

DOKUMEN KURIKULUM

PROGRAM STUDI DOKTOR TEKNIK MESIN

DOKUMEN KURIKULUM PRODI DOKTOR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS PANCASILA | SRENGSENG SAWAH,
JAKARTA



DOKUMEN

Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi

Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila

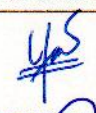
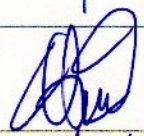
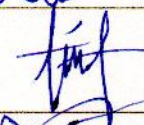
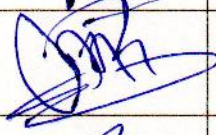
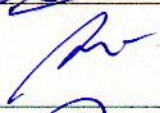
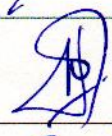
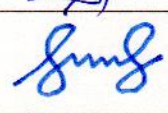
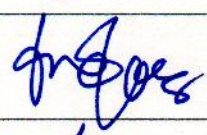
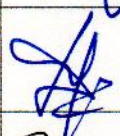
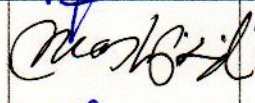
Jakarta, April 2025

Nama Ketua Tim : Dr. Yani Kurniawan, S.T., M.T
NIDN : 0312058001
Program Studi : Doktor Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Universitas : Pancasila

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PANCASILA
Tahun 2025



LEMBAR PENGESAHAN

Proses	Penanggung Jawab			Tanggal
	Nama	Jabatan	Tanda tangan	
Perumus	Dr. Yani Kurniawan, S.T., M.T.	Ketua		Agustus 2025
	Dr. Abid Fahreza Alphanoda, S.T., M.T.	Anggota		Agustus 2025
	Dr. Wina Libyawati, S.T., M.M., M.T.	Anggota		Agustus 2025
	Prof. Dr. La Ode M Firman, S.T., M.T.	Anggota		Agustus 2025
	Dr. Agri Suwandi, S.T., M.T	Anggota		Agustus 2025
	Prof. Dr. Dede Lia Zariatn, S.T., M.T.	Narasumber		Agustus 2025
	Prof. Dr. Ismail, S.T.,M.T.	Narasumber		Agustus 2025
Pemeriksa	Ar. Dr. Dini Rosmalia, S.T., M.Si.	WD 1		Agustus 2025
Persetujuan	Prof. Dr. Ir. Dwi Rahmalina, M.T.	Dekan		Agustus 2025
Penetapan	Prof. Dr. Mashadi Said, M.Pd	Senat Universitas		Agustus 2025
Pengendalian	Nur Yulianti Hidayah, S.T., M.T.	SJM FT		Agustus 2025



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

IDENTITAS PROGRAM STUDI

1	LANDASAN KURIKULUM	1
2.1	LANDASAN FILOSOFI	1
2.2	LANDASAN SOSIOLOGIS	1
2.3	LANDASAN PSIKOLOGI	2
2.4	LANDASAN HISTORIS	2
2.5	LANDASAN HUKUM	3
2	VISI, MISI, TUJUAN, DAN STRATEGI PROGRAM STUDI	5
3.1	VISI	5
3.2	MISI	5
3.3	TUJUAN	5
3.4	STRATEGI	5
3.5	UNIVERSITAS VALUE	5
3	HASIL EVALUASI KURIKULUM & TRACER STUDY	6
4.1	EVALUASI KURIKULUM	6
4.2	TRACER STUDY	8
4	PROFIL LULUSAN & RUMUSAN CAPAIAN PEMBELAJARAN LULUSAN (CPL)	9
5.1	PROFIL LULUSAN	9
5.2	PERUMUSAN CPL	9
5.3	MATRIK HUBUNGAN CPL DENGAN PROFIL LULUSAN	10
5	PENENTUAN BAHAN KAJIAN	11
6.1	GAMBARAN <i>BODY OF KNOWLEDGE</i> (BOK)	11
6.2	DESKRIPSI BAHAN KAJIAN	12
6	PEMBENTUKAN MATA KULIAH DAN PENENTUAN BOBOT SKS	13
7	STRUKTUR MATAKULIAH DLM KURIKULUM PROGRAM STUDI	82
8.1	STRUKTUR KURIKULUM	82
8.2	PETA KURIKULUM BERDASARKAN CPL PRODI	84
8	DAFTAR SEBARAN MATA KULIAH TIAP SEMESTER	86
9	PENENTUAN BOBOT CPL PADA MK	88
10	PENILAIAN PEMBELAJARAN	170
11.1	RUBRIK	170
11	PENUTUP	173



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, buku Pengembangan Kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin tahun 2025 ini dapat disusun dan diselesaikan. Buku ini disusun sebagai pedoman bagi seluruh pemangku kepentingan dalam memahami arah, tujuan, dan strategi pelaksanaan kurikulum yang selaras dengan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI), Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SN Dikti), serta mengacu pada prinsip-prinsip *Outcome-Based Education* (OBE).

Pengembangan kurikulum ini merupakan hasil kolaborasi antara dosen dan pemangku kepentingan, dengan tujuan untuk memastikan lulusan Doktor Teknik Mesin memiliki kompetensi unggul, wawasan global, serta kemampuan adaptif terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Melalui buku ini diharapkan seluruh proses pembelajaran dapat dilaksanakan secara terarah, terukur, dan relevan dengan kebutuhan dunia kerja, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan buku ini. Semoga buku ini dapat menjadi rujukan yang bermanfaat dalam implementasi kurikulum dan terus mendorong peningkatan mutu pendidikan tinggi di bidang teknik mesin. Kami menyadari masih terdapat ketidaksempurnaan pada buku pengembangan kurikulum ini, oleh karena itu kami berharap memperoleh tanggapan, saran dan kritik bagi perbaikan dan penyempurnaan kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila ini.



IDENTITAS PROGRAM STUDI

1	Nama Perguruan Tinggi (PT)	Universitas Pancasila
		PTS
2	Fakultas	Teknik
3	Jurusan/Departemen	Teknik Mesin
4	Program Studi	Doktor Teknik Mesin
5	Status Akreditasi	Baik
6	Jumlah Mahasiswa	5
7	Jumlah Dosen	5
8	Alamat Prodi	Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta 12640
9	Telpon	0217864730
10	Web PRODI	https://teknik.univpancasila.ac.id/s3mesin/



1 Landasan Kurikulum

1.1 Landasan Filosofi

Landasan filosofis kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila didasarkan pada filsafat ilmu yang mencakup dimensi ontologis, epistemologis, dan aksiologis, dengan pijakan pada nilai-nilai Pancasila serta paradigma pendidikan tinggi. Secara ontologis, bidang teknik mesin dipandang sebagai disiplin ilmu yang berperan strategis dalam mengembangkan rekayasa energi, manufaktur, dan material yang berorientasi pada keberlanjutan. Secara epistemologis, penguasaan ilmu diwujudkan melalui penelitian yang orisinal, sistematis, dan multidisipliner, yang menghasilkan temuan atau teori baru untuk mendukung kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Secara aksiologis, pengembangan ilmu teknik mesin diarahkan pada kemanfaatan bagi kesejahteraan umat manusia, peningkatan daya saing bangsa, dan kontribusi pada pencapaian pembangunan berkelanjutan.

Kurikulum Doktor ini dirancang dengan berlandaskan paradigma *Outcome-Based Education* (OBE) pada jenjang KKN level 9, yang menekankan capaian pembelajaran berupa kemampuan menciptakan pengetahuan baru, memimpin penelitian bereputasi internasional, serta menjaga integritas dan etika akademik. Landasan filosofis ini sekaligus menegaskan komitmen program studi untuk melahirkan ilmuwan dan pemimpin akademik yang berintegritas, visioner, dan inovatif dalam bidang teknik mesin, serta mampu memberikan kontribusi nyata bagi masyarakat ilmiah, industri, dan bangsa.

1.2 Landasan Sosilogis

Penyusunan kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila berlandaskan pada kebutuhan masyarakat akan sumber daya manusia dengan kualifikasi ilmuwan dan peneliti di bidang keteknikan yang mampu memberikan kontribusi nyata terhadap perkembangan industri, teknologi, dan pembangunan nasional. Perkembangan masyarakat modern yang ditandai oleh era industri 4.0, transisi menuju energi terbarukan, serta tuntutan terhadap teknologi berkelanjutan, menuntut adanya lulusan doktor yang tidak hanya unggul dalam penguasaan teori dan metodologi penelitian, tetapi juga memiliki kepekaan sosial untuk menjawab permasalahan bangsa, baik di tingkat lokal, nasional, maupun global.



Selain itu, kurikulum ini juga memperhatikan dinamika sosial berupa meningkatnya kebutuhan kolaborasi multidisipliner, keterlibatan perguruan tinggi dalam pemberdayaan masyarakat, serta tanggung jawab moral dalam menghasilkan riset yang berorientasi pada keberlanjutan (*sustainability*) dan peningkatan daya saing bangsa. Dengan demikian, landasan sosiologis kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila diarahkan untuk mencetak lulusan yang tidak hanya berperan sebagai akademisi dan peneliti, tetapi juga sebagai agen perubahan yang mampu mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, dan nilai-nilai sosial dalam mendukung pembangunan berkeadilan dan berkelanjutan.

1.3 Landasan psikologi

Landasan psikologis kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila didasarkan pada karakteristik peserta didik yang telah berada pada jenjang pendidikan tertinggi, dengan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan sintesis yang matang. Kurikulum ini dirancang untuk menstimulasi perkembangan kognitif tingkat tinggi (*high order thinking skills*) melalui kegiatan penelitian orisinal, penemuan teori baru, serta pengembangan konsep yang inovatif di bidang teknik mesin. Aspek psikologis juga dipertimbangkan dalam mendorong kemandirian belajar, motivasi intrinsik, serta ketahanan mental dalam menghadapi tantangan penelitian jangka panjang yang kompleks.

Selain aspek kognitif, kurikulum juga memperhatikan dimensi afektif dan psikomotor, yaitu membentuk sikap ilmiah, etika akademik, dan kepekaan sosial, serta keterampilan dalam menyusun, mengomunikasikan, dan mempertahankan gagasan ilmiah secara argumentatif. Dengan demikian, landasan psikologis kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila bertujuan untuk membentuk lulusan yang berkarakter tangguh, kreatif, resilien, serta mampu mengembangkan kapasitas intelektual dan emosional secara seimbang guna mendukung peran strategisnya sebagai peneliti, inovator, dan pemimpin akademik.

1.4 Landasan Historis

Kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin dirancang dengan mempertimbangkan perjalanan panjang perkembangan pendidikan teknik mesin di Universitas Pancasila yang telah berkontribusi sejak tahun 1966 dalam mencetak insinyur dan akademisi di bidang keteknikan. Seiring dengan akumulasi pengalaman akademik, penelitian, serta pengabdian kepada masyarakat di jenjang sarjana dan magister, kebutuhan akan penguatan jenjang doktoral menjadi



sebuah keniscayaan historis untuk melanjutkan tradisi keilmuan dan menjawab tantangan zaman.

Secara historis, perkembangan teknologi global, kebijakan nasional mengenai pendidikan tinggi, serta dorongan menuju penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi strategis (IPTEK) untuk kemandirian bangsa telah membentuk kerangka bagi lahirnya kurikulum ini. Kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin hadir sebagai kelanjutan dari capaian akademik dan riset sebelumnya, dengan orientasi pada pembentukan ilmuwan, peneliti, dan inovator yang mampu mengembangkan teori baru, memimpin penelitian lintas disiplin, serta memberi kontribusi historis dalam memperkuat daya saing bangsa di tingkat internasional.

1.5 Landasan Hukum

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 157, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4586).
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5336).
3. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012, Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI).
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi.
5. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2013, Tentang Penerapan KKNI Bidang Perguruan Tinggi.
6. Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 17 Tahun 2012 tentang Jabatan Fungsional Dosen dan Angka Kreditnya.
7. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 59 tahun 2018, tentang Ijazah, Sertifikat Kompetensi, Sertifikat Profesi, Gelar dan Tata Cara Penulisan Gelar di Perguruan Tinggi.
8. Keputusan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi No. 123 Tahun 2019 tentang Magang dan Pengakuan Satuan Kredit Semester Magang Industri untuk Program Sarjana dan Sarjana Terapan.
9. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2020, Tentang Pendirian, Perubahan, Pembubaran PTN, dan Pendirian, Perubahan, Pencabutan Izin PTS.



10. Peraturan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi Nomor 12 Tahun 2021 tentang Instrumen Akreditasi Program Studi pada Pendidikan Akademik dan Vokasi Lingkup Teknik (IAPS-PAV Teknik).
11. Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi No. 39 Tahun 2025 ttg Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi.
12. Peraturan Rektor Universitas Pancasila Nomor: 2866/KEP.R/UP/VI/2025, Panduan Penyelenggaraan Program Doktor Universitas Pancasila Juni 2025.

Kaitan antara beberapa landasan hukum di atas dapat diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan Antara Beberapa Landasan Hukum untuk Menjamin Pelaksanaan Kurikulum dan Tercapainya Tujuan Kurikulum



2 Visi, Misi, Tujuan, dan Strategi Program Studi

2.1 Visi

Menjadi Program Studi Doktor Teknik Mesin bereputasi Internasional dalam menghasilkan inovasi di bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material yang berwawasan pada lingkungan dan memiliki nilai-nilai luhur Pancasila

2.2 Misi

Menghasilkan Doktor Teknik Mesin yang memiliki kemampuan dalam mengembangkan IPTEK dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material yang berwawasan pada lingkungan dan beretika moral Pancasila

2.3 Tujuan

Menghasilkan lulusan yang profesional, inovatif, mampu riset mandiri, mampu publikasi internasional dan berkontribusi nyata untuk masyarakat.

2.4 Strategi

Strateginya dijalankan dengan kurikulum formal, meningkatkan fasilitas, meningkatkan kerjasama mitra untuk riset, dan hibah/insentif untuk penelitian, publikasi, dan pengabdian kepada masyarakat.

2.5 Universitas Value

1. Nilai fundamental bersumber dari nilai-nilai luhur Pancasila sebagai landasan utama.
2. Nilai instrumental dikenal sebagai IKHLAS (Integritas, Kompeten, Harmoni, Loyalitas, Antusias, dan Soliditas) yang menjabarkan implementasi konkret nilai Pancasila di lingkungan universitas.
3. Nilai operasional atau praksis, berupa lima nilai C: *Commitment*, *Competence*, *Conscience*, *Compassion*, dan *Consistent*, yang mendasarkan perilaku adaptif, inovatif, produktif, serta kontributif dalam Tri Dharma Perguruan Tinggi dan masyarakat luas.



3 Hasil Evaluasi Kurikulum & Tracer Study

3.1 Evaluasi Kurikulum

Kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila dirancang untuk menghasilkan lulusan Doktor dalam bidang Ilmu Teknik Mesin yang **memiliki kemampuan dalam mengembangkan IPTEK dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material yang berwawasan pada lingkungan dan memiliki nilai-nilai luhur Pancasila**. Untuk mencapai kompetensi tersebut di atas maka mahasiswa Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila dibekali ilmu pengetahuan Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material yang mengedepankan kelestarian lingkungan dan pengamalan nilai-nilai luhur Pancasila secara terpadu.

Untuk mencapai kompetensi tersebut maka dirumuskan profil lulusan PS Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila melalui studi keterlacakan lulusan dari program studi sejenis, dengan rumusan sebagai berikut:

1. **Pendidik.** Lulusan memiliki kemampuan mengembangkan dan menyebarkan ilmu pengetahuan di bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kegiatan pendidikan, pengajaran, penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.
2. **Peneliti.** Lulusan memiliki kemampuan melakukan penelitian ilmiah secara mandiri dan inovatif, mulai dari merancang eksperimen, melaksanakan penelitian, hingga menganalisis dan menafsirkan data secara teruji melalui seminar ilmiah atau publikasi.
3. **Perekayasa.** Lulusan mampu menerapkan, mengembangkan, dan mengoptimalkan teknologi atau hasil penelitian menjadi produk, sistem, atau proses yang dapat digunakan oleh masyarakat.

Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila menargetkan lulusan yang dapat berkontribusi pada market tenaga kerja regional dan global. Dalam upaya untuk menjamin profil lulusan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila berkontribusi pada market tenaga kerja regional dan global, Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila melakukan kerjasama penelitian dengan institusi dalam dan luar negeri, sehingga lulusan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila mendapatkan pengalaman penelitian di dalam negeri maupun luar negeri. Program Studi Doktor Teknik Mesin



Universitas Pancasila telah bekerjasama di antaranya dengan UTM Malaysia dan *Berliner Hochschule für Technik* Jerman.

Total SKS yang dapat ditempuh dalam Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila untuk dapat lulus sebagai Doktor Teknik Mesin sebanyak **42 SKS**. Penjelasan struktur kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila sebagai berikut:

- Semester 1 dan 2 merupakan pengembangan *fundamental science*. Pada Semester 1 terdiri dari mata kuliah: Metode Penelitian Lanjut, CFD/CMD Application for Green Technology dan Kekhususan I dengan jumlah 9 SKS. Mata kuliah CFD/CMD Application for Green Technology merupakan mata kuliah yang menunjang kekhasan dan keunikan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila yaitu teknologi yang berwawasan lingkungan dan merupakan implementasi dari nilai-nilai luhur Pancasila. Sedangkan pada Semester 2 (total 10 SKS), meliputi mata kuliah: Statistik Eksperimen, Kekhususan II dan Ujian Proposal Penelitian. Mata kuliah Kekhususan I dan II diadakan untuk memperkuat keilmuan pendukung penelitian di bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material. Pada mata kuliah Ujian Proposal Penelitian (4 SKS) yang dilakukan setelah penelitian berjalan 1 atau 2 semester (25%) dan mahasiswa telah memperoleh *novelty* dari topik penelitian disertasinya yang nanti akan menentukan apakah mahasiswa layak menjadi Kandidat Doktor atau tidak. Topik penelitian disertasi harus memenuhi visi keilmuan dan keunikan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila, yaitu teknologi yang berwawasan lingkungan dan memiliki nilai-nilai luhur Pancasila.
- Semester 3 (total 4 SKS) mahasiswa melakukan penelitian penuh dan diwajibkan melakukan Publikasi I dengan pilihan mempresentasikannya di konferensi internasional dengan prosiding terindeks bereputasi atau publikasi di jurnal internasional terindeks yang setara dengan 4 SKS.
- Pada Semester 4 (total 5 SKS), dimana penelitian disertasi mahasiswa telah mencapai 75%, perlu adanya memonitoring dan evaluasi kegiatan penelitian melalui mata kuliah Ujian Hasil Penelitian setara dengan 5 SKS.
- Pada Semester 5 (total 5 SKS), dimana penelitian disertasi mahasiswa telah mencapai 85%, mahasiswa diwajibkan melakukan Publikasi II di jurnal internasional terindeks bereputasi yang setara dengan 5 SKS dengan tujuan mendapat pengakuan dari *peer group* keilmuannya.
- Semester 6 (total 9 SKS), terdiri dari mata kuliah Ujian Tertutup (5 SKS) dan Ujian Terbuka (4 SKS). Pada semester ini, mahasiswa dengan capaian penelitian 100% dapat melakukan Ujian Tertutup yang dihadiri oleh



penguji internal dan eksternal. Ujian Terbuka merupakan bentuk pertanggungjawaban publik atas pencapaian prestasi seorang kandidat Doktor, bahwa seorang kandidat menempuh jenjang akademik tertinggi dalam strata pendidikan tinggi dengan kebaruannya (*novelty*).

3.2 Tracer Study

Dikarenakan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila baru berdiri pada bulan Januari 2025 dan baru memulai perkuliahan pada bulan Maret 2025 jadi belum dilakukan *Tracer Study*.



4 Profil Lulusan & Rumusan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)

4.1 Profil Lulusan

Dikarenakan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila baru berdiri pada bulan Januari 2025 dan akan memulai perkuliahaan pada bulan Maret 2025 jadi belum dilakukan Tracer Study maka profile lulusannya dibuat pada waktu pengusulan pembukaan prodi baru.

Tabel 4.1. Profil Lulusan dan deskripsinya

No	Profil Lulusan (PL)	Deskripsi Profil Lulusan
PL1	Pendidik	Lulusan memiliki kemampuan mengembangkan dan menyebarkan ilmu pengetahuan di bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kegiatan pendidikan, pengajaran, penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.
PL2	Peneliti	Lulus memiliki kemampuan melakukan penelitian ilmiah secara mandiri dan Inovatif, mulai dari merancang eksperimen, melaksanakan penelitian, hingga menganalisis dan menafsirkan data secara teruji melalui seminar ilmiah atau publikasi.
PL3	Perekayasa	Lulusan mampu menerapkan, mengembangkan, dan mengoptimalkan teknologi atau hasil penelitian menjadi produk, sistem, atau proses yang dapat digunakan oleh masyarakat.

4.2 Perumusan CPL

Kemampuan lulusan sebagai Standar Kompetensi Lulusan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila dirumuskan dalam CPL. CPL dirumuskan dengan mengacu pada jenjang kualifikasi KKNi dan SNIKTI dan sesuai dengan visi, misi Universitas Pancasila, visi dan misi FTUP, dan visi keilmuan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Secara lengkap CPL Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila terdapat pada Tabel 4.2.



Tabel 4.2. Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi

CPL	Deskripsi
CPL01	Membentuk insan yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia dan berkarakter sesuai dengan nilai-nilai Pancasila, serta menjunjung tinggi norma, etika akademik, dan etika profesi.
CPL02	Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.
CPL03	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.
CPL04	Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset dan pengembangan yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mengkomunikasikannya dalam menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.

4.3 Matrik hubungan CPL dengan Profil Lulusan

Hubungan CPL dengan Profil lulusan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Matrik hubungan Profil dengan CPL Prodi

CPL Prodi		PL1	PL2	PL3
1	Membentuk insan yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia dan berkarakter sesuai dengan nilai-nilai Pancasila, serta menjunjung tinggi norma, etika akademik, dan etika profesi.	SR	SR	SR
2	Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.	SR	SR	R
3	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	R	SR	SR
4	Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset dan pengembangan yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mengkomunikasikannya dalam menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	CR	SR	SR

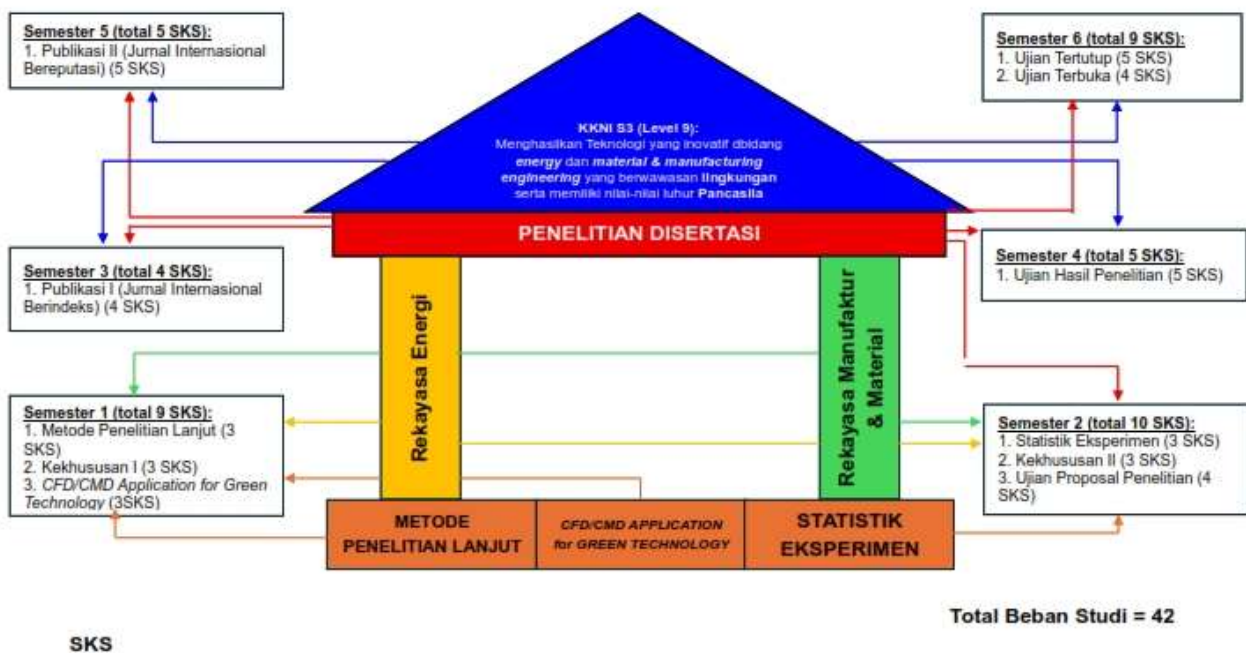
Keterangan: SR: Sangat Relevan, R: Relevan, CR: Cukup Relevan



5 Penentuan Bahan Kajian

5.1 Gambaran *Body of Knowledge* (BoK)

Untuk memberikan Gambaran mengenai ruang lingkup keilmuan yang menjadi landasan penyelenggaraan pendidikan dan penelitian pada Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila, disusun **Body of Knowledge (BoK)** yang memetakan bidang-bidang pengetahuan utama beserta keterkaitannya. BoK ini menjadi acuan dalam pengembangan kurikulum, arah penelitian, serta penguatan kompetensi lulusan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan kebutuhan industri. Gambaran tersebut disajikan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. BoK Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila

Penyusunan bahan kajian pada Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila mengacu pada **Body of Knowledge (BoK)** yang telah ditetapkan sebagai representasi ruang lingkup keilmuan program studi. BoK menjadi acuan dalam mengidentifikasi bidang-bidang pengetahuan yang esensial untuk mendukung **Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)** secara komprehensif. Melalui keterkaitan tersebut, setiap bahan kajian tidak hanya merepresentasikan



penguasaan disiplin ilmu teknik mesin yang mendalam, tetapi juga mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis, penelitian orisinal, dan inovasi teknologi yang menjadi karakteristik pendidikan doctoral. Oleh karena itu, pemetaan bahan kajian berdasarkan CPL yang mengacu pada BoK Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila disajikan pada Tabel 5.1 sebagai dasar penyusunan kurikulum dan pelaksanaan proses akademik.

Tabel 5.1. Bahan kajian berdasarkan CPL Prodi

CPL Prodi		Bahan Kajian
1	CPL01	BK01
2	CPL02	BK01, BK02, BK03
3	CPL03	BK01, BK04
4	CPL04	BK02, BK03, BK04

5.2 Deskripsi Bahan Kajian

Tabel Bahan Kajian berdasarkan CPL Program Studi Doktor Teknik Mesin memberikan gambaran mengenai hubungan antara bahan kajian dan capaian pembelajaran yang harus dicapai oleh lulusan. Sebagai penjabaran lebih lanjut dari pemetaan tersebut, setiap bahan kajian dijelaskan melalui deskripsi bahan kajian. Penyusunan deskripsi bahan kajian ini bertujuan untuk memastikan keselarasan antara Body of Knowledge (BoK), bahan kajian, dan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) sebagai dasar dalam pengembangan kurikulum berbasis luaran. Deskripsi lengkap setiap bahan kajian disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Bahan Kajian (BK)

Kode	Bahan Kajian (BK)	Deskripsi Bahan Kajian
BK01	Metodologi Penelitian dan Pemodelan Komputasi Teknik	Mempelajari metode penelitian lanjut, analisis statistik eksperimen, serta pemodelan dan simulasi komputasi untuk pengembangan teknologi teknik.
BK02	Rekayasa dan Sistem Energi Lanjut	Mengkaji pengembangan teknologi energi modern, rekayasa termal-fluida, sistem energi terintegrasi, serta teknologi penyimpanan dan pemanfaatan energi secara efisien.
BK03	Rekayasa Manufaktur dan Material Lanjut	Mengkaji pengembangan material maju, teknologi mikro–nano, rekayasa material komposit, karakterisasi material, serta integrasinya dalam proses manufaktur modern.



Kode	Bahan Kajian (BK)	Deskripsi Bahan Kajian
BK04	Penelitian Disertasi dan Publikasi Ilmiah	Menyusun disertasi, mengevaluasi hasil penelitian, serta mempublikasi karya ilmiah internasional

6 Pembentukan Mata Kuliah dan Penentuan bobot sks

Pembentukan mata kuliah Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila merupakan tahapan lanjutan dari proses pengembangan kurikulum yang didasarkan pada bahan kajian yang telah dipetakan terhadap Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL). Bahan kajian yang memiliki keterkaitan keilmuan diintegrasikan ke dalam mata kuliah yang dirancang secara sistematis untuk mendukung pencapaian kompetensi lulusan sesuai dengan Body of Knowledge (BoK) Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Selanjutnya, penentuan bobot SKS dilakukan berdasarkan tingkat keluasan dan kedalaman kajian, capaian pembelajaran yang dituju, serta proporsi aktivitas pembelajaran dan penelitian yang diperlukan pada jenjang doktoral. Pembentukan mata kuliah dan penentuan bobot SKS tersebut disajikan pada Tabel 6.1 sebagai dasar struktur kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila.

Tabel 6.1. Matrik CPL dan Mata kuliah Baru)**

No	MK	CPL-01	CPL-02	CPL-03	CPL-04
Bahan Kajian : Metodologi Penelitian dan Pemodelan Komputasi Teknik					
1	Metode Penelitian Lanjut	v	v		
2	CFD/CMD Application for Green Technology		v		
3	Statistik Eksperimen	v	v		
Bahan Kajian : Rekayasa dan Sistem Energi Lanjut					
4	Energi Hidrogen		v		
5	Energi Biomassa		v		
6	Energi Surya		v		
7	Energy Storage (Penyimpanan Energi)		v		
8	Thermal Energy Storage		v		
9	Smart Energy System		v		
10	Rekayasa Termal Fluida Lanjut		v		
11	Manajemen dan Konservasi Energi		v		
Bahan Kajian : Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut					
12	Advanced Material		v		
13	Lightweight Material		v		
14	Bio & Green Material		v		



No	MK	CPL-01	CPL-02	CPL-03	CPL-04
15	Pengujian & Karakteristik Material Lanjut		v		
16	Micro & Nano Technology		v		
17	Rekayasa Material Komposit		v		
18	Teknologi Perlakuan Permukaan dan Tribologi		v		
19	Advanced Manufacturing		v		
Bahan Kajian : Penelitian Disertasi dan Publikasi Ilmiah					
20	Ujian Proposal Penelitian			v	v
21	Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks)	v			v
22	Ujian Hasil Penelitian			v	v
23	Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi)	v			v
24	Ujian Tertutup			v	v
25	Ujian Terbuka			v	v

**) Gunakan MS Excel jika diperlukan

Setelah mata kuliah dibentuk berdasarkan bahan kajian, langkah selanjutnya adalah memetakan hubungan antara Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), dan mata kuliah (MK). Pemetaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap mata kuliah memiliki kontribusi yang jelas terhadap pencapaian CPL melalui rumusan CPMK yang spesifik, terukur, dan selaras dengan kompetensi lulusan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila yang diharapkan. Dengan demikian, struktur kurikulum yang telah disusun tidak hanya memenuhi aspek pengorganisasian bahan kajian, tetapi juga menjamin keterlacakan (*constructive alignment*) antara CPL, CPMK, dan mata kuliah dalam mendukung proses pembelajaran dan penelitian pada Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Pemetaan hubungan CPL–CPMK–MK disajikan pada Tabel 6.2.



Tabel 6.2. CPL-CPMK-MK

No	CPL	Kode CPMK	CPMK	MK
CPL01	Membentuk insan yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia dan berkarakter sesuai dengan nilai-nilai Pancasila, serta menjunjung tinggi norma, etika akademik, dan etika profesi.	CPMK0101	Mampu menunjukkan nilai-nilai luhur pancasila	- Metode Penelitian Lanjut - Statistik Eksperimen
CPL02	Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah dan analisis kritis untuk mendukung riset.	- CFD/CMD Application for Green Technology - Statistik Eksperimen - Metode Penelitian Lanjut - Kekhususan I - Kekhususan II
		CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	- CFD/CMD Application for Green Technology - Statistik Eksperimen - Metode Penelitian Lanjut - Kekhususan I - Kekhususan II



No	CPL	Kode CMPK	CMPK	MK
CPL03	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	CPMK0301	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	- Ujian Proposal - Ujian Hasil Penelitian - Ujian Tertutup - Ujian Terbuka
		CPMK0302	Mampu memecahkan permasalahan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	- Ujian Proposal - Ujian Hasil Penelitian - Ujian Tertutup - Ujian Terbuka
CPL04	Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset dan pengembangan yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mengkomunikasikannya dalam menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	CPMK0401	Mahasiswa mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset inovatif di bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material secara mandiri dan kolaboratif yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia	- Ujian Proposal - Ujian Hasil Penelitian - Ujian Tertutup - Ujian Terbuka



No	CPL	Kode CPMK	CPMK	MK
		CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	- Ujian Proposal - Ujian Hasil Penelitian - Publikasi I - Publikasi II - Ujian Tertutup - Ujian Terbuka

Setelah keterkaitan antara Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), dan mata kuliah ditetapkan, tahap berikutnya adalah menjabarkan setiap CPMK ke dalam Sub-CPMK yang lebih spesifik dan operasional. Sub-CPMK berfungsi sebagai indikator capaian pembelajaran yang menggambarkan kemampuan yang harus dicapai mahasiswa melalui setiap tahapan pembelajaran dalam suatu mata kuliah. Pemetaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap aktivitas pembelajaran dan asesmen memiliki keterkaitan yang jelas dengan CPMK, sehingga secara kumulatif mendukung pencapaian CPL Program Studi Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Dengan demikian, terdapat kesinambungan yang sistematis mulai dari CPL, CPMK, hingga Sub-CPMK sebagai dasar penyelenggaraan pembelajaran pada Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Pemetaan hubungan antara mata kuliah, CPMK, dan Sub-CPMK disajikan pada Tabel 6.3.



Tabel 6.3. Pemetaan MK – CPMK – Sub CPMK

No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
Semester 1						
1	Metode Penelitian Lanjut	CPL01	CPMK0101	Mampu menunjukan nilai-nilai luhur pancasila	Sub-CPMK010101	Mahasiswa mampu menerapkan etika akademik, integritas ilmiah, dan kejujuran dalam proses penelitian dan publikasi ilmiah.
					Sub-CPMK010102	Mahasiswa mampu mengintegrasikan nilai kemanusiaan, keadilan, dan keberlanjutan dalam perumusan masalah penelitian.
		CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah dan analisis kritis untuk mendukung riset.	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu mengidentifikasi, menelusuri, dan mengelola literatur ilmiah bereputasi untuk menemukan isu mutakhir serta research gap dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu menganalisis hasil penelitian terdahulu secara kritis untuk merumuskan kerangka konseptual, hipotesis atau pertanyaan penelitian,



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
						serta menentukan metodologi penelitian yang sesuai dalam riset bidang Teknik Mesin.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan penelitian berbasis rekayasa melalui pendekatan eksperimen, simulasi, pemodelan analitis, numerik, atau eksperimental untuk menghasilkan inovasi teknologi pada bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu mengevaluasi, menginterpretasikan, dan mengkomunikasikan hasil penelitian secara ilmiah untuk menghasilkan solusi rekayasa yang aplikatif serta menyusun proposal yang berorientasi pada kebutuhan industri maupun masyarakat.
2	CFD/CMD Application for	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan penerapan CFD/CMD dalam teknologi hijau melalui kajian



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
	Green Technology			bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah dan analisis kritis untuk mendukung riset.		literatur ilmiah bereputasi pada bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengidentifikasi research gap serta merumuskan permasalahan penelitian berbasis CFD/CMD untuk mendukung pengembangan riset doctoral.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu mengevaluasi metode numerik, model simulasi, dan pendekatan komputasional CFD/CMD secara kritis untuk menentukan metodologi penelitian yang sesuai dengan permasalahan rekayasa.
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan model simulasi CFD/CMD untuk menganalisis fenomena rekayasa pada sistem energi atau proses manufaktur ramah lingkungan.



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu memvalidasi dan menginterpretasikan hasil simulasi CFD/CMD untuk menghasilkan solusi rekayasa yang efisien, inovatif, dan berkelanjutan.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil pengembangan teknologi berbasis CFD/CMD dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
3	Kekhususan 1 (Peninatan Energi)					
	Energi Hidrogen	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi energi hidrogen melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada bidang produksi, penyimpanan, distribusi, dan pemanfaatan hidrogen.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik sistem energi hidrogen, termasuk aspek efisiensi, keselamatan, keberlanjutan, dan



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
						tantangan implementasinya dalam sistem energi modern.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset energi hidrogen secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi energi bersih.
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem atau teknologi berbasis energi hidrogen untuk mendukung aplikasi energi yang efisien dan ramah lingkungan.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi kinerja teknologi energi hidrogen melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi energi



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
						hidrogen dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
	Energi Biomassa	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi energi biomassa melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada proses konversi termal, biologis, maupun kimiawi biomassa.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik biomassa, efisiensi sistem konversi energi, serta aspek keberlanjutan dan dampak lingkungan dalam pemanfaatan energi biomassa.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset energi biomassa secara sistematis untuk mendukung pengembangan energi terbarukan.



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem teknologi energi biomassa berbasis proses termokimia, biokimia, atau hibrida untuk aplikasi energi berkelanjutan.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi kinerja teknologi energi biomassa melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi energi biomassa dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
	Energi Surya	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi energi surya melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada sistem fotovoltaik,



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.		solar thermal, maupun teknologi hibrida energi surya.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis performa, efisiensi, dan tantangan implementasi teknologi energi surya berdasarkan aspek teknis, ekonomi, dan keberlanjutan.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset energi surya secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi energi terbarukan.
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem teknologi energi surya untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem energi berkelanjutan.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi kinerja sistem energi



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				rekayasa yang inovatif dan aplikatif.		surya melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi energi surya dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
	Energi Storage	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi energy storage melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada sistem penyimpanan energi elektrokimia, termal, mekanik, maupun hibrida.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik, performa, efisiensi, dan keberlanjutan teknologi energy storage berdasarkan aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
						kerangka konseptual riset energy storage secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem energi berkelanjutan.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem energy storage untuk mendukung integrasi energi terbarukan dan peningkatan efisiensi sistem energi.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi kinerja teknologi energy storage melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi energy storage dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
4	Kekhususan 1 (Peninatan Material & manufacturing)					
	Advance Material	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan material maju (advanced materials) melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi Rekayasa Energi maupun Rekayasa Manufaktur & Material.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik, sifat mekanik, termal, dan fungsional material maju berdasarkan pendekatan ilmiah dan kebutuhan aplikasi rekayasa.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset material maju secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi modern dan berkelanjutan.
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan material maju untuk meningkatkan performa, efisiensi, dan



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.		keandalan sistem rekayasa energi atau manufaktur.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta kinerja material maju melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan material maju dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
	Lightweight Material	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan lightweight material melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi rekayasa energi, transportasi, dan manufaktur modern.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik mekanik,



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				penelitian secara sistematis.		termal, dan struktural lightweight material serta pengaruhnya terhadap efisiensi dan performa sistem rekayasa.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset lightweight material secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi berkelanjutan.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan lightweight material untuk meningkatkan efisiensi energi, kekuatan struktur, dan performa sistem rekayasa.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta kinerja lightweight material melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
	Bio & Green Material	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan lightweight material dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
					Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan biomaterial dan green material melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi rekayasa energi dan manufaktur berkelanjutan.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik, sifat mekanik, biodegradabilitas, dan dampak lingkungan bio & green material berdasarkan kebutuhan aplikasi rekayasa modern.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset bio & green material secara sistematis untuk



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
						mendukung pengembangan teknologi ramah lingkungan.
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan bio & green material untuk meningkatkan keberlanjutan, efisiensi sumber daya, dan performa sistem rekayasa.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta kinerja bio & green material melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan bio & green material dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
	Pengujian & Karakteristik Material	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan metode pengujian dan karakterisasi material melalui kajian



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.		literatur ilmiah bereputasi pada bidang Rekayasa Material dan Manufaktur.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis teknik pengujian mekanik, termal, mikrostruktur, dan kimia material untuk menentukan metode karakterisasi yang sesuai dengan kebutuhan penelitian.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset pengujian serta karakterisasi material secara sistematis untuk mendukung pengembangan material maju.
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan metode pengujian serta karakterisasi material untuk mengevaluasi performa dan keandalan material pada aplikasi rekayasa.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi data hasil pengujian



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				rekayasa yang inovatif dan aplikatif.		material melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian pengujian dan karakterisasi material dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
Semester 2						
1	Statistik Ekperimen	CPL01	CPMK0101	Mampu menunjukan nilai-nilai luhur pancasila	Sub-CPMK010101	Mahasiswa mampu menerapkan etika akademik, integritas ilmiah, dan kejujuran dalam pengolahan, analisis, serta pelaporan data eksperimen material.
					Sub-CPMK010102	Mahasiswa mampu menunjukkan sikap tanggung jawab, objektivitas, dan kolaborasi ilmiah dalam pelaksanaan penelitian statistik eksperimen material untuk kepentingan



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
						masyarakat dan pengembangan ilmu pengetahuan.
		CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah dan analisis kritis untuk mendukung riset.	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis menggunakan metode statistik eksperimen material melalui kajian literatur ilmiah bereputasi untuk mengidentifikasi pendekatan analisis data yang relevan dalam penelitian material.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi dan merumuskan desain eksperimen serta metode analisis statistik secara kritis untuk mendukung validitas dan reliabilitas penelitian material.
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan menerapkan metode statistik eksperimen untuk menganalisis karakteristik dan performa material dalam pengembangan teknologi rekayasa.



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menginterpretasikan hasil analisis statistik eksperimen material untuk menghasilkan rekomendasi solusi rekayasa yang inovatif, aplikatif, dan berbasis data ilmiah.
2	Ujian Proposal Penelitian	CPL03	CPMK0301	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Sub-CPMK030101	Mampu mengidentifikasi, menganalisis, dan merumuskan permasalahan ilmu pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material sebagai dasar penyusunan proposal penelitian.
					Sub-CPMK030102	Mampu merancang pendekatan penelitian inter, multi, dan transdisipliner untuk memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan yang diusulkan dalam proposal penelitian.
		CPL03	CPMK0302	Mampu memecahkan permasalahan teknologi dalam bidang Rekayasa	Sub-CPMK030201	Mampu mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.		Rekayasa Manufaktur & Material sebagai fokus proposal penelitian.
					Sub-CPMK030202	Mampu menyusun rancangan penelitian dengan pendekatan inter, multi, dan transdisipliner untuk pemecahan permasalahan teknologi yang diusulkan.
		CPL04	CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	Sub-CPMK040201	Mahasiswa mampu merancang dan menggunakan media visual akademik (slide presentasi, diagram konseptual, model penelitian, atau visualisasi data) secara efektif untuk memperjelas kerangka teori, metodologi, dan alur penelitian.
					Sub-CPMK040202	Mahasiswa mampu merespons pertanyaan, kritik, dan masukan akademik secara argumentatif, reflektif, dan berbasis evidensi ilmiah dalam forum ujian proposal atau diskusi ilmiah profesional.
3	Kekhususan 2 (Peminatan Energi)					



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
	Thermal Energy Storage	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi thermal energy storage melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada sistem penyimpanan energi sensibel, laten, dan termokimia.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik material dan performa sistem thermal energy storage berdasarkan aspek efisiensi termal, keandalan, dan keberlanjutan.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset thermal energy storage secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem energi berkelanjutan.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi	Sub-CPMK020201	2.1 Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem thermal energy storage untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas sistem energi terbarukan maupun proses industri.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi kinerja thermal energy storage melalui pendekatan



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
	Smart Energy System	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.		eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi thermal energy storage dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
					Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan smart energy system melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada integrasi energi terbarukan, digitalisasi sistem energi, dan teknologi cerdas.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis metode monitoring, kontrol, optimasi, dan manajemen energi pada smart energy system berdasarkan aspek efisiensi, keandalan, dan keberlanjutan.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset smart energy system secara sistematis untuk



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.		mendukung pengembangan sistem energi modern dan berkelanjutan.
					Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan smart energy system berbasis integrasi energi terbarukan, sensor, otomasi, dan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi sistem energi.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi performa smart energy system melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan smart energy system dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
	Rekayasa Thermal Fluida Lanjut	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan rekayasa thermal fluida lanjut melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada fenomena perpindahan panas, aliran fluida, dan sistem termal modern.



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis model teoritis, numerik, dan eksperimental dalam rekayasa thermal fluida untuk mengidentifikasi research gap dan peluang inovasi teknologi.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset thermal fluida secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem energi dan proses industri berkelanjutan.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem rekayasa thermal fluida untuk meningkatkan efisiensi perpindahan panas, performa aliran fluida, dan efektivitas sistem energi.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi performa sistem thermal fluida melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
	Manajemen dan Konversi Energi	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.		dan pengembangan rekayasa thermal fluida dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
					Sub-CPMK020101	1.1 Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi manajemen dan konversi energi melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada sistem energi konvensional, terbarukan, dan hibrida.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis efisiensi, performa, dan keberlanjutan sistem konversi energi berdasarkan aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset manajemen dan konversi energi secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem energi berkelanjutan.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem manajemen dan konversi energi untuk



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.		meningkatkan efisiensi, keandalan, dan pemanfaatan energi berkelanjutan.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi performa sistem konversi energi melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi manajemen dan konversi energi dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
4	Kekhususan 1 (Peninatan Material & manufacturing)					
	Micro & Nano Technology	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan micro & nano technology melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi rekayasa energi, manufaktur, dan material maju.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik, fenomena, dan metode fabrikasi pada skala mikro



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				penelitian secara sistematis.		dan nano untuk mengidentifikasi peluang inovasi teknologi.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset micro & nano technology secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi modern dan berkelanjutan.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan teknologi berbasis mikro dan nano untuk meningkatkan performa, efisiensi, dan fungsionalitas sistem rekayasa energi maupun manufaktur.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta kinerja sistem atau material berbasis micro & nano technology melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan micro & nano technology dalam bentuk laporan



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
	Rekayasa Material Komposit	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.		akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
					Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan rekayasa material komposit melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi energi, transportasi, dan manufaktur maju.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik mekanik, termal, dan mikrostruktur material komposit serta metode fabrikasinya untuk mengidentifikasi peluang pengembangan teknologi.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset material komposit secara sistematis untuk mendukung inovasi material berperforma tinggi dan berkelanjutan.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur &	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan material komposit untuk meningkatkan kekuatan, efisiensi, dan keandalan sistem rekayasa energi maupun manufaktur.



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta performa material komposit melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan rekayasa material komposit dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
	Teknologi Perlakuan permukaan dan Tribologi	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi perlakuan permukaan dan tribologi melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi rekayasa energi dan manufaktur.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis mekanisme gesekan, keausan, pelumasan, dan karakteristik permukaan material untuk mengidentifikasi peluang inovasi teknologi.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
						kerangka konseptual riset teknologi perlakuan permukaan dan tribologi secara sistematis untuk mendukung peningkatan performa dan umur pakai komponen rekayasa.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan teknologi perlakuan permukaan dan sistem tribologi untuk meningkatkan ketahanan aus, efisiensi, dan keandalan komponen teknik.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik tribologi serta performa permukaan material melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi perlakuan permukaan dan tribologi dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
	Advance Manufacturing	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam	Sub-CPMK020101	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan advanced manufacturing melalui kajian literatur



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.		ilmiah bereputasi pada teknologi manufaktur modern, digital manufacturing, dan smart manufacturing.
					Sub-CPMK020102	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis metode, proses, dan sistem advanced manufacturing untuk mengidentifikasi research gap serta peluang inovasi teknologi manufaktur.
					Sub-CPMK020103	Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset advanced manufacturing secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem manufaktur berkelanjutan dan berdaya saing tinggi.
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi	Sub-CPMK020201	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan teknologi advanced manufacturing untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, fleksibilitas, dan produktivitas proses manufaktur.
					Sub-CPMK020202	Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi performa sistem advanced manufacturing melalui



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				rekayasa yang inovatif dan aplikatif.		pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.
					Sub-CPMK020203	Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan advanced manufacturing dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.
Semester 3						
1	Publikasi I	CPL04	CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	Sub-CPMK030201	Mampu menyusun artikel ilmiah yang kreatif, dan original secara sistematis sesuai standar jurnal internasional terindeks.
					Sub-CPMK030202	Mampu mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji pada publikasi jurnal internasional terindeks
Semester 4						
1	Ujian Hasil Penelitian	CPL03	CPMK0301	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi	Sub-CPMK030101	Mampu menganalisis dan mengevaluasi hasil penelitian dalam memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan pada bidang Rekayasa



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.		Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.
					Sub-CPMK030102	Mampu mempertahankan hasil penelitian melalui argumentasi ilmiah dengan pendekatan inter, multi, dan transdisipliner dalam ujian hasil penelitian.
		CPL03	CPMK0302	Mampu memecahkan permasalahan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Sub-CPMK030201	Mampu menganalisis dan mengevaluasi hasil penelitian dalam memecahkan permasalahan teknologi pada bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.
					Sub-CPMK030202	Mampu mempertahankan solusi teknologi yang dihasilkan melalui argumentasi ilmiah dengan pendekatan inter, multi, dan transdisipliner dalam ujian hasil penelitian.
		CPL04	CPMK0401	Mahasiswa mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset inovatif di bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur &	Sub-CPMK040101	Mampu menunjukkan pengelolaan dan pelaksanaan riset inovatif secara mandiri maupun kolaboratif dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui hasil penelitian yang teruji.



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
		CPL04	CPMK0402	Material secara mandiri dan kolaboratif yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia	Sub-CPMK040102	Mampu mempertahankan dan mengevaluasi kontribusi hasil riset inovatif yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan kemaslahatan umat manusia.
				Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	Sub-CPMK040201	Mampu mengomunikasikan hasil penelitian secara efektif melalui presentasi lisan, tulisan ilmiah, dan media visual dalam ujian hasil penelitian.
					Sub-CPMK040202	Mampu mempertahankan dan mempresentasikan karya penelitian yang kreatif, original, dan teruji untuk mendukung publikasi serta pengakuan nasional dan internasional.
Semester 5						
1	Publikasi II	CPL03	CPMK0302	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat	Sub-CPMK030201	Mampu menyusun artikel ilmiah yang kreatif, dan original secara sistematis sesuai standar jurnal internasional bereputasi
					Sub-CPMK030202	Mampu mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji pada publikasi jurnal internasional bereputasi



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				pengakuan nasional dan internasional.		
Semester 6						
1	Ujian Tertutup	CPL03	CPMK0301	Mampu menganalisis dan mengevaluasi permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material berkelanjutan melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Sub-CPMK030101	Mahasiswa mampu menganalisis secara mendalam permasalahan riset pada bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material berdasarkan pendekatan ilmiah yang inter, multi, dan transdisipliner.
					Sub-CPMK030102	Mahasiswa mampu mengevaluasi kontribusi kebaruan, metodologi, dan keberlanjutan hasil penelitian doktoral dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi teknik mesin.
			CPMK0302	Mampu menganalisis dan mengevaluasi permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material berkelanjutan melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Sub-CPMK030201	Mahasiswa mampu menunjukkan kemampuan mengelola dan mempertahankan pelaksanaan riset doktoral secara mandiri, sistematis, dan bertanggung jawab.
					Sub-CPMK030202	Mahasiswa mampu menunjukkan kemampuan kepemimpinan akademik dan kolaborasi ilmiah dalam pengembangan riset inovatif yang



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
						relevan dengan kebutuhan masyarakat dan industri.
		CPL04	CPMK0401	Mahasiswa mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset inovatif di bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material secara mandiri dan kolaboratif yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia	Sub-CPMK040101	Mahasiswa mampu mengintegrasikan hasil penelitian doktoral ke dalam pengembangan teknologi inovatif yang aplikatif dan berorientasi pada penyelesaian permasalahan nyata.
					Sub-CPMK040102	Mahasiswa mampu mempertahankan argumentasi ilmiah dan pengambilan keputusan akademik secara logis, kritis, dan berbasis evidence dalam forum ujian tertutup.
			CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	Sub-CPMK040201	Mahasiswa mampu menyajikan hasil penelitian doktoral secara efektif dan sistematis melalui komunikasi lisan, tulisan ilmiah, dan media visual akademik.
					Sub-CPMK040202	Mahasiswa mampu mempertahankan dan mendiskusikan karya ilmiah secara argumentatif, komunikatif, dan profesional pada forum akademik tingkat nasional maupun internasional.



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
2	Ujian Terbuka	CPL03	CPMK0301	Mampu menganalisis dan mengevaluasi permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material berkelanjutan melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Sub-CPMK030101	Mahasiswa mampu menganalisis dan mempertahankan kontribusi ilmiah disertasi dalam penyelesaian permasalahan Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material secara inter, multi, dan transdisipliner.
					Sub-CPMK030102	Mahasiswa mampu mengevaluasi relevansi, kebaruan, dan keberlanjutan hasil penelitian doktoral terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi teknik mesin.
			CPMK0302	Mampu memecahkan permasalahan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Sub-CPMK030201	Mahasiswa mampu menunjukkan kemampuan mengelola dan mengembangkan riset doktoral secara mandiri, sistematis, dan inovatif hingga tahap diseminasi ilmiah.
					Sub-CPMK030202	Mahasiswa mampu menunjukkan kemampuan kepemimpinan akademik dan kolaborasi ilmiah dalam pengembangan solusi rekayasa yang bermanfaat bagi masyarakat dan industri.
		CPL04	CPMK0401	Mahasiswa mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan	Sub-CPMK040101	Mahasiswa mampu mengintegrasikan hasil penelitian doktoral menjadi solusi teknologi yang inovatif, aplikatif, dan



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	No. Sub-CPMK	Uraian Sub-CPMK
				riset inovatif di bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material secara mandiri dan kolaboratif yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia		berorientasi pada kebutuhan masa depan.
					Sub-CPMK040102	Mahasiswa mampu mempertahankan argumentasi ilmiah, metodologi penelitian, dan validitas hasil riset secara logis, kritis, dan berbasis evidence dalam forum akademik terbuka.
		CPL04	CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	Sub-CPMK040201	Mahasiswa mampu menyajikan dan mempublikasikan hasil penelitian doktoral secara efektif melalui komunikasi lisan, tulisan ilmiah, dan media visual akademik.
					Sub-CPMK040202	Mahasiswa mampu mendiskusikan dan mempertahankan karya ilmiah secara profesional, komunikatif, dan argumentatif pada forum akademik nasional maupun internasional.

Setelah dilakukan pemetaan antara mata kuliah, Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), dan Sub-CPMK, tahap selanjutnya adalah mengintegrasikan capaian pembelajaran tersebut dengan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), bahan kajian, dan materi pembelajaran yang menjadi substansi setiap mata kuliah. Integrasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap materi yang disampaikan memiliki kontribusi yang jelas terhadap pencapaian CPMK dan CPL, sekaligus merepresentasikan Body of Knowledge (BoK) Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Dengan demikian, terdapat keterkaitan yang sistematis antara



struktur kurikulum, capaian pembelajaran, bahan kajian, dan materi pembelajaran sebagai dasar pelaksanaan proses pendidikan doctoral yang berorientasi pada pengembangan ilmu pengetahuan, penelitian, dan inovasi. Hubungan tersebut disajikan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5. Daftar Mata Kuliah, CPL, Bahan Kajian dan Materi Pembelajaran

No.	Kode MK	Nama MK	Beberapa butir CPL yg dibebankan pd MK	Bahan Kajian: Materi Pembelajaran	Estimasi waktu (jam)		Bobot sks
					Teori	Praktek	
1	14511201	Metode Penelitian Lanjut	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner. Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mampu mendapat pengakuan internasional.	Bahan Kajian: Metodologi Penelitian dan Pemodelan Komputasi Teknik Metode Penelitian Lanjut, CFD/CMD Application for Green Technology, Statistik Eksperimen Materi Pembelajaran: teori dasar metode penelitian; mencari state of the art/ kajian literatur penelitian dan novelty/kebaruan; menentukan hipotesis, variabel penelitian dan penentuan tahapan penelitian; design of experiments/perencanaan eksperimen; survey research	45	0	3 sks



				methods/metode survei penelitian; optimization technique/teknik optimasi; dan teknik penulisan laporan ilmiah, artikel ilmiah, dan paten; serta teknik presentasi			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
2	-	Kekhususan I (Peminatan Konversi Energi)	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Advance Material, Lightweight Material, Bio dan green Material, Pengujian dan Karakterisasi Material Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah ini juga mengeksplorasi	45	0	3 sks



				green material dan konsep circular economy, termasuk evaluasi keberlanjutan melalui life cycle assessment (LCA).			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
3		Advance Material	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Advance Material, Lightweight Material, Bio dan green Material, Pengujian dan Karakterisasi Material Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah ini juga mengeksplorasi green material dan konsep circular economy, termasuk	45	0	3 sks



				evaluasi keberlanjutan melalui life cycle assessment (LCA).			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
4		Lightweight Material	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Advance Material, Lightweight Material, Bio dan green Material, Pengujian dan Karakterisasi Material Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah	45	0	3 sks



				ini juga mengeksplorasi green material dan konsep circular economy, termasuk evaluasi keberlanjutan melalui life cycle assessment (LCA).			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
5		Bio dan green Material	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Advance Material, Lightweight Material, Bio dan green Material, Pengujian dan Karakterisasi Material Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah ini juga mengeksplorasi green material dan konsep	45	0	3 sks



				circular economy, termasuk evaluasi keberlanjutan melalui life cycle assessment (LCA).			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
6		Pengujian dan Karakterisasi Material	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Advance Material, Lightweight Material, Bio dan green Material, Pengujian dan Karakterisasi Material Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah ini juga mengeksplorasi green material dan konsep circular economy, termasuk evaluasi keberlanjutan	45	0	3 sks



				melalui life cycle assessment (LCA).			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
7		Kekhususan I (Peminatan Material & Manufacturing)	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Micro & Nano Technology Rekayasa Material Komposit Teknologi Perlakuan permukaan dan tribologi Advance Manufacturing Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah ini juga mengeksplorasi green material dan konsep circular economy, termasuk evaluasi keberlanjutan melalui life cycle assessment (LCA).	45	0	3 sks



Estimasi waktu (jam)				45	0	135
Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)						
8	Micro & Nano Technology	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Micro & Nano Technology Rekayasa Material Komposit Teknologi Perlakuan permukaan dan tribologi Advance Manufacturing Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah ini juga mengeksplorasi green material dan konsep circular economy, termasuk evaluasi keberlanjutan melalui life cycle assessment (LCA).	45	0	3 sks
Estimasi waktu (jam)				45	0	135
Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK						



(Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)							
9		Rekayasa Material Komposit	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Micro & Nano Technology Rekayasa Material Komposit Teknologi Perlakuan permukaan dan tribologi Advance Manufacturing Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah ini juga mengeksplorasi green material dan konsep circular economy, termasuk evaluasi keberlanjutan melalui life cycle assessment (LCA).	45	0	3 sks
Estimasi waktu (jam)					45	0	135
Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)							



10		Teknologi Perlakuan permukaan dan tribologi	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Micro & Nano Technology Rekayasa Material Komposit Teknologi Perlakuan permukaan dan tribologi Advance Manufacturing Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah ini juga mengeksplorasi green material dan konsep circular economy, termasuk evaluasi keberlanjutan melalui life cycle assessment (LCA).	45	0	3 sks
Estimasi waktu (jam)					45	0	135
Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)							
11		Advance Manufacturing	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada		45	0	3 sks



			pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.	Bahan Kajian: Rekayasa Manufaktur & Material Lanjut Micro & Nano Technology Rekayasa Material Komposit Teknologi Perlakuan permukaan dan tribologi Advance Manufacturing Materi Pembelajaran: Kajian mencakup bio-polimer, bio-keramik, bio-logam, dan bio-komposit alami, dengan penekanan pada keterkaitan struktur-proses-sifat serta penerapannya di bidang medis, energi, lingkungan, pangan, transportasi, dan manufaktur. Selain membahas karakterisasi sifat material, mata kuliah ini juga mengeksplorasi green material dan konsep circular economy, termasuk evaluasi keberlanjutan melalui life cycle assessment (LCA).			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
12	14511210		Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada		45	0	3 sks



		CFD/CMD Application for Green Technology	pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji. Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Bahan Kajian: Metodologi Penelitian dan Pemodelan Komputasi Teknik Metode Penelitian Lanjut, CFD/CMD Application for Green Technology, Statistik Eksperimen Materi Pembelajaran: 1. Pengantar tentang ANSYS Workbench software (Geometry, Mesh, Cell Zone, Kondisi Batas, dan Post Processing) 2. Core Foundations in Mechanical Dynamics (Advanced Mechanics of Solids, Rigid Body Dynamics, Flexible Multibody Dynamics (FMD)) 3. Numerical Methods and Computational Techniques (Finite Element Analysis (FEA), Finite Difference Methods, Boundary Element Methods (BEM), Multibody System Dynamics (MBD)) 4. Advanced Computational Methods (Computational Fluid-Structure Interaction (FSI), Meshless Methods)			
--	--	--	---	---	--	--	--



				5. Optimization Techniques in Mechanical Systems (Structural Optimization, Design Optimization and Multidisciplinary Design Optimization (MDO)) 6. Special Topics and Advanced Applications (Material Modeling for Dynamic Problems, Crash and Impact Simulation)			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
13	14521201	Statistik Eksperimen	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Bahan Kajian: Metodologi Penelitian dan Pemodelan Komputasi Teknik Metode Penelitian Lanjut, CFD/CMD Application for Green Technology, Statistik Eksperimen Materi Pembelajaran: 1. Subtractive Manufacturing Berpresisi Tinggi, yaitu : Ultra-precision machining, Micro-milling, micro-drilling, Electrical Discharge Machining (EDM), Wire EDM dan die-sinking EDM.	45	0	3 sks



				2. Additive Manufacturing (AM), proses manufaktur berbasis penambahan material lapis demi lapis untuk membentuk produk, di antaranya adalah 3D Printing (FDM, SLA, SLS, DMLS, EBM), Binder Jetting, Directed Energy Deposition 3. Advanced Forming and Shaping Processes meliputi Superplastic forming, Hydroforming, Incremental sheet forming, High-velocity forming (electromagnetic, explosive forming). 4. Advanced Welding and Joining Techniques, diantaranya Friction Stir Welding (FSW), Laser Beam Welding (LBW), Ultrasonic Welding, Electron Beam Welding 5. Surface Engineering and Coating, Physical Vapor Deposition (PVD), Chemical Vapor Deposition (CVD), Plasma Electrolytic Oxidation, Laser Surface Hardening. 6. Smart and Digital Manufacturing, Pemanfaatan			
--	--	--	--	--	--	--	--



				teknologi digital dalam proses produksi, meliputi Cyber-Physical Production Systems (CPPS), Internet of Things (IoT) dalam manufaktur, Digital Twin dan real-time process monitoring. 7. Green and Sustainable Manufacturing. Proses dengan konsumsi energi rendah, emisi minimal, dan zero-waste, yaitu Low-energy machining, Dry/near-dry machining, Circular manufacturing systems			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
14	-	Kekhususan II (Peminatan Energi)	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji. Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan	Bahan Kajian: Rekayasa dan Sistem Energi Lanjut Energi Hidrogen Energi Biomassa Energi Surya Energy Storage (Penyimpanan Energi) Thermal Energy Storage Smart Energy System Rekayasa Termal Fluida Lanjut Manajemen dan Konservasi Energi	45	0	3 sks



			dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Materi Pembelajaran: 1. Steam turbine performance 2. Risk/reward evaluation for types of gas turbine generating plants. 3. Gas turbine compressor fouling, upgrading, cleaning and gas turbine performance measurement. 4. Flow instrument, use, and placement nuclear steam power cycles. 5. Efficiency and air emissions on CHP plants. 6. Heat exchanger and drain line sizing.			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
15		Thermal Energy Storage	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji. Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan	Bahan Kajian: Rekayasa dan Sistem Energi Lanjut Energi Hidrogen Energi Biomassa Energi Surya Energy Storage (Penyimpanan Energi) Thermal Energy Storage Smart Energy System Rekayasa Termal Fluida Lanjut Manajemen dan Konservasi Energi	45	0	3 sks



			dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Materi Pembelajaran: 1. Steam turbine performance 2. Risk/reward evaluation for types of gas turbine generating plants. 3. Gas turbine compressor fouling, upgrading, cleaning and gas turbine performance measurement. 4. Flow instrument, use, and placement nuclear steam power cycles. 5. Efficiency and air emissions on CHP plants. 6. Heat exchanger and drain line sizing.			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
16		Smart Energy System	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji. Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan	Bahan Kajian: Rekayasa dan Sistem Energi Lanjut Energi Hidrogen Energi Biomassa Energi Surya Energy Storage (Penyimpanan Energi) Thermal Energy Storage Smart Energy System Rekayasa Termal Fluida Lanjut Manajemen dan Konservasi Energi	45	0	3 sks



			dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Materi Pembelajaran: 1. Steam turbine performance 2. Risk/reward evaluation for types of gas turbine generating plants. 3. Gas turbine compressor fouling, upgrading, cleaning and gas turbine performance measurement. 4. Flow instrument, use, and placement nuclear steam power cycles. 5. Efficiency and air emissions on CHP plants. 6. Heat exchanger and drain line sizing.			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
		Rekayasa Termal Fluida Lanjut	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji. Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan	Bahan Kajian: Rekayasa dan Sistem Energi Lanjut Energi Hidrogen Energi Biomassa Energi Surya Energy Storage (Penyimpanan Energi) Thermal Energy Storage Smart Energy System Rekayasa Termal Fluida Lanjut Manajemen dan Konservasi Energi	45	0	3 sks



			dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Materi Pembelajaran: 1. Steam turbine performance 2. Risk/reward evaluation for types of gas turbine generating plants. 3. Gas turbine compressor fouling, upgrading, cleaning and gas turbine performance measurement. 4. Flow instrument, use, and placement nuclear steam power cycles. 5. Efficiency and air emissions on CHP plants. 6. Heat exchanger and drain line sizing.			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
		Manajemen dan Konservasi Energi	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji. Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan	Bahan Kajian: Rekayasa dan Sistem Energi Lanjut Energi Hidrogen Energi Biomassa Energi Surya Energy Storage (Penyimpanan Energi) Thermal Energy Storage Smart Energy System Rekayasa Termal Fluida Lanjut Manajemen dan Konservasi Energi	45	0	3 sks



			dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Materi Pembelajaran: 1. Steam turbine performance 2. Risk/reward evaluation for types of gas turbine generating plants. 3. Gas turbine compressor fouling, upgrading, cleaning and gas turbine performance measurement. 4. Flow instrument, use, and placement nuclear steam power cycles. 5. Efficiency and air emissions on CHP plants. 6. Heat exchanger and drain line sizing.			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
		Kekhususan II (Material & Manufacturing)	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji. Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan	Bahan Kajian: Rekayasa dan Sistem Energi Lanjut Energi Hidrogen Energi Biomassa Energi Surya Energy Storage (Penyimpanan Energi) Thermal Energy Storage Smart Energy System Rekayasa Termal Fluida Lanjut Manajemen dan Konservasi Energi	45	0	3 sks



			dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Materi Pembelajaran: 1. Steam turbine performance 2. Risk/reward evaluation for types of gas turbine generating plants. 3. Gas turbine compressor fouling, upgrading, cleaning and gas turbine performance measurement. 4. Flow instrument, use, and placement nuclear steam power cycles. 5. Efficiency and air emissions on CHP plants. 6. Heat exchanger and drain line sizing.			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	135
				Bobot sks (total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
6	14522210	Ujian Proposal Penelitian	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji. Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan	Bahan Kajian: Penelitian Disertasi dan Publikasi Ilmiah Ujian Proposal Penelitian Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks) Ujian Hasil Penelitian Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi) Ujian Tertutup Ujian Terbuka	45	0	4 sks



			dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Materi Pembelajaran: 1. Latar belakang 2. State of the art 3. Kebaruan Penelitian 4. Tujuan Penelitian. 5. Manfaat Penelitian 6. Metode Penelitian 7. Analisis data dari studi awal atau eksperimen yang dilakukan			
			Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mampu mendapat pengakuan internasional.				
			Mampu menunjukkan kemampuan berkomunikasi secara lisan dan tulisan. (Keterampilan Umum)				
			Estimasi waktu (jam) 45 0 180				
Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)							
7	14532201	Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks)	Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mampu mendapat pengakuan internasional.	Bahan Kajian: Penelitian Disertasi dan Publikasi Ilmiah Ujian Proposal Penelitian Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks) Ujian Hasil Penelitian Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi) Ujian Tertutup Ujian Terbuka Materi Pembelajaran: 1. Pendahuluan artikel ilmiah 2. Metode artikel ilmiah	45	0	4 sks
			Mampu menunjukkan kemampuan berkomunikasi secara lisan dan tulisan. (Keterampilan Umum)				



				3. Hasil dan Pembahasan artikel ilmiah 4. Kesimpulan dan Daftar Pustaka artikel ilmiah 5. Judul dan Abstrak artikel ilmiah 6. Publikasi Internasional Berindeks			
				Estimasi waktu (jam)	45	0	180
				Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)			
8	14542201	Ujian Hasil Penelitian	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan. Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji. Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner. Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mampu	Bahan Kajian: Penelitian Disertasi dan Publikasi Ilmiah Ujian Proposal Penelitian Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks) Ujian Hasil Penelitian Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi) Ujian Tertutup Ujian Terbuka Materi Pembelajaran: 1. Hasil Penelitian 10% 2. Hasil Penelitian 20% 3. Hasil Penelitian 30% 4. Hasil Penelitian 40% 5. Hasil Penelitian 50%	45	0	4 sks



			mendapat pengakuan internasional.				
			Mampu menunjukkan kemampuan berkomunikasi secara lisan dan tulisan. (Keterampilan Umum)				
	Estimasi waktu (jam)				45	0	180
	Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)						
9	14552201	Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi)	Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mampu mendapat pengakuan internasional.	Bahan Kajian: Penelitian Disertasi dan Publikasi Ilmiah Ujian Proposal Penelitian Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks) Ujian Hasil Penelitian Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi) Ujian Tertutup Ujian Terbuka Materi Pembelajaran: 1. Pendahuluan artikel ilmiah 2. Metode artikel ilmiah 3. Hasil dan Pembahasan artikel ilmiah 4. Kesimpulan dan Daftar Pustaka artikel ilmiah 5. Judul dan Abstrak artikel ilmiah 6. Publikasi Internasinal Berindeks	45	0	5 sks
			Mampu menunjukkan kemampuan berkomunikasi secara lisan dan tulisan. (Keterampilan Umum)				
	Estimasi waktu (jam)				45	0	225



Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)							
10	14562201	Ujian Tertutup	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan.	Bahan Kajian: Penelitian Disertasi dan Publikasi Ilmiah Ujian Proposal Penelitian Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks) Ujian Hasil Penelitian Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi) Ujian Tertutup Ujian Terbuka Materi Pembelajaran: 1. Hasil Penelitian 60% 2. Hasil Penelitian 70% 3. Hasil Penelitian 80% 4. Hasil Penelitian 90%. 5. Hasil Penelitian 100%	45	0	5 sks
			Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.				
			Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.				
			Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mampu mendapat pengakuan internasional.				
			Mampu menunjukkan kemampuan berkomunikasi secara lisan dan tulisan. (Keterampilan Umum)				
Estimasi waktu (jam)					45	0	225
Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)							



11	14562202	Ujian Terbuka	Mampu menginternalisasi nilai-nilai luhur Pancasila pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta penelitian yang berwawasan pada lingkungan.	Bahan Kajian: Penelitian Disertasi dan Publikasi Ilmiah Ujian Proposal Penelitian Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks) Ujian Hasil Penelitian Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi) Ujian Tertutup Ujian Terbuka Materi Pembelajaran: 1. Disertasi Lengkap 2. Buku Orasi	45	0	4 sks
			Mampu mengembangkan pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui riset, hingga menghasilkan karya kreatif, original, dan teruji.				
			Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi di dalam bidang Rekayasa Energi dan Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.				
			Mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia, serta mampu mendapat pengakuan internasional.				
			Mampu menunjukkan kemampuan berkomunikasi secara lisan dan tulisan. (Keterampilan Umum)				
Estimasi waktu (jam)					45	0	180
Bobot sks ((total estimasi waktu) x 1 sks / (2,83 jam/mg x 16 mg) MK (Uraikan dalam RPS sehingga memenuhi 1 sks = 45 jam per semester)							
Total jumlah sks					42		



7 Struktur Matakuliah dlm Kurikulum Program Studi

7.1 Struktur Kurikulum

Sebagai implementasi dari keseluruhan proses perancangan kurikulum yang dimulai dari penyusunan **Body of Knowledge (BoK)**, penetapan **Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)**, penentuan bahan kajian, pembentukan mata kuliah, serta pemetaan CPL–CPMK–Sub-CPMK, disusun **Matriks Struktur Mata Kuliah dalam Kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila**. Matriks ini menggambarkan organisasi mata kuliah beserta distribusi beban **Satuan Kredit Semester (SKS)** pada setiap semester secara terstruktur dan berkesinambungan. Penyusunan struktur tersebut bertujuan untuk mendukung pencapaian kompetensi lulusan secara bertahap, terintegrasi, dan selaras dengan karakteristik pendidikan doktoral yang berorientasi pada penelitian, inovasi, dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik mesin. Matriks struktur mata kuliah dalam kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila disajikan pada Gambar 7.1.



	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA		FM.1-7.5.1-4.TM-33.v.2
	STRUKTUR KURIKULUM - PROGRAM STUDI DOKTOR TEKNIK MESIN		

KURIKULUM PEMINATAN ENERGY

No.	Semester 1	SKS	Semester 2	SKS
1	Metode Penelitian Lanjut	3	Statistik Eksperimen	3
2	Kekhususan I	3	Kekhususan II	3
3	CFD/CMD Application for Green Technology	3	Ujian Proposal Penelitian	4
	Jumlah	9	Jumlah	10

No.	Semester 3	SKS	Semester 4	SKS
1	Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks)	4	Ujian Hasil Penelitian	5
	Jumlah	4	Jumlah	5

No.	Semester 5	SKS	Semester 6	SKS
1	Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi)	5	Ujian Tertutup	5
			Ujian Terbuka	4
	Jumlah	5	Jumlah	9

KURIKULUM PEMINATAN MATERIAL & MANUFACTURING ENGINEERING

No.	Semester 1	SKS	Semester 2	SKS
1	Metode Penelitian Lanjut	3	Statistik Eksperimen	3
2	Kekhususan I	3	Kekhususan II	3
3	CFD/CMD Application for Green Technology	3	Ujian Proposal Penelitian	4
	Jumlah	9	Jumlah	10

No.	Semester 3	SKS	Semester 4	SKS
1	Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks)	4	Ujian Hasil Penelitian	5
	Jumlah	4	Jumlah	5

No.	Semester 5	SKS	Semester 6	SKS
1	Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi)	5	Ujian Tertutup	5
			Ujian Terbuka	4
	Jumlah	5	Jumlah	9

Total SKS Beban Studi = 42

Matakuliah Pilihan Kekhususan I

No.	Energy	SKS
1	Energi Hidrogen	3
2	Energi Biomassa	3
3	Energi Surya	3
4	Energy Storage (Penyimpanan Energi)	3

Matakuliah Pilihan Kekhususan II

No.	Energy	SKS
1	Thermal Energy Storage	3
2	Smart Energy System	3
3	Rekayasa Termal Fluida Lanjut	3
4	Manajemen dan Konservasi Energi	3

Matakuliah Pilihan Kekhususan I

No.	Material & Manufacturing Engineering	SKS
1	Advanced Material	3
2	Lightweight Material	3
3	Bio & Green Material	3
4	Pengujian & Karakteristik Material	3

Matakuliah Pilihan Kekhususan II

No.	Material & Manufacturing Engineering	SKS
1	Micro & Nano Technology	3
2	Rekayasa Material Komposit	3
3	Teknologi Perlakuan Permukaan dan Tribologi	3
4	Advanced Manufacturing	3

Activ

Total SKS Beban Studi = 42

Activa
Go to Se

Gambar 7.1. Matrik Struktur Matakuliah dlm Kurikulum Program Stud



7.2 Peta Kurikulum Berdasarkan CPL PRODI

Setelah struktur mata kuliah dalam kurikulum disusun, langkah selanjutnya adalah memvisualisasikan keterkaitan antara mata kuliah dengan **Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)** Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Peta kurikulum ini menggambarkan bagaimana setiap mata kuliah berkontribusi terhadap pencapaian CPL secara bertahap dan terintegrasi sepanjang masa studi. Melalui peta kurikulum tersebut, dapat terlihat kesinambungan antara penguasaan pengetahuan, kemampuan penelitian, pengembangan inovasi, serta kompetensi akademik yang menjadi karakteristik lulusan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Dengan demikian, peta kurikulum menjadi instrumen untuk memastikan bahwa seluruh komponen kurikulum telah dirancang secara selaras dan mendukung pencapaian profil lulusan yang diharapkan. Gambaran tersebut disajikan pada Gambar 7.2.



Semester sks	PROGRAM PEMBELAJARAN DALAM PRODI			
VI 9	14562201 Ujian Tertutup (4 sks)		14562202 Ujian Terbuka (4 sks)	
	CPL 3	CPL 4	CPL 3	CPL 4
V 5	14552201 Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi) (5 sks)			
	CPL 1	CPL 4		
IV 5	14542201 Ujian Hasil Penelitian (5 sks)			
	CPL 3	CPL 4		
III 5	14532201 Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi) (5 sks)			
	CPL 1	CPL 4		
II 10	14521201 Statistik Eksperimen (3 sks)		14522210 Ujian Proposal Penelitian (4 sks)	Matakuliah Kekhususan II, (3 sks)
	CPL 1	CPL 2	CPL 3	CPL 4
I 9	14511201 Metode Penelitian Lanjut (3 sks)		14511210 CFD/CMD Application for Green Technology (3 sks)	Matakuliah Kekhususan II, (3 sks)
	CPL 1	CPL 2	CPL 2	CPL 2

Gambar 7.2. Peta Kurikulum Berdasarkan CPL PRODI



8 Daftar sebaran mata kuliah tiap semester

Berdasarkan struktur kurikulum dan peta keterkaitan mata kuliah dengan **Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)**, selanjutnya disusun sebaran mata kuliah pada setiap semester sebagai pedoman pelaksanaan proses akademik. Sebaran mata kuliah ini dirancang dengan mempertimbangkan kesinambungan penguasaan kompetensi, urutan pengembangan bahan kajian, serta tahapan penelitian yang harus ditempuh oleh mahasiswa pada Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Pengaturan tersebut diharapkan dapat mendukung proses pembelajaran dan penelitian secara sistematis, sehingga mahasiswa mampu mencapai kompetensi lulusan sesuai dengan profil yang ditetapkan. Daftar sebaran mata kuliah pada setiap semester disajikan pada Tabel 8.1 - 8.6.

Tabel 8.1. Daftar Mata kuliah semester-I

No	Kode MK	Mata Kuliah (MK)	Bobot sks			
			Teori	Praktikum	Praktek Lapangan	Jumlah
1	14511201	Metode Penelitian Lanjut	3	-	-	3 sks
2	-	Kekhususan I	3	-	-	3 sks
3	14511210	CFD/CMD Application for Green Technology	3	-	-	3 sks
Jumlah Beban Studi Semester I						9 sks

Tabel 8.2. Daftar Mata kuliah semester-II

No	Kode MK	Mata Kuliah (MK)	Bobot sks			
			Teori	Praktikum	Praktek Lapangan	Jumlah
1	14521201	Statistik Eksperimen	3	-	-	3 sks
2	-	Kekhususan II	3	-	-	3 sks
3	14522210	Ujian Proposal Penelitian	4	-	-	4 sks
Jumlah Beban Studi Semester II						10 sks



Tabel 8.3. Daftar Mata kuliah semester-III

No	Kode MK	Mata Kuliah (MK)	Bobot sks			
			Teori	Praktikum	Praktek Lapangan	Jumlah
1	14532201	Publikasi I (Publikasi Internasional Berindeks)	4	-	-	4 sks
Jumlah Beban Studi Semester II						4 sks

Tabel 8.4. Daftar Mata kuliah semester IV

No	Kode MK	Mata Kuliah (MK)	Bobot sks			
			Teori	Praktikum	Praktek Lapangan	Jumlah
1	14542201	Ujian Hasil Penelitian	5	-	-	5 sks
Jumlah Beban Studi Semester II						5 sks

Tabel 8.5. Daftar Mata kuliah semester-V

No	Kode MK	Mata Kuliah (MK)	Bobot sks			
			Teori	Praktikum	Praktek Lapangan	Jumlah
1	14552201	Publikasi II (Jurnal Internasional Bereputasi)	5	-	-	5 sks
Jumlah Beban Studi Semester II						5 sks

Tabel 8.6. Daftar Mata kuliah semester-VI

No	Kode MK	Mata Kuliah (MK)	Bobot sks			
			Teori	Praktikum	Praktek Lapangan	Jumlah
1	14562201	Ujian Tertutup	5	-	-	5 sks
2	14562202	Ujian Terbuka	4	-	-	4 SKS
Jumlah Beban Studi Semester II						9 sks



9 PENENTUAN BOBOT CPL PADA MK

Untuk memastikan ketercapaian **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)**, diperlukan sistem penilaian yang selaras dengan karakteristik kompetensi yang ingin dicapai. Teknik penilaian dirancang untuk mengukur penguasaan pengetahuan, kemampuan berpikir kritis, keterampilan penelitian, serta kemampuan menghasilkan karya ilmiah dan inovasi sesuai dengan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan. Pemilihan teknik penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian antara metode asesmen, aktivitas pembelajaran, dan indikator pencapaian CPMK, sehingga proses evaluasi dapat memberikan gambaran yang objektif mengenai tingkat penguasaan kompetensi mahasiswa. Teknik penilaian untuk setiap CPMK disajikan pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1. Teknik Penilaian CPMK

No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
1	Metode Penelitian Lanjut	CPL01	CPMK0101	Mampu menunjukan nilai-nilai luhur pancasila	Mahasiswa mampu menerapkan etika akademik, integritas ilmiah, dan kejujuran dalam proses penelitian dan publikasi ilmiah.	10					
					Mahasiswa mampu mengintegrasikan		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					nilai kemanusiaan, keadilan, dan keberlanjutan dalam perumusan masalah penelitian.						
		CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah dan analisis kritis untuk mendukung riset.	Mahasiswa mampu mengidentifikasi, menelusuri, dan mengelola literatur ilmiah bereputasi untuk menemukan isu mutakhir serta research gap dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.			15			
					Mahasiswa mampu menganalisis hasil penelitian terdahulu secara kritis untuk merumuskan		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					kerangka konseptual, hipotesis atau pertanyaan penelitian, serta menentukan metodologi penelitian yang sesuai dalam riset bidang Teknik Mesin.						
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan penelitian berbasis rekayasa melalui pendekatan eksperimen, simulasi, pemodelan analitis, numerik, atau eksperimental untuk menghasilkan inovasi teknologi pada bidang		20				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.						
					Mahasiswa mampu mengevaluasi, menginterpretasikan, dan mengkomunikasikan hasil penelitian secara ilmiah untuk menghasilkan solusi rekayasa yang aplikatif serta menyusun proposal yang berorientasi pada kebutuhan industri maupun masyarakat.						30
2	CFD/CMD Application for	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan	10		10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
	Green Technology			pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah dan analisis kritis untuk mendukung riset.	penerapan CFD/CMD dalam teknologi hijau melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.						
					Mahasiswa mampu mengidentifikasi research gap serta merumuskan permasalahan penelitian berbasis CFD/CMD untuk mendukung pengembangan riset doctoral.			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					Mahasiswa mampu mengevaluasi metode numerik, model simulasi, dan pendekatan komputasional CFD/CMD secara kritis untuk menentukan metodologi penelitian yang sesuai dengan permasalahan rekayasa.		10				
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur &	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan model simulasi CFD/CMD untuk menganalisis fenomena rekayasa pada sistem energi		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	atau proses manufaktur ramah lingkungan.						
					Mahasiswa mampu memvalidasi dan menginterpretasikan hasil simulasi CFD/CMD untuk menghasilkan solusi rekayasa yang efisien, inovatif, dan berkelanjutan.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil pengembangan teknologi berbasis CFD/CMD dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
3	Kekhususan 1 (Peninatan Energi)										
	Energi Hidrogen	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi energi hidrogen melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada bidang produksi, penyimpanan, distribusi, dan pemanfaatan hidrogen.	10		10			
Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik sistem energi hidrogen, termasuk aspek efisiensi, keselamatan, keberlanjutan, dan tantangan							10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					implementasinya dalam sistem energi modern.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset energi hidrogen secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi energi bersih.		10				
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem atau teknologi berbasis energi hidrogen untuk mendukung aplikasi energi yang efisien		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	dan ramah lingkungan.						
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi kinerja teknologi energi hidrogen melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi energi hidrogen dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
	Energi Biomassa	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi energi biomassa melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada proses konversi termal, biologis, maupun kimiawi biomassa.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik biomassa, efisiensi sistem konversi energi, serta aspek keberlanjutan dan dampak lingkungan dalam pemanfaatan energi biomassa.			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset energi biomassa secara sistematis untuk mendukung pengembangan energi terbarukan.		10				
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem teknologi energi biomassa berbasis proses termokimia, biokimia, atau hibrida untuk aplikasi energi berkelanjutan.		15				
					Mahasiswa mampu menganalisis dan		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				yang inovatif dan aplikatif.	memvalidasi kinerja teknologi energi biomassa melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.						
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi energi biomassa dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						30
	Energi Surya	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi energi	10		10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	surya melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada sistem fotovoltaiik, solar thermal, maupun teknologi hibrida energi surya.						
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis performa, efisiensi, dan tantangan implementasi teknologi energi surya berdasarkan aspek teknis, ekonomi, dan keberlanjutan.			10			
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					kerangka konseptual riset energi surya secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi energi terbarukan.						
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem teknologi energi surya untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem energi berkelanjutan.		15				
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi kinerja sistem energi surya melalui pendekatan eksperimen,		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					simulasi, atau pemodelan rekayasa.						
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi energi surya dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						30
	Energi Storage	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi energy storage melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada sistem penyimpanan energi elektrokimia,	10		10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	termal, mekanik, maupun hibrida.						
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik, performa, efisiensi, dan keberlanjutan teknologi energy storage berdasarkan aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan.			10			
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset energy storage secara sistematis untuk mendukung pengembangan		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					sistem energi berkelanjutan.						
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem energy storage untuk mendukung integrasi energi terbarukan dan peningkatan efisiensi sistem energi.		15				
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi kinerja teknologi energy storage melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	Sub-CPMK	Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
								Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi energy storage dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						30
Kekhususan 1 (Peninatan Material & manufacturing)											
	Advance Material	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan material maju (advanced materials) melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi Rekayasa	10		10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Energi maupun Rekayasa Manufaktur & Material.						
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik, sifat mekanik, termal, dan fungsional material maju berdasarkan pendekatan ilmiah dan kebutuhan aplikasi rekayasa.			10			
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset material maju secara sistematis untuk mendukung		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					pengembangan teknologi modern dan berkelanjutan.						
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan material maju untuk meningkatkan performa, efisiensi, dan keandalan sistem rekayasa energi atau manufaktur.		15				
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta kinerja material maju melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan material maju dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						30
	Lightweight Material	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan lightweight material melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi rekayasa energi, transportasi, dan manufaktur modern.	10		10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik mekanik, termal, dan struktural lightweight material serta pengaruhnya terhadap efisiensi dan performa sistem rekayasa.			10			
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset lightweight material secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi berkelanjutan.		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan lightweight material untuk meningkatkan efisiensi energi, kekuatan struktur, dan performa sistem rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta kinerja lightweight material melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					pengembangan lightweight material dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
	Bio & Green Material	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan biomaterial dan green material melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi rekayasa energi dan manufaktur berkelanjutan.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				penelitian secara sistematis.	kritis karakteristik, sifat mekanik, biodegradabilitas, dan dampak lingkungan bio & green material berdasarkan kebutuhan aplikasi rekayasa modern.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset bio & green material secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi ramah lingkungan.		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan bio & green material untuk meningkatkan keberlanjutan, efisiensi sumber daya, dan performa sistem rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta kinerja bio & green material melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					pengembangan bio & green material dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
	Pengujian & Karakteristik Material	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan metode pengujian dan karakterisasi material melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada bidang Rekayasa Material dan Manufaktur.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis teknik pengujian mekanik,			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				penelitian secara sistematis.	termal, mikrostruktur, dan kimia material untuk menentukan metode karakterisasi yang sesuai dengan kebutuhan penelitian.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset pengujian serta karakterisasi material secara sistematis untuk mendukung pengembangan material maju.		10				
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	metode pengujian serta karakterisasi material untuk mengevaluasi performa dan keandalan material pada aplikasi rekayasa.						
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi data hasil pengujian material melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian pengujian dan karakterisasi material						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
4	Statistik Ekperimen	CPL01	CPMK0101	Mampu menunjukan nilai-nilai luhur pancasila	Mahasiswa mampu menerapkan etika akademik, integritas ilmiah, dan kejujuran dalam pengolahan, analisis, serta pelaporan data eksperimen material.	10					
					Mahasiswa mampu menunjukkan sikap tanggung jawab, objektivitas, dan kolaborasi ilmiah dalam pelaksanaan penelitian statistik eksperimen material		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					untuk kepentingan masyarakat dan pengembangan ilmu pengetahuan.						
		CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah dan analisis kritis untuk mendukung riset.	Mahasiswa mampu menganalisis metode statistik eksperimen material melalui kajian literatur ilmiah bereputasi untuk mengidentifikasi pendekatan analisis data yang relevan dalam penelitian material.			15			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi dan merumuskan desain eksperimen serta metode analisis statistik secara kritis untuk mendukung		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					validitas dan reliabilitas penelitian material.						
			CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Mahasiswa mampu merancang dan menerapkan metode statistik eksperimen untuk menganalisis karakteristik dan performa material dalam pengembangan teknologi rekayasa.		20				
					Mahasiswa mampu menginterpretasikan hasil analisis statistik eksperimen material untuk menghasilkan rekomendasi solusi rekayasa yang inovatif, aplikatif,						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					dan berbasis data ilmiah.						
5	Ujian Proposal Penelitian	CPL03	CPMK0301	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Mampu mengidentifikasi, menganalisis, dan merumuskan permasalahan ilmu pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material sebagai dasar penyusunan proposal penelitian.	10		10			
					Mampu merancang pendekatan penelitian inter, multi, dan transdisipliner untuk memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan yang		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					diusulkan dalam proposal penelitian.						
		CPL03	CPMK0302	Mampu memecahkan permasalahan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Mampu mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material sebagai fokus proposal penelitian.		10				
					Mampu menyusun rancangan penelitian dengan pendekatan inter, multi, dan transdisipliner untuk pemecahan permasalahan teknologi yang diusulkan.		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
		CPL04	CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	Mahasiswa mampu merancang dan menggunakan media visual akademik (slide presentasi, diagram konseptual, model penelitian, atau visualisasi data) secara efektif untuk memperjelas kerangka teori, metodologi, dan alur penelitian.		20				
					Mahasiswa mampu merespons pertanyaan, kritik, dan masukan akademik secara argumentatif, reflektif, dan berbasis evidensi ilmiah dalam forum						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					ujian proposal atau diskusi ilmiah profesional.						
6	Kekhususan 2 (Peminatan Energi)										
	Thermal Energy Storage	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi thermal energy storage melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada sistem penyimpanan energi sensibel, laten, dan termokimia.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik material dan performa sistem thermal energy			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					storage berdasarkan aspek efisiensi termal, keandalan, dan keberlanjutan.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset thermal energy storage secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem energi berkelanjutan.		10				
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem thermal energy storage untuk meningkatkan		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	efisiensi dan stabilitas sistem energi terbarukan maupun proses industri.						
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi kinerja thermal energy storage melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi thermal energy storage dalam bentuk laporan akademik,						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
	Smart Energy System	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan smart energy system melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada integrasi energi terbarukan, digitalisasi sistem energi, dan teknologi cerdas.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis metode monitoring, kontrol, optimasi, dan manajemen energi			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					pada smart energy system berdasarkan aspek efisiensi, keandalan, dan keberlanjutan.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset smart energy system secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem energi modern dan berkelanjutan.		10				
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan smart energy system		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	berbasis integrasi energi terbarukan, sensor, otomasi, dan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi sistem energi.						
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi performa smart energy system melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan smart energy system dalam bentuk						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
	Rekayasa Thermal Fluida Lanjut	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan rekayasa thermal fluida lanjut melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada fenomena perpindahan panas, aliran fluida, dan sistem termal modern.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis model teoritis, numerik, dan eksperimental dalam			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					rekayasa thermal fluida untuk mengidentifikasi research gap dan peluang inovasi teknologi.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset thermal fluida secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem energi dan proses industri berkelanjutan.		10				
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem rekayasa		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	thermal fluida untuk meningkatkan efisiensi perpindahan panas, performa aliran fluida, dan efektivitas sistem energi.						
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi performa sistem thermal fluida melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan rekayasa thermal fluida dalam bentuk						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
	Manajemen dan Konversi Energi	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi manajemen dan konversi energi melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada sistem energi konvensional, terbarukan, dan hibrida.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis efisiensi, performa, dan			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					keberlanjutan sistem konversi energi berdasarkan aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset manajemen dan konversi energi secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem energi berkelanjutan.		10				
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan sistem manajemen dan konversi energi		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan pemanfaatan energi berkelanjutan.						
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi performa sistem konversi energi melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan teknologi manajemen dan konversi energi dalam bentuk laporan akademik,						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
Kekhususan 2 (Peninatan Material & manufacturing)											
	Micro & Nano Technology	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan micro & nano technology melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi rekayasa energi, manufaktur, dan material maju.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik, fenomena, dan metode fabrikasi pada skala mikro dan nano untuk			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					mengidentifikasi peluang inovasi teknologi.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset micro & nano technology secara sistematis untuk mendukung pengembangan teknologi modern dan berkelanjutan.		10				
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan teknologi berbasis mikro dan nano untuk meningkatkan performa, efisiensi,		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	dan fungsionalitas sistem rekayasa energi maupun manufaktur.						
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta kinerja sistem atau material berbasis micro & nano technology melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan micro & nano technology dalam						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
	Rekayasa Material Komposit	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan rekayasa material komposit melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi energi, transportasi, dan manufaktur maju.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis karakteristik mekanik, termal, dan mikrostruktur material komposit serta metode			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					fabrikasinya untuk mengidentifikasi peluang pengembangan teknologi.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset material komposit secara sistematis untuk mendukung inovasi material berperforma tinggi dan berkelanjutan.		10				
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan material komposit untuk meningkatkan		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	kekuatan, efisiensi, dan keandalan sistem rekayasa energi maupun manufaktur.						
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik serta performa material komposit melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan rekayasa material komposit dalam bentuk laporan						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
	Teknologi Perlakuan permukaan dan Tribologi	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan teknologi perlakuan permukaan dan tribologi melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada aplikasi rekayasa energi dan manufaktur.	10		10			
					Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis mekanisme gesekan, keausan, pelumasan, dan karakteristik permukaan material			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					untuk mengidentifikasi peluang inovasi teknologi.						
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset teknologi perlakuan permukaan dan tribologi secara sistematis untuk mendukung peningkatan performa dan umur pakai komponen rekayasa.		10				
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	teknologi perlakuan permukaan dan sistem tribologi untuk meningkatkan ketahanan aus, efisiensi, dan keandalan komponen teknik.						
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi karakteristik tribologi serta performa permukaan material melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan						30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					teknologi perlakuan permukaan dan tribologi dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						
	Advance Manufacturing	CPL02	CPMK0201	Mahasiswa mampu mengembangkan pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui kajian literatur ilmiah, analisis kritis, dan perumusan masalah	Mahasiswa mampu menganalisis perkembangan advanced manufacturing melalui kajian literatur ilmiah bereputasi pada teknologi manufaktur modern, digital manufacturing, dan smart manufacturing.	10		10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				penelitian secara sistematis.	Mahasiswa mampu mengevaluasi secara kritis metode, proses, dan sistem advanced manufacturing untuk mengidentifikasi research gap serta peluang inovasi teknologi manufaktur.			10			
					Mahasiswa mampu merumuskan masalah penelitian dan menyusun kerangka konseptual riset advanced manufacturing secara sistematis untuk mendukung pengembangan sistem manufaktur		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					berkelanjutan dan berdaya saing tinggi.						
		CPL02	CPMK0202	Mahasiswa mampu mengembangkan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material untuk menghasilkan solusi rekayasa yang inovatif dan aplikatif.	Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan teknologi advanced manufacturing untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, fleksibilitas, dan produktivitas proses manufaktur.		15				
					Mahasiswa mampu menganalisis dan memvalidasi performa sistem advanced manufacturing melalui pendekatan eksperimen, simulasi, atau pemodelan rekayasa.		15				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					Mahasiswa mampu mengkomunikasikan hasil penelitian dan pengembangan advanced manufacturing dalam bentuk laporan akademik, presentasi ilmiah, atau publikasi bereputasi internasional.						30
7	Publikasi I	CPL04	CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan	Mampu menyusun artikel ilmiah yang kreatif, dan original secara sistematis sesuai standar jurnal internasional terindeks.	10		10			
					Mampu mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji		50				30



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	pada publikasi jurnal internasional terindek						
8	Ujian Hasil Penelitian	CPL03	CPMK0301	Mampu memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Mampu menganalisis dan mengevaluasi hasil penelitian dalam memecahkan permasalahan ilmu pengetahuan pada bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.			10			
					Mampu mempertahankan hasil penelitian melalui argumentasi ilmiah dengan pendekatan inter, multi, dan		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					transdisipliner dalam ujian hasil penelitian.						
		CPL03	CPMK0302	Mampu memecahkan permasalahan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Mampu menganalisis dan mengevaluasi hasil penelitian dalam memecahkan permasalahan teknologi pada bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material.		10				
					Mampu mempertahankan solusi teknologi yang dihasilkan melalui argumentasi ilmiah dengan pendekatan inter, multi, dan transdisipliner dalam ujian hasil penelitian.		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
		CPL04	CPMK0401	Mahasiswa mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset inovatif di bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material secara mandiri dan kolaboratif yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia	Mampu menunjukkan pengelolaan dan pelaksanaan riset inovatif secara mandiri maupun kolaboratif dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material melalui hasil penelitian yang teruji.		10				
					Mampu mempertahankan dan mengevaluasi kontribusi hasil riset inovatif yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	Sub-CPMK	Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
								Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
					kemaslahatan umat manusia.						
		CPL04	CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	Mampu mengomunikasikan hasil penelitian secara efektif melalui presentasi lisan, tulisan ilmiah, dan media visual dalam ujian hasil penelitian.						10
					Mampu mempertahankan dan mempresentasikan karya penelitian yang kreatif, original, dan teruji untuk mendukung publikasi serta pengakuan nasional dan internasional.	10					20



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
9	Publikasi II	CPL03	CPMK0302	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam	Mampu menyusun artikel ilmiah yang kreatif, dan original secara sistematis sesuai standar jurnal internasional bereputasi	10		10			
				mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	Mampu mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji pada publikasi jurnal internasional bereputasi		50				30
10	Ujian Tertutup	CPL03	CPMK0301	Mampu menganalisis dan mengevaluasi permasalahan ilmu pengetahuan dan	Mahasiswa mampu menganalisis secara mendalam permasalahan riset pada bidang Rekayasa Energi atau			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				teknologi Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material berkelanjutan melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Rekayasa Manufaktur & Material berdasarkan pendekatan ilmiah yang inter, multi, dan transdisipliner.						
					Mahasiswa mampu mengevaluasi kontribusi kebaruan, metodologi, dan keberlanjutan hasil penelitian doktoral dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi teknik mesin.		10				
			CPMK0302	Mampu menganalisis dan mengevaluasi permasalahan ilmu	Mahasiswa mampu menunjukkan kemampuan mengelola dan mempertahankan		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				pengetahuan dan teknologi Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material berkelanjutan melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	pelaksanaan riset doktoral secara mandiri, sistematis, dan bertanggung jawab.						
					Mahasiswa mampu menunjukkan kemampuan kepemimpinan akademik dan kolaborasi ilmiah dalam pengembangan riset inovatif yang relevan dengan kebutuhan masyarakat dan industri.		10				
		CPL04	CPMK0401	Mahasiswa mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan	Mahasiswa mampu mengintegrasikan hasil penelitian doktoral ke dalam pengembangan		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				riset inovatif di bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material secara mandiri dan kolaboratif yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia	teknologi inovatif yang aplikatif dan berorientasi pada penyelesaian permasalahan nyata.						
					Mahasiswa mampu mempertahankan argumentasi ilmiah dan pengambilan keputusan akademik secara logis, kritis, dan berbasis evidence dalam forum ujian tertutup.		10				
			CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau	Mahasiswa mampu menyajikan hasil penelitian doctoral secara efektif dan sistematis melalui komunikasi lisan, tulisan ilmiah, dan						10



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK	Sub-CPMK	Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
								Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				media visual dalam mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	media visual akademik.						
					Mahasiswa mampu mempertahankan dan mendiskusikan karya ilmiah secara argumentatif, komunikatif, dan profesional pada forum akademik tingkat nasional maupun internasional.	10					20
11	Ujian Terbuka	CPL03	CPMK0301	Mampu menganalisis dan mengevaluasi permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi Rekayasa Energi atau Rekayasa	Mahasiswa mampu menganalisis dan mempertahankan kontribusi ilmiah disertasi dalam penyelesaian permasalahan Rekayasa Energi atau Rekayasa			10			



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				Manufaktur & Material berkelanjutan melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	Manufaktur & Material secara inter, multi, dan transdisipliner.						
					Mahasiswa mampu mengevaluasi relevansi, kebaruan, dan keberlanjutan hasil penelitian doktoral terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi teknik mesin.		10				
			CPMK0302	Mampu memecahkan permasalahan teknologi dalam bidang Rekayasa Energi atau Rekayasa Manufaktur &	Mahasiswa mampu menunjukkan kemampuan mengelola dan mengembangkan riset doktoral secara mandiri, sistematis, dan inovatif hingga		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				Material melalui pendekatan inter, multi, dan transdisipliner.	tahap diseminasi ilmiah.						
					Mahasiswa mampu menunjukkan kemampuan kepemimpinan akademik dan kolaborasi ilmiah dalam pengembangan solusi rekayasa yang bermanfaat bagi masyarakat dan industri.		10				
		CPL04	CPMK0401	Mahasiswa mampu mengelola, memimpin, dan mengembangkan riset inovatif di bidang Rekayasa	Mahasiswa mampu mengintegrasikan hasil penelitian doktoral menjadi solusi teknologi yang inovatif, aplikatif, dan berorientasi		10				



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				Energi atau Rekayasa Manufaktur & Material secara mandiri dan kolaboratif yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat manusia	pada kebutuhan masa depan.						
					Mahasiswa mampu mempertahankan argumentasi ilmiah, metodologi penelitian, dan validitas hasil riset secara logis, kritis, dan berbasis evidence dalam forum akademik terbuka.		10				
		CPL04	CPMK0402	Mahasiswa memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif baik lisan, tulisan, atau media visual dalam	Mahasiswa mampu menyajikan dan mempublikasikan hasil penelitian doktoral secara efektif melalui komunikasi lisan, tulisan ilmiah, dan						10



No	MK	CPL	No CMK	Uraian CPMK		Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif			
					Sub-CPMK			Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)
				mempublikasikan karya kreatif, original, dan teruji untuk mendapat pengakuan nasional dan internasional.	media visual akademik.						
					Mahasiswa mampu mendiskusikan dan mempertahankan karya ilmiah secara profesional, komunikatif, dan argumentatif pada forum akademik nasional maupun internasional.	10					20



Setelah teknik penilaian untuk setiap **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)** ditetapkan, selanjutnya disusun tahapan dan mekanisme penilaian sebagai pedoman pelaksanaan evaluasi hasil belajar mahasiswa. Tahap dan mekanisme penilaian dirancang secara sistematis untuk mengukur pencapaian kompetensi melalui berbagai aktivitas akademik, mulai dari penugasan, presentasi, kajian literatur, seminar, pelaksanaan penelitian, hingga publikasi ilmiah sesuai dengan karakteristik mata kuliah pada jenjang doctoral. Penyusunan mekanisme ini bertujuan untuk menjamin bahwa proses penilaian berlangsung secara objektif, transparan, akuntabel, dan berkesinambungan, sehingga mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai tingkat pencapaian CPMK dan kontribusinya terhadap **Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)**. Tahap dan mekanisme penilaian mata kuliah disajikan pada Tabel 9.2.

Tabel 9.2. Tahap dan Mekanisme Penilaian MK

MK	CPL	CPMK	Tahap Penilaian	Teknik Penilaian	Instrumen	Kriteria	Bobot
SEMESTER 1							
Metode Penelitian Lanjut	CPL01	CPMK0101	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	10
Metode Penelitian Lanjut	CPL02	CPMK0201	Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	15
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	15
Metode Penelitian Lanjut	CPL02	CPMK0202	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
CFD/CMD Application for Green Technology	CPL02	CPMK0201	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10
			Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	20
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	10
CFD/CMD Application for Green Technology	CPL02	CPMK0202	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	30
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
Kekhususan 1	CPL02	CPMK0201	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10



MK	CPL	CPMK	Tahap Penilaian	Teknik Penilaian	Instrumen	Kriteria	Bobot
Kekhususan 1	CPL02	CPMK0202	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	10
			Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	20
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	30
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
SEMESTER 2							
Statistik Ekperimen	CPL01	CPMK0101	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	10
Statistik Ekperimen	CPL02	CPMK0201	Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	15
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	15
Statistik Ekperimen	CPL02	CPMK0202	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
Ujian Proposal Penelitian	CPL03	CPMK0301	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	10
			Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	10
Ujian Proposal Penelitian	CPL03	CPMK0302	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
Ujian Proposal Penelitian	CPL04	CPMK0402	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
Kekhususan 2	CPL02	CPMK0201	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	10
			Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	20
Kekhususan 2	CPL02	CPMK0202	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	30
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
SEMESTER 3							
Publikasi I	CPL04	CPMK0402	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10



MK	CPL	CPMK	Tahap Penilaian	Teknik Penilaian	Instrumen	Kriteria	Bobot
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	50
			Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	10
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
SEMESTER 4							
Ujian Hasil Penelitian	CPL03	CPMK0301	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	10
			Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	10
Ujian Hasil Penelitian	CPL03	CPMK0302	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
Ujian Hasil Penelitian	CPL04	CPMK0401	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
Ujian Hasil Penelitian	CPL04	CPMK0402	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
SEMESTER 5							
Publikasi II	CPL04	CPMK0402	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10
			Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	50
			Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	10
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
SEMESTER 6							
Ujian Tertutup	CPL03	CPMK0301	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	10
			Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	10
Ujian Tertutup	CPL03	CPMK0302	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
Ujian Tertutup	CPL04	CPMK0401	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
Ujian Tertutup	CPL04	CPMK0402	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30
Ujian Terbuka	CPL03	CPMK0301	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	10



MK	CPL	CPMK	Tahap Penilaian	Teknik Penilaian	Instrumen	Kriteria	Bobot
			Perkuliahan	Tugas	Rubrik	Hasil Tugas	10
Ujian Terbuka	CPL03	CPMK0302	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
Ujian Terbuka	CPL04	CPMK0401	Perkuliahan	Project	Rubrik	Hasil Project	20
Ujian Terbuka	CPL04	CPMK0402	Perkuliahan	Partisipatif	Rubrik	Diskusi	10
			Akhir Semester	UAS	Rubrik	Hasil UAS	30

Setelah tahapan dan mekanisme penilaian pada setiap mata kuliah ditetapkan, langkah selanjutnya adalah menentukan bobot penilaian terhadap **Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)**. Penetapan bobot ini bertujuan untuk menunjukkan tingkat kontribusi setiap komponen penilaian dalam mengukur ketercapaian kompetensi lulusan yang telah dirumuskan oleh Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Bobot penilaian disusun dengan mempertimbangkan karakteristik CPL, keterkaitannya dengan **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)**, serta proporsi aktivitas pembelajaran dan penelitian yang menjadi ciri Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Dengan demikian, sistem penilaian yang diterapkan dapat memberikan gambaran yang objektif dan komprehensif mengenai pencapaian kompetensi lulusan. Bobot penilaian untuk setiap CPL disajikan pada Tabel 9.3.

Tabel 9.3. Bobot Penilaian CPL

CPL	MK	CPMK	Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif				Total
					Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)	
CPL01	Metode Penelitian Lanjut	CPMK0101	10	10					20
CPL01	Statistik Ekperimen	CPMK0101	10	10					20
Total									40
CPL2	Metode Penelitian Lanjut	CPMK0201		15	15				30



CPL	MK	CPMK	Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif				Total
					Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)	
CPL2	Metode Penelitian Lanjut	CPMK0202		20				30	50
CPL2	CFD/CMD Application for Green Technology	CPMK0201	10	10	20				40
CPL2	CFD/CMD Application for Green Technology	CPMK0202		30				30	60
CPL2	Kekhususan 1	CPMK0201	10	10	20				40
CPL2	Kekhususan 1	CPMK0202		30				30	60
CPL2	Statistik Ekperimen	CPMK0201		15	15				30
CPL2	Statistik Ekperimen	CPMK0202		20				30	50
CPL2	Kekhususan 2	CPMK0201	10	10	20				40
CPL2	Kekhususan 2	CPMK0202		30				30	60
Total									460
CPL03	Ujian Proposal Penelitian	CPMK0301	10	10	10				30
CPL03	Ujian Proposal Penelitian	CPMK0302		20					20
CPL03	Ujian Hasil Penelitian	CPMK0301		10	10				20
CPL03	Ujian Hasil Penelitian	CPMK0302		20					20
CPL03	Ujian Tertutup	CPMK0301		10	10				20
CPL03	Ujian Tertutup	CPMK0302		20					20
CPL03	Ujian Terbuka	CPMK0301		10	10				20
CPL03	Ujian Terbuka	CPMK0302		20					20
Total									170
CPL04	Ujian Proposal Penelitian	CPMK0402		20				30	50
CPL04	Publikasi I	CPMK0402	10	50	10			30	100



CPL	MK	CPMK	Aktivitas Partisipatif (10-30%)	Hasil Project (10-50%)	Kognitif				Total
					Tugas (10-40%)	Kuis (0-20%)	UTS (0-30%)	UAS (10-40%)	
CPL04	Ujian Hasil Penelitian	CPMK0401		20					20
CPL04	Ujian Hasil Penelitian	CPMK0402	10					30	40
CPL04	Publikasi I	CPMK0402	10	50	10			30	100
CPL04	Ujian Tertutup	CPMK0401		20					20
CPL04	Ujian Tertutup	CPMK0402	10					30	40
CPL04	Ujian Terbuka	CPMK0401		20					20
CPL04	Ujian Terbuka	CPMK0402	10					30	40
Total									430

Setelah **Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)** dan **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)** dirumuskan serta didukung oleh strategi pembelajaran dan teknik asesmen yang sesuai, tahap selanjutnya adalah menyusun **Rumusan Penilaian Akhir Mata Kuliah**. Rumusan ini mengintegrasikan berbagai komponen penilaian yang digunakan untuk mengukur tingkat ketercapaian CPMK secara komprehensif, sehingga dapat memberikan gambaran objektif mengenai pencapaian kompetensi mahasiswa. Penilaian akhir dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik mata kuliah, capaian pembelajaran yang dituju, serta prinsip validitas, reliabilitas, transparansi, dan akuntabilitas dalam proses evaluasi. Dengan demikian, hasil penilaian akhir diharapkan mampu merefleksikan kontribusi setiap mata kuliah terhadap pencapaian **CPL** Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Rumusan penilaian akhir mata kuliah disajikan pada 9.4.



Tabel 9.4. Rumusan Akhir MK

MK	CPL	CPMK	Skor Max	Total
SEMESTER 1				
Metode Penelitian Lanjut	CPL01	CPMK0101	20	100
Metode Penelitian Lanjut	CPL02	CPMK0201	30	
Metode Penelitian Lanjut	CPL02	CPMK0202	50	
CFD/CMD Application for Green Technology	CPL02	CPMK0201	40	100
CFD/CMD Application for Green Technology	CPL02	CPMK0202	60	
Kekhususan 1	CPL02	CPMK0201	40	100
Kekhususan 1	CPL02	CPMK0202	60	
SEMESTER 2				
Statistik Ekperimen	CPL01	CPMK0101	20	100
Statistik Ekperimen	CPL02	CPMK0201	30	
Statistik Ekperimen	CPL02	CPMK0202	50	
Ujian Proposal Penelitian	CPL03	CPMK0301	30	100
Ujian Proposal Penelitian	CPL03	CPMK0302	20	
Ujian Proposal Penelitian	CPL04	CPMK0402	50	
Kekhususan 2	CPL02	CPMK0201	40	100
Kekhususan 2	CPL02	CPMK0202	60	
SEMESTER 3				
Publikasi I	CPL04	CPMK0402	100	100
SEMESTER 4				
Ujian Hasil Penelitian	CPL03	CPMK0301	20	100
Ujian Hasil Penelitian	CPL03	CPMK0302	20	
Ujian Hasil Penelitian	CPL04	CPMK0401	20	
Ujian Hasil Penelitian	CPL04	CPMK0402	40	
SEMESTER 5				
Publikasi II	CPL04	CPMK0402	100	100
SEMESTER 6				
Ujian Tertutup	CPL03	CPMK0301	20	100
Ujian Tertutup	CPL03	CPMK0302	20	
Ujian Tertutup	CPL04	CPMK0401	20	
Ujian Tertutup	CPL04	CPMK0402	40	
Ujian Terbuka	CPL03	CPMK0301	20	100
Ujian Terbuka	CPL03	CPMK0302	20	
Ujian Terbuka	CPL04	CPMK0401	20	
Ujian Terbuka	CPL04	CPMK0402	40	

Setelah rumusan penilaian pada tingkat mata kuliah disusun, tahap selanjutnya adalah mengintegrasikan hasil penilaian tersebut ke dalam **Rumusan Penilaian Akhir Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)**. Rumusan ini bertujuan



untuk memastikan bahwa seluruh proses asesmen yang dilaksanakan pada setiap mata kuliah secara kumulatif mampu mengukur tingkat ketercapaian kompetensi lulusan yang telah ditetapkan oleh Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Penilaian akhir CPL disusun berdasarkan keterkaitan antara mata kuliah, **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)**, dan CPL, sehingga memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pencapaian kemampuan akademik, penelitian, inovasi, dan kontribusi ilmiah lulusan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Rumusan penilaian akhir CPL disajikan pada Tabel 9.5.

Tabel 9.5. Rumusan Penilaian Akhir CPL

CPL	CPMK	MK	Skor Max	Total
CPL01	CPMK0101	Metode Penelitian Lanjut	20	40
CPL01	CPMK0101	Statistik Ekperimen	20	
CPL02	CPMK0201	Metode Penelitian Lanjut	30	460
CPL02	CPMK0202	Metode Penelitian Lanjut	50	
CPL02	CPMK0201	CFD/CMD Application for Green Technology	40	
CPL02	CPMK0202	CFD/CMD Application for Green Technology	60	
CPL02	CPMK0201	Kekhususan 1	40	
CPL02	CPMK0202	Kekhususan 1	60	
CPL02	CPMK0201	Statistik Ekperimen	30	
CPL02	CPMK0202	Statistik Ekperimen	50	
CPL02	CPMK0201	Kekhususan 2	40	
CPL02	CPMK0202	Kekhususan 2	60	
CPL03	CPMK0301	Ujian Proposal Penelitian	30	170
CPL03	CPMK0302	Ujian Proposal Penelitian	20	
CPL03	CPMK0301	Ujian Hasil Penelitian	20	
CPL03	CPMK0302	Ujian Hasil Penelitian	20	
CPL03	CPMK0301	Ujian Tertutup	20	
CPL03	CPMK0302	Ujian Tertutup	20	
CPL03	CPMK0301	Ujian Terbuka	20	
CPL03	CPMK0302	Ujian Terbuka	20	
CPL04	CPMK0402	Ujian Proposal Penelitian	50	430
CPL04	CPMK0402	Publikasi I	100	
CPL04	CPMK0401	Ujian Hasil Penelitian	20	
CPL04	CPMK0402	Ujian Hasil Penelitian	40	
CPL04	CPMK0402	Publikasi II	100	
CPL04	CPMK0401	Ujian Tertutup	20	
CPL04	CPMK0402	Ujian Tertutup	40	
CPL04	CPMK0401	Ujian Terbuka	20	
CPL04	CPMK0402	Ujian Terbuka	40	



10 Penilaian Pembelajaran

10.1 Rubrik

Rubrik merupakan panduan atau pedoman penilaian yang menggambarkan kriteria yang diinginkan dalam menilai atau memberi tingkatan dari hasil kinerja belajar mahasiswa. Rubrik terdiri dari dimensi atau aspek yang dinilai dan kriteria kemampuan hasil belajar mahasiswa ataupun indikator capaian belajar mahasiswa.

Tujuan penilaian menggunakan rubrik:

- Memperjelas dimensi atau aspek dan tingkatan penilaian dari capaian pembelajaran mahasiswa;
- dapat menjadi pendorong atau motivator bagi mahasiswa untuk mencapai capaian pembelajarannya.

Rubrik dapat bersifat menyeluruh atau berlaku umum dan dapat juga bersifat khusus atau hanya berlaku untuk suatu topik tertentu atau suatu capaian pembelajaran tertentu.

1-A Kriteria Evaluasi: Pedoman Evaluasi Mata Kuliah

GRADE	SKOR	DESKRIPSI EVALUASI
Sangat kurang	<20	Penjelasan yang disajikan tidak teratur dan tidak relevan/tidak menyelesaikan dengan permasalahan
Kurang	21-40	Penjelasan yang disajikan teratur namun kurang relevan/kurang menyelesaikan permasalahan
Cukup	41- 60	Penjelasan yang disajikan tersistematis, relevan/menyelesaikan masalah, namun kurang dapat diimplementasikan
Baik	61- 80	Penjelasan yang disajikan sistematis, relevan/menyelesaikan masalah, dapat diimplementasikan, kurang inovatif
Sangat Baik	>81	Penjelasan yang disajikan sistematis, relevan dan menyelesaikan masalah, dapat diimplementasikan, serta inovatif

1-B Kriteria Evaluasi : Rubrik Holistik Praktik

GRADE	SKOR	DESKRIPSI EVALUASI
Sangat kurang	<20	Simulasi/model yang disajikan tidak teratur dan tidak sesuai permasalahan



Kurang	21-40	Simulasi/model yang disajikan teratur namun kurang sesuai dengan permasalahan
Cukup	41- 60	Simulasi/model yang disajikan tersistematis, menyelesaikan masalah, namun kurang dapat diimplementasikan
Baik	61- 80	Simulasi/model yang disajikan sistematis, menyelesaikan masalah, dapat diimplementasikan, kurang inovatif
Sangat Baik	>81	Simulasi/model yang disajikan sistematis, menyelesaikan masalah, dapat diimplementasikan dan inovatif

1-C Kriteria Evaluasi : Rubrik Skala Persepsi untuk Evaluasi Presentasi

Aspek/Dimensi yang Dinilai	Sangat Kurang	Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
	<20	(21-40)	(41-60)	(61-80)	≥80
Kemampuan Komunikasi					
Penguasaan Materi					
Kemampuan Menghadapi Pertanyaan					
Penggunaan Alat Peraga Presentasi					
Ketepatan Menyelesaikan Masalah					

1-D Kriteria Evaluasi : Rubrik Analitik untuk Evaluasi Proyek

Aspek/ Dimensi yang Dinilai	Skala Evaluasi				
	Sangat Kurang	Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
	(Skor < 20)	(21-40)	(41-60)	(61-80)	(Skor ≥ 81)
Organisasi	Tidak ada organisasi yang jelas. Fakta tidak digunakan untuk mendukung pernyataan.	Cukup fokus, namun bukti kurang mencukupi untuk digunakan dalam menarik kesimpulan.	Presentasi mempunyai fokus dan menyajikan beberapa bukti yang mendukung kesimpulan.	terorganisasi dengan baik dan menyajikan fakta yang meyakinkan untuk mendukung kesimpulan.	terorganisasi dengan menyajikan fakta yang didukung oleh contoh yang telah dianalisis sesuai konsep.



Isi	Isinya tidak akurat atau terlalu umum. Pendengar tidak belajar apapun atau kadang menyesatkan.	Isinya kurang akurat, karena tidak ada data faktual, tidak menambah pemahaman pendengar	Isi secara umum akurat, tetapi tidak lengkap. Para pendengar bisa mempelajari beberapa fakta yang tersirat, tetapi mereka tidak menambah wawasan baru tentang topik tersebut.	Isi akurat dan lengkap. Para pendengar menambah wawasan baru tentang topik tersebut.	Isi mampu menggugah pendengar untuk mengembangkan pikiran.
Gaya Presentasi	Pembicara cemas dan tidak nyaman, dan membaca berbagai catatan daripada berbicara. Pendengar sering diabaikan. Tidak terjadi kontak mata karena pembicara lebih banyak melihat ke papan tulis atau layar.	Berpatokan pada catatan, tidak ada ide yang dikembangkan di luar catatan, suara monoton	Secara umum pembicara tenang, tetapi dengan nada yang datar dan cukup sering bergantung pada catatan. Kadang-kadang kontak mata dengan pendengar diabaikan.	Pembicara tenang dan menggunakan intonasi yang tepat, berbicara tanpa bergantung pada catatan, dan berinteraksi secara intensif dengan pendengar. Pembicara selalu kontak mata dengan pendengar.	Berbicara dengan semangat, menularkan semangat dan antusiasme pada pendengar



11 Penutup

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena Buku Kurikulum Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila ini telah disusun sebagai pedoman penyelenggaraan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat pada jenjang doctoral. Kurikulum ini dirancang untuk menghasilkan lulusan yang mampu mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi melalui riset yang inovatif, orisinal, serta memberikan kontribusi nyata bagi kemajuan industri, masyarakat, dan pembangunan bangsa. Hal ini sejalan dengan tujuan pendidikan doktor yang menekankan penguasaan metodologi penelitian, pengembangan ilmu, inovasi teknologi, serta kemampuan memecahkan permasalahan kompleks secara multidisiplin.

Kami menyadari bahwa perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan kebutuhan pemangku kepentingan akan terus berubah. Oleh karena itu, kurikulum ini akan senantiasa dievaluasi dan disempurnakan secara berkelanjutan agar tetap relevan dengan perkembangan global, kebutuhan industri, serta standar pendidikan tinggi yang berlaku.

Akhirnya, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku kurikulum ini. Semoga dokumen ini dapat menjadi acuan yang bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, tenaga kependidikan, pemangku kepentingan, dan seluruh pihak yang terlibat dalam penyelenggaraan Program Studi Doktor Teknik Mesin Universitas Pancasila. Dengan semangat keilmuan, integritas, dan inovasi, diharapkan lahir doktor-doktor Teknik Mesin yang unggul, berdaya saing internasional, serta mampu memberikan solusi bagi tantangan teknologi masa depan.

**Tim Penyusun
Program Studi Doktor Teknik Mesin
Universitas Pancasila
2025**