

Panduan
Capstone Desain
TEKNOLOGI TEPAT GUNA



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

2021

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan pedoman Capstone Design Project. Pedoman ini akan menjadi acuan bagi mahasiswa dalam melaksanakan dan mengikuti perkuliahan pada mata kuliah Teknologi Tepat Guna (TTG) semester 6.

Kami menyadari bahwa dalam penyelesaian panduan ini telah banyak mendapatkan bantuan dari segala pihak. Maka pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, memberikan semangat dan membimbing penulis untuk menyelesaikan penelitian ini Pertama sekali, kami mengucapkan terimakasih kepada Dekan Fakultas TeknikUMSU Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, Wakil Dekan I Bapak Dr. Ade Faisal dan Wakil Dekan III Bapak Affandi, S.T., M.T karena telah banyak memberikan masukan dan pertimbangan hingga kami dapat menyelesaikan panduan capstone design project ini.

Kami telah berupaya menyelesaikan panduan ini dengan segala kemampuan yang ada tetapi pasti tidak terlepas dari kekurangan dan kesempurnaan. Maka kritikan dan saran yang sifatnya membangun sangat kami harapkan dari para pembaca untuk dijadikan bahan masukan atau bahan pertimbangan demi penyempurnaan panduan ini.

Medan, 5 Agustus 2021

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Chandra Amirsyah Putra Siregar, S.T., M.T

Daftar Isi

SK Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Kata Pengantar	i
Daftar isi	ii
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Capstone Desain	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Capaian Pembelajaran	3
Bab 2. Struktur Capstone Desain	5
2.1 Penerapan Capstone Desain	5
2.2 Integrasi mata kuliah dengan CPL	6
2.3 Tahapan kegiatan capstone design	6
2.3.1 Kriteria dan Komposisi Tim	7
2.3.2 Identifikasi dan analisis kebutuhan pengguna	8
2.3.3 Studi literatur dan benchmarking teknologi	8
2.3.4 Formulasi spesifikasi teknis	9
Bab 3. Proyek Teknologi Tepat Guna	10
3.1 Formulasi spesifikasi teknis	10
3.2 Capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK)	10
3.3 Tema Proyek	10
3.4 Design Requirement Objective (DRO)	11
3.5 Standar Acuan	11
3.6 Komponen Penilaian	13
3.7 Pameran Produk Capstone Design	13
Bab 4. Aturan Umum	15
4.1 Etika dan Tanggung Jawab	15
4.2 Pembimbingan	16
4.3 Pelaporan kegiatan Capstone Desain	16
4.4 Pelaporan kegiatan Capstone Desain	16
Lampiran 1	

Lampiran 2

Lampiran 3

Bab 1.

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan kebutuhan industri yang semakin kompleks menuntut lulusan Program Studi Teknik Mesin memiliki kemampuan yang tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga mampu menerapkan pengetahuan dan keterampilan dalam menyelesaikan permasalahan rekayasa secara nyata. Lulusan teknik mesin dituntut mampu mengintegrasikan berbagai bidang keilmuan, seperti mekanika, energi, material, manufaktur, termofluida, sistem kontrol, serta desain dan analisis rekayasa untuk menghasilkan solusi yang aman, efektif, efisien, ekonomis, dan berkelanjutan.

Sejalan dengan penerapan Outcome-Based Education (OBE), proses pembelajaran di perguruan tinggi perlu diarahkan pada pencapaian kompetensi lulusan yang terukur. Salah satu bentuk pembelajaran yang dapat mengintegrasikan berbagai kompetensi tersebut adalah Capstone Design. Capstone Design merupakan kegiatan pembelajaran pada tahap akhir pendidikan sarjana yang memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menerapkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap profesional dalam menyelesaikan suatu permasalahan rekayasa melalui proses perancangan yang sistematis.

Dalam pelaksanaannya, Capstone Design tidak hanya berorientasi pada menghasilkan suatu produk atau rancangan, tetapi juga menekankan proses rekayasa secara menyeluruh. Mahasiswa diarahkan untuk mampu mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan, merumuskan spesifikasi desain, mengembangkan beberapa alternatif solusi, melakukan analisis dan pemilihan konsep, membuat desain rinci, melakukan simulasi atau pengujian, mengevaluasi hasil, serta menyusun dokumentasi dan mempresentasikan hasil perancangan secara profesional.

Kegiatan Capstone Design juga menjadi sarana untuk mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam bekerja secara individual maupun dalam tim multidisiplin. Mahasiswa diharapkan mampu menerapkan komunikasi teknik, manajemen proyek, pengambilan keputusan berbasis data, pengelolaan waktu dan sumber daya, serta mempertimbangkan aspek keselamatan, etika profesi, ekonomi, lingkungan, keberlanjutan, dan dampak sosial dari solusi rekayasa yang dikembangkan.

Bagi Program Studi Teknik Mesin, pelaksanaan Capstone Design memiliki peran strategis dalam memastikan ketercapaian Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL). Melalui kegiatan ini, mahasiswa dapat mengintegrasikan kompetensi yang telah diperoleh selama proses pembelajaran dalam bentuk proyek rekayasa yang memiliki permasalahan, batasan, dan kebutuhan yang mendekati kondisi dunia kerja. Dengan demikian, Capstone Design dapat menjadi jembatan antara pembelajaran akademik dengan kebutuhan industri, masyarakat, dan perkembangan teknologi.

Agar pelaksanaan Capstone Design dapat berlangsung secara terarah, terukur, konsisten, dan memiliki standar mutu yang jelas, diperlukan suatu Panduan Capstone Design Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Panduan ini menjadi acuan bagi mahasiswa, dosen pembimbing, tim pengelola program studi, penguji, dan pihak terkait

dalam melaksanakan seluruh tahapan Capstone Design, mulai dari identifikasi permasalahan dan pembentukan tim, penyusunan proposal, perancangan, pelaksanaan proyek, pengujian dan evaluasi, hingga penyusunan laporan serta presentasi akhir.

Panduan ini diharapkan dapat menciptakan pelaksanaan Capstone Design yang sistematis dan terdokumentasi serta memastikan bahwa setiap proyek yang dilaksanakan mahasiswa memiliki keterkaitan yang jelas dengan CPL Program Studi Teknik Mesin. Dengan penerapan panduan yang terstruktur, Capstone Design diharapkan mampu menghasilkan lulusan yang memiliki kemampuan merancang, menganalisis, mengembangkan, menguji, dan mengevaluasi solusi rekayasa, sekaligus memiliki kemampuan komunikasi, kerja sama tim, manajemen proyek, etika profesi, dan kesadaran terhadap aspek keselamatan serta keberlanjutan.

Dengan demikian, Panduan Capstone Design Program Studi Teknik Mesin merupakan bagian penting dalam mendukung implementasi pembelajaran berbasis capaian dan peningkatan relevansi pendidikan teknik mesin terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, kebutuhan dunia usaha dan dunia industri, serta kebutuhan masyarakat. Panduan ini sekaligus menjadi instrumen untuk memastikan bahwa pengalaman pembelajaran melalui proyek rekayasa pada tahap akhir studi memberikan kontribusi nyata terhadap pencapaian kompetensi lulusan Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.2 Tujuan Capstone Design

Capstone Design bertujuan memberikan pengalaman pembelajaran kepada mahasiswa dalam mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap profesional yang telah diperoleh selama proses pendidikan untuk mengidentifikasi, merumuskan, merancang, mengembangkan, menguji, dan mengevaluasi solusi terhadap permasalahan rekayasa teknik mesin secara sistematis, inovatif, aman, ekonomis, dan berkelanjutan

1.3 Ruang Lingkup

Panduan ini mencakup keseluruhan proses pelaksanaan Capstone Design, mulai dari:

1. Struktur pembelajaran Capstone Design
2. Capaian pembelajaran dan keterkaitan dengan kurikulum
3. Pemilihan dan penetapan topik proyek
4. Pembentukan tim dan penugasan dosen pembimbing
5. Tahapan kegiatan dari perancangan hingga manufaktur
6. Format pelaporan dan presentasi
7. Mekanisme penilaian dan rubrik capaian pembelajaran
8. Aturan umum dan etika akademik yang harus dipatuhi oleh mahasiswa dan dosen pembimbing

Dokumen ini ditujukan untuk menjadi pedoman resmi bagi mahasiswa, dosen pembimbing, dan pihak lain yang terlibat dalam penyelenggaraan Capstone Design di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.4 Capaian Pembelajaran

Mata kuliah Capstone Design bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang komprehensif kepada mahasiswa dalam menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh selama studi untuk menyelesaikan permasalahan nyata di bidang teknik mesin. Melalui pendekatan berbasis proyek, mahasiswa dilatih untuk bekerja secara kolaboratif dalam merancang dan mengembangkan solusi teknik yang inovatif, fungsional, dan berkelanjutan.

Mata kuliah Capstone Design bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang komprehensif kepada mahasiswa dalam menerapkan pengetahuan dan keterampilan teknik mesin secara nyata melalui proyek rekayasa. Capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) minimum yang diharapkan dari mata kuliah ini meliputi:

1. Penerapan Teori Teknik Mesin dalam Desain Produk Rekayasa: Mahasiswa mampu mengintegrasikan teori dasar teknik mesin, seperti mekanika, termodinamika, dan material, ke dalam proses perancangan produk teknik yang fungsional dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.
2. Penerapan Prinsip Desain Produk Rekayasa: Mahasiswa mampu menerapkan prinsip-prinsip desain teknik, termasuk analisis kebutuhan, pemilihan konsep, evaluasi alternatif, dan pengujian desain, dalam menghasilkan solusi teknik yang inovatif dan berkelanjutan.
3. Kemampuan Presentasi dan Pelaporan Proyek: Mahasiswa mampu menyusun laporan teknis dan menyampaikan hasil proyek secara sistematis, logis, dan profesional, baik secara lisan maupun tulisan, sesuai dengan standar komunikasi teknik.
4. Kemampuan Bekerja dalam Tim: Mahasiswa mampu berkontribusi secara aktif dalam tim proyek, menunjukkan kemampuan kolaborasi, koordinasi, dan kepemimpinan dalam mewujudkan rancangan produk teknik secara efektif.

Sebagai mata kuliah yang bersifat integratif dan berbasis proyek, Capstone Design memainkan peran penting dalam mendukung pencapaian berbagai Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Program Studi Teknik Mesin. Melalui pendekatan pembelajaran yang menekankan pada penerapan langsung pengetahuan dan keterampilan dalam proyek rekayasa nyata, mata kuliah ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan kompetensi profesional mahasiswa yang relevan dengan kebutuhan industri dan masyarakat. Sebagaimana tercantum dalam dokumen Kurikulum Inti Bada Kerja Sama Teknik Mesin (BKS-TM) Indonesia, CPL yang dibebankan pada mata kuliah ini adalah sebagai berikut:

1. Capstone Design mendukung CPL (e) Pengenalan Peralatan Modern, dengan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengenali dan menggunakan berbagai peralatan dan teknologi terkini yang relevan dalam proses desain, analisis, dan pengujian produk teknik. Mahasiswa dilatih untuk memanfaatkan perangkat lunak desain berbantuan komputer (CAD), simulasi teknik, serta alat ukur digital yang umum digunakan dalam praktik rekayasa modern. Penguasaan terhadap peralatan ini menjadi bekal penting bagi mahasiswa dalam menghadapi lingkungan kerja yang berbasis teknologi tinggi.

2. Mata kuliah ini memperkuat CPL (f) Komunikasi, melalui kegiatan presentasi dan penyusunan laporan teknis yang menjadi bagian integral dari proses pembelajaran. Mahasiswa dituntut untuk menyampaikan ide, data, dan hasil proyek secara efektif kepada berbagai pihak, baik dalam forum akademik maupun profesional. Kemampuan berkomunikasi secara jelas, logis, dan sesuai dengan kaidah teknik menjadi aspek penting yang dikembangkan dalam mata kuliah ini, sehingga mahasiswa mampu menjembatani antara konsep teknis dan kebutuhan pengguna atau pemangku kepentingan.
3. Capstone Design juga mendukung CPL (g) Manajemen Proyek dan Biaya, karena mahasiswa dilibatkan secara langsung dalam proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan evaluasi proyek teknik. Mereka belajar mengelola waktu, sumber daya, dan anggaran secara efisien, serta memahami prinsip dasar manajemen proyek yang mencakup pengendalian risiko dan penilaian kinerja. Pengalaman ini memberikan pemahaman praktis tentang bagaimana proyek teknik dijalankan dalam konteks profesional, termasuk aspek kewirausahaan dan keberlanjutan.
4. Mata kuliah ini juga berkontribusi terhadap CPL (h) Kerja Secara Mandiri dan Kelompok, dengan menempatkan mahasiswa dalam situasi kerja tim yang menuntut kolaborasi, koordinasi, dan tanggung jawab individu. Mahasiswa ditantang untuk menyelesaikan tugas secara mandiri sesuai peran masing-masing, sekaligus berkontribusi secara produktif dalam tim untuk mencapai tujuan proyek bersama. Kemampuan untuk bekerja dalam lingkungan multidisiplin dan menunjukkan kepemimpinan menjadi bagian penting dari proses pembelajaran yang dikembangkan dalam Capstone Design.

Dengan mendukung pencapaian CPL tersebut, Capstone Design berfungsi sebagai jembatan antara dunia akademik dan dunia kerja, serta sebagai sarana untuk mengukur kesiapan mahasiswa dalam menghadapi tantangan profesional di bidang teknik mesin secara holistik dan berorientasi pada hasil.

Bab 2.

Struktur Capstone Design

2.1 Penerapan Capstone Design

Penerapan capstone design project dilakukan pada dua mata kuliah yakni Teknologi Tepat Guna (TTMA630342) pada semester 6. Pemilihan mata kuliah teknologi tepat guna didasari bahwa mahasiswa telah menguasai konsep menggambar design yang diperoleh pada semester 1, 2 dan 3. Sehingga mahasiswa dianggap mampu untuk membuat sebuah design untuk membangun sebuah system permesinan (alat/mesin). Selain itu, didasari pada kemampuan mahasiswa yang sudah mumpuni untuk membuat design dan membangun prototipe/mesin yang telah dirancang.

Setelah menguasai konsep perancangan, selanjutnya masihnya dituntut untuk membangun (manufacturing) design permesinan yang telah dibuat sebelumnya. Mata kuliah pendukung dalam proses pembuatan juga telah didapatkan pada semester semester sebelumnya. Mata kuliah pendukung dalam capstone design ditampilkan pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Mata kuliah pendukung Capstone Design

Mata kuliah Capstone Design	Sem	SKS	Luaran	Mata kuliah pendukung	Sem MK Pendukung	SKS MK Pendukung
Teknologi Tepat Guna	6	2	Perancangan/ Design	Menggambar Teknik	1	2
				Menggambar mesin terapan	2	2
				Rancangan mesin dasar	3	2
				Tugas menggambar mesin	3	1
				Rancangan mesin lanjut	4	2
				Tugas rancangan mesin	4	1
			Produk (Prototype)	Material Teknik	1	2
				Proses produksi dasar	2	2
				Statika struktur	3	2
				Proses produksi lanjut	3	2
				Prak. Proses produksi	3	1
				Mekanika kekuatan material dasar	4	2

			Mekanika kekuatan material lanjut	5	2
--	--	--	-----------------------------------	---	---

Mata kuliah pendukung ini akan mendukung luaran dari mata kuliah Teknologi Tepat Guna yakni mahasiswa mampu membangun sebuah system permesinan/alat yang dapat digunakan oleh masyarakat.

2.2 Integrasi mata kuliah dengan CPL

Capstone Design mengintegrasikan berbagai Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), yaitu:

Tabel 2.2 Integrasi dengan CPL

No	Kode CPL	Deskripsi CPL
1	CPL 2	Menguasai konsep teoritis sains alam, aplikasi matematika rekayasa; prinsip-prinsip rekayasa (engineering principles), sains rekayasa dan perancangan rekayasa yang diperlukan untuk analisis dan perancangan sistem mekanikal terintegrasi (meliputi rekayasa material, desain mekanika, sistem manufaktur dan konversi energi)
2	CPL 3	Menguasai prinsip dan teknik perancangan sistem, proses, atau komponen yang dapat diaplikasikan dalam bidang teknik mesin
3	CPL 5	Mampu mengkaji implikasi pengembangan atau implemantasi ilmu pengetahuan teknologi berdasarkan kaidah, tata cara dan etika ilmiah dalam rangka menghasilkan solusi, gagasan, desain atau kritik seni, menjalin jaringan kerja, dan menyusun deskripsi saintifik hasil kajiannya dalam bentuk skripsi atau laporan tugas akhir, mengevaluasi hasil kerja serta mengunggahnya dalam laman perguruan tinggi
4	CPL 8	Mampu mengidentifikasi, merumuskan, menganalisis dan menyelesaikan permasalahan teknik

2.3 Tahapan kegiatan capstone design

Tahapan pelaksanaan kegiatan capstone design dilakukan selama 16 minggu. Tahapan pelaksanaan ditampilkan pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Tahapan pelaksanaan

No	Kegiatan	Waktu pelaksanaan (minggu)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	
1	Pembentukan Tim																
2	Identifikasi dan analisis kebutuhan pengguna																
3	Studi literatur dan benchmarking teknologi																
4	Formulasi spesifikasi teknis																
5	Desain konsep dan evaluasi alternatif solusi																
6	Desain detail menggunakan perangkat lunak (CAD, simulasi)																
7	Penyusunan gambar kerja dan dokumentasi teknis																
8	Perencanaan proses produksi (routing, waktu, biaya)																
9	Pembuatan komponen dengan mesin/peralatan bengkel																
10	Perakitan komponen menjadi satu sistem																
11	Uji performa, analisis hasil, dan dokumentasi unjuk kerja																
12	Penyusunan laporan akhir proyek																
13	Persentase																
14	Pameran produk																
15	Penyerahan produk ke penggun/mitra																

2.3.1 Kriteria dan Komposisi Tim

Topik proyek Capstone Design harus memenuhi kriteria berikut:

1. Relevan dengan bidang teknik mesin, terutama dalam konteks pengembangan Agroindustri (kekhasan Prodi).
2. Mempunyai nilai inovasi, atau penyelesaian masalah nyata.
3. Memungkinkan untuk direalisasikan dalam batas waktu dan sumber daya yang tersedia.
4. Mengandung elemen analisis teknik yang dapat diukur dan diuji secara objektif.

Komposisi Tim:

1. Anggota tim terdiri dari 4 – 8 mahasiswa per tim
2. Tugas dibagi merata dan terdokumentasi
3. Dibimbing oleh dosen tetap, dengan kemungkinan melibatkan mitra industry

2.3.2 Identifikasi dan analisis kebutuhan pengguna

Tahapan ini merupakan fondasi utama dalam proses desain berbasis proyek (Capstone Design), karena kualitas solusi yang dikembangkan sangat bergantung pada ketepatan dalam memahami dan merumuskan masalah serta kebutuhan pengguna. Proses ini menuntut mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir sistematis, analitis, dan empatik terhadap konteks nyata yang dihadapi oleh pengguna atau pemangku kepentingan. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan oleh mahasiswa.

Pada tahapan dapat dilakukan Observasi Lapangan dan Wawancara Stakeholder. Mahasiswa diwajibkan melakukan observasi langsung ke lokasi atau lingkungan tempat masalah terjadi. Observasi ini bertujuan untuk menangkap dinamika operasional, interaksi manusia dengan sistem, serta potensi kesenjangan antara harapan dan kenyataan. Selain itu, wawancara dengan pengguna akhir, operator, teknisi, manajer, atau pihak lain yang relevan dilakukan untuk menggali perspektif, pengalaman, dan kebutuhan mereka secara mendalam. Teknik wawancara dapat berupa semi-terstruktur atau terbuka, dengan fokus pada eksplorasi masalah yang dirasakan, hambatan yang dihadapi, dan harapan terhadap solusi yang akan dikembangkan.

2.3.3 Studi literatur dan benchmarking teknologi

Dalam pelaksanaan **Capstone Design**, studi literatur dan benchmarking teknologi merupakan tahap awal yang penting untuk memastikan bahwa solusi yang dikembangkan memiliki dasar ilmiah, memenuhi kebutuhan pengguna, dan memiliki keunggulan dibandingkan solusi atau produk yang telah tersedia. Studi literatur merupakan kegiatan mengidentifikasi, mempelajari, dan menganalisis berbagai sumber ilmiah yang berkaitan

dengan permasalahan dan teknologi yang akan dikembangkan. Sumber literatur dapat berupa buku teks dan buku referensi Teknik, artikel jurnal nasional dan internasional, prosiding konferensi, standar nasional dan internasional, paten, manual dan datasheet produk, peraturan dan regulasi yang relevan, laporan penelitian dan dokumen teknis yang dapat dipertanggungjawabkan.

Benchmarking teknologi adalah proses membandingkan teknologi atau produk yang akan dikembangkan dengan produk, sistem, metode, atau teknologi sejenis yang telah tersedia. Benchmarking dilakukan untuk mengetahui: tingkat kinerja teknologi yang sudah ada, karakteristik teknis produk pembanding, kelebihan dan kekurangan setiap alternatif, material dan komponen yang digunakan, metode manufaktur, biaya produksi, kemudahan penggunaan dan pemeliharaan, aspek keselamatan, dampak lingkungan, peluang peningkatan atau inovasi.

2.3.4 Formulasi spesifikasi teknis

Formulasi spesifikasi teknis merupakan tahap dalam Capstone Design untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna (*customer needs*) dan hasil identifikasi masalah menjadi persyaratan teknis yang terukur, dapat dianalisis, dan dapat diverifikasi melalui pengujian. Spesifikasi teknis menjadi acuan utama dalam proses perancangan, pemilihan material, pembuatan prototipe, dan pengujian produk.

Bab 3

Proyek Teknologi Tepat Guna

3.1 Deskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah Proyek Teknologi tepat guna merupakan mata kuliah Capstone Design dan dilaksanakan pada semester ke-6 dengan bobot 2 SKS. Mata kuliah ini memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam rancang bangun sebuah system permesinan berdasarkan permasalahan teknik nyata. Mahasiswa dituntut untuk mengaplikasikan berbagai pengetahuan yang telah dipelajari sebelumnya secara terintegrasi, mulai dari analisis kebutuhan, pengembangan konsep, desain teknis, hingga evaluasi kelayakan produksi. Mata kuliah ini juga bertujuan untuk menumbuhkan keterampilan kerja tim, komunikasi teknis, manajemen proyek, serta tanggung jawab profesional mahasiswa terhadap proses desain dan manufaktur (pembuatan).

3.2 Capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK)

Berdasarkan RPS, mata kuliah ini dirancang untuk mendukung pencapaian CPL, dengan demikian CPMK dari mata kuliah ini sebagai berikut:

1. Merumuskan spesifikasi teknik dari masalah yang dipilih
2. Mengembangkan beberapa konsep desain sebagai alternatif Solusi
3. Melakukan evaluasi teknis, ergonomi, dan kelayakan desain
4. Menyusun gambar teknik dan estimasi biaya produksi
5. Membangun produk/ system permesinan
6. Menyampaikan hasil perancangan dalam bentuk laporan dan presentasi

3.3 Tema Proyek

Tema proyek dalam mata kuliah Teknologi Tepat Guna bersifat tetap dan akan berubah setiap semester. Pergantian tema dilakukan secara terencana oleh tim pengampu mata kuliah dan koordinator Capstone Design, berdasarkan:

1. Isu-isu aktual di masyarakat atau industry
2. Perkembangan teknologi terkini
3. Kebutuhan mitra eksternal (industri, rumah sakit, UMKM)

4. Arah penguatan kekhasan Prodi Teknik Mesin UMY, khususnya dalam bidang Agro Industri

3.4 Design Requirement Objective (DRO)

Design Requirement Objective (DRO) adalah dokumen atau daftar yang berisi kriteria teknis dan non-teknis yang harus dipenuhi dalam sebuah proyek perancangan. DRO menjadi kerangka acuan utama bagi mahasiswa selama proses Capstone Design, terutama dalam tahap analisis kebutuhan dan pengembangan solusi desain. DRO dapat mencakup spesifikasi teknis, batasan desain, target kinerja, pertimbangan keamanan, ergonomi, keberlanjutan, biaya, hingga keterbatasan sumber daya. DRO ditetapkan seluruh tim dan berkordinasi dengan dosen pembimbing.

Tabel 3.1 Contoh Design Requirement Objective (DRO)

Aspek	Contoh kriteria DRO
Fungsi	Alat harus mampu memproduksi 20kg/jam
Dimensi	Panjang maksimal 1,5 m
Material	Menggunakan material lokal, ramah lingkungan
Biaya	Total estimasi produk tidak melebihi Rp. 3.000.000
Keamanan	Tidak boleh menggunakan komponen listrik tegangan tinggi
Portabilitas	Berat total dibawah 20 Kg
Ergonomi	Dapat dioperasikan oleh satu orang dewasa tanpa pelatihan khusus
Standar acuan	Mengacu ISO 12100, SNI 1729 atau ASME Y14.5 dll

3.5 Standar Acuan

Dalam proses perancangan mesin, penggunaan standar dan kode teknik merupakan hal yang sangat penting untuk menjamin bahwa desain yang dihasilkan tidak hanya fungsional dan efisien, tetapi juga aman, dapat diproduksi, serta sesuai dengan praktik teknik yang berlaku secara nasional maupun internasional. Penerapan standar akan membantu mahasiswa dalam menyusun spesifikasi teknis yang tepat, membuat gambar kerja yang akurat, menentukan toleransi dan dimensi, memilih material yang sesuai, serta mempertimbangkan faktor keselamatan, keandalan, dan kemudahan manufaktur dari sistem yang dirancang.

Oleh karena itu, mahasiswa diwajibkan untuk merujuk pada standar teknik yang relevan dalam setiap tahapan proyek perancangan. Standar tersebut mencakup bidang-bidang seperti gambar teknik, desain mekanik, pemilihan material, proses manufaktur, serta aspek keselamatan dan ergonomi.

Pemahaman dan penggunaan standar ini juga bertujuan untuk:

1. Membiasakan mahasiswa pada praktik profesional dalam dunia teknik mesin.
2. Meningkatkan kualitas dan kesesuaian desain terhadap kebutuhan industri.
3. Memastikan keterlacakan dan validitas teknis dari dokumen perancangan.

Daftar berikut memuat kumpulan standar yang dapat digunakan sebagai referensi selama pelaksanaan Proyek Perancangan Mesin. Standar lain dapat digunakan dalam proyek capstone design sepanjang standar tersebut relevan. Mahasiswa dapat menyesuaikan penggunaan standar ini dengan karakteristik proyek masing-masing, dengan bimbingan dari dosen pembimbing. Standar lain dapat

Tabel 3.2 Kumpulan standar internasional dan nasional

No	Standart	Deskripsi
1	ISO 128	General principles of presentation in technical drawings
2	ISO 129	dimensioning and tolerancing on teknical drawing
3	ISO 5455/ ISO 7200	Skala gambr dan tata letak lembar gambar teknik
4	ASME Y14.5	Geometri dimensioning and tolerancing (GD&T)
5	ASME B1.1/ ISO 965	Standar ulir dan drat (threads)
6	ASME B46.1	Permukaan dan kekasaran permukaan
7	ASME BPVC Section III	Desain bejana tekan (pressure vessels)
8	DIN 743 / AGMA 2001	perancangan poros dan roda gigi
9	ISO 281 / ISO 76	perhitungan umur bantalan
10	ASTM A36, AISI 1020	kode material baja struktur, baja karbon
11	ASTM b209	paduan alumanium
12	ISO 630/JIS C3101	Baja struktur umum
13	SAE/AISI/Steel Codes	Klasifikasi baja teknik
14	ISO 2768	Toleransi umum manufaktur
15	ISO 13849	Prinsip keselamatan mesin
16	OSHA Standard 1910	Keselamatan kerja di lingkungan bengkel/industri
17	ISO 12100	Prinsip desain aman untuk mesin dan peralatan
18	SNI ISO 6410	Penyajian gambar teknik komponen mesin
19	SNI 03-1729-2002	Tata cara penggambaran teknik untuk bangunan dan mesin
20	SNI ISO 9001	Sistem manajemen mutu untuk dokumentasi desain dan proses teknik
21	SNI ISO 128-24:2013	Gambar teknik, prinsip umum penyajian, bagian mesin
22	SNI ISO 2768-1:2010	Toleransi umum - toleransi untuk dimensi linear dan sudut
23	SNI ISO 1101:2013	Toleransi geometrik dalam gambar teknik
24	SNI ISO 14121-1:2008	Prinsip evaluasi resiko mesin untuk keamanan
25	SNI ISO 12100:2014	Keselamatan mesin - prinsip umum desain

26	SNI ISO 245001:2018	Sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja
27	SNI ISO 9001:2015	Sistem manajemen mutu
28	SNI 19-2454-1991	Spesifikasi umum untuk pengelasan dengan busur listrik
29	SNI 07-0663-1989	Standar material teknik - baja lunak

3.6 Komponen Penilaian

Standar penilaian dibagi dalam beberapa komponen. Komponen tersebut ditampilkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Komponen penilaian

No	Komponen	Bobot
1	Identifikasi masalah & studi literatur	10%
2	Spesifikasi dan konsep desain	15%
3	Proses perancangan	20%
4	Analisis/perhitungan/simulasi	15%
5	Prototipe dan manufaktur	15%
6	Pengujian dan analisis	15%
7	Sistematika dan kualitas laporan	5%
8	Etika, dokumentasi, dan profesionalisme	5%
Total		100%

3.7 Pameran Produk Capstone Design

Pameran Produk Capstone Design merupakan kegiatan diseminasi hasil perancangan dan pengembangan produk yang bertujuan untuk memperlihatkan hasil karya mahasiswa kepada sivitas akademika, industri, mitra, masyarakat, dan pemangku kepentingan lainnya. Pameran menjadi bagian dari tahap akhir Capstone Design setelah produk melalui proses perancangan, pembuatan, dan pengujian. Pameran produk bertujuan untuk:

1. Menampilkan hasil akhir proyek Capstone Design.
2. Mendemonstrasikan fungsi dan kinerja produk.
3. Melatih kemampuan mahasiswa dalam mengomunikasikan hasil rekayasa.
4. Mendapatkan umpan balik dari dosen, industri, pengguna, dan masyarakat.
5. Mendorong pengembangan dan penyempurnaan produk.

6. Memperkenalkan inovasi dan kreativitas mahasiswa.
7. Membuka peluang kerja sama dengan industri dan mitra.
8. Mengidentifikasi potensi hilirisasi dan komersialisasi produk.

Bab 4

Aturan Umum

4.1 Etika dan Tanggung Jawab

Dalam pelaksanaan Capstone Design, mahasiswa tidak hanya dituntut menghasilkan produk atau solusi teknis, tetapi juga harus menunjukkan sikap profesional, etis, bertanggung jawab, dan mampu bekerja secara kolaboratif. Etika dan tanggung jawab menjadi bagian penting karena seluruh proses Capstone Design mencerminkan kompetensi mahasiswa sebagai calon insinyur/profesional teknik.

Selama menjalankan proyek capstone design, mahasiswa dituntut memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan integritas akademik seperti :

1. Melaksanakan pekerjaan secara jujur dan bertanggung jawab.
2. Tidak melakukan plagiarisme, fabrikasi, atau manipulasi data hasil pengujian.
3. Mencantumkan sumber referensi, data, gambar, dan metode yang digunakan.
4. Menyampaikan hasil penelitian atau pengujian sesuai kondisi sebenarnya.
5. Tidak mengklaim pekerjaan atau kontribusi anggota tim sebagai hasil pribadi.

Selain itu, setiap mahasiswa bertanggung jawab terhadap bagian pekerjaan yang telah disepakati dalam tim, meliputi:

1. Menyelesaikan tugas sesuai jadwal.
2. Memenuhi spesifikasi teknis yang telah ditetapkan.
3. Mendokumentasikan proses desain, pembuatan, dan pengujian.
4. Melaporkan kendala secara terbuka kepada tim dan dosen pembimbing.
5. Bertanggung jawab terhadap kualitas hasil pekerjaan masing-masing.

Capstone Design umumnya dilaksanakan secara berkelompok. Oleh karena itu mahasiswa harus:

1. Menghargai pendapat dan kontribusi anggota tim.
2. Berkomunikasi secara terbuka, sopan, dan profesional.
3. Membagi pekerjaan secara adil berdasarkan kompetensi dan kesepakatan.
4. Tidak mendominasi atau mengabaikan anggota tim.
5. Menyelesaikan konflik melalui diskusi dan musyawarah.
6. Mengakui kontribusi setiap anggota secara proporsional.

Mahasiswa wajib menerapkan prinsip K3 selama proses desain, manufaktur, eksperimen, dan pengujian, antara lain:

1. Menggunakan alat pelindung diri (APD) sesuai risiko pekerjaan.

2. Mengoperasikan mesin dan peralatan sesuai SOP.
3. Memahami potensi bahaya sebelum melakukan pekerjaan.
4. Tidak menggunakan peralatan laboratorium tanpa izin atau kompetensi yang diperlukan.
5. Menjaga kebersihan dan keamanan area kerja.
6. Melaporkan kecelakaan, kerusakan alat, atau kondisi berbahaya.

4.2 Pembimbingan

Proses Bimbingan atau asistensi diatur sebagai berikut :

1. Setiap tim wajib menjadwalkan bimbingan minimal 1 kali/minggu dan mencatatnya dalam lembar asistensi.
2. Kegiatan bimbingan dijadwalkan sesuai dengan jadwal perkuliahan.
3. Kehadiran minimal dalam sesi bimbingan dan kerja proyek adalah 80% dari total kehadiran dalam 1 semester.
4. Anggota tim yang tidak aktif tanpa alasan sah dapat dikeluarkan dari tim secara resmi dengan persetujuan dosen pembimbing.
5. Selanjutnya anggota tersebut wajib mengikuti remedial personal di minggu ke 15 dan 16 untuk mendapatkan nilai. Jika tidak maka, mahasiswa tersebut mengulang mata kuliah di tahun berikutnya.

Selama proses pembimbingan, semua kegiatan bimbingan wajib didokumentasikan dalam bentuk:

1. Lembar asistensi
2. Foto kegiatan
3. Video unjuk kerja
4. Tanda tangan/paraf pembimbing

4.3 Pelaporan kegiatan Capstone Design

Laporan akhir Capstone Design merupakan dokumen yang memuat seluruh proses penyelesaian proyek, mulai dari identifikasi masalah, studi literatur, perumusan spesifikasi teknis, pengembangan konsep, proses desain, analisis, pembuatan prototipe, pengujian, evaluasi, hingga kesimpulan dan rekomendasi.

Laporan harus menunjukkan bahwa mahasiswa mampu menerapkan pengetahuan teknik, proses desain rekayasa, analisis, keterampilan praktis, kerja tim, komunikasi, serta pertimbangan keselamatan, ekonomi, dan lingkungan dalam menyelesaikan permasalahan nyata.

Laporan kegiatan memuat halaman pembuka (cover/halaman sampul, lembar pengesahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar). Halaman isi yang terdiri dari Bab 1 Pendahuluan (latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat). Bab 2 Studi literatur dan benchmarking (Prinsip kerja teknologi, komponen dan material, produk atau teknologi eksisting, benchmarking teknologi, analisis kelebihan dan kekurangan produk eksisting). Bab 3 Metodologi, Kebutuhan dan spesifikasi design (diagram alir perancangan, Pembentukan Tim dan Pembagian Tugas, pengembangan alternatif konsep, evaluasi alternatif, pemilihan konsep identifikasi pengguna, design Requirements, Design Specifications, Fungsi Utama Produk, Fungsi Pendukung)

Bab 4 Perancangan dan Manufaktur terdiri dari, perancangan dan pemodelan CAD, perhitungan teknik, analisis/simulasi, pemilihan material, proses manufaktur, proses assembly, hasil prototipe, hasil pengujian, analisis pengujian) analisis biaya, analisis K3 dan Risiko. Bab 5 Kesimpulan dan Saran. Halaman penutup (daftar pustakan, lampiran – lampiran)

Laporan ditulis pada kertas kerja dengan ukuran A4 dengan batas penulisan pada sisi kiri 4 cm, dan sisi atas, bawah dan kanan masing-masing 3 cm. Laporan ditulis dengan jenis huruf times new roman 12 pt.

Lampiran 1.

Laporan Capstone Desain

JUDUL.....



Nama ketua tim : NPM
Nama Anggota : NPM
Nama Anggota : NPM
Nama Anggota : NPM

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Tahun.

Lampiran 2.

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN CAPSTONE DESAIGN PROJECT

JUDUL.....

Disusun Oleh:

Nama mahasiswa : NPM (ketua tim)

Nama mahasiswa : NPM (anggota tim)

Nama mahasiswa : NPM (anggota tim)

Nama mahasiswa : NPM (anggota tim)

Diketahui Oleh

Ketua Prodi Teknik Mesin

Disetujui Oleh

Pembimbing Mata Kuliah

(Nama Ketua Prodi Teknik Mesin)

NIDN.

(Nama Dosen)

NIDN.....

Lampiran 3

LEMBAR ASISTENSI CAPSTONE DESAIGN PROJECT

JUDUL

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
----	--------------	----------	-------

Dosen Pengampu Mata Kuliah

(Nama Dosen)