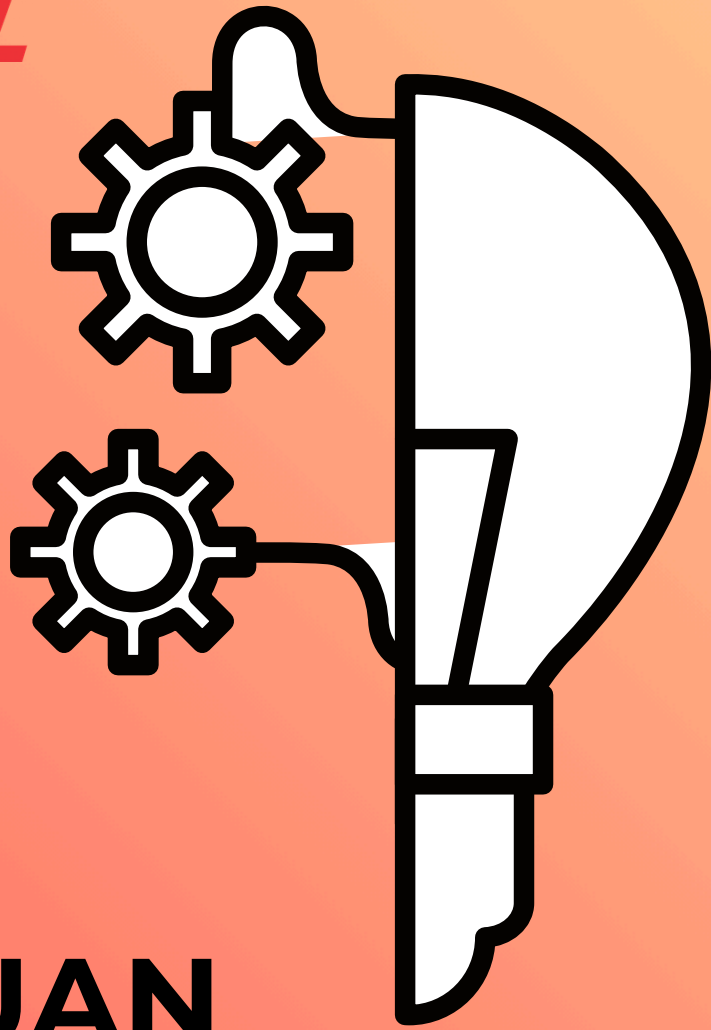




ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



PANDUAN CAPSTONE PROJECT

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmatNya sehingga buku panduan pelaksanaan Capstone Project untuk Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, ITS ini dapat disusun. Panduan ini disusun dengan tujuan memberikan panduan dan kemudahan bagi civitas akademika Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Departemen Teknik Mesin Industri dalam melaksanakan proses pembelajaran mata kuliah dengan muatan Capstone Project.

Disampaikan terima kasih kepada semua tim penyusun yang telah bekerja dalam menyelesaikan buku panduan ini. Dan penyusun menyadari bahwa Panduan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran membangun demi penyempurnaan panduan ini. Penyusun berharap panduan ini memberikan manfaat bagi civitas akademika Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Departemen Teknik Mesin Industri ITS dan masyarakat luas lainnya.

Surabaya, Februari 2026

Penyusun

CAPSTONE DESIGN/PROJECT

1.1 Pengertian

Capstone Design secara literasi berarti pencapaian puncak (secara literasi diartikan batu teratas dalam sebuah struktur) dan diartikan kemampuan untuk merancang solusi dari masalah rekayasa yang kompleks dan terbuka untuk sistem, komponen, atau proses yang memenuhi kebutuhan tertentu, dengan mempertimbangkan kendala realistis seperti standar yang berlaku, risiko kesehatan dan keselamatan, ekonomi, lingkungan, budaya dan sosial, kemampuan manufaktur, dan keberlanjutan.

Dalam kurikulum, *capstone design* dapat diwujudkan dengan mata kuliah yang mengaplikasikan metode *project based learning* yang merupakan bagian Indikator Kinerja Utama (IKU) poin 7 sesuai dengan peraturan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. *Project based learning* yang diadopsi adalah pengerjaan proyek secara berkelompok (*team-based*). Dengan demikian, proyek capstone ini selaras dan sesuai dengan IKU dan Pendidikan Berbasis Luaran (*Outcome Based Education*) yang disyaratkan oleh badan akreditasi nasional dan internasional.

Capstone Project didefinisikan oleh ABET sebagai PUNCAK dari pengalaman mahasiswa tingkat sarjana atau diploma empat, untuk menciptakan *blueprint* dalam hal inovasi desain teknik dengan proses engineering dilakukan dengan benar, yaitu dihasilkannya suatu perancangan pada pembuatan suatu produk. Dengan pelaksanaan *Capstone Project* ini mahasiswa diharapkan mampu memanfaatkan ilmu dari mata kuliah yang telah dipelajari sebelumnya untuk mewujudkan karya dengan landasan teknik yang benar, diawali dari proses identifikasi masalah, membuat solusi yang ditawarkan, perancangan hingga implementasi.

Pelaksanaan *Capstone Project* merupakan wadah demonstrasi kemampuan mahasiswa yang telah mempelajari dan menyelesaikan berbagai mata kuliah. Berbeda halnya dengan sebuah penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan kebaruan (*novelty*), dalam *Capstone Project*, mahasiswa menunjukkan kemampuan mereka untuk mengembangkan keterampilan teknik dalam penerapan praktis, menggabungkan teori dan pengalaman bersama dengan penggunaan pengetahuan dan keterampilan lainnya yang relevan. Dengan pembelajaran capstone project ini, diharapkan mahasiswa mampu memberikan kontribusi secara efektif di industri teknik mesin setelah menyelesaikan studi.

Dalam pengertian khusus, *Capstone Design* dalam kurikulum ITS untuk program studi bidang Teknik dan Infokom, didefinisikan sebagai mata kuliah yang digunakan sebagai sarana dalam mengukur kemampuan:

- i. merencanakan dan mengeksekusi sebuah proyek
- ii. mendefinisikan masalah/proyek dalam bidang keteknikan yang bersifat kompleks
- iii. menyelesaikan masalah/proyek pada poin (ii) melalui alternatif desain secara optimal dan efektif dalam batasan dan persyaratan yang realistis
- iv. bekerja dalam tim
- v. komunikasi.

1.2 Tujuan

1. Tujuan *Capstone Project* antara lain:

Membantu pembentukan karakter mahasiswa sebagai *profile* profesional mandiri dan berkontribusi melalui bidang ilmunya.

2. Memberikan pengalaman penyelesaian masalah nyata dalam konteks pembelajaran yang sudah dipelajari.
3. Mengaplikasikan proses *engineering* bagi mahasiswa untuk menyelesaikan permasalahan dunia nyata.
4. Meningkatkan aspek *softskill* mahasiswa (komunikasi, koordinasi, kerjasama, tanggung jawab, dll).
5. Mendemonstrasikan pengetahuan dan keterampilan yang sudah dipelajari, kemampuan menyelesaikan suatu masalah menggunakan pendekatan *engineering* yang diterapkan secara benar dan profesional.
6. Mengeksplorasi batas maksimal kemampuan dirinya untuk dapat bekerjasama dalam suatu tim dan menemukan kemungkinan-kemungkinan inovasi dalam solusi yang ditawarkan.
7. Membuka peluang untuk merintis karir di dunia profesional sesuai bidangnya (sebagai seorang *engineer*), *start up* dan *entrepreneur* dibidang teknologi.

1.3 Manfaat

Manfaat dalam pelaksanaan *Capstone Design/ Project* adalah membantu mendorong mahasiswa untuk:

1. Memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah secara terstruktur melalui desain perancangan standar.
2. Memiliki keterampilan yang dibutuhkan saat ini, yakni kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, berkomunikasi, berkolaborasi bersama secara baik.
3. Mengaplikasikan berbagai hal yang sudah dipelajari di mata kuliah sebelumnya untuk mengusulkan solusi yang modern dengan tetap mempertimbangkan *environment sustainability*. *Environment* tersebut dapat berupa: aspek ekonomis, aspek sosiologi, aspek *softskill*, maupun aspek lainnya.

MATA KULIAH CAPSTONE PROJECT

2.1 Mata Kuliah Capstone Project

Capstone Project di Prodi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Departemen Teknik Mesin Industri ITS, diwujudkan dalam Mata Kuliah (MK) Perencanaan Produk dan Ekonomika Teknik (3 SKS, Semester 6) dan Manufaktur Aditif (2 SKS, Semester 7). Masing-masing mata kuliah dirinci pada sub bab berikut.

2.1.1 Deskripsi singkat MK Perencanaan Produk dan Ekonomika Teknik

Mata kuliah ini dirancang sebagai fondasi konseptual dan analitis dalam rangkaian *capstone design*. Fokus utama adalah proses sistematis pengembangan produk teknik mulai dari identifikasi masalah, perumusan spesifikasi teknis, konseptualisasi desain, pemilihan material, hingga analisa ekonomi melalui perhitungan ongkos produksi, membuat perencanaan penyelesaian (*manajemen project*) dan dapat melakukan tindakan mitigasi jika pada pelaksanaannya tidak sesuai dengan perencanaan

Pada mata kuliah ini, pendekatan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) diterapkan dengan penekanan pada integrasi antara aspek teknis dan ekonomi. Mahasiswa mengembangkan rancangan / blueprint / desain produk berbasis kebutuhan industri atau masyarakat dengan mempertimbangkan *design for manufacturing and assembly* (DFMA) serta analisis biaya.

2.1.2 Deskripsi singkat MK Manufaktur Aditif

Mata kuliah ini berfungsi sebagai tahap implementatif dalam rangkaian *capstone design*, dengan fokus pada realisasi prototipe/rancangan/blueprint berbasis teknologi manufaktur aditif. Mahasiswa menerjemahkan dokumen desain hasil mata kuliah Perencanaan Produk dan Ekonomika Teknik ke dalam model digital (CAD–CAM–Additive Manufacturing Slicing), menentukan parameter proses, serta memproduksi prototipe fungsional.

Topik meliputi karakteristik proses seperti Fused Deposition Modelling (FDM), Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM), atau teknologi berbasis powder; optimasi parameter proses; evaluasi kualitas geometrik dan mekanik; serta analisis kegagalan cetak. Penekanan diberikan

pada *design for additive manufacturing* (DfAM), termasuk optimasi topologi dan efisiensi material.

2.2 Metode Pembelajaran

Mata kuliah capstone project di program studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Departemen Teknik Mesin Industri ITS diimplementasikan dengan pendekatan project based learning.

2.2.1 Definisi Project based Learning

Project Based Learning (PjBL) adalah pendekatan pembelajaran yang melibatkan proyek atau kegiatan untuk menyelesaikan masalah-masalah nyata dan kompleks. Dalam proses ini, mahasiswa melakukan eksplorasi, merumuskan pertanyaan, mencari informasi, melakukan penilaian, menginterpretasi, menyintesis, dan menganalisis untuk menghasilkan berbagai bentuk hasil belajar. PjBL merupakan metode yang mengangkat permasalahan nyata dalam sebuah proyek sebagai langkah pertama dan menghubungkan dengan pengetahuan yang telah dipelajari sebelumnya menjadi pengetahuan baru berdasarkan pengalaman nyata yang diperoleh selama beraktivitas. Dalam PjBL, dosen berperan sebagai pendamping, motivator, dan fasilitator bagi mahasiswa. Kegiatan mencakup diskusi tim, studi literatur, observasi lapangan, perancangan dan pengembangan prototipe, pengujian, validasi, serta penyusunan laporan dan presentasi akhir. Seluruh tahapan dilaksanakan secara terstruktur, disertai refleksi individu dan tim sebagai bagian dari evaluasi. Pelaksanaan dapat berlangsung di kelas, laboratorium, bengkel, atau lokasi mitra sesuai karakteristik proyek.

2.2.2 Tahapan Metode PjBL

Adapun tahapan pelaksanaan metode pembelajaran project based learning memiliki tahapan sebagai berikut:

1. Mulai dengan pertanyaan penting

Tahap awal dirancang untuk memicu mahasiswa mencari topik capstone project. Dosen memfasilitasi perumusan pertanyaan berbasis permasalahan riil industri atau kebutuhan masyarakat. Pertanyaan bersifat terbuka, ruang lingkup lebih luas, dan menuntut integrasi beberapa aspek teknik (desain, material, proses) serta ekonomika (*cost modeling, break-even analysis, feasibility study*). Pada tahap ini mahasiswa melakukan

identifikasi masalah, identifikasi pemangku kepentingan, serta penyusunan kebutuhan pelanggan menjadi spesifikasi teknik terukur.

Luaran antara: Rumusan masalah, batasan masalah, dan daftar kebutuhan pengguna (*customer requirement list*).

2. **Perencanaan pengerjaan proyek**

Perencanaan pelaksanaan proyek dilakukan oleh mahasiswa secara berkelompok untuk menyusun rencana kerja yang mencakup pengembangan konsep solusi yang direncanakan. Dosen berperan sebagai *facilitator* dan *design reviewer*, memastikan kesesuaian rencana dengan CPL dan CPMK. Pembagian peran dalam kelompok (design engineer, cost analyst, dll) mendorong pembelajaran kolaboratif berbasis kompetensi.

Luaran antara: draft proposal proyek.

3. **Buat jadwal**

Mahasiswa menyusun jadwal pelaksanaan proyek yang kemudian dikonsultasikan dengan pembimbing. Pendekatan ini melatih kompetensi manajemen proyek teknik, termasuk pengendalian waktu dan sumber daya.

Luaran antara: Diagram Gantt atau jadwal berbasis deliverables.

4. **Monitoring kemajuan proyek**

Monitoring secara berkala dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi perkembangan pencapaian proyek, yang melibatkan mahasiswa dan dosen pembimbing, serta dilakukan presentasi kemajuan oleh mahasiswa.

5. **Menilai hasil**

Penilaian dilakukan oleh dosen pembimbing terhadap proses dan pencapaian standar kompetensi mahasiswa, serta memberikan umpan balik untuk pengembangan lebih lanjut. Penilaian dilakukan secara komprehensif terhadap:

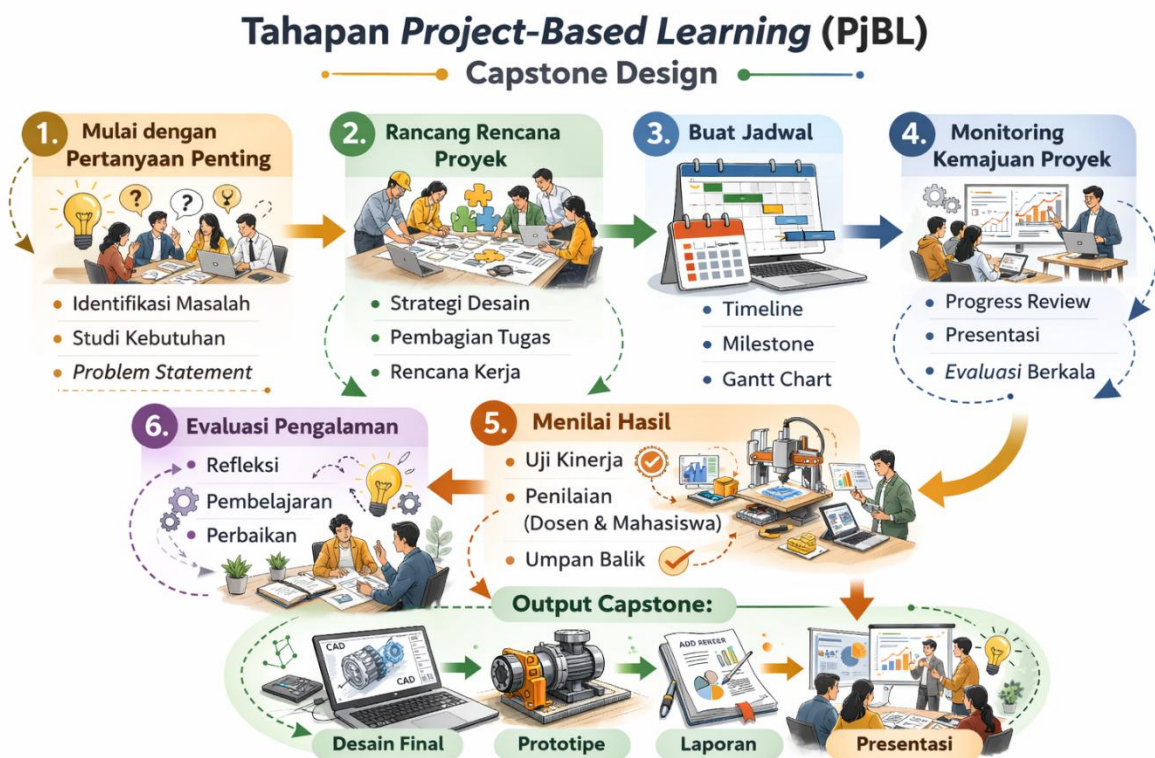
- a. Kualitas desain teknik (fungsi, keamanan, manufacturability).
- b. Ketepatan perhitungan ongkos produksi (akurasi estimasi dan struktur biaya).
- c. Prototipe produk yang dibuat
- d. Laporan dan dokumentasi teknis.

Asesmen mencakup *self-assessment* dan *peer assessment* untuk mengukur kontribusi individu serta kompetensi masing-masing mahasiswa.

Luaran akhir: Dokumen desain lengkap (gambar teknik dan spesifikasi), prototipe.

6. Evaluasi pengalaman

Mahasiswa menyusun refleksi tertulis mengenai pengambilan keputusan teknis dan ekonomis, termasuk jika ditemukan perubahan desain atau saat proyek dilanjutkan ke tahap prototyping (pada mata kuliah Additive Manufacturing). Tujuan dari evaluasi pengalaman ini antara lain: Analisis antara estimasi biaya dan rencana pembuatan, evaluasi desain terhadap target biaya hingga identifikasi peluang inovasi atau optimasi desain.



Gambar 2. 1 Metode Pembelajaran Project based Learning

PELAKSANAAN CAPSTONE PROJECT

Pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, *capstone project* didesain sebagai perwujudan proses integrasi pengetahuan yang telah diperoleh selama proses pembelajaran di Departemen Teknik Mesin Industri.

Untuk memenuhi kriteria tersebut, di Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur beberapa mata kuliah dirancang sebagai Capstone Project yakni Mata Kuliah Perencanaan Produk dan Ekonomika Teknik dan Additive Manufacturing, dengan tujuan agar mahasiswa dapat melakukan perancangan desain dan pembuatan produk serta inovasi sebagai pemecahan masalah dalam teknik mesin menggunakan pengetahuan yang telah dipelajari. Sesuai dengan Kurikulum 2023, pelaksanaan Capstone Project di Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur dilaksanakan dalam 2 semester dengan beban 5 SKS.

Pada mata kuliah Capstone Project ini, tujuan yang ingin dicapai adalah produk rancangan teknik yang spesifik dan dilakukan dengan metode yang tepat. Berdasarkan uraian mata kuliah Capstone Project di atas, definisi capstone project dapat dijelaskan melalui poin-poin berikut:

- Capstone Project menghasilkan produk. Produk yang dihasilkan dari capstone project diantaranya:
 - Hardware
 - Software
 - Simulasi
 - Atau kombinasi dari ketiganya.
- Proses perancangan adalah proses pengambilan keputusan yang dilakukan secara sistematis dan rasional. Proses ini harus terdokumentasi dengan baik dari tingkat strategis hingga detail teknis.
- Pada perancangan desain teknik, proyek yang dirancang harus jelas, nyata, dan terformulasi dengan baik. Luaran yang dirancang merupakan bagian penting dan terkait dengan teknik mesin.
- Pada desain teknik, seringkali terdapat banyak batasan dan standar-standar yang berlaku. Ini berbeda dari penelitian, batasan capstone project bisa mencakup kondisi lingkungan, keadaan ekonomi, lingkungan, kondisi existing, dan

lainnya. Proses ini memerlukan banyak kompromi (trade-off) untuk mencapai hasil yang optimal.

Secara keseluruhan tahapan pengerjaan MK Capstone Project ini memiliki tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah

Mahasiswa melakukan eksplorasi secara runtun dalam menemukan masalah dan memaparkan masalah yang akan diselesaikan, disertai dengan menunjukkan urgensi masalah yang nyata. Masalah yang diangkat:

- a. Relevan secara teknis dan aplikatif.
- b. Memiliki latar belakang masalah (efisiensi rendah, biaya tinggi, risiko keselamatan, dampak lingkungan).
- c. Memungkinkan solusi rekayasa yang terukur.

2. Spesifikasi produk

Berdasarkan permasalahan yang ditentukan, mahasiswa mampu menawarkan solusi sebagai spesifikasi produk yang akan dirancang. untuk memberian solusi dari masalah. Langkah-langkah dalam menentukan spesifikasi produk, bisa berupa:

- a. Identifikasi kebutuhan pengguna (*user requirements*).
- b. Transformasi ke dalam spesifikasi teknik terukur (contoh: kapasitas, dimensi, daya, efisiensi, toleransi, dll).
- c. Penetapan kriteria keberhasilan dan indikator performa.
- d. Penentuan batasan desain (biaya maksimum, material, standar keselamatan).

3. Perancangan

Mahasiswa melakukan perancangan untuk mewujudkan produk. Tahap ini mencakup proses konseptual hingga desain rinci. Hasil rancangan berupa gambar teknik lengkap, termasuk perhitungan teknik yang relevan (kekuatan material, analisis beban, perpindahan panas, dll.), simulasi numerik (jika relevan).

4. Perhitungan ongkos produksi

Mahasiswa melakukan perhitungan detail mengenai ongkos produksi untuk mewujudkan produk yang direncanakan.

5. Implementasi

Mahasiswa mengimplementasi hasil rancangan. Semua hal yang berhubungan dengan rancangan hasil luaran harus terdokumntasi dengan baik dan rancangan dapat diuji.

6. Pengujian dan Evaluasi

Mahasiswa mengimplementasi hasil rancangan. Semua hal yang berhubungan dengan rancangan hasil luaran harus terdokumntasi dengan baik dan rancangan dapat diuji.

Lebih lanjut, Tahap A hingga D dilakukan pada Capstone Project 1 dan tahap E dan F dilakukan pada Capstone Project 2. Adapun rincian masing-masing MK dapat dilihat pada sub bab di bawah ini.



Gambar 3. 1 Tahap pengerjaan capstone project

3.1 Pelaksanaan MK Mata Kuliah Perencanaan Produk dan Ekonomika Teknik

Dalam pelaksanaan capstone project, capaian pembelajaran diperlukan untuk mengukur keberhasilan pelaksanaan mata kuliah. Dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) Capstone Project 1 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. 1 Capaian Pembelajaran MK Perencanaan Produk dan Ekonomika Teknik

Kode CPL	Deskripsi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)	Kode CPMK	Deskripsi Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)
CPL 1	Mampu menunjukkan sikap dan karakter yang mencerminkan: ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa, etika dan integritas, berbudi pekerti luhur, peka dan peduli terhadap masalah sosial dan lingkungan, menghargai perbedaan budaya dan kemajemukan, menjunjung tinggi penegakan hukum mendahulukan kepentingan bangsa dan masyarakat luas, melalui kreatifitas dan inovasi, eksekusi, kepemimpinan yang kuat, sinergi, dan potensi lain yang dimiliki untuk mencapai hasil yang maksimal.	CPMK 1	Mampu memahami prinsip-prinsip dan teknik-teknik untuk mendapatkan suatu rancangan produk dan sistem kerja yang terbaik.
CPL 2	Mampu mengkaji kasus penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang keahlian sesuai standar kompetensi kerja, serta mampu mengambil keputusan secara tepat dari hasil kerja sendiri maupun kerja kelompok dalam bentuk laporan tugas akhir atau bentuk kegiatan pembelajaran lain yang luarannya setara dengan tugas akhir melalui pemikiran logis, kritis, inovatif, bermutu dan terukur dengan mempertimbangkan kesehatan, keselamatan, keamanan, dan lingkungan.	CPMK 2	Mampu memahami tahapan yang perlu dilalui dalam perancangan produk dan perancangan sistem kerja.
CPL 3	Mampu mengelola pembelajaran diri sendiri, dan mengembangkan diri sebagai pribadi pembelajar sepanjang hayat untuk bersaing di tingkat nasional, maupun internasional, dalam rangka berkontribusi nyata untuk menyelesaikan masalah dengan mengimplementasikan teknologi informasi dan komunikasi dan memperhatikan prinsip keberlanjutan serta memahami kewirausahaan berbasis teknologi.	CPMK 3	Mampu menerapkan konsep-konsep yang berkaitan dengan kualitas suatu produk agar dapat memuaskan keinginan yang dikehendaki konsumen.
CPL 4	Mampu melakukan dan mengkaji proses desain dari sebuah ide menjadi sebuah desain maupun model, dengan didukung teknologi software 3D design and simulation dengan mempertimbangkan proses manufaktur, K3L dan cost of production.	CPMK 4	Mampu memahami konsep ekonomika teknik.
CPL 5	Mampu melakukan dan mengkaji manufacturing process and construction technology, mulai dari memproduksi sebuah part, assembly hingga proses produksi. Juga memiliki pengetahuan concurrent engineering untuk melakukan process assembly yang baik dan benar sesuai dengan standar atau best practice	CPMK 5	Mampu menerapkan konsep ekonomika teknik dalam proses perancangan suatu produk.

Untuk memberikan pedoman pelaksanaan mata kuliah ini, dapat dilihat Rencana Pembelajaran Semester (RPS) pada masing-masing pertemuan sehingga dapat menjadi acuan progress dari penyusunan Capstone Design yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. 2 Rencana Pembelajaran Semester MK Perencanaan Produk dan Ekonomika Teknik

Pertemuan	Kemampuan akhir yang didapat	Materi Pokok	Aktivitas Pembelajaran
1	Mahasiswa dapat memahami ruang lingkup capstone project	Penjelasan pembelajaran Capstone project, kontrak kuliah dan pembagian kelompok	1. Pengajar & mahasiswa menyetujui kontrak perkuliahan 2. Pembagian kelompok mahasiswa disaksikan oleh pengajar 3. Memberikan pemicu permasalahan kelompok
2-3	Mahasiswa dapat melakukan pengamatan terkait permasalahan teknik di industri dan lingkungan sekitar	Panduan Capstone Project	1. Kelompok melakukan identifikasi permasalahan di industri dan lingkungan sekitar 2. Mahasiswa bekerjasama dalam mengerjakan tugas sesuai dengan target waktu 3. Progress update mingguan kepada pembimbing
4	1. Mahasiswa mampu melakukan merumuskan permasalahan 2. Mahasiswa mampu melakukan komunikasi dan presentasi	Presentasi Kelompok	1. Pengajar dan mahasiswa melakukan diskusi untuk merumuskan permasalahan yang akan diangkat sebagai topik Capstone Project 2. Presentasi kelompok
5-7	1. Mahasiswa memilih metode yang sesuai dalam menyelesaikan masalah 2. Mahasiswa mampu melakukan penulisan sesuai dengan template laporan	Panduan Capstone Project, Standar yang berlaku dan Standar Industri, MK terkait	1. Pengajar merancang proses belajar dan memonitor hasil analisis tiap kelompok mahasiswa dalam bentuk asistensi update project progress. 2. Progress update mingguan kepada pembimbing
8	Mahasiswa mampu melakukan komunikasi dan presentasi	Evaluasi proposal dan desain awal	1. Pengajar dan mahasiswa melakukan diskusi untuk memberikan beberapa konsep solusi 2. Presentasi kelompok
9-10	Mahasiswa dapat menggunakan analisa yang sesuai dengan standar dalam merencanakan produk/rancangan	Standar yang berlaku dan Standar Industri, MK terkait	1. Pengajar memonitor kemajuan hasil analisis tiap kelompok mahasiswa dalam bentuk asistensi update project progress. 2. Progress update mingguan kepada pembimbing
11	Mahasiswa menyampaikan desain awal komunikasi dan presentasi	Presentasi Kelompok, Draft Laporan	1. Pengajar dan mahasiswa melakukan diskusi untuk merumuskan rancangan/design yang akan diangkat sebagai solusi dari Capstone Project 2. Presentasi kelompok
12-13	Mahasiswa mampu menghitung ongkos produksi berdasarkan rancangan/design yang direncanakan	Presentasi Kelompok, Ekonomika Teknik	Pembelajaran Ekonomika Teknik
14-15	1. Mahasiswa memilih 1 solusi dalam menyelesaikan masalah 2. Mahasiswa mampu melakukan penulisan sesuai dengan template laporan	Panduan Capstone Project	1. Pengajar dan mahasiswa melakukan diskusi final design dari project yang dikerjakan 2. Progress update mingguan kepada pembimbing
16	1. Mahasiswa mampu mempresentasikan hasil pekerjaandi hadapan tim dosen. 2. Mahasiswa mampu menyelesaikan tugas sesuai dengan target waktu	Presentasi Kelompok, Laporan Tugas Capstone Project 1	1. Demonstrasi/Presentasi Capstone Project berupa Rancangan/Design Akhir dan perhitungan biaya/ongkos produksi 2. Pengumpulan laporan capstone project 3. Tim dosen menilai hasil yang telah dikumpulkan dan dipresentasikan oleh mahasiswa

3.2 Pelaksanaan MK Mata Kuliah Manufaktur Aditif

Dalam pelaksanaan capstone project lanjutan dalam mata kuliah Manufaktur Aditif ini, capaian pembelajaran diperlukan untuk mengukur keberhasilan pelaksanaan mata kuliah. Dan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) Manufaktur Aditif dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. 3 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah Additive Manufacturing

Kode CPL	Deskripsi Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)	Kode CPMK	Deskripsi Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)
CPL 5	Mampu melakukan dan mengkaji manufacturing process and construction technology, mulai dari memproduksi sebuah part, assembly hingga proses produksi. Juga memiliki pengetahuan concurrent engineering untuk melakukan process assembly yang baik dan benar sesuai dengan standar atau best practice yang ada.	CPMK 1	Mampu mengetahui tentang teknologi additive manufacturing dan aplikasinya
		CPMK 2	Mampu mengetahui cara kerja dan fungsinya, termasuk mengetahui kekurangan dan kelebihan metode additive manufacturing
CPL 6	Mampu melakukan dan mengkaji proses manufaktur yang modern dan practical sesuai dengan desain yang sudah direncanakan didukung dengan teknologi baru, antara lain CNC, CAM, dan Additive Manufacturing. (SA5)	CPMK 3	Mampu memindahi 3D model kepada additive manufacturing (3D printer) model seperti ultimaker cura atau yang lain
		CPMK 4	Mampu mengetahui kesempatan tentang pengembangan dan keilmuan tentang additive manufacturing

Untuk memberikan pedoman pelaksanaan mata kuliah ini, dapat dilihat Rencana Pembelajaran Semester (RPS) pada masing-masing pertemuan MK Manufaktur Aditif sehingga dapat menjadi acuan progress dari penyusunan Capstone Project yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah Additive Manufacturing

Pertemuan	Kemampuan akhir yang didapat	Materi Pokok	Aktivitas Pembelajaran
1	Mahasiswa dapat memahami ruang lingkup MK Manufaktur Aditif	Intro MK Manufaktur Aditif, Penjelasan pembelajaran Capstone project, kontrak kuliah	1. Pengajar & mahasiswa menyetujui kontrak perkuliahan 2. Pengenalan Manufaktur Aditif dan standard (ISO/ASTM 52900)
2	Mahasiswa dapat memahami Kategori proses AM dan prinsip kerja AM	1. Materi kelas 2. ISO/ASTM 52900	1. Pembelajaran di kelas
3	1. Mahasiswa mampu memahami material yang digunakan pada proses AM 2. Mahasiswa mampu memahami parameter proses dan kualitas kontrol produk	1. Material pada manufaktur aditif 2. AM Process parameters	1. Pembelajaran di kelas 2. Tutorial 3. Praktek Slicing
4	1. Mahasiswa mampu melakukan pencetakan manufaktur aditif 2. Mahasiswa mampu membuat desain produk yang akan dicetak 3. Mahasiswa mampu melakukan pengaturan parameter proses	1. Praktek Pencetakan FDM 2. Kegagalan proses cetak	1. Pembelajaran di kelas 2. Praktek pencetakan manufaktur aditif
5	Mahasiswa mampu melakukan komunikasi dan presentasi	1. Evaluasi hasil cetak 2. Presentasi kelompok	1. Presentasi kelompok 2. Pengajar dan mahasiswa melakukan diskusi untuk lanjutan capstone project 1
6-7	Mahasiswa dapat menggunakan manufaktur aditif untuk membuat prototipe hasil rancangan/design	Standar yang berlaku dan Standar Industri, MK terkait	1. Pengajar memonitor kemajuan hasil analisis tiap kelompok mahasiswa dalam bentuk asistensi update project progress. 2. Progress update mingguan kepada pembimbing
8	Mahasiswa menyampaikan rencana pembuatan prototipe capstone project 1 dan presentasi	Presentasi Kelompok, Panduan Capstone Project	1. Pengajar dan mahasiswa melakukan diskusi untuk pembuatan prototipe rancangan/design yang akan diangkat Capstone Project 1 2. Presentasi kelompok
9-10	Mahasiswa melakukan perencanaan pembuatan dan pencetakan prototipe capstone project 1	Panduan Capstone Project, Standar yang berlaku dan Standar Industri, MK terkait	1. Pencetakan prototipe 2. Analisa hasil cetak prototipe
11	1. Mahasiswa menyampaikan prototipe yang telah dibuat 2. Mahasiswa mampu melakukan komunikasi dan presentasi	Presentasi Kelompok, Draft Laporan	1. Pengajar dan mahasiswa melakukan diskusi mengenai hasil cetak prototipe Capstone Project 2. Presentasi kelompok
12-13	1. Mahasiswa mampu melakukan pengujian dan evaluasi berdasar produk yang telah dibuat	Panduan Capstone Project	1. Pengajar dan mahasiswa melakukan diskusi pembuatan produk yang dibuat 2. Progress update mingguan kepada pembimbing
14-15	1. Mahasiswa melakukan penulisan dari hasil pembuatan dan pengujian produk serta hasil evaluasi 2. Mahasiswa mampu melakukan penulisan sesuai dengan template laporan	Panduan Capstone Project	1. Pengajar dan mahasiswa melakukan diskusi akhir dari project yang dikerjakan 2. Progress update mingguan kepada pembimbing
16	1. Mahasiswa mampu mempresentasikan hasil pekerjaan di hadapan tim dosen. 2. Mahasiswa mampu menyelesaikan tugas sesuai dengan target waktu	Presentasi Kelompok, Laporan Tugas Capstone Project 2	1. Demonstrasi/Presentasi Capstone Project berupa prototipe rancangan capstone project 2. Pengumpulan laporan capstone project 2 3. Tim dosen menilai hasil yang telah dikumpulkan dan dipresentasikan oleh mahasiswa

Daftar Pustaka

- [1] Panduan Umum Pelaksanaan Mata Kuliah Capstone Design Program Studi Teknik Mesin, Badan Kerjasama Teknik Mesin Indonesia, Oktober 2025.
- [2] Panduan Capstone Design/Project, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2023.

LAMPIRAN:

1. Template proposal MK Inovasi Teknologi capstone design
2. Lembar Logbook Bimbingan
3. Contoh poster/banner produk
4. Template Laporan Akhir
5. Form Penilaian

LAPORAN CAPSTONE PROJECT

NAMA MATA KULIAH

JUDUL.....

Oleh :

NAMA 1 (KETUA; NRP... ..)
NAMA 2 (ANGGOTA; NRP)

Pembimbing
NAMA PEMBIMBING

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

TAHUN

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN CAPSTONE DESIGN PROJECT
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Semester : Gasal / Genap TA. 20.../ 20...

Judul :

Ketua Kelompok :, **NRM:**

Anggota Kelompok :, **NRP:**

Surabaya, – nama bulan - 20...

Ketua Kelompok <u>(Nama Mahasiswa)</u> NRP.	Anggota I Kelompok <u>(Nama Mahasiswa)</u> NRP.
Dosen Pembimbing, <u>(Nama dan Gelar)</u> NIP.	

LAPORAN CAPSTONE DESIGN PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR

SEMESTER GASAL/GENAP TA. 20.../20...

Tuliskan judul topik permasalahan yang akan dikerjakan

a. JUDUL USULAN

.....
.....

Ringkasan topik permasalahan yang akan dikerjakan minimal 250 kata dan tidak lebih dari 400 kata yang berisi latar belakang, tujuan dan tahapan metode yang dikerjakan, hasil yang ditargetkan.

b. RINGKASAN

1. Narasi awal
2. Latar belakang / permasalahan
3. Solusi
4. Bagaimana solusi dikerjakan
5. Tujuan / hipotesa
6.
.....
.....
..... dst.

Kata kunci maksimal 5 kata

c. KATA KUNCI

Kata_kunci_1; kata_kunci2; dst.

Pendahuluan yang berisi latar belakang dan topik permasalahan yang akan dikerjakan, tujuan khusus dan studi kelayakannya. Minimal 600 kata dan tidak lebih dari 800 kata

d. PENDAHULUAN

.....
.....
.....
.....
.....
.....
..... dst.

Tinjauan pustaka dengan mengemukakan sumber pustaka/referensi primer yang relevan dan dengan mengutamakan hasil penelitian pada jurnal ilmiah dan/atau paten yang terkini dan yang terkait dengan topik permasalahan yang diangkat. Minimal 600 kata dan tidak lebih dari 1000 kata

e. TINJAUAN PUSTAKA

.....
.....
..... dst.

Metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Bagian ini dilengkapi dengan diagram alir pengerjaan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Bagan yang dibuat secara utuh dengan penahapan yang jelas, semua tahapan untuk mencapai luaran beserta indikator capaian yang ditargetkan. Pada bagian ini harus juga dijelaskan tugas masing-masing anggota kelompok (Ketua dan Anggota).

f. METODE

.....
.....
..... dst.

Jadwal pengerjaan disusun dengan mengisi langsung tabel berikut dengan memperbolehkan penambahan baris sesuai banyaknya kegiatan.

g. JADWAL Pengerjaan

No	Nama Kegiatan	Minggu											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1													
2													
dst.													

Daftar pustaka disusun dan ditulis berdasarkan urutan abjad menggunakan *IEEE style*. Hanya pustaka yang disitasi pada usulan proposal yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka. Gunakan tool aplikasi Mendeley untuk cara sitasi.

DAFTAR PUSTAKA

.....
.....
..... dst.

h. LAMPIRAN:

1. Lembar Bimbingan
2. Desain/hasil rancangan
3. Desain Poster

LOGBOOK MINGGUAN CAPSTONE DESIGN 1

Kelompok :

Anggota Kelompok : 1. Nama NRP

2.

3. dst

Program Studi : D-4 Teknik Mesin Industri

Dosen Pembimbing :

Judul Topik :

.....

.....

Semester : Gasal/Genap TA. 20..../20.....

No.	Tanggal	Materi Bimbingan	TTD Dosen Pembimbing
1		Catatan: Mahasiswa yang hadir dan tidak hadir saat bimbingan dituliskan dalam logbook	
2			
3			
Dst			

Surabaya,
Dosen Pembimbing,

Nama Dosen & Gelar

TEMPLATE POSTER

Poster berisi:

1. Judul Capstone Project
2. Latar Belakang
3. Informasi Produk (spesifikasi produk)
4. Keunggulan
5. Cara kerja
6. Biaya pembuatan produk
7. Kelompok dan identitas anggota kelompok

**LEMBAR PENILAIAN CAPSTONE PROJECT SEMESTER
GASAL/GENAP TA. 20.../20...**

7. Judul Project :

8. Nama Mahasiswa :

9. NRP :

Dosen Pembimbing :

No	Item Penilaian	Bobot (%)	Nilai (0 – 100)
1	Identifikasi Masalah	10%	
2	Solusi atau Metode Menyelesaikan Masalah	10%	
3	Perancangan Project yang dikerjakan	20%	
4	Hasil Kerja Alat / Simulasi Sistem	20%	
5	Aktivitas komunikasi atau konsultasi dengan Dosen Pembimbing	20%	
6	Performa pameran Capstone Design Project	20%	

Surabaya,

Dosen Pembimbing,

(.....)