahasa dan pilihan kata yang mengganggu pemahaman.	Menggunakan Bahasa asing /Indonesia dengan cukup baik dan benar dengan beberapa kesalahan tatabahasa dan pilihan kata	Tidak menggunakan Bahasa asing/Indonesia dengan baik dan benar karena tulisan memuat banyak kesalahan tatabahasa dan pilihan kata	

INTEGRASI SDGs DALAM MATA KULIAH

SDGs	Relevansi dengan Mata Kuliah
SDG 4 (Pendidikan Berkualitas)	Mata kuliah mengembangkan kemampuan analitis, pemodelan ketidakpastian, problem solving, komunikasi ilmiah, kolaborasi, dan literasi AI yang kritis melalui kuliah, Case Method, dan PBL.
SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur)	Fuzzy Optimization mendukung pengembangan sistem keputusan dan optimasi yang adaptif untuk perencanaan, rekayasa, layanan, dan proses industri ketika informasi tidak pasti atau bersifat linguistik.
SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab)	Pemodelan fuzzy dan multi-kriteria dapat digunakan untuk mengevaluasi trade-off dan alokasi sumber daya secara lebih efisien serta mempertimbangkan aspek keberlanjutan dalam pengambilan keputusan.

Rubrik Penilaian Tugas

Deskripsi	Sangat Baik > 81	Baik 71 -80	Cukup 60 – 70	Kurang < 60	Nilai
	4	3	2	1	
Ketepatan konsep, model, perhitungan, dan hasil	Konsep sangat tepat; fungsi keanggotaan/aturan/model konsisten; langkah perhitungan valid; hasil dan interpretasi diperiksa secara kritis.	Konsep dan model tepat; hasil umumnya akurat; terdapat sedikit kekurangan pada detail perhitungan atau interpretasi.	Konsep/model cukup sesuai, tetapi beberapa kesalahan memengaruhi hasil atau interpretasi.	Konsep/model tidak sesuai, hasil tidak dapat dipertanggungjawabkan, atau penyelesaian tidak selesai.	
Argumentasi, dokumentasi, dan verifikasi	Alasan pemilihan fungsi keanggotaan/aturan/metode sangat kuat, langkah terdokumentasi lengkap, dan hasil diverifikasi dengan pembanding atau analisis sensitivitas.	Argumentasi, dokumentasi, dan verifikasi memadai dengan sedikit kekurangan.	Argumentasi atau dokumentasi masih terbatas dan verifikasi belum lengkap.	Tidak ada argumentasi/verifikasi yang memadai atau dokumentasi tidak memungkinkan hasil ditelusuri.	
Ketepatan waktu, kepatuhan instruksi, dan transparansi AI	Tugas tepat waktu; seluruh instruksi dipenuhi; penggunaan AI (jika ada) dinyatakan, dibatasi sesuai tugas, dan diverifikasi secara mandiri.	Tugas tepat waktu dan sebagian besar instruksi dipenuhi; penggunaan AI dinyatakan dengan dokumentasi yang cukup.	Tugas terlambat maksimal satu hari atau beberapa instruksi penting belum dipenuhi; dokumentasi penggunaan AI kurang lengkap.	Tugas terlambat lebih dari satu hari/tidak memenuhi instruksi utama atau penggunaan AI tidak transparan/tidak sesuai ketentuan.	

Catatan:

1. **CPL-PRODI** adalah kemampuan yang dimiliki oleh setiap lulusan PRODI yang merupakan internalisasi dari sikap, penguasaan pengetahuan dan keterampilan 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.
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 pada tiap tahap pembelajaran.
5. **Indikator penilaian** 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 tolok ukur ketercapaian pembelajaran dalam penilaian berdasarkan indikator-indikator yang telah ditetapkan.
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 lain yang setara.
9. **Metode Pembelajaran:** *Small Group Discussion, Role-Play & Simulation, Discovery Learning, Self-Directed Learning, Cooperative Learning, Collaborative Learning, Contextual Learning, Project Based Learning*, dan metode lainnya yg setara.
10. **Materi Pembelajaran** adalah rincian atau uraian dari bahan kajian yg dapat disajikan dalam bentuk beberapa pokok dan sub-pokok bahasan.
11. **Bobot penilaian** adalah prosentasi penilaian terhadap setiap pencapaian sub-CPMK yang besarnya proposional dengan tingkat kesulitan pencapaian sub-CPMK tsb., dan totalnya 100%.

TM = Tatap Muka, PT = Penugasan Terstruktur, BM = Belajar Mandiri.